

**T.C.**  
**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**DENİZCİLİK İŞLETMELERİ YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**  
**LOJİSTİK YÖNETİMİ PROGRAMI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**UZAY KEŞFİ LOJİSTİĞİ**

**Cansu SOYLU**

**Danışman**  
**Dr. Öğretim Üyesi Cansu YILDIRIM**

**İZMİR-2019**

**YÜKSEK LİSANS**  
**TEZ ONAY SAYFASI**

**Üniversite** : Dokuz Eylül Üniversitesi  
**Enstitü** : Sosyal Bilimler Enstitüsü  
**Adı ve Soyadı** : Cansu SOYLU  
**Öğrenci No** : 2016800642  
**Tez Başlığı** : Uzay Keşfi Lojistiği

**Savunma Tarihi** : 24/07/2019  
**Danışmanı** : Dr.Öğr.Üyesi Cansu YILDIRIM

**JÜRİ ÜYELERİ**

| <b><u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u></b> | <b><u>Üniversitesi</u></b>   | <b><u>İmza</u></b>                                                                    |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Dr.Öğr.Üyesi Cansu YILDIRIM       | -Dokuz Eylül Üniversitesi    |  |
| Dr.Öğr.Üyesi N.Gülfem GİDENER     | -Dokuz Eylül Üniversitesi    |  |
| Doç.Dr.Bengü OFLAÇ                | - İzmir Ekonomi Üniversitesi |  |

Cansu SOYLU tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği (✓) / oy çokluğu ( ) ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. Metin ARIKAN**  
**Müdür**

## **YEMİN METNİ**

**Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Uzay Keşfi Lojistiği” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.**

**18/06/2019**

**Cansu Soylu**

**İmza**

## ÖNSÖZ

Uzay ve keşfine dair sistemli faaliyetler ve bu faaliyetlerin gerçekleştirilmesi lojistik destekli entegre yaklaşımlarla mümkündür. Bahsi geçen zorlu sürece ışık tutulmaya çalışılan bu araştırmada gerek katılımcılara ulaşma gerekse incelenecek kaynak bulma konusunda yaşanan zorluklar tam olarak keşif mantığında uzay lojistiği yapısına benzetilebilir.

Tezi gerçekleştirmemde sergilediği destekleyici tutum ve yardımları için tez danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Cansu Yıldırım’a, gerek bakış açısı ve yol göstericiliği gerekse araştırmanın zorlu aşamalarında verdiği tavsiyeler için William A. Evans, DML ‘a, teze katkı sağlamak ve deneyimlerini paylaşabilmek için benimle mülakat yapmayı kabul eden ve bu süreçte zaman farkı gibi kısıtları göz ardı ederek zamanlarını ayırıp uzay lojistiğine dair kıymetli deneyimlerini benimle paylaşan Michael Galluzzi, NASA; Anthony Butina, Dallas Bienhoff, CSDC; Cory Logan, Oceaneering; Kathryn Lueders, NASA; Sarah Shull, NASA; Threse Thrift, Leidos; Mike Sneads, Spacefaring Institute LLC; Vicki Wood’a ve diğer katılımcılara katkılarından dolayı ve son olarak desteklerini ve sabırlarını esirgemeyen Aileme fedakarlıklarından dolayı teşekkürlerimi sunarım..

Tez sürecinde zor durumlar karşısında araştırmaya devam etmemi sağlayan motivasyonu, bilim insanları İskenderiye’li Hypatia ve A. Einstein sözlerinde bulduğumu belirtir ve paylaşmak isterim.

“Reserve your right to think, for even to think wrongly is better than not to think at all.”

— Hypatia

“Logic will get you from A to B. Imagination will take you everywhere. “

— Albert Einstein

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Uzay Keşfi Lojistiği**

**Cansu SOYLU**

**Dokuz Eylül Üniversitesi**

**Sosyal Bilimler Enstitüsü**

**Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı**

**Lojistik Yönetimi Programı**

Uzay keşfi lojistiği, sistemin ömür devri boyunca gerekli bilgi, hizmet ve materyal akışının yönetimi ve operasyonunu sağlamak için oluşturulan uzay sistem tasarımı teorisi ve uygulaması olarak tanımlanmaktadır. Bu araştırmanın amacı; uzay keşfi lojistiği sürecine dair bir keşifsel değerlendirme sunmak ve literatüre katkı sağlamaktır. Araştırmada yöntem olarak bahsi geçen lojistik sürecin nasıl planlandığını ve uygulandığını açıklayan sistematik bir literatür taraması ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan oluşan keşifsel bir çalışma yapılmıştır. Ayrıca her iki çalışmayı detaylandırmak ve bulguları keskinleştirmek için literatür taramasına ve mülakatlara içerik analizleri uygulanmıştır.

Bu araştırma sonuçları, uzay keşfi lojistik sürecin tam olarak entegre lojistik destek ile bağlantılı olduğunu ve her bir disiplinin süreç dahilinde eş zamanlı ilerlediğini göstermektedir. Uzay keşfi lojistiği, kurulan sistemlere ve programlara uygulanan analizler sonucu ortaya çıkan hata oranları ve iyileştirilebilirlikleri değerlendirilerek uzay keşfi faaliyetlerinin, gerçekleştirilebileceği daha iyi sistemlerin elde edilmesi hedeflenen bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu süreçte uzay söz konusu olduğunda fizik kuralları açısından pek çok sabit değişkenle karşılaşmaktadır. Bahsi geçen değişkenler düşünüldüğünde farklılıkları en aza indirmek gibi bir durum henüz bilimsel olarak mümkün değildir. Bu nedenle uyum sağlayacak sistemler ve programlar oluşturularak veya uyumlarına yönelik ortamlar hazırlanarak uzay keşfi lojistik sürecinin gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar kelimeler: Uzay Keşfi, Uzay Keşfi Lojistiği, Uzay Keşfi Lojistik Süreci, Uzay Taşımacılığı, Uluslararası Uzay İstasyonu Lojistiği, Askeri Lojistik, Entegre Lojistik Destek.**



**ABSTRACT**  
**Master's Thesis**  
**Space Exploration Logistics**  
**Cansu SOYLU**

**Dokuz Eylül University**  
**Graduate School of Social Sciences**  
**Department of Maritime Business Administration**  
**Logistics Management Program**

Space Exploration Logistics can be described as managing the flow of products, services and information needed during the operation in space system's lifecycle. The purpose of this research is exploring the space logistics process and contribute the existing literature by providing information the space exploration logistics and its process. Accordingly, an exploratory research design is followed by conducting a systematic literature review and semi-structured interviews. Additionally contents analysis were applied to elaborate and to clarify of these two studies.

The results demonstrate that, space exploration logistics is fully associated with entegre logistics support and all discipline that involves this process works concurrently through lifecycle. Space logistics is a process that aims to explore space and obtain better systems with continuous improvement by executing and evolving necessary analysis.

Considering this process there are many constant variables in terms of physics rules. According to these variables, there are no possibilities to eliminate some obstacles. For this reason we can safely say that space exploration logistics will continue by improve compatible systems and programs.

**Keywords:** Space Exploration, Space Exploration Logistics, Space Exploration Logistics Process, Space Transportation, ISS Logistics, Military Logistics and ILS.

# UZAY KEŞFİ LOJİSTİĞİ

## İÇİNDEKİLER

|                       |      |
|-----------------------|------|
| TEZ ONAY SAYFASI..... | ii   |
| YEMİN METNİ.....      | iii  |
| ÖNSÖZ .....           | iv   |
| ÖZET .....            | v    |
| ABSTR ACT.....        | vii  |
| İÇİNDEKİLER .....     | viii |
| KISALTMALAR.....      | xiii |
| TABLolar LİSTESİ..... | xv   |
| ŞEKİL LİSTESİ.....    | xvi  |
| EKLER LİSTESİ .....   | xvii |
| GİRİŞ .....           | 1    |

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK YAKLAŞIMIYLA LOJİSTİK SÜREÇLER

|                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. LOJİSTİK KAVRAMI .....                                                                                                       | 3  |
| 1.2. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK KAVRAMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ .....                                                                   | 4  |
| 1.3. ELD KAPSAMI.....                                                                                                             | 8  |
| 1.4. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK SÜRECİ.....                                                                                          | 9  |
| 1.4.1. Entegre Lojistik Destek Planı (EDLP).....                                                                                  | 9  |
| 1.4.2. Lojistik Destek Analizi (LDA) ve Analiz Süreci.....                                                                        | 10 |
| 1.4.2.1. Hata Modu ve Etkileri ile Güvenilirlik, Hazır Bulunabilirlik, İdame Edilebilirlik ve Desteklenebilirlik Analizleri ..... | 13 |
| 1.4.2.2. Ömür Devri Maliyeti ve Analizi.....                                                                                      | 17 |
| 1.4.2.3. Onarım Seviyesi Analizi.....                                                                                             | 18 |
| 1.4.2.4. İnsan Faktörü ve Güvenlik Analizleri .....                                                                               | 19 |

|                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.4.2.5. Lojistik Destek Analizi Kaydı (LDAK) .....                                                              | 19 |
| 1.4.3. ELD Unsurları .....                                                                                       | 21 |
| 1.5. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK, ÖMÜR DEVRİ YÖNETİMİ, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE MÜŞTERİ İLİŞKİLERİ YÖNETİMİ ..... | 24 |

## İKİNCİ BÖLÜM

### UZAY KEŞFİ LOJİSTİĞİ

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. UZAY KEŞFİ LOJİSTİĞİ KAVRAMI, TARİHSEL BAKIŞ AÇISI VE GELİŞİMİ .....                                               | 27 |
| 2.1.1. Uzay Keşfi Lojistiği Kavramı ve Tarihsel Gelişimi .....                                                          | 27 |
| 2.1.1.1. Uzay Keşfi Kavramı ve Tarihsel Gelişimi .....                                                                  | 28 |
| 2.1.1.1.1. Keşif Kavramı ve Keşifler.....                                                                               | 28 |
| 2.1.1.1.1.1. Coğrafi Keşifler .....                                                                                     | 28 |
| 2.1.1.1.1.2. Uzay Keşifleri ve Araştırmaları .....                                                                      | 29 |
| 2.1.2. Uzay ve Uzay Keşfi Kavramları.....                                                                               | 30 |
| 2.1.3. Uzay Keşfi Süreci Bileşenleri.....                                                                               | 31 |
| 2.1.4. Uzay Keşiflerine Dair Tarihsel Gelişimler .....                                                                  | 31 |
| 2.1.4.1. 1600 Öncesi Uzay Keşiflerine Dair Gelişmeler .....                                                             | 32 |
| 2.1.4.2. 1600-2000 Uzay Keşifleri ve Gelişimi.....                                                                      | 33 |
| 2.1.4.3. 2001-2018 Uzay Keşiflerine Dair Gelişimler.....                                                                | 36 |
| 2.2. UZAY KEŞFİNDE ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU (ISS).....                                                               | 38 |
| 2.3. LOJİSTİK YAKLAŞIMININ UZAY KEŞFİ FAALİYETLERİ KAPSAMINDAKİ ÖNEMİ.....                                              | 39 |
| 2.3.1. Uzay Lojistiği Kavramı .....                                                                                     | 41 |
| 2.3.2. Uzay Lojistiğinin Tarihsel Gelişimi .....                                                                        | 42 |
| 2.4. UZAY KEŞFİNDE ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK.....                                                                         | 44 |
| 2.4.1. Uzay Keşfi Sürecinin Sistem Mühendisliği Açısından Ömür Devri Lojistik Destek Yaklaşımıyla Değerlendirmesi ..... | 45 |

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.1.1. Ömür Devri Lojistik Destekte Uzak Keşfi Görev Değerlendirmesi.....                          | 49 |
| 2.4.1.2. Ömür Devri Lojistik Destekte Uzak Keşfi Program ve Proje Fonksiyonları Değerlendirmesi..... | 50 |
| 2.4.1.2.1. Ömür Devri Lojistik Destek Yaklaşımının Program Seviyesindeki Fonksiyonları .....         | 51 |
| 2.4.1.2.1.1. Formülasyon Aşaması.....                                                                | 51 |
| 2.4.1.2.1.2. Uygulama Aşaması .....                                                                  | 52 |
| 2.4.1.2.2. Ömür Devri Lojistik Destek Proje Seviyesindeki Fonksiyonları.....                         | 52 |
| 2.4.1.3. Uzak Keşfi Lojistik Desteğin Ürün Seviyesi Ömür Devri Değerlendirmesi .....                 | 54 |
| 2.4.2. Uzak Keşfi Lojistik Destek Süreç Değerlendirmesi .....                                        | 55 |
| 2.4.2.1. Uzak Keşfi Lojistik Destek Unsurları .....                                                  | 55 |
| 2.4.2.1.1. Bakım Kavramı ve Planlama.....                                                            | 56 |
| 2.4.2.1.2. Tasarım Arayüzü.....                                                                      | 56 |
| 2.4.2.1.3. Tedarik Desteği .....                                                                     | 56 |
| 2.4.2.1.4. Destek ve Test Ekipmanları .....                                                          | 57 |
| 2.4.2.1.5. İşgücü, Personel ve Eğitim.....                                                           | 57 |
| 2.4.2.1.6. Teknik Veri ve Lojistik Bilgi Yönetimi .....                                              | 58 |
| 2.4.2.1.7. Ambalajlama, Elleçleme, Depolama ve Taşıma .....                                          | 58 |
| 2.4.2.1.8. Tesisler .....                                                                            | 59 |
| 2.5. BİR UZAK KEŞFİ PROJESİNİN ÖMÜR DEVRİ LOJİSTİK DESTEK SÜRECİ NASIL OLMALIDIR?.....               | 59 |
| 2.5.1. Formülasyon Aşaması .....                                                                     | 60 |
| 2.5.2. Uygulama Aşaması.....                                                                         | 60 |
| 2.6. ULUSLARARASI UZAK İSTASYONU YENİDEN İKMAL HİZMETİ VE YÖRÜNGEYE TİCARİ FAALİYETLER .....         | 61 |
| 2.7. GEZGENLERARASI LOJİSTİK SÜREÇ DEĞERLENDİRMESİ.....                                              | 63 |

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.7.1. Rota ve Uğrak Noktaları Planlama .....                                                                 | 65 |
| 2.7.2. Uzay Depoları .....                                                                                    | 67 |
| 2.7.3. Sürdürülebilir Uzay Keşfi Lojistiği .....                                                              | 67 |
| 2.7.3.1. Yerinde Kaynak Kullanımı (ISRU).....                                                                 | 68 |
| 2.7.3.2. Yeniden Kullanılabilir Roketler, Atık Geri Dönüşümü ve Yeniden<br>Yapılandırılabilir Sistemler ..... | 69 |
| 2.8. UZAY LOJİSTİĞİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ İÇİN “SPACENET”<br>YAZILIMI.....                              | 70 |
| 2.9. LİTERATÜR ÇALIŞMASI SONUÇLARI .....                                                                      | 70 |

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

### **YÖNTEM BİLİM**

|                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI, YÖNTEMİ VE KISITLARI .....                                                                    | 72 |
| 3.2. ARAŞTIRMA TASARIMI.....                                                                                           | 73 |
| 3.2.1. Çalışma I: Literatür Taraması ve İçerik Analizi .....                                                           | 74 |
| 3.2.2. Çalışma II: Yarı Yapılandırılmış Mülakat ve İçerik Analizi .....                                                | 75 |
| 3.2.2.1. Örneklem ve Seçimi .....                                                                                      | 76 |
| 3.2.2.2. Veri Toplama Yöntemi .....                                                                                    | 78 |
| 3.2.2.3. Veri Analizi .....                                                                                            | 80 |
| 3.2.2.3.1. Birinci Aşama: Katılımcı Bazında Açık ve Eksensel<br>Kodlama.....                                           | 80 |
| 3.2.2.3.2. İkinci Aşama: Katılımcı Bazında Oluşan Kategorilerin<br>Kıyaslanarak Genel Kategorilere Dönüştürülmesi..... | 80 |

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **TARTIŞMA VE BULGULAR**

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. ÇALIŞMA I: LİTERATÜR TARAMASI VE İÇERİK ANALİZİ BULGULARI ..... | 82 |
|----------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2. ÇALIŞMA II: YARI YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT VE İÇERİK ANALİZİ BULGULARI..... | 85 |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1. Uzak Keşfi Lojistiğinin Gerçekleştirilen Boyutu ..... | 95 |
|--------------------------------------------------------------|----|

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.2. Uzak Keşfi Lojistiğinin Gerçekleştirilmek İstenen Boyutu..... | 98 |
|----------------------------------------------------------------------|----|

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

|               |     |
|---------------|-----|
| KAYNAKÇA..... | 111 |
|---------------|-----|

|            |     |
|------------|-----|
| EKLER..... | 136 |
|------------|-----|

## KISALTMALAR

**ELD:** Entegre Lojistik Destek

**CSCMP:** Council of Supply Chain Management Professionals (Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi)

**DoD:** Department of Defense (ABD Savunma Bakanlığı)

**ABD:** Amerika Birleşik Devletleri

**NATO:** North Atlantic Treaty Organization (Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü)

**SASAD:** Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği

**ELDP:** Entegre Lojistik Destek Planı

**LDA:** Lojistik Destek Analizi

**LDAK:** Lojistik Destek Analizi Kaydı

**FMEA:** Failure Mode Analizi (Hata Modu Analizi)

**NASA:** National Aeronautics and Space Administration (ABD Uzay ve Havacılık Dairesi)

**NTNU:** Norwegian University of Science and Technology

**NACA:** National Advisory Committee for Aeronautics (Ulusal Havacılık Danışma Komitesi)

**SSCB:** Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği

**STS:** Space Transportation System (Uzay Mekiği Sistemi)

**ISS:** International Space Station (Uluslararası Uzay Ajansı)

**ISRU:** In situ Resource Unit (Yerinde Kaynak Kullanımı)

**ESA:** European Space Agency (Avrupa Uzay Ajansı)

**JAXA:** Japan Aerospace Exploration Agency (Japon Uzay Ajansı)

**CSA:** Canadian Space Agency (Kanada Uzay Ajansı)

**Roscosmos:** Russian State Corporation for Space Activities (Rus Uzay Ajansı)

**MPLM:** Multipurpose Logistics Module (Çok Amaçlı lojistik Taşıma Modül)

**AIAA:** American Institute of Aeronautics and Astronautics (Amerikan Havacılık ve Uzay Enstitüsü)

**SX000İ:** International guide for the use of the S-Series of Integrated Logistics Support (Uluslararası Entegre Lojistik Destek Rehberi)

**EVA:** Extravehicular Activity (Uzay boşluğunda veya gezegende Uzay Aracı dışında yapılan faaliyetler)

**TZY:** Tedarik zinciri Yönetimi

**SoS:** Systems of Systems (Sistemlerin Sistemi)

**KSC:** Kennedy Space Center (Kennedy Uzay Üssü)

**JSC:** Johnson Space Center (Johnson Uzay Üssü)

**UNSW:** University of New South Wales

**DML:** Demonstrated Master Logistician



## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 1.1.</b> Hata Modu ve Etkileri ve Kritiklik Analizi Aşamaları için Gerekli Soru ve Çıktılar..... | 16  |
| <b>Tablo 2.1.</b> Proje Ömür Devri Aşamaları.....                                                         | 53  |
| <b>Tablo 2.2.</b> Uzay Keşfi Lojistiği Formülasyon Aşamaları.....                                         | 60  |
| <b>Tablo 3.1.</b> Araştırmanın Başlangıcındaki Kısıtlar.....                                              | 72  |
| <b>Tablo 3.2.</b> Araştırmada Kullanılan Anahtar Kelimeler.....                                           | 74  |
| <b>Tablo 3.3.</b> Katılımcı Dağılımı ve Mülakat Süreci.....                                               | 78  |
| <b>Tablo 4.1.</b> Araştırmanın Genel Kısıtları.....                                                       | 82  |
| <b>Tablo 4.2.</b> En Çok Tekrarlanan Kodlar.....                                                          | 85  |
| <b>Tablo 4.3.</b> Katılımcı Yorumları Bazında Alt ve Üst Kategoriler.....                                 | 88  |
| <b>Tablo 4.4.</b> Katılımcı Bazında En Çok Tekrarlanan Kodlar.....                                        | 101 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1.1. ELD Kapsamı.....                                                                                           | 8   |
| Şekil 1.2. ELDP Süreci.....                                                                                           | 10  |
| Şekil 1.3. LDA Süreci.....                                                                                            | 12  |
| Şekil 1.4. Güvenilirlik, Hazır Bulunabilirlik, İdame Edilebilirlik ve Desteklenebilirlik Analizleri.....              | 14  |
| Şekil 1.5. Lojistik Destek Sisteminde Ödünleşmeler.....                                                               | 15  |
| Şekil 1.6. Toplam maliyet “Buzdağı Etkisi”.....                                                                       | 18  |
| Şekil 1.7. ELD Süreci.....                                                                                            | 20  |
| Şekil 1.8. Entegre Lojistik Destek ve Yönetim Stratejileri.....                                                       | 26  |
| Şekil 2.1. Uzay Keşfi Sistem Mühendisliği Yaklaşımında Lojistik Destek.....                                           | 48  |
| Şekil 2.2. Yerküre-Ay-Mars Lojistik Ağı (Rota ve Uğrak noktaları) .....                                               | 66  |
| Şekil 3.1. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi.....                                                                      | 73  |
| Şekil 3.2. Örneklem Uzayı.....                                                                                        | 77  |
| Şekil 4.1. Kurum Bazlı Araştırma Dağılımları.....                                                                     | 83  |
| Şekil 4.2. İncelenen Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı.....                                                        | 85  |
| Şekil 5.1. Ömür Devri Lojistik Destek, Uzay Keşfi Lojistiği, Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bilgi Yönetimi İlişkisi..... | 105 |
| Şekil 5.2. Uzay Keşfi Lojistiği Süreci.....                                                                           | 108 |

## EKLER LİSTESİ

|                                                                                                                                         |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Ek 1:</b> 1998 ve 2016 Yılları Arasında Uluslararası Uzay İstasyonu Montaj Aşaması Görev, Kapsam ve Lojistik Faaliyet Yoğunluğu..... | ek s.1  |
| <b>Ek 2:</b> Ömür Devri Lojistik Destek Aşamaları.....                                                                                  | ek s.10 |
| <b>Ek 3:</b> Yeniden İkmal Faaliyetleri.....                                                                                            | ek s.19 |
| <b>Ek 4:</b> Mülakat Soruları.....                                                                                                      | ek s.24 |



## GİRİŞ

Kozmos Yunanca'da "düzen içinde bir evren" anlamında gelmektedir ve bu anlamda Kaos'un karşıtıdır. Kozmos canlı ve cansız varlıkların uyumunu gösterirken 2000 yıllık dönemde Kozmos hakkında ilginç ve beklenmedik keşifler ortaya konmuştur (Sagan, 2017:17-18). Kozmos, uzay ve uzayda bulunan tüm madde ve enerji, uzayda yer alan her şey olarak tanımlanır. Carl Sagan'a göre Uzayı Kozmik Okyanus olarak düşünürsek Yerküre'nin yüzeyini de Kozmik Okyanusun Kıyıları olarak tanımlayabiliriz. Carl Sagan'ın bakış açısıyla ele alındığında uzay keşfi tıpkı coğrafi keşiflerde olduğu gibi kocaman bir okyanusta yüzen gemiler aracılığıyla yapılabilir. Nitekim gerçekten de basitçe tanımla bu doğrultuda gerçekleştirilmesi mümkündür. Bu bağlamda uzay keşfi lojistiği askeri disiplin çerçevesinde, Kozmos'un derinliklerine düzenlenen ve yeni gezegenler, kaynaklar keşfetmenin yanı sıra bilimsel faaliyetler yürütmeyi hedefleyen programlar bütünüünün uygulanmasını içermektedir.

Bu çalışmada uzay keşfi lojistiği ve süreci incelenmektedir. Araştırmanın amacı, uzay keşfi lojistiği sürecine dair bir keşifsel değerlendirme sunmak ve literatüre katkı sağlamak etrafında şekillenmiştir. Araştırmada yöntem olarak bahsi geçen lojistik sürecin nasıl planlandığına ve uygulandığına dair sistematik bir literatür taraması ve mülakatlardan oluşan keşifsel bir çalışma yapılmıştır.

Araştırma beş temel bölümden oluşmakta olup bölümler sırasıyla aşağıda değerlendirilmektedir:

Birinci bölümde, entegre lojistik destek ve unsurları üzerine literatür çalışması yapılmıştır. Bu bölüm için hedeflenen, entegre lojistik destek disiplini tarihsel ve modern bir bakış açısıyla değerlendirmeye çalışarak literatürde yer almış kaynakları incelemek ve ortak bir bakış açısı sunmaya çalışmaktır.

İkinci bölümde, keşif disipliniinde uzay ve uzay lojistiği incelenmiş bu bağlamda uzay keşfi lojistiği literatürüne dair değerlendirmeler sunulmuştur. Bu bölüm için hedeflenen, konu literatüre dair araştırmaları inceleyerek bu araştırmaların yıllara, kurum ve kuruluşlara ve yöntemlerine göre dağılımları hakkında derleme sunarak uzay keşfi lojistik sürecini incelemek ve kapsamlı bir uzay keşfi lojistiği tanımı derlemektir.

Üçüncü bölümde, yapılan çalışma genelinde kullanılan yöntem biliminin ne olduğu ve nasıl uygulandığı açıklanmıştır. Yöntem biliminde araştırmanın iki bölümde ele alındığı bunlardan birinin literatür taraması bir diğerrinin ise mülakatlar olduğuna dair anlatının yanısıra, bölümde asıl hedeflenen literatür ve mülakat aşamasında elde edilen verilerin incelenmesi, kategorilere ayrılması ve verilere içerik analizi uygulanarak ortak bir bakış açısı oluşturulmaya çalışılmasıdır.

Dördüncü bölümde, genel olarak araştırmanın bulgularına yer verilmiştir. Bulgular da yöntem biliminde incelendiğı gibi iki çalışma olarak sunulmaktadır. Bu bölümde hedeflenen uzay keşfi lojistiğine dair elde edilen bulguların içerik analizi yardımıyla yorumlanması ve uzay keşfi lojistiğine dair kapsamlı bir tanım ve açıklama yapılmasıdır.

Beşinci bölüm ise araştırmanın bulgularının değerlendirildiğı sonuç bölümü içermektedir. Bu bölümde hedeflenen ise araştırmadan elde edilen bulgular ışığında genel bir değerlendirme sunarak yeryüzü lojistik sürecini ve uzay keşfi lojistik sürecini başka bir deyişle gezegenler arası lojistik sürecini lojistiğın yedi doğrusu dikkate alınarak benzerlik ve farklılıklar açısından değerlendirmektir. Bu değerlendirme sonunda gelecek çalışmalar için oluşabilecek kısıtlar, öneriler ve çıkarımlara yer verilmektedir.

Çalışma bahsedilen beş temel bölüm dahilinde çeşitli kısıtlar çerçevesinde uzay keşfine dair kapsamlı bir değerlendirme sunmak için oluşturulmuştur. Bu kısıtlara üçüncü ve dördüncü bölümlerde yer verilmektedir. Çalışmada birden fazla kıstas eş zamanlı düşünölmeye çalışılarak daha çok lojistik çerçevede bir uzay keşfi sunulması hedef alınmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK YAKLAŞIMIYLA LOJİSTİK SÜREÇLER

Araştırmanın bu bölümünde lojistik kavramı değerlendirilmekte olup entegre lojistik destek yaklaşımı kapsamında lojistik süreçler üzerinde durulmaktadır. Ayrıca bu lojistik destekli süreçlerin ürün veya sisteme dayalı ömür devri boyunca, tedarik zinciri ve müşteri ilişkileri ile etkileşimi incelenmektedir.

#### 1.1. LOJİSTİK KAVRAMI

Lojistik kavramıyla ilgili literatürde pek çok tanım yer almaktadır. Bu durum, ürün ve organizasyon çeşitliliğinin lojistik süreçlere farklı bakış açıları katmasından kaynaklanmaktadır.

Lojistik, Klasik Yunanca bir kelime olan Logistikos (logistiké) kelimesinden türemiş olup “hesaplama sanatı” anlamına gelmektedir ve askeri anlamda savaşta veya savaş harici durumlarda nicel bir hesaplamaya dayanan taşıma, teçhizat ve organizasyon ile bağlantılı stratejik veya taktiksel operasyonları ifade etmek için kullanılmıştır (Roth, 1999: 1). Öte yandan kelime kökeni bakımından Latince’den “logic” (mantık) ve “static” (istatistik) kelimelerinin birleşiminden oluşmakta ve anlam olarak “mantıki istatistik” biçiminde tanımlanmaktadır (Alioğlu, 2011: 4).

Antik dönemde yaşamış tarihçiler de lojistik terimini çeşitli askeri işlevleri ifade etmek için kullanmışlardır. Örneğin; bazı tarihçiler lojistiği sadece tedarik açısından değerlendirirken bazıları ise tedarığın yanı sıra yol ve liman gibi altyapıları da hesaba katmışlardır. Bu bağlamda lojistik ilk kez 10. yüzyılda Bizans İmparatoru Bilge Leo (VI. Leo) tarafından “donanma tedarik bilimi” anlamında kullanılmıştır. 18. yüzyıl yazarları ise lojistik terimini daha genel anlamıyla “askeri yerleştirme” olarak kullanmışlardır. Daha sonraki yıllarda askeri teorisyen Henri de Jomini’nin etkisi altında, lojistik kelimesi “yalnızca donanmayı hareket ettirmek için gerekli olan organizasyon” şeklinde ifade edilerek daha dar bir anlam kazanmıştır. Avrupa’da Jomini’nin tanımı zamanla kullanımını yitirirken, Amerika’da kullanımı devam etmiş ve “donanmanın tüm tedarik süreci açısından gerekli teçhizatın, doğru yere, doğru

zamanda ve istenen koşullarda taşınması” şeklinde anlam genişlemesine uğramıştır (Roth, 1999: 1).

Dünya Savaşları sırasında, taşımanın, stoklamanın ve dağıtımın optimizasyonu ve kontrolünün önem kazandığı gözlemlenmiş ve malların daha hızlı taşınması, gerektiği kadar depolanması, ihtiyaç anında hazır olması, ürünün kullanım ömrünü kaybetmemesi, geri dönüşlerinin sağlanması gibi lojistik yönetiminin temel esasları ortaya çıkmıştır (Çekerol, 2013: 4). İkinci Dünya Savaşı’nda bu kavramları kullanan kişiler barış döneminde yaptıkları işlerde lojistik yönetiminin esaslarını sorgulamaya başlamışlardır (Çekerol, 2013: 4). Dolayısıyla İkinci Dünya Savaşıyla birlikte donanmadaki faaliyet değişimleri lojistiğin terim anlamını da değiştirmiştir. Ancak işletme lojistiği 1960’lara kadar akademik bir konu olarak değerlendirilmeye alınmamıştır (Tseng, 2005: 1660). Askeri alandan evrilmiş olan lojistik yaklaşımı, sürekli değişim halindeki dünya standartları ve teknolojik gelişmelerin ışığındaki ticari faaliyetler ve küresel yaklaşımlarla çeşitli formlarda karşımıza çıkmaktadır. Bu doğrultuda en kabul görmüş tanımı “The Council of Supply Chain Management” tarafından yapılmış olan “müşterilerin istek ve ihtiyaçlarının karşılanması için ürün, hizmet ve bilginin başlangıç noktasından (tedarik kaynağından) son tüketiciye kadar tedarik zincirindeki ileri ve geri akışın etkin ve verimli planlanması, kontrol edilemsi ve uyguşanmasıdır (CSCMP, 2018).

Kısacası lojistik, süreci bakımından; tedarik, materyal yönetimi ve fiziksel dağıtım gibi temel faaliyetlerden oluşmakta olup “Lojistik = Tedarik + Materyal Yönetimi + Fiziksel Dağıtım” (Baker ve diğerleri, 2010: 4) şeklinde de ifade edilebilir.

## **1.2. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK KAVRAMI VE TARİHSEL GELİŞİMİ**

Entegre lojistik destek (ELD); oluşturulan bir sistem (üretim sistemi, uzay keşfi sistemi vb.) içerisinde yazılım ve donanım ile ilgili ömür devri süreçlerine uygulanan lojistik faaliyetler bütünü olarak İkinci Dünya Savaşı sonrasında kullanım alanı bulmuştur (OTOKAR, 2009: 23).

ELD yaklaşımı askeri kökenli bir yaklaşım olup ilk defa 3 Kasım 1955 yılında Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından yayınlanan 3232.1. no’lu yönetmeliğe konu olmuştur. Bu yönetmeliğin konusu “Savunma Bakanlığı Bakım

Mühendisliği Programı” ile ilgili olmakla beraber yönetmelikte belirtilen hedef ise bakım operasyonlarının etkinliğini ve ekonomisini iyileştirerek askeri hizmetlerin hazırlığına katkıda bulunmaya dayanmaktadır. 1955 yılında hızla gelişen ve karmaşıklaşan donanım ve hazır bulunurluk konumundaki ekipmanların bakımı hakkında askeri yöneticiler tarafından çeşitli endişeler öne sürülmüştür. Bu sebeple teknik bakım, kontrol ve ekipmanların hazır bulunurluğu gibi süreçleri konu alan bir oluşuma ihtiyaç duyulmuştur. Böylece tasarım, geliştirme ve üretim mühendisliği faaliyetleri, bakım gereksinimlerinin azaltılması için operasyonun iyileştirilmesine dayalı sürekliliği ve güvenilirliği ön plana çıkarmıştır. Lojistik satın alma fonksiyonları, malzemenin hizmet kullanımının ilk aşamasında gerekli olan bakım ve destek malzemelerinin zamanında temin edilmesini sağlamak için destek kaynaklarının başlangıç aşamasını yöneten politikaları ve prosedürleri gözden geçirmeye yönelik oluşturulmuştur. Hizmetler ise, maliyet, bütçeleme ve muhasebenin fon gereksinimleri ve mali muhasebe ile entegrasyonunu oluşturmaktadır ve tüm bakım fonu gerekliliklerinin net bir şekilde tanımlanmasına yöneliktir (Babbitt, 1976: 4). Bu bağlamda ELD’nin, operasyona yönelik bakım yönetimi ihtiyacından doğmuş bir süreç olduğu söylenebilir.

ELD kavramının konsept olarak ortaya atılması ve geliştirilmesi ise 1960 ortalarına denk gelmektedir (OTOKAR, 2009: 23). Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde 1964 sonrası kullanım alanı genişleyen bu yaklaşım ilk olarak askeriye içerisinde konumlandırılmıştır. Ancak o döneme kadar lojistikten bağımsız gibi gözüken bakım ve operasyona yönelik bir faaliyetken 1964 sonrası oluşturulan politikayla birlikte lojistik ile aynı çatı altında anılmaya başlanmıştır (Babbitt, 1976: 6). Çoğunlukla basit veya karmaşık bir ürün veya sistemin belirtilen görev kapsamında hazır edilmesi, temin edilmesi, desteklenebilmesi, süreç içerisinde gerekli fonksiyonlarını yerine getirilebilmesi için sağlanması gereken disiplinler bütünü kapsayan bir yönetim sanatı olarak ifade edilebilir (Karan, 2017). Bu desteklenebilir nitelikteki ürünler; araba, tank, silah, gemi, uzay aracı, uçak, roket, cep telefonu vb. olabileceği gibi herhangi bir görev için oluşturulmuş bir yazılım, program veya sistem de olabilmektedir. Bu doğrultuda değerlendirildiğinde ELD, ürünlerin veya sistemlerin süreç, görev ve ömür devri boyunca; gerekli ihtiyacın oluşması ile başlayarak tanımı, tasarımının yapılması; süreç içerisinde ürün veya sistemin ömür

devri kapsamında desteklenebilirliğini, bakımını ve sonrasında geri dönüşümünü (garanti kapsamı) de kapsayan bir süreç yönetimini ifade etmektedir.

ELD yaklaşımı, çeşitli tanımlarla sektörel ve akademik düzeyde desteklenmiş olup literatürde kabul görmüş başlıca tanımlar aşağıda sıralanmaktadır:

1968 yılında ABD Savunma Bakanlığı tarafından yayınlanan yönetmelikte ELD; “Programlanmış ömür devri için her bir bakım seviyesinde bir sistemin veya ekipmanın etkinliğini ve ekonomik desteğini sağlamak için gerekli olan unsurların bir bileşimidir. Her unsur birbiri arasında uyum ve tutarlılık elde edilerek karakterize edilir.” olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre ürün ömür devri yönetimi içerisindeki görevleri destekler nitelikte olan ELD; görev dahilinde hazırlığı en üst düzeye çıkarmak ve maliyetleri optimize etmek için ekipmanların ve silahların sistematik planlamadaki gelişim, temin, tedarik ve operasyon devamlılığının korumasını içermektedir (DoD Directive 4100.35, 1968: 5).

1964 yılından itibaren ELD, ABD Savunma Bakanlığı’nın içerisinde teçhizat tedarik yönetiminin bir parçasını olarak yer almıştır. Öte yandan, gelişen teknik beceriler ve değişen lojistik faaliyet anlayışları doğrultusunda araştırmacılar ve çeşitli çalışma grupları tarafından yeni tanımlamalara maruz kalmıştır. 1970 yılında ABD Savunma Bakanlığı tarafından yapılan yeni tanımda 1968 yılında yapılan tanımın üzerinde belirli değişiklikler yapılsa da içerik olarak aynı kalmış ve sadece anlam genişlemesi oluşturacak nitelikte detaylandırılmalara yer verilmiştir (Babbitt, 1976: 1).

ABD Savunma Bakanlığının 5000.39 no’lu yönetmeliğinde yer alan tanıma göre ise;

“İdari ve teknik faaliyetler için gereken disiplinli, birleştirilmiş ve tekrarlayan yaklaşım;

- I. Sistem ve ekipman tasarımına göre entegre destek hususları (Destek Tanımı)
- II. Süreli olarak hazırlık hedeflerine, tasarıma ve birbirlerine bağlı olan destek gereksinimlerini geliştirmek (Tasarım Tanımı)
- III. Gerekli desteği edinmek (Destek Almak)
- IV. Operasyon aşaması sırasında gerekli desteği en az maliyette sağlamak (Destek Sağlamak) (DoD, 1986: 1).” olarak başlıca dört ana aşama etrafında şekillenmektedir.

NATO'nun tanımına göre ELD, materyal (donanım veya yazılım) çözümlü lojistik destek unsurları ve desteklenebilirlik doğrultusunda, bir teçhizat programının ilk aşamasından itibaren entegre edilerek ve ömür devri boyunca planlanması, temin edilmesi, uygulanması ve test edilmesi gibi aşamalardan oluşan tüm lojistik destek unsurları tarafından zamanında ve uygun maliyetle sağlanan idari ve teknik bir süreçtir (NATO, 2011: 1). Bu bağlamda ELD oluşumlarının ana amacı, ürünlerin kullanım süresini arttırırken destek ihtiyacını asgariye indirmek; böylece, uzun dönemde daha yüksek kazanımlara ulaşarak finansal fayda elde edilmesini sağlamaktır. ELD, bir taraftan ürünün tasarım çalışmalarına geri bildirimde bulunurken ürünün hazır oluşu ile ilgili destek gereksinimlerini belirler, diğer taraftan da müşterinin talep ettiği teknik desteği asgari maliyetle sağlar (TUSAŞ, 2009: 14).

Yukarıda sıralanan tanımlara paralel olarak farklı açılardan ELD tanımları oluşturmak mümkündür. Örneğin; bir yük gemisinin veya bir uzay aracının (roket) üretim sistemini (proje tipi üretim)<sup>1</sup> ele alacak olursak tasarımdan başlayarak üretim aşaması, kullanımı ve geri dönüşüme kazandırılacağı zaman dilimi boyunca ELD unsurları tarafından en düşük maliyetle ve en verimli bir şekilde işlerliğinin sağlanması ile ilgilenen çeşitli gereksinimler doğrultusunda geliştirilen bir süreçtir. Bu süreçte üretilen yük gemisinin veya roketin tasarım aşamasında ürünün ömür devri de hesaba katılarak hareket edilir. Özellikle yüksek maliyetli üretimlerde ürün ömür devri uzun olması ve mümkün olduğunca entegre lojistiğin tüm unsurları tarafından desteklenir olması planlanır. Kısacası en basit oluşumlardan en karmaşık oluşumlara kadar ELD'den söz etmek mümkündür.

21. yüzyıla kadar hızla gelişen ve pek çok alanda faaliyet imkanı bulan ELD özellikle havacılık ve uzay teknolojilerinde, araç ve gemi üretiminde aktif olarak kullanılmaktadır. Neredeyse bütün büyük askeri tedarik projelerinde uygulanmakta olan ve uluslararası kabul görmüş bir analiz yöntemidir. Türkiye'de tedarik maliyetini arttıran bir etken olarak görülmekteyken ve projelerde yer verilmemekteyken 21. yüzyıl itibariyle ana tedarik projelerinin ayrılmaz parçası haline gelmiştir (RMK, 2009: 35). ELD Türkiye'de askeriye'nin envanter alımlarında bir gereksinim olarak ortaya çıkmıştır. 1990 yılından itibaren ihale gereksinimleri doğrultusunda

---

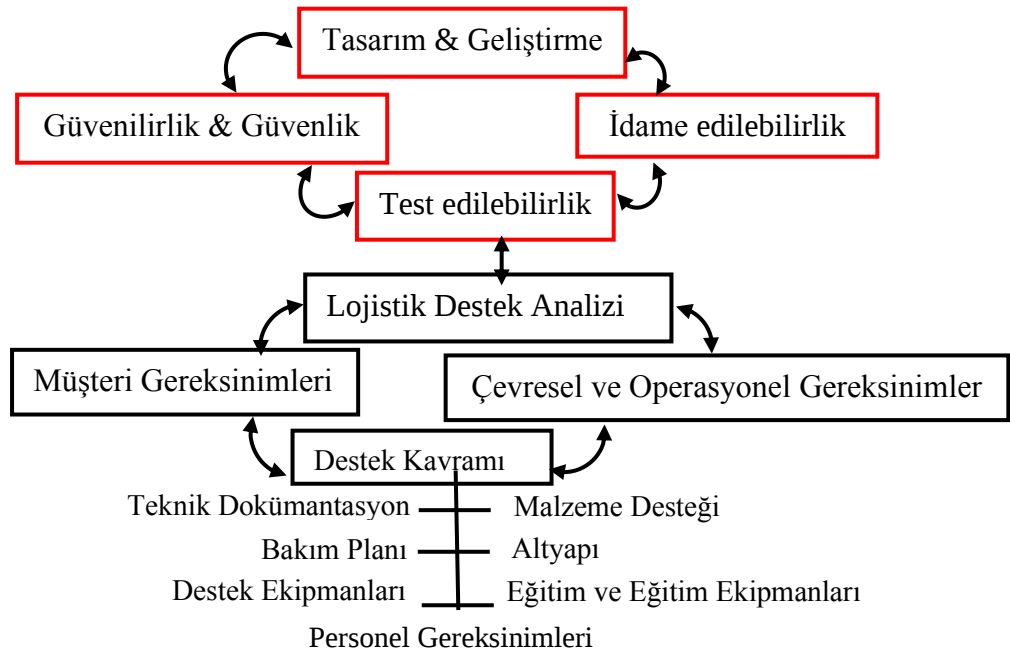
<sup>1</sup> Ercan Tanrıtanır, Üretim Sistemleri ve İmalat sistemleri, İstanbul Üniversitesi Orman Dergisi, İstanbul, 1990, Seri B, Cilt 40, Sayı 1, s.131

savunma sanayi temelli organizasyonların ELD hakkında çeşitli çalışmalar yürütmesiyle ilk defa bu anlamda değerlendirilmeye alınmıştır. Bununla beraber savunma sanayi ile çalışma yürüten firmalar ELD yaklaşımını kendi bünyelerinde uygulamaya başlamışlardır. 21. yüzyılda daha gelişmiş bir entegre lojistik destek anlayışı ile karşımıza çıkan başlıca kuruluşlar arasında OTOKAR, ASELSAN, ROKETSAN, TAI, FNSS, TÜMOSAN, TUSAŞ (SASAD, 2017-2018) bulunmaktadır.

### 1.3. ELD KAPSAMI

Entegre lojistik desteğin temel amacı ömür devri desteği sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için tasarım mühendisliği, lojistik mühendisliği, planlama, programlama ve bütçeleme faaliyetlerinin etkin bir şekilde entegre edildiği disiplinli bir süreç takip edilmelidir (S0300-B2-MAN-010, 2017: 14-4). Süreç en düşük maliyette tasarım ve geliştirmeye yönelik sistemin güvenilirliği, test edilebilirliği, idame edilebilirliği gibi desteklenebilirlik analizleri ile sistem ömrünü destekleyen nitelikte lojistik çözümler sunmayı içermektedir.

Şekil 1.1. ELD Kapsamı



Kaynak: (S3000L – B6865-03000-00 , 2014)

#### **1.4. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK SÜRECİ**

ELD, sözleşme çalışmaları ile başlayıp, tasarım ve üretim ile paralel olarak devam eden ve satış sonrası desteği kapsayan bütünleşik bir süreçtir (TUSAŞ, 2009: 14). Bir sistemin kullanım ömrü boyunca sistematik planlama, uygulama, bakım ve lojistik destek kaynaklarının yönetimiyle elde edilen verimlilik ile ilgilidir. Birçok durumda, bakım ve lojistik destek faktörlerinin etkisi ekipman seçimi ve / veya tasarımında alınan kararları doğrudan etkiler. Hatta bazı durumlarda seçim ve tasarım sürecinde kontrol konusu kapsamında değerlendirilir. Bu nedenle ELD süreci projenin planlama aşamasında genel proje maliyetleri, performans ve güvenilirlik üzerindeki bakım ve lojistik faktörlerinin kritik doğası ve potansiyel etkisi nedeniyle mümkün olan en erken zamanda başlatılması gerekmektedir (NWSI 30-3102, 2017: 3).

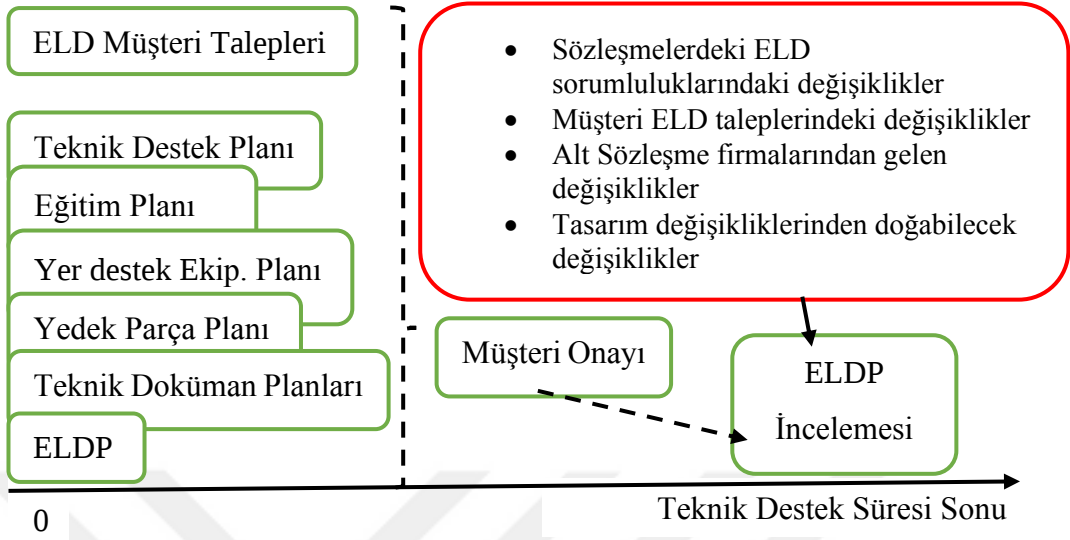
##### **1.4.1. Entegre Lojistik Destek Planı (EDLP)**

ELDP, genel olarak ELD sürecini açıklar ve mevcut tedarik aşaması için tüm ELD gereksinimlerini, görevlerini ve kilometre taşlarını içerir (Potoczniak, 1995: 31).

ELDP her zaman destek gereksinimlerinin pratik ihtiyaçlarla uyumlu olarak giderilmesi ve operasyonel hazırlık gereksinimleriyle birlikte artakalan destek maliyetlerinin optimum seviyede tutarlı bir şekilde azaltılmasını hedefler. Bu hedeflere ulaşmak sadece destek ihtiyaçlarının belirli düzende gözlemlenmesi ile gerçekleştirilemez. Bu sebeple hedeflerin elde edilmesi, kalifiye mühendisler ve destek teknisyenleri tarafından tüm tasarım / destek özelliklerinin sistematik bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir (DoD Directive 4100.35, 1968: 15).

ELD, modüler ve uyarlanabilir bir doğaya sahiptir. Bu da sistemle doğrudan ilgili olmayan elemanların tüm sistemi zayıflatmadan çıkarılabileceği anlamına gelir. Benzer şekilde, gerektiğinde modüller de eklenebilir. “Terzilik” (tailoring) olarak adlandırılan bu yaklaşım, ELDP’nin ilgili ve kapsamlı olmasını sağlar (Keeffe ve Ormsby, 2015: 854).

**Şekil 1.2.** ELDP Süreci



Kaynak: (TUSAŞ, 2009: 15).

Yukarıda Şekil 1.2.'de ELDP, talep ile başlayan sözleşmeyi takiben gerekli tasarım ve üretim planlamalarının müşteri talepleri doğrultusunda değişikliklere uğrayarak devam etmesi sürecinde yer alan tüm planların toplamı ve ELD unsurlarının süreç içinde oluşturdukları düzeni tanımlar niteliktedir.

