



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Yavuz TORAMAN

UZAY LOJİSTİĞİ VE TAŞIMACILIK: TÜRKİYE’DE KÜP UYDU FIRLATMA
SÜRECİNDE DIŞ KAYNAK KULLANIMI ÜZERİNE BİR ANALİZ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı
Doktora Tezi

Antalya, 2025



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Yavuz TORAMAN

UZAY LOJİSTİĞİ VE TAŞIMACILIK: TÜRKİYE’DE KÜP UYDU FIRLATMA
SÜRECİNDE DIŞ KAYNAK KULLANIMI ÜZERİNE BİR ANALİZ

Danışman

Prof. Dr. Fahriye MERDİVENÇİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Antalya, 2025

T.C.
Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Yavuz Toraman'ın bu çalışması, jürimiz tarafından Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı Doktora Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ramazan ERTURGUT (İmza)

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Fahriye MERDİVENÇİ (İmza)

Üye : Prof. Dr. Ş. Gözde YİRMİBEŞOĞLU (İmza)

Üye : Prof. Dr. İbrahim GÖNEN (İmza)

Üye : Doç. Dr. Serdar ALNİPAK (İmza)

Tez Başlığı: Uzay Lojistiği ve Taşımacılık: Türkiye’de Küp Uydu Fırlatma Sürecinde Dış
Kaynak Kullanımı Üzerine Bir Analiz

Onay: Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 10/11/2025

Mezuniyet Tarihi : 27/11/2025

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Uzay Lojistiği ve Taşımacılık: Türkiye’de Küp Uydu Fırlatma Sürecinde Dış Kaynak Kullanımı Üzerine Bir Analiz” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

(İmza)

Yavuz, TORAMAN





T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



.... / / 2025

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU BEYAN BELGESİ

Öğrenci Bilgileri	
Adı-Soyadı	Yavuz Toraman
Öğrenci Numarası	202152091004
Anabilim Dalı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Programı	Uluslararası Ticaret ve Lojistik
Danışman Öğretim Üyesi Bilgileri	
Unvanı, Adı-Soyadı	Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ
Doktora Tez/Yüksek Lisans Tez/Dönem Projesi Başlığı	Uzay Lojistiği ve Taşımacılık: Türkiye’de Küp Uydu Fırlatma Sürecinde Dış Kaynak Kullanımı Üzerine Bir Analiz
Turnitin Bilgileri	
Ödev Numarası	
Rapor Tarihi	
Benzerlik Oranı	Alıntılar hariç: %6 Alıntılar dahil: %6
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE, Yukarıda bilgileri bulunan öğrenciye ait tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 148 sayfalık kısmına ilişkin olarak Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarında belirlenen filtrelemeler uygulanarak yukarıdaki detayları verilen ve ekte sunulan rapor alınmıştır. Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir: () Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylarım. () Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise: Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporunun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esaslarında öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.	
Gerekçe:	
Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlere uygun olarak tarafımca yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.	
Danışman Öğretim Üyesi Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ	
İmza	

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLOLAR LİSTESİ	vi
KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
SUMMARY	x
TEŞEKKÜR / ÖNSÖZ.....	xii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

UZAY LOJİSTİĞİ VE DIŞ KAYNAK KULLANIMI

1.1. Lojistiğin Gelişimi ve Önemi	4
1.1.1. Lojistiğin Gelişimi	6
1.1.2. Lojistik Faaliyetler	9
1.1.2.1. Lojistik Faaliyetlerin İlkeleri	11
1.1.2.2. Lojistik Faaliyetlerin Faydaları.....	13
1.2. Uzay Lojistiği	14
1.3. Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing).....	17

İKİNCİ BÖLÜM

UZAY LOJİSTİĞİNDE TAŞIMACILIK, KÜP UYDULAR VE RİSKLER

2.1. Uzay Lojistiği ve Taşımacılık.....	24
2.1.1. Yer Taşımacılığı	25
2.1.1.1. Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri	27
2.1.1.2. Fırlatma Alanında Hazırlık Süreçleri.....	30
2.1.1.3. Fırlatma Rampasına Taşıma Faaliyetleri	34
2.1.2. Yörünge Taşımacılığı	38
2.1.3. Yörünge Taşımacılığında Kullanılan Araçlar/ Roketler	43
2.1.3.1. SpaceX: Falcon 9, Falcon Heavy, Starship ve Dragon.....	43

2.1.3.2. Blue Origin: New Shepard ve New Glenn.....	47
2.1.3.3. Virgin Galactic: VSS Unity	48
2.1.3.4. Uzaya Erişimde Balonların Kullanımı.....	48
2.1.3.5. Deniz Platformlarından Yapılan Fırlatmalar	49
2.1.3.6. Havadan Uçakların Kullanımıyla Roketlerin Fırlatılması	51
2.2. Küp Uydular	54
2.2.1. Küp Uyduların Yörünge Taşımacılığı	57
2.3. Yörünge Taşımacılığında Riskler	59
2.3.1. Süreç Riski.....	60
2.3.2. Teknik Risk.....	60
2.3.3. Çevresel Riskler.....	61