#### **1.4.2. Lojistik Destek Analizi (LDA) ve Analiz Süreci**

LDA programı ELD'nin bir alt kümesi olarak değerlendirilmektedir. ELD, teknik bilginin geliştirilmesi ve bir ürünü hedeflenen ömür devri boyunca desteklemesi için oluşturulacak destek ortamının genel sorumluluğuna sahiptir. LDA programı, ELD planlaması ve kaynak kararları için başlıca teknik veri sağlayıcıdır. LDA;

- I. Ürün tasarımı ve ELD gereksinimlerini ürün hazırlık aşamasıyla ilişkilendirmek ve ayrıntılı destek unsuru gereksinimlerini tanımlamak,
- II. Tedarik döngüsü boyunca ürün tasarımını değerlendirmek ve değiştirmenin yanı sıra destek unsuru gereksinimlerini oluşturmak ve güncellemek,
- III. ELD planlaması için teknik verinin lojistik destek unsurlarını ve tasarımlararası ödünleşmelerini yürütmek; alternatif operasyonel

tasarım ve destek kavramları analizi oluşturarak tüm lojistik destek gereksinimlerinin entegrasyonunu sağlamak ve bu konuda önemli bir veri kaynağı sunmak (S3000L – B6865-03000-00 , 2014: 2) olmak üzere üç şekilde kullanılabilir.

LDA, tüm sistem aşamalarında, sistem geliştirmeye paralel olarak uygulanır. Etkin bir destek sağlamak için ön koşul olarak bakım, lojistik ve yapılandırma yönetimleri arasındaki yoğun bir iş birliğidir. Örneğin; proje tanımlama aşamasında, sistemin bileşenleri ve bakım stratejileri tanımlanmalıdır. Tanımlamada belirlenen ELD unsurları operasyon aşamasındaki koşullarla uyuşmazsa değiştirilebilir (Bouachera, 2012: 29). Bu sebeple oluşturulan ELDP'nın ve analiz sonuçlarının alternatif çözümleri de hesaba katılarak hareket edilmelidir. LDA süreci tekrarlanan, multidisipliner ve birçok arabirime sahip işlemleri tanımlayan bir süreç olarak;

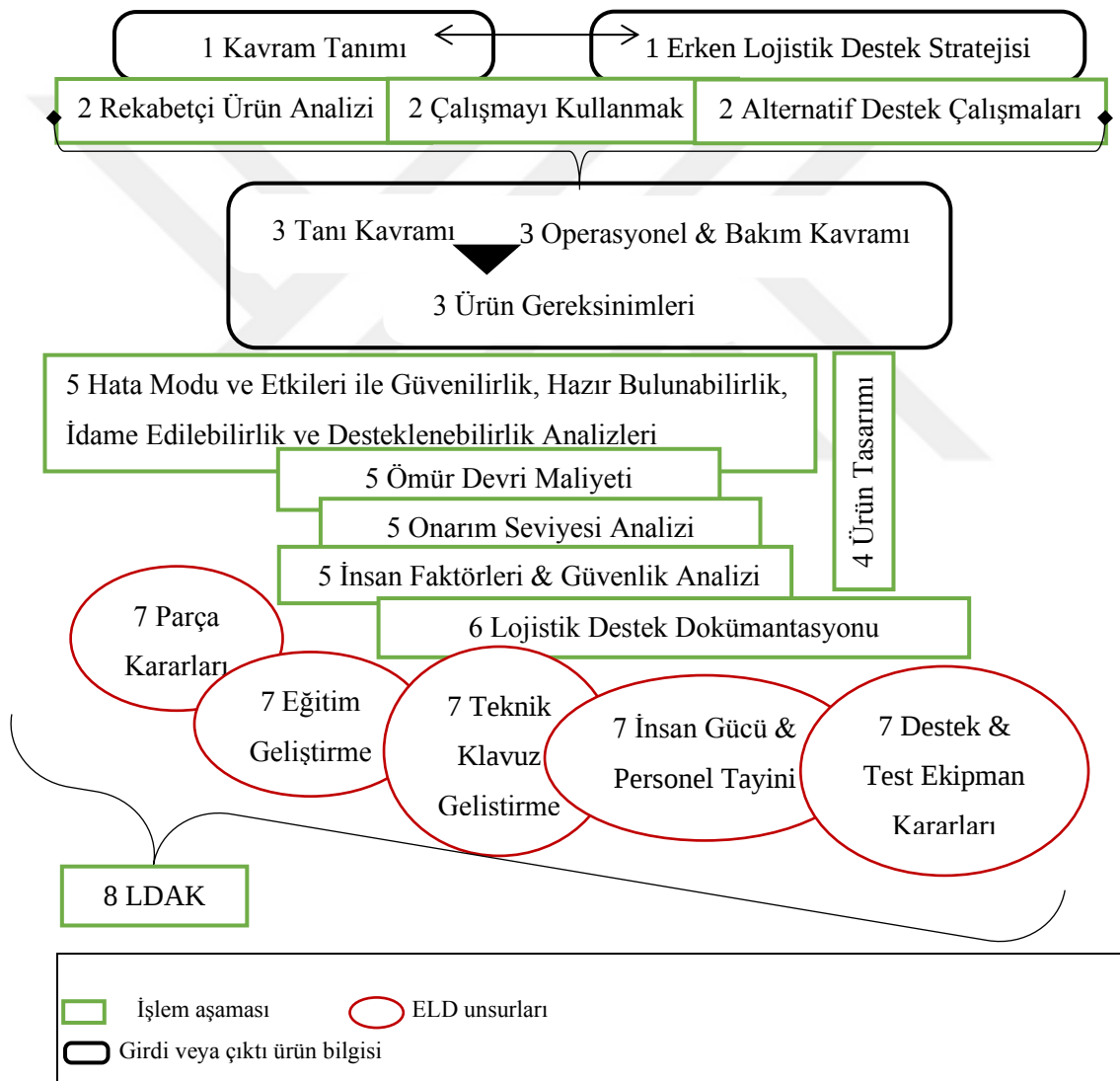
- a. “Desteklenebilirlik analizi,
- b. Desteklenebilirliğin değerlendirilmesi ve doğrulanması” olmak üzere iki genel başlık altında incelenebilir (MIL-HDBK-1388, 1994: 3). Bu bağlamda lojistik destek analizi, lojistik desteğin kapsamı ve seviyesine göre kararlar alınmasına yardımcı herhangi bir analizi ifade eder.

Desteklenebilirlik analizleri, sistemin mühendislik süreci içerisinde yürütülen geniş yelpazedeki analizlerdir. Bu analizlerin amacı, desteklenebilirliğin bir sistem performans gereksinimi olarak sürece dahil edilmesini ve sistemin en uygun destek sistemi ve altyapısıyla birlikte eşzamanlı olarak geliştirilmesini veya edinilmesini sağlamaktır (Army Regulation 700–127, 2008-2012: 72).

LDA süreci “(1) Lojistik; destek unsurlarının geliştirilmesi, edinilmesi, test edilmesi ve sağlanmasına dair, (2) Destek; sürdürülen, bakımı sağlanan, hasar görmesini engelleyerek muhafaza edilen, (3) Analiz; temel özelliklerini ve ilişkilerini belirlemek için bir şeyi inceleme yöntemi, (4) Süreç; bir hedefe yönelik planlanmış bir dizi eylem” olmak üzere dört temel yapı etrafında şekillenmektedir (MIL-HDBK-1388, 1994: 21). ELD'nin analiz sürecinde öncelikle üretilecek veya geliştirilecek ürün için kavram tanımı oluşturulur ve lojistik destek stratejisi belirlenir. Bu iki aşamayı operasyon ve bakım kavramları takip eder. Operasyon ve bakım kavramı ürün için gerekli olan destek gereksinimlerinin belirlenmesi bakımından önemli bir aşamadır. Tanı kavramı ise arıza olursa gerekebilecek desteği tanımlar. Ürün

tasarımında, operasyon, bakım ve tanı aşamalarında gerekecek bilgilerin sağlanması için çeşitli analizlere başvurulur. Analizlerden elde edilen veriler ürün bakım ve operasyon süreçlerinde kullanılır hatta daha sonraki aşamalarda kullanım ve erişim için dokümantasyon halinde bulundurulur. Böylece lojistik destek analizi kaydı (LDAK) tutulmuş olur. Şekil 1.3. de yukarıda bahsedilen LDA sürecine yer verilmektedir.

**Şekil 1.3. LDA Süreci**



Kaynak: (BMPCOE, 2018).

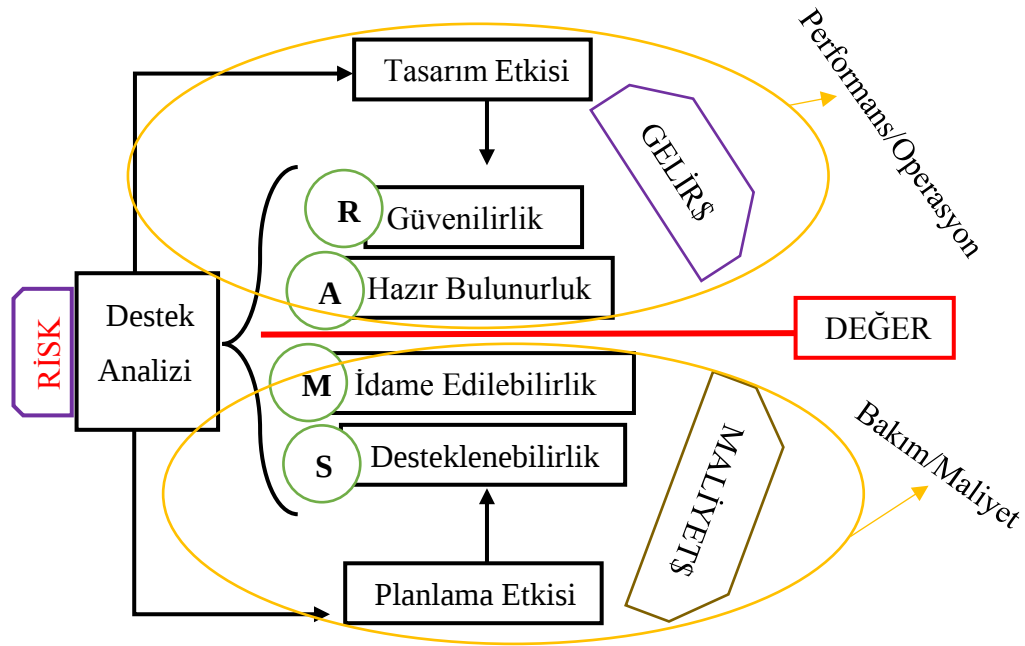
#### **1.4.2.1. Hata Modu ve Etkileri ile Güvenilirlik, Hazır Bulunabilirlik, İdame Edilebilirlik ve Desteklenebilirlik Analizleri**

Destek gereksinimleri ile ilgili kararlar, sistem veya program oluşturulurken ilk aşamalarında alınırsa sistem performansı, ömür devri maliyeti ve desteklenebilirlik üzerinde en büyük etkiye sahip olur. ELD unsurları, lojistik destek gereksinimlerini planlayıp geliştirerek; güvenilirlik, hazır olma, idame edilebilirlik ve test edilebilirlik açısından hizmet yapılandırma ögesinin kalite standartlarını destekler. ELD'nin hizmet yapılandırma ögeleri tüm donanım, yazılım, veri, iletişim, personel, prosedürler, araç gereç ve tesis bileşenlerini içerir (NATO, 2011: 1).

ELD ile doğrudan ilişkili dört ana kavram ve standart mevcuttur. Bunların birincisi, “konfigürasyon” dur. Ürün yapısının ömür devri boyunca izlenmesi ve diğer lojistik analizlere taban oluşturması için hiyerarşik ürün ağacını içeren etkin bir konfigürasyon yönetimi zorunludur. Diğer üçü ise “güvenilirlik”, “idame edilebilirlik” ve “hazır bulunma” dır (RMK, 2009: 35). Güvenilirlik, belirli bir zamanda oluşturulan sistemin operasyonel ortamda tasarlandığı haliyle hatasız bir şekilde çalışabilme yeteneğidir (Defense Acquisition University, 2018). Güvenilirlik analizi sistemin veya programın “Arıza yapmadan ne kadar süre çalışır?” (RMK, 2009: 36) sorusuna yanıt arar. İdame edilebilirlik, mevcut test ekipmanı, tesisler, personel, yedek parça ve prosedürler kullanılarak belirtilen zaman dahilinde ekipmanın, malzemenin ve sistemin onarılması yeniden çalışır kılınması olarak ifade edilir (DoD Directive 4100.35, 1968: 37). Bu analiz sistemin, ekipmanın ve/veya malzemenin verilen süre içerisinde “Ne kadar hızlı onarılabilir?” (RMK, 2009: 36) olduğuna yanıt aranır. Hem güvenilirlik hem de idame edilebilirlik, ekipman tasarımı ve destek kaynakları gereksinimlerinde ekipman bakımını ve bundan doğacak ekstra maliyetleri önleyici özellikler olarak yer almaktadır (DoD Directive 4100.35, 1968: 37). Hazır bulunma ise, bir malzemenin veya sistemin belirli bir zaman aralığında, istenen dış kaynakların sağlandığı varsayılarak, belirli koşullarda, istenen bir işlevi yerine getirmesi için standartlaştırılmış olma özelliği olarak tanımlanır (Brissaud ve diğerleri, 2015: 1). Malzeme veya sistemin hazır bulunması için sağlanması gereken en önemli kriterler uygun koşullarda, istenen özelliklerde ve istenen yer ve zamanda hazır bulunmalıdır. Hazır bulunma durumu lojistikte karşılaştığımız yedi doğruyu tanımlar niteliktedir. Bu

analiz “İhtiyaç duyulduğunda hazır mı?” (RMK, 2009: 36) sorusuna yanıt arayarak hazır bulundurma derecesini ölçer. Başka bir deyişle, hazır bulunma (availability) bir sistemin, ne sıklıkla başarısız olduğunu, arızalandığını veya hata verdiğini (güvenilirlik) ve yine sistemde meydana gelen bu arızanın ardından sistemin ne kadar sürede onarılabilir konuma getirilebileceğini (idame edilebilirlik) ölçer. Hazır bulunma analizleri ile sistemin veya ürünün hem güvenilirlik hem de idame edilebilirlik standartlarını oluşturma ve bu doğrultuda elde edilen ödünleşmeleri temel alarak en az maliyetle desteklenebilir süreçler yaratmayı hedefler (NASA, 2018). Test edilebilirlik ise zamanında belirli gizlilik içerisinde herhangi bir arızanın çalıştırılabilir, çalıştırılmaz veya bozulmuş olduğuna dair durumları tespit etmeye izin veren tasarım özelliğidir (S3000L – B6865-03000-00 , 2014: 5). Hazır bulunma analizleri ile ardışık arızalar arası sıklık, onarılabilir sistemler için onarıma kadar geçen süre, onarılamayan sistemler için çalışmaz hale gelmesine kadar geçen ortalama süre, arızanın tespit edilmesinden itibaren beklenen ortalama onarım süresi, bulunmaya çalışılır (AVD Technology, 2018).

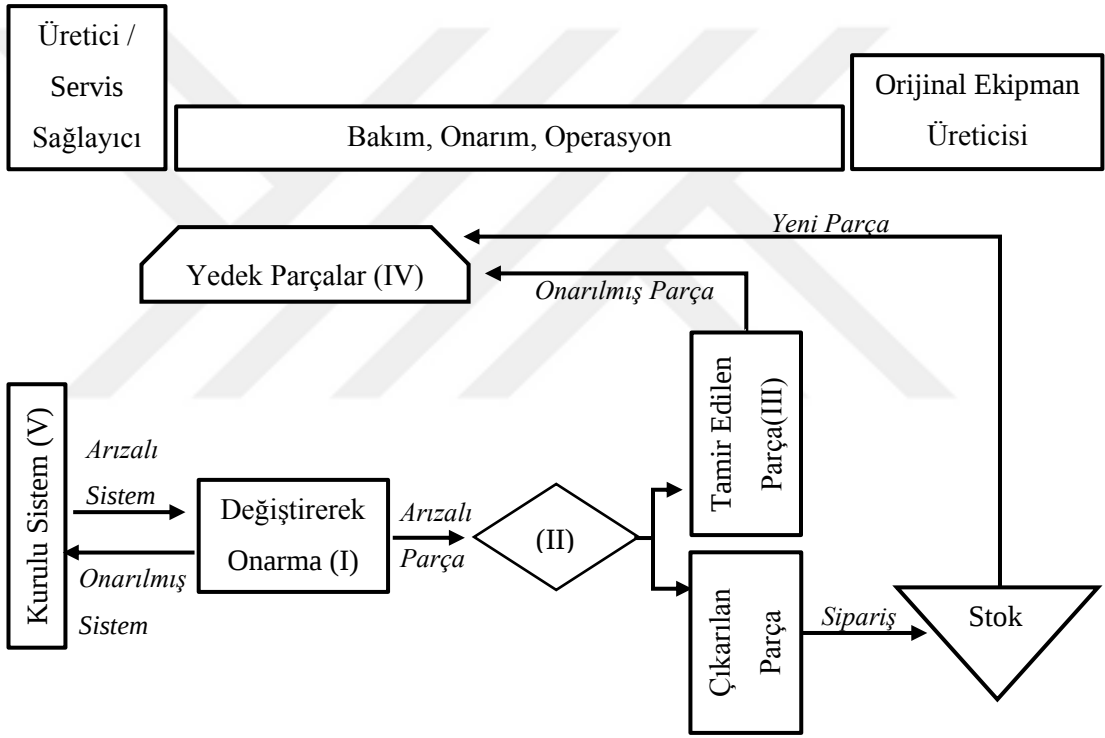
**Şekil 1.4.** Güvenilirlik, Hazır Bulunabilirlik, İdame Edilebilirlik ve Desteklenebilirlik Analizleri



Kaynak: (Structured Change , 2018).

Bahsi geçen analizler üretilen ürün veya oluşturulan sistemin değerini belirleyen unsurların başında gelir. Bu sebeptendir ki bir ürün veya sistemin kalitesini belirleyenler üretim sürecinde ve sonrasında oluşan durumlar karşısında desteklenebilirlik derecesiyle ölçülür. Destek analizlerinden elde edilen veriler ile olası ürün veya sistem arızaları ve oluşmuş her ürün veya sistem arızasının kayıtlı verileri sayesinde tahmini arıza olasılıkları oluşturularak pek çok duraksama önlenabilmektedir veya olası arıza gerçekleştiğinde kolayca giderilebilmektedir.

**Şekil 1.5.** Lojistik Destek Sisteminde Ödünleşmeler



| Karar | Tanım                                 | Sermaye Harcamaları & İşletim Giderleri  | Seviye              |
|-------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| I     | Hangi parça değiştirildi?             | Değiştirme ve bulundurma maliyetleri     | Stratejik           |
| II    | Parça tamir edildi veya çıkarıldı mı? | Tamir, tedarik ve bulundurma maliyetleri | Stratejik           |
| III   | Yerel veya merkezi tamir?             | Kaynak, taşıma ve bulundurma maliyetleri | Stratejik           |
| IV    | Yedek parçalar nerede ve kaç stokta?  | Bulundurma maliyetleri                   | Stratejik&Taktiksel |
| V     | Ne kadar sistem kuruldu?              | Sistem ve yedek parça maliyetleri        | Stratejik           |

Kaynak: (Kusters, 2012: 6).

Hata Modu ve Etkileri Analizi ile Kritiklik Analizi, müşterinin ürün kalitesi veya süreç performansı konusundaki beklentilerini etkileyebilecek potansiyel hataları tanımlamak için yürütülen disiplinli bir ürün veya süreç analizidir. Hata Modu ve Etkileri ve Kritiklik Analizi yeni bir teknik olmamakla beraber havacılık endüstrisinde uçuş kontrol sistemleri karmaşık hale gelince 1950'lerin başlarında ortaya çıkmıştır. Özellikle ilk olarak uzay programı donanımının güvenilirliğini geliştirmek ve doğrulamak için Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından geliştirilmiş bir analizdir (Reliability Analysis Center, 1993: 5). Bu analiz bir tasarım veya süreçteki olası problemlerin daha düşük düzeydeki hata modlarının etkilerini inceleyerek tanımlanmasını kolaylaştıran sistematik bir analiz yaklaşımıdır. Analizin sonucunda ortaya çıkan veriler doğrultusunda önerilen işlemlerle hatalar giderilmeye çalışılır veya azaltılır (FMEA-FMECA, 2018). Bu doğrultuda Hata Modu ve Etkileri ve Kritiklik Analizi;

- a. Her bir arıza modunun sistem performansı üzerindeki etkilerini belirler.
- b. Hata ağacı analizini ve güvenilirlik blok diyagramı modellerini geliştirmek için veri sağlar.
- c. Kök başarısızlık nedenlerini tanımlamak ve düzeltici eylemler geliştirmek için temel sağlar.
- d. Tasarımın kavramsal aşamalarında yüksek güvenilirliği dikkate almak için tasarım alternatiflerinin araştırılmasını kolaylaştırır.
- e. Test yöntemleri ve sorun giderme tekniklerini geliştirmede yardımcı olur.
- f. Niteliksel güvenilirlik, idame edilebilirlik, güvenlik ve lojistik analizleri için bir temel sağlar (Reliability Analysis Center, 1993: 1).

**Tablo 1.1.** Hata Modu ve Etkileri ve Kritiklik Analizi Aşamaları için Gerekli Soru ve Çıktılar

| <i>Aşama</i>     | <i>Sorular</i>                                       | <i>Çıktı</i>                                          |
|------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Belirleme</b> | Ne yanlış gidebilir?                                 | Başarısızlık tanımı<br>Sebepler→Hata Modları→ Etkiler |
| <b>Analiz</b>    | Başarısızlık olasılığı nedir?<br>Sonuçları nelerdir? | Başarısızlık oranları<br>Risk Öncelik Numarası        |

|              |                                                                                            |                                                                             |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eylem</b> | Ne yapılabilir?<br>Sebepleri nasıl ortadan kaldırabiliriz?<br>Şiddeti nasıl azaltabiliriz? | Tasarım çözümü,<br>Test planları,<br>İmalat değişiklikleri, Hata kanıtı vb. |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|

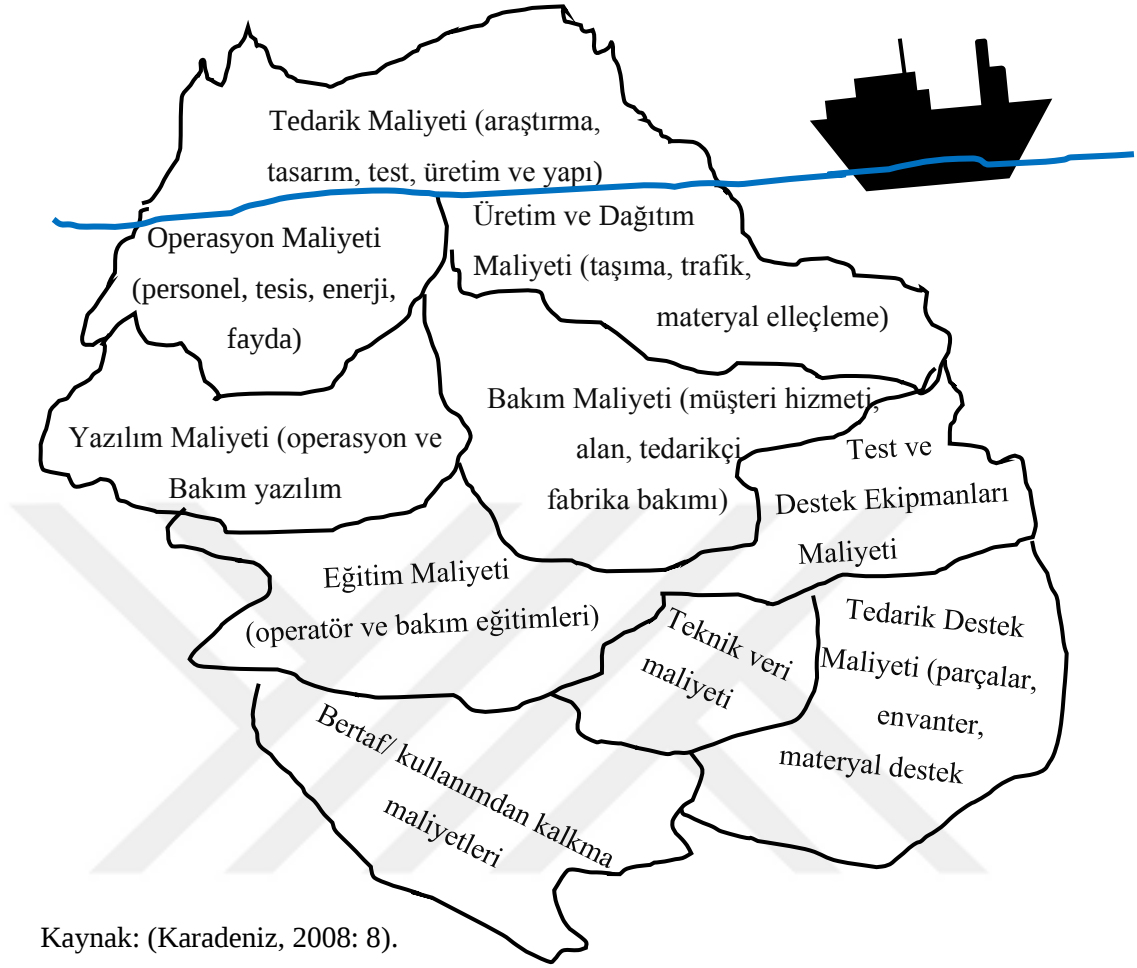
Kaynak: (Rausand, 2004: 44).

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı gibi Hata Modu ve Etkileri ve Kritiklik Analizi üç temel aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar tasarıma, sürece ve sisteme uygulanabilmektedir.

#### **1.4.2.2. Ömür Devri Maliyeti ve Analizi**

Ömür devri maliyeti, öngörülen ömür devri boyunca sistemin büyük bir çoğunluğunun desteklenmesi, bakımı, operasyonu, üretimi, geliştirilmesi ve tasarımını kapsayan süreçte gerçekleşmesi hesaplanan maliyetlerin toplamını ifade etmektedir. Ömür devri maliyet analizi program veya projenin ilk aşamasından itibaren başlayan ve sistemin ömür devri boyunca devam eden yinelemeli bir süreçtir (NATO, 2012: 185). Aşağıda verilen şekilde toplam maliyeti oluşturabilecek görünen ve görünmeyen maliyetler “Buzdağı Etkisi” ile ifade edilmektedir.

Şekil 1.6. Toplam Maliyet “Buzdağı Etkisi”



Kaynak: (Karadeniz, 2008: 8).

Ömür devri maliyet analizinin amaçları sırasıyla; (a) sistem performansına erişmenin alternatif yollarının karşılaştırmalı toplam maliyetlerini ve hazır bulunma amaçlarını belirleyerek üretim programları elde etme, (b) çeşitli tasarımların ve destek seçeneklerinin maliyet etkilerini hesaplama, (c) ömür devrinde ilerledikçe seçilen tasarımın maliyet hesaplamasını iyileştirme olarak sıralanmaktadır (NATO, 2011: 7).

#### 1.4.2.3. Onarım Seviyesi Analizi

Onarım seviyesi analizi, müşteri tarafından kararlaştırılan bir destek felsefesine dayanan optimize edilmiş bir bakım çözümü oluşturulmasına yardımcı olan bir analiz yöntemidir. Bu analiz yöntemi, tamir edilebilir lojistik destek analizi adaylarının nerede değiştirileceği, onarılacağı veya çıkarılacağı kararlarını içerir (S3000L –

B6865-03000-00 , 2014: 2). Analizin amacı toplam (sabit ve değişken) maliyetleri en aza indirmektir (Basten ve diğerleri, 2008: 1).

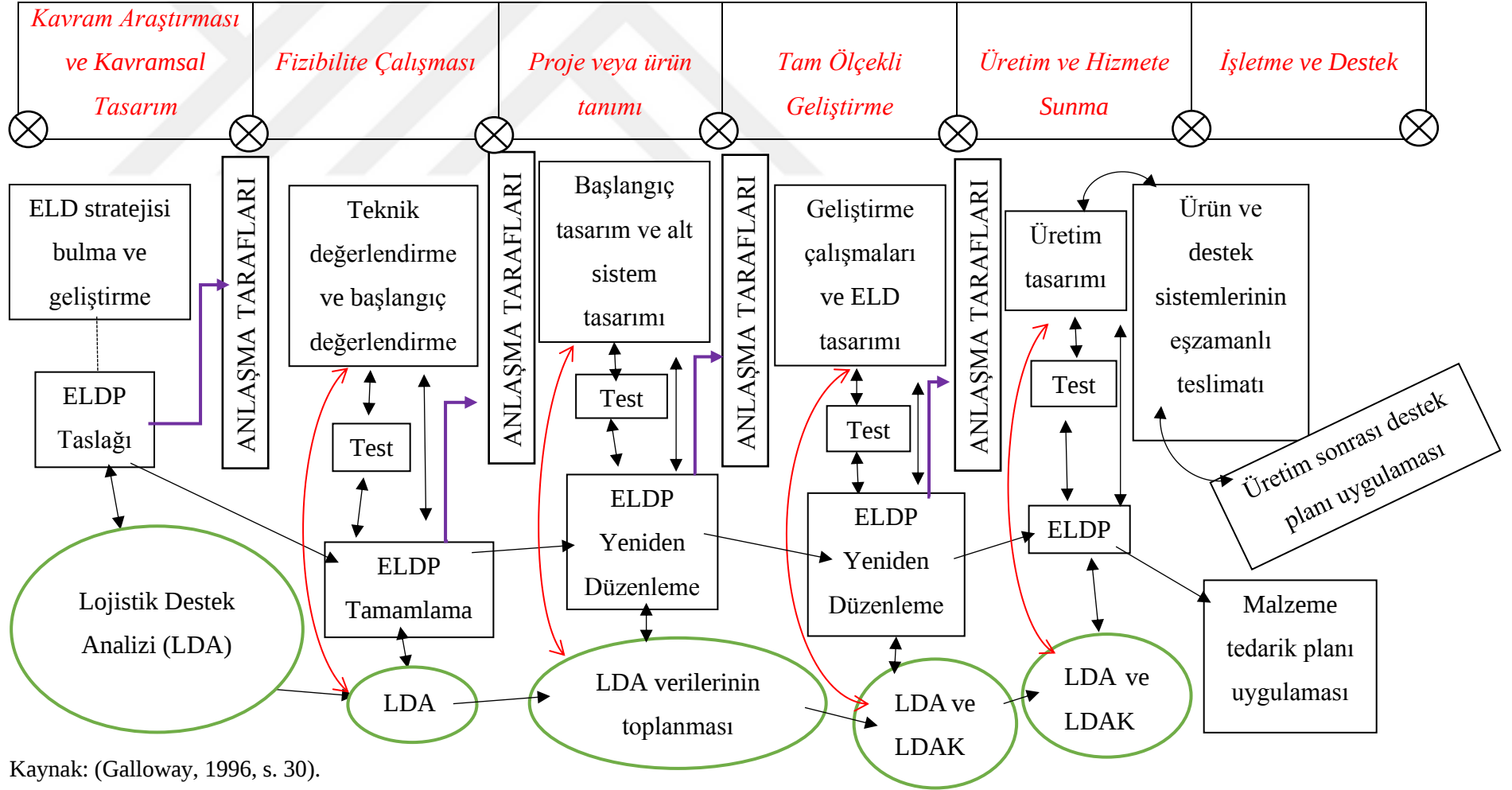
#### **1.4.2.4. İnsan Faktörü ve Güvenlik Analizleri**

İnsan faktörleri; güvenli, rahat ve etkili bir insan performansı üretmek için insan yetenekleri ve sınırlamaları hakkında bilgi üreten, bilgi toplayan ve bu bilgiyi; ekipman, sistemler, yazılım, tesisler, prosedürler, işler, ortamlar, eğitim, personel ve personel yönetimine uygulayan multidisipliner bir çabadır (FAA, 2000: 1). İnsan faktörleri analizi ürün tasarımı ve insan uyumluluğu ile ürünü bakım ve operasyon açısından değerlendirir. Güvenlik analizi ise tasarımdaki personel için oluşabilecek potansiyel tehlikeleri tanımlar. Bu analizler personel eğitimi için veri sağlamakta olup onarımın gerekliliği ile ilgili de karar mekanizması oluştururlar (BMPCOE, 2018).

#### **1.4.2.5. Lojistik Destek Analizi Kaydı (LDAK)**

LDA süreci iki temel bileşenden oluşur. Bu bileşenlerden ilki sistem gereksinimlerini ve kısıtlarını belirleyen, donanım tasarımına dair destek özelliklerini tanımlayan, kabul edilebilir tasarım ile ilgili optimum destek sistemlerini tasarlayan teknik bir analizdir. İkinci bileşen ise elde edilen sonuçların dokümantasyonudur. Bu dokümantasyon süreci LDAK olarak adlandırılır. Lojistik destek analizi kaydı, LDA görevlerinin yürütülmesi yoluyla geliştirilen bilgilerin elde edilmesi, depolanması ve kullanılması için yapılandırılmış bir yaklaşımdır (Coastal System Station , 2018).

Şekil 1.7. ELD Süreci



Yukarıda, Şekil 1.7.'de ELD süreci gösterilmektedir. Bu süreç tasarım için yapılan araştırmalar ile başlayıp bunu takiben fizibilite çalışmaları, ürün ve proje tanımıyla gerekli malzemelerin ve durumların belirlenmesi, geliştirilmesi, üretimi ve hizmete sunulmasından sonra operasyon aşamasındaki kullanım ömrü boyunca desteğini sürdüren bir süreçtir. Süreç üretici ile anlaşmaya taraf olanlar arasında başlar ve son kullanıcıya kadar desteklenir. Böylece ELD süreci ürün ve sistem bazlı ihtiyaçlara en düşük maliyetle cevap vererek verimliliği sağlamak amaçlı bir yönetim stratejisi olarak değerlendirilebilir. Nitekim sürecin ilk aşaması entegre lojistik destek stratejisi belirlemek veya uyarlamaktır. Belirlenen strateji doğrultusunda ELDP taslağı oluşturulur. ELDP'de tüm lojistik unsurları ve gerekli faaliyetler detaylarıyla değerlendirilir. Sürece ve ürüne yönelik geri beslemeli iletişim ve elde edilen bilginin kullanımı ile anlaşmalı tarafların memnuniyeti ön planda tutularak ürünün, sistemin ömrü boyunca oluşacak destek gereksinimleri giderilmeye çalışılır. Bu gereksinimlerin giderilmesi için gerekli tüm planlamalar üretimin veya sistemin tasarım aşamasında yani başlangıcında, tahmin ve testler ile sabitlenerek süreç boyunca sürekli bir şekilde çeşitli güncellemelerle ortaya çıkan yeni sistem gereksinimlerinin en az maliyetle karşılanmasını temel alır.

#### **1.4.3. ELD Unsurları**

ELD unsurları, sistemin orijinal görev gereksinimlerini karşılayabilme derecesini belirlemek için sistemin üretimi ve konuşlandırması aşamaları boyunca sürekli olarak gözden geçirilir. Güvenilirlik, idame edilebilirlik, hazır bulunma ve güvenlik faktörleri operasyonel ortamda sistem ve sistem bileşenleri olarak izlenir ve güncellenir. Gerekli olduğu durumlarda, sistemin ömür devri doğrultusunda tasarlandığı şekilde işlerliğini sağlamak için ürün geliştirmeleri yapılır (Watson, 1987: 19). ELD unsurlarını (1) bakım planı, (2) işgücü ve personel, (3) tedarik desteği, (4) destek ve test ekipmanları, (5) eğitim ve eğitim desteği, (6) teknik veri ve dokümantasyon, (7) bilgisayar kaynaklı destek, (8) tesis ve altyapılar, (9) ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma, (10) tasarım ara yüzü olmak üzere sınıflandırılır.

Bakım planlaması, sistem ve sistemin desteklenmesi için gerekli bakım hizmetlerinin etkinleştirilmesini sağlayan donanım, yazılım, ağ, haberleşme, güvenlik gereksinimleri, materyal, tesisler, personel, prosedürler, süreçler, dokümantasyon ve veri tanımlanmasını içerir (NATO, 2011: 4). Bakımın nasıl, nerede, hangi koşullarda, kimler tarafından ve hangi araçlar yardımıyla giderileceğine dair gelişmiş sistemli bir plandır (Nyman ve Levitt, 2006: 2).

İşgücü ve planlaması, proje ömrü boyunca sistemi desteklemek için gerekli yeteneklere sahip bir kuruluş çatısı altında, sözleşme yardımı ile istihdam edilecek olan gerekli personel sayısını ve verilecek eğitimleri belirlemek, doğrulamak ve hazırlamak için gerekli olan ELD unsurudur (Galloway, 1996: 27). Personel, sistemin ömür devri sonlanana kadar sistemi çalıştırmak, idame ettirmek ve desteklemek için gerekli olan kalifiyeli personelin hazır bulunması belirlenmesi, planlaması ve desteklemesini de içermektedir (NATO, 2011: 4). İhtiyaç duyulan işgücü için gereksinimleri karşılayabilecek personel, işgücü ve personel planlaması doğrultusunda atanır.

Tedarik desteği unsuru; yedek parçaların, onarım parçalarının ve tedariklerin elde edilmesi, listelenmesi, teslim alınması, depolanması, transfer edilmesi için gerekli olan tüm yönetim faaliyetlerini, prosedürleri ve teknik gereklilikleri belirli olan gereksinimlerden oluşur. Tedarik destek, doğru yedek parçanın, doğru onarım parçasının, doğru tedarik edilen malzemenin doğru yer ve zamanda, istenilen koşul ve miktarda, doğru fiyatta hazır bulunması anlamına gelmektedir (Defense Acquisition University, 2018).

Destek ve test ekipmanları unsuru; bir malzeme sisteminin çalışmasını ve bakımını desteklemek için gerekli olan tüm ekipmanlardır. Destek ekipmanları aletler, demirbaşlar, tamir malzemesi, Test, Ölçüm ve Teşhis Ekipmanı gibi yer hizmetleri ve bakım ekipmanlarından ve destek ekipmanı için lojistik desteğin satın alınmasından oluşmaktadır (S0300-B2-MAN-010, 2017: 7).

Süreç boyunca oluşturulan teknik veriler ve dokümantasyon (örn; mühendislik çizimleri, teknik özellikler, standartlar, teknik raporlar, izin belgeleri, teknik bilgi paketleri, yazılım listeleri, bakım kılavuzları ile bakım ve değişikliklere bağlı çeşitli notlar) bir tasarımı tanımlamak ve ekipman veya sistemleri üretmek, desteklemek, işletmek veya sürdürmek için kullanılan kayıtlı bilgilerdir (NWSI 30-3102, 2017: 12).

Eğitim ve eğitim desteği unsuru; sistemi desteklemek ve işletmek, çalışanları ve tarafları eğitmek için kullanılan eğitim cihazları, ekipmanları, teknikleri, prosedürleri ve süreçleri kapsar ve lojistik desteğin sürdürülmesi için gerekli olan entegre lojistik destek unsurlarından biridir (Galloway, 1996: 27).

Lojistik destek unsurlarından bir diğeri bilgisayar kaynaklı destek olup belirli bir görevin planlanması ve yönetimi için gerekli planı, kaynağı ve tesisleri, yazılımı, donanımı, dokümantasyonu, işgücünü ve personel edinimini tanımlayan kritik bilgisayar donanım ve yazılım sistemleridir. Sistemler, destek ekipmanları ve eğitim cihazları daha karmaşık yapıda oluşumlara dönüştükçe bilgisayar kaynaklı desteklerin kullanımı artış göstermiştir (Bozarth ve Lewis, 2018).

Tesisler ve altyapılar unsuru; sistemi desteklemek için gerekli olan tesis türlerini veya tesis iyileştirmelerini, yer, arazi (alan) ihtiyaçları, çevresel ve güvenlik gereksinimleri ve ekipmanları tanımlayan çalışmaları içeren kalıcı ve yarı kalıcı gayrimenkul varlıklardan oluşmaktadır. Bu unsur; eğitim, ekipman depolama, bakım, tedarik edilen malzemelerin depolanması gibi faaliyetler için gerekli üstyapıları ve altyapıları içermektedir (Army Regulation 700–127, 2008-2012: 14).

Ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma unsuru; tüm sistemlerin, ekipmanların ve destek malzemelerinin güvenli ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma ile ilgili kaynakları, süreçleri, prosedürleri ve tasarım hususlarını ele almaktadır. Kısa ve uzun süreli depolama için çevresel hususları ve ekipman koruma gereksinimlerini içermektedir (S0300-B2-MAN-010, 2017).

Son olarak tasarım arayüzü unsuru ise; sistem mühendisliğinin niceliksel tasarım özelliklerinin (güvenilirlik, idame edilebilirlik, vb.) fonksiyonel lojistik ve entegre ürün destek unsurları ile bütünleştirilmesidir. Tasarım arayüzü sistem tasarım parametreleri ilişkisini yürüten ürün destek kaynağı gereksinimlerine yansır. Bu tasarım parametreleri, doğal değerlerden ziyade operasyonel terimlerle ifade edilir ve özellikle sistem gereksinimleri ile ilgilidir. Böylece, sistemin kullanılabilirlik hedeflerini ve tasarım maliyetlerini karşıladığından ve sistemin destek maliyetlerinin etkin bir şekilde dengelendiğinden emin olmak için ürün destek gereksinimleri türetilmiştir (Defense Acquisition University, 2018).

## **1.5. ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK, ÖMÜR DEVRİ YÖNETİMİ, TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE MÜŞTERİ İLİŞKİLERİ YÖNETİMİ**

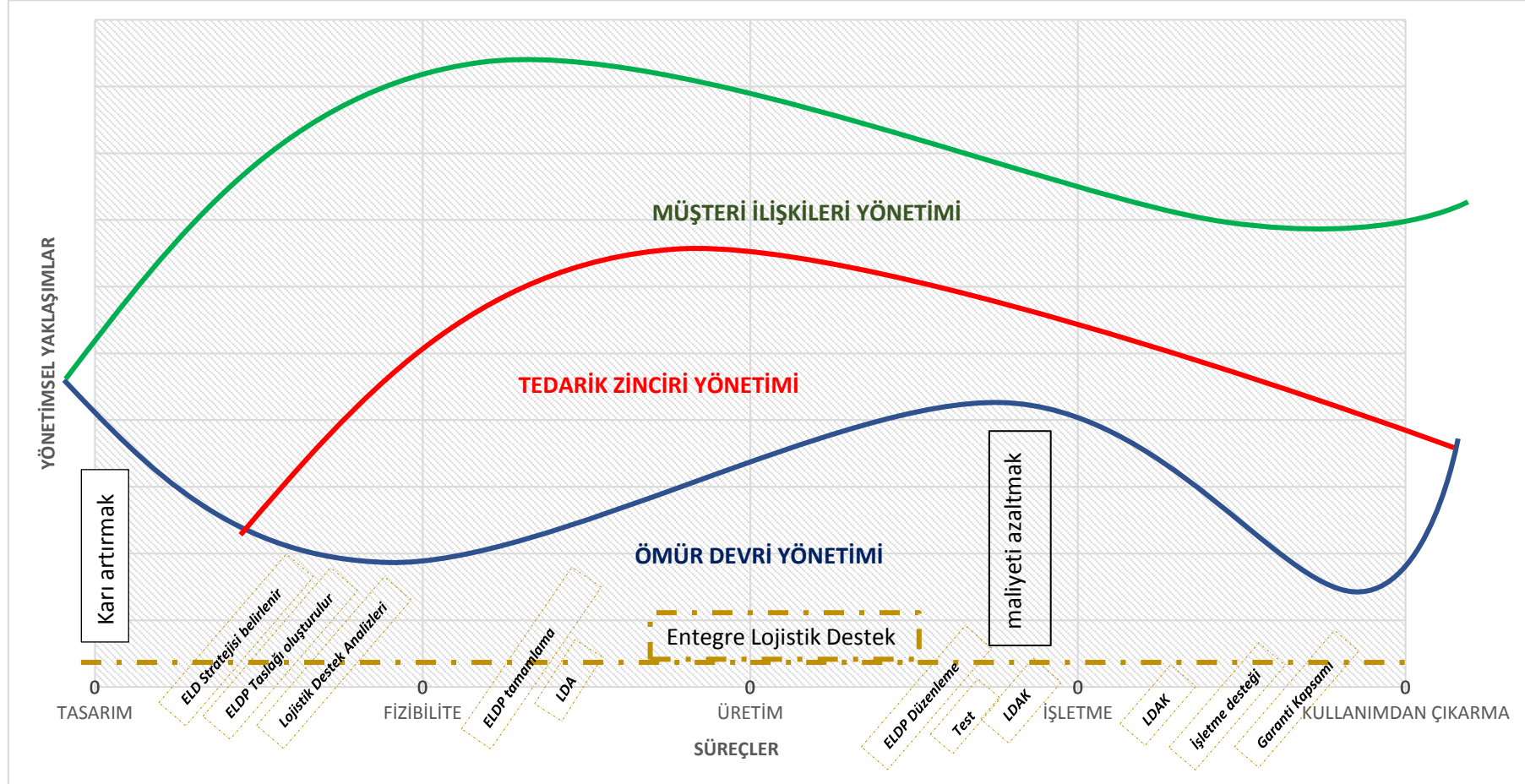
Ömür devri, bir donanım veya yazılımın tasarım aşamasından kullanımdan çıkarıldığı aşamaya kadar uzanan ve geri dönüşümünü de kapsayan bir süreçtir. Ömür devri yönetimi ise bir organizasyonun ürünlerini ömür devirleri boyunca en etkili şekilde yönetebilmesi sürecini ifade eden bir yaklaşımdır. Bu yönetim, ürünün fikir olarak ortaya atılması aşamasından başlayıp ürünün kullanımdan kaldırılması aşamasına kadar devam eder (Stark, 2016: 1). Ürün ömür devri, lojistik ve dağıtım stratejileri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin, büyüme aşamasında yüksek hacimli standartlaştırılmış üretim, entegre lojistik stratejisine ihtiyaç duyarken olgunluk ve doygunluk aşamasında ise daha geleneksel dağıtım ağı lojistik stratejisine ihtiyaç duyar (Kelepurovski, 2018: 6).

Tedarik zinciri, bir zincirden ziyade malzemelerin tedarik işlevlerini, bu malzemelerin ara ve nihai ürünlere dönüştürülmesini ve bu nihai ürünlerin müşterilere dağıtılmasını gerçekleştiren tesisler ve dağıtım seçenekleri ağıdır (Ganeshan ve Harrison, 1995). Tedarik zinciri yönetimi ise tedarik zinciri boyunca önemli iş süreçlerinin entegrasyonu olarak kabul edilmektedir (Croxtton ve diğerleri, 2001: 13). Tedarik zinciri yönetimi; satın alma, tedarik, dönüşüm ve tüm lojistik yönetimi faaliyetlerinde yer alan bütün operasyonların planlanması ve yönetimini kapsar (CSCMP, 2018; Akben ve Özel, 2017). Aynı zamanda kanal ortaklarıyla (örn; tedarikçiler, aracılar, üçüncü taraf servis sağlayıcılar ve müşteriler olabilir) koordinasyon ve iş birliğini de içerir. Özünde, tedarik zinciri yönetimi, arz ve talep yönetimini işletme içinde ve işletmeler arasında bütünleştirir (CSCMP, 2018). Son olarak da müşteri ilişkileri yönetimi, müşteriyi verilen hizmetin merkezinde tutmayı amaçlar ve bu yönde müşteri ile olan ilişkileri sağlam temellere oturtmayı ve bu ilişkilerin devamlılığını sağlamaya yönelik bir yaklaşımlar bütünüdür. Müşteri ilişkileri yönetiminin ana amacı müşteri ve işletme için müşterilerine yönelik satın alma, elde tutma ve ortaklık kurarak değer yaratmaya çalışmaktır. Müşteri ilişkileri yönetim, işletmelerin müşteri verilerini hızla toplamasına, zaman içinde en değerli

müşterileri tanımlamasına ve özelleştirilmiş ürün ve hizmetler sunarak müşteri sadakatini artırmaya olanak tanır (Rigby ve diğerleri, 2002).

Yukarıda verilen ömür devri yönetimi, tedarik zinciri yönetimi ve müşteri ilişkileri yönetimi tanımları doğrultusunda değerlendirme yapacak olursak öncelikle belirtmek gerekir ki; bir ürün üretim sürecine en yüksek kar potansiyeli ile başlar. Ancak, bu ürün giderek karmaşıklaşan küresel bir tedarik zincirinden geçerken, zamanla kullanım maliyetleri karını aşındırır. ELD yaklaşımı, tedarik zincirinin sürekli bir bütün olarak ele alınmasını ve tedarik zinciri maliyetlerinin ortalama %10 ila %20 oranında düşürülmesine zemin hazırlayan bir strateji üzerine yoğunlaşmaktadır (Kokoris, 2013). Bu yönetim stratejileri, ömür devri maliyetini kontrol altında tutarak daha verimli süreçler oluşturmayı ve müşteri memnuniyetini temel alarak süreçlere dair çözümler sunmayı hedeflemekte olup süreç ihtiyaçları için gerekli tedarik ağı işleyişinin devamlılık ve iş birliği çerçevesinde yürütülmesini sağlamaktadır. Yapılan araştırmalar doğrultusunda, etkin ve sürdürülebilir bir ELD sisteminin faydaları arasında; rakipler üzerinde rekabet avantajı sağlamak, iyileştirilmiş fonksiyonel stratejik planlama ortaya koymak ve işletme maliyetleri önemli ölçüde azaltılması yer almaktadır. Bu yaklaşım, envanterin verimli bir şekilde yönetilmesini ve tesislerin daha iyi kullanılmasına ortam sağlamaktadır. Ayrıca ELD uygulaması ile kaynaklar daha etkin kullanılmakta ve personel için daha iyi eğitim sağlanmaktadır. Öte yandan sistem düzenekleri elleçlenirken veya taşıma esnasında düzgün bir şekilde hareket ettirilerek hasar görmemesi için gerekli paketleme işlemleri yapılır ve depolanması sağlanır (Lambert , 2008: 1). Ömür devri yönetimine uygulanan bu stratejik yaklaşımlar (entegre lojistik destek) gerekli ürün bilgileri ve daha fazla süreç entegrasyonu ile tedarik zincirindeki iş ortaklarını destekler niteliktedir. Ayrıca önceki ürün ömür devri aşamalarından edinilen geribildirimlerle müşteri bilgilerini ürün kalitesini geliştirmeyi sağlar (müşteri ilişkileri yönetimi) (Abramovici ve diğerleri, 2002). ELD etkin ve etkili tedarik zinciri yapısı oluşmasına zemin hazırlar ve sistematik bir yönetim kolaylığı sağlar. Entegre sistemlerden oluşan bu yaklaşım aşağıda Şekil 1.8.'de ömür devri boyunca sürece uygulanan işlemler olarak yer almaktadır.

Şekil 1.8. Entegre Lojistik Destek ve Yönetim Stratejileri



Kaynak: (RPM Infotech Consulting Pvt. Ltd., 2018) uyarlanmıştır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### UZAY KEŞFİ LOJİSTİĞİ

Araştırmanın bu bölümünde, coğrafi keşiflerden başlayarak uzayın keşfine uzanan lojistik faaliyetler, uzay keşfi lojistiği kavramı, tarihi, gelişimi ve süreci değerlendirilmektedir. Araştırmada dünya kavramı iki farklı açıdan ele alınmaktadır: Üzerinde yaşadığımız gezegenden ve yaptığımız işlerden söz ederken daha çok aşına olduğumuz “dünya veya yeryüzü” kelimeleri kullanılmaktadır; diğer gezegenlerle etkileşimlerden, uzaya yapılan yolculuklardan ve faaliyetlerden söz ederken herhangi bir gezegen olarak değerlendirebilinmesi ve bir rotasyon ortaya koyabilmek açısından “yerküre” kelimesi kullanılmaktadır.

#### 2.1. UZAY KEŞFİ LOJİSTİĞİ KAVRAMI, TARİHSEL BAKIŞ AÇISI VE GELİŞİMİ

İnsanoğlunun keşfetme arzusu, uzaya ulaşan hayali yolların kapsamlı lojistik planlara ve faaliyetlere dönüşmesine sebep olmuştur. İskenderiye Kütüphanesi’nden bu yana uzayı ve keşfini hayal etmek veya düşünmek yerine gerçekleştirme yoluna gidilmiş ve bu yöndeki uğraşlar sonucu verimli akademik çalışmalar, değerli keşifler ortaya koyulmuştur ve koyulmaktadır.

##### 2.1.1. Uzay Keşfi Lojistiği Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Yerküre’nin küçük bir dünya olduğunun anlaşılması, birçok önemli keşfin yapıldığı Ortadoğu’da, MÖ. 3.yüzyılda o dönemin en büyük metropolü sayılan Mısır’ın İskenderiye kentinde ortaya atılmıştır (Sagan, 2017: 24). Mısır’ın İskenderiyesi’nde yapılan araştırmalar sonucu ortaya atılan “Dünya” fikri ile yeryüzünü keşfetme çabaları ve kıtaların keşfi tüm milletler tarafından başlatılmıştır. Kuşkusuz, bunlardan en büyüğü Orta Çağ’da gerçekleşen Coğrafi Keşifler aracılığı ile yapılmıştır. Yerküre, dünya kavramıyla birleşince coğrafi keşifler yardımıyla Yerküre’nin keşfi tamamlandıktan sonra ve artık okyanuslarda gemiler aracılığıyla seyredilebildiği bilgisi ve tekniğine sahip olan insanoğlu merak ve keşfetme arzusunu

Kozmik Okyanusların<sup>2</sup> derinliklerinde doyurmaya başlamıştır. İskenderiye Kütüphanesi'nde yaklaşık altı yüzyıl (Sagan, 2017: 29) evvel temelleri atılan uzay fikri 21. yüzyıl teknolojisi ve uğraşlarıyla bambaşka bir boyutta karşımıza çıkmaktadır. Uzay keşfi konusunda pek çok araştırmanın temeli İskenderiye Kütüphanesi'nde düşünce uğraşları veren bilim insanları tarafından atılmıştır. Ancak ne yazık ki İskenderiye Kütüphanesi nedeni tam olarak belli olmadığı ileri sürülen bir sebepten yıkılıp yok edilmiştir ve bu durum uzay hakkında araştırma ve keşiflerde duraksama yaşanmasına sebep olmuştur.

#### **2.1.1.1. Uzay Keşfi Kavramı ve Tarihsel Gelişimi**

Bu başlık altında keşif kavramı üzerine yoğunlaşarak özellikle coğrafi keşiflerin tamamlanmasından sonra tam olarak uzaya yönelebildiğimiz ve bu süreçte uzay keşfine dair oluşturulan ve geliştirilen faaliyetler ile bunların tarihsel gelişimleri değerlendirilmektedir.

##### **2.1.1.1.1. Keşif Kavramı ve Keşifler**

Türk Dil Kurumu keşif kelimesinin tanımını sırasıyla aşağıdaki gibi yapmaktadır;

- a. Ortaya çıkarma, meydana çıkarma,
- b. Var olduğu bilinmeyen bir şeyin ortaya çıkarılması “Amerika’nın Keşfi”
- c. Gizli olan bir şey hakkında geniş bilgi edinme

Bu bağlamda keşfetmenin henüz bilmediğimiz yerlerin, nesnelerin veya durumların farkına varmak anlamına geldiği söylenebilir. Keşifler, bu araştırmada coğrafi keşifler ve uzay keşifleri olarak ele alınmaktadır (TDK, 2018).

##### **2.1.1.1.1.1. Coğrafi Keşifler**

15.yüzyılın başlarından itibaren, Avrupa Devletleri dünya tarihinde önemli aşamaların başlangıcı sayılacak bir dizi keşfe öncülük etmişlerdir. Amerika, Afrika ve

---

<sup>2</sup> Sagan, s.17.

Uzak Doğu gibi kara parçalarının keşfini içeren bu dönem “Coğrafi Keşifler Çağı” olarak adlandırılmaktadır ( The Saylor Academy, 2018). Yaklaşık iki yüzyıl boyunca devam eden keşiflerde, yeni kıtalar keşfedilmesinin yanı sıra, dünya çevresi ilk kez denizyolu ile dolaşmış ve ticari faaliyetler dünya çapında yapılmaya başlanmıştır. Coğrafi Keşifler, ilk kez deniz aşırı imparatorluklar kurularak büyük ölçüde kültürel etkileşimler oluşmasına yol açmıştır. Bu kültürel etkileşimlerin beraberinde keşfedilen toprakların kaynaklarından yararlanılmış ve bu denli önemli, etkisi ve bilgisi 21.yüzyıl teknolojisi, ekonomisi, politikası ve kültürüne ışık tutan Coğrafi Keşifler, başta Avrupa Devletlerinin birbirleriyle olan rekabeti ile denizaşırı keşifleri körüklese de sonradan sömürgecilik faaliyetlerine zemin hazırlayarak güç ve ekonomik üstünlük yarışına dönüşmüştür (Encyclopædia Britannica Inc, 2018).

Yeryüzünün keşfi Keşif Çağı’nda tamamlanınca, eski çağlardan beri merak edilen ve bir gizem olarak yaklaşılan, dünyanın yuvarlaklığı, dönüşü, Güneş, Ay ve yıldızlar hakkındaki düşünceler ve bulgular insanlığın gözünü tekrar uzaya çevirmesine neden olmuştur.

#### **2.1.1.1.1.2. Uzak Keşifleri ve Araştırmaları**

Antik çağlarda dünyanın dört bir yanındaki insanlar gökleri incelemişlerdir ve hem dini hem de pratik amaçlar için astronomik fenomenlerin gözlemlerini ve açıklamalarını bazen gündelik hayatta bazen de önemli bilimsel araştırmalarda kullanmışlardır (Logsdon, 2018). Özellikle Rönesans döneminde, teleskop gibi yeni gözlem araçları ve yöntemleri astronomik gözlemlerin yapılmasına ve gökyüzünün gizeminin çözülmesine büyük katkı sağlamıştır. Ancak bu bağlamda asıl gelişmeler 20. yüzyılda yaşanmıştır; Roketlerle yapılan denemeler sonucu ilk uydunun fırlatılması ve ilk insanlı uzay görevleri bu dönemde başarılmıştır. Üstelik geliştirilen araçlar ve makinalar aracılığıyla keşfedilen başka gezegenlerin yüzeyinde keşif gezileri uzay araçları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir ve gerçekleştirilmektedir. Devam eden gelişmelerle uzay keşfi kapsamlı bir şekilde, gelişmiş araç gereçlerle ve özellikle Yerküre’nin yörüngesinde konuşlandırılan Uluslararası Uzay İstasyonu (ISS) ile diğer gezegenler ve uzay hakkında bilimsel deneylerin yapılabilmesini mümkün kılmaktadır. Uzay araştırmaları vizyonu hem stratejik hem de taktik hedefleri içeren

bir dizi hedef belirlemektedir (Evans ve Laufer, 2006: 1). 21. yüzyılda ise ticari anlamda uzay keşifleri ve seyahatleri yanı sıra insanlı uzay aracı ile Mars ve çevresinin keşfi ve Mars'ta oluşturulması planlanan kolonileşme hareketleri gibi yeni hedefler söz konusudur.

### **2.1.2. Uzay ve Uzay Keşfi Kavramları**

Uzayın tanımına ve nerede başladığına dair yapılan çalışmalar sonucu, çoğu kaynak ve araştırmacı tarafından uzay “yeryüzü atmosferinin dışında kalan alan” olarak ifade edilmektedir (Lal ve Nightingale, 2014: 2). Öte yandan 28 Mart, 1979 yılında Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB), hava sahası ile uzay arasındaki sınır hattının 100 (110) km’de kurulmasını ve kurulan bu sınır hattında uzay nesnelerinin egemen olunan hava sahası boyunca 100 km altında, yörüngeye ulaşmak veya Yerküre’ye dönmek amacı ile uçuşa hakkına sahip olmasını önermiştir (Berger ve diğerleri, 1979: 111).

Türk Dil Kurumu tarafından yapılan tanımlarına göre uzay;

- a. “Bütün varlıkların içinde bulunduğu sonsuz boşluk, feza, mekân
- b. Bütün gök cisimlerinin içinde bulunduğu sınırsız boşluk” olarak ifade edilmektedir (TDK, 2018).

1958 yılında NASA tarafından açıklanan Yetkilendirme Yasasına göre havacılık ve uzay faaliyetleri “Yerküre’nin atmosferinin içinde veya dışında uçuş problemlerinin çözümü ve araştırması” olarak tanımlanmaktadır (NASA, 1958).

Tüm bu uzay tanımları doğrultusunda söyleyebiliriz ki; Uzay keşfi, mürettebatlı veya mürettebatsız bir uzay aracı ya da bir robot aracılığıyla Yerküre’nin atmosferinin ötesine, uzaya ulaşarak veya gözlem aracı yardımıyla uzaya dair gözlemler yaparak kozmos ile ilgili daha fazla bilgi edinmek, edinilen bilgiyi insanlık yararına kullanmak gibi amaçlara hizmet eden; yıldızları, gezegenleri, uydu sinyallerini, uzaya yapılan uçuşları içeren deneyler, gözlemler ve araştırmalardır.

### **2.1.3. Uzay Keşfi Süreci Bileşenleri**

Uzay keşfi süreci sistem, görev, program ve projelerden oluşmaktadır. Bu bağlamda uzay keşfi bileşenlerini sırasıyla ele alacak olursak:

Sistem ve sistem mühendisliği; uzay keşfi gibi bir girişimin devamlılığının sağlanması için sistem mühendisliğinden büyük ölçüde yararlanılmaktadır. Sistem mühendisliği; program ve projenin ömür devri boyunca sistemin tasarımı, geliştirilmesi, işletilmesi, bakımı ve elden çıkarılması yönünde devam eden, kendi kendini tekrarlar nitelikte, yinelenerek uygulanan sistematik ve disiplinli bir süreçler dizisinin birlikte çalışabilirliği üzerine kurulmaktadır (NASA , 2007: 3).

Uzay keşfi faaliyetleri hedeflenen bir görev (örn; Plüto'nun keşfi, Mars'ta kolonileme, Ay'ı endüstrileştirme vb.) etrafında şekillenmektedir ve bu göreve uygun sistemler oluşturulmaktadır.

Program ve projeler ise; program, uzay ajansının amaçlarını ve hedeflerini gerçekleştirmesine yönelik belirlediği gerekli stratejik yönetimi uygular. Projeler ise tanımlanmış gereksinimlere, bir ömür devri maliyetine, bir başlangıca ve bir sona sahip bir program planında tanımlanan özel bir yatırımdır. Bir projede ayrıca bir yönetim yapısı vardır ve diğer projeler, ajanslar ve uluslararası ortaklara yönelik arayüzlere sahip olabilir. Proje, uzay ajansının stratejik hedeflerini doğrudan ele alan yeni program veya proje, kavramdan operasyonlara ve sonuçta kullanım dışı olma / hizmetten çıkarma aşamasına doğru ömür devri boyunca ilerler. Programlar ve projeler, ömür devri boyunca ilerlemenin resmi onayını almak için belirli noktalarda periyodik olarak değerlendirilir (NASA, 2014: 5-6).

### **2.1.4. Uzay Keşiflerine Dair Tarihsel Gelişimler**

Araştırmanın bu bölümünde, uzay keşfi tarihi ve gelişim süreci, 11.yüzyıldan başlayarak 21.yüzyıla kadar uzanan zaman dilimini kapsayan, belirli aralıklarda kümelenerek oluşturulan üç başlıkta toplanmaktadır. Bu üç başlık altında belli başlı önemli uzay keşfi girişimlerine yer verilmektedir.

#### 2.1.4.1. 1600 Öncesi Uzay Keşiflerine Dair Gelişmeler

11. yüzyılda Çin İmparatorluğu'nda "Barutun İcadı"; savaşlarda eski ilkel formdaki roketleri itmek için kullanılan ilk yakıt olan barutu elde etmek amacıyla kükürt, odun kömürü ve tuz gübresinden<sup>3</sup> yararlanmıştır (Howell, 2018). Gerçek roketlerin ilk kullanımını bildiren tarih 1232 yılı olarak kayda geçmiştir. Bu sırada, Çin İmparatorluğu ve Moğollar birbirleriyle savaş halindeyken, Çin İmparatorluğu roketlerin temel fikrini oluşturan "uçan ateş oklarını" Moğollara karşı kullanmışlardır. Ardından savaşta "uçan ateş oklarını" gözlemleyen Moğollar kendi ilkel tarzda roketlerini üretmişlerdir ve roket kullanımının Avrupa'ya yayılmasında Moğolların rolü olduğu düşünülmektedir. 13. yüzyıldan 15. yüzyıla kadar birçok roket deneyi yapılmıştır. İngiltere'de, Roger Bacon adlı bir keşiş, barut formunun gelişimi üzerine çalışarak roket üretimi ve kullanımı ile ilgili önemli sonuçlar elde etmiştir. Fransa'da Jean Froissart, roketleri tüplerin içinden fırlatarak daha doğru bir şekilde fırlatmayı sağlayan yeni bir teknik keşfetmiştir. Froissart'ın fikri, modern bazukanın<sup>4</sup> öncüsü olarak görülmüştür. İtalya'dan Joanes de Fontana, düşman gemilerini ateşe vermek için yüzeyde çalışan roket enerjili bir torpil<sup>5</sup> tasarlamıştır (NASA, 2018). Roket kullanımı özellikle savaşlarda etkin bir rol oynamıştır. Diğer yandan roketler, havai fişek gösterilerinde de kullanılmışlardır. Özellikle 16. yüzyılın roketlerin, savaşlarda silah olarak kullanılmadığı bir dönem olduğu söylenmektedir. Alman havai fişek yapımcısı olan Johann Schmidlap, havai fişekleri daha yüksek irtifalara kaldırabilmek için çok aşamalı olarak bilinen "adım roketi" icat etmiştir. Bu icat ile, büyük bir gökyüzü roketi (ilk aşama) daha küçük bir gökyüzü roketini (ikinci aşama) taşıyacak şekilde düzenlenmiştir. Böylece fırlatıldıktan sonra büyük roket yandığında küçük roket ondan bağımsız olarak daha yüksek irtifalarda devam etmeyi başarmıştır. Schmidlap'ın fikri, 21.yüzyıl uzay keşfinde kullanılan roket teknolojisinin temelini oluşturmuştur. Öte yandan Çin İmparatorluğu'nda filizlenen roket anlayışı ve oluşumu eski Çin efsanelerine de konu olmuştur ve efsanelerde roketlerin taşımacılık anlamında kullanıldığına dair çeşitli anekdotlardan bahsedilmektedir (NASA, 2018). Her ne

<sup>3</sup> Karışım ile potasyum nitrat elde edilmektedir.

<sup>4</sup> Bir çeşit silah türüdür.

<sup>5</sup> Savaş gemilerinde sualtı silahı olarak kullanılan büyük bir bomba türüdür (TDK,2018).

kadar bu efsanenin doğruluğu ile ilgili kesin veriler olmasa da 21.yüzyılda uzaya ulaşmak için taşımacılıkta kullandığımız roketlerin bu alanda kullanımına dair ilk fikirlerin o dönemde ortaya atıldığı söylenebilir.

#### 2.1.4.2. 1600-2000 Uzay Keşifleri ve Gelişimi

1600 ve 1900 tarihleri arasında uzay keşifleri daha sistematik bir yapıda ve daha çok keşfetme amacına yönelik bir yaklaşım ile ele alınmıştır. Bu yıllar arasında uzay keşiflerine yön veren önemli olaylar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- I. Roketlerde bilimsel bakış açısı; 17. yüzyılda Isac Newton'un yayınladığı "Philosophae Naturalis Principia Mathematica" (Davis, 2018) adlı kitap ile başlamıştır. Bu kitapta Newton'un ele aldığı yasalar yakın gelecekte roketlerin tasarımı üzerinde pratik bir etkiye sahip olmuştur (NASA, 2018).
- II. Modern roket anlayışı; 1898 yılında Konstantin Tsiolkovsky roketlerle uzay keşfi yapılabileceği fikri ve sıvı yakıtlı roket denemeleri ile başlamıştır. Tsiolkovsky fikirleri, dikkatli araştırması ve büyük vizyonu ile önemli çalışmalar sunmuştur ve bu yönüyle modern uzayda yolculuk biliminin (astronotik) babası olarak adlandırılmıştır (NASA, 2018). Ayrıca roketlerin uzay keşfinde kullanılmasına yönelik fikre liderlik ettiği söylenebilir.
- III. 20. yüzyılın başlarında, Amerikalı Robert H. Goddard, roket ile ilgili pratik deneyler yürütmüştür. 1919'da "A Method of Reaching Extreme Altitudes" adlı bir kitapçık yayınlamıştır (NASA, 2018). Sıvı yakıtlı roket yapımının teknik zorluklarına rağmen, Goddard, 16 Mart 1926'da sıvı yakıtlı bir roketle ilk başarılı uçuşunu gerçekleştirmiştir (Siddiqi, 2004: 101-102).
- IV. Almanya'da, uzay yolculuğu derneği<sup>6</sup> altında topluluğun oluşumu, İkinci Dünya Savaşı sırasında Londra'ya karşı kullanılan V-2 roketinin geliştirilmesine yol açmıştır (NASA, 2018). V-2 roketi, Yerküre yüzeyinin 100 km üzerine yükselmeyi başarmış ve savaş bittikten sonra Almanya'nın düşüşüyle birlikte Wernher von Braun (V-2 roketini geliştiren bilim insanı)

---

<sup>6</sup> Verein für Raumschiffahrt kurulan uzay yolculuğu derneğidir.

ABD'ye giderek roketler üzerindeki çalışmalarını orada devam ettirmiştir (Lambert, 2016: 1).

- V. 1946 yılında, Wac Corporal olarak bilinen ilk Amerikan-tasarımı roket, New Mexico'daki White Sands Proving Ground'dan fırlatıldıktan sonra 50 mil yükselerek uzay sınırına ulaşmayı başarmıştır. Uzaya ulaşılabilmesinin ispatından bir yıl sonra ikinci kez White Sands Proving Ground'dan V-2 roketi içinde meyve sinekleri, çavdar tohumu ve pamuk çekirdeği olan birkaç şişe yüklenerek uzaya fırlatılmıştır. Böylece meyve sinekleri uzaya fırlatılan ilk hayvanlar olarak tanımlanmıştır. Ayrıca 60 km'lik yüksekliğe ulaşan bu V-2 roketi yükü bozulmadan yeryüzüne geri getirilebilmiştir (NASA, 2018). Bu gibi çalışmalar ve denemeler ışığında, roketi uzay keşfinde ve uzay araştırmalarında kullanmak artık sadece bir fikir değildir, aksine uzayın keşfinde kullanılan en temel araç haline almaya başlamıştır.
- VI. 1958 yılında NASA (The National Aeronautics and Space Administration) kurulmuştur ve halihazırda var olan Havacılık Ulusal Danışma Komitesinin (NACA) sorumlulukları NASA tarafından üstlenilmiştir (NASA, 2018). NASA, tüm insanlığın yararı için uzayı barışçıl bir şekilde keşfetme hedefini temel alan bir kurum haline gelme yönünde adımlar atarak vizyonu; uzayda yeni yüksekliklere ulaşmak ve bilinmeyenleri insanlığın yararına ortaya koymak fikri üzerine şekillendirmiştir.
- VII. 1965 ve 1970 yılları arasında Krafft Ehrlicke, "The Extraterrestrial Imperative" başlığı altında "uzayı sanayileştirme" kavramına giriş niteliğinde çalışmalar serisine başlamıştır. 1977, 1978 yıllarında, üç kısımdan oluşan bu çalışmalarını "British Interplanetary Society" dergisinde "The Extraterrestrial Imperative" başlığı altında yayınlamıştır. Bu çalışmalarıyla 15 yıllık süre zarfında Ay'ı Sanayileştirme ve Ay'da yerleşim kurma üzerine "The Seventh Continent: Industrialization and Settlement of the Moon" üzerine bir kitap yazmıştır (Lunar and Planetary Institute, 1985: 825). Bu yayın ve yaklaşımla keşifler yeni bir boyut kazanmıştır ve ilerleyen yıllarda asteroid madenciliği gibi yeni kavramların oluşmasına yol açmıştır. Bu yaklaşımı bütünleyen fikir ise "yerinde kaynak

kullanımı” adında keşfedilen gezegenlerdeki kaynakları kullanarak keşfi ve yerleşmeyi desteklemek amaçlı bir oluşmuştur.

- VIII. SSCB ve ABD uzay serüvenlerinde maddi ve manevi kayıplara neden olan kazalar: (1) 1967 Apollo 1; NASA, uzay aracında yangın (Chaikin, 2010: 108) sonucu mürettebat hayatını kaybetmiştir, (2) 1967 Soyuz 1; SSCB uzay aracı iniş modülünün çökmesi ve paraşütten kaynaklanan arıza nedeniyle mürettebat hayatını kaybetmiştir (Chertok, 2009: 642), (3) 1971 Soyuz 11 SSCB uzay aracı hava basıncıyla dışarıdakini dengelemek için açılması öngörülen kapakçık hasar nedeniyle açılmamıştır ve mürettebat hayatını kaybetmiştir, (4) 1970 Apollo 13 oksijen tankı patlaması sonucunda can kaybı yaşanmadığı için “başarılı başarısızlık” olarak adlandırılmıştır (NASA, 2018), (5) 1986 Challenger kazası<sup>7</sup> normalin üstünde soğuk havadan ve katı roket güçlendiricilerden birinde hatalı bir O-ring contasından kaynaklanmıştır ve bir sivil ile beraber mürettebat hayatını kaybetmiştir (NASA , 2007: 81).
- IX. 1971 Salyut-1; Yerküre’nin yörüngesinde ilk uzay istasyonudur (Gopal ve Tikhvinsky, 2018: 216).
- X. 1975 SSCB ve ABD iş birliği anlaşması; Apollo-Soyuz Projesi (NASA, 2010).
- XI. 1981 yılında NASA STS<sup>8</sup> seferleri başlar; uzay mekiği olarak bildiğimiz, 30 yıl boyunca uzaya Amerika’nın insani erişimini sağlayan taşımacılık görevini üstlenen kanatlı ve yeniden kullanılabilir fırlatma ve indirme filosunun amacı uzaya gönderilmiş olan aracı yeniden kullanarak maliyetini azaltmaktır (NASA, 2011: 1).
- XII. 1986 yılında fırlatılan Yerküre’nin yörüngesinde Uluslararası Uzay İstasyonunun ilk modülü olan Mir İstasyonu fırlatılmıştır (NASA, 2018). Bunu takiben başka modüller de istasyona eklenmeye başlamıştır.
- XIII. 1991 yılında SSCB yıkılmasının ardından 1992 yılında Rusya ile ABD arasında Shuttle-Mir Programı kapsamında iş birliği anlaşması imzalanmıştır (NASA, 2011: 19).

<sup>7</sup> NASA uzay mekiği filosunun ilk kazası, uzay mekiği filosu Uluslararası Uzay İstasyonuna belirli aralıklarla düzenlenen sürekli tedarik sağlanması faaliyetlerinde kullanılmıştır.

<sup>8</sup> “Space Transportation System” Uzay mekiği programı ve serisinin genel adıdır.

- XIV. 1997 yılında Mars Pathfinder, Mars Ares Vallis'e iniş yapmış olup ekipman ile bir gökcismine inebilen ilk gezici uzay aracı olarak tarihe geçmiştir (NASA, 2018).

#### **2.1.4.3. 2001-2018 Uzay Keşiflerine Dair Gelişimler**

2001 ve 2018 yılları arasında uzay keşiflerine yön veren önemli olaylar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- I. 2001 yılında Uluslararası Uzay İstasyonunun modüller halinde yörüngedeki inşası devam etmiştir (bu süreç devam eden bölümlerde detaylı bir şekilde incelenmiştir) (NASA, 2005: 7).
- II. 28 Nisan 2001 yılında Amerikan iş adamı Dennis Tito uzayda ilk turist olarak tarihe geçmiştir. Rus Uzay Programı aracılığıyla bir Soyuz uzay kapsülünde Rus mürettebatıyla beraber (BBC News, 2018) 20 milyon dolarlık yolculuk gerçekleştirmiştir. Bu faaliyet uzayda ilk turistik faaliyet olarak kayıtlara alınmıştır.
- III. Mürettebatı yörüngeye taşıyan bir taksi veya bir filika görevinde ilk “uzay taksi” olan Rus Soyuz-TMA uzay aracı seferlerine başlamıştır (Russian Space Web, 2018).
- IV. 2003 Columbia uzay mekiği kazası ve STS görevine ara verilmesi; Kaza ile ilgili inceleme sonuçlarına göre fırlatma sırasında yakıt tankından kopan köpük parçası aracın sol kanadında bir delik açmıştır. Bu delik atmosfere giriş sırasında kanattan içeriye sıcak gazların nüfuz etmesine ve yörünge aracının kontrolünün kaybedilerek saatte 13.000 mil üzerinde seyahat halindeyken parçalanmasına sebep olmuştur. Bu kaza karşısında, NASA yeni bir güvenlik güncellemesi oluşturulana kadar tüm STS filosunun yörüngeye uçuşlarını durdurmuştur (Mansfield, 2018).
- V. Rusya ve ABD harici devletlerin uzay araştırma girişimleri başlamıştır (China Spaceport, 2018).

- VI. 21 Haziran 2004'te Asari X PRIZE<sup>9</sup> ödülünü SpaceOneShip kazanmıştır. Böylece ilk kez devlet dışı finanse edilen özel sektöre ait SpaceShipOne olarak bilinen uzay aracı uzaya fırlatılmıştır (EAA 54, 2018).
- VII. 2005'te Titan'ın yüzeyine ulaşarak ilk kez Güneş Sistemi dışına çıkmıştır (Nugent, 2016: 95).
- VIII. 2005'te Discovery uzay mekiği fırlatılmıştır. Ancak Columbia ile benzer sorunlar olduğu için NASA uzay mekiği seferlerini filonun sıvı yakıt tankı yeniden tasarlanıp sorun çözülene kadar durdurmuştur (NASA, 2018).
- IX. 2009'da Kepler uzay aracı ve “transit”<sup>10</sup> yöntemi ile gezegen keşfine başlanmıştır (NASA, 2018).
- X. 6 Aralık 2010'da NASA, STS görev serisinin uzay mekiklerinde yaşanan trajik kazalar sonucu Uluslararası Uzay İstasyonu ve Yerküre arasındaki kargo ve tedarik malzemelerinin teslimatı için özel firmalara teklif göndermiştir. Böylece NASA'nın uzay mekiği filosunun görev süresini dolmuş kabul edilir (Russian Space Web, 2018). Teklifler doğrultusunda 8 Aralık 2010'da NASA, SpaceX firması ile anlaşmıştır. Bu anlaşma ilk defa yörüngeye yapılan bir uçuş devletten bağımsız bir özel kuruluş tarafından gerçekleştirilmiştir (NASA, 2018). Anlaşma Uluslararası Uzay İstasyonuna tedarik sağlamayı kapsamaktadır. SpaceX ticari olarak ilk 2012 yılında ve ardından 2013 yılında başarılı iki tedarik görevi gerçekleştirmiştir (NASA, 2013).
- XI. 2011 yılında STS-135 göreviyle Atlantis uzay mekiği son kez yörüngeye uçmuştur ve 30 yıllık (NASA, 2011) görevinin ardından Kennedy Space Center'da sergilenmektedir (NASA, 2013: 4).
- XII. 2012 yılında SpaceX NASA ile anlaşması doğrultusunda. SpaceX Dragon uzay aracı ile ilk ticari görev tamamlanmıştır (NASA, 2018).

---

<sup>9</sup> Uzaya ilk özel kuruluşa ait uzay aracı fırlatma çalışması kapsamında düzenlenen bir yarışmadır.

<sup>10</sup> Bir gezegen, Yerküre'den görüldüğü gibi bir yıldızın önüne geçtiğinde, oluşan duruma “transit” denir.

- XIII. Mars'ta yapılan araştırmalarda 2015 yılında sıvı bulgularına rastlandığı sanılmış ve 2017 yılında bu bulguların su değil granül akış olduğu ortaya çıkmıştır (NASA, 2018).
- XIV. 2018 yılında Google Lunar X PRIZE yarışmalarıyla birlikte devletler harici girişimcilerin sayısında artış meydana gelmiştir (X Prize, 2018).
- XV. 2018 yılında SpaceX Falcon Heavy sürdürülebilir (tekrar kullanılabilir) roketlerini ilk uzay robotik yolcusu olan Starman ve ilk arabası olan Tesla'yı uzaya fırlatmıştır (Space X, 2018).
- XVI. 2018 yılı içerisinde Mars'ta yerleşim fikri, kolonileşme ve yerinde kaynak kullanımı yeniden gündeme gelmiş ve Mars'ta sıvı halde su bulunduğu açıklanmıştır.

## **2.2. UZAY KEŞFİNDE ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU (ISS)**

1970-1980 yılları arasında teknik yeterlilik ve mühendislik beceri açısından belirli bir doygunluğa ulaşan havacılık faaliyetleriyle; ilk kez Sovyet Rusya ve ardından ABD tarafından uzay istasyonu tasarımları yapılarak yörüngeye fırlatılmıştır. Böylece uzay istasyonu girişimleri sonuç vermeye başlamıştır (Kitmacher, 2002: 2). Girişimler sonucu ortaya çıkan Uluslararası Uzay İstasyonu yapısı neredeyse 400 ton ağırlığında ve futbol sahası kadar büyük bir alanı kaplamaktadır. Bu kadar büyük bir ağırlığa ve kütleye sahip istasyonu tek seferde Yerküre'nin yörüngesine fırlatmak roket tekniği ve teknolojisi açısından mümkün olmadığından İstasyon aşamalar halinde fırlatılan modüllerin yörüngede montaj işlemleri sonucu oluşturulmuştur (ESA, 2018). İstasyon Yerküre yörüngesinde faaliyet alanı bulan; Avrupa ülkeleri (ESA), ABD (NASA), Japonya (JAXA), Kanada (CSA) ve Rusya (Roscosmos) ortaklığı ile yürütölen bilim ve teknoloji açısından önemli çalışmaların yapıldığı dünya çapında uluslararası bir iş birliği programıdır. Genel yapısı, amacı ve üstlendiği sorumluluklarla bir laboratuvar konumundadır. Yerküre'nin yörüngesinde yerçekiminin düşük olduğu bir ortamda, uluslararası katılımcılarla, bilimsel ve teknolojik araştırmalar yapılan bu laboratuvarın temel amacı; uzayda bilimsel araştırmaları desteklemek, insani beceri gerektiren aktiviteleri yürötmek, yeni keşifler gerçekleştirmek, uzay yolculuğu ve uzay faaliyetlerini geliştirmek ve bu araştırmaları

insanlık yararına kullanmak gibi sorumluluklar üstlenmektir. İlk parçası 1998 yılında Rusya tarafından yörüngeye fırlatılmıştır. İlk girişimin ardından diğer modülleri de fırlatılmaya devam etmiştir. Uluslararası Uzay İstasyonunun ilk mürettebatı 2000 yılında istasyonda görev almaya başlamıştır. Uzay istasyonu, toplam 43 görevde, dünya çapında katılımlarla devam eden uçuşlar sonucunda yerkürenin yörüngesinde montaj işlemi sonucu tamamlanmış bir uydudur (NASA, 2018). Aynı zamanda, kozmik okyanuslarda insanoğlu tarafından inşa edilmiş yapay bir habitat ortamında yaşanabileceğinin bir kanıtı niteliğindedir.

Uluslararası Uzay İstasyonu fırlatma görev ve lojistik faaliyet yoğunluğunu içeren detaylı bir tabloya Ek'1'de yer verilmektedir.

### **2.3. LOJİSTİK YAKLAŞIMININ UZAY KEŞFİ FAALİYETLERİ KAPSAMINDAKİ ÖNEMİ**

Lojistik, uzak konumlar olarak tanımlayabileceğimiz uzayın insanlı keşfini mümkün kılan multidisipliner bir yaklaşımdır. Uzay keşfi lojistiği içeriği bakımından özellikle seyrek seferli ve uzun mesafeli taşımacılık kombinasyonu olarak değerlendirildiğinde kritik kaynak gereksinimleri, uzay araçlarının sınırlı kargo taşıma kapasitesi ve yüksek maliyetli oluşu nedenleriyle zorlu bir süreçten oluşmaktadır. Tek bir görevden bütünleşik bir dizi disipline dönüşen uzay keşfi, her bir disiplinin birbirine bağlı ilerlemesi sonucu karmaşık aşamalar bütünü temsil eder (Ho ve diğerleri, 2017: 1).

Uzay lojistiği hem yeryüzünde hem de uzayda materyaller, insanlar, tesisler ve hizmetler ile ilgilenen uzay keşif operasyonlarını kapsamaktadır (Ishimatsu, 2013: 26). Uzay keşfinde lojistik yaklaşımı arz ve talep doğrultusunda ihtiyaçların belirlenmesiyle başlayıp, belirlenen ihtiyaçların tedariki, taşınması, konumunun ve tüketimin izlenmesi gibi uzay keşfi operasyonlarını desteklemeye yönelik çeşitli faaliyetleri içermektedir. Bu faaliyetlerin hem düşük maliyette hem de sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirilmesi uzay keşfi açısından kritik bir öneme sahiptir. Başka bir deyişle uzay lojistiği gerekli tedarik malzemelerin ve malların Yerküre'den herhangi bir gezegene veya yörünge varışlı taşınmasını kapsayan uzay keşfi görevinin belkemiğidir (Gralla ve diğerleri, 2006: 2).

Uluslararası Uzay İstasyonu'nun inşasına dair süreçte ELD yaklaşımı ile uzayda yapıların inşasına uyarlanabilen lojistik destek, kaynak planlama ve üretimde kullanılan uygunluğu kanıtlanmış tekniklerde yararlanılmıştır. Bu bağlamda lojistik, uzay yapıları inşa etmek için endüstride eşzamanlı uygulanmakta olan mühendislik tasarımı, geliştirme ve üretim mühendisliği yönetim sistemi iş methodlarını içermektedir (Humphries ve Barez, 2006). Bu iş methodları araba üretimi veya gemi inşası gibi üretim süreçlerinde de değerlendirilmektedir. Ancak uzay keşfi bu üretim süreçlerinden farklı olarak hata kabul etmeyecek önemde riskli çalışmaların yürütülmesine ve alışılmışın dışında bir lojistik sürece entegredir. Örneğin; bir uydunun tasarım ve üretiminden, fırlatılmasına kadar geçen tüm faaliyetler entegre lojistik destek kapsamında yürütülmektedir. Uzay lojistiğinde uydu tedariki küresel bazda az sayıda üretici tarafından karşılanmaktadır. Uydular, değiştirme ve onarımın genellikle seçenek dahilinde olmadığı bir uzay ortamında çalışacaklarından kapsamlı testler gerektirirler ve kullanıcıların istekleri doğrultusunda özel olarak üretilirler. Her yıl sınırlı sayıda roket fırlatılabildiği için tedarik zincirinde uydu teslim tarihleri bir uydu fırlatma sistemi tarafından yönetilmektedir; bu sistemde üretim veya yasal gecikmeler nedeniyle oluşabilecek aksaklık, uyduyu yörüngeye taşımak için başka bir fırlatma aracının hazırlığı aylar hatta yıllar sürebilmektedir. Ayrıca bir uydunun kütlesini ve fiziksel boyutlarını en aza indirmek kritik öneme sahiptir, çünkü daha ağır veya daha büyük uydular, daha büyük ve daha maliyetli roketler gerektirebilir (Canis, 2016: 2). Uzay aracı fırlatma aralıkları, kütle ve maliyet açısından Uluslararası Uzay İstasyonuna düzenlenen tedarik amaçlı fırlatmalar için de bahsi geçen fırlatma süreci geçerlidir.

Uzay çalışmalarındaki gelişmeye bağlı olarak pek çok açıdan lojistik desteğe duyulan ihtiyaç artmaktadır. İnsanlı uzay keşfi için görev planlamada en büyük zorluklardan birisi lojistik yönetimi olarak değerlendirilmektedir. Yeryüzünde herhangi iki şehir arasında gerçekleştirilen ticari veya özel süreçlere uyguladığımız lojistik faaliyetler doğrudan uzay keşfi lojistiğinde kullanılabilme açısından bazı zorluklara sahiptir (Ho ve diğerleri, 2014: 429). Özellikle mürettebatlı görevleri, görev süresi boyunca desteklemek için tüketim malzemeleri, bakım-onarım ekipmanları, yedek parçalar ve ambalajlama gibi lojistik unsurların miktarı ve özelliklerinin

bilinmesi keşfin kritik yapısı açısından önem arz etmektedir (Goodliff ve diğerleri, 2017: 1).

Uzay keşfi lojistik süreci gezegenlerarası lojistik faaliyetler kapsamında değerlendirilmektedir. Bu bağlamda gezegenlerarası lojistik zorluklar; mürettebat için uzay aracında kullanılacak tedarik malzeme (yiyecek, içecek, kıyafet vb.), uzay aracının belirli bir menzilde yol alabilmesi için gerekli yakıt desteği, varış yeri olarak belirlenen gezegen ile Yerküre arasındaki mesafe, mürettebatın tüketimi sonucu ortaya çıkan atık maddeler ve uzay aracının taşıma kapasitesi olarak değerlendirilmektedir (Ho ve diğerleri, 2014: 429). Tüm bu zorluklar göz önünde bulundurulduğunda hem taşıma kapasitesindeki kısıtlar hem de tüketim malzemelerinin yanısıra yakıt ve yedek parça ihtiyacı, kapasite ve ihtiyaç çelişkisini başka bir deyişle arz veya talep açığını ortaya koymaktadır. Lojistik açıdan bu tip zorluklar özellikle Uluslararası Uzay İstasyonu programı ile yedek parça gereksinimleri, izleme ve depolama araçları ve ekipmanları, hatta mürettebat için uygun miktarda yiyecek içecek gereksinimlerinin tahmininde deneyimlenmiştir. Bu zorlukların, Yerküre'nin yörüngesinin dışında yer alan Mars'a keşfi veya diğer gezegenlere keşfi içeren programlar için önemli ölçüde karmaşık olduğu, hatta talebe bağlı gönderilerin karmaşıklığı alışık olunan uzay lojistiği sürecinden daha fazla olabileceği öngörülmektedir (Shull ve diğerleri, 2006: 1).

Uzay keşfi mimarisi ve araç tasarımı, lojistik ile ilgili operasyon maliyetini doğrudan etkileyeceği için uzay lojistiği, tasarım sürecinin erken aşamalarında dikkate alınmalıdır. Çeşitli uzay keşfi mimarisi seçenekleri ile bağlantılı lojistik süreçlerin maliyetlerini kavramak için belirli bir modelleme çerçevesine planlamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yeryüzü lojistiği ve tedarik zincirindeki bilgi zenginliği kullanılarak uzay lojistiğini anlamak için bir model geliştirilip Yerküre dışına gerçekleştirilen lojistik faaliyet süreçlerine uygulanabilir olduğu düşünülmektedir (Shull ve diğerleri, 2006: 1).

### **2.3.1. Uzay Lojistiği Kavramı**

Amerikan Havacılık ve Uzay Bilimleri Enstitüsü'nün (AAIA) Uzay Lojistiği Teknik Komitesinin tanımlarına göre uzay lojistiği; “*Sistemin ömür devri boyunca*

*gerekli bilgi, hizmet ve materyal akışının yönetimi ve operasyonunu sağlamak için oluşturulan uzay sistem tasarımının teorisi ve uygulamasıdır. Uzay operasyonlarını desteklemek için ihtiyaç duyulan malzeme akışını yönetme bilim ve sanatıdır (AIAA, 2018). ”*

Askeri lojistiğin ortak tanımından oluşturulmuş tanıma göre ise uzay lojistiği; uzay kapsamında insan ve robotik operasyonlar sürdürme yeteneğiyle uzaya, uzaydan ve uzayda malzeme ve insan hareketini planlama ve uygulama bilimidir (Snead, 2004: 3). Bu nedenle uzay lojistiği, uzay operasyonları bakımından hem dünyada hem de uzayda malzeme, insan, tesisler ve hizmetlerle ilgilenmektedir (Ishimatsu, 2013: 28).

Uzay lojistiğinin farklı bir formu olarak karşımıza çıkan gezegenlerarası lojistik kavramı ise uzay lojistiğinin yeryüzünde gerçekleştirilen faaliyetlerini gözardı ederek fırlatma dahil olmak üzere malzemelerin uzaya taşınıp depolanmasını kapsayan bir lojistik süreçtir (Shull ve diğerleri, 2006: 2).

### **2.3.2. Uzay Lojistiğinin Tarihsel Gelişimi**

İkinci Dünya Savaşı’ndan bu yana özel sektörde ve askeri alanda yeryüzüne ait tedarik zincirinin etki ve verimliliğini artırmak için çok sayıda bilimsel ilke ve teknik geliştirilmiştir. Başlangıçta bu ilke ve teknikler uzay lojistiği ve uzay keşfi sürecinde mühendislik faaliyetlerinin gerisinde değerlendirilmeye alınmıştır. Fakat bu hatalı değerlendirmenin ardından uygun ve etkili bir tedarik zinciri ve lojistik yönetimi yapılmadan sürdürülebilir bir uzay keşfinin neredeyse imkansız olduğu sonucuna varılmıştır (Ishimatsu, 2013: 28). Bunun sonucu olarak Güneş Sisteminde, insanı diğer gezegenlere götürmek ve o gezegenlerin güvenli bir şekilde keşfedilmesini ve araştırılmasını sağlamak için sistemler geliştirmede, lojistik planlama ve analiz yöntemlerinin tüm keşfin sürdürülebilirliği açısından temel gereksinim olarak görülmesi gerektiği 1960’lı yıllarda Amerikan Savunma Bakanlığı tarafından kabul görmüştür (Cox ve diğerleri, 1992: 1).

Uzay keşif çalışmalarının, lojistik yaklaşımı ile ele alındığı ilk dönemlere bakıldığında “uzay lojistiği” terim anlamı; bir uzay görevi için gerekli tedarik malzemelerin (laptop, çorap, yiyecek gibi) tümünün bir araya getirilmesinin ardındaki organizasyonel çaba anlamına gelmekte olup neye ihtiyaç duyulduğu belirlendikten

sonra gerekli tedarik malzemenin uzay aracına yüklenerek Uluslararası Uzay İstasyonu'na gönderilmesi aşamalarını içermektedir. Lojistik planlamanın önemi ve gerekliliği Yerküre'nin yörüngesinde gerçekleştirilen Uluslararası Uzay İstasyonu'nun montajı sırasında elde edilen deneyimler sonucunda belirginlik kazanmıştır. Bu süreçte oldukça karmaşık işlemler dizisi bir araya getirilmiştir (Gralla ve diğerleri, 2006: 2).

Uzay lojistiği faaliyetlerinin başlangıcından bu yana yapılan uzay keşfi programlarında farklı lojistik model çeşitleri uygulanmıştır. 1969 ve 1972 yılları arasında Apollo programı aracılığıyla Ay'ın yüzeyine 6 görev gerçekleştirilmiştir. Bu görevlerden herbiri kendi kendine yetebilen nitelikte oluşturulmuştur; başka bir deyişle, görevleri desteklemek için hiçbir uzay lojistik ağı kurulmamıştır. Bunun yerine tüm gerekli tedarik malzemeleri astronotların beraberinde sırt çantasıyla varış noktasında taşınmıştır. Apollo programında tahmini yöntemler yardımı ile kısa süreli Ay görevlerini desteklemek için Ay'ın yüzeyinde ihtiyaç duyulacak malzemelerin miktarı ve türü belirlenmiştir. Bu şekilde yapılmış keşfin lojistik stratejisi, tüm ekipmanlarını sırt çantasında taşıyan yürüyüşçülere benzemesi ve malzemelerin yol boyunca elden çıkarılması veya tüketilmesi nedeniyle “sırt çantası modeli (backpack model)” ya da “yanında getirme (carry along)” olarak adlandırılmaktadır. Bu tip bir lojistik stratejisi Apollo programı gibi kısa süreli görevler için pratik ve belki de en uygun yöntemdir. Diğer yandan Uluslararası Uzay İstasyonu programı için “sırt çantası modeli” görev süresinin uzunluğu ve bu süre boyunca tedarik malzemelerinin istasyonda depo edilemeyecek olması nedeniyle uygulanamayacak nitelikte olduğu için bunun yerine, Uluslararası Uzay İstasyonu lojistik stratejisi olarak, Amerikan Uzay Mekiği ve Rus Progress dahil olmak üzere çeşitli araçlar tarafından düzenli olarak yeniden ikmal<sup>11</sup> uçuşları oluşturulmuştur. İstasyona gönderilecek tedarik malzemesi miktarı ve türünün belirlenmesi aşamasında tahmini yöntemler yerine genellikle tedarik malzemesi ihtiyacına göre Uluslararası Uzay İstasyonu'nda oluşturulan gerçek taleplere dayanmaktadır. Bu strateji “planlı yeniden ikmal” olarak adlandırılabilir (Shull ve diğerleri, 2006: 2). Yeniden ikmal faaliyeti, yeryüzü lojistik faaliyetlerinden aşına olduğumuz “arz ve talep” ilişkisi ile benzerlik göstermektedir.

---

<sup>11</sup> Sürekli tedarik malzeme akışı ve operasyon devamlılığı sağlanabilmesi için belirli aralıklarla Uzay İstasyonuna yapılan faaliyetlerdir.

Sipariş süreci ile benzer olan bu strateji müşteri ihtiyaçları ve alışkanlıkları doğrultusunda talebe karşılık verme ile örtüşmektedir. Ancak uzay lojistiğinde taşımacılık faaliyetinde kullanılan araçlar ve lojistik amaç yeryüzünde yapmakta olduğumuzdan oldukça farklı ve karmaşık formda karşımıza çıkmaktadır.

Uzay lojistiği faaliyetinin ilk gerçekleştirildiği alan olarak uyduların uzaya fırlatılması süreci özellikle yeryüzü faaliyetleri ve fırlatıldıktan sonra iletişim haberleşme ve bilgi akışı açısından lojistik faaliyetler kapsamında değerlendirilmektedir. Tüm sistemin yeryüzünde oluşturulup fırlatıldıktan sonra “dokunarak” bakım ve onarım işlemleri mümkün olmadığından uydular gerekli yakıtlarını, enerjilerini ve ömür devri için gerekli yedek parçaları yanlarında taşırlar. Bu süreçte uydular çoğunlukla Yerküre’den kumanda edilirler veya otomatik olarak bakımlarını kendileri yapabilen uydular üretilir. Sürecin aksaklıklarını en aza indirmek için uydular üretim aşamasının başlangıcında tasarlanır. Bu sebeple uyduların üretimi ve geliştirilmesi sürecinde tasarımın güvenilirliği, sürdürülebilirliği gibi önemli kriterler ortaya çıkmaktadır (Breidenbach, 2011: 28). Böylece uydunun ömür devri entegre lojistik destek yaklaşımıyla desteklenebilme yeteneği kazanmaktadır.

Kısacası uzay lojistiğinde, İkinci Dünya Savaşıyla beraber değişen lojistik, tedarik, teknik, bakım, mühendislik gibi ayrı ayrı değerlendirilen faaliyetlerin yerini hem askeri alanda hem de uzay keşif faaliyetlerinde sistemli bir yaklaşım olan entegre lojistik destek almaya başlamıştır.

## **2.4. UZAY KEŞFİNDE ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK**

Bu çalışmada uzay keşfi lojistik destek süreçleri ömür devri boyunca sırasıyla; sistem mühendisliği yaklaşımı, görev yaklaşımı, program ve proje yaklaşımı, ürün seviyesi yaklaşımı (uzay aracı, yedek parça, makine üretimi vb.) olmak üzere dört başlıkta değerlendirilmektedir.

#### **2.4.1. Uzay Keşfi Sürecinin Sistem Mühendisliği Açısından Ömür Devri Lojistik Destek Yaklaşımıyla Değerlendirmesi**

Sistem yaklaşımına dair ilk çalışma 1940'lı yıllarda Ludwig von Bertalanffy, tarafından yapılmış olup çalışmada tüm sistemlerin birleştirilmesine dair bir yaklaşım ortaya atılmıştır (Boardman ve Sauser, 2006: 121). Uzay keşfi gibi bir girişimin devamlılığının sağlanması için sistem mühendisliğinden büyük ölçüde yararlanılmaktadır. Sistem mühendisliği; program ve projenin ömür devri boyunca sistemin tasarımı, geliştirilmesi, operasyonu (işletilmesi), bakımı ve elden çıkarılması yönünde devam eden, kendi kendini tekrarlar nitelikte, yinelenerek uygulanan sistematik ve disiplinli bir süreçler dizisinin birlikte çalışabilirliği üzerine kurulmaktadır (NASA , 2007: 1). Roket, uzay aracı, uydu veya robotların ürün ömür devrinin en uzun ve en desteklenebilir biçimde oluşturulmasının ilk aşamalarından biri olan sistem (roket, ürün, görev vb.) mimarisi uzay keşfi lojistiğinin etkinliği açısından önemli bir süreçtir. Uzay araştırmalarının geçmiş deneyimleri göz önüne alındığında sürdürülebilir sistem mimarilerine<sup>12</sup> duyulan ihtiyaç ön plana çıkmaktadır (Siddiqi ve diğerleri, 2005: 1).