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN TEORİK ÇERÇEVESİ, KULLANILAN MODEL VE HİPOTEZLER

3.1. Araştırmanın Teorik Çerçevesi.....	63
3.2. Yeni Teknolojilerin Araştırılması Sürecinde Kullanılan Teorik Modeller.....	64
3.2.1. Gerekçeli Eylem Teorisi (GET).....	64
3.2.2. Planlı Davranış Teorisi (PDT)	65
3.2.3. Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT)	67
3.2.4. Teknoloji Kabul Modeli (TKM) ve Geliştirilmiş Modelleri	68
3.2.4.1. Araştırmanın Modeli ve Değişkenler ve Hipotezleri.....	72
3.2.4.1.1. Teknoloji Kabul Modeli (TKM) ve Hipotezler	73
3.2.4.1.2. Planlı Davranış Teorisi (PDT), Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT) ve Hipotezler	74
3.2.4.1.3. Bağımsız Değişkenler ve Hipotezler	75
3.2.4.1.4. Uzay Lojistiğinde Taşımacılık Süreçlerindeki Riskler ve Hipotezler	76
3.3. Teorik Modellerin Kullanıldığı Lojistik Alanındaki Araştırmalar	79

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ VE ANALİZİ

4.1. Araştırmanın Konusu, Amacı ve Önemi.....	85
4.2. Araştırmanın Kısıtları	86
4.3. Araştırmanın Örneklemi ve Veri Toplama Süreci	86
4.4. Araştırmanın Analiz Yöntemi ve Bulgular	89
4.4.1. Analiz Sonuçları	90
4.4.1.1. Demografik İstatistikler	90
4.4.1.2. Güvenilirlik ve Geçerlilik (Birleşme Geçerliliği).....	91
4.4.1.3. Güvenilirlik ve Geçerlilik (Birleşme Geçerliliği ve İç Tutarlık Güvenilirliği)	95
4.4.1.4. Ayırışma Geçerliliği.....	98
4.4.1.5. Hipotezlerin Testleri	99
4.4.1.6. R ² Analizleri.....	100
4.4.1.7. Smart PLS4 Program Çıktısı.....	101
SONUÇ	104
K A Y N A K Ç A.....	112
EK 1 ANKET	126
ÖZGEÇMİŞ	129

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Lojistik Faaliyetler	5
Şekil 1.2 Yıllar İtibariyle (Uydu, Faydalı Yük vb.) Fırlatma Başlı Maliyetleri	16
Şekil 1.3 Küçük Uydu Fırlatma Sayıları	16
Şekil 1.4 Dış Kaynak Kullanımı (3 PL) Sağlayıcıları	18
Şekil 1.5 Uydu Teknolojileri ve Dış Kaynak Kullanımı	19
Şekil 1.6 Uzay Aktivitelerinin Coğrafi Dağılımı	20
Şekil 1.7 Faydalı Yük (Uydu, Küp Uydu) Taşıma Platformu	23
Şekil 2.1 Uzay Lojistiği ve Taşımacılık Faaliyetleri	24
Şekil 2.2 Uyduların Üretim Yerinde Malzeme Nakli (Taşıma) Faaliyetleri (TÜRK SAT 6A)	26
Şekil 2.3 Uyduların Üretim Yerinde Taşıma Faaliyetleri (İMECE)	26
Şekil 2.4 Uyduların Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri-1 (TÜRK SAT 6A)	27
Şekil 2.5 Uyduların Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri-2 (TÜRK SAT 6A)	28
Şekil 2.6 Uyduların Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri-3 (TÜRK SAT 6A)	29
Şekil 2.7 Canopée Kargo Gemisi ile Deniz Yolu Taşımacılığı	29
Şekil 2.8 Fırlatma Hazırlık Alanı (Montaj ve Test Faaliyetleri)	30
Şekil 2.9 Fırlatma Hazırlık Alanı (Motor Entegrasyonu)	31
Şekil 2.10 Fırlatma Hazırlık Alanı (Uydu Testleri-Entegrasyonu)	31
Şekil 2.11 Fırlatma Hazırlık Alanı (Uydu Entegrasyonu)	32
Şekil 2.12 Exo Launch'ın Küp Uydu Dağıtıcısı (EXOPod)	32
Şekil 2.13 EXOPod Entegrasyon İşlemleri	33
Şekil 2.14 EXOPod'un Çalışma Prensipleri	33
Şekil 2.15 Fırlatma Hazırlık Alanı (Kaplamanın (Fairing) Entegrasyonu)	34
Şekil 2.16 Faydalı Yükün montaj ve Entegrasyon Süreci	34
Şekil 2.17 Spectrum'un Fırlatma Alanına (Rampasına) Taşınması	35
Şekil 2.18 SpaceX'in Fırlatma Alanına (Rampasına) Taşınması	35
Şekil 2.19 SpaceX'in Fırlatmaya Hazırlanması Dikey Hale Getirilmesi	36
Şekil 2.20 Spectrum'un Fırlatma Hazırlık Süreci- Dikey Hale Getirilmesi	36
Şekil 2.21 Fırlatma Operatörü SpaceX'in Vandenberg'deki Tesisleri	37
Şekil 2.22 Falcon 9'un Kalkış (Fırlatma), Yörünge Taşımacılığı ve İniş Süreci	40
Şekil 2.23 Falcon Heavy'un Kalkış (Fırlatma), Yörünge Taşımacılığı ve İniş Süreci	41
Şekil 2.24 Falcon 9 ve Falcon Heavy Roketleri	43
Şekil 2.25 Falcon 9'un Özellikleri	44