NASA tarafından uzay keşfinde yürütülen sistem mühendisliği; sistemin tasarımı, gerçekleştirilmesi, teknik yönetimi, operasyonu ve hizmetten kaldırılmasını takip eden süreç boyunca düzenli ve multidisipliner bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. “Sistem” üretim yeteneği için gerekli ihtiyaçların karşılanmasına yönelik fonksiyonların bir arada çalışmasını sağlayan unsurların bileşimidir. Bu unsurlar, uzay keşfi amacı doğrultusunda tüm donanım, yazılım, ekipman, tesisler, personel ve prosedürleri içermektedir ve tüm bunlar bir sistem düzeyinde sonuçlar elde etmek için gerekli olan her şeyi tanımlar. Bahsi geçen sonuçlar ise sistem düzeyinde nitelikler, özellikler, davranış ve performanslardır. Sistem tarafından bir bütün olarak eklenen katma değer özellikle bölümler arasındaki ilişki aracılığıyla yaratılırken tüm süreçteki unsurların birbirleri ile ilişkilerinden de etkilenerек, bağımsız olarak bölümlere katkıda bulunmaktadır (Rechtin, 2000).

Sistem bakış açısı; teknik kararlar verilirken “büyük resme” bakmayı ve sistemin planlanan ömür devri boyunca maliyet, çizelge ve diğer kısıtlar dahilinde,

---

<sup>12</sup> Sistemin yapısını, davranışını ve biçimselliğini tanımlayan kavramsal model

istenilen kullanım alanında paydaşların fonksiyonel, fiziksel ve operasyonel performans gereksinimlerine ulaşmasını sağlayan bütünsel bir yaklaşımdır. Herhangi bir sistemin ömür devri masraflarının azaltılmasını destekleyen bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Başka bir deyişle, sistem mühendisliği mantıklı bir düşünme şekli ortaya koymaktadır (NASA , 2007: 3).

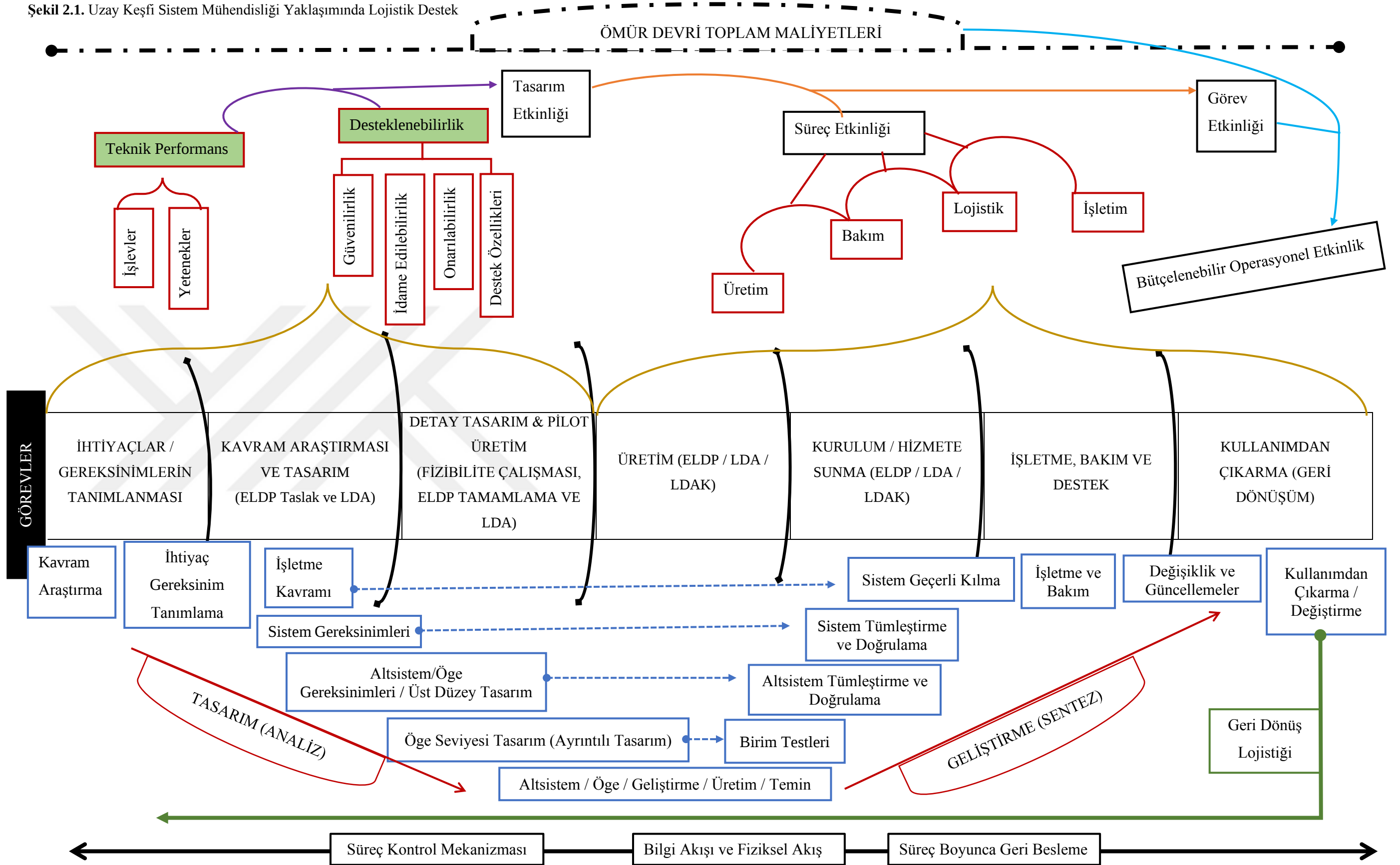
Sistemler büyüdükçe, daha karmaşık üretim ve yönetim süreçlerine ihtiyaç duyarlar. Karmaşık süreçlerin kendileri karmaşık sistemleri oluşturmaktadır. Sistemler, basit bir süreçten daha karmaşık, daha çok dokümantasyona ihtiyaç duyulan, içerisinde çok sayıda organizasyonun ve insanın iş birliğiyle çalışması gereken yapılardır. Böylesine karmaşık sistemlerin işleyiş sürecinde genelde bütçelenenden ve hesaplanandan daha fazla maliyet ortaya çıkabilmektedir (Sommerville, 2014: 6). Bu sebeple sistemler ihtiyaç duyuldukları aşamadan kullanımdan kaldırıldıkları aşamaya kadar geçen ömür devrinde çeşitli yönetsel ve teknik becerilerle desteklenerek en az maliyette en etkili çözümleri hedefleyen entegre yapılardan oluşmaktadırlar. Öte yandan bir sistem oluşturulurken çevresel koşullar (hükümet, uluslararası düzenlemeler, organizasyonlar vb.) ve kısıtlar da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sistemlerde uzay keşfine yönelik sürecin işlerliğini desteklemek için başlıca etkinlikler ile görevin ne kadar desteklendiği ve bu desteklenen görevin bütçe olarak operasyonu nasıl şekillendirdiği “tasarım etkinliği”, “süreç etkinliği”, “görev etkinliği” ve “bütçelenebilir operasyonel etkinlik” (Baktır, 2009: 45) olarak ölçülmekte ve değerlendirilmektedir.

Sürdürülebilir uzay aracı gibi bir sistem söz konusu olduğunda, sistemin ömür devri maliyetlerinin çoğunluğu (tipik olarak %60-70) doğrudan operasyonlara ve destek maliyetlerine bağlanabilir. Bir fırlatma aracı gibi bir sistem söz konusu olduğunda ise ömür devri maliyetlerinin çoğu tasarım ve üretimde olabilir. Sistemin türüne bakılmaksızın, oluşabilecek maliyetlerin sistem geliştirmenin en erken aşamasında belirlenmesi gerekir. Çünkü ileriye ve geriye dönük sistem ihtiyaçları dahilinde tasarımdan itibaren oluşabilecek operasyonel ve destek maliyetlerinin alternatifleri doğrultusunda en uygun sistem işlerliğini sağlayacak kararlar ve olası risklerde karşılaşılabilecek durumlar karşısında alternatif çözümler üretilebilen yapılar uzay keşfinde göreve ve oluşturulan amaca hizmet eder nitelikte olmalıdır (NASA, 2013: 3). Uzay keşfi sürecinde sistem için uygulanabilir lojistik ve operasyon

açısından, belirli bir tasarıma uygun şekilde oluşturulacak elleçleme, taşıma, bakım, uzun süreli depolama ve operasyonel hususlar gibi faaliyetlerin önceden belirlenmesi ve işlerliği ölçülerek sistemin yedek planlar ile desteklenmesini sağlamak hedeflenir (NASA , 2007: 75). Şekil 2.1’te uzay keşfi sistemi içerisinde ömür devri boyunca gerçekleştirilen lojistik destek faaliyetleri, göreve dayalı ihtiyaçların belirlenmesi ile başlayan ve kullanımdan çıkarılmasına kadar uzanan süreç içerisindeki aşamalara göre değerlendirilmektedir.



Şekil 2.1. Uzay Keşfi Sistem Mühendisliği Yaklaşımında Lojistik Destek



Kaynak: (Baktır, 2009) uyarlanmıştır.

#### **2.4.1.1. Ömür Devri Lojistik Destekte Uzay Keşfi Görev Değerlendirmesi**

Ömür devri lojistik destek faaliyetleri hedeflenen bir görev etrafında şekillenmektedir. Uzay lojistiği açısından hem görev tasarımı hem de sistem tasarımı için, lojistik bakış açısıyla mühendislik çalışmaları güvenilirlik, desteklenebilirlik ve en önemlisi de fizibilite çalışmaları ile sistem gereksinimleri doğrultusunda sistemin geliştirilmesine izin verir. Genelde tasarımı değiştirmek tüm sistemi değiştirmekten daha az maliyetlidir. Görev her zaman ilk önce oluşturulmakta ve sistem görevin ihtiyaçlarına göre şekillendirilmektedir. Öte yandan eğer görev ihtiyaçları ile uyuşan bir sistem mevcutsa, bu sistem görevde kullanılabilir aksi halde görev ihtiyaçlarına göre yeni bir sistem oluşturulması gerekmektedir. Örneğin;

Görev1: “Plütoya robotlu keşif”

Görev2: “Plütoda kolonileşme” olmak üzere iki görevimiz olsun. Görev1 için keşfe uygun ihtiyaçlar doğrultusunda sistem oluşturulur. Görev2 için ise Görev1’e göre oluşturduğumuz sistemin belli bir kısmı Görev2’i destekleyebilir, fakat yine de sisteme kaynak ve zaman değişkenini eklemek ve ihtiyaçları belirleyerek yeni bir düzenleme yapmak gerekir. Ayrıca sistemin süreci boyunca görev ile sistem yakın ilişki içerisinde geribeslemeli hareket etmektedir. Çünkü süreç boyunca çeşitli bilinen değişkenler, bilinmeyen değişkenler ve bilinmeyecek değişkenler vardır. Bu değişkenler yeni veriler ve araştırmalar ile değiştikçe sistemde oluşan eksik parçalar göreve katkılı bir şekilde geliştirilir. Örnekte yer alan Görev1 ve Görev2’ye göre; Görev2’de Plüto’da “yerinde kaynak kullanımı” fikrinin değerlendirilebileceği bir kaynak mevcutsa bu durum sistem yapısında değişikliğe neden olacaktır. Kaynak ve mesafe değişkenlerimiz bize Plütoda kolonileşmenin ve keşif faaliyetlerinin sürdürülebilirliğine olanak sağlar. Böyle bir olanak, Yerküre ile Plüto arasındaki tedarik ve lojistik faaliyetleri azaltabilir. Hatta Plüto dünyalaştırılmaya yakın bir sürece tabi edilebilir. Kısacası zamanla sistem geliştirilir, bilinmeyen değişkenler bilinir verilere dönüştükçe sistem yenilenir ve bu da sistem ve görevin geribeslemeli bir şekilde hareket etmesi ile sağlanır. Oluşturulan bir sistem, özellikle uzay keşfinde sürekli yeniden değerlendirmeler ve yinelemelere açık olmalıdır. Kısacası görev gereksinimleri, kısıtları ve mantıksal olay örgüsü oluşturulacak olan sistemi belirler.

#### **2.4.1.2. Ömür Devri Lojistik Destekte Uzay Keşfi Program ve Proje Fonksiyonları Değerlendirmesi**

Program, uzay ajansının amaçlarını ve hedeflerini gerçekleştirmesine yönelik belirlediği gerekli stratejik yönetimi uygular. Projeler ise tanımlanmış gereksinimlere, bir ömür devri maliyetine, bir başlangıca ve bir sona sahip bir Program Planı'nda tanımlanan özel bir yatırımdır. Bir projede ayrıca bir yönetim yapısı vardır ve diğer projeler, ajanslar ve uluslararası ortaklara yönelik arayüzlere sahip olabilir. Proje, NASA'nın stratejik hedeflerini doğrudan ele alan yeni program veya proje, kavramdan operasyonlara ve sonuçta kullanım dışı olma / hizmetten çıkarma aşamasına doğru ömür devri boyunca ilerler. Programlar ve projeler, ömür devri boyunca ilerlemenin resmi onayını almak için belirli noktalarda periyodik olarak değerlendirilir. (NASA, 2014: 5-6).

Kısacası proje ve programlardan bahsettiğimizde tasarımın uygulanmasından bahsetmiş olmaktadır. Projeler genelde programlara bağlıdır ve programlar büyük tasarımları, sistemleri veya görevleri yerine getirirler. Ömür devrinde lojistik destek faaliyetleri aşağıdaki gibidir:

- a. Desteklenebilirlik kavramının gelişimi: Program ve proje tutarlılığını inceleyerek plan, strateji ve onay oluşturulur.
- b. Desteklenebilirlik gereksinimleri: Sistem Gereklilikler Dokümanını inceleyerek Sistem Gereksinimleri, Program gereksinimleri ve proje tutarlılığı doğrultusunda tanım ve yönetim sağlar.
- c. Desteklenebilirlik dökümantasyonu: ELDP ve LDA düzenlenmesi güvenlik, güvenilirlik ve kalite gereksinimleri doğrultusunda program ve projeye dair plan, kavram ve stratejinin ELDP ile tutarlılığı sağlanır.
- d. Desteklenebilirlik verisi: Tutarlılık sağlar ve LDA kapsamını belirler. “Terzilik” için uyum sunar. Program veri mimarisi tüm verilere erişim sağlayarak veri gereksinim belgelerini inceler. LDA, LDAK verilerini geliştirir, barındırır, destekler. LDAK için yorum toplar, onaylar ve saklar. Entegre bir değerlendirme çizelgesi oluşturur.
- e. Tasarım incelemeleri: Desteklenebilirlik, sürdürülebilirlik ve işletilebilirlik için program ve proje tasarımlarını ve sistem tasarımını değerlendirir

- f. Yedek parça ve envanterlerin hazırlanması: Bu aşama, yedek parça tedariki; ömür devrini destekleyen satın alma; satın alma ve artan ihale ihtiyaçlarını belirleme; tedarik stratejisine öncülük etme; hata oranları, kritiklik, paketleme ve yapılandırma için yönergeleri; ortak donanım için kullanılamaz parçaları yönetmek; onarılabilirlik için kod şeması; envanter yönetim sistemini içerir (NASA, 2013: 22-23).

#### **2.4.1.2.1. Ömür Devri Lojistik Destek Yaklaşımının Program Seviyesindeki Fonksiyonları**

Uzay keşfi için oluşturulan ömür devri aşamaları boyunca uygulanan lojistik desteğin program seviyesindeki fonksiyonları; formülasyon ve uygulama olmak üzere iki temel başlık altında incelenmektedir. Stratejik bir yönetim yapısı olarak, program oluşturmak uzay çalışmaları için son derece önemlidir.

Programlar genellikle uzun dönemde bir zaman dilimi için Görev Direktörlükleri tarafından oluşturulmaktadır. Ancak, uzay ajansının stratejik yönetimi veya koşulları değiştikçe, Görev Direktörlükleri zaman zaman programlarını yeniden programlamak ya da etkinliği arttırmak için ilgili programları birleştirmek zorunda kalırlar (NASA, 2017: 18).

##### **2.4.1.2.1.1. Formülasyon Aşaması**

Program formülasyonu aşaması, uzay ajansının ve görev direktörlüğünün amaç ve hedeflerini karşılayabilecek nitelikte maliyet-etkin bir program oluşturmak için tasarlanmıştır. Formülasyon sırasında program ekibi; teknik yaklaşımlar türetir, program gereksinimlerini başlangıç projelerine göre geliştirir ve tahsis eder, formülasyon öncesi proje faaliyetlerini başlatır, ön tasarımlar geliştirir (uygulanabilir olduğunda), organizasyonel yapılar ve yönetim sistemleri geliştirir, programın tedarik ve satın alma stratejilerini tanımlar, gerekli yıllık finansman seviyelerini belirler, ön maliyet ve çizelge tahminlerini geliştirir (NASA, 2014: 15).

#### **2.4.1.2.1.2. Uygulama Aşaması**

Programın uygulanması aşamasında, Program yöneticisi, program planını maliyet etkin bir şekilde yürütmek üzere görev Direktiflikleri Ortak Yöneticisi ve kurucu Proje yöneticileriyle birlikte çalışır. Program incelemeleri, finansman kısıtlamaları doğrultusunda Ajansa ve görev direktiflikleri amacına katkı sağlar (NASA , 2007: 20-21).

Uygulama aşamasında;

- a. Tüm ömür devri lojistik destek faaliyetlerinin çizelge ve bütçe durumu
- b. Öngörülen ömür devri idame maliyetleri (ör. Yedek parçalar, onarımlar, insan gücü)
- c. Ömür devri lojistik destek- program ile ilgili riskler belirlenir (NASA, 2013: 27).

#### **2.4.1.2.2. Ömür Devri Lojistik Destek Proje Seviyesindeki Fonksiyonları**

Projeler kapsam ve karmaşıklığa göre çeşitlilik gösterirler, bu nedenle çeşitliliğe uyum sağlayacak yönetim gereksinimlerine ihtiyaç duyarlar ve öte yandan uzay ajansının dikkat ve gözetimini gerektirirler. Sonuç olarak, projeler iki veya üç kategoride toplanırlar; (1) proje ömür devri maliyeti hesaplamaları, önemli radyoaktif malzemelerin dahil edilmesi veya edilmemesi (eğer insanlı uçuşsa), (2) öncelik seviyesi, NASA için faaliyetlerin önemi ile ilgili (uluslararası katılımlar), yeni veya test edilmemiş teknolojilerin uzay araç/yük geliştirme riski sınıflandırılmasındaki belirsizlik dereceleri olarak sınıflanır (NASA, 2017: 141).

**Tablo 2.1.** Proje Ömür Devri Aşamaları

|                       | Aşamalar                                                                      | Amaçlar                                                                                                                                                                                                                 | Çıktılar /Sonuçlar                                                                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formülasyon<br>Öncesi | <u>Aşama A</u><br><u>Öncesi:</u><br>Kavram<br>Çalışmaları                     | Alternatif fikirler, sistem uygulanabilirliği, maliyet, performans ve gereksinimlerin belirlenmesini ve değerlendirilmesi                                                                                               | Uygulanabilir sistem kavramları<br>simülasyon, analiz, çalışma raporları, modeller ve maketler             |
| Formülasyon           | <u>Aşama A:</u><br>Kavram ve<br>Teknoloji<br>Geliştirme                       | Önerilen sistemin uygulanabilirliğini, istenebilirliğini belirlemek, stratejik plan uyumluluğu oluşturmak, ihtiyaç duyulan sistem teknolojisi gelişmeleri ve program/ proje teknik yönetim planları geliştirmek         | Sistem kavramı, simülasyonlar, analizler, mühendislik modelleri, maketler ve ödünleşme çalışması tanımları |
|                       | <u>Aşama B:</u> Ön<br>Tasarım ve<br>Teknoloji<br>Tamamlama                    | Projeyi, görev ihtiyaçlarını karşılama kapasitesine sahip bir başlangıç temeli oluşturmak için yeterli ayrıntıda tanımlamak. Gereksinimlerini geliştirmek ve her sistem yapısı son ürünü için bir ön tasarım oluşturmak | Maketler, ödünleşme çalışma sonuçları, şartname ve arayüz belgeleri ve prototip şeklinde son ürünler       |
| Uygulama              | <u>Aşama C:</u><br>Nihai<br>Tasarım ve<br>İmalat                              | Sistemin detay tasarımını tamamlamak, donanım imalatı ve yazılım kodu oluşturmak. Her sistem yapısı son ürün için nihai tasarımlar oluşturmak.                                                                          | Son ürün detay tasarımı, son ürün bileşenleri imalatı ve yazılım gelişimi                                  |
|                       | <u>Aşama D:</u><br>Sistem<br>Kurulumu,<br>Entegrasyon<br>ve Test,<br>Fırlatma | Sistemin (donanım, yazılım ve insan) bir araya getirilmesi, operasyonlar için fırlatma ve hazırlama, sistem son ürün uygulamasını, montaj, test ve kullanıma geçişi gerçekleştirmek                                     | Operasyonlar- izin verilen ürünleri desteklemek ile ilgili hazır sistem son ürün                           |
|                       | <u>Aşama E:</u><br>Operasyon<br>ve İdame                                      | Görevi yöneterek ihtiyaçları karşılamak ve desteklemek, operasyon planını uygulamak                                                                                                                                     | İstenilen Sistem                                                                                           |

|  | Aşamalar                   | Amaçlar                                                                                               | Çıktılar /Sonuçlar            |
|--|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
|  | <u>Aşama F:</u><br>Kapanış | Sistem kullanım dışı bırakma / imha planını uygulamak, iade edilen veri ve numune analizlerini yapmak | Ürün kapanışı / kullanım dışı |

Kaynak: (NASA , 2007: 9).

Sonuç olarak, projenin erken aşamalarında farklı seçenekler ve stratejiler, farklı seçeneklerle ilişkili maliyetler ve risklerle birlikte dikkate alınmalıdır (NASA , 2007: 33).

#### **2.4.1.3. Uzay Keşfi Lojistik Desteğin Ürün Seviyesi Ömür Devri Değerlendirmesi**

Uzay keşfi lojistik faaliyetlerinde bir diğer süreç ürün seviyesindeki ömür devri lojistik sürecidir. Ürün ömür devri süreci, uzay keşfinde belirlenen program ve proje dahilinde ihtiyaç duyulan ürün veya ürünlerin üretimini destekleyen süreçlerle birlikte ilerlemektedir. Ürün ömür devri yaklaşımının temel amaçları; özellikle (1) bir ürünün geliştirme döneminde kullanımına uygun olarak lojistik destek unsurlarının belirlenmesi ve bu belirlenen unsurların ürünün temsil edeceği göreve uygun olarak geliştirilmesi, (2) lojistik destek gereksinimlerini karşılayan maliyet etkin çözümlerin bulunması, (3) maliyeti artıracak ve destek problemi çıkarabilecek unsurların erken tespiti ve çözümü, (4) ürün ömür devri boyunca sistemin ihtiyaç duyacağı lojistik destek tedarik zincirinin belirlenmesi, (5) ürünlere kullanım döneminde üretici firmalardan etkin desteğin sağlanması ve (6) teknolojiye uygun akıllı destek mekanizmalarının (ASELSAN, 2018) belirlenmesi yönünde oluşmaktadır.

SX000i 2015 standartlarına göre, lojistik destek ürün ömür devrinde hazırlık aşaması, geliştirme aşaması, üretim aşaması, kullanım aşaması ve kullanımdan kaldırılma aşamaları ile değerlendirilmektedir (SX000i, 2015: 6-7). Görevlerin gereksinimleri doğrultusunda ürünler belirli bir ömür devri yaklaşımıyla keşif süreçlerine hizmet ve destek için oluşturulurlar.

#### **2.4.2. Uzay Keşfi Lojistik Destek Süreç Değerlendirmesi**

Uzay keşfi sürecindeki lojistik desteği; tasarım ve geliştirme aşaması ve operasyon aşaması olmak üzere gruplayabiliriz. Uzay keşfi lojistik desteğinin tasarım ve geliştirme aşamasında ELD yaklaşımı, gerekli desteklenebilirlik gereksinimlerini belirlemek, bu gereksinimlerin hazırlanan destek planı ile örtüşmesini ve görev için gerekli tüm ürünlerin ekonomik standartlarda üretimini ve geliştirilmesini sağlayarak başarılı ve güvenli bir şekilde ihtiyaç duyulan zamanda operasyonları desteklemeyi hedefleyen faaliyetler üstlenmektedir. Uzay keşfi lojistik destek operasyon aşamasında yani üretim sonrası aşamada ise, süreç boyunca bakım ve lojistik kaynakları kullanılan araçlar ve operasyonların güvenli bir şekilde işleyişini yöneterek süreci desteklemek hedeflenir (Butina, 2010). Uzay lojistiği ömür devri destek uygulaması, tüm ömür devri lojistik destek faaliyetlerinin çizelge ve bütçe durumu, tasarlanan ömür devrinde yedek parça, tamirler ve işgücü gibi idame maliyetleri, ömür devri lojistik destekle ilgili programa yansıyan hesapta olmayan maliyetler, tedarikçi veya satıcı ile yaşanan sorunlar, uçuşta kütle ve hacim gereksinimlerinde artış gibi riskler ile yüzleşildiği operasyona yönelik çabuk çözümleri alınması gereken kritik durumları barındıran bir süreci ifade etmektedir (NASA, 2013: 27).

##### **2.4.2.1. Uzay Keşfi Lojistik Destek Unsurları**

Ömür devri lojistik destek; bakım ve lojistik destek unsurlarının birbirleriyle doğru entegrasyonu ve ekipman veya sistem tasarımı ile ilgili kararlara ilgili hususların uygulanması yoluyla gerçekleştirilir (NWSI 30-3102, 2017: 3-4). Lojistik destek uygulamasında yararlanılan destek unsurlarını sırasıyla; bakım kavramı ve planlama, tasarım arayüzü, tedarik desteği, destek ve test ekipmanları, işgücü, personel ve eğitim, teknik bilgi, lojistik bilgi yönetimi, ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma, tesisler oluşturmaktadır. NASA tarafından hazırlanan Ömür Devri Lojistik Destek Klavuzuna göre uzay projelerinde lojistik destek unsurları aşağıdaki alt başlıklarda değerlendirilmektedir.

#### **2.4.2.1.1. Bakım Kavramı ve Planlama**

Bakım kavramının amacı ömür devri maliyetlerini kontrol ederken gerekli sistemin hazır bulunabilirliğini sağlayacak, sistem bakımına uygun bir yaklaşım oluşturmaktır. Bakım kavramı görev profili, operasyonel gereksinimler, maliyet, kütle vb. kısıtlarla uyumlu olmalıdır. Sisteme dair bakım kavramı ve işletme kavramı tasarımlarının tanımlanması ve geliştirilmesinin sürecin en erken aşamalarında tamamlanması özellikle önemlidir. Bakım planı ve temel bakım kavramı, tüm program ömür devri aşamalarını içermelidir. Bakım planına uygun onarım seviyeleri, hangi görevlerin yerine getirileceğini, bu görevlerin nasıl yürütüleceğini, gerekli kaynakları ve ilgili çeşitli faaliyetlerden sorumlu organizasyonu tanımlar (NASA, 2013: 4-5).

#### **2.4.2.1.2. Tasarım Arayüzü**

Bu unsur, ömür devri lojistik destek uzmanlarının, sistemi mümkün olan en az kaynak talebi için destekleyebilmeleri amacıyla donanım sistem tasarımcıları ile etkileşime girdiği süreçtir (NASA, 2013: 5).

#### **2.4.2.1.3. Tedarik Desteği**

Tedarik desteği kavramı onaylanmış bakım kavramına dayanır ve gerekli malzemenin nasıl elde edileceğine, malzemenin kimden temin edileceğine ve envanterin nerede tutulacağına ilişkin stratejiyi tanımlar. Tedarik desteğinin amaçları nihai ürünün tatmin edici standartlarda hazır bulundurulmasını ve teslim edilmesini ayrıca nihai ürünün ömür devri boyunca malzeme ikmal gereksinimlerini yerine getirerek hazırlığı sürdürmesini sağlamaktır. Bu hedeflere ulaşmak, uygun bir Tedarik Zinciri Yönetimi stratejisine dayanmaktadır. Tedarik desteğinde sözleşmeli taraf yedek parça listesi ve gerekli yedek parça miktarını, NASA'nın tavsiyeleri ve çeşitli kararları değerlendirdiği ön tedarik konferansında (ihale) teklif eder. Hizmet ve üretim fiyatları belirlenir. İkmal, ön tedarik hazırlığının sonucunda talep ve kullanım kalıpları netleşince, başlar. Burada önemli unsur, doğru parçanın doğru miktarda uygun bir

yerde stoklanmasıdır. Sipariş edilmeden önce ve sözleşme olmadan önce alternatif kaynaklar değerlendirilmeye alınır (NASA, 2013: 6-10).

Uzay keşfi lojistiği için başlıca tedarik malzeme sınıfları; (1) iticiler ve yakıtlar (2) mürettebat gereksinimleri (3) mürettebat operasyonları (4) bakım ve onarım (5) istif ve kısıtlama (6) keşif ve araştırma (7) atık ve bertaraf (8) yerleşme ve altyapı (9) taşımacılık ve taşıma araçları (10) çeşitli (Weck ve diğerleri, 2007) şeklinde oluşturulmuştur.

#### **2.4.2.1.4. Destek ve Test Ekipmanları**

Destek ekipmanı planlama sistemleri veya diğer ekipman materyallerinin operasyonları ya da bakımı desteklemek için ek ekipman kullanımı ihtiyacıdır. Operasyon veya bakımı desteklemek için gerek duyulan herhangi ekipman materyali destek ekipmanı (örn. yer destek ekipmanı, yer destek sistemi, uçuş destek ekipmanı, yörünge destek ekipmanı, uçuş mürettebatı ekipmanı, yörünge destek ekipmanı, Uçuş mürettebatı ekipmanı, yüzey destek ekipmanı, test, ölçüm ve teşhis ekipmanı, otomatik test ekipmanı, test program seti, kalibrasyon ekipmanı vb.) olarak sınıflandırılmaktadır. Destek ekipmanı planlama süreci, tüm program ömür devri aşamalarını kapsamalı ve geliştirme, test, montaj ve kontrol, fırlatma öncesi, fırlatma, uzayda ve hedeflenen noktanın (gezegen, istasyon) yüzey operasyonları ve uçuş sonrası dönüş dahil olmak üzere yeryüzü operasyonları tüm uygulanabilir görev aşamaları ile uyumlu sürdürülmelidir (NASA, 2013: 11-14).

#### **2.4.2.1.5. İşgücü, Personel ve Eğitim**

İşgücü ve personel analizi, personelin planlanan sistemi ömrü devri boyunca desteklemek için gerekli olan becerilerinin tanımlanması ve edinilmesi sürecidir. Eğitim bir personeli işe, ekipmana, sürece hazırlamak için gerekli tüm materyal, kurs, eğitmen, işbaşı eğitimi vb. kapsamaktadır (NASA, 2013: 14-15).

#### **2.4.2.1.6. Teknik Veri ve Lojistik Bilgi Yönetimi**

Teknik veri ve dökümantasyon türleri bilimsel ya da teknik nitelikteki form ya da karakteristikten bağımsız olarak bilgi kaydedilir (NASA, 2013: 16-17).

Lojistik bilgi, ömür devri yönetiminin tüm aşamalarında kritik bir öneme sahiptir. Bu bilginin etkin yönetimi, ömür devri boyunca bilgi tabanlı lojistik kararları desteklemeye yardımcı olur. Lojistik bilgilerinin içerik ve format gereksinimleri, verinin orijinal kaynağı, ömür devri sürecinin ilk aşamalarında tanımlanmalı ve veri yönetimi (nerede depolanacak, nasıl ulaşılacak, kim oluşturacak, kim ulaşacak gibi) buna göre planlanmalıdır (NASA, 2013: 18).

#### **2.4.2.1.7. Ambalajlama, Elleçleme, Depolama ve Taşıma**

Ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma planlaması ömür devri boyunca nihai ürünün tüm aşamaları içermelidir. Bunlar:

- a. Orijinal Ekiman Üreticisinden yükleme
- b. Orta ve son montaj noktalarında operasyonlar
- c. Fırlatma sahasında ve test tesislerinde ambalajlama, taşıma ve depolama.
- d. Fırlatma (Uçuş Destek ekimanları için gereksinimlee dahil)
- e. Yerinde elleçleme ve istif (mürettebat, robotik ve destek ekipmanı için arayüzlere özel muamele göstererek)
- f. Varış noktasının yüzeyünde elleçleme
- g. Varış noktasından fırlatma
- h. Yerküreye yeniden giriş ve iniş
- i. İniş noktasından fırlatma noktasına yükleme
- j. İniş noktasından depo tesislerine tamir ve yenileme için yükleme
- k. Depolardan yükleme olarak sıralanabilir (NASA, 2013: 18).

#### 2.4.2.1.8. Tesisler

Desteklenebilirlik faaliyetlerindeki tesisler, montaj ve kontrol gibi işlemlerin yanı sıra fırlatma öncesi süreç ve tamir, bakım ile ilişkili depolama için desteklenebilirlik faaliyetlerini içermektedir (NASA, 2013: 18-19).

### 2.5. BİR UZAY KEŞFİ PROJESİNİN ÖMÜR DEVRİ LOJİSTİK DESTEK SÜRECİ NASIL OLMALIDIR?

Uzay keşfi lojistik destek, bir sistemin ömür devri boyunca desteklenecek amaçlar, kavramlar, gereksinimler ve destek entegrasyonu doğrultusunda entegre lojistik destek planı belirlemeye ve uygulamaya çalışır. Başlangıçta, tüm görev ömür devri için en uygun stratejiyi belirlemeye ve bu strateji ile sürdürülebilir destek yaklaşımları üretmeye odaklanır. Ömür devri lojistik destek sürecinde tasarım ve geliştirme aşaması önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü ilk aşamada tüm sistemin tasarımı ve işlerliğine dair yapılan analizler doğrultusunda elde edilen tasarım geliştirilerek en verimli ve uzun süre desteklenebilen süreçler yaratmak hedeflenir. Bu hedefler arasında:

- a. Toplam ömür devri destek maliyetini en aza indirmek
- b. Belirlenen operasyonel kullanılabilirlik düzeylerine ulaşmak
- c. Belirlenen fırlatma çizelgesini desteklemek
- d. Mürettebatın güvenliği ve görev başarısı için belirlenen değerlerin elde edilmesinin desteklenmesi yer almaktadır (NASA, 2013: 25).

Yukarıda sıralanan 4 temel destek amacı doğrultusunda başlıca görev ve program kısıtları destek kavramını belirler. Kavram aşamasından sonra göreve uygun süreç için gerekli lojistik destek gereksinimleri oluşturulur. Gereksinimler doğrultusunda lojistik destek unsurları (bakım onarım, tasarım arayüzü, tesisler, işgücü, ambalajlama, depolama, taşımacılık vb.) ve unsurların süreç ile entegrasyonu planlanır. Destek gereksinimlerini, destek entegrasyonu aşaması takip eder. Bu entegrasyon ile destek unsurlarının birbirleriyle çalışabilirliğini gösteren testler sonucu entegre lojistik destek planına dönüştürülerek sürece gerekli dökümantasyon kaydı

sağlanır (bkz: Ek2). Sistemli olarak süreç öncelikle formülasyon ve sonrasında uygulama aşamaları ile planlanarak gerçekleştirilir.

### 2.5.1. Formülasyon Aşaması

Formülasyon aşaması uzay keşfini destekleyecek olan lojistik unsurların kavram araştırması, tasarımı, tasarımının planlanması gibi öngörülerle ve çeşitli testlerle oluşturulan taslakları ve planları içermektedir.

**Tablo 2.2.** Uzay Keşfi Lojistiği Formülasyon Aşamaları

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Aşama A Öncesi:<br>Kavram Çalışması              | Uzay Ajansı yetenekleri doğrultusunda ürünü dışarıdan alma, kendi üretme veya kısmi üretim kısmi satın alma olmak üzere çeşitli durumları değerlendirerek “satın al ya da üret” kararını bu aşamada ölçmektedir. Teknolojik ihtiyaçların yanısıra mühendislik geliştirme, yük taşıma, tedarik zinciri, donanım ve yazılımlardaki riskler de bu aşamada tanımlanır (NASA, 2014: 137-138). |
| Aşama A:<br>Kavram ve Teknoloji<br>geliştirme    | Bu aşamadaki temel amaç, önerilen yeni bir sistemin fizibilitesini ve istenebilirliğini belirlemek ve Uzay Ajansının stratejik planları ile başlangıçta temel uyumluluğu oluşturmaktır (NASA, 2007: 24).                                                                                                                                                                                 |
| Aşama B:<br>Ön Tasarım ve Teknoloji<br>Tamamlama | Ön tasarım ve teknoloji tanımlama aşamasının temel amaçları; (1) projeyi, görev ihtiyaçlarını karşılama kapasitesine sahip bir başlangıç temeli oluşturmak için yeterli detaylarla tanımlamak, (2) sistem yapısı nihai ürünü (ve ürün etkinleştirme), gereksinimlerini geliştirmek ve her sistem yapısı nihai ürünü için bir ön tasarım oluşturmaktır (NASA, 2007: 26).                  |

### 2.5.2. Uygulama Aşaması

Uzay keşfi lojistik destek uygulaması; nihai tasarım ve imalat, teslimat öncesi, operasyon ve idame ve kapanış olmak üzere dört ana aşamada gerçekleşir. Bahsi geçen uygulama aşamalarına aşağıda sırasıyla değinilmektedir.

Aşama C: nihai tasarım ve imalat aşaması olarak tanımlanır. Bu aşamanın amacı sistemin (ve işletim sistemleri de dahil olmak üzere ilgili alt sistemlerin) ayrıntılı tasarımını tamamlamak için donanım ve kod yazılımı üretmek ve nihai ürün elde etmek için nihai tasarımlar oluşturmaktır (NASA , 2007: 28).

Aşama D: teslimat öncesi süreci ifade eder. Bu aşamanın öncelikli amaçları montaj, entegrasyon, testin tamamlanması ve sonuçlandırılması; kapanış dokümantasyonu; proje gereksinimlerinin karşılandığını doğrulamak; ve üretim birimleri teslimatıdır. Ek olarak lojistik amacı kapsamında nihai ürünleri desteklemek için lojistik unsurların mevcut olmasını sağlamak yer almaktadır (gerektiğinde geçici destek hükümleri oluşturmak) (NASA, 2013: 38).

Aşama E: operasyon ve idame kapsamında değerlendirilir. Operasyonlar ve idame aşaması sırasında ömür devri lojistik destek ekibi, ELDP’da tanımlanan süreçleri uygular (NASA, 2013: 41). İdame edilebilirlik; genellikle tedarik, bakım, nakliye, mühendislik, veri yönetimi, konfigürasyon yönetimi, insan gücü, personel, eğitim, yaşanabilirlik, hayatta kalma, çevre, güvenlik, desteklenebilirlik ve birlikte çalışabilirlik fonksiyonlarını ifade eder. Proje, planlanan maliyet ve programda gerekli yetenekleri tasarlamak, geliştirmek, üretmek ve desteklemek için gerekli olan kritik veya tek kaynak tedarikçileri de dahil olmak üzere mümkün ise tedarik zinciri risklerini günceller, tanımlar, değerlendirir ve hafifletir (NASA, 2014: 212-214).

Aşama F: Kapanış aşaması olup amacı sistemden, hizmetten çıkarma ve bertaraf planlarını uygulamak ve iade edilen veriler ile örnekleri analiz etmektir (NASA , 2007: 31). Bu aşamaya uzay aracının uygun ve güvenli bir şekilde yok edilmesi de dahildir.

## **2.6. ULUSLARARASI UZAY İSTASYONU YENİDEN İKMAL HİZMETİ VE YÖRÜNGEYE TİCARİ FAALİYETLER**

Uluslararası Uzay İstasyonu’nun Yerküre’nin yörüngesinde montajı ve idame edilmesi karmaşık bir süreç olarak değerlendirilmektedir. Süreç boyunca uluslararası

uzay filoları istasyonun parçalarının montajı için yörüngeye fırlatılmıştır; yörünge ile Yerküre arasında mürettebatlı, lojistik destek ve gerekli yakıt tedarığı sağlanarak bilimsel deney malzemeleri ve diğer gerekli tedarik ekipmanları istasyona taşınarak montaj görevi gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte hem montaj işlemi sırasında hem de laboratuvar olarak işleyişinde teslimatların gerçekleştirilmesi Amerikan Uzay Mekiği Filosu ve Rus Roketleri tarafından sağlanmıştır. Uluslararası Uzay İstasyonunun geliştirilmesi ve bakımı için yeniden ikmal kapsamında sürekli bir tedarik hattı geliştirilmiştir. Yeniden ikmal aşamasında bahsedilen uzay filoları deney sonuçlarını ve oluşan atıkların Yerküre'ye taşınıp teslimatını sağlamakla da sorumludur (NASA, 2018). Uluslararası Uzay İstasyonu ve Yerküre arasındaki lojistik süreçten bahsedecek olursak;

- a. Uzay uçuşlarını programlamak (belirgin fırlatma operasyonları, istasyona kenetlenme ve istasyondan ayrılma)
- b. Yakıt, yedek parçalar ve uzay aracı dışındaki faaliyetler<sup>13</sup> için teçhizat
- c. Mürettebat hayatını destekleyici yiyecek, içecek ve sağlık malzemelerini teslimatı ve atıkların toplanmasının programlanması
- d. Laboratuvar ekipmanları, materyalleri ve estrumanları ile bilimsel deneyleri destekleyen malzemeleri istasyona taşımak ve deney sonuçlarını Yerküre'ye getirmek
- e. Tedarik edilen malzemeleri Uluslararası Uzay İstasyonu içindeki depolama alanlarına ayırma
- f. Tedarikçilerden gerekli kaynakların siparişi
- g. Kurum içi üretilecek olan kaynakların tasarlanması ve geliştirilmesine yönelik projelerin yönetilmesi
- h. Kurum içi kaynakların üretim planlaması dahil olmak üzere entegre süreçler ve görevlerden oluşmaktadır.

Tüm bu bahsedilen faaliyetler ağırlık/kütle sınırlaması, zaman kısıtı ve yıkıcı olayların sık görülmesi gibi zorlu uzay koşulları altında gerçekleştirilmektedir (Rzevski ve diğerleri, 2016: 459-460).

Yörüngede ticari faaliyetler özellikle uydu fırlatılması ve hizmetlerine yönelik özel kuruluşların hükümet anlaşmalarına dahil edilmesi yönündeki girişimlerle

---

<sup>13</sup> EVA- Ekstra Vehicler Activity olarak belirtilir.

başlamıştır. 21.yüzyıla beraber ticari yükler çoğunlukla özel hizmet sağlayıcıları aracılığıyla yörüngeye fırlatılmaktadır ve yörüngede olan 576 adet Amerikan uydusundan 286'sı ticari nedenlerle ve 12 tanesi de akademik kullanıcılar adına fırlatılmıştır (UCS, 2016).

NASA'nın Uzay Mekiği filosunda meydana gelen arızalar ve kazalar nedeniyle yeniden ikmal faaliyetleri gerçekleştirmek için Space X ile anlaşma imzalanmıştır. Böylece istasyon-yerküre seferlerini özel hizmet sağlayıcı bir kuruluş gerçekleştirmeye başlamıştır. Yeniden ikmal amaçlı lojistik faaliyetler; (a) uzay istasyonu için yük ve yolcu manifestosu (b) yeniden ikmal için istif planı, (c) nakil operasyonları, (d) uzay istasyonunda envanter yönetimi, (e) uzay istasyonu istif planı, (f) atık yönetimi ve (g) geri dönüş olmak üzere yedi bölümde incelenmektedir. Bu faaliyetler detaylı olarak Ek 3'te incelenmektedir.

## **2.7. GEZGENLERARASI LOJİSTİK SÜREÇ DEĞERLENDİRMESİ**

Gezegenlerarası lojistikte, mesafe, uzay aracı, fırlatma ekipmanı, mürettebat vb. pek çok değişken yeniden hesaplanır ve varış noktasını oluşturan gezegene göre optimize edilen modeller ve ulaşım ağları aracılığıyla tasarımlar yapılarak uygulanır. Ömür devri lojistik destek sürecinin tüm aşamaları birebir takip edilir, fakat bu kez asıl yoğunlaşılan nokta yeryüzü lojistik süreçlerinden çok Yerküre ve varış noktası olan gezegen arasındaki lojistik süreçtir. Bu iki gezegeni iki farklı şehir olarak düşünersek, şehirler arası lojistik faaliyetlerde yapılan her bir süreç yeniden gündeme gelir ve bu kez taşımacılık modu, transfer ve transit noktaları, mesafe ve yakıt hesaplamaları, yakıt ikmal noktaları, kapasite, depolama, yolculuğun uzunluğu gibi pek çok kriter de hesaba katılması gerekir. Öte yandan mürettebatın bu görevlerde sağlıklı ve güvenli kalması için gereken lojistik destek, özellikle Mars'ın ve diğer gezegenlerin kavramsal görevlerinde birinci dereceden belirleyicidir (Mattfeld ve diğerleri, 2015).

Gelecekteki keşif girişimlerinin ömür devri maliyetleri, gezegenlerarası lojistik stratejisine odaklanarak azaltılabilir. Askeri ve ticari sektörlerden kanıtlanmış tedarik zinciri yönetimi tekniklerinden yararlanarak ve bunları insan uzay araştırmasının benzersiz zorluklarına uygulayarak, uzay lojistiği hızlandırılabilir ve görev karşılanabilirlik ve sağlamlığı artırılabilir (Gralla ve diğerleri, 2006: 1). İnsanlı Mars

keşif programlarının hem ekonomik hem de sürdürülebilir olmasını sağlamak için, özellikle uzun süreli ve çoklu görev kampanyaları için lojistiğin etkisini göz önünde bulundurmak önemlidir. Keşif mimarisi ve araç tasarımı, lojistik ile ilgili operasyon maliyetlerini kuşkusuz etkilediği için, tasarım sürecinin erken aşamalarında lojistiğin dikkate alınması önemlidir. Çeşitli keşif mimarisi seçenekleriyle bağlantılı özel lojistik maliyetlerinin anlaşılabilmesi açısından gezegenlerarası uzay lojistiği için bir modelleme çerçevesi ve planlama aracı gereklidir (Shull ve diğerleri, 2006: 1).

Gezegenlerarası lojistik süreç varış noktası olan gezegenin yüzeyinde yapılan uzay aracı dışı faaliyetleri de kapsamaktadır. Uzay aracı dışında gerçekleştirilen faaliyet sistemleri öngörülen her insanlı uzay keşfi görevlerinde hem uzayda düşük yerçekimli ortamlarda hem de gezegen yüzeyindeki faaliyetlerde kritik öneme sahiptir. Ayrıca, fırlatma, iniş ve kabin kirlenmesi (zehir, mikrop vb.) / basınç azaltma olayları sırasında mürettebatın korunması için bir Fırlatma, Giriş ve İptal takım sistemi gereklidir. Bir uzay aracı dışı faaliyetleri sistemi, belirli bir görev mimarisinde birden fazla varlığa sahip olan ve yaşam desteği, güç, iletişim, aviyonik, robotik, materyaller, basınç sistemleri ve termal sistemler gibi birçok araç sistemi ile arayüz oluşturan yazılım ve donanım içerir (Hurlbert, 2010: 10-11). Varış noktasından sonra Yerküre'ye dönüş faaliyetleri uzay istasyonunda gerçekleştirilen nakil operasyonları ve genel süreç ile benzerlik gösterebilir. Yerküre'ye döndükten sonra uzay aracının tek seferlik kullanım veya tekrardan kullanılabilirliği doğrultusunda geri dönüşüm, bakım, onarım faaliyetleri ömür devri lojistik destek planına uygun gerçekleştirilir.

Geri dönüş lojistiği, yeşil lojistik olarak karşımıza çıkan bu tip lojistik programlar ekolojik korumaya yönelik oluşturulmuş oluşumlardır. Bu yaklaşımla ürün geri dönüşüme verilebilir veya yeniden kullanılabilir. Böylece maliyet açısından da fayda sağlanmış olur (Wright ve diğerleri, 2011: 16). Bu durum uzay faaliyetlerinde de karşımıza çıkmaktadır örneğin; Uzay Mekiği Filosu görevi sonlandırıldıktan sonra Atlantis Uzay Mekiği Kennedy Space Center'da sergilenmektedir (NASA, 2019). Başka bir örnek olarak da Space X'in ürettiği Falcon 9 tekrardan kullanılabilir roket (uzay aracı) gösterilebilir (Space X, 2018).

Yapılan araştırmalar doğrultusunda, yeryüzü lojistik süreçlere uyguladığımız lojistik çözümlü yaklaşımları, gezegenlerarası lojistik faaliyetlere uygulama konusunda değerlendirmelerde bulunacak olursak sırasıyla; rota ve uğrak noktaları

planlama, uzay depoları ve sürdürülebilir keşif yaklaşımlarını ele almamız gerekmektedir.

### 2.7.1. Rota ve Uğrak Noktaları Planlama

Transfer ve transit noktaları kapsamında uğrak yerleri kütle transferi yapılabilmesi veya mola yeri olarak tasarlanan uzaydaki belirli yerleri ifade etmektedir. Bu noktalar arası ulaşımın tasarlandığı ağ da potansiyel rotayı tanımlamaktadır. Bu noktalara ve rota oluşumuna dair modele Şekil 2.2.'te yer verilmektedir. Bir Mars görevi için rota ve uğrak noktaları sırasıyla;

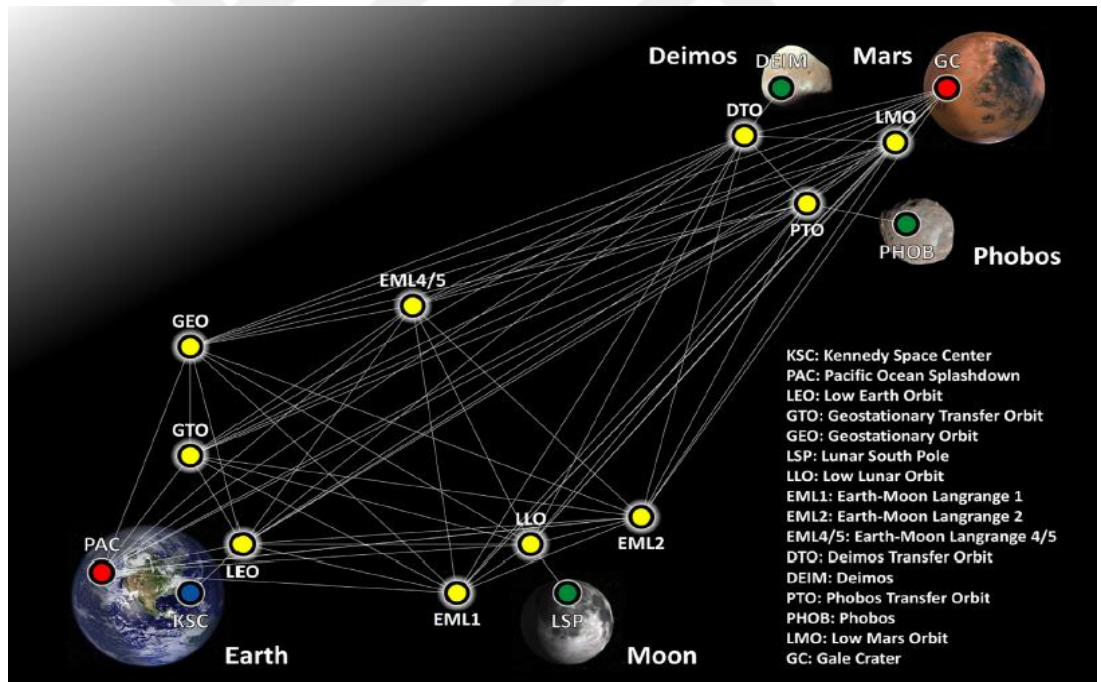
- I. Kennedy Space Center (KSC): Yerküre'de Fırlatma Noktası
- II. Pacific Ocean (PAC): Okyanusa İniş Bölgesi Yerküre'ye Dönüş Sırasında
- III. 300 km Low-Earth Orbit (LEO): Düşük Yerküre Yörüngesi
- IV. 35,786 km Geostationary Earth Orbit (GEO): Yer Sabit Yerküre Yörüngesi
- V. Geostationary Transfer orbit (GTO): Yer Sabit Transfer Yörünge
- VI. The Lunar South Pole (LSP): Ay Güney Kutbu
- VII. Lunar Transfer Orbit (LTO): Ay Transfer Yörüngesi
- VIII. Low-Lunar Orbit (LLO): Düşük Ay Yörüngesi
- IX. Earth- Moon Lagrangian Points (EML1, EML2, EML4/5): Yerküre-Ay Lagrangian Noktaları
- X. Low-Phobos Orbit (LPO): Düşük-Phobos Yörüngesi
- XI. Phobos Transfer Orbit (PTO): Phobos Transfer Yörüngesi
- XII. Low-Deimos Orbit (LDO): Düşük-Deimos Yörüngesi
- XIII. Deimos Transfer Orbit (DTO): Deimos Transfer Yörüngesi
- XIV. Low-Mars Orbit (LMO): Düşük-Mars Yörüngesi
- XV. Gale Crater (GC): Gale Krateri
- XVI. Martian Surface: Mars Yüzeyi olmak üzere oluşturulabilir (Ho ve diğerleri, 2016: 52).

Bu rotalama ve taşıma ağı ile Yerküre ve Mars arasında gelecekte yapılması planlanan taşımacılığın gerçekleştirilebileceği tasavvur edilmektedir. Bu şekilde

matematik ağ simülasyonu veya optimizasyon tekniği ile uzay lojistiği tasarlanmaktadır (Ho ve diğerleri, 2016: 52).

Rota ve uğrak noktası belirleme, hava yollarında serbestleştirme çalışmalarında kullanılan “hub and spoke” sistem ve deniz ulaşımında “feeder and mother ship” sistemine benzer bir yapıda optimizasyon modelleri içeren bir yaklaşımdır. Daha uzak gezegenleri keşif ve araştırma faaliyetleri için bu yaklaşıma göre Ay bir transfer noktası olarak tasarlanabilir ya da çoklu görevler halinde fırlatılan daha büyük uzay araçları belirli transfer noktalarında daha küçük uzay araçlarına dönüşebilme yeteneği ile tasarlanarak yerküreden tek fırlatmayla çoklu görevler gerçekleştirilebilir. Ancak böyle bir durumun söz konusu olabilmesi için asteroid madenciliğinin ve yerinde kaynak kullanımı yaklaşımlarının geliştirilmesi ve hayata geçirilmesi gerekmektedir.

**Şekil 2.2.** Yerküre-Ay-Mars Lojistik Ağı (Rota ve Uğrak noktaları)



Kaynak: (Ishimatsu, 2013: 68).

### **2.7.2. Uzay Depoları**

Uzay depoları, özellikle yakıt ikmali için düşünülen, Güneş Sistemi ve Güneş Sistemi dışına yapılacak keşifler için kullanılabilecek önemli bir yapılanmayı teşkil etmektedir.

2000 ve 2001 yıllarında NASA Marshall Space Center’da, gelecekteki ticari, uzay ajansları görevlerini desteklemek için Düşük Yerküre Yörüngesindeki uzay aracı yakıtı üretim depolarının teknik gereksinimleri ve ticari potansiyeli üzerine çalışmalar yürütülmüştür. Araştırma sonuçları böyle bir uzay aracı yakıt deposunun teknik olarak oluşturmanın mümkün olduğunu göstermiştir (Smitherman ve diğerleri, 2001: 2).

2011 yılında NASA’nın depo ile ilgili duyurusu üzerine sözleşmeler doğrultusunda üretici organizasyonlar en iyi depo tasarımı için rekabete girmişlerdir. Bu depolar gelecek uzay keşif faaliyetleri ve gelişimleri için kritik bir bileşen konumundadır. Bahsi geçen depolar uzay benzin istasyonu olarak da anılmakta olup “Eğer eyaletler arası benzin istasyonları olmasaydı, geri dönmek zorunda kalmadan evden arabayla sadece 150-200 mil yol alınabilirdi. Böyle bir yaklaşımla, benzin istasyonları arabaların menzilini uzatabiliyorsa, yörüngesel uzay aracı yakıt depoları da roketlerin menzilini genişletebilir” mantığı üzerine oluşturulmuş bir yaklaşımdır (Strickland, 2018). Kısacası mesafe ve kapasite kısıtları bir uzay deposuna veya yerinde kaynak kullanımı ve depolanması ihtiyacı ön plana çıkarmaktadır. Özellikle hayata geçirilmesi planlanan “Mars’ın kolonileştirilmesi” görevinin en önemli lojistik destek unsurları içerisinde yer alan uzay depoları ve rota planlama kapsamında transfer ve transit noktalarının üstlendikleri rol görevin gerçekleştirilebilmesi açısından büyük önem teşkil etmektedir.

### **2.7.3. Sürdürülebilir Uzay Keşfi Lojistiği**

Sürdürülebilir uzay keşfi faaliyetleri, görevin varlığını idame ettirmek, görev için sağlamak ve görevin gerekliliklerini desteklemek olmak üzere değerlendirilmektedir (Taylor ve Weck, 2005: 2). NASA’nın insanlı Ay ve Mars keşif programlarının gerçekleşmesi için sürdürülebilir ve karşılanabilir bir taşımacılık sistemi kurulmalıdır. Böyle bir sistemde en önemli unsur fırlatma aracıdır (Gralla ve

diğerleri, 2005: 1). Bir sistemin sürdürülebilirliği, çevreye ve ekonomiye ve genel kalkınmaya yani kamuya da katkısına bağlıdır (Bormane ve diğerleri, 2017: 23). Uzay keşfi lojistiğinde sürdürülebilirlik, ekonomik olarak karşılanabilmesine, topluma katkısına ve çevreye hassasiyetiyle gerçekleşir. Bu durum tüm ömür devri lojistik destek boyunca yapılan faaliyetlerin hem çevreye hem ekonomiye hem de kamuya katkılarıyla ölçülebilir. Uzay keşfi lojistiği için bu bağlamda sürdürülebilirlik açısından yerinde kaynak kullanımı ve yeniden kullanılabilir roket üretimi olmak üzere kritik iki unsur söz konusudur.

#### **2.7.3.1. Yerinde Kaynak Kullanımı (ISRU)**

Aylar veya yıllar boyunca uzayın derinliklerinde yaşamak ve çalışmak, mürettebatın Yerküre’de bulunan hayatta kalmaya yardımcı elementlere ve kritik kaynaklara daha az erişime sahip olmaları anlamına gelmektedir. Mevcut güneş ışığını kullanmak, yerinde kaynak kullanımının en yaygın şeklidir ve onlarca yıldır uzay aracı üzerinde kullanılmaktadır. Örneğin; Uluslararası Uzay İstasyonunda 2000 yılından bu yana güneş enerjisi istasyonda mürettebatın varlığını desteklemek için gereken güç güneş panelleri aracılığıyla üretilmektedir (NASA, 2018). Yerinde kaynak kullanımı hem doğal hem de atılmış yerel kaynakların yararlı ürün ve hizmetlere dönüştürülmesini ve işlenmesini içeren geniş kapsamlı gezegen yüzeyi faaliyetlerini ve teknik disiplinleri kapsamaktadır (Sanders ve diğerleri, 2010:1). Bu yaklaşımın gelecek keşiflere görev için tüketim maddesi üretme, yüzey yapıları, yedek parça ve diğer ürünler için üretim ve bakım ve uzay kaynaklarına enerji sağlamak gibi faydalar sağlayacağı öngörülmektedir (Sanders ve Duke, 2005: 1). Yerinde kaynak kullanımı sistemi, görev maliyetini azaltmak ve taşımayı sürdürülebilir kılmak için kaynak sağlayabilir (Schreiner ve diğerleri, 2015). Bu yaklaşımın genel olarak taşımacılık, yaşam desteği, enerji/güç kaynağı kapsamında altyapı sistemleri, sürdürülebilirlik, ticarileştirme gibi önemli unsurlara etki edeceği ileri sürülmektedir (Sanders ve Duke, 2005: 1).

### **2.7.3.2. Yeniden Kullanılabilir Roketler, Atık Geri Dönüşümü ve Yeniden Yapılandırılabilir Sistemler**

Yeniden kullanılabilir fırlatma araçları fikri 1950’li yıllarda bilim insanları tarafından incelenmiştir. Ancak bu fikir dönemin teknolojik gelişmelerinin çok ötesinde olduğu için gerçekleştirilmesi uzun yıllar almıştır (Bhavana ve diğerleri, 2013: 1). Yeniden kullanılabilir bir roket, bir kereden fazla uzaya fırlatabilen bir araçtır; bu, her bir aracın bir kez fırlatılıp daha sonra kullanımdan çıkarıldığı harcanabilir olarak tanımlanan bir roketin tersi bir kullanım türüdür. Yeniden kullanılabilir roketlere en yakın örnekler; NASA Uzay Mekiği filoları ve SpaceX Falcon 9 fırlatma aracıdır (Space Odyssey, 2018). SpaceX tarafından oluşturulan yeniden kullanılabilir fırlatma sistemi geliştirme programı, uçağın yeniden kullanılabilirliğine benzer bir şekilde birçok kez yeniden kullanılabilen bir yörünge fırlatma sistemi için yeni teknolojiler kümesi geliştirmek için özel olarak finanse edilen bir programdır. Yeniden kullanılabilir sistemler uzay keşfinin sürdürülebilirliği ve maliyet kalemi bakımından büyük önem arz etmektedirler. Ayrıca gelecek uzay görevlerinde atıkları geri dönüştürerek yeniden kullanma yaklaşımı ile lojistik faaliyetleri aza indirerek maliyet etkinliği sağlamak söz konusudur. Bu durum özellikle uzak gezegenlerin insanlı keşfinde çöp ve atık yönetimi açısından da önemli bir yer tutmaktadır (Ewert ve Broyan, 2013:1).

Yeniden yapılandırılabilen sistemler, ihtiyaç duyulduğunda farklı işlevler yerine getirerek birden fazla ihtiyacı karşılayabilir nitelikte kurulur. Bu tip sistemler yeni gereksinimleri karşılamak için zaman içerisinde meydana gelen belirli arızaların varlığında bile çalışmaya devam edebilir. Bu sistemlerin önemli bir kalite unsuru olarak çok sayıda uzay sistemi açısından değerlendirilme oranı artmıştır. Uzay aracı ve gezicileri<sup>14</sup> kapsamında yeniden yapılandırılabilen sistem önerilerine dair kavramsal çalışmalar (Siddiqi ve Weck, 2006:2) ve uygulamalar mevcuttur. Yeniden yapılandırılabilirlik ile pek çok açıdan maliyet faydası ve zaman avantajı sağlayabilecek sistemlerden söz etmek mümkündür.

---

<sup>14</sup> Literatürde rovers olarak yer alan gezegen yüzeyi keşif araçları

## 2.8. UZAY LOJİSTİĞİ VE TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ İÇİN “SPACENET” YAZILIMI

SpaceNet entegre bir gezegenlerarası tedarik zinciri yönetimi ve lojistik planlaması simülasyonu yazılım aracıdır. SpaceNet'in yazılımının amacı, görev mimarları, planlamacılar, sistem mühendisleri ve lojistik uzmanlarının, öncelikle Yerküre-Ay-Mars sisteminde, gelecekteki mürettebatlı keşif görevlerini desteklemek için nelere ihtiyaç duyulacağına odaklanmalarını sağlamaktır. SpaceNet elemanları itici ve basınçlı/basınçsız kargo kapasitesi açısından kendilerini tasarlamaya yardım etmek yerine, bu araçları belirli bir görev mimarisi ve tedarik zinciri stratejisi bağlamında değerlendirir. Yazılım, kullanıcının belirli görev mimarilerinden kaynaklanan taşıma ve stok tutma kapasitesinin çeşitli tedarik sınıfları açısından nasıl kullanılacağını belirtmesine izin verir. Uzay araştırmalarındaki en önemli tedarik sınıfları: tüketim malzemeleri, yedek parça ve keşif materyalleridir. SpaceNet transfer ve transit noktaları rotalamayı ve bu noktalar arası araç, mürettebat ve tedarik akışını, belirli bir tedarik ağı içerisinde bilgisayar ortamında benzeşmesine izin verirken aynı zamanda tüketim ve tedarik malzemelerini ve miktarlarını da dikkate alır. Senaryonun, lojistik fizibilitesini çıkarmanın yanı sıra etkinlik ölçüsünün (MOEs) lojistik sonucunu tahmin eder. SpaceNet 1.3, Matlab'da uygulanmakta ve sonuçlarını bir Grafik Kullanıcı Arayüzü (GUI) ve işlem sonrası analiz için kullanılabilecek bir Excel dosyası aracılığıyla kullanıcıya doğrudan aktarmaktadır (Weck ve diğerleri, 2007: 3).

## 2.9. LİTERATÜR ÇALIŞMASI SONUÇLARI

Araştırmaya yönelik yöntem çalışmasına geçmeden önce birinci ve ikinci bölümlerde incelenen lojistik yaklaşımları üzerine yapılan literatür çalışmasını özetleyecek olursak aşağıdaki açıklamaları yapmak mümkündür.

- I. ELD Yaklaşımı = Ömür Devri Lojistik Destek Yaklaşımı = Uzay Keşfi Lojistiği Yaklaşımı olarak ifade edilebilmektedir.
- II. Uzay keşfi lojistiğinde asıl amaç keşfe yönelik bilgi ve veri elde etmektir.

- III. Uluslararası Uzay İstasyonuna yeniden ikmal olarak adlandırılan ihtiyaçlara dayalı bir tedarik akışı mevcuttur ve manifesto üzerine dayalı bir süreçtir.
- IV. Tüm uzay keşfi sisteminin ömür devri “terzilik” adı verilen bir yöntem üzerine kurulu olup bu yöntem gerekli uygunluğun ve düzenlemelerin yapılması için ekleme ve çıkarma işlemlerine dayanmaktadır.
- V. Uzay keşfi multidisipliner, karmaşık analizlerin uygulandığı, çok yönlü yaklaşımlara ve pek çok olası arızaların tahmin edilmeye çalışıldığı, kritik, maliyetli, hatalar sonucu büyük can ve mal kayıplarına yol açabilecek, roket üretimi ve desteklenmesini kapsayan operasyonel yapıya sahip askeri disiplinden gelen lojistik faaliyetler ile gerçekleştirilebilen araştırma ve bilgi edinmeyi, edinilen bilgiyi kullanmayı temel alan, bazı görevler etrafında oluşturulan sistemlerin tamamını temsil etmektedir.
- VI. Uzay keşfinde yerinde kaynak kullanımı yaklaşımı ve yeniden kullanılabilir roket üretimleri maliyet ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir yere sahiptir.
- VII. Lojistik ayak izini azaltmaya yönelik bir dizi modellemeler mevcuttur.
- VIII. Uzay keşfi maliyetli ve zorlu görevler bütünüdür.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### YÖNTEM BİLİM

#### 3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI, YÖNTEMİ VE KISITLARI

Uzay keşfi lojistiği, uzay görevlerine dair süreçleri ömür devirleri boyunca desteklemek için ihtiyaç duyulan malzeme ve bilgi akışının planlanıp uygulanmasını sağlayan yönetsel bir süreçtir. Bu araştırmanın amacı; uzay keşfi lojistiği sürecine dair bir keşifsel değerlendirme sunmak ve literatüre katkı sağlamaktır. Araştırmada yöntem olarak bahsi geçen lojistik sürecin nasıl planlandığını ve uygulandığını açıklayan sistematik bir literatür taraması ve yarı yapılandırılmış mülakatlardan oluşan keşifsel çalışma yapılmıştır. Ayrıca her iki çalışmayı detaylandırmak ve bulguları keskinleştirmek için literatür taraması ve mülakatlara çeşitli içerik analizleri uygulanmıştır.

Araştırmanın başlangıç aşamasında karşımıza çıkan kısıtlar araştırma süreci boyunca farklılık göstermiş olup başlangıç kısıtları genel olarak aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Süreç boyunca oluşan diğer kısıtlara araştırmanın bulgular kısmında yer verilmektedir.

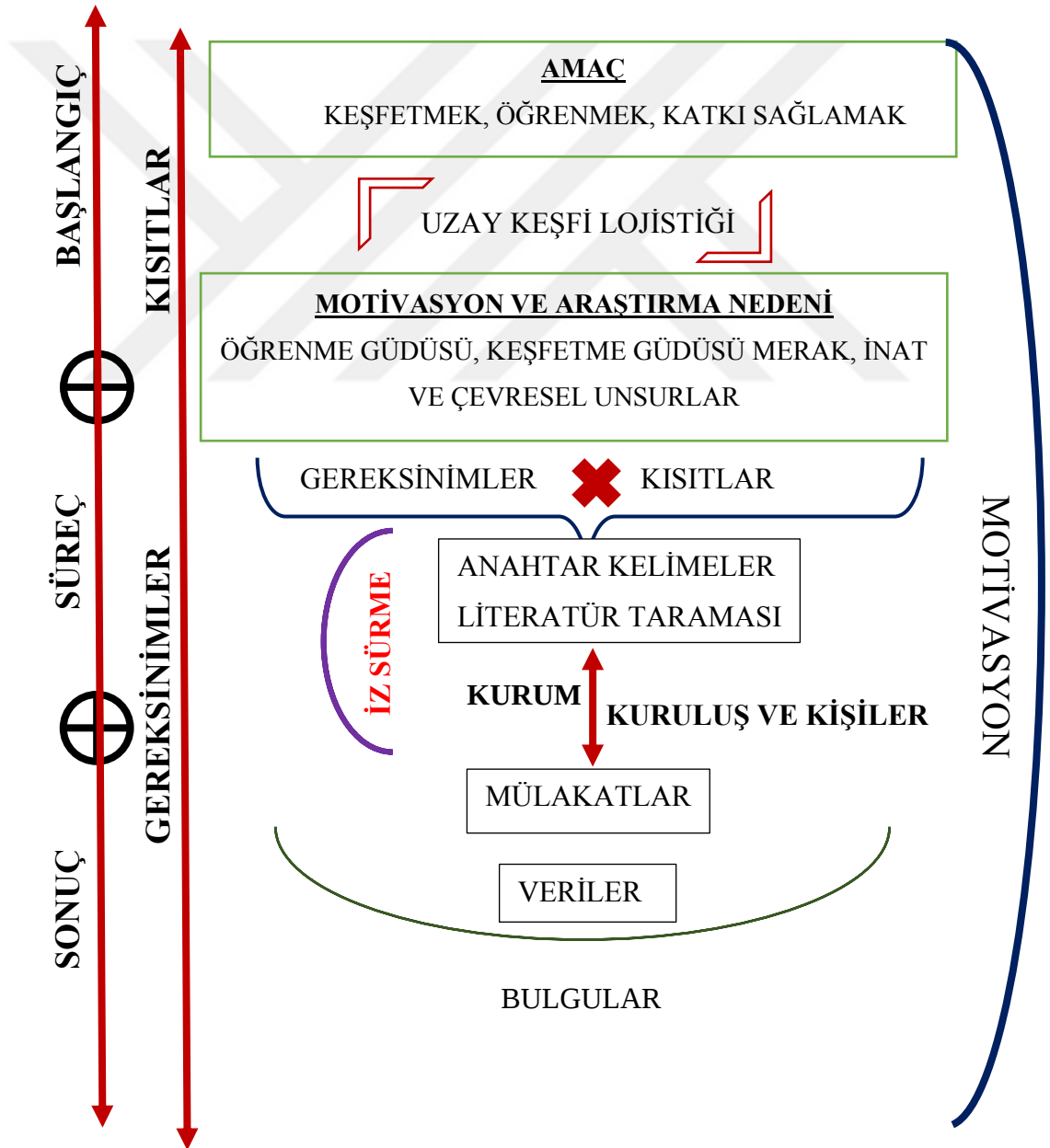
**Tablo 3.1.** Araştırmanın Başlangıcındaki Kısıtlar

| İkincil Veri Kısıtları                                                                                                                  | Birincil Veri Kısıtları                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) Yerel literatürde uzay lojistiğine kaynak yetersizliği</p> <p>b) Yabancı kaynaklarda uzay lojistiğine dair veri erişim sınırı</p> | <p>a) Ülkemizde araştırma yapılacak uzay ile ilgili kurum ve kuruluşların sadece havacılık kapsamında faaliyetler sergilemesi</p> <p>b) Yabancı kurum ve kuruluşlara ulaşma güçlüğü</p> <p>c) Coğrafi kısıtlar</p> |

### 3.2. ARAŞTIRMA TASARIMI

Araştırmanın tasarımı “neden”, “konu”, “motivasyon” ve “amaç” etrafında şekillenmiş olup süreç boyunca kısıtlar ve gereklilikler doğrultusunda bulgulara ulaşılmıştır. Bu bağlamda araştırmanın sürecini destekleyen kavramsal çerçeveye Şekil 3.1.de yer verilmektedir. Başlangıç aşamasında karşılaşılan kısıtlar bulgulara doğru artış göstermektedir.

Şekil 3.1. Araştırmanın Kavramsal Çerçevesi



Araştırma literatür taraması ve mülakatlar olmak üzere iki temel çalışma yardımı ile sürdürülmüş olup bu iki çalışmaya içerik analizleri uygulanmıştır.

### 3.2.1. Çalışma I: Literatür Taraması ve İçerik Analizi

Araştırmada ikincil veri olarak literatürde yer alan çalışmalar incelenmekte olup bu çalışmaların amaç ve yöntem açısından değerlendirmesi sunulmaktadır. Araştırma; “uzay keşfi, uzay keşfi lojistiği, uzay keşfi lojistik süreci, uzay taşımacılığı, Uluslararası Uzay İstasyonu lojistiği, askeri lojistik ve ELD” olmak üzere 6 temel anahtar kelime etrafında toplanmaktadır. Temel anahtar kelimeler aracılığıyla ulaşılarak incelenen kaynaklardan yola çıkılarak uzay lojistiği süreci ile bağlantılı oldukları düşünülen yan anahtar kelimeler oluşturulmuş ve ikincil veri incelemesi bu şekilde sürdürülmüştür. Bu çalışma sonucu elde edilen ikincil verilere içerik analizi uygulanarak bulgular incelenmeye çalışılmıştır. Aşağıdaki tabloda anahtar kelimeler ve bu kelimeler aracılığıyla incelenen araştırma tür ve sayılarına yer verilmektedir.

**Tablo 3.2.** Araştırmada Kullanılan Anahtar Kelimeler

| ANAHTAR KELİMELER                     | <i>makale</i> | <i>website</i> | <i>kitap</i> | <i>tez</i> | <i>rapor</i> | <i>yönetmelik</i> | <i>TOPLAM</i> |
|---------------------------------------|---------------|----------------|--------------|------------|--------------|-------------------|---------------|
| <i>age of discovery</i>               | 2             | 1              | 1            |            |              |                   | 4             |
| <i>commercial space activities</i>    | 1             | 1              |              |            | 3            |                   | 5             |
| <i>customer relationships</i>         | 1             |                | 1            |            | 1            |                   | 3             |
| <i>development of space logistics</i> | 1             | 1              |              |            |              |                   | 2             |
| <i>history of rockets</i>             |               | 2              |              |            | 1            |                   | 3             |
| <i>history of space exploration</i>   |               | 11             | 1            |            | 1            |                   | 13            |
| <i>ISRU</i>                           | 2             |                |              |            | 2            |                   | 4             |
| <i>ISS</i>                            | 7             | 2              | 9            |            | 16           |                   | 34            |
| <i>information management</i>         |               |                | 2            |            |              |                   | 2             |
| <i>integrated logistics support</i>   | 21            | 2              | 12           | 5          | 18           | 2                 | 60            |
| <i>interplanetary logistics</i>       | 7             |                |              |            | 2            |                   | 9             |
| <i>space manufacturing</i>            | 4             |                | 2            | 3          | 7            |                   | 16            |
| <i>launching</i>                      | 1             |                |              |            | 1            |                   | 2             |

|                                               |            |           |           |           |            |          |            |
|-----------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|------------|
| <i>product lifecycle management</i>           | 4          |           | 2         |           | 3          |          | 9          |
| <i>lifecycle logistics support</i>            |            |           |           |           | 1          | 1        | 2          |
| <i>logistics engineering</i>                  |            |           | 1         |           |            |          | 1          |
| <i>military logistics</i>                     | 5          |           | 7         |           | 6          | 4        | 22         |
| <i>space exploration logistics challenges</i> | 2          |           | 1         | 1         | 8          |          | 12         |
| <i>space depos</i>                            | 2          |           |           |           |            |          | 2          |
| <i>logistics history</i>                      | 1          |           | 1         |           |            |          | 2          |
| <i>logistics process</i>                      | 8          | 1         | 8         |           | 7          |          | 24         |
| <i>space exploration</i>                      | 13         | 2         | 4         |           | 7          |          | 26         |
| <i>space exploration logistics process</i>    | 28         | 1         | 2         | 2         | 20         | 1        | 54         |
| <i>space exploration mission</i>              | 1          | 3         | 2         |           | 4          |          | 10         |
| <i>space junk management</i>                  |            | 1         |           |           |            |          | 1          |
| <i>space life support</i>                     |            |           |           |           | 1          |          | 1          |
| <i>space logistics architecture</i>           |            |           |           | 1         |            |          | 1          |
| <i>history of space exploration logistics</i> | 1          |           |           |           | 4          |          | 5          |
| <i>space logistics sustainability</i>         | 1          |           |           |           |            |          | 1          |
| <i>spacenet</i>                               |            |           | 1         |           |            |          | 1          |
| <i>space race</i>                             | 1          | 1         |           |           |            |          | 2          |
| <i>space transportation</i>                   | 13         |           | 8         | 1         | 6          |          | 28         |
| <i>space systems</i>                          | 5          |           |           |           |            |          | 5          |
| <i>spacefaring</i>                            | 1          | 1         |           |           |            |          | 2          |
| <i>space ports</i>                            | 2          |           |           |           |            |          | 2          |
| <i>SCM</i>                                    | 14         |           | 1         | 2         | 1          |          | 18         |
| <i>system design</i>                          |            | 1         | 1         |           |            |          | 2          |
| <i>system engineering</i>                     | 4          | 3         | 9         |           | 1          |          | 17         |
| <i>SoS</i>                                    | 4          | 2         | 1         | 1         |            |          | 8          |
| <i>transportation network</i>                 | 1          |           |           |           | 1          |          | 2          |
| <b>TOPLAM</b>                                 | <b>158</b> | <b>36</b> | <b>77</b> | <b>16</b> | <b>122</b> | <b>8</b> | <b>417</b> |

Uzay lojistiği ile ilgili literatürde çoğunlukla deney, modelleme, optimizasyon, simülasyon ve laboratuvar çalışmaları gibi yöntemler veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Bu araştırmaların amaç ve yöntemlerine dair değerlendirmeye bulgular kısmında yer verilmektedir.

### 3.2.2. Çalışma II: Yarı Yapılandırılmış Mülakat ve İçerik Analizi

Literatür taramasını desteklemek ve kapsamlı bir araştırma sunmak amacı ile birincil veri toplama aşamasında mülakatlardan yararlanılmıştır. Uzay keşfi lojistiği

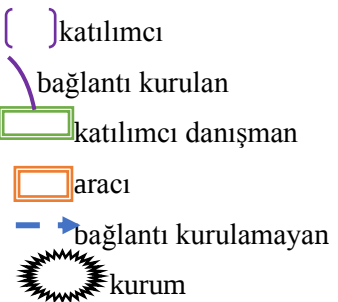
hakkında mülakat yapılabilecek katılımcılara literatür taramasında incelenen kaynaklar aracılığıyla ulaşılmıştır.

### **3.2.2.1. Örneklem ve Seçimi**

Literatür taraması sürecinde uzay keşfine dair incelenen ikincil verilerin ışığında bu araştırmada uzay keşfi çalışmalarını yürüten kurum, kuruluş ve kişilere odaklanılmıştır. Bahsi geçen kurum ve kuruluşlara kendi web sitelerinde yer alan iletişim bilgileri aracılığı ile ve bilimsel araştırmalarda yer alan veya medyada uzay keşfi ile anılan kişilere ise sosyal ağlar aracılığı ile ulaşılmaya çalışılmıştır. Örneklem uzayı oluşturulmasındaki süreçte ulaşılan kişilerin veya kurum ve kuruluşların önerileri üzerine yeni kaynaklar incelenmiş ve yeni katılımcılarla iletişime geçilmiştir.

Araştırmaya ilk olarak literatür taraması ile başlanmış olsa da araştırma süreci boyunca gerek literatür taraması gerekse mülakat aşamasında iz sürme yaklaşımı sergilenmektedir. Bu yaklaşım nedeni ile literatür taraması katılımcı seçimine yardımcı olmuş aynı zamanda katılımcıların önerileri üzerine yeni araştırmaları inceleme şansı elde edilmiştir. Bu bağlamda araştırmanın örneklem uzayına dair görsele Şekil 3.2 de yer verilmektedir.

A diagram illustrating the relationship between a lecturer and a specific professor. On the left, a green cloud shape contains the text "Öğretim Üyesi". A purple arrow points from this cloud to a purple dot located on the top-left corner of an orange-bordered rectangle. Inside this rectangle is the text "Prof. Olivier de Weck".



### 3.2.2.2. Veri Toplama Yöntemi

Birincil veri toplama sürecinde çoğunluğu lojistik mühendisleri topluluğu üyesi olan, uzay keşfi lojistiğinde görev almış ve uzay çalışmalarında adı geçen toplamda 12 katılımcı ile mülakat yapılmıştır. Katılımcılara dair meslek gruplarına mülakat sürelerine ve mülakatta kullanılan iletişim araçlarına Tablo 3.3'te yer verilmektedir.

**Tablo 3.3.** Katılımcı Dağılımı ve Mülakat Süreci

| Mülakat Tarihi | Katılımcı         | Meslek Grubu                                                                            | Kayıt Cihazı ve Süre                              |
|----------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 23.01.2018     | Willam Andy Evans | DML                                                                                     | SKYPE<br>Amolto Call Recorder<br>1 sa 25 dk 18 sn |
| 29.01.2018     | Cory Logan        | Sistem Mühendisi (uzay istasyonu eğitmenliği)                                           | SKYPE<br>Amolto Call Recorder<br>1 sa 13 dk 45 sn |
| 02.02.2018     | Dallas Bienhoff   | Cislunar Space Development Company, LLC Kurucusu                                        | SKYPE<br>Amolto Call Recorder<br>22 dk 47 sn      |
| 30.01.2018     | Michael Galluzzi  | Uzay Ajansı Tedarik Zinciri Yöneticisi ve Üretim Stratejisti                            | SKYPE<br>Amolto Call Recorder<br>59 dk 06 sn      |
| 03.02.2018     | Vicki Wood        | Uluslararası Uzay İstasyonu Program Entegrasyonunda Lojistik Operasyonları Yöneticiliği | Email<br>Office Word                              |
| 09.02.2018     | Sarah Shull       | Uzay Ajansı Keşif Görevleri Planlama Ofisi, Sistem                                      | SKYPE                                             |

|            |                   |                                                                                          |                                                             |
|------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|            |                   | Mühendisliği ve Entegrasyonu                                                             | Amolto Call Recorder<br>18 dk 51 sn                         |
| 10.02.2018 | James Mike Sneads | Spacefaring Institute LLC<br>Başkan ve Kurucusu,<br>Profesyonel Mühendis                 | Email<br>Office Word                                        |
| 13.02.2018 | Antony Butina     | Mentorluk ve Koçluk,<br>Uluslararası Uzay İstasyonu<br>Lojistik ve Bakım<br>Yöneticiliği | SKYPE<br>Amolto Call Recorder<br>1. seans: 59 dk 21 sn      |
| 14.02.2019 | Antony Butina     | Mentorluk ve Koçluk,<br>Uluslararası Uzay İstasyonu<br>Lojistik ve Bakım<br>Yöneticiliği | SKYPE<br>Amolto Call Recorder<br>2. seans: 1 sa 21 dk 46 sn |
| 24.02.2018 | Katılımcı 1       | İnsanlı Uzay Keşfi Uçuşları<br>Lideri, Draper                                            | Email<br>Office Word                                        |
| 22.03.2018 | Kathryn Lueaders  | Uzay Ajansı Ticari<br>Mürettebat Program<br>Yöneticisi                                   | Email<br>Office Word                                        |
| 29.03.2018 | Therese Thift     | Program Direktörü, Leidos                                                                | SKYPE<br>Amolto Call Recorder<br>29 dk 11 sn                |
| 25.06.2018 | Katılımcı 2       | Doktora programı uzay<br>madenciliği öğrencisi                                           | Email<br>Office Word                                        |

Yukarıda belirtilen süreç dahilinde katılımcılara yarı yapılandırılmış derinlemesine mülakat tekniği uygulanmıştır. Bu teknikle mülakat sırasında temel araştırma konusu kapsamında sorulması hedeflenen sorular çeşitlilik göstererek sohbet niteliğinde bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır. Mülakat sorularına alınan yanıtlar doğrultusunda yeni mülakat soruları oluşturulmuş olup sürece katılan katılımcılara yönlendirilmiştir. Katılımcıların mesleki deneyimlerinden de anlaşılacağı gibi,

katılımcı yelpazesi uzay keşfi lojistiğinde yer alan farklı meslek grupları ve farklı bakış açılarından oluşmaktadır. Burada farklı bakış açılarıyla temel alınan uzay keşfi lojistiğinin sürecini tanımlamak ve keşif disiplinine ortak bir bakış açısı katmaktır. Mülakat sırasında katılımcılara yönlendirilen sorulara Ek 4’te yer verilmiştir.

### **3.2.2.3. Veri Analizi**

Araştırmanın veri analizi aşamasında öncelikle katılımcı bazında ve genel olmak üzere veriler iki aşamada excel programı aracılığıyla incelenmiştir. İki aşama dahilinde analiz edilen verilere açık, eksensel ve seçici kodlamalar (Strauss ve Corbin, 1990) uygulanarak bulgular elde edilmiştir. Bahsi geçen iki aşamaya ek olarak birincil verilerden oluşan bulgular içerik analizi yardımıyla değerlendirilmiştir.

#### **3.2.2.3.1. Birinci Aşama: Katılımcı Bazında Açık ve Eksensel Kodlama**

Veri analiz sürecine mülakatlarda katılımcılara yönlendirilen sorulara alınan yanıtların teker teker katılımcı bazında değerlendirilmesiyle başlanmıştır. Bu değerlendirmede herbir katılımcının sorulara verdiği yanıtlara satır kodlama uygulanmıştır. Bu yöntem ile daha detaylı veriler elde etmek ve herhangi bir veriyi gözden kaçırılmamaya çalışarak uzay keşfi lojistiğini derinlemesine incelemek hedeflenmiştir. Satır kodlama sonucu oluşturulan kodlar eksensel kodlama aracılığıyla ilişkilendirilip katılımcı bazında kategorilere dönüştürülmüştür.

#### **3.2.2.3.2. İkinci Aşama: Katılımcı Bazında Oluşan Kategorilerin Kıyaslanarak Genel Kategorilere Dönüştürülmesi**

İlk aşamadan elde edilen tüm kategoriler birbirleriyle kıyaslanarak en çok tekrar eden, benzerlik ve farklılık gösteren olmak üzere genellemeler yapılarak temel kategorilere dönüştürülmüştür. Bu aşama sonunda araştırmanın bulguları şekillenmiş ve uzay keşfi lojistiği için genel bir bakış açısına evrilmiştir. Aşamanın son adımı olarak elde edilen bulguların değerlendirilmesinde içerik analizinden faydalanılmıştır.

Kısacası bu araştırmada temellendirilmiş teori yönteminde kullanılan veri analizi süreci uygulanmıştır.



## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### TARTIŞMA VE BULGULAR

Uzay keşfi lojistiği kapsamında yapılan bu araştırmada elde edilen bulgular literatüre dair ve mülakatlara dair olmak üzere iki bölümde incelenmiştir. Bulguları değerlendirmeden önce başlangıçtaki kısıtlara eklenen süreç boyunca oluşan kısıtlara aşağıdaki tabloda yer verilmektedir.

**Tablo 4.1.** Araştırmanın Genel Kısıtları

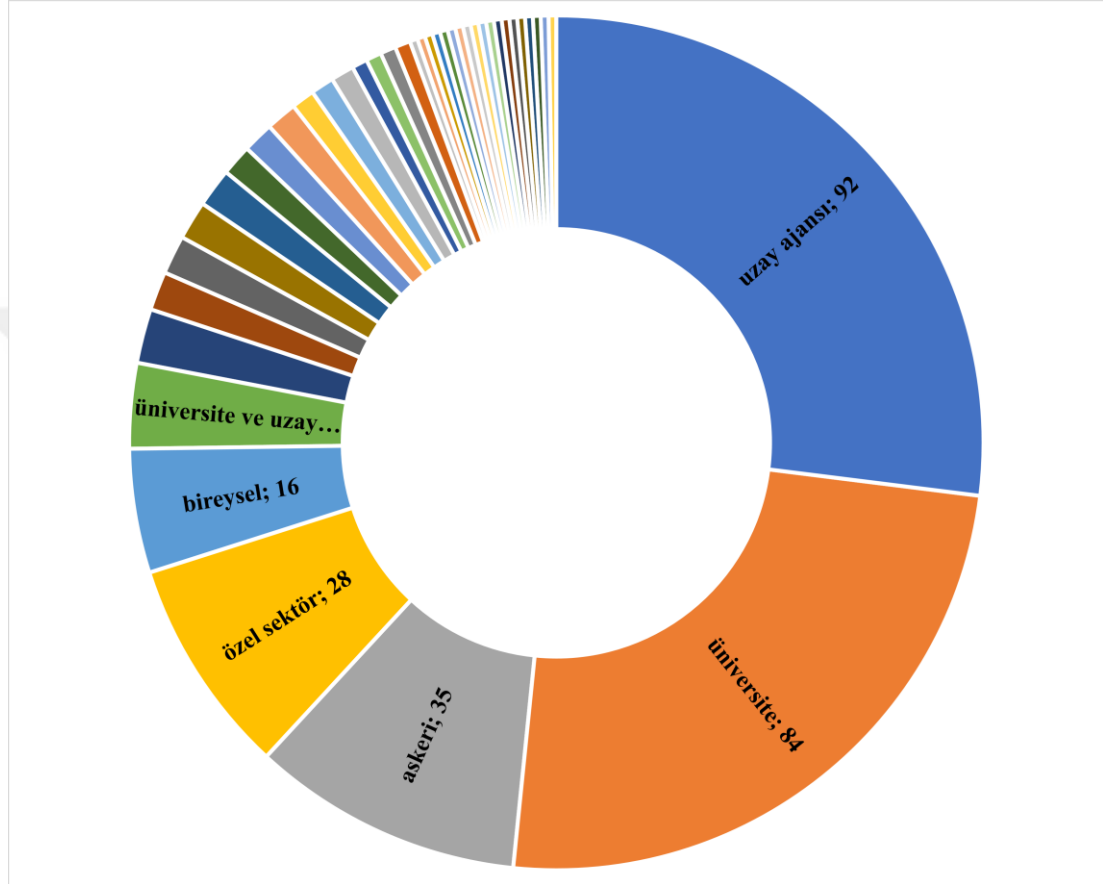
| İkincil veri kısıtları                                                                                                                       | Birincil veri kısıtları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>a) Yerel literatürde uzay lojistiğine dair kaynak yetersizliği</p> <p>b) Yabancı kaynaklarda uzay lojistiğine dair veri erişim sınırı</p> | <p>a) Toplumsal bakış açısı</p> <p>b) Ülkemizde araştırma yapılacak uzay ile ilintili kurum ve kuruluşların sadece havacılık kapsamında faaliyetler sergilemesi</p> <p>c) Yabancı kurum ve kuruluşlara ulaşma güçlüğü</p> <p>d) Coğrafi kısıtlar</p> <p>e) Zaman farkı</p> <p>f) Yerel kuruluşlara erişim sağlayamamak</p> <p>g) Bilgi paylaşım kısıtları</p> <p>h) Güven eksikliği ve bilgi paylaşılmasının istenmemesi</p> |

#### 4.1. ÇALIŞMA I: LİTERATÜR TARAMASI VE İÇERİK ANALİZİ BULGULARI

Literatür taraması sonucunda elde edilen veriler araştırmayı gerçekleştiren kurum ve kuruluş, kullanılan yöntem, araştırmaların yıllara göre dağılımı ve amaçları olmak üzere dört aşamada değerlendirilmiştir. Bu bağlamda uzay keşfi lojistiği literatürüne katkı sağlayan en kapsamlı araştırmaların uzay ajansı, üniversiteler ve askeri kökenli kurum ve kuruluşlar tarafından oluşturulduğu saptanmıştır. Şekil 4.1’de kurum ve kuruluş bazlı literatür dağılımına yer verilmektedir. Literatürün kurum bazlı verilerinden de anlaşılacağı gibi uzay lojistiğinin uzay ajansı, üniversite ve askeriye

olmak üzere üç temel kurum etrafında filizlenmiş bir disiplin olduğunu söylemek mümkündür.

**Şekil 4.1.** Kurum Bazlı Araştırma Dağılımları



Bu dağılım sonucu uzay keşfinde; uzay ve lojistiğin askeri kökenli olmasının yanı sıra askeri disiplin içerisinde yürütülen bilimsel faaliyetler bütünü olduğu bir kere daha vurgulanmaktadır. Uzay keşfi lojistiği literatürü kullanılan yöntem ve vurgulanan amaç bakımından değerlendirildiğinde ise; öncelikle geçmiş çalışmalar ve teknik veri incelemelerinden faydalanılmış olsa da temelinde yeni, desteklenebilir ve sürdürülebilir keşif sürecine fayda sağlamak ve bu amaca hizmet eder yöntemler geliştirmek yatmaktadır. Bu ortak amaç için oluşturulmuş araştırmalarda kullanılan yöntemler; genellikle deney ve gözlem, teknik veri analizi ve kaydına dair incelemeler, mimari tasarım, simülasyon, modelleme, deneyimlerden yararlanma ve yeryüzünde

uzay özelliklerinin değerlendirmeye alınabileceği uzay canlandırmaları yaratmak, optimizasyon, vaka ve senaryo çalışmaları olarak sıralanabilir.

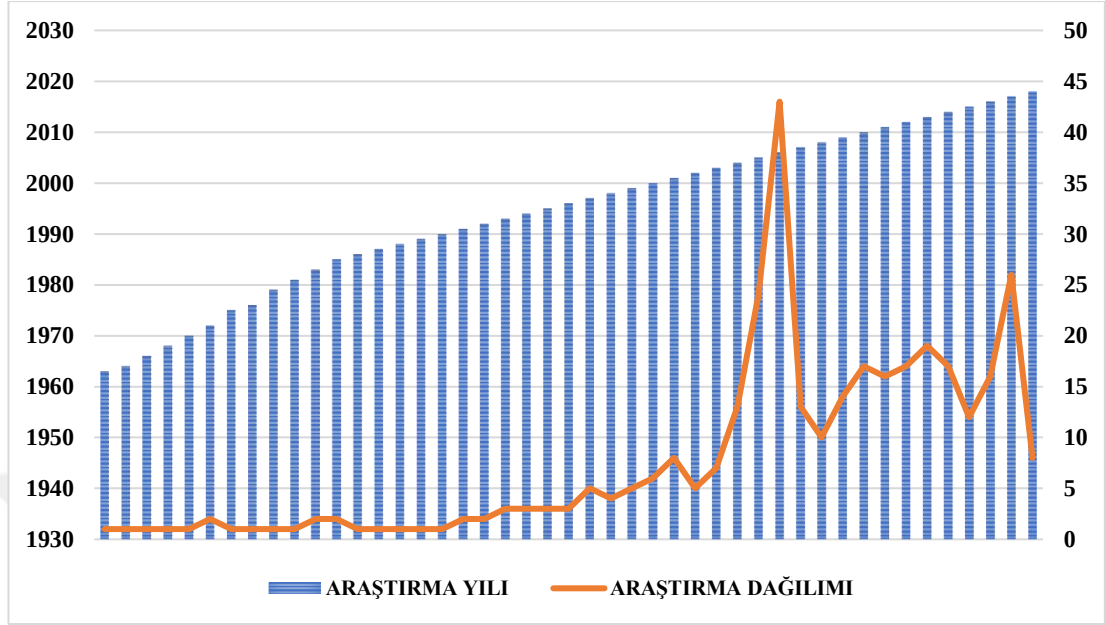
Literatüre dair erişilebilen araştırmalar yıllara göre dağılım bakımından incelendiğinde sırasıyla 2006, 2017, 2005 ve 2013 yıllarında uzay keşfi lojistiğine dair çalışmaların sergilendiği gözlemlenmiştir. Bu dağılımın çoğunlukla bahsi geçen yıllara toplanmasının sebepleri arasında uzay keşfinde ve teknolojisinde yaşanan önemli bulgu ve buluşların yanısıra özel sektörün uzay faaliyetlerindeki aktif rolü, uzay çalışmalarına ayrılan bütçe ve yapılan konferanslar yer almaktadır. Örneğin;

- a) 2005 yılında Güneş sisteminin dışına çıkılabilecek tekniğe ulaşılması (Nugent, 2016: 95),
- b) Uzay mekiği uçuşlarında meydana gelen kazaların benzerlerinin devam etmesi nedeniyle (NASA, 2018) sistem geliştirilmesine ihtiyaç duyulması,
- c) 2004 yılında ilk kez devlet dışı finanse edilen özel sektöre ait SpaceShipOne olarak bilinen uzay aracı uzaya fırlatılmasıyla (EAA 54, 2018) birlikte özel sektörde girişimlerin artması,
- d) 2005 yılında Haughton Mars Projesi raporu yayınlanmasıyla bu rapor sonucunda Mars görevi için ihtiyaç duyulan sistemlerin ortaya çıkması

bahsi geçen sebepler arasında gösterilebilir. Uzay çalışmalarında genellikle keşfedilen bilginin bir sonraki çalışmalarda geliştirilmek üzere devam ettiği gözlemlenmiştir. Önceki çalışmalarda ve keşif süreçlerinde belirlenen eksikler veya iyileştirilmesi gereken sistemler gelecek çalışmalara konu oluşturmuştur.

Uzay araştırmalarının ilk yıllarında yapılan çalışmalar daha çok askeri ve devlet kökenli düzenlemeler dahilinde ortaya atılmıştır. 2000’li yılların başlangıcından bu yana ise araştırmaların daha çok geliştirmek ve daha iyi keşif çalışmaları oluşturmak için yapıldığı ve devlet teşviği ile özel sektör ve üniversitelere dağıldığı saptanmıştır. Özellikle ulaşılabilinen araştırmalar dahilinde en çok literatürün yer aldığı 2006 yılında diğer yıllara oranla üniversite ve uzay ajansının ağırlıklı olarak ortak çalışmalar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada incelenen araştırmaların yıllara göre dağılımına Şekil 4.2.’de yer verilmektedir.

**Şekil 4.2.** İncelenen Araştırmaların Yıllara Göre Dağılımı



#### 4.2. ÇALIŞMA II: YARI YAPILANDIRILMIŞ MÜLAKAT VE İÇERİK ANALİZİ BULGULARI

İz sürme yöntemi aracılığı ile oluşturulan katılımcılara, yönlendirilen sorular ışığında elde edilen ve en çok tekrar eden kodlara sırasıyla Tablo 4.2’de yer verilmektedir. Bu doğrultuda bahsi geçen kodlar uzay lojistiği sürecine dair değişkenleri oluşturmaktadır.