Şekil 2.26 Dragon Uzay Aracı.....	44
Şekil 2.27 Starship ve Güçlendiricisi	45
Şekil 2.28 Blue Origin'e ait New Shepard ve New Glenn	47
Şekil 2.29 Virgin Galactic'in VSS Unity ve WhiteKnightTwo	48
Şekil 2.30 Zero2Infinity- Bloostar	49
Şekil 2.31 Gravity-1 Roketinin Gemiden Kalışı	50
Şekil 2.32 Roketin Deniz Platformundan Kalışı	50
Şekil 2.33 Uçakların Kullanımıyla Pegasus Roketinin Fırlatılması	51
Şekil 2.34 Pegasus Roketinin Yörünge Taşımacılığı	51
Şekil 2.35 Yıllar İtibariyle Küçük Uydu Fırlatma Sayıları	56
Şekil 2.36 Türkiye'de Üretilen Küp Uydular	57
Şekil 2.37 Yörüngelerdeki Uzay Enkaz (Çöp) Yoğunluğu	62
Şekil 3.1 Gerekçeli Eylem Teorisi (GET)	65
Şekil 3.2 Planlı Davranış Teorisi (PDT).....	66
Şekil 3.3 Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT)	67
Şekil 3.4 Teknoloji Kabul Modeli (TKM)	68
Şekil 3.5 Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli (TKM)	69
Şekil 3.6 Düzeltilmiş Teknoloji Kabul Modeli (TKM).....	70
Şekil 3.7 Teknoloji Kabul Modeli 2 (TKM-2)	70
Şekil 3.8 Teknoloji Kabul Modeli 3 (TKM-3)	71
Şekil 3.9 Araştırma Modeli	72
Şekil 4.1 Araştırma Sonuçlarının Özeti	102

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Lojistik Gelişim Süreci.....	7
Tablo 1.2 Türkiye'nin Sahibi Olduğu Uyduların Fırlatma Bilgileri	21
Tablo 2.1 Falcon 9'un Kalkış (Fırlatma), Yörünge Taşımacılığının Aşamaları	38
Tablo 2.2 SpaceX'in Gerçekleştirdiği Görevler	46
Tablo 2.3 Yörünge Taşımacılığı Yapan Şirketler ve Roketleri	52
Tablo 2.4 Uyduların Sınırlandırılması.....	56
Tablo 3.1 Literatürde Yapılan Çalışmalar (Son 5 yıl).....	82
Tablo 4.1 Uzay ve Uydu Teknolojileri Alanında Faaliyet Gösteren Şirketlere Ait Bilgiler	87
Tablo 4.2 Demografik İstatistikler.....	90
Tablo 4.3 Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizleri-1	91
Tablo 4.4 Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizleri-2	96
Tablo 4.5 Çoklu Bağlantı Sorunu (VIF).....	97
Tablo 4.6 Fornell-Larcker Kriterlerine Göre Korelasyon Analizi.....	98
Tablo 4.7 Araştırmanın Hipotez Testleri	99
Tablo 4.8 Dolaylı Etkiler.....	100
Tablo 4.9 Değişkenlerin R^2 Değerleri	101

KISALTMALAR LİSTESİ

Kg	Kilogram
Km	Kilometre
M	Metre
Cm	Santimetre
CSCMP	Lojistik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (The Council of Supply Chain Management Professionals)
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
ISS	Uluslararası Uzay İstasyonu
TKM	Teknoloji Kabul Modeli
PDT	Planlı Davranış Teorisi
YYT	Yeniliklerin Yayılması Teorisi
EKK-YEM	Kısmi Kareler Yöntemi- Yapısal Eşitlik Modellemesi
KT-YEM	Kovaryans Tabanlı- Yapısal Eşitlik Modellemesi
3 PL	Üçüncü Parti Lojistik, Dış Kaynak Kullanımı, Hizmet Sağlayıcı
TZY	Tedarik Zinciri Yönetimi
USET	Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi
YTA	Yörünge Transfer Aracı
AA	Anadolu Ajansı
LEO	Yakın Dünya Yörüngesine
GEO	Yer Sabit Yörünge (Geostationary Orbit)
HEO	Yüksek Eliptik Yörüngeler
GTO	Yer Sabit Transfer Yörüngesi (Geostationary Transfer Orbit - GTO)
CCSFS	Cape Canaveral Uzay Kuvvetleri Üssü (Cape Canaveral Space Force Station)
KSC	Kennedy Uzay Merkezi (Kennedy Space Center)
VSFB	Vandenberg Uzay Kuvvetleri Üssü'nde (Vandenberg Space Force Base)
FCC	Federal İletişim Komisyonu (Federal Communications Commission)
UTY	Uzay Trafik Yönetimini
GET	Gerekçeli Eylem Teorisi
SSB	Savunma Sanayi Başkanlığı

ÖZET

Uzaya erişim (Yörünge taşımacılığı); maliyetli, operasyonel olarak karmaşık ve yüksek riskli bir lojistik faaliyettir. Uzay teknolojisi üreten fakat fırlatma altyapısına sahip olmayan şirketler, dış kaynak kullanarak, yörünge taşımacılığı operasyonlarında hizmet almaktadır. Bu bağlamda hizmet sağlayıcılarının (3 PL) sahip oldukları uzay aracı filoları, taşıma maliyetleri ve yörünge taşımacılığındaki performansları kritik rol oynamaktadır. Yörünge taşımacılığında ABD merkezli SpaceX şirketinin geliştirdiği Falcon 9; fırlatma sıklığı, operasyonel başarı oranı ve maliyet etkinliği sayesinde ön plana çıkmış ve Türkiye dahil birçok ülkede uzay teknolojisi üreten şirketler tarafından tercih edilmektedir. Bu tercihin ardındaki nedenlerin incelenmesi ve anlaşılması tezin ana motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu doğrultuda tezin amacı, hizmet sağlayıcısı seçiminde önemli bir unsur olan taşıma araçlarının, kullanımını etkileyen faktörleri ve faktörler arasındaki ilişkilerin belirlenmesidir. Dış kaynak kullanım kararlarının kurumsal düzeyde alınması nedeniyle bağımlı değişken olarak “yörünge taşımacılığında uzay aracının kullanılma niyeti” ele alınmıştır. Yörünge taşımacılığı süreci özel bir uzmanlık gerektirdiği için havacılık ve uzay mühendislerini ve uzay faaliyetleri yürüten şirketlerde çalışan kişilerin katılımıyla veriler toplanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Yörünge taşımacılığında kullanılan uzay aracı (roket) teknolojisinin incelenmesi nedeniyle, yeni teknolojilerin incelenmesinde sıklıkla tercih edilen Teknoloji Kabul Modeli (TKM), Planlı Davranış Teorisi (PDT), Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT), bağımsız değişkenler ve yörünge taşımacılığı özelinde karşılaşılabilecek riskler ile araştırma modeli oluşturulmuştur. Araştırma modelin analizinde ise birden fazla ilişkinin aynı anda incelenmesine olanak sağlayan Kısmi Kareler Yöntemi-Yapısal Eşitlik Modellemesi (EKK-YEM) kullanılmıştır. Tezin araştırma konusunun keşfedici bir yapıda olması, Türkiye’de uzay alanında çok uzmanının olmaması ve elde edilen verilerin sınırlı olması nedeniyle küçük örneklemelerde güvenilir sonuçların elde edilebildiği Smart PLS4 paket programıyla analizler gerçekleştirilmiştir. Test edilen 16 hipotezden 4’ü reddedilmiştir. Bulgular, reddedilen hipotezlerde Göreceli Avantaj ile Niyet arasındaki ilişkiye Tutum ve Güven ile Niyet arasındaki ilişkiye Kalite değişkeninin tam aracılık yaptığı tespit edilmiştir. İlgili hipotezlerin reddedilmesine rağmen Göreceli Avantaj ve Güven dolaylı olarak Niyeti etkilediği tespit edilmiştir. Diğer reddedilen hipotezlerde Maliyet ve Süreç Riski değişkenlerinin Niyet ile negatif ilişkisine rağmen anlamlı bir sonuç elde edilememesi, yörünge taşımacılığında maliyet ve risklere rağmen hizmet sağlayıcılarının tercih edilebileceğini göstermektedir. Bu durum maliyetlerin önemli bir faktör olmasına rağmen yörünge taşımacılığında alternatiflerin kısıtlı olması nedeniyle hizmet sağlayıcı seçiminde maliyet göz ardı edilebilmektedir. Genel

itibariyle 3 PL hizmet sağlayıcısı olarak ön plana çıkan SpaceX ve Falcon 9'un yörünge taşımacılığındaki kullanımına yönelik tutumun ve niyetin pozitif olduğu tespit edilmiştir. Bazı tereddütler olmakla birlikte Türkiye'deki uzmanlar arasında yörünge taşımacılığındaki bu teknolojinin kullanılabilirliği konusunda genel bir mutabakata varıldığı söylenebilir. Elde edilen bulguların, Türkiye'nin müstakil olarak uzaya erişim alt yapısının geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Lojistik; Uzay Lojistiği; Yörünge Taşımacılığı; Taşımacılık Riskleri