**Tablo 4.2.** En Çok Tekrarlanan Kodlar

| SÜREÇE DAİR | KODLAR                                                                                                                                                                                             | SIKLIK |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| SÜREÇ       | Eş zamanlı entegre yönetimler (risk yönetimi, bilgi yönetimi, ömür devri yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, lojistik destek yönetimi, görev yönetimi, sistem yönetimi, program ve proje yönetimi) | 471    |
| SÜREÇ       | Entegre lojistik destek                                                                                                                                                                            | 195    |
| ÇIKTI       | Sürdürülebilirlik                                                                                                                                                                                  | 144    |
| SÜREÇ       | Ortak nokta, ortak bileşen                                                                                                                                                                         | 127    |

|             |                                                                    |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------|----|
| SÜREÇ       | Arz ve talep ilişkisi                                              | 94 |
| SÜREÇ       | Dağıtım ağı                                                        | 75 |
| GİRDİ       | Yapılandırılmış karar verme                                        | 67 |
| ÇIKTI       | Süreç iyileştirme                                                  | 65 |
| GİRDİ       | Ekonomik uygulanabilirlik                                          | 60 |
| GİRDİ       | Çevresel kısıtlar                                                  | 54 |
| SÜREÇ       | Azalan üretim kaynakları ve malzeme sıkıntısının proaktif yönetimi | 52 |
| SÜREÇ       | İş birliği                                                         | 51 |
| SÜREÇ       | Yerinde kaynak kullanımı                                           | 48 |
| SÜREÇ       | Çoklu bakış açısı                                                  | 46 |
| ÇIKTI       | Lojistik faaliyet azaltması                                        | 40 |
| GİRDİ       | Olumsuz ölçek ekonomisi                                            | 37 |
| ÇIKTI       | Serbestleştirme                                                    | 36 |
| GİRDİ+ÇIKTI | Keşifler ve araştırmalar                                           | 36 |
| SÜREÇ       | Modlararası taşımacılık                                            | 35 |
| SÜREÇ       | Konuşlandırma                                                      | 34 |
| GİRDİ       | Sınıflandırma                                                      | 29 |
| ÇIKTI       | Modelleme ve simülasyon                                            | 28 |
| GİRDİ       | Fırlatma                                                           | 27 |
| SÜREÇ       | Taşımacılık                                                        | 26 |
| SÜREÇ       | Görev                                                              | 26 |
| GİRDİ       | Montaj                                                             | 25 |
| SÜREÇ       | Disiplinlerarası çok fonksiyonlu ilişkiler                         | 24 |
| GİRDİ       | Teknolojik gelişmeler                                              | 23 |
| GİRDİ       | Mühendislik                                                        | 22 |
| GİRDİ       | Ömür devri                                                         | 22 |
| GİRDİ       | Varış yeri özellikleri                                             | 21 |
| GİRDİ       | Sözleşmeye dayalı                                                  | 20 |
| GİRDİ       | Askeri standartlar                                                 | 20 |
| SÜREÇ       | Geniş çaplı tedarik zinciri                                        | 19 |
| GİRDİ       | Yeryüzünde benzer ortam yaratmak                                   | 19 |
| SÜREÇ       | Çoklu sistemler sağlamak                                           | 19 |
| GİRDİ       | Mimari tasarım                                                     | 17 |

|       |                                                   |    |
|-------|---------------------------------------------------|----|
| GİRDİ | Kabiliyet                                         | 17 |
| GİRDİ | Bir amaç veya fonksiyona göre uyarlanabilen süreç | 17 |
| GİRDİ | Taşıma tekniği                                    | 16 |
| GİRDİ | Yeryüzü lojistiği                                 | 16 |
| SÜREÇ | Zamanlama                                         | 15 |
| ÇIKTI | Uzay aracı dışındaki faaliyetler                  | 15 |
| SÜREÇ | Yörünge servisleri                                | 15 |
| GİRDİ | Tedarikçi görünürlüğü                             | 15 |
| SÜREÇ | İletişimsizlik                                    | 14 |
| GİRDİ | İstif faktörü                                     | 11 |
| GİRDİ | Ticari girişimler                                 | 10 |
| GİRDİ | Keşfetme arzusu                                   | 10 |
| GİRDİ | İstasyonlar                                       | 10 |
| GİRDİ | Performansa dayalı lojistik                       | 7  |
| SÜREÇ | Düzenlemeler                                      | 6  |
| ÇIKTI | Vergi paradoksu                                   | 5  |
| SÜREÇ | Bürokrasi                                         | 5  |
| SÜREÇ | Uzay yolculuğu                                    | 4  |
| SÜREÇ | Kar amacı gütmeyen                                | 4  |
| ÇIKTI | Habitat oluşturmak                                | 3  |
| GİRDİ | Kurumsal kaynak planlaması                        | 3  |
| GİRDİ | Optimizasyon                                      | 1  |
| SÜREÇ | Özdeşleştirmek                                    | 1  |
| SÜREÇ | Yerküreye bağımlı                                 | 1  |

Mülakatlardan elde edilen tüm kodlar ışığında uzay keşfi lojistiğine dair genel bir tanım ortaya koyacak olursak;

*“Çevresel faktörler göz önünde bulundurulduğunda görev, ürün ve sistem seviyelerindeki ömür devri süreçlerine uygulanan eş zamanlı entegre yönetimler ile sürdürülebilir, desteklenebilir ve ihtiyaçların zamanında karşılanabildiği, bilgi ve malzeme akışı temel alan uzay faaliyetleri kapsamında sistemli bilimsel çalışmalar ve keşifler bütünüdür.”* olarak ifade edilebilir.

Oluşturulan bazı alt ve üst kategorilerin bazı katılımcı yorumları bazında birbirleri ile olan bağlantıları Tablo 4.3’te yer verilmektedir.

**Tablo 4.3.** Katılımcı Yorumları Bazında Alt ve Üst Kategoriler

| REPRESENTATIVE QUOTES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CATEGORIES                    | MAIN CATEGORIES                     | FREQ. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------|
| (Galluzzi, 2018 ): "So supply chain ERP, PDM systems is all about lifecycle support and when design engineers do their design this is very critical they need to understand not just components but also the sourcing and the resilience of the supply chain. Because they are setting in concurrent what happen stand on the logistics."                                                                                                 | product data management       | concurrently integrated managements | 471   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | enterprise resource planning  |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | product lifecycle management  |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | supply chain management       |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | lifecycle                     |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | risk management               |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | architectural design          |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | concurrently                  |                                     |       |
| (Butina , 2018 ) : “Its a plan those same principles of ILS. You would apply the same thing its just to different location, different operating system but the things are gonna fail, the things are gonna breaking, things are gonna have to be fixed. And you are gonna have to do preventive maintenance you are gonna have to do corrective maintenance and just we have a build this systems it can last forever right. Same thing.” | integrated logistics supports | integrated logistics supports       | 195   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | interplanetary                | extensive supply chain              | 19    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | risk management               | concurrently integrated managements | 471   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | robustness                    |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | preventive maintenance        |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | corrective maintenance        |                                     |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | behaviral communication       | miscommunication                    | 14    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |                                    |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----|
| (Evans, 2018) : “That concept is probably the hardest thing to implement, especially working across borders, cultures, and nations. Cultural differences are probably the biggest obstacles.”                                                                                                                                                                                                               | political history cause suspicion | bureaucracy                        | 5   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | behavioral communication          | miscommunication                   | 14  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | cultural differences              |                                    |     |
| (Sneads, 2018): “There are no fundamental physical limitations. It is simply a matter of willingness to follow new engineering leaders with the understanding of what needs to be done.”                                                                                                                                                                                                                    | no limitation                     | matter of being willingness        | 10  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | to be open new ideas              |                                    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | leadership                        |                                    |     |
| (Shull, 2018 ): “I think the timing is a big one. So we have launches to the space station every probably two months if you look around the different international partners but in order to get something on those launches its a year or more lead time. Because you have to go through the safety reviews and things have to right at the launch side you know a few months probably before the launch.” | timing                            | just in time                       | 15  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | launch Schedule                   | lauching                           | 27  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | colloboration                     | colloboration                      | 46  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | risk management                   | concurrently integraed managements | 471 |
| (Butina, 2018): “The key the problem with space is this you are building very speacialized equipment and you only building small amounts. You are not building five thousand cars right you are building three generaters, you are building five gyros and they are all expensive and really technical. And so you have a low production highly critical processes. It is not cheap.”                       | sustainability                    | sustainability                     | 144 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | cost reduction                    | logistics reduction                | 40  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | diseconomies of scale             | diseconomies of scale              | 37  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | technical                         | engineering                        | 22  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | risk management                   | concurrently integraed managements | 471 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                |                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-----|
| (Shull, 2018 ): “ A lot of logistics hub manufacturing and assembling and test on earth and then getting component the pieces to the gateway to assemble the gateway then there is a logistics hub sustaining the gateway returning supply and crew from the gateway and end of life will be logistics deep commission in the gateway.”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | logistics nodes                | distribution networks              | 75  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | manufacturing                  | proactive dmsms management         | 52  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | assembling                     | assembling                         | 25  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | risk management                | concurrently integraed managements | 471 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | sustainability                 | sustainability                     | 144 |
| (Butina, 2018): “If I would do a space exploration, I would try to make commonality amongs systems are requirements. You are carrying less mass which is expensive right you are carying like up mass you are saving on time, you are saving on storage. Because I need a store but may be two cars instead of four cars of the same part because I can swich them out. The failures should be similar, removing replacement should be similar. Because the underline of space exploration especially with space station is you dont wanna do maintanence, you dont wanna do fix this, you wanna do exploration, on space station you wanna do science, you wanna do experiments.” | commonality between systems    | commonality                        | 127 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | commonality between components |                                    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | purpose of station             | stations                           | 10  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | prepositioning                 | prepositioning                     | 34  |
| (Butina, 2018): “Because when we first flew which was a year something I do not know, Wright Brothers whoever flew first, but did we have 2000 years of                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | development needed             | process improvement                | 65  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |                                          |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|-----|
| <p>mankind before that happened I mean depending what kind man you are looking at homosapiens or neandentals right. So that is like a big curve and the certain things I mean will we ever be able to go faster than speed of light. The problem is we have a burn what you need to get faster and faster is it continue with burn or we do not have enough fuel to go to a continue the burn I mean. So if you are talking about new fuels engine that will able to give you a continue as burn, continue as release of energy, faster faster and faster but even with that as soon as you can reach the speed of light. We do not even know we can live. I mean Einstein says you ain't make it I mean speed of light, you cannot do it. So how long is it take.”</p> | depend on kind of mankind        | matter of being willingness              | 10  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | speed of light                   | explorations                             | 36  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | bending space                    | environmentally limitations              | 54  |
| <p>(Logan, 2018 ): “It is very difficult to get to perhaps the last one long time and so sometimes we use Antartica rather deep oceans as an analogy to train people to think broadly and deeply.”</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | same anatology with ocean work   | creating analogies for space environment | 19  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | affordability                    | economic viability                       | 60  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | creating place with same analogy | creating analogies for space environment | 19  |
| <p>(Evans, 2018): “Managing waste, including packaging, human waste, scrap, etc, is very important to maintaining a stable mass. On the space station we developed a system that took a human waste and recycled it to get drinking water, washing water etc.”</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | maintainability                  | concurrently integraed managements       | 471 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | recycling                        | sustainability                           | 144 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                            |                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----|
| (Thrift,2018 ): “First I figure it out; what I need and how can I get what I need, after I need to talk about how do I get it there? So an example of the ISS, I have different options how to get it there. I can fly on a American rocket, I can fly on a Russian rocket, I can fly on a Japanese rocket or I can fly on European rocket. So I have to look at each of my abilities to get there and find the one then I can get there when I needed and I can take what I need.”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | risk management            | concurrently integraed managements | 471 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | planning                   |                                    |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | types of space vehicle     | classification                     | 29  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | capability                 | capability                         | 17  |
| (Logan,2018 ): “So engineers usually say okay I have this dream or an idea I want to go and live on the moon for when we get work first logistics 6 months. So the gross skill here is the mission to get there. Build equipment, train, and move everthing to the launch pad to the launch, you know transport to the surface, landed but did on the surface build whatever I need it or not etc. So you have to do that architecture work. But first you do what is the mission and what is the physical architecture to get there and then you go to the logisticians. You know “hey can you tell me the mass, volume, supportability is it selfcontain or I have to disassembled and then from there. How complicated is it then” you had a gross skill put the time and dolars figure on those 18 components of logistics doing the feasibility phase and you just as you move forward into pulmonary design and conceptual design and detail design, dorment feasibility.” | flows                      | integrated logistics support       | 195 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | decision making            | structured decision making         | 67  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | requirements               | supply and demand relationship     | 94  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | logistics support elements | integrated logistics support       | 195 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | architectural              | architectural design               | 17  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | information flow           | concurrently integraed managements | 471 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | complicated process        | multifunctional relationships      | 24  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | investment                 | economic viability                 | 60  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                           |                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | risk management           | concurrently integrated managements | 471 |
| (Bienhoff, 2018 ): “Isru is same thing with industrialization on moon what I mentioned earlier we have people full of item on moon, we have people moon village association if you not heard of that moon village association is a system created last year in Europe to promote east to director concept to open community on the moon study for everybody basically cooperate but is not integrated program it is kind of like community involving on earth it just happen. We basically built spacecraft to survive in space right now.” | usability                 | sustainability                      | 144 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | sustainability            |                                     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | industrialization         |                                     |     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | associations              | collaboration                       | 51  |
| (Bienhoff, 2018): "key change a vehicle locations it's like intermodal facility on earth go for try to train, truck to airplane and ship. We see that eventually in space like I said so we trying to do in my company.”                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | transportation nodes      | distribution networks               | 75  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | intermodal transportation | intermodal transportation           | 35  |
| (Lueders, 2018): “Normally, rocket manufacturing is like car manufacturing, each of the companies has to make a decision about where is the best place to have the manufacturing dependent on the cost of manufacturing, the amenities provided for manufacturing, the source of suppliers to the manufacturing site, and the logistics of getting the completed stage to the launch site. "                                                                                                                                                | manufacturing             | proactive dmsms management          | 52  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | resources                 | potential resources                 | 48  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | decision making           | structured decision making          | 67  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | providing supply          | integrated logistics support        | 195 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | cost reduction            | logistics reduction                 | 40  |

(Galluzzi, 2018 ): “We have to understand as we know when are anticipating demand is, at the same time we have to also understand what are failure rate expectations are meantime between failures meantime to repair and that aspect of at all. To understand as our launch schedule may diminish, our demand also diminishes and therefore what is the reserves of the economic viability of that supplier to make that space product.”

|                            |                                    |     |
|----------------------------|------------------------------------|-----|
| collaboration              | collaboration                      | 46  |
| flight manifesting         | supply and demand relationship     | 94  |
| launch Schedule            | launching                          | 27  |
| supply and demand relation | supply and demand relationship     | 94  |
| supply chain modelling     | modelling and simulation           | 28  |
| risk management            | concurrently integraed managements | 471 |
| economics viability        | economic viability                 | 60  |

Bulgular ve bahsi geçen katılımcı yanıtları göz önüne alındığında uzay keşfi lojistiği gerçekleştirilen ve gerçekleştirilmek istenen olmak üzere iki kümede toplanabilir. Gerçekleştirilen boyutu Yerküre bağlantılı, maliyetli, zaman ve kütle kısıtlıdır. Gerçekleştirilmek istenen ise Yerküre bağlantısız, yerinde kaynak kullanımı yapılabilen, kendini yenileyen ve tekrardan kullanılabilen sistemler ile daha az maliyet gerektiren keşifler ortaya koymaktır. Bu bağlamda katılımcıların yönlendirilen sorulara verdikleri bazı yanıtlar aşağıda iki küme kapsamında sunulmaktadır.

#### 4.2.1. Uzay Keşfi Lojistiğinin Gerçekleştirilen Boyutu

Uzay keşfi lojistiğinin eş zamanlı entegre sistemlerin yönetimi olduğuna ve bu sistemlerin yanlış veya eksik işleminin açabileceği sorunların, uygulanmada karşılaşılan zorlukların neler olduğuna dair katılımcıların yorumları değişkenlik göstermiştir. Ancak uzay keşfinin gerçekleştirilmesine dair katılımcıların çoğunlukla hemfikir olduğu ve sıklıkla dile getirdiği kıstaslar zaman ve maliyet olarak karşımıza çıkmaktadır:

*“Mühendisler genellikle işe başladıklarının ilk 6 ayında şey derler benim Ay’a gitme ve oraya yerleşme hayalim var. Asıl önemli olan yetenek buradan sonra başlar o da sizi oraya götürecek olan görevin oluşturulmasıdır. Bu sürece ekipmanların oluşturulması, eğitimler, fırlatma aşaması, sonra Ay’a iniş aşaması ve Ay’da yapılacak faaliyetler ve ihtiyacın olan herşey dahil olur. Tabiki tüm bunların mümkün kılınması için mimari çalışmaların da yapılması gerekir. İlk olarak yapılması gereken görev ve fiziksel olarak mimaridir, ardından lojistisyene gidip gereklilikleri anlatılır...Uzay lojistiği ve uzaya ulaşmak gerçekleştirilmesi zaman alan ve oldukça güç bir uğraştır, bazen Yerküre’de daha kapsamlı düşünmek ve personeli eğitebilmek için Antartika veya okyanus gibi uzay ile benzer ortamlar yaratmamız gerekmektedir... Süreç bu şekilde işler ve tüm bunları yapacak yeteneğiniz vardır, yani 18 veya daha fazla disiplinin bir araya getirebilirsiniz burada asıl kısıt para ve zamandır” (Logan, 2018).*

Arz ve talep ilişkisi doğrultusunda yeniden ikmal faaliyetleri kapsamında gerekli malzemeyi istasyona sağlayabilmek için zamanlamanın planlanmasının önemi katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Örneğin:

*“Bana kalırsa zamanlama en büyük engeldir. Uzay istasyonuna her iki ayda bir uzay aracı fırlatıldığını düşünürsek ve uluslararası ortakları da hesaba katarsak fırlatmadan önce tüm test ve kontrollerin yapılması, sistemlerin doğru şekilde işlediğinden emin olunması birkaç ay hatta belki de daha fazla sürmektedir” (Shull, 2018).*

İhtiyaçların belirlenerek taşınacak ürün kriterlerine uygun taşıma aracının seçilmesi ve ürünün taşıma aracına uygun üretilmesi uzay keşfi lojistiğinin uygulanabilmesi için bir kriter olduğu katılımcılar tarafından belirtilmiştir:

*“İlk olarak hedeflenen gezegene nasıl gideceğiniz ve gidebilmek için nelere ihtiyacınız olduğunu belirlemeniz gerekmektedir. Örneğin ISS ‘e gidebilmek için Amerikan roketi, Rus roketi, Japon veya Avrupa roketi gibi farklı seçenekleriniz mevcuttur. Ancak bu seçenekler arasında hangisinin ihtiyaçlarınızla uyduğunu belirlemeniz gerekmektedir” (Thrift, 2018).*

Üretim sistemlerinin tasarımı, kütlesi, maliyetleri ve taşıma kapasiteleri açısından, katılımcılar tarafından yeryüzü süreçleri ile özdeşleştirilerek benzerlikler ve farklılıklar ortaya koyulmuştur. Bu yönde başlıca katılımcı yorumlarına örneklendirecek olursak:

*“Roket üretimi ile araç üretimi aynı disiplinle yapılmaktadır. Her iki sistemde de üretimin nerede yapılacağı, maliyetler, üretim için gereklilikler fırlatma aşamasına gelene kadar aynıdır” (Lueders, 2018).*

*“Asıl sorun az sayıda çok özel ekipmanlar üretmektir. Bu durum düşük çapta bir üretim ile yüksek maliyet getirmektedir. Sonuç olarak 5000 tane araba üretmiyorsunuz, burada söz konusu olan oldukça pahalı ve kritik sistemlerden bahsediyoruz. Bu da elbette pahalıya mal oluyor” (Butina, 2018).*

En çok tekrarlanan kod olan eş zamanlı entegre yönetimler içerisinde “risk yönetimi”, “tedarik zinciri yönetimi”, “ömür devri yönetimi”, “görev yönetimi”, “sistem yönetimi”, “program ve proje yönetimi”, “entegre lojistik destek yönetimi” ve “bilgi yönetimi” yer almaktadır. Bahsi geçen yönetim disiplinleri içerisinde süreç için en büyük öneme sahip yönetim ise “risk yönetimi”dir. Uzay keşfi lojistik süreci risk yönetimi etrafında şekillenmektedir. Bu bağlamda özellikle teknik yetersizliklerin ya da uyumsuzlukların risk teşkil ettiği ve kritik sorunlara yol açabileceği düşünüldüğü için katılımcılar tarafından fazlaca vurgulanmıştır:

*“Hizmet sağlayıcı ve tedarikçi olarak taşınacak olan ürünlerin özelliklerini ve onlara nasıl bir muamele yapmanız gerektiğini iyi bilmeniz gerekmektedir. Çünkü yetersiz bilgi önlenemeyecek sorunlara yol açabilir” (Thrift, 2018).*

*“Eğer uzay istasyonunda kritik bir arıza yaşanır ve kısa sürede giderilemezse bu durumda kapatıp herkesi eve göndermeniz gerekir tabi hala hayattalarsa” (Butina, 2018).*

Bir başka zorluk olarak katılımcıların yorumlarında yer alan organizasyonel farklılıkların ve benzerliklerin bu tip iş birliği temelli sistemlerde gerekliliğinin öneminin vurgulandığı ifadeler mevcuttur. Bu bağlamda katılımcılardan bazıları organizasyonlar arası kültür farklılıklarının öneminden bahsetmiştir:

*“Muhtemelen uluslararası uzay istasyonunda uygulanması en güç şeyler arasında farklı kültür ve anlayışlara sahip milletlerin bir arada ortak işler ortaya koymaya çalışmasıdır.” (Evans, 2018).*

Organizasyonlar arası kültür farklarının yanı sıra katılımcılar liderlerin veya yöneticilerin vizyonlarının önemine de dikkat çeken yorumlarda bulunulmuştur:

*“Aslında uzay keşfinde temel fiziksel kısıtlar söz konusu değildir. Herşey yenilikçi vizyona sahip, ne yapılması gerektiğini bilen liderleri desteklemeyi istemekle mümkündür” (Sneads, 2018).*

Ortaya çıkan bulgular işletme lojistiği ve tedarik zinciri ile benzerlik göstermektedir. Tedarik Zinciri Yönetimini zorlaştıran etkenler arasında birbiri ile örtüşmeyen organizasyon kültürlerinin varlığı (Hua, et al., 2011) ya da üst yönetimin tedarik zinciri vizyonuna sahip olmaması (Loforte, 1991) bulunmaktadır. Bulgular uzay keşfi lojistiğindeki sorunların sadece teknik değil aynı zamanda bürokratik ve organizasyon temelli olabileceğini de göstermektedir.

Öte yandan katılımcılar, uzay keşfi lojistik süreci için tedarik zinciri yönetiminin önemini hem teknik hem de yönetsel bakış açılarıyla vurgulamışlardır. Bu yaklaşım klasik üretim tedarik zincirinden farklı olarak ürün ve sistemin ömür devri boyunca desteklenmesi esasına dayandırılmaktadır:

*“Tedarik zinciri, ERP ve ürün bilgi yönetimi sistemleri ömür devri desteği ile alakalıdır ve tasarım mühendisleri tasarım oluştururken sadece tasarımda yer alacak parçaları değil aynı zamanda tedarik zincirinin esnekliğini de göz önünde*

*bulundurmaları gerekmektedir. Çünkü uzay lojistiği eş zamanlı kurulur ve eş zamanlı işler süreçlerden oluşmaktadır” (Galluzzi,2018).*

Tedarik zinciri yönetiminin yeryüzü boyutundaki ve gezegenler arası boyuttaki zorluklarından bahseden katılımcılar uzay keşfine tabi tutulan tedarik zincirinin sınırlarının gezegenlerarası boyutta değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır:

*“Lojistikte birlikte uzay lojistiğini tanımlarken gidilebilecek mesafe açısından değerlendirildiğinde gerçekten ekstem bir süreç ve müşteri söz konusudur. Tam anlamıyla gezegenler arası nihai müşteri... Konferanslara katıldığımda tedarik zincirlerinin genişliğinden bahsederken gurur duyan kişilerle karşılaşıyorum ve bu durumu her zaman eğlenceli bulmuştumdur. Onlara benim tedarik zincirim genişliğinin neredeyse 30milyon mil olduğunu ve bu tabirle gezegenler arası uzay bölgesinin sınırları içerisine uzandığını söylediğimde şaşkına dönüyorlar” (Galluzzi, 2018).*

Bulgular doğrultusunda uzay keşfi lojistiğinin karmaşık sistemlerden oluşan yapısı ve yeryüzü süreçlerine uygulanan lojistik faaliyetlerinden özellikle zaman ve mekânsal boyutta farklılıkları düşünüldüğünde kritik süreçlerin çözümüne ulaşmanın sıkıntısı Butina, 2018 tarafından dile getirilmiştir:

*“Uzay keşfinde bir sürü sorun mevcut nasıl çözüleceğine dair hiçbir fikrimizin olmadığı, yani bu keşif asla son bulacak bir serüven değil, tüm hayatımızı kaplayacak nitelikte” (Butina,2018).*

#### **4.2.2. Uzay Keşfi Lojistiğinin Gerçekleştirilmek İstenen Boyutu**

Uzay keşfi lojistiğinin nasıl olması gerektiğine dair yaklaşımlar ise yerinde kaynak kullanımı ile lojistik faaliyetlerin azaltılması, yeniden kullanılabilen sistemler ve dönüştürülebilen atıklar ile daha verimli keşifler yapmak yönündedir. Bu bağlamda Evans, 2018 yeniden kullanılabilen sistemlerin önemini aşağıdaki gibi vurgulamıştır:

*“Eğer tekrardan kullanılabilen sistemler hayata geçirebilirsek uzay keşfinde her anlamda önemli bir gelişme katetmiş olacağız ve böylece fırlatma, yakıt yetersizliği gibi sıkıntılar en aza indirgenmiş olacak” (Evans, 2018).*

Uzay keşfi lojistiğinde yeryüzü lojistik süreci hariç uzayda depolama unsurunun olmaması taşıma kapasitesi bakımından zorluklar oluşturmaktadır. Bu

bağlamda dönüştürölüp farklı formlara getirilerek yeniden kullanımı sağlanan atıklar lojistik döngüde tekrar yerini alabilmektedir. Evans, 2018'in da belirttiğı gibi uzay istasyonlarında alan kısıtının varlığı atık yönetimini daha önemli hala getirmektedir. Bu yüzden insani atıkları kullanılabilir sıvı haline getiren sistemler geliştirilmiştir.

Uzay keşfi lojistiğinde asıl vurgulanan keşfetme arzusu etrafında filizlenen verimli keşifler gerçekleştirme eğilimidir:

*“Herşey hadi buradan gidelim ve başka bir gezegene yerleşelim o gezegende yaşam alanı oluşturalım mantığıyla değildir aynı zamanda keşif becerilerinizi geliştirmeniz gerekmektedir” (Logan, 2018).*

Katılımcılar keşiflerin sürdürülebilirliği açısından yerinde kaynak kullanımına dikkat çekmişlerdir. Yerinde kaynak kullanımıyla beraber gezegenlerarası gerçekleştirilmesi gereken lojistik faaliyetler en aza indirgenerek maliyet etkinliği sağlanması hedeflenir. Bu bağlamda Katılımcı 2 uzay keşfinin artık gezegensel kaynakları da bulmaya yönelik çalışmaları içerdiğini belirtmiştir. Aynı şekilde diğer bir katılımcı olan Thrift, 2018'e göre ise:

*“Bence daha iyi bir keşif ve insanlık için Ay kaynaklarından yararlanılabilir. Hatta bu kaynaklar ile belki de Yerküre'de daha iyi bir yaşam imkanı sunulabilir” (Thrift, 2018).*

Uzak gezegenlere sürdürülebilir keşif programlarının gerçekleştirilebilmesi için uğraklı olarak tasarlanan taşımacılık ağ modelleri oluşturulması gündemdedir. Bu modellere ışık tutarak Bienhoff, 2018 aşağıdaki yorumu yapmıştır:

*“Gelecekte 6mt uyduyu 6mt tekrardan kullanılabilir uzay tankı ile yörüngeye fırlatıp diğer gezegenlere ulaşmada bir üs olarak kullanabiliyor olmalıyız. Bu tıpkı limanlarda kullandığımız tug bot servislerine benziyor” (Bienhoff, 2018).*

Uzaya dair faaliyetlerin gerçekleştirilmesi keşfetme arzusu ve örgütlenme gerekliliğine dair katılımcı yorumları mevcuttur. Bu bağlamda Bienhoff, 2018 Ay köyü topluluğunun varlığından söz etmiştir ve Avrupa merkezli olan bu topluluğun Ay çalışmalarını yürüten kişilerden oluştuğunu belirtmiştir.

Keşfetme arzusu çağlar boyunca insanoğıyla beraber gelişmiş ve somut sonuçlar elde etmesine etken oluşturmıştır. Ancak bu serüvenin somutlaşması teknik yetersizlik nedeniyle uzun sürmüştür. Katılımcılar bu yöndeki teknik gecikmeyi vurgulamakta olup ileriye dönük uzay keşiflerinin zaman alacağına dair yorumunun

Wright kardeşlerin uçuş girişimlerinden bu yana geçen süre açısından dikkat çekmektedir:

*“Gezegenerarası yolculuk meselesi daha çok “ışık hızından daha hızlı gidilebilir mi?” sorusunu gündeme getiriyor. Ancak problem şu ki ışık hızında gidebilmek için sürekli yanmaya devam eden bir itici güç veya bir yakıt türüne ihtiyaç vardır, ancak yine de bu bir çözüm değildir. Çünkü bu hızla hayatta kalınabileceğine dair hiçbir fikrimiz olmadığı gibi açığa çıkacak enerjinin de ışık hızına yakın olup olmayacağını bilemiyoruz. Yani Einstein’e göre asla ışık hızına ulaşamayız. Şayet ulaşırsak da bunun ne kadar süreceğine dair hiçbir fikrimiz yok.” (Butina,2018).*

Kısacası katılımcı yorumları doğrultusunda uzaya yönelik keşiflerin tüm kısıtlara rağmen ancak lojistik destekli disiplinler çerçevesinde sürdürülebileceği ve Yerküre bağlantısız keşiflerin henüz mümkün olmadığı açıkça görülmektedir. Ancak katılımcıların da belirttiği gibi uzay keşfi gelişmeye devam etmekte olan teknik becerilerin ötesinde sonsuz bir serüvendir.

Araştırmada katılımcı bazında en çok tekrar edilen iki kod saptanarak uzay keşfi sürecine yeni bir bakış açısı katılması da hedeflenmiştir. Bu bağlamda katılımcı uzmanlıkları göz önünde bulundurularak mühendislik deneyimi, mimari tasarım, yönetim vb. ile yakından ilişkili katılımcıların yanıtlarına göre sıklık gösteren kategoriler incelenmiştir. Mühendislik bakış açısına sahip olan katılımcılar daha çok risk yönetimi ve desteklenebilirlik analizlerine dikkat çekmektedirler. Tedarik aşamasında aktif rol oynayan katılımcılar ise istifleme, tedarik zinciri bilgi yönetimi gibi konulara değmektedirler. Mimari tasarım aşamasına hakim katılımcılar ise dağıtım kanallarından, araç tasarımlarından ve bu doğrultuda gerekli sistem tasarımlarından bahsetmektedirler. Ancak bu çalışma sonucunda farklı meslek gruplarına sahip olsalar da her katılımcının birleştiği ve ortak nokta olarak karşımıza çıkan belli başlı kodlar gözlemlenmiştir. Ortak paydada değerlendirilebilecek şekilde bahsi geçen alt ve üst kategorilere dönüştürülen kodlara aşağıdaki tabloda yer verilmektedir.

**Tablo 4.4.** Katılımcı Bazında En Çok Tekrarlanan Kodlar

|                    | <b><u>CODES FREQUENCIES PER PARTICIPANTS</u></b> |                                          |
|--------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>EVANS</b>       | risk management (36)                             | miscommunication (13)                    |
| <i>final codes</i> | concurrently integrated management (471)         | miscommunication (14)                    |
| <b>LOGAN</b>       | risk management (45)                             | sustainability(27)                       |
| <i>final codes</i> | concurrently integrated management (471)         | sustainability (144)                     |
| <b>BIENHOFF</b>    | transportation nodes (16)                        | sustainability(27)                       |
| <i>final codes</i> | distribution networks (75)                       | sustainability(144)                      |
| <b>GALLUZZI</b>    | risk management (30)                             | data managment (15)                      |
| <i>final codes</i> | concurrently integrated management (471)         |                                          |
| <b>WOOD</b>        | stowage factor (4)                               | lifecycle (4)                            |
| <i>final codes</i> | stowage factor (11)                              | lifecycle (22)                           |
| <b>SNEADS</b>      | sustainability (5)                               | spacefaring (4)                          |
| <i>final codes</i> | sustainability (144)                             | spacefaring (4)                          |
| <b>SHULL</b>       | risk management (8)                              | launch schedule (7)                      |
| <i>final codes</i> | concurrently integrated management (471)         | launching (27)                           |
| <b>BUTINA</b>      | risk managment (105)                             | commonality (55)                         |
|                    |                                                  | line replacement unit (33)               |
| <i>final codes</i> | concurrently integrated management (471)         | commonality (127)                        |
| <b>KATILIMCI 1</b> | logistics support elements (5)                   | risk management (4)                      |
| <i>final codes</i> | integrated logistics support (195)               | concurrently integrated management (471) |
| <b>LUEDERS</b>     | risk managements (8)                             | desicion making (5)                      |
|                    |                                                  | consolidated (5)                         |
| <i>final codes</i> | concurrently integrated management (471)         | structured decision making (67)          |
|                    |                                                  | carrige methods (16)                     |
| <b>THRIFTS</b>     | information of supply characteristics (24)       | launch schedule (10)                     |

|                    |                                           |                          |
|--------------------|-------------------------------------------|--------------------------|
| <i>final codes</i> | concurrently integrated managements (471) | launching (27)           |
| <b>KATILIMCI 2</b> | transformation (8)                        | planetary sources (6)    |
|                    |                                           | way of incentivising (6) |
| <i>final codes</i> | transformation (26)                       | potential resources (48) |
|                    |                                           | deregulation (36)        |

Yukarıda yer alan tabloda her 12 katılımcıya yönlendirilen sorulara göre katılımcı bazında en çok tekrar edilen ve aralarında ilişki kurulan alt kategoriler göz önüne alındığında oluşturulan ve en yüksek sıklıkta ortaya çıkan üst kategori “eş zamanlı entegre yönetimler” dir. Bu üst kategori içerisinde ise sıklıkla dile getirilen alt kategoriler olarak “risk yönetimi” ve “bilgi yönetimi” karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda uzay keşfi lojistik süreci, riski en aza indirmek ve oluşacak risklere anında müdahale edebilmek üzerine kurulmakta olup bilginin ortaya çıkarılması ve kullanılmasıyla verimli bir şekilde sürdürülmesi hedeflenmektedir. Sürecin sürdürülmesinde ortaya çıkacak olan bilgi yetersizliği, iletişimsizlik sürecin gerçekleştirilmesine engel olmanın yanısıra onarılamayacak teknik hasarlar sonucu insani kayıplara da neden olmaktadır. Öte yandan sürece engel çevresel kısıtların yerinde kaynak kullanımı ve devlet teşvikleri ile en aza indirilmesi uzay keşfinin devamlılığı için ileri sürülmekte olup tüm sürecin sağlıklı bir şekilde işleyebilmesi ve ihtiyaç duyulduğunda gerekli desteğin sağlanabilmesinin entegre lojistik desteğin ömür devri boyunca gereksinimleri karşılar nitelikte planlanması ve uygulanması ile mümkün olduğu gözlemlenmiştir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu başlık altında araştırmaya yönelik bulgulara göre genel bir değerlendirme sunulmaktadır. Elde edilen bulgular ışığında yeryüzü lojistik süreci ve uzay keşfi lojistik süreci başka bir deyişle gezegenlerarası lojistik süreci lojistiğin yedi doğrusu, uzay keşfi lojistik süreci ve keşif yaklaşımı açısından değerlendirmektir. Bu değerlendirme sonunda gelecek çalışmalar için oluşabilecek kısıtlar, öneriler ve çıkarımlara yer verilmektedir.

#### a) Lojistik Yedi Doğru ve İşletme Lojistiği Açısından Değerlendirme;

Yapılan araştırmalar ışığında elde edilen bulgular değerlendirildiğinde gerek literatür gerekse mülakatlarda uzay keşfi lojistiğinin entegre lojistik destek anlayışı ile aynı disiplinde ele alındığı gözlemlenmiştir. Uzay keşfi lojistiği başangıçta belirlenen uzay görevlerine uygulanan uzay sistem ve programlarını destekleyen bir süreci kapsamaktadır. Bu süreç içerisinde yer alan her bir sistem, program ve ekipman belirli bir ömür devri çerçevesinde belirlenen görev süresi boyunca desteklenir. Süreç tamamlanan sistemlerle gerçekleştirilen görevler dahilinde elde edilen keşif bilgileri bir sonraki görev ve sistemlerin tasarlanıp oluşturulmasına katkıda bulunurlar. Bu bağlamda;

“Uzay Keşfi Lojistiği= Ömür Devri Lojistik Destek = Entegre Lojistik Destek” gibi bir eşitlik kurmak mümkündür.

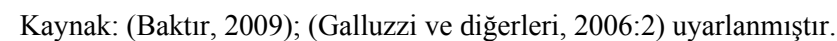
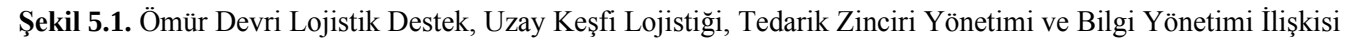
Lojistik askeri kökenli bir oluşum olup işletme lojistiği üretim öncesi ve sonrası olmak üzere iki aşamada incelebildiği gibi genel olarak tedarik, materyal yönetimi ve fiziksel dağıtımdan oluşmaktadır. Entegre lojistik destek ise 1955 yılı sonrası karmaşılaşan sistemlerin yönetimi ve uygulanmasına çözüm olarak sunulmuş ve lojistik süreçte gerek duyulan bakım ihtiyacından doğmuştur. Uzay keşfi lojistiği, entegre lojistik destek ile aynı temellere sahiptir. Bu bağlamda uzay keşfi lojistik süreci;

“Uzay Keşfi Lojistiği = Tasarım + Geliştirme + Operasyon” olarak üzere sembolize edilebilir. Böylece uzay keşfi lojistiği görev tasarımıyla beraber görev

ihtiyaçlarına göre oluşturulmaktadır. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda sistem, ekipman, program, ürün ve ömür devirleri tasarlanmaktadır. Tasarlandıktan sonra protatipleri oluşturulan bu mekanizmalar gerekli lojistik destek test ve analizleri doğrultusunda sürece alınmaktadır veya geliştirilmeye devam edilmektedir. Her bir analiz aşaması sonucu elde edilen veriler kayda alınarak ilerlenir. Sürece alınan mekanizmalar operasyona dahil edilerek uyumları kontrol edilmektedir. Operasyon aşaması ise uygunluğu ve uyumluluğu kanıtlanan mekanizmaların keşif gerekliliklerini yerine getirmesi üzerine planlanır ve uygulanır. Ancak bu üç aşama birbirini takip etmesinin yanısıra eş zamanlı oluşması ve uygulanması da gerekmektedir.

Tüm bu keşif süreci sonucunda keşif bilgisi açığa çıkmaktadır. Bu bağlamda bilgi yönetimi tüm keşif süreçlerinde hem araç hem de amaç görevini üstlenmektedir. Özellikle uzay keşfi lojistiğinin birincil amacı Güneş Sistemi ve diğer sistemler için kayda değer veriler edinmek ve bu verileri en iyi şekilde verimli bilgilere dönüştürerek daha iyi sistemler üretmek ve uygulamaktır. Bu sebeple uzay keşfi lojistiğinde iki tür bilgi akışı mevcuttur; birincisi sistem ve görevin işlerliği adına yrtlen bilgi (buna tedarik zinciri bilgisi, organizasyonel bilgi ve üretim kalemlerinden doğan bilgiler dahildir); ikincisi ise görevin gerçekleşmesiyle elde edilen bilgidir (bu bilgi uzay keşfine yönelik bilgidir). Böylece uzay keşfi, ömür devri lojistik destek uygulamasıyla hedeflenen göreve yönelik verimli ve etkili bir sonuç verir.

Uzay keşfi lojistik süreci yönetimi başarılı bir ömür devri lojistik destek yönetimi, tedarik zinciri yönetimi ve bilgi yönetiminin birbirleri ile eş zamanlı ortak bir amaca yönelik hareket etmesi sonucu oluşan entegre bir yaklaşımla mümkündür. Bahsi geçen yönetimler bu araştırmada keşfe hizmet eder oluşumlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Başka bir deyişle, uzay keşfi lojistiğinde bilgiye ulaşmak ve verimli bilgi akışını sağlamak için fiziksel akışa (uzay araçları aracılığı ile robotlar, uydular veya mürettebat fırlatılması gibi) ihtiyaç duyulmaktadır ve bu aynı zamanda lojistik, tedarik süreç bilgisi akışı ve donanım için gerekli bilgi akışı ile desteklenmektedir. Uzay keşfi sırasında donanıma dair bilginin erişilebilirliği olası arızaların zm açısından önem arz etmektedir. Hem uzay keşfi lojistik sürecinin hem de tedarik zinciri sürecinin başarılı yönetilmesi bilgi akışının verimli bir şekilde yönetilmesine bağlıdır. ELD ve uzay keşfi lojistik destek bölümlerinde incelenen süreçler ömür devri üzerinde şekil 5.1’de değerlendirilmektedir.



Uzay keşfi lojistiğın yedi doğrusu (doğru yer, doğru zaman, doğru kişi, doğru bilgi, doğru şekilde, doğru miktarda, doğru ürün) açısından ele alındığında fizik kuralları ve mekânsal farklılıklar hesaba katılmazsa; disiplini, desteklenmesi ve uygulanabilirliği bakımından kriterleri karşılamaktadır. Özellikle yeryüzü lojistiği kısmında bu doğruların tam anlamıyla sağlanmaması durumunda uzay keşfi lojistiğinde yer alan riskler artmakta ve önlenemeyecek can kayıpları ortaya çıkmaktadır. Kısacası uzay keşfi tam anlamıyla bahsi geçen yedi doğrunun askeri bir disiplin çerçevesinde mühendislik bakış açısı ile tasarlanması sonucu gerçekleştirilebilir.

b) Uzay Keşfi Lojistik Süreci Değerlendirmesi;

Uzay keşfi lojistik süreci, keşfetme serüvenine atanan görev ile başlar. Uzay ajansının belirlediği bu görev dahilinde oluşan ve oluşacak ihtiyaçlar görev ile tasarlanır. İhtiyaçlara göre üretilmesi gereken uzay aracı, robot ve sistemler belirlenir ve süreçler tasarlanır. Üretilmesi veya satın alınması gereken sistem, ürün veya hizmetler için ihaleler oluşturulur. Bu tip ihaleler aracılığı ile uzay keşfi disiplinine uyum sağlayabilecek ve finansal olarak ihtiyaçları karşılayabilecek, teknik becerilere sahip tedarikçiler seçme ve anlaşma süreçleri başlatılmış olur. Uzay ajansının kriterlerini karşılayacağına inanılan tedarikçi taleplere göre ürünü üretir veya sistemi oluşturur. Burada esas alınan ürünün veya sistemin görev ömür devri boyunca desteklenebilmesini sağlayacak nitelikte tasarlanması ve üretilmesidir.

Üretim için gerekliliklerin belirlendiği bu aşamada, tedarik zinciri ve süreç iki farklı açıda genişler. İlk süreç uzay aracı üretim sürecini kapsayan tedarik zinciri sürecidir. İkincisi ise uzay aracının taşınması planlanan yük (robot, yaşam destek ürünleri vb.) için oluşturulan yük tedariki sürecidir. Her iki süreç de yeryüzü lojistik süreç kapsamında değerlendirilebilir.

Yeryüzü lojistik sürecinde gerek yük için gerekse uzay aracı için tüm bilgiler, teknik veri kayıtları tedarikçiler tarafından uzay ajansına sağlanmalıdır. Bu aşamada oluşacak olan eksik veya yanlış bilgiler keşif sırasında önlenemeyecek kayıplara yol açabilmektedir. Uzay aracı fırlatma aşamasına kadar tüm süreç eş zamanlı işleyerek, gerekli test ve kontrolleri sağlanarak ilerler. Fırlatma aşamasında hem yük hem uzay

aracı her açıdan değerlendirilmeye ve birtakım testlere tabi tutulur. Gerekli işlemler ve kontroller yapıldıktan sonra programlanan ve görev kapsamındaki varış noktasına göre fırlatma işlemi tamamlanır. Burada bahsi geçen varış yeri göreve göre yeniden ikmal servisi için uzay istasyonu veya Ay, Mars ve diğer gezegenler olabilir.

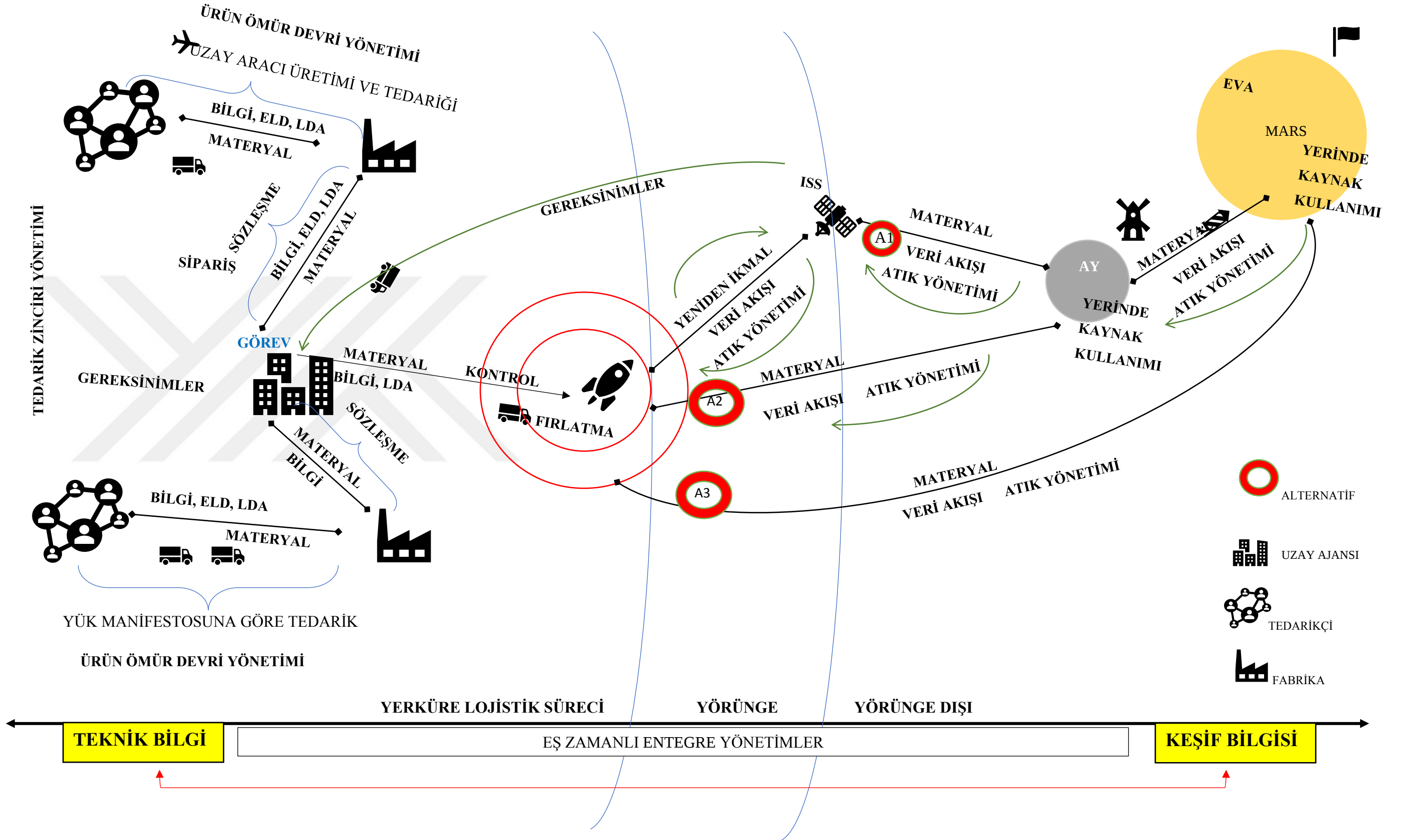
Süreç yapısı gereği karmaşık ve yüksek düzeyde risk taşıyan kritik sistemlerin işlerliğini kapsadığından ve varılacak yer açısından sürpriz sorunlara açık olduğundan keşfe giren ve süreç boyunca desteklenen oluşumlar gerektirmektedir. Sürece girdi oluşturan teknik bilgi görev ömür devri boyunca bu riskleri en aza indirmek için kullanılır ve süreci destekler. Süreç sonunda bu teknik bilgi keşif bilgisine dönüşerek başka bir deyişle keşif bilgisi elde edilmesini sağlayarak yeni teknik bilgi oluşturacak sistemlerin ve araçların kurulmasına ortam hazırlar.

Aşağıdaki şekilde bahsi geçen sürece yer verilmektedir. Sürece ek olarak varış yerlerine göre alternatif taşımacılık ağlarının yanısıra potansiyel yerinde kaynak kullanımları da gösterilmektedir. Görevin yeryüzü süreci ve gezegenlerarası süreci dahil olmak üzere keşif fikrinin ve görevinin oluşturulmasından ömür devrinin tamamlanmasına kadar geçen zamanda risk yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, ömür devri yönetimi, bilgi yönetimi, entegre lojistik destek yönetimi ve müşteri ilişkileri yönetimi olmak üzere eş zamanlı entegre yönetimler uygulanmaktadır. Uzay keşfi lojistiğinde deyinilen bilgi yaklaşımı yönetim ve süreç için en önemli unsuru oluşturmaktadır.

Uzay keşfi aynı zamanda amacı ve yapılış biçimi bakımından büyük risk barındıran, teknik becerinin yanısıra pekçok kriterinde sağlanması içeren bir bilimsel araştırmalar bütününe kapsamaktadır.