SUMMARY

SPACE LOGISTICS AND TRANSPORTATION: AN ANALYSIS OF OUTSOURCING IN THE CUBESAT LAUNCH PROCESS IN TÜRKİYE

Access to space (orbital transportation) is a costly, operationally complex, and high-risk logistics activity. Companies that produce space technology but do not have launch infrastructure use outsourcing (3PL) to obtain services for their orbital transportation operations. In this context, the space vehicle fleets owned by service providers, transportation costs, and their performance in orbital transportation play a critical role. In orbital transportation, the Falcon 9 developed by the US-based company SpaceX stands out thanks to its launch frequency, operational success rate, and cost-effectiveness and is preferred by companies producing space technology in many countries, including Türkiye. Examining and understanding the reasons behind this preference forms the main motivation of the thesis. Accordingly, the aim of the thesis is to determine the factors affecting the use of transport vehicles, which are an important element in the selection of service providers, and the relationships between these factors. Since outsourcing decisions are made at the corporate level, the dependent variable is “the intention to use a spacecraft in orbital transportation.” As the orbital transportation process requires special expertise, data was collected and analyses were performed with the participation of aerospace engineering and technology and who work for companies engaged in space activities. Due to the examination of the spacecraft (rocket) technology used in orbital transportation, the Technology Acceptance Model (TAM), Theory of Planned Behavior (TPB), Diffusion of Innovations Theory (DIT), independent variables, and risks that may be encountered in orbital transportation were used to create the research model. The Partial Least Squares Method-Structural Equation Modeling (PLS-SEM), which allows multiple relationships to be examined simultaneously, was used in the analysis of the research model. Due to the exploratory nature of the thesis research topic, the lack of experts in the field of space in Türkiye, and the limited data obtained, the analyses were performed using the Smart PLS4 software package, which allows reliable results to be obtained from small samples. Four of the 16 hypotheses tested were rejected. The findings revealed that in the rejected hypotheses, the Quality variable fully mediated the relationship between Relative Advantage and Intention and the relationship between Attitude and Trust and Intention. Despite the rejection of the relevant hypotheses, it was found that Relative Advantage and Trust indirectly affected Intention. In the other rejected hypotheses, despite the negative relationship between the Cost and Process Risk variables and Intention, no significant result was obtained, indicating that

service providers may be preferred in orbital transportation despite costs and risks. This situation shows that although costs are an important factor, they may be disregarded in the selection of service providers due to the limited alternatives in orbital transportation. Overall, it was found that the attitude and intention towards the use of SpaceX and Falcon 9, which stand out as 3PL service providers, in orbital transportation are positive. Although there are some reservations, it can be said that there is a general consensus among experts in Türkiye regarding the usability of this technology in orbital transportation. The findings are expected to contribute to the development of Türkiye's independent space access infrastructure.

Key Words: Logistics; Space Logistics; Orbital Transportation; Transportation Risk



TEŞEKKÜR / ÖNSÖZ

Lisansüstü Doktora eğitimi süresi boyunca değerli bilgi, birikim ve görüşlerini aktaran ve tez yazım sürecinde beni destekleyen danışmanım Prof. Dr. Fahriye Merdivenci hocama saygılarımı sunarım.

Tez jürisinde bulunan ve süreç içerisinde bilgi, birikim ve düşüncelerini paylaşarak katkı sunan Prof. Dr. Ramazan Erturgut, Prof. Dr. Ş. Gözde Yirmibeşoğlu ve Prof. Dr. İbrahim Gönen'e katılımları ve değerleri katkılarından ötürü teşekkürlerimi sunarım.

Deneyimini bilgisini ve tecrübesini aktaran Doç. Dr. Serdar Alnıpak'a teşekkürü bir borç bilirim.

Akademik hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen anneme ve tez sürecinde katkı sunan eşime teşekkür ederim.

GİRİŞ

Lojistik, bir hedefe ulaşmak için gerçekleştirilen operasyonel faaliyetleri ifade etmektedir. Lojistiğin ana operasyonel alanlarından biri taşımacılık faaliyetleridir. Tekerleğin icadından günümüze kadar geliştirilen teknolojilerle farklı taşıma araçları kullanılarak uzun veya yüksek mesafeler taşımacılık faaliyetleriyle ulaşılabilir hale gelmiştir. Taşımacılık faaliyetlerinde amaca uygun olarak farklı araç, teçhizat ve ekipmanlar kullanılarak kara, deniz, hava, nehir, demir yolu ve boru hatlarıyla gerçekleştirilmektedir. Gelişen teknoloji lojistik kabiliyetleri artırmış olup taşımacılığın sınırlarını ve faaliyet alanını genişletmiştir. Bu kapsamda dünyanın var oluşundan itibaren merak uyandıran uzaya erişim mümkün hale gelmiştir. Uzay lojistiği kapsamında değerlendirilen taşımacılık faaliyetleri faydalı yükün üretim alanlarındaki iç nakliye sürecinden itibaren, uzayın başlangıcı olarak kabul edilen yaklaşık 80-100 km'nin üzerinde gerçekleştirilen operasyonel süreci ifade etmektedir. Ayrıca yeryüzünde gerçekleştirilecek teslimatlar için de uzay kullanılabilecektir. Uzay yolu taşımacılığı, önceden yörüngeye gönderilen ve bekletilen kargoların bir saat gibi kısa sürede Dünya'nın istenilen bölgesine teslim edilebilmesini ifade etmektedir.

Uzay lojistiği kapsamındaki taşımacılık faaliyetleri,

- Yer Taşımacılığı,
- Yörünge Altı Taşımacılık
- Yörünge Taşımacılığı,
- Yörüngeler Arası Taşımacılık,
- Yörünge Dışı Taşımacılık,
 - Ay,
 - Mars,
 - Asteroit
 - Diğer Gezegen, Farklı Uzay Cisimleri, Derin Uzay vb.
- Tersine Taşımacılık (Re-Entry, Dünya'ya Dönüş)

Şeklinde sıralanabilir.

Uzay lojistiği ise, uzay görevleri, araştırmaları veya seyahatlerinde kullanılacak teçhizat, malzeme, (giysi, teknik aletler, gıda, ilaç, vb.) ekipman, roket ve uzay araçlarının tasarımından başlayarak görev bitimine müteakip mürettebat, uzay aracı ve görev kapsamında toplanan örneklerin başarıyla yeryüzüne geri getirilmesi sürecinde gerçekleştirilen tedarik,

depolama, taşıma (yer taşımacılığı, yörünge taşımacılığı, yörüngeler arası taşımacılık ve yörünge dışı uzay, Ay, Mars ve Asteroide taşımacılığı), elleçleme, barınma, korunma, bakım onarım vb. lojistik faaliyetlerin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir. Uzay lojistiği, yörünge ve ötesinde gerçekleştirilecek görevlerin planlanması uygulanması ve kontrol edilmesidir (Shull et al., 2006b). Uzay lojistiği, uzay görevlerinde kullanılacak malzemelerin akışının sağlanmasıdır. Ayrıca mürettebatlı görevlerde ekipman, teçhizat, malzeme, araç ve gereçlerin ileri doğru, dönüş sürecinde ise geriye doğru akışının planlanması ve uygulanmasının da sağlanmasıdır (Snead, 2004). Uzay lojistiği, lojistiğin özel bir alanı olarak Dünya'dan uzakta belirsizliklerin ve farklı risklerin bulunduğu uzay ortamında özel teknikler ve yöntemler ile teçhizat, malzeme, ekipman ve araçların kullanılmasıyla uzay görevlerinin gerçekleştirilmesinin ardından başarıyla yeryüzüne geri dönülmesini sağlayan tedarik, depolama, stok, elleçleme, taşıma ve koruma faaliyetlerinin tamamıdır (Shull et al., 2006a). Uzayda bulunan ve görevlerin başarısızlığa uğramasına neden olan ve olabilecek birçok risk bulunmaktadır. Bu nedenle uzay lojistiğinde taşımacılık faaliyetleri planlanırken karşılaşılabilecek potansiyel risklerin belirlenerek hazırlıklı olunması gerekmektedir (Galluzi vd., 2006).

Süreç, teknik ve çevresel riskler başta olmak üzere, insani hatalardan kaynaklanan riskler, tedarik ve test riskleri, lisans ve sertifikasyon riskleri oldukça önemlidir. Lojistik kabiliyetlerin artışı fırlatma sayılarının artmasına neden olmuştur. Bu durum ise Dünya'nın yörüngesini adete bir uydu çöplüğüne (enkaz yığınına) çevirmiştir. Gelecekte uzay araştırmaları, seyahatleri veya görevlerinde artan risk unsurları dikkate alınarak uzay lojistiği faaliyetlerinin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi önemli bir gereklilik haline gelecektir.

Uzay lojistiği kabiliyetlerindeki artış uzay endüstrisini, faaliyetlerini ve ekonomisinin hacmini artırmıştır. Özellikle tekrarlı kullanıma sahip olan roket teknolojisinin geliştirilmesi bu noktada oldukça önemlidir. Uzay faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahip maliyetler tekrarlı kullanıma sahip roketler ile fırlatma başı maliyetlerin düşmesinde önemli bir rol oynamıştır. Tekrar kullanıma sahip roketler ile fırlatma maliyetleri yaklaşık 5 kat azaltılmıştır (Jones, 2018). Bu durum ise uzaya olan hem bireysel hem de ticari ilgiyi artırmıştır. Morgan Stanley'in (2025) raporuna göre gelecekte uzay ekonomisinin büyüklüğünün 1 trilyon ABD dolarını geçmesi öngörülmektedir (Morgan Stanley, 2025).

SpaceX'in tekrarlı kullanıma uygun roketleri bu alanın gelişimine önemli katkılar sunmuştur. Bunlardan biri olan Falcon 9 roketiyle 2025 son çeyreği itibariyle toplamda 500'ün üzerinde fırlatma gerçekleştirilmiştir. Falcon 9, Uluslararası Uzay İstasyonuna (ISS) kargo ve

mürettebat, yörüngeye farklı büyüklükteki uyduları, yörünge transfer araçlarını ve farklı kullanım amaçlarına uygun faydalı yükleri taşıyabilmektedir. Bu sayede uzaya erişimi daha etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca uzaya artan ilgi nedeniyle farklı fırlatma operatörleri de alanda faaliyetlerine başlamış veya başlama hazırlığını gerçekleştirmektedir. Sadece roketler değil kanatlı uzay araçları ve balonlar da uzay faaliyetlerinde kullanılmaktadır.

Türkiye özelinde ise başta Roketsan olmak üzere ve Delta V fırlatma faaliyetlerine ve test süreçlerini sürdürmektedir. Fergani şirketi ise yörünge fırlatmalarına yönelik hazırlıklarını sürdürmektedir.

Türkiye’den müstakil olarak uzaya erişim imkanı olmadığı için yerleşik uydu üreticileri, fırlatma faaliyetlerinde uluslararası iş birlikleriyle dış kaynak kullanmaktadır. Bu kapsamda yerleşik uydu üreticileri 2025 yılında ve öncesinde gerçekleştirilen fırlatma faaliyetlerinde SpaceX ve Falcon 9 roketi tercih edilmiştir.