Kısacası elde edilen bulguların ışığında uzay lojistiğine dayalı keşfin uygulanması ve sürecine dair herşeyin ilk önce bir fikir ve merak duygusu ile başladığı açıktır. Bu iki temel unsuru destekleyen ve sürece bel kemiği olan lojistik ve tedarik zinciri eklenince sistemli ve başarılı keşifler ortaya koyulmuştur ve koyulmaktadır. Uzayın kapsamlı keşfi teknik becerinin çok daha ötesinde entegre sistemler aracılığıyla mümkün kılınmaktadır.

Şekil 5.2. Uzak Keşfi Looştığı Süreci



c) Keşifsel Yaklaşım;

Uzay, keşif ve lojistik kavramları üç ayrı kriter olarak karşımıza çıkmaktadır ve aslında bu şekilde de değerlendirilmelidir.

Keşfetmek ve keşfetme arzusu tamamen, güdüler dahilinde oluşturulabilecek bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

Uzay sonsuz ve başsız bir formdur. Bu yönleri ile keşif ve uzay benzer soyut biçimler içermektedirler.

Lojistik ise teoreği olan, pratiğe döküldüğünde işleyen unsurları bir araya getiren birleştirici ve iş ortaya koyucu bir disiplindir. Bu bağlamda lojistik; bilinen ve bilinmek istenenin gerçekleştirilmesine aracılık etmektedir.

Uzay keşfi lojistiğı keşfetmek ile yola çıkılan bilimsel faaliyetleri oluşturmakta ve bir araya getirmektedir. Böyle bir yaklaşım ve disiplin içerisinde uzay lojistiğı faaliyetleri, bu araştırmanın başlangıcında yer verilen keşiflere dayandırılmaktadır. Keşifler özellikle Yerküre'nin keşfi ve uzayın keşfi olarak ele alınmıştır. Bu bağlamda uzay lojistiğı kapsamında yapılan araştırma doğrultusunda en çok sistemli akademik keşif çalışmaları yürüten ülke olarak ABD karşımıza çıkmaktadır. Bu araştırmanın temelinde konu alınan ve coğrafi keşiflerden sonra uzay keşfine uzanan insanoğlunun keşfetme serüvenini ele alacak olursak; bir zamanlar Amerika Kıtasını keşfeden Avrupalıların, şimdiki Amerika Kıtası sakinleri olduğu düşünülürse uzayı keşfedenlerin bir zamanlar Amerika'yı keşfeden Avrupalılar olduğu veya aynı kültürü paylaşarak aynı duygular ile hareket ettikleri ileri sürülebilmektedir.

d) Gelecek Araştırmalara Öneriler;

Gerçekleştirilmesinde uzay keşfi kadar olmasa da pek çok zorlukla karşılaşılan bu araştırma sürecinin doğrultusunda gelecek çalışmalar için kısıtlara, önerilere ve çıkarımlara dair yorumlarda bulunacak olursak;

Uzay keşfi lojistiğı akademik anlanda Türkiye sınırlarında daha önce hiç çalışılmamış bir konudur. Bu bakımdan gerek literatür taraması gerekse mülakata dair katılımcıların oluşturulması açısından zorlu bir araştırma süreci yaşanmıştır.

Literatürde yer alan çalışmaların neredeyse %95'i mühendislik kökenli oluşturulmuştur. Bu nedenle ortaya koydukları bulgular işletme lojistiğine göre farklılıklar göstermektedir. Bu araştırmanın sonucunda da değinildiği gibi gerçekleştirilmesi hedeflenen uzay keşfi daha çok yeryüzü lojistik uygulamalarının gezegenlerarası lojistik uygulamaları ile değerlendirilebileceği ve bu yönde çalışmalar yapılabileceğine dikkat çekilmektedir. Bunun dışında araştırmaya dair belki de en önemli çıkarım teknik kapsamda yapılan çalışmaların dışına çıkılması gerektiğidir.

Uzay lojistiğine yönelik literatürde çoğunlukla teknik verilerin doğrultusunda oluşturulan araştırmalar yer almaktadır. Bu nedenle uzay keşfi çalışmaları tedarik zinciri yönetimi, stratejik yönetim, yeryüzü lojistik süreçleri ve süreçlerin iyileştirmeleri açısından gelecek araştırmalarda incelenmesi gereken konular arasında değerlendirilmelidir.

Son olarak uzay çalışmalarında yol alınabilmesi için Türkiye'de bulunan uzay uzantılı üniversite kurumlarının ve kuruluşların uzay çalışmalarına öncelik vermeleri ve bu yönde araştırmacıları teşvik etmeler gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

Abramovici, M. ve Olaf C. Sieg. (2002). “Status and Development Trends of Product Lifecycle Management Systems.” In IPPD conference. Wroclaw.

Ahn, J., Weck, O.L., Geng Y. ve Klabjan D.(2012) “Column Generation Based Heuristics For A Generalized Location Routing Problem with Profits Arising in Space Exploration”, European Journal of Operational Research, Elsevier B.V.

AIAA, “Definitions”, <https://info.aiaa.org/tac/SMG/SLTC/Web%20Pages/Definitions.aspx> (24.05.2018).

AIAA. Space Activities.

[https://www.aiaa.org/uploadedFiles/Education\\_and\\_Careers/STEM\\_K-12\\_Outreach/Kids\\_Place/Space\\_Activities/Space%20Station%20Activity\[1\].pdf](https://www.aiaa.org/uploadedFiles/Education_and_Careers/STEM_K-12_Outreach/Kids_Place/Space_Activities/Space%20Station%20Activity[1].pdf) , (05.06.2018).

Alioğlu, Ö. (2011). “Lojistik Yönetimi Ulaştırma Hizmetleri”, Ankara: MEB, <http://www.onderalioglu.com/mesleki-egitim/lojistik/LojistikYonetimi.pdf>, (25.05.2018).

Akben, İ., Özel, M. (2017). Tedarik Zinciri Görünürlüğü: Kontrol Kulesi Yaklaşımı, Gaziantep Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 16(3), 612-627, Doi 10.21547/jss.306811.

Amos, J. (14 Ekim 2012). Skydiver Felix Baumgartner Breaks Sound Barrier <http://www.bbc.com/news/science-environment-19943590>, (20.06.2018).

Army Regulation 700–127, (2008-2012). “Logistics: Integrated Logistics Supports”. Washington, DC: Headquarters Departments of Army.

Arnold, D.(1995). Coğrafi Keşifler Tarihi 1400-1600. Çev. Osman Bahadır. İstanbul: Alan Yayıncılık.

ASELSAN. (2017). Ömür Devri Yönetimi.

[https://www.ssb.gov.tr/Images/Uploads/MyContents/V\\_20170727163215489847.pdf](https://www.ssb.gov.tr/Images/Uploads/MyContents/V_20170727163215489847.pdf), (28.07.2018).

AVD Technology. (2015). <http://www.avd.com.tr/genel-bilgiler/318-mttr-mtbf-nedir>, (22.04.2018).

Babbitt, G. T. (1976). An Historical Review of The Integrated Logistics Support Charter. Defense System Management School.

Bairstow, B. K., Weck, O. L. , Sobieski, J. S. (2006). “Multiobjective Optimization of Two-Stage Rockets for Earth-To-Orbit Launch”, 47th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference 1 - 4 May 2006, Newport, Rhode Island. AIAA 2006-1720.

Baktır, E. (2009). Sistem Gerçekleştirme ve Lojistik. TEKİM.

Basten, R., Schutten, J. ve Heijden, M. V. (2008). Level of Repair Analysis: A Generic Model. University of Twente, School of Management and Governance.

BBC News. (28.04.2001). 2001: First Space Tourist Blasts off [http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/april/28/newsid\\_2501000/2501015.stm](http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/april/28/newsid_2501000/2501015.stm), (05.06.2018).

Berger, H., Galloway, E. ve Bockstiegel, K.H. (1979). Journal of Space Law. Vol.: 7, No: 2.

Bhavana, Y., Shankar, N. M. ve Prarthana, B. (2013). Reusable Launch Vehicles: Evolution Redefined.

BMPCOE. “LSA, The Process, Logistics Support Analysis / Procedures”  
<http://www.bmpcoe.org/library/books/ex-se/17432.html> (04.05.2018).

Boardman, J., ve Sauser, B. (2006). System of Systems – The Meaning of of.  
Proceedings of the 2006 IEEE/SMC International Conference on System of  
Systems Engineering. Los Angeles.

Bormane, S., Škiltere, D., ve Batraga, A. (2017). “Sustainability: Economic,  
Environmental and Public Issues. Marketing Possibilities”. ISSN 2029-9370.  
Regional Formation and Development Studies, No. 3 (23).

Bouachera, T. (2012). Whole Life Costing Optimisation with Integrated Logistics  
Support Considerations. Robert Gordon University.

Bozarth, G., ve Lewis, L. (2014). Logistics Management Services Performance  
Work Statement Template, Computer Resources Support.  
[http://www.secnnav.navy.mil/rda/OneSource/Documents/Strategic%20Sourcing/DON%20Integrated%20Logistics%20Support%20\(ILS\)%20Services/LOGISTICS MANAGEMENTSERVICESComputerResourcesSupportAppendix6711.docx](http://www.secnnav.navy.mil/rda/OneSource/Documents/Strategic%20Sourcing/DON%20Integrated%20Logistics%20Support%20(ILS)%20Services/LOGISTICS%20MANAGEMENTSERVICESComputerResourcesSupportAppendix6711.docx),  
(03.05.2018).

Bounova, G. ve Weck, O.L. (2006). Augmented Network Model For Engineering  
System Design. MIT.

Bounova, G., Hovland, S., Weck, O.L.(2006). Space Transportation Network  
Model For Rapid Lunar Architectures Exploration, IAC 2006.

Breidenbach, J. C. (2011). “What Exactly is Space Logistics?” Defense AT&L.  
<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a535383.pdf>, (04.05.2017).

Brissaud, F., Varela, H., Declerck, B., ve Bouvier, N. (2015). Production Availability Analysis for Oil and Gas Facilities: Concepts and Procedure. DNV France.

Butina, A. J. (2010). ISS NASA Living and Working in Space.

Canis, B. (2016). “Commercial Space Industry Launches a New Phase”. CRS Report. Congressional Research Service 7-5700 R44708.  
<https://fas.org/sgp/crs/space/R44708.pdf>, (10.05.2017).

Carpenter, C. B., Myers, R. ve Kimbrel, S.(2012). “A Space Logistics System Based on Efficient in-space Transportation”. AIAA SPACE 2012 Conference & Exposition 11 - 13 September 2012: Pasadena, California.

Carrillo, M.C., Jacobsen, S.E., Abell, J.B. ve Lippiatt, T.F. (1983) “A Development of Logistics Management Models for the Space Transportation System”, RAND.

Chaikin, A. (2010). A History of NASA Missions. NASA.

Chen, H., Ho, K., Gardner, B. M., ve Grogan, P. T. (2017). Built-in Flexibility for Space Logistics Mission Planning and Spacecraft Design. AIAA Space and Astronautics Forum and Exposition, SPACE 2017: Orlando, United States.

Chertok, B. (2009). Hot Days of the Cold War . Rockets and People Volume III. NASA History Division Office of External Relations. Washington, DC. NASA SP-2009-4110. <https://history.nasa.gov/SP-4110/vol3.pdf>, (12.05.2017).

China Space Report. “Spacecraft: Shenzhou”. News and Analysis on China’s Space Programme. <https://chinaspacereport.com/spacecraft/shenzhou/>, (06.02.2019).

Compton, W. D. (1989). Where No Man Has Gone Before A History of Apollo Lunar Exploration Mission. NASA History Series: Washington, DC.

Cox, J. R., Jenkins, T., ve McCoy, W. G. (1992). Space Exploration Initiative Logistics Support - Lessons from the DoD.

Croxton, K. L., García-Dastugue, S. J., Lambert, D. M., ve Rogers, D. S. (2001). The Supply Chain Management Processes, An Evaluation of Process-Oriented Supply (ss. 13-36). The International Journal of Logistics Management.

CSCMP. “ Supply Chain Management Definitions and Glossary”.  
[http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921), (23.03.2018).

Çekerol, Y. G. (2013). Lojistik Yönetimi. T.C. Anadolu Üniversitesi.

Davis, E. Deriving Kepler's Laws of Planetary Motion.  
<https://www.uu.edu/dept/math/SeniorPapers/09-10/DavisEmily.pdf> (17.05.2018).

Defense Acquisition University. Lifecycle Logistics.  
<https://www.dau.mil/cop/log/pages/topics/Design%20Interface.aspx>,  
(05.03.2018).

Devezas, T. , Melo, F.C., Gregori, M. L., Salgado M., Ribeiro, J.R. (2012). “The Struggle For Space: Past and Future of The Space Race”, Technological Forecasting & Social Change 79 (2012) 963–985.

Dick, S. J. ve Launius, R. D. (2007). “Societal Impact of Spaceflight”, NASA: Washington DC.

DoD Directive 4100.35. (1968). Integrated Logistics Support Planning Guide for DoD Systems. DoD Directive 4100.35.

DoD Systems Management Collage. (1986). Integrated Logistics Support Technical Management. Defense Systems Management College.

Dunham, D. W., McAdams, J. V. ve Farquhar, R. W. “NEAR Mission Design” Johns Hopkins Apl Technical Digest, Volume 23, Number 1 (2002).

EAA 54. (2004). <http://www.eaa54.org/Newsletters/54NewsletterJune2004.pdf>, (06.05.2018).

Encyclopædia Britannica Inc. The Age of Discovery: European Exploration. <https://www.britannica.com/topic/European-exploration/The-Age-of-Discovery>, (15.05.2018).

ESA. ISS Human Space Flight Activities: Building the ISS. [https://www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/International\\_Space\\_Station/Building\\_the\\_International\\_Space\\_Station2](https://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/Building_the_International_Space_Station2), (06.05.2018).

Evans, W. A. ve Laufer, D. (2006). Logistics Lessons Learned in NASA Space Flight Interplanetary Supply Chain Management & Logistics Architectures. MIT, USA.

FAA. (2000). Chapter 17: Human Factors Principles & Practices. FAA içinde, FAA System Safety Handbook (s. 1-16). FAA.

Findiesen, W., Bayer, M., Born, A., McCormick, D. ve Bienhoff, D. (2008). “Simulation and Analysis of Architectures for a Lunar Surface Outpost”, AIP Conference Proceedings 969, 851.

FMEA-FMECA.(2006). FMEA and FMECA Information. <http://www.fmea-fmeca.com/>, (25.04.2018).

Galabova, K. K. and Weck, O. L. (2006). “Economic Case For The Retirement Of Geosynchronous Communication Satellites Via Space Tugs”, *Acta Astronautica* 58 (ss. 485 – 498).

Galloway, I. (1996). Design For Support And Support The Design: Integrated Logistic Support – The Business Case. *Logistics Information Management*, 30.

Galluzzi, M., Zapata, E.; Steele, M. ve Weck, O.L.(2006). Foundations of Supply Chain Management for Space Application, Space 2006 19-21 September: San Jose, California.

Ganeshan, R., ve Harrison, T. P. (1995). An Introduction to Supply Chain Management.

GAO (United States Government Accountability Office). (2005). More Knowledge Needed to Determine Best Alternatives to Provide Space Station Logistics Support. Report to Congressional Requesters. <https://www.gao.gov/assets/250/246358.pdf>, (20.04.2018).

Goodliff, K., Stromgren, C., Ewert, M., Hill, J., ve Moore, C. (2017). Logistics Needs for Potential Deep Space Mission Scenarios Post Asteroid Redirect Crewed .

Gopal, S., ve Tikhvinsky, S. L. (2008). History of Humanity Volume VII. The Twentieth Century. UNESCO. <https://books.google.com.tr/books?id=DtnHLh9HgqAC&pg=PA216&lpg=PA216&dq=April+19,+1971+First+Space+Station+The+Salyut+1+space+station+is+lunched+by+the+Soviet+Union+and+become+the+first+space+station+in+orbit.+It+remains+in+orbit+until+May+28,+1973&source> (25.05.2018).

Gralla, E., ve Weck, O. L. (2006). On-Orbit Assembly Strategies For Next-Generation Space Exploration. IAC-06-D3.3.03.

Gralla, E., Nadir, W., Mamani, H., ve Weck O.L. (2005). Optimal Launch Vehicle Size Determination for Moon-Mars Transportation Architectures. AIAA 2005-678. Space. 30 August - 1 September 2005, Long Beach, California.

Gralla, E., Shull, S., Weck, O. L. ve Shishko, R. (2006). A Modelling Framework for Interplanetary Supply Chains. American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Gralla, E., Shull, S., Ahn, J., Sidiqqi, A., ve Weck, O. L. (2006). Remote Terrestrial Sites as Operational/Logistics Analogs for Moon/Mars Bases: the Haughton Mars Project. SpaceOps 2006 Conference.

Held, J.; Wynn, L.; Reed, J. and Wang, R. (2007). “Supply Requirement Prediction During Long Duration Space Missions Using Bayesian Estimation”, ISSN: 1367-5567/1 469-848X. <http://www.tandfonline.com/loi/cjol20> (22.07.2018).

Ho, K., Weck, O. L., Hoffman, J. ve Shishko, R. (2014). Dynamic Modeling And Optimization For Space Logistics Using Time-Expanded Networks. Acta Astronautica, 428-443.

Ho, K., Weck, O. L., Hoffman, J. ve Shishko, R. (2016). Campaign-level dynamic network modelling for space flight logistics. Acta Astronautica 123, 51-61.

Ho, K., Gerhard, K., Nicholas, A. K., Buck, A. J. ve Hoffman, J. (2014) .“On-Orbit Depot Architectures Using Contingency Propellant”, Acta Astronautica 96 (2014) 217–226.

Hofstetter, W., Weck, O. L. ve Crawley, E. (2005). “Modular Building Blocks for Manned Spacecraft: A Case Study for Moon and Mars Landing Systems”. Published and used by INCOSE.

Howell, E. (2017). What is Space?. Science & Astronomy.  
<https://www.space.com/24870-what-is-space.html>, (15.07.2018).

Hua, S., Chatterjee, S. ve Jingliang, C.( 2011). Achieving Competitive Advantage In Service Supply Chain: Evidence From The Chinese Steel Industry. Chinese Management Studies. 5(1), (ss. 68-81).

Humphries, P. ve Barez, F. (2006). Space Structure Construction Logistics. Space. AIAA 2006-7236. San Jose, California.

Hurlbert, K. (2010). Human Health , Life Support and Habitation Systems Technology Area. [https://www.nasa.gov/pdf/500436main\\_TA06-HHLSHS-DRAFT-Nov2010-A.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/500436main_TA06-HHLSHS-DRAFT-Nov2010-A.pdf), (17.07.2018). NASA.

Hüser, D., Berg, M., Körtge N., Mildner W. , Salmen F. ve Strauch K. (2002). Service on Demand for ISS Users. Vol: 51, Issues 1–9, July–November 2002, ss. 405-414.

Ishimatsu, T. (2013). *Generalized Multi-Commodity Network Flows: Case Studies in Space Logistics and Complex Infrastructure Systems*.(Doktora Tezi). Department of Aeronautics and Astronautics. MIT.

JAXA. ISS Kibo Development. “Japanese Experiment Module Kibo's Experiment Logistics Module-Pressurized Section to arrive at Tsukuba Space Center.” [http://iss.jaxa.jp/iss/kibo/develop\\_status\\_14\\_e.html](http://iss.jaxa.jp/iss/kibo/develop_status_14_e.html) , (06.05.2018).

Karadeniz, M. (2008). “Bir Lojistik ve Pazarlama Yönetimi olarak CALS (Sürekli Tedarik, Ömür Boyu Destek) Stratejisi”. *Journal of Naval Science and Engineering*, ss.76-86.

Karan, F. “ Lojistiğe Farklı Bir Bakış: ELD”.  
<http://fatihkaran.com/blog/2017/11/05/lojistige-farkli-bakis-entegre-lojistik-destek/> , (23.03.2017).

Karagöz, B., Gülenç, İ. F.,(2008) *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2008/1, s.77. <http://kosbed.kocaeli.edu.tr/sayi15/gulenc-karagoz.pdf>, (20.06.2018).

Keeffe, T., ve Ormsby, G. (2015). *A Logistics Support Framework: A Systems-Based Approach to Logistics Planning for Development*. Avondale.

Kelepurovski, R. “Logistics and Physical Distribution”. KMGT-613.  
<https://tr.scribd.com/document/331853057/Product-Life-Cycle-Impact-on-Logistics-and-Distribution-Strategy>, (04.05.2018).

Kitmacher, G. H. (2002). *The Architecture of Space: A Multi-Disciplined Approach Design of the Space Station Habitable Modules*. IAC-02-IAA.8.2.04. 53rd International Astronautical Congress. The World Space Congress – 2002. 10-19 October 2002/Houston, Texas.

Kokoris, G. (5 Eylül 2013). *Product Lifecycle Logistics Can Reduce Supply Chain Costs An Average of 10%-20%*. Logistics Management.  
[https://www.logisticsmgmt.com/article/product\\_lifecycle\\_logistics\\_can\\_reduce\\_supply\\_chain\\_costs\\_an\\_average\\_of\\_10](https://www.logisticsmgmt.com/article/product_lifecycle_logistics_can_reduce_supply_chain_costs_an_average_of_10) , (05.09.2018).

Kusters, R. (2012). *The Design of a Logistic Support System How to Reduce Life Cycle Costs With 54%?. A White Paper On Logistic Support System*.

Lal, B., ve Nightingale, E. (2014). “Where is Space, Why does that matter?”  
Space Traffic Management Conference.

Lambert, K. (2016). Supporting High-Technology Systems During Periods Of  
Extended Life-Cycles By Means Of Integrated Logistics Support.

Lambert, K. R. (2008). The Development of A Framework for An Integrated  
Logistics Support System Within A High Technology Industry In A Developing  
Country.[http://uir.unisa.ac.za/bitstream/handle/10500/2319/thesis.pdf?sequence=](http://uir.unisa.ac.za/bitstream/handle/10500/2319/thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
[1&isAllowed=y](http://uir.unisa.ac.za/bitstream/handle/10500/2319/thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (02.01.2019)

Levi, D. S. ve Bramel J. (2005) “The Logic of Logistics: Theory, Algorithms,  
and Applications for Logistics and Supply Chain Management”, Springer: 2005.

Loforte, A. (1991). The Implications of Multicultural Relationships in a  
Transnational.

Logsdon, J. M. Space Exploration History. Encyclopædia Britannica, Inc.  
<https://www.britannica.com/science/space-exploration>, (15.05.2018).

Lunar and Planetary Institute. (1985). Lunar Bases and Space Activities of The  
21st Century. Lunar and Planetary Institute and NASA.

Mansfield, C. L. The Final Voyage. NASA. STS-135.  
[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/shuttle/shuttlemissions/sts135/launch/sts](https://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/sts135/launch/sts135_mission-overview.html)  
[135\\_mission-overview.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/sts135/launch/sts135_mission-overview.html) , (05.06.2018).

Mattfeld, B., Stromgren, C., Shyface, H., ve Komar, D. R. (2013). “Trades  
Between Opposition and Conjunction Class Trajectories for Early Human  
Missions to Mars.” Mitsubishi Heavy Industries Technical Review Vol. 50 No. 1  
(March 2013). <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20150001240> (12.04.2018).

McDermott C. M. ve O'Connor G. C. Managing Radical Innovation: An Overview Of Emergent Strategy Issues, *The Journal of Product Innovation Management*, 19:424–438, 2002.

McLemore, C. A., Kennedy, J. P., Rose, F.A. and Evans, B.W. (2007). “Exploration Challenges: Transferring Ground Repair Techniques to Space Flight, Application,” AIP Conference Proceedings 880, 719 (2007).

MIL-HDBK-1388. (1994). Military Handbook Logistics Support Analysis. DoD.

MIT. (2011). Space Logistics. MIT Logistics Project.  
[http://strategic.mit.edu/spacelogistics/information\\_architectures.php](http://strategic.mit.edu/spacelogistics/information_architectures.php) (18.02.2018).

MIT. (2011). Information Architectures for Human Space Exploration.  
[http://strategic.mit.edu/spacelogistics/information\\_architectures.php](http://strategic.mit.edu/spacelogistics/information_architectures.php) ,  
(20.06.2018).

NASA . (2007). System Engineering Handbook. NASA/SP-2007-6105.  
[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa\\_systems\\_engineering\\_handbook.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook.pdf), (20.01.2018).

NASA. NASA's Space Shuttle Program. Kennedy Space Center.  
<https://www.kennedyspacecenter.com/explore-attractions/shuttle-a-ship-like-no-other> (22.02.2019).

NASA. (1958). National Aeronautics and Space Act of 1958 .  
<https://history.nasa.gov/spaceact.html> , (22.02.2018).

NASA. (2005). Space Shuttle Mission Chronology: 2000-2003.  
[https://www.nasa.gov/sites/default/files/167475main\\_Volume2.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/167475main_Volume2.pdf),  
(12.02.2018).

NASA. (2010). The Apollo-Soyuz Mission.  
[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/apollo-soyuz/astp\\_mission.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo-soyuz/astp_mission.html),  
(12.02.2018).

NASA. (2011). STS 135 Final Mission.  
[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/shuttle/shuttlemissions/sts135/launch/sts-135\\_mission-overview.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/shuttle/shuttlemissions/sts135/launch/sts-135_mission-overview.html), (22.02.2018).

NASA. (2013). Commercial Cargo: Nasa's Management of Commercial Orbital Transportation Services and ISS Commercial Resupply Contracts. REPORT NO. IG-13-016 (ASSIGNMENT NO. A-12-024-00).

NASA. (2013). NASA Life Cycle Logistics Support Guidebook.  
[https://ld.hq.nasa.gov/docs/NASA\\_LCLS\\_Guidebook.pdf](https://ld.hq.nasa.gov/docs/NASA_LCLS_Guidebook.pdf), (21.03.2018).

NASA. (2013). The Story of Atlantis.  
<https://www.nasa.gov/sites/default/files/jul1-2013.pdf> , (21.03.2018).

NASA. (2014). NASA Space Flight Program and Project Management Handbook. NASA/SP-2014-3705. National Aeronautics and Space Administration Headquarters Office of the Chief Engineer Washington, D.C. 20546.

NASA. (2017). NASA Space Flight Program and Project Management Requirements w/Changes 1-13. NASA Procedural Requirement.  
[https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa\\_systems\\_engineering\\_handbook\\_0.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf), (22.02.2018).

NASA. (2018). SpaceX Falcon Heavy Successfully Launches STP-2.  
<https://blogs.nasa.gov/spacex/> (27.02.2019).

NASA. <https://engineer.jpl.nasa.gov/practices/at3.pdf> , (22.04.2018).

NASA. Discovery Mission. <https://www.nasa.gov/missions> (06.05.2018).

NASA. (2018, 05 15). Mars Mission.

<https://mars.nasa.gov/programmissions/missions/past/pathfinder/> ,(15.05.2018).

NASA. Birthplace of America's Missile and Space Activity.

[https://www.nasa.gov/pdf/449089main\\_White\\_Sands\\_Missile\\_Range\\_Fact\\_Sheet.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/449089main_White_Sands_Missile_Range_Fact_Sheet.pdf) , (22.05.2018).

NASA. Brief History of Rockets. [https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/TRC/Rockets/history\\_of\\_rockets.html](https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/TRC/Rockets/history_of_rockets.html), (22.05.2018)

NASA. ISS mission.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/main/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/main/index.html) (05.06.2018).

NASA. Glenn's Historical Timeline.

<https://www.nasa.gov/centers/glenn/about/history/timeline.html> (22.06.2018).

NASA. MIR Station. <https://history.nasa.gov/SP-4225/mir/mir.htm> (10.07.2018).

NASA. APOLLO 13.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/apollo/missions/apollo13.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/apollo/missions/apollo13.html)  
(22.10.2018).

NASA. (2006). Space Exploration Logistics Workshop Proceedings January 17-18, 2006 Washington, DC. NASA/CP—2006–214202.

NASA. (2013). Space Launch System Program Logistics Support Analysis Report. SLS- RPT-108.

NASA. (2011). What is the International Space Station?  
<https://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-the-iss-k4.html>, (24.06.2018).

NASA.(2009). Past Projects: X-43A Hypersonic Flight Program  
<https://www.nasa.gov/centers/dryden/history/pastprojects/HyperX/index.html>,  
(24.06.2018).

NASA.(2011). NP-2011-06-040-JSC  
[https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/569954main\\_astronaut%20FAQ.pdf](https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/569954main_astronaut%20FAQ.pdf)  
(24.06.2018).

NASA. Materials and Manufacturing. Engineering Innovations. (ss. 200-225)  
[https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/584729main\\_Wings-ch4c-pgs200-225.pdf](https://www.nasa.gov/centers/johnson/pdf/584729main_Wings-ch4c-pgs200-225.pdf), (15.06.2018).

NASA. (05 Ağustos 2014). Two Years Ago, Curiosity Rover Lands on Mars, Captures Image of Mount Sharp. <https://www.nasa.gov/content/two-years-ago-curiosity-rover-lands-on-mars-captures-image-of-mount-sharp>, (15.06.2018).

NASA. ( 20 Kasım 2017). Recurring Martian Streaks: Flowing Sand, Not Water?, <https://www.nasa.gov/feature/jpl/recurring-martian-streaks-flowing-sand-not-water> , (15.06.2018).

NASA. (17 Şubat 2017). NASA Can Still Learn from Apollo 1 Fire, Historian Says. <https://www.nasa.gov/feature/langley/nasa-can-still-learn-from-apollo-1-loss-historian-says>, (28.05.2018).

NASA.(11 Temmuz 2015). Pluto as seen from New Horizons.  
<https://www.nasa.gov/image-feature/pluto-as-seen-from-new-horizons-on-july-11-2015> , (24.07.2018).

NASA. ( 08 Temmuz 2015). Pluto from New Horizons.

<https://www.nasa.gov/image-feature/pluto-from-new-horizons-july-8-2015>  
(22.06.2017).

NASA. ( 06 Ağustos 2014). Rosetta Arrives at Target

Comet <https://www.nasa.gov/jpl/rosetta/rosetta-arrives-at-target-comet-20140806>  
(10.05.2018).

NASA. (20 Haziran 2018). Juno Overview.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/juno/overview/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/juno/overview/index.html), (10.05.2018).

NASA. (17 Haziran 2014). ISS Assembly Mission 1 A/R.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/structure/iss\\_assembly\\_1ar.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/iss_assembly_1ar.html),  
(10.05.2018).

NASA. (17 Haziran 2014). ISS Assembly Mission 2A.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/structure/iss\\_assembly\\_2a.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/station/structure/iss_assembly_2a.html),  
(24.05.2018).

NASA. (2014). ISS Assembly. <https://www.nasa.gov/subject/10279/space-station-assembly/>, (24.05.2018).

NASA. (12 Eylül 2013). NASA Spacecraft Embarks on Historic Journey Into Interstellar Space.

[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/voyager/voyager20130912.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/voyager/voyager20130912.html),  
(26.05.2018).

NASA. Build the Station Simulation.

[https://www.nasa.gov/pdf/616947main\\_Build\\_Station\\_Simulation.pdf](https://www.nasa.gov/pdf/616947main_Build_Station_Simulation.pdf) ,  
(26.05.2018).

NASA. (19 Şubat 2017). Cargo Headed to Space Station Includes Important Experiments, Equipment. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-cargo-headed-to-space-station-includes-important-experiments-equipment>, (26.05.2018).

NASA. (28 Eylül 2015). NASA Confirms Evidence That Liquid Water Flows on Today's Mars. <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-confirms-evidence-that-liquid-water-flows-on-today-s-mars>, (26.05.2018).

NASA. (2007). Space Shuttles and Facilities. IS-2007-04-010-KSC [https://www.nasa.gov/sites/default/files/471742main\\_Countdown2008R.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/471742main_Countdown2008R.pdf) (28.05.2018).

NASA. Technical Reports. <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=200800401972017-11-20T12:50:47+00:00Z> , (20.11.2017).

NASA. Solar System Exploration. <https://solarsystem.nasa.gov/planets/dwarf-planets/ceres/overview/> (20.07.2018).

NASA. (2002). Assembling a World-Class Orbiting Laboratory. <https://spaceflight.nasa.gov/station/reference/fel/fun.html> (20.07.2018).

NASA. Brief History of Rockets. [https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/TRC/Rockets/history\\_of\\_rockets.html](https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/TRC/Rockets/history_of_rockets.html) , (28.05.2018).

NATO. (2011). NATO Guidance on ILS for Multinational Armament Programmes. Allied Logistics Publication.

NATO. (2012). NATO Logistics Handbook. [https://www.nato.int/docu/logi-en/logistics\\_hndbk\\_2012-en.pdf](https://www.nato.int/docu/logi-en/logistics_hndbk_2012-en.pdf), (15.04.2018).

Naval Coastal System Center. Logistics Support Analysis Strategy. Working Papers Remote Minehunting System (RMS).

<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a255807.pdf>, (30.04.2018).

Notardonato, W., Wesley J., A. S. ve McQuade, W. (2012). In-Space Propellant Production Using Water.

<https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20120015764.pdf>,  
16.05.2018).

Nugent.(2016).<http://ebooks.wtbooks.com/static/wtbooks/ebooks/9781280298370/9781280298370.pdf>, (15.06.2018).

NWSI 30-3102. (2017). Maintenance, Logistics, and Facilities Logistics Planning and Operations, NWSPD 30-31. Department of Commerce . National Oceanic & Atmospheric Administration. National Weather Service.

<http://www.nws.noaa.gov/directives/>. (17.03.2018).

Nyman, D. ve Levitt, J. (2006). Maintenance Planning, Scheduling & Coordination. Industrial Press Inc.

<https://www.benteindebaere.be/data/uploads/pdfs/planningschedulingandcoordination.pdf> , (12.07.2018).

OTOKAR. (2009). Savunma Projelerinde Entegre Lojistik Destek Uygulamaları. Savunma Sanayii Gündemi, 22-28.

Pahl G. ve Beitz W.(1996). Engineering Design - A Systematic Approach, Springer Verlag: London.

Pigulevski, I. (2017). “Optimizing Access to Space: Ground-to-Orbit Logistics Framework (GOLF)”, DLTECH Institute, Yverdon-les-Bains, Switzerland, DOI: 10.1089/Space.2016.0025 Mary Ann Liebert, Inc. Vol. 5 No. 2, 2017 New Space

Potoczniak, J. J. (1995). Software Logistics Planning Handbook. Software Engineering Directorate.

Rausand, M. (2004). System Reliability Theory Models, Statistical Methods, and Applications. NTNU: <http://www.ntnu.edu/ross/>, (10.04.2018).

Rechtin, E. (2000). Systems Architecting of Organizations: Why Eagles Can't Swim.

Reliability Analysis Center. (1993). Failure Mode, Effects and Criticality Analysis. Reliability Analysis Center.

Rigby, K., Reichheld, D. ve Scheffer, P. (2002). Avoid the four perils of CRM. Harvard Business Review, 101-109.

RMK. (2009). Gemi İnşa Projelerinde Entegre Lojistik Destek . Savunma Sanayii Gündemi, 35-38.

Roth, J. P. (1999). The Logistics of The Roman Army at War (264 B.C. - A.D. 235). Brill.

RPM Infotech Consulting Pvt.Ltd. SAP PLM. <https://www.rpminfotech.com/sap-plm-consulting/> (08.09.2018).

Rushton, A., Croucher, P. ve Baker, P. (2010). The Handbook of Logistics and Distribution Management. Kogan Page Limited.

Russian Space Web. Recovering From Soyuz-1 Tragedy  
<http://www.russianspaceweb.com/soyuz-7k-ok-kosmos-186-188-preparations.html> , (29.05.2018).

Russian Space Web. Space Exploration .

[http://www.russianspaceweb.com/chronology\\_XXI.html](http://www.russianspaceweb.com/chronology_XXI.html) (06.05.2018).

S0300-B2-MAN-010. (2017). Integrated Logistics Supports. SUPSHIP Operations Manual. <https://www.navsea.navy.mil/Home/SUPSHIP/SUPSHIP-Operations-Manual/>, (18.11.2018).

S3000L – B6865-03000-00 . (2014). International Procedure Specification for Integrated Logistics Support LSA. issue no.1.1. ASD and AIA.

Sagan, C. (2017). *Kozmos: Evrenin ve Yaşamın Sırrı* (15. b.). Çev. Reşit Aşçıoğlu. İstanbul: Altın Kitaplar.

Sanders, G. B. ve Duke, M. (2005). In-Situ Resource Utilization (ISRU) Capability Roadmap. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20050205045.pdf>, (11.03.2018).

SASAD. (2017-2018). TSK Lojistik Sisteminin Desteklenmesi ve Geliştirilmesine Yönelik SASAD Önerileri. SASAD Lojistik Çalışma Grubu. <http://www.sasad.org.tr/uploaded/Butunlesik-Lojistik-Destek-%28Integrated-Logistic-Support%29-Raporu-Yonetici-Ozeti.pdf>, (21.02.2018).

Schreiner, S., Sibille, L., Dominguez, J., Hoffman, J., Sanders, G., ve Sirk, A. (2015). Development of a Molten Regolith Electrolysis Reactor Model for Lunar In-Situ Resource Utilization. *8th Symposium on Space Resource Utilization*.

Shull, S. A., Gralla, E. L., Armar, N., ve Weck, O.L. (2006). An Integrated Modeling Tool For Sustainable Space Exploration. *57th International Astronautical Congress 2006*.

Shull, S. A., Gralla, E. L., Siddiqi, A., Weck, O. L. ve Shishko, R. (2006). The Future of Asset Management for Human Space Exploration: Supply Classification and an Integrated Database. *American Institute of Aeronautics and Astronautics*.

Shull, S. A., Gralla, E. L., Silver, M., ve Weck, O. L. (2006). Logistics Information Systems for Human Space Exploration: State of the Art and Emerging Technologies. *SpaceOps 2006 Conference*.

Shull, S. A.; Gralla, E. L.; Silver, M. ve Weck, O.L. (2006). Logistics Information Systems for Human Space Exploration: State of the Art and Emerging Technologies, *SpaceOps 2006 Conference AIAA 2006-5733*.

Siddiqi, A. (2004). Deep Impact: Robert Goddard and the Soviet ‘Space Fad’ of the 1920s.

Siddiqi, A., Weck, O. L. ve Hoffman, J. (2005). Sustainability in System Architectures Through Reconfigurability: A Case Study Of Planetary Surface Vehicles. IAC-05-D3. 3.03.

Siddiqi, A. ve Weck, O. L.(2006). “Spare Parts Requirements for Space Missions with Reconfigurability and Commonality”, *Journal of Spacecraft and Rockets*. <http://strategic.mit.edu/spacelogistics/pdf/SparePartsModel8.pdf>,( 16.04.2018).

Siddiqi, A. ve Weck, O. L.(2006). “Self-Similar Modular Architectures for Reconfigurable Space Systems”, IAC-06-D1.4.3,2006.

Siddiqi, A. “Deep Impact: Robert Goddard and the Soviet ‘Space Fad’ of the 1920s”, *History and Technology* Vol. 20, No. 2, June 2004, ss. 97–113.

Silver, M. R. ve Weck, O. L. “Time-Expanded Decision Network: A New Framework for Designing Evolvable Complex Systems”. 11th AIAA/ ISSMO

Multidisciplinary Analysis and Optimization Conference 6 - 8 September 2006, Portsmouth, Virginia.

Silver, M., Li, X., Weck, O. L., Shull, S. ve Gralla, E. (2006). “Autonomous Logistics Technologies for Space Exploration: Experiment Results and Design Considerations”. AIAA 2006.

Smitherman, D., Fikes, J. ve Roy, S. (2001). Space Resource Requirements For Future In-Space Propellant Production Depots. Space Resources Utilization Roundtable III. October 24-26, 2001. *Colorado School of Mines, Golden Colorado.*

Sneads, J. M. (2004). Architecting Rapid Growth in Space Logistics Capabilities. 40th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit AIAA 2004-4068 11-14 July 2004. Fort Lauderdale, Florida.

Sommerville, I. (2014). Systems of Systems.  
<https://www.slideshare.net/sommerville-videos/system-of-systems-classification>, (22.03.2019).

Andelin, J., Naismith, N., Mills, W., Rogers, F.T. ve Chandler, P.P. (1983). Soviet Steps Toward Permanent Human Presence in Space. A Technical Mereorandum: Washington, D. C. U.S. Congress. Office of Technology Assessment. OTATM-STI-14.

Space Odyssey. Reusable Rockets.  
[https://spaceodyssey.dmns.org/media/67656/reusable\\_rockets.pdf](https://spaceodyssey.dmns.org/media/67656/reusable_rockets.pdf), (22.05.2018).

Space X. (2018). Falcon Heavy and Starman.  
<https://www.youtube.com/channel/UCtI0Hodo5o5dUb67FeUjDeA> (25.02.2018).

Space X. (2018). Reusability. <https://www.spacex.com/reusability-key-making-human-life-multi-planetary>, (25.02.2018).

Space X. Falcon 9 & Dragon to Return Astronauts to Space. <http://www.spacex.com/falcon9> (29.05.2018).

Space X. (2012). Dragon Successfully Attaches to Space Station. <http://www.spacex.com/news/2012/10/10/spacex-dragon-successfully-attaches-space-station> (29.05.2018).

Stark, J. (2016). Product Lifecycle Management. Springer International Publishing Switzerland, ss. 37-45.

Strickland, J. K. “Orbital Propellant Depots: Building the Interplanetary” Interstate Highway. National Space Society. <http://space.nss.org/orbital-propellant-depots-building-the-interplanetary-interstate-highway/> (20.12.2018).

Stromgren, C.; Galan, R. ve Cirillo, W. (2008). “Micro-Logistics Analysis for Human Space Exploration”. American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Structured Change.(2017). Reliability, Availability, Maintainability and Supportability (R.A.M.S.) Simplified. <https://www.youtube.com/watch?v=CmvKa26IdSc> (22.04.2018).

SX000İ. (2015). International Guide for Use of the S-series ILS Specifications. ASD; AIA. Issue 1.0. December 2015.

Taylor, C. ve Weck, O. L. (2005). Concurrent Trajectory and Vehicle Optimization: A Case Study of Earth-Moon Supply Chain Logistics. AIAA 2005-2202.

Taylor, C. ve Weck, O. L. (2006). “Integrated Transportation Network Design Optimization”, 47th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference 1 - 4 May 2006. Newport, Rhode Island.

Taylor, C., Song, M., Klabjan, D., Weck, O. L. ve Levi, D. (2006). A Mathematical Model for Interplanetary Logistics. SOLE 2006.

TDK. (2018). [www.sozluk.gov.tr](http://www.sozluk.gov.tr) (25.06.2018).

TEDx Talks. (2014). Humanity as a multi-planet species; TEDx Talks. TEDx Talks. <https://www.youtube.com/watch?v=AskjfgTki0I> (21.02.2019).

The Saylor Academy. History of Explorations. [www.saylor.org/HIST201](http://www.saylor.org/HIST201) , (15.05.2018).

Tseng, Y. (2005). The Role of Transportation in Logistics Chain. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies. 1657 - 1672.

TUSAŞ. (2009). Hava Platformları Tedariğinde Entegre Lojistik Destek Uygulamaları. Savunma Sanayii Gündemi. ss. 14-21.

U.S. Congress.(1990). Office of Technology Assessment, Access to Space: The Future of U.S. Space Transportation Systems, OTA-ISC-415. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, April 1990.

UCS. (2019). UCS Satellite Database. Space Satellite. <http://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-weapons/satellite-database#> (25.01.2019).

Union of Concerned Scientists. (2016). UCS Satellite Database. <http://www.ucsusa.org/nuclear-weapons/space-weapons/satellite-database#> (25.01.2019).

Watson, L. J. (1987). Integrated Logistics Support in The United States Navy's Shipbuilding Program.

<https://calhoun.nps.edu/bitstream/handle/10945/22302/integratedlogist00wats.pdf?sequence=1>) (26.05.2018).

Weck, O. L., Levi, D., Shishko, R., Ahn, J. ve Siddiqi, A. (2007). SpaceNet v1.3 User's Guide.

[http://strategic.mit.edu/spacelogistics/pdf/SpaceNet\\_UserGuide\\_1\\_3\\_final.pdf](http://strategic.mit.edu/spacelogistics/pdf/SpaceNet_UserGuide_1_3_final.pdf) (13.09.2017).

Weck, O. L., Nadir, W. D., Wong, J. G., Bounova G. ve Coffee, T. M. (2005). Modular Structures for Manned Space Exploration: The Truncated Octahedron as a Building Block. *1st Space Exploration Conference*. Continuing the Voyage of Discovery 30 January - 1 February 2005: Orlando, Florida.

Wright, R. E., Richey, R. G., Tokman, M. ve Palmer, J. C. (2011). Recycling and Reverse Logistics.

X Prize. (2018). Lunar Prize. <https://lunar.xprize.org/> (10.05.2018).

X Prize. (2018). X Prizes Milestone. <https://lunar.xprize.org/about/milestone-prizes> , ( 03.06.2018).

Yazdi, K. Messerschmid, E. (2008). "A Lunar Exploration Architecture Using Lunar Libration Point One", *Aerospace Science and Technology* 12 (2008) 231–240.



**EKLER**



**Ek 1:** 1998 ve 2016 Yılları Arasında Uluslararası Uzay İstasyonu Montaj Aşaması Görev, Kapsam ve Lojistik Faaliyet Yoğunluğu

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b> | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>20.11.1998</b> | Rus Roketi Proton                               | Zarya Kontrol Modülü, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun ilk parçasıdır (ESA, 2018). Zarya modülü, Soyuz ve Progress uzay araçları için batarya (akü) gücü, yakıt deposu, buluşma yeri ve kenetlenme kapasitesi sağlamıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>04.12.1998</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-88            | “Unity Düğümü” (Node) ve iki adet basınçlı eşleştirme adaptörü (PMA), yörüngeye fırlatılmıştır (ESA, 2018). 6 Aralık'ta STS-88 mürettebatı tarafından Zarya Kontrol Modülü ile uzay mekiğinin yük bölmesinde yer alan Unity nodu (düğümü) bağlantısı sağlanmıştır. 13 Aralık'ta Endeavour görevini tamamlayarak Yerküre'ye dönmüştür (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>27.05.1999</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-96            | Uluslararası Uzay İstasyonu için lojistik ve tedarik destek sağlanmıştır. Sonraki yıllarda yapılması planlanan istasyon dışında bakım faaliyetleri kapsamında uzay yürüyüşleri (EVA) için Rus kargo vinci Uluslararası Uzay İstasyonu'na monte edilmiştir (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>19.05.2000</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-101               | “Zvezda Hizmet Modülü” hazırlıkları kapsamında Atlantis yörüngeye uçmuştur (ESA, 2018). Astronot Jeffrey N. Williams (görev uzmanı) yeni kurulan korkuluklu alanda 6 saat 44 dakika boyunca uzay yürüyüşü yaparak Uluslararası Uzay İstasyonu için bakım faaliyetlerini gerçekleştirmiştir. STS-101 mürettebatı, Zvezda Hizmet Modülü'nün gelişi için Uluslararası Uzay İstasyonu'nda yapılan hazırlıkları sırasında 4 yeni batarya, 10 yeni duman dedektörü ve 4 yeni soğutma fanı Zarya Kontrol Modülü içerisine kurulmuştur. Ayrıca yapılacak olan uzay yürüyüşleri için Unity'ye korkuluklar kurulmuştur (NASA, 2018). |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b> | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>12.07.2000</b> | Rus Roketi Proton                               | Zvezda Hizmet Modülü, Rus Proton roketi aracılığıyla Kazakistan'daki uzay üssünden Uluslararası Uzay İstasyonu'na fırlatılmıştır. Zvezda Hizmet Modülü Uluslararası Uzay İstasyonu için yaşam alanları sağlamak ve bazı yaşam destek sistemi fonksiyonlarını yerine getirmek amaçlı kurulmuştur (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>08.09.2000</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-106               | Uçuşun içeriğinde tedarik teslimatı ve bakım onarım gibi işlemleri tamamlamaya yönelik faaliyetler yer almıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>11.10.2000</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-92            | Z1-Kafes Kirişi (Truss) kurmak için Uluslararası Uzay İstasyonu'na taşınmıştır. Z1'in içinde Uluslararası Uzay İstasyonu'nun konum ve duruşunun kontrolünü sağlayan 4 adet Control Moment Gyroscopes (CMG-konum ve duruş kontrol cihazı genelde uzay araçları için kullanılır) yer almaktaydı. Bu CMG'ler daha sonra Uluslararası Uzay İstasyonu 5A.A montaj görevinde aktive edilmiştir ve üçüncü PMA (basınç eşlemeli adaptör) Unity Düğümüne kurulmuştur. Ayrıca uzay mekiği için kenetlenme iskelesi (docking port) ve televizyon imkanı sağlayan Ku-band anteni bu görev kapsamında yerleştirilmiştir (NASA, 2018). |
| <b>30.10.2000</b> | Rus Roketi Soyuz                                | Uluslararası Uzay İstasyonu'nun ilk yerleşik mürettebatı olan "Expedition One", Baykonur Uzay Üssü'nden fırlatılmıştır. Uluslararası Uzay İstasyonu'na kenetlenen Soyuz roket Rus mürettebatının Yerküre'ye dönüşünde kullanılmıştır (NASA, 2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>30.11.2000</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-97            | İlk Amerikan güneş enerjisi sağlayıcısı olan P6 Kafes Kiriş Uluslararası Uzay İstasyonu'na taşınmıştır ve P6 geçici olarak Z1 Kafes Kirişinin üstüne kurulmuştur (NASA, 2018)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b> | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>07.02.2001</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-98                | Atlantis'in yük bölmesinde istasyona taşınan yeni Destiny Laboratuvar Modülü (MPLM-çok amaçlı lojistik modül) Uluslararası Uzay İstasyonu'na taşınarak kurulumu yapılmıştır. Destiny Labrotuvar'ından sağlanan elektrik gücü ile Control Moment Gyroscopes (CMG-konum ve duruş kontrol cihazı genelde uzay araçları için kullanılır) aktif hale getirilmiştir (NASA, 2018).                                                                                                                                                  |
| <b>08.03.2001</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-102           | Discovery aracılığıyla İtalyan yapımı Leonardo Çok Amaçlı Lojistik Modülü (Yerküre ve Uluslararası Uzay İstasyonu arasında kargo, tedarik malzemesi taşımak için kullanılan bir çeşit basınçlı konteyner görevi gören modül ayrıca Uluslararası Uzay İstasyonunda da aktif/pasif depolama ve iki kişilik yaşanabilir basınçlı alan sağlamak için uygundur-Multi-Purpose Logistics Module (NASA, 2018)) içerisinde lojistik destek ve gerekli tedarik malzemeleri ile Uluslararası Uzay İstasyonu'na taşınmıştır (ESA, 2018). |
| <b>19.04.2001</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-100           | İçinde Destiny Laboratuvarı için raflar bulunan Raffaello Çok Amaçlı Lojistik Modülü (MPLM) Uluslararası Uzay İstasyonu'na ulaştırmıştır. Canadarm 2 olarak bilinen Uluslararası Uzay İstasyonu'nun robot kolu da görev dahilinde istasyona teslim edilmiştir. Bu uçuşta Amerika-bazlı uzay yürüyüşleri için uzay-uzay iletişim yeteneği sağlayan bir UHF anteni istasyona kurulmuştur (NASA, 2018).                                                                                                                         |
| <b>12.07.2001</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-104               | Atlantis'in robot kolunu kullanarak hem Rus hem de Amerikan uzay araçlarının yer alabileceği yeni Ortak Havakilidini (Joint Airlock) Uluslararası Uzay İstasyonu'na kurulmuştur (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>10.08.2001</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-105           | Tedarik, lojistik destek için uzay mekiği Discovery Uluslararası Uzay İstasyonu'na uçuşunu gerçekleştirmiştir (ESA, 2018). Amerikan istif rafları ve Uluslararası Standartta Yük Taşıma Rafları bu görevde istasyona kurulmuştur (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                               |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b> | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>14.09.2001</b> | Rus Roketi Soyuz                                | Soyuz roketi yeni “Pirs Kenetlenme Bölmesi” ve “Strella Boom” diye adlandırılan vinç ile yörüngeye fırlatılmıştır. Pirs, Zvezda Servis Modülünün Yerküre’ye bakan, ileri ucuna otomatik olarak kenetlenmiştir. Böylece Kenetlenme Bölmesi, Rus merkezli uzay yürüyüşleri ve bir Soyuz roketi için kenetlenme iskelesi (docking port) ek bir çıkış ve giriş yeri sağlamıştır (NASA, 2018). |
| <b>05.12.2001</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-108           | İçerisinde deney rafları bulunan Çok Amaçlı Lojistik Modülünü (MPLM) Destiny Laboratuvarı'na kurulması için istasyona taşımıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>08.04.2002</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-110               | “S0 Kafes Kiriş” yapısı STS-110 mürettebatı tarafından Destiny Laboratuvarı’nın üstüne kurulması için Uluslararası Uzay İstasyonu'na teslim edilmiştir. Canadarm 2, Entegre Kafes Kiriş Yapısı boyunca hareket etmesini sağlayan hareketli bir taban olan Mobil Taşıyıcının (mobile transporter) da istasyona teslimatı gerçekleştirilerek kurulumu tamamlanmıştır (NASA, 2018).          |
| <b>05.06.2002</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-111           | Endeavour aracılığı ile Çok Amaçlı Lojistik Modülünde (MPLM) Destiny Laboratuvarı için yük ve deney rafları taşınmıştır. Ayrıca Uluslararası Uzay İstasyonu’nun mobil servis sistemi de bu görevde tamamlanmıştır (NASA, 2018)                                                                                                                                                            |
| <b>07.10.2002</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-112               | İlk sancak (deniz taşıtlarının ve Uluslararası Uzay İstasyonu’nun sağ tarafını tanımlar) tarafına ait bölme olan “S1 Kafes Kiriş” istasyona taşınmıştır (ESA, 2018).                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>23.11.2002</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-113           | İlk iskele (deniz taşıtlarının ve uzay Uluslararası Uzay İstasyonu’nun sol tarafını tanımlar) tarafına ait kafes kiriş bölmesi olan “P1 Kafes Kiriş” ve “P6 Güneş Enerjisi Sağlayıcısı” istasyona taşınmıştır ve etkinleştirilmiştir (ESA, 2018).                                                                                                                                         |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b> | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>26.07.2005</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-114           | İçerisinde tedarik ve ekipman desteği bulunan Raffaello MPLM (çok amaçlı lojistik modülü) Uluslararası Uzay İstasyonu'na taşınmıştır. Bu sefer Columbia uzay mekiği kazasından sonra gerçekleşen ilk uçuş olarak kayda geçmiştir (NASA, 2018).                                                                                                        |
| <b>04.07.2006</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-121           | Uluslararası Uzay İstasyonu'na tedarik malzemesi ve kargo teslimatı gerçekleştirilmiştir.<br>Bu görevde “Expedition 13” için ESA astronotu Thomas Reiter görev almıştır (ESA, 2018). Ayrıca mürettebat yeni ekipman, güvenlik prosedürlerini teste etmiştir ve istasyonun mobil taşıyıcısında bazı bakım onarım çalışmaları yürütmüştür (NASA, 2018). |
| <b>09.09.2006</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-115               | İkinci iskele tarafı bölmeleri olan P3 / P4 Kafes Kirişleri teslim ederek P1 Kafes Kirişine kurulumu yapılmıştır. Ayrıca güneş enerjisi sağlayıcılar ve radyatör Uluslararası Uzay İstasyonu'na kurulmuştur (NASA, 2018).                                                                                                                             |
| <b>09.12.2006</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-116           | SPACEHAB kargo modülü (deney donanımının çeşitli miktar, boyut ve konumlarını destekleyen basınçlı karma kargo taşıyıcıdır, konteyner gibi) (NASA, 2018) içerisinde üçüncü kafes kiriş iskele tarafı bölmesi (P5 Truss), lojistik ve tedarik malzemeler Uluslararası Uzay İstasyonu'na teslim edilmiştir (ESA, 2018).                                 |
| <b>08.06.2007</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-117               | İkinci ve üçüncü sancak tarafı kafes kiriş bölmeleri olan S3 ve S4, güneş enerjisi sağlayıcılarıyla birlikte uzay Uluslararası Uzay İstasyonu'na ulaştırılmıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                        |
| <b>08.08.2007</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-118           | Üçüncü sancak tarafı kafes kiriş yapısı S5 kurulumu sağlanmıştır. SPACEHAB tek kargo modülüyle gerekli tedarik ve ekipmanı Uluslararası Uzay İstasyonu'na teslim etmiştir (NASA, 2018).                                                                                                                                                               |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b> | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>23.10.2007</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-120           | Avrupa yapımı Node-2 Harmony modülü Avrupa Columbus ve Japon Kibo laboratuvarları için Uluslararası Uzay İstasyonu'na teslim edilmiştir. İskele tarafı P6 kafes giriş yapısı Z1 kafes giriş yapısından, iskele tarafı P5 kafes giriş yapısına taşınmıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                             |
| <b>07.02.2008</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-122               | ESA Columbus Laboratuvarı, STS-112 mürettebatı tarafından Uluslararası Uzay İstasyonu'na kurulmuştur (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>11.03.2008</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-123           | Japon Kibo Laboratuvarına ilk basınçlı parça olan Deney Lojistik Modülü-Basınçlı Bölüm (Experiment Logistics Module-Pressurized Section (ELM-PS), Kibo içerisinde kullanılan bakım araç-gereçlerini, deney malzemelerini ve ekipmanlar için yedek parçaları depolamada kullan basınçlı alandır (JAXA, 2018)) teslim edilmiştir. Buna ek olarak Kanada yapımı robotik cihaz olan “Dextre” Uluslararası Uzay İstasyonu'na ulaştırmıştır (NASA, 2018). |
| <b>31.05.2008</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-124           | Japon Kibo laboratuvarının ikinci basınçlı modülü ve robotik kolu Uluslararası Uzay İstasyonu'na teslim edilmiştir (ESA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>14.11.2008</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-126           | Egzesiz ekipmanları, rejeneratif yaşam destek ekipmanı ve donanım parçaları bulunan tedarik malzemelerini Leonardo Çok Amaçlı Lojistik Modül (MPLM) içerisinde yörüngeye fırlatılmıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>15.03.2009</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-119           | Son sancak tarafı kafes giriş parçası olan S6 Kafes Giriş ve son güneş enejisi sağlayıcısı çifti Uluslararası Uzay İstasyonu'na teslim edilmiştir (ESA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b>     | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>15.07.2009</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour<br>(23.uçuşu) /<br>STS-127 | Kibo Japon Deney Modülü Açık Alan Tesisi (JEM-EF) ve Deney Lojistik Modülü Açık Alan Bölümü Uluslararası Uzay İstasyonua ulaştırılmıştır. Tesis, Kibo Basınçlı Modülüne bağlı robot kol ve Uluslararası Uzay İstasyonu dışında yapılacak deneyleri konumlandırmak için bir tip “ön veranda” sağlamaktadır (NASA, 2018).                                                                             |
| <b>28.08.2009</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-128               | Leonardo Çok Amaçlı Lojistik Modül içerisinde yaşam destek ve bilim raflarını istasyona ulaştırılmıştır. Ayrıca Discovery’nin yük bölmesine Hafif ağırlıkta Çok Amaçlı Deney Destek Yapısı Taşıyıcı (Lightweight Multi-Purpose Experiment Support Structure Carrier-uzay mekiği içerisinde daha fazla deney ve ekipman taşınmasını sağlayan hafif nitelikte taşıma kabı) yüklenmiştir (NASA, 2018). |
| <b>12.11.2009</b> | Rus Roketi Soyuz                                    | Rus Mini-Araştırma Modülü-2 (MRM2), Soyuz roket ile fırlatılmıştır ve Zvezda hizmet modülüne kenetlenmiştir. “Poisk” olarak bilinen ve Rusça keşfetmek anlamına gelen Mini-Araştırma Modülü-2; Rus araçları için ek bir kenetlenme iskelesi, Rus-uzay yürüyüşleri için hava kilidi ve dış bilimsel deneyler için bir platform görevi görmesi amacıyla oluşturulmuş yapıdır (NASA, 2018).            |
| <b>16.11.2009</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-129                   | STS-129 mürettebatı Atlantis aracılığıyla Uluslararası Uzay İstasyonu’ndan Yerküre’ye taşınmıştır. Atlantis bu göreviyle istasyona tedarik malzemesi ve parçalar ulaştırmıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                        |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b>          | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>08.02.2010</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-130                    | “Tranquility” olarak adlandırılan Node-3’ü (düğüm) Uluslararası Uzay İstasyonu'na teslim etmiştir. Tranquility, Uluslararası Uzay İstasyonu’nun yaşam destek sistemlerinin çoğuna yer sağlayacak bir basınçlı modüldür. Düğüme ekli, yanlarda altı pencere ve üstte bir adet benzersiz çalışma alanı olan yapı bir kubbe görünümündedir (NASA, 2018)                                                                                                                                                                 |
| <b>05.04.2010</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery /<br>STS-131                    | Uluslararası Uzay İstasyonu’na taşınan Leonardo Çok Amaçlı Lojistik Modül (MPLM) içerisinde bilimsel çalışmalar için olan rafları istasyondaki laboratuvarlara aktarılmıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>14.05.2010</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis / STS-132                        | Entegre Kargo Taşıyıcısı ve Rus-yapımı Mini Araştırma Modülü-1’i (MRM1) Uluslararası Uzay İstasyonu'na ulaştırmak için fırlatılmıştır. 19,7ftlik Rus modülü, Uluslararası Uzay İstasyonu'nun Zarya Modülünün Yerküre’ye bakan iskelesine kurulmuştur. Rusça kelime anlamı “şafak” olan “Rassvet” olarak bilinen MRM1 istasyona kargo deposu ve ek kenetlenme iskelesi sağlamaktadır (NASA, 2018).                                                                                                                    |
| <b>24.02.2011</b> | Uzay Mekiği<br>Discovery (son<br>görevinde) /<br>STS-133 | Leonardo Kalıcı Çok Amaçlı Modülü EXPRESS Lojistik Taşıyıcısı 4’ün harici istifleme platformunu Uluslararası Uzay İstasyonu’na taşımıştır (NASA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>16.05.2011</b> | Uzay Mekiği<br>Endeavour /<br>STS-134                    | AMS-02 (Alpha Magnetic Spectrometer-Uluslararası Uzay İstasyonu üzerindeki bir modülden karanlık madde, antimadde ve eksik madde arayan dedektör) ve tedarik malzemeleri uzay mekiği Endeavour aracılığıyla STS-134 görevi kapsamında istasyon için yola çıkmıştır. Ayrıca Uluslararası Uzay İstasyonu için ağır yedek parçalarla paketlenmiş Express Lojistik Taşıyıcısı 3’ün kargo platformu bulunmaktaydı. Görev dahilinde mürettebat istasyonu için gerekli olan bakım ve onarımları tamamlamıştır (NASA, 2018). |

| <b>TARİH</b>      | <b>UZAY ARACI /<br/>GÖREV VE<br/>MÜRETTEBAT</b>        | <b>GÖREV KAPSAMI VE LOJİSTİK FAALİYET<br/>YOĞUNLUĞU</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>16.05.2011</b> | Uzay Mekiği<br>Atlantis (son<br>uçuşunda) /<br>STS-135 | Raffaello Çok Amaçlı Lojistik Modül (MPLM) içerisinde tedarik malzemesi, lojistik ve yedek parçaları Uluslararası Uzay İstasyonu'na ulaştırmıştır. Bu görev NASA tarafından farklı bir önem taşımıştır. Öyle ki görev kapsamı daha önceden uzay mekiği kazalarında karşılaşılan tipik arızaya çözüm araştırması olarak; mevcut uzay aracının robotik yakıt ikmal potansiyelini araştırmak, başarısızlığa neden olan mekanizmayı daha iyi anlamak ve bu sorunun çözümüne yönelik kesin sonuçlar elde etmek için yapılmıştır (NASA, 2018). |
| <b>15.04.2011</b> | SpaceX Dragon<br>CRS-8                                 | Node-3 (düğüm) iskelesine kurulmuştur (ESA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>15.04.2016</b> | Rus Roketi Proton                                      | Çok Amaçlı Laboratuvar Modülü Rus Proton roketi ile fırlatılması planlanmıştır (ESA, 2018).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## Ek 2: Ömür Devri Lojistik Destek Aşamaları

### Aşama A Öncesi Lojistik Destek Faaliyetleri

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknik Faaliyetler         | <p><u>Ömür devri lojistik destek stratejisi</u>: maliyet, programatik ve gereksinimlerle ilişkili ve program ile uyumlu olarak geliştirilir. Destek kavramı mimari ve operasyon kavramını tamamlayacak şekilde bazı kısıtlar ve sınırlar doğrultusunda belirlenir.</p> <p><u>Gereksinim geliştirme</u>: Aşama Yetkilendirmesi (ATP) sonrası Aşama A’da başlayıp “Sistem Gereksiniminin İncelenmesini” (SRR) kapsar. Lojistik destek hedefleri ve gereksinim tanımlamaları desteklenebilirlik tasarımını etkilemektedir. Gereksinimler program ve proje hedefleri ile ilgili olmalıdır. Ömür devri maliyeti en aza indirmesi hedeflenir ve en düşük maliyette ömür devrini desteklemek için ödünleme yapılır.</p> |
| Önemli Aşama İncelemeleri  | <p><u>Görev Kavram İncelemesi (MCR)</u>: başlangıçtaki tüm ömür devri lojistik destek kavramları ilgili tüm program katılımcıları tarafından incelenmek üzere hazır olmalıdır. Ömür devri lojistik destek ekibi ayrıca, çatışmanın bulunmadığından tüm kavramların tutarlı ve destekleyici olduğundan emin olmak için mevcut plan ve kavramların incelemesine katılmalıdır.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Organizasyonel Faaliyetler | <p>Tarafların rol ve sorumluluklarının tanımlanır. Roller ve sorumlulukların operasyon için erken aşamalarda belirlenmesi maliyet unsurunu etkileyen bir durum olduğu için önem teşkil etmektedir. Ömür devri lojistik destek yöneticisi bu aşamada sözleşmeli taraflardan ve katılımcılardan beklentilerini tanımlayarak oluşabilecek maliyet değerlendirmesini yapar.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Kaynak: Nasa Life Cycle Logistics Support Guidebook’tan Uyarlanmış ve Tabloya Dönüştürülmüştür.

### Aşama A Lojistik Destek Faaliyetleri

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknik Faaliyetler | <p><u>Gereksinim geliştirme</u>: Belirli bir sisteme veya donanım parçalarına yönelik lojistik gereklilikleri, özellikle tasarımın doğası gereği güvenilirliği ve bakımı ile bileşen değişim ve onarım, yerinde onarım, bir depo tesisindeki ekipman dışı onarım vb. etkilendir. Uygun ödünleşme kararları bu aşamada alınır. Tedarik zinciri riskleri dahil olmak üzere, kalkınma ve programatik risklerin belirlenmesi ve azaltılması çalışmaları bu aşama sırasında yapılmalıdır.</p> |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Önemli Aşama İncelemeleri  | <p><u><i>Sistem Gereksinimleri İncelemesi (SRR):</i></u> amacı, ömür devri lojistik destek gereklilikleri dahil olmak üzere projenin sistem gereksinimlerinin yeterliliğini tespit etmektir. Dikkate alınacak spesifik ömür devri lojistik başarı kriterleri; Güvenilirlik, kullanılabilirlik, ortak kullanım, sürdürülebilirlik, taşınabilirlik, standardizasyon, desteklenebilirlik, hazır bulundurma, analizler, ödünleşme çalışması, doğrulanabilirlik, bakım, lojistik ayak izi azaltma fırsatları, maliyet tahmin ve azaltma fırsatlarına dair gereksinimler belirlenir.</p> <p><u><i>Sistem Tanımlama İncelemesi (SDR):</i></u> Ömür devri lojistik destek tarafından sağlanan birincil ürün ilk Entegre Lojistik Destek Planıdır. ELDP incelenerek eksiksiz bir şekilde oluşturulmaya çalışılır ve Sistem tanımlama incelemesine katılır.</p> |
| Organizasyonel Faaliyetler | <p><u><i>Ömür Devri Lojistik Destek Ekibi:</i></u> Personel gereksinimlerini tanımlamalıdır. Ekip tarafından gerçekleştirilecek tanımlanan işlevleri, bu işlevleri yerine getirmek için gereken personel sayısını ve personelin ne zaman hazır bulunacağı zamanlamasını içerir. Personel gereksinimi proje boyunca değişiklik gösterebilir. <u><i>Anlaşmalı Taraf Arayüzü:</i></u> Bu aşamada anlaşmalı taraflarla ömür devri lojistik destek ilişkisi açıkça tanımlanmalı ve sözleşme işleyişi boyunca uygulanmalıdır.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

Kaynak: Nasa Life Cycle Logistics Support Guidebook'tan Uyarlanmış ve Tabloya Dönüştürülmüştür.

## Aşama B Lojistik Destek Faaliyetleri

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknik Faaliyetler | <p>Ömür devri lojistik destek ekibi, donanım mimarisini inceler ve her donanım ögesi için bakım konseptini geliştirir veya iyileştirir.</p> <p><u>Entegre Lojistik Destek Planı:</u> nihai tasarım incelemesi ile kesinleştirilmeli ve resmi olarak temel alınmalıdır.</p> <p><u>Tasarım Desteği- Ömür Devri Maliyetini Düşürmek için Tasarımı Etkileme:</u> tasarım yeniden tanımlandıkça ömür devri lojistik destek ekibi maliyet faktörlerini değerlendirmeye devam eder. Ömür devri maliyetleri tasarımın ödünleşmesini desteklemek için kullanılır. Organizasyon seviyesinde bakım ve orta seviye bakım, yedek parçaların azaltılmasına yönelik çıktılar üretilir. Ömür devri lojistik destek ekibi, tasarım değişikliklerinin veya alternatif tasarım çözümlerinin, sistemin desteklenebilirliğini artırabileceği ve toplam ömür devri maliyetini azaltabileceği durumları belirlediğinde tasarımcılarla beraber hareket etmelidir.</p> <p><u>Bakım Kavramı ve Planlama:</u> Uçuş sistemleri için ömür devri lojistik destek ekibi, her donanım ögesi için tercih edilen bakım yaklaşımını belirleme çalışmalarına başlar. Parça yörünge değiştirilebilir birimi (ORU-orbit replacement unit) midir ve öyleyse bütünüyle kaldırılmalı veya değiştirilmeli midir? Görev sırasında tamir etmek için fırsat var mı ve varsa orta seviye bakım için mi fırsat yaratıyor? Bakım çalışmaları yerinde mi yapılmalı? Bakım önleyici işlemler ve servis faaliyetler için gereksinimlere dikkat edilmelidir. Tüm bu olasılıklar, gerekli yedek ve değişim parçalarının, destek ve test ekipmanlarının, araçların, materyallerin, değişim ve yedek parçaların, bakım prosedürlerinin belirlenmesine ve satın almasına (tedariğine) neden olur. Bir görev sırasında arızaya neden olan donanım öğeleri için, onarım ve yeniden kullanımın mümkün olup olmadığına bu parça yeryüzüne geri getirildiğinde karar verilebilecek bir durumdur. Ancak bu Yerküre-yörüngesi dışı süreçler için olası bir durum değildir. Tüm bu bakımları belirleyen unsurların başında maliyet, arızalı parçanın süreçteki önemi ve bakım koşulları gelmektedir. Arızalı parçaya ne yapılacağı ve göreve nasıl devam edileceği çeşitli ödünleme çalışmaları ile belirlenir.</p> |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknik Faaliyetler         | <p><u>Tedarik Desteği:</u> Bu aşamada, ömür devri lojistik destek ekibi, yedek parça edinimi yaklaşımını belirlemelidir. Hizmet ömrü süresince proje ihtiyaçlarını karşılamak için ilk üretimle birlikte yeterli yedek parça satın alınacak mı, yoksa projenin ömrü boyunca yedek parça almaya devam mı edilecek? Eğer eski ise, daha önce yedek parça temin ettikleri ürünlerin yeniden tasarlanmasıyla nasıl ilgilenilecek? Arıza oranlarının beklenenden daha büyük olması ve gelecekte ek yedek parçalara ihtiyaç duyulması halinde sürece nasıl cevap verilecek? Bunlar bu aşamada dikkate alınması gereken ve açıkça belirtilen stratejinin geliştirilmesine yönelik konulardır.</p> <p><u>Ambalajlama, Elleçleme, Depolama ve Taşıma:</u> Ömür devri lojistik destek ekibi proje donanımını desteklemek için bir ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma planı geliştirmeye bu aşamada başlamalıdır. Göz önünde bulundurulması gereken faktörler arasında program kısıtlamaları, potansiyel taşımacılık modları ve maliyet bulunmaktadır. Gönderilecek veya depolanacak her bir öge için ayrı ayrı bir ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma değerlendirmesi yapılmalıdır. Bu işlemin amacı donanım öğelerini yeryüzü depolama koşulları ve taşıma sırasında oluşabilecek durumlar karşısında ve çevresel koşullara karşı hasar ve bozulmayı önlemektir. Ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma donanımın karakteristik özelliklerine (boyut, kütle, saklama koşulları vb.) göre belirlenir.</p> <p><u>Lojistik Bilgi Yönetimi:</u> Ömür devri lojistik destek ekibi, uygulanacak çeşitli ömür devri lojistik destek işlevlerini yönetmek ve kontrol etmek için gerekli olacak süreçleri ve yetenekleri oluşturmalıdır. Lojistik bilgi yönetimi, planlı lojistik ile ilgili faaliyetlerin yürütülmesini sağlamak için gerekli olan donanım hakkında büyük miktarda bilgi ve veri yönetimini içerir.</p> |
| Organizasyonel Faaliyetler | <p><u>Ömür Devri Lojistik Destek Ekip İş birliği:</u> Bu aşamada ömür devri lojistik destek ekibi, hükümet ekibi ve anlaşmalı tarafların oluşturdukları ekipler iş birliği içerisinde hareket etmelidir ve sözleşmede belirtilen sorumlulukları saygı çerçevesinde yerine getirilmelidir. <u>Tedarikçi Finansal Kapasitesi İzleme:</u> Projeye tehdit oluşturabilecek tedarikçi problemlerine erken farkındalık sağlamak için incelenmesi gereken önemli bir konudur.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Önemli Aşama İncelemeleri | <p><u>Ön Tasarım İncelemesi (PDR):</u> Bu inceleme ön tasarımın maliyet ve zamanlama kısıtlamaları dahilinde tüm sistem gereksinimlerini kabul edilebilir riskle karşıladığını ve ayrıntılı tasarımla ilerlemenin temelini oluşturduğunu göstermektedir. Doğru tasarım seçeneğinin seçildiğini, arayüzlerin tanımlandığını ve doğrulama yöntemlerinin açıklandığını doğrular. Ömür devri lojistik destek ekibi bu incelemede aktif bir rol oynar. Tipik ömür devri lojistik destek ile ilişkili PDR başarı kriterleri şu sorulara olumlu cevaplar içerir: Açıklandığı üzere, ön tasarım lojistik taslağı / desteklenebilirlik gereksinimlerini karşılayabilir mi? Toplam ömür devri maliyetini en aza indirmek için tüm imkanlar uygulandı mı? Uzun tedarik zamanlı ürünler ve temel tedarik zinciri öğeleri tespit edildi mi? Ömür devri lojistik destek ekibi, PDR için; Önerilen Tasarım Değişiklikleri / Değerlendirmeleri, Ön Bakım Kavramı, Onarımın Ön Seviyeleri, Ömür Devri Maliyet Güncellemesi, Ön Hazırlık Donanım Yer Bakım Yaklaşımı Seçenekleri ve Önerileri, Performans Çizelgesi, Başlangıç Fonksiyonel Kullanılabilirlik Değerlendirmesi, Başlangıç Yedek Parça Listesi, Başlangıç Ambalajlama, Elleçleme, Depolama ve Taşıma Gereksinimleri ve Planları gibi çıktılar sağlar. Bu çıktıların geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan desteklenebilir veriler şunlardır: Tasarım Güvenliği, Tasarım Güvenilirliği, Tasarım İdame Edilebilirliği, Sistem Hazır Bulunabilirliği ve Gereksinimleri.</p> |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Kaynak: Nasa Life Cycle Logistics Support Guidebook'tan Uyarlanmış ve Tabloya Dönüştürülmüştür.

### Aşama C Lojistik Destek Faaliyetleri

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Teknik Faaliyetler        | <p>Sistemin donanım tasarımı olgunlaştıkça, yeni öğeler tasarıma dahil edilir ve önceden tanımlanan öğeler daha iyi anlaşılır ve ilgili veriler ve bilgiler daha eksiksiz hale gelir. <u>Bakım Kavramı ve Planlama</u>: Ömür devri lojistik destek ekibi, daha fazla veri ortaya çıktıkça ve tasarım tamamlandıkça bakım kavramının ve onarım seviyelerini iyileştirir. Belgelenen başlangıçtaki bakım kavramı / onarım seviyeleri güncellenir. <u>Lojistik Destek Analizi</u>: Lojistik Destek Analizi, tasarım / geliştirme devrinde mümkün olduğu kadar erken bir zamanda başlatılır ve Lojistik Destek Analizi Kaydı'nda belgelenir. Bu süreç yinelemeli ve tutarlılık standartlarında olmalıdır. Bu analiz yöntemleri çeşitli uluslararası standartlara uygun gerçekleştirilmelidir. <u>Resmedilmiş Parça Arızası (IPB) Çizimleri</u>: Donanım tasarımları tamamlandıktan ve lojistik destek analizlerinin bir parçası olarak Bakım Görev Analizi tamamlandıktan sonra IPB'ler hazırlanabilir. Bunlar, bakım prosedürleriyle ilgili bileşenleri ve anahtar arayüzleri gösteren izometrik çizimlerdir.</p>                                     |
| Önemli Aşama İncelemeleri | <p><u>Kritik Tasarım İncelemesi (CDR)</u>: Ömür devri lojistik destek ekibi, CDR için sırasıyla; Bakım Kavramı / Planı (PDR'den Güncelleme), Ömür Devri Maliyeti (LCC) (PDR'den Güncelleme), Onarım Seviyeleri (PDR'den Güncelleme), Donanım yer bakım yaklaşımı / Planı (PDR'den güncelleme), Fonksiyonel Kullanılabilirlik Değerlendirmesi (PDR'den Güncelleme), Girintili Parça Listesi, ambalajlama, elleçleme, depolama ve taşıma gereksinimleri ve planları (PDR'den Güncelleme), Üretim öncesi Yörünge Desteklenebilirlik Verileri (LSAR / IPB), Destek Ekipmanı Gereksinimleri, Tesis Gereksinimleri, Başlangıç az kullanım değerlendirilmesi, Başlangıç eskime değerlendirilmesi gibi ürünleri sağlar. Tipik CDR başarı kriterleri; Tasarım en düşük destek maliyetini sağlıyor mu? Entegre bir lojistik değerlendirme tanımlandı ve uygulandı mı? Uzun vadeli tedarik planları var mı ve tedarik zinciri belirlendi mi? Lojistik destek analizi dokümanı en güncel mühendisliği yansıtacak şekilde güncellendi mi? Onarım Analizi Seviyesi (LORA) tamamlandı mı yoksa güncelleme mi gerekiyor? gibi sorulara olumlu cevaplar içerir.</p> |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Organizasyonel Faaliyetler | Ömür devri lojistik destek ekibi, yedek parçaların ve diğer malzemelerin satın alınması için işlemlerin yapılmasını, depo bakım operasyonları için planların tanımlanması ve uygulanması, anlaşmalı taraflardan talep edilen tüm çıktıların programa uygun ve yeterli kalitede olması sağlamalıdır. Ömür devri lojistik destek ekibi faaliyetlerini geliştirme aşamasından operasyon aşamasına kaydırmalı ve asıl odağı operasyona yönlendirmelidir. |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Kaynak: Nasa Life Cycle Logistics Support Guidebook'tan Uyarlanmış ve Tabloya Dönüştürülmüştür.

#### Aşama D Lojistik Destek Faaliyetleri

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fiziksel Yapılandırma Denetimi (PCA) | Fiziksel yapılandırma denetimi tamamlanır. Fiziksel, “olduğu gibi” ürünün, onu tanımlayan tüm teknik belgelere uygun olduğunu doğrulamak için belirlenmiş sistem tasarım yapılandırmasının teknik bir incelemesidir. Bu belgelerin “olduğu gibi” ürününü doğru bir şekilde tanımladığını doğrulamak için ürünün işletim ve lojistik desteğinde kullanılan ürün teknik dokümantasyonu, mühendislik çizimleri, teknik özellikler ve parça listelerinin ayrıntılı bir değerlendirmesidir.                                                       |
| Ömür Devri Lojistik Destek Çıktısı   | <u>Lojistik çıktılar:</u> Bakım Kavramı / Planı (CDR'den Güncelleme), Donanım Yer Bakımı Temel / Planı (CDR'den Güncelleme), Fonksiyonel hazır bulundurma Değerlendirmesi (CDR'den Güncelleme), Parça Listesi (CDR'den Güncelleme), Nihai Ambalajlama, Elleçleme, Depolama ve Taşıma gereksinimleri ve planları (CDR'den güncelleme), Eskime Değerlendirmeleri (CDR'den Güncelleme), Gereksinim Kapanışı, Temel Lojistik Destek Analizi Kaydı, IPB ve Doğrulama Kayıtları. Bu aşamada, bu çıktılar imalat ve operasyonları desteklemektedir. |

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lojistik Destek Analiz Kaydı Yönetimi / (IPB)<br>Resmedilmiş Parça Arzısı incelemesi | <p>Ömür Devri Lojistik Destek Ekibi, ürünlerin son kullanıcının kalite standartlarını karşıladığından emin olmak için anlaşmalı taraflar tarafından sağlanan lojistik destek analizi kaydı ve IPB'yi inceler. <u>Lojistik Destek Analizi Kaydını Sonlandırılması / IPB Dokümantasyonu</u>: LSAR / IPB belgelerinin kesinleştirilmesi iki ana faktöre bağlıdır; 1) İlk analizlerin tamamlanabildiği gerekli kaynak verilerinin (çizimler, imgeler, test raporları, çekler vb.) Serbest bırakılması ve 2) Ürünlerin NASA müşterileri tarafından incelenmesi ve kabul edilmesi. NASA müşterisi, bir “Doğrulama kaydı” imzalayarak LSAR ve IPB'nin birleşiminden oluşan bakım verilerini kabul eder. <u>Görüntüyü (İmgeyi) Sonlandırma</u>: Görüntüler mürettebata yörüngede bakım sırasında yardımcı olabilecek bakım bilgilerinin yer aldığı dokümandır. Belirli görüntüler Uluslararası Uzay İstasyonu programı Görüntü Çalışma Grubu (IWG) tarafından toplanır ve korunur.</p> |
| PHS&T Planı<br>Sonlandırma                                                           | <p>Başlangıçta Ambalajlama, Elleçleme, Depolama, Taşıma Belgesi, CDR-30 gün güncellemeler için değerlendirilir ve Lojistik Desteklenebilirlik Analizi Kaydı'na nihai entegrasyon için sunulur.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Yörünge<br>Bakım Planı                                                               | <p>Ömür devri lojistik destek ekibi, yörünge bakım planlaması yapar ve trafik modelleri ile koordinasyon ile birlikte gösterir. Bu, önleyici bakım ve sınırlı yaşam gereksinimlerini, ikmal (resupply) malzemelerinin yeniden yüklenmesini ve donanımın iade veya bertarafını desteklemektedir.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Temel Donanım<br>Yer Bakım                                                           | <p>Bu aşamada, yaklaşım ve tavsiyeler eksiksiz ve tam olmalıdır. Tavsiye, bir dizi ortak çalışma grubu toplantısı ile katılımcıların hak sahibi menfaat sahiplerinin (“paydaşlar”) bir sonucu olarak oluşur. Tavsiyeler ileriye dönük olarak dokümanlara eklenir.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Temel Parça<br>Değerlendirme                                                         | <p>İşlevsel Hazır Buludurma Değerlendirmesinde tanımlanan güven düzeylerini desteklemek için gereken parçaların aralığını ve derinliğini belirleme. Tamir Seviyesi Analizi (RLA) sonuçları ve bakım kavramının geliştirilmesi ve tamir edilebilenlerle edilemeyenlerin sparing değerlendirilmesi.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Girintili Parça<br>Listesini Geliştirmek | Hangi alt bölümlere hangi parçaların nasıl eşlendiğinin belirlenmesinde destekleyici çeşitli düzeyler belirlenmelidir. Mümkün olduğunca, tüm parçaların kaynak kontrol çizimleri, gerçek üreticinin genel parça numarasını belirleyenerek mümkün olan en düşük seviyeye ayrılır.<br><u>İşlevsel Hazır Bulundurma Güncellemesi:</u> Eğer herhangi bir analiz değişikliği varsa güncellenir. |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Kaynak: Nasa Life Cycle Logistics Support Guidebook'tan Uyarlanmış ve Tabloya Dönüştürülmüştür.

### Ek 3: Yeniden İkmal Faaliyetleri

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ULUSLARARASI<br/>UZAY İSTASYONU<br/>İÇİN YÜK VE<br/>YOLCU<br/>MANİFESTO</b> | <p>Uzay istasyonu ile Yerküre arasındaki yük ve yolcu akışı Manifesto İsteği sunulması ile başlamaktadır. İstekler haftalık Manifest Çalışma Grubu toplantısında gözden geçirilir. Grup tarafından incelenen manifesto isteği fırlatma ekibine onayları için iletilir. Eğer manifesto onaylanırsa, istek diğer onaylanmış tüm manifesto istekleri ile birlikte bir topluluk tarafından maliyet, teslimat çizelgesi, sertifikasyon, fırlatma ve dönüş aracında istifleme alanı, uzay istasyonunda istif alanı, güç gereksinimleri vb. konuları açısından değerlendirilir.</p> <p><u>Bakım Planlama:</u> Uzay istasyonu bakımı için oluşturulan özel bir plandır. Üç tip bakım planlanmaktadır: önleyici, düzeltici ve montaj kritik bakım. Önleyici olası arızayı önlemeye yöneliktir. Düzeltici bakım, hatanın işlevsel ve sistem kullanılabilirliği üzerindeki etkisine, hataya tek tek parça veya belirsizlik grubuna ayırma yeteneğine ve bir sonraki hataya yönelik tahmini zamana bağlı olarak gereklilikleri ortaya koymaktadır. Tüm süreç yedekleri ile beraber oluşturulur.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## YENİDEN İKMAL İÇİN İSTİF PLANI

Uzay mekiği istif grubu manifestodaki değişiklikleri inceler ve fırlatma ve dönüş istif konfigürasyonunu Çok Amaçlı Lojistik Modüle (MPLM), orta güverte mürettebat bölmesi ve yük bölmesi için belirler. Çantalar ve maddelerin nasıl ambalajlanacağına dair genel çizimler oluşturulur. Bölmelerin ve çantaların iç konfigürasyonunu göstermek için detaylı çizimler de üretilmektedir. Mümkün olduğunda, kalkış sırasında kullanılan ambalajlar fırlatma aracına geri gönderilir, böylece uzay istasyonunda istifleme boşluğuna olan etki minimize edilmektedir.

Taşıyıcı Uzay Aracı: Uzay mekiği orta güvertesi ve Çok Amaçlı Lojistik Modül iç(internal) kargo için alan sağlar. Yük bölmesi ise dış(external) kargo için istif alanı sağlar. Uzay mekiği orta güvertesinde dolap ve bölmeli çanta yer almaktadır. Her orta güverte dolabı ebatları yaklaşık 20"x18"x10"dır.İki tip bölmeli çanta vardır; bir ambar 5 tane orta güverte dolabına denk, diğeri ambar ise 10 tane orta güverte dolabına denktir. Bunlar kargo transfer çantaları, file çantalar veya gevşek donanım ile paketlenir. Gerektiğinde, donanım öğeleri köpük yastıklar halinde paketlenir. Çok amaçlı lojistik modüle 16 raf yuvası bulunur. Her bir raf yuvası, İkmal istif platformu, İkmal istif rafı, Ekspres taşıma rafı taşımak veya boş bırakılmak üzere yapılandırılabilir.

Malzemeler ve yakıtlar, Rus Progress aracı tarafından İstasyona getirilir. Malzemeler, İtalyan yapımı Çok Amaçlı Lojistik Modüller olan Leonardo, Raffaello ve Donatello'dan birinde Mekiğin yük bölmesi yoluyla taşınır (MIT, 2011).

Konteynerler: Raflar: Uzay İstasyonunda, Express raflar (yük için tasarlanmış metal), Zero-G istif rafları (istifleme alanı sağlayan kumaş raf), Yeniden İkmal İstif Rafları, sistem rafları (belirli sistem donanımı için metal raf) olmak üzere 4 tip raf bulunur.

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                               | <p><u>Çantalar:</u> Kargo Transfer Çantaları istasyon için birincil ambalaj konteynerlerdir. Bunlar, donanım paketlenirken maksimum esneklik sağlamak için dört boyutta mevcuttur. Bunlar; tek, yarım, çift, üçlüdür (Goodliff ve diğerleri, 2017: 11).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p><b>NAKİL<br/>OPERASYONLARI</b></p>                                         | <p>Nakil operasyonu, uzay mekiği ve uzay istasyonu arasındaki kargo nakli olarak ifade edilmektedir. Transfer ekibi onaylanmış manifesto ve mürettebatın kullandığı transfer listesini geliştirmek için çıkış / iniş istifleme çizimleri kullanır. Aktarım listesi, mürettebatın uzay mekiği uçuşu sırasında kullanması için basılı kopyalar halinde bir Excel tablosudur. Nakil listesindeki değişiklikler, mürettebatın aktarma defterine el yazısı veya mürettebatın yörüngede yazabileceği bir elektronik dosya olarak eklenir. Her görev gününün sonunda, ekip o gün tamamlanan transferleri sesli bir çağrıyla raporlar. Nakil ekibi, nakil listesinin elektronik bir kopyasını günceller ve güncellemeleri kontrol merkezinde başkalarına dağıtır.</p> |
| <p><b>ULUSLARARASI<br/>UZAY<br/>İSTASYONUDA<br/>ENVANTER<br/>YÖNETİMİ</b></p> | <p>Envanter Yönetimi sistemi resmi bir istasyon envanterini içeren bir veritabanıdır. Ekip ayrıca, envantere değişiklikleri kaydetmek için Barkod Okuyucular kullanabilir. Bu envanter verileri günlük olarak yenilenir. İstasyona her uçuştan önce hangi uzay aracı olursa olsun yeniden ikmal malzemeleri ile ilgili bilgiler Envanter İstif Elemanına verilir.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ULUSLARARASI<br/>UZAY İSTASYONU<br/>İSTİF PLANI</b> | <p>Yükler için istif planı oluşturulur. İstasyon istifleme planlayıcısı, herhangi bir fırlatma aracından istasyona aktarılan tüm materyaller için nihai istifleme yerlerini belirler. Bu istif yerleri nakil listesinde yer alır. Bu aşamada barcod kullanılabilir. Bazı yükler için ambalaj açmak gerekebilir böyle durumlarda envanter listesi güncellenir.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>ATIK YÖNETİMİ</b>                                   | <p><u>Çöp/Atık Hazırlama:</u> Her gün mürettebat ortak çöp üretir. Ortak çöp, yemek atıkları, kullanılmış bezler, kirli kıyafetler ve kullanılmış hijyen maddeleri olarak tanımlanır. Bu çöpler, çöp torbaları içine toplanır. Katı ve sıvı insan atıkları özel kaplara toplanır. Tüm çöpler, Servis Modülünün kış kısmına Progress aracına istiflenir. Bozuk ekipmanlar çöpler için ambalajlama başlayana kadar mevcut yerlerinde kalırlar.</p> <p><u>Çöp/Atık Listesi:</u> Ortak çöp sınıfında bildirilmemiş çöplerde Progress uzay aracı için Atık İstek Manifestosu sunulmalıdır. ABD çöp toplama faaliyeti için, bertaraf edilmek üzere hangi ürünlerin toplanması gerektiğini belirten bir ekip mesajı oluşturmak için onaylanmış atık listesi kullanır. Çöpleri izlemek için barcod kullanılabilir ancak öncelikli yöntem sesli çağrıdır.</p> <p><u>Progress Uzay Aracına Çöpleri Ambalajlama:</u> Progress aracının istasyondan ayrılmasından bir hafta önce çöpler araç içinde ambalajlanmaya başlanır. Onaylanan çöpün nereye yerleştirileceğine dair doğrudan Progress ekibinden mesaj alınır.</p> <p>Bazen atıklar geridönüşüm yoluyla yeni formlarda kullanılabilir. Örn; idrar kullanılabilir suya dönüştürülmektedir (TEDx, 2014).</p> |

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GERİ DÖNÜŞ</b> | <p>Fırlatma sırasında malzemeler için oluşturulan manifesto aynı şekilde dönüş faaliyetleri için de yapılmalıdır. Geri dönüş araçları için istifleme planları geliştirilir. Toparlanma listesi mürettebata hangi maddenin toplanacağı ve nasıl ambalajlanacağına dair bilgilerin yer aldığı Excel listesidir. Geri dönüş için kargo transfer çantalarına konan malzemeler geri alım için etiketlenir ve düzenlenir. Ambalajlamadan sonra bir envanter yönetimi planı oluşturulur ve yeniliklere göre güncellenir.</p> |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Kaynak: (Evans ve Laufer, 2006: 7-10)uyarlanmıştır

#### Ek 4: Mülakat Soruları

|                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| What is space exploration logistics ?                                                                                                     |
| What is space exploration logistics process?                                                                                              |
| Would you please explain the organizational structure of ISS logistics?                                                                   |
| You mentioned earlier the amount of junk on space, does any system exist to manage or control them on space?                              |
| How do you provide communication during space activities ?                                                                                |
| Would you please explain transportation network of space logistics?                                                                       |
| What is supplier selection criteria of NASA?                                                                                              |
| In some research I have been examined, there is a word which is "spaceport", what does it mean for entire process ? What does it present? |
| What are the main challenges of space exploration logistics? Any examples?                                                                |
| What is waste management process of space exploration logistics?                                                                          |
| Would you please evaluate space logistics process from sustainable logistics perspective?                                                 |
| In your opinion, will interplanetary transportation be the sixth mode within the transportation modes on Earth?                           |
| In your earlier answer you talked about the isru what do you mean by that is?                                                             |
| During research I came across some competition about space exploration, I wonder what is your opinion those kind of competitions?         |
| What is space exploration logistics and its process?                                                                                      |
| Would you please explain operational logistics activities to ISS?                                                                         |
| What is the main purpose of ISS structure?                                                                                                |
| What are the main challenges of space logistics?                                                                                          |
| Would you please explain waste process and its systems on orbit?                                                                          |
| Would you please evaluate space activities in terms of economics, environment and publics?                                                |
| There has been talking about using rockets between cities on Earth, what is your opinion about that idea?                                 |
| What is isru?                                                                                                                             |
| Would you please explain the mining activities on other planets?                                                                          |
| Would you please explain logistics and supply chain of space exploration?                                                                 |

|                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| What is the process of supply chain management on space exploration?                                                                                                                                                                 |
| Would you please explain information flow of space logistics?                                                                                                                                                                        |
| Would you please explain ISS program and its logistics?                                                                                                                                                                              |
| What is the biggest challenge of space logistics?                                                                                                                                                                                    |
| Does NASA use the SpaceNet Software?                                                                                                                                                                                                 |
| What do you think about the Industry 4.0 effect on space exploration logistics?                                                                                                                                                      |
| I watched the successful return of Falcon 9 Heavy at last night on the media, if we consider to this kind of developments on space systems, in your opinion will the interplanetary transportation be the sixth mode in near future? |
| What is space logistics?                                                                                                                                                                                                             |
| Would you please describe space logistics operations?                                                                                                                                                                                |
| Would you please explain importance of inventory systems for space exploration?                                                                                                                                                      |
| What is the role of communications for space logistics?                                                                                                                                                                              |
| Can you describe the logistics for ISS?                                                                                                                                                                                              |
| What is the importance of ISS construction for space exploration logistics process and its development?                                                                                                                              |
| What are the main challenges of space exploration logistics?                                                                                                                                                                         |
| Considering the debris on space, is there any regulation about to reduce the junk on low Earth orbit and beyond?                                                                                                                     |
| What is the importance of ISRU for space exploration process?                                                                                                                                                                        |
| What is spaceport? Can you give any example as location?                                                                                                                                                                             |
| Is there any special type of container for space transportation?                                                                                                                                                                     |
| Would you please explain the life support systems on space?                                                                                                                                                                          |
| What is your opinion about the Mars logistics and its process?                                                                                                                                                                       |
| Would you please explain spacecraft manufacturing process of on your company?                                                                                                                                                        |
| Would you please explain what is resupply for space logistics?                                                                                                                                                                       |
| What is the resupply process to ISS?                                                                                                                                                                                                 |
| Would you please explain ISS crew provisioning that you worked?                                                                                                                                                                      |
| During your time, what were the difficulties on logistics side of activities for exploration missions?                                                                                                                               |
| What is space exploration logistics?                                                                                                                                                                                                 |

|                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Would you please explain spacecraft manufacturing ?                                                                                                                                        |
| Would you please explain inventory management of space exploration logistics for ground and space?                                                                                         |
| Would you please explain the difficulties of space logistics process?                                                                                                                      |
| Would you please evaluate the space logistics in sustainable perspectives?                                                                                                                 |
| Could you explain supplier selection process of space logistics?                                                                                                                           |
| What is space exploration logistics in your opinion?                                                                                                                                       |
| What is commercial spacefaring logistics?                                                                                                                                                  |
| What are the main challenges of spacefaring logistics?                                                                                                                                     |
| Would you explain a term of sustainability in space logistics perspectives?                                                                                                                |
| Would you please explain space exploration logistics based on your experiences?                                                                                                            |
| Would you please explain supply chain process of rocket manufacturing?                                                                                                                     |
| Could you please explain depot and warehouse services of space logistics?                                                                                                                  |
| Would you evaluate space exploration in terms of operational activities?                                                                                                                   |
| What kind of inventory management system have been using on space exploration process?                                                                                                     |
| Would you please explain integrated logistics support of space exploration process?                                                                                                        |
| What is deep space gateway?                                                                                                                                                                |
| Considering long distance exploration, should we think of any transfer point or hub and spoke system network like in your previous explanation about deep space gateway?                   |
| Would you please explain the information flow systems within the process?                                                                                                                  |
| What was the main purpose to build of ISS?                                                                                                                                                 |
| So why is the space station design the way it is?                                                                                                                                          |
| If we are thinking about the old satellites which are not using anymore and some other junk came from spacecrafts, is there any system can protect from that much of debris and radiation? |
| Can you give an example about sustainable space logistics?                                                                                                                                 |
| Considering the technological development and all fast changing of trend on logistics sector, what is the effect on space logistics?                                                       |
| There are some discussion about interplanetary logistics, do you think is it possible to make?                                                                                             |
| What does space exploration logistics mean to you?                                                                                                                                         |
| Would you please explain transportation network of space logistics?                                                                                                                        |

|                                                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| How often to execute the transportation services between ISS and Earth?                                                    |
| Would you please explain the tracking methods or tools for inventory management that can be using in aerospace activities? |
| What do you think the role of space logistics in the commercial activities?                                                |
| What is space logistics?                                                                                                   |
| Where is the rocket manufacturing? Is it on launch side or somewhere else as spareparts?                                   |
| What is ISS logistics and its activities?                                                                                  |
| Please explain commercial cargo resupply services to ISS and its process?                                                  |
| Would you like to talk about challenging of process?                                                                       |
| Could you please explain resupply process to ISS?                                                                          |
| Would you please explain the manufacturing process of launch vehicle?                                                      |
| Could you please explain how will be arranged supply process to Mars?                                                      |
| Would you please mention inventory management on Orbit and Earth?                                                          |
| Do you think is it possible to utilize any planet?                                                                         |
| What is space exploration and its techniques?                                                                              |
| Would you please explain process of asteroid exploration?                                                                  |
| What are the main challenges to explore asteroid?                                                                          |
| What is the effects of ISRU on the space exploration process?                                                              |