Hem yerli uydu üreticilerinin farklı firmalar aracılığıyla yörünge taşımacılığı hizmeti alması hem de yakın gelecekte yerli fırlatma operatörlerinin farklı yörüngelere ticari taşıma hizmeti verecek olması araştırmada yörünge taşımacılığında etkili olan faktörlerin incelenmesini önemli hale getirmektedir. Yörünge taşımacılığında dış kaynak kullanılması ve kullanılan araca yönelik düşünce, tutum, davranış ve diğer faktörlerin tespit edilmesi gelecekteki taşımacılık faaliyetlerine önemli bir alt yapı oluşturacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

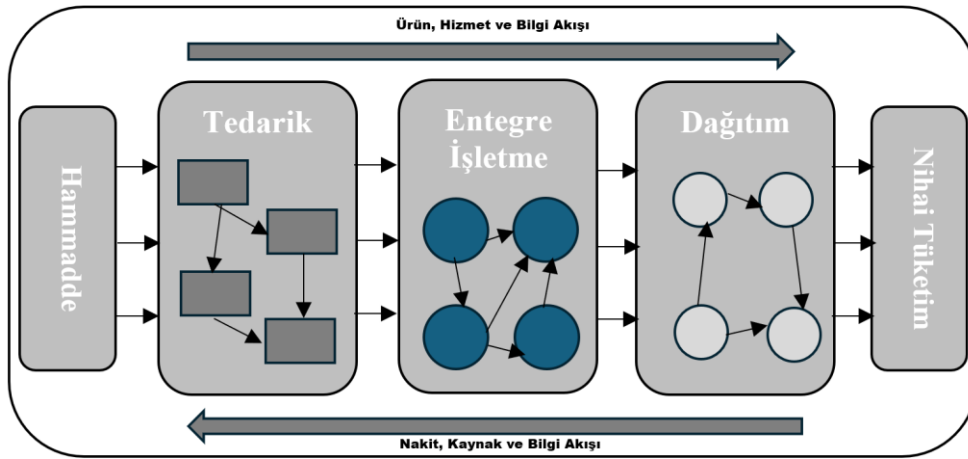
UZAY LOJİSTİĞİ VE DIŞ KAYNAK KULLANIMI

1.1. Lojistiğin Gelişimi ve Önemi

Lojistik kelime kökeni itibariyle hesaplama bilimi anlamına gelmektedir. Antik Yunanlılar askeri faaliyetler için gerekli ihtiyaçların hesaplanmasında görevli olan askerlere ise ‘logistikos’ adını vermiştir (Tepic vd. 2011). Lojistik ilk olarak askeri amaçlar doğrultusunda kullanılmaya başlanmış olsa da süreç içerisinde işletmelerin ticari faaliyetlerinde de önemli bir aşamayı oluşturmuştur (Acar, 2016a; Erturgut ve Ustalı 2021). Michael Porter (1985), “Rekabet Avantajı: Üstün Performansın Yaratılması ve Sürdürülmesi” çalışmasıyla değer zinciri modelinde lojistik kabiliyetlerin kullanılmasıyla rekabet avantajı sağlanabileceğini ifade etmiştir (Porter, 2008). Peter Drucker (1962) ise lojistiği ‘Ekonominin Karanlık Anakarası’ olarak ifade ederek göz ardı edilse de birçok fırsatı barındırdığına vurgu yapmıştır (Drucker, 1962).

Lojistik, mal ve hizmet akışının etkin bir şekilde gerçekleştirilmesidir (Speranza, 2018; Erturgut, 2016; Bowersox vd., 2020). Lojistik; genel itibariyle tüketim noktalarına istek ve ihtiyaçların giderilmesi için ürün mal ve hizmet akışının sağlanmasıdır. Doğru müşteriye, doğru ürünü, doğru zamanda ulaştırmak için lojistik önemli bir işletme fonksiyonudur (Tang ve Veelenturf 2019). Lojistik, tedarik, depolama, taşımacılık, servis hizmetleri ve bunlarla ilgili bilgi akışının sağlanması için planlama, uygulama ve kontrol edilme sürecidir (Long, 2003:2012; Erturgut, 2016). Temel olarak depolama ve yük taşımacılığı, sipariş yönetimi, elleçleme, paketleme, stok yönetimi, ve katma değerli hizmetler gibi yardımcı faaliyetler lojistiği ifade etmektedir (Acar, 2016a; Erturgut, 2016).

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi’nin (The Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP) tanımına göre, potansiyel müşterilerin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için mal ve hizmetin tedariklerinden başlayıp nihai tüketim noktasına ulaşıncaya kadar tedarik zinciri içerisinde hareketini, etkin ve verimli şekilde gerçekleştirebilmek için taşıma ve depolama (akış) faaliyetlerinin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecidir (Bowersox vd., 2020; Acar, 2016a; Erturgut, 2016).



Şekil 1.1 Lojistik Faaliyetler

Kaynak: (Bowersox vd., 2002; Acar, 2016a).

Lojistik faaliyetler temel olarak üç aşamada incelenebilir. Bunlar tedarik lojistiği, üretim lojistiği ve dağıtım lojistiği olarak sıralanabilir. Tedarik lojistiği, işletmelerin üretim gerçekleştirebilmesi için ön hazırlık faaliyetleri olarak görülebilir (Acar, 2016a; Koban ve Keser 2008). Yarı mamul, ham madde, yedek parça ve parçaların tedariği, satın alınması, üretim ortamına taşınması, depolanması faaliyetlerinin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecini ifade etmektedir. Üretim lojistiği, üretimin gerçekleştirilebilmesi için gerekli faaliyetlerdir. Depo veya üretim alanı içerisindeki bir yerden üretimin yapılabilmesi için üretim bandına veya hattına gerçekleştirilen taşıma faaliyetlerini ifade etmektedir (Keskin, 2008; Erturgut, 2016). Üretim lojistiği faaliyetleri olarak sipariş yönetimi, talep tahmini, depolama, paketleme, envanter yönetimi olarak sıralanabilir. Son olarak dağıtım lojistiği ise üretim noktalarından nihai tüketim noktalarına doğru katma değerli hizmetler, elleçleme ve dağıtım faaliyetlerinin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi sürecini ifade etmektedir. Dağıtım lojistiğinde ülke içi taşımacılıkta önemli olmasa da ülke dışı ihracatların gerçekleştirilmesi sürecinde gümrükleme faaliyetleri de dahil edilmektedir (Bowersox vd., 2020; Erdal ve Çancı 2003)

Lojistik faaliyetler sadece ürün akışıyla ilgili değildir. Aynı zamanda hizmet alanında da maddi ürün akışı olmadan bu faaliyetler gerçekleştirilebilmektedir. Lojistik, temel itibariyle insanların ihtiyaç duyduğu ürün ve hizmetlerin doğru miktarda, doğru yer ve zamanda bulunabilmesi için gerçekleştirilen faaliyetlerin bütünüdür.

1.1.1. Lojistiğin Gelişimi

Lojistiğin kökenine ve gelişimine önceki bölümlerde de kısaca değinilmişti. Geçmiş çok eskilere dayanan lojistiğin temelini ise tekerleğin icadına dayandıran uzmanlar bulunmaktadır (Acar, 2016a). Lojistik kelime kökeni açısından incelendiğinde anlamı “hesaplama bilimi” olarak çevrilebilir. Lojistik uygulama alanı olarak Antik Yunan döneminde kullanılmıştır. Askeri operasyonlarda ihtiyaçları hesaplayanlara “logistikos” isminin verilmesi Antik Yunanlıların lojistik faaliyetlere özel bir önem verdiği anlaşılmaktadır (Tepic vd. 2011; Erturgut ve Ustalı, 2021). Fransız Generalin Antoine-Henri Jomini’nin Savaş Sanatı (Art of War) kitabında Napolyon’un savaş sanatını ve tekniklerini anlatmıştır. Kitabın bir bölümünde lojistik faaliyetleri anlatırken lojistiği “orduları hareket ettirme sanatı” olarak tanımlamaktadır (Tepic vd. 2011; Acar, 2016a; Bowersox vd., 2020). Bu kapsamda lojistiğin temeli tekerleğin icadına dayandırılabilse de ilk etapta aktif olarak ordular tarafından kullanılmıştır. Daha sonra I. ve II. Dünya savaşında da lojistik yeteneklerin ve lojistik faaliyetlerin önemli olduğu anlaşılmıştır.

Lojistik sadece ülkelerin orduları açısından önemli olan bir unsur olmamıştır. Doğal kaynakların, iklimin, coğrafyanın, üretimin, teknolojik gelişimin, yetişmiş insan kaynağının, sermayenin vb. üretim için gerekli kaynakların dağılımının eşit olmaması ülkelerin gerekli kaynakları elde etmesi için ticareti zorunluluk haline getirmiştir. Ayrıca belirli bir mal ve hizmetin ülke içindeki kaynaklarla sahip olunabilse dahi insanların isteklerinin, ihtiyaçlarının farklı olması benzer tüketici zevklerine sahip olmamaları gibi nedenlerden farklı ülkelerden temin edilebilir. Lojistik faaliyetler ise tam bu esnada tüketici zevk, istek veya ihtiyaçlarının karşılanması aşamasında tüketicilere uygun mal ve hizmetin tedariğinden başlayarak nihai tüketim noktasına ulaştırılması için gerçekleştirilen faaliyetlerin tamamıdır. Tedarik, sipariş yönetimi, depolama, stok yönetimi, dağıtım, gümrükleme, sigortalama, elleçleme, paketleme, talep yönetimi ve müşteri hizmetleri gibi lojistik faaliyetlerin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilerek hem müşteri memnuniyetini hem de rekabet avantajı sağlamak amaçlanır (Erturgut, 2016; Bowersox vd., 2020; Acar, 2016a; Keskin, 2008).

Lojistik faaliyetlere karşı bakış açısı süreç içerisinde değişime uğramıştır. Lojistiğin süreç içerisindeki gelişimi Tablo 1.1’de gösterilmiştir. Lojistik ilk etapta sadece taşımacılık ve depolama faaliyetleri olarak görülürken süreç içerisinde bilgi teknolojilerinin kullanımıyla birlikte daha büyük bir organizasyonun parçası haline gelmiştir.

Tablo 1.1 Lojistik Gelişim Süreci

Lojistiğin tarihsel gelişimi
1950: Bilimsel olarak ele alınmaya başlanmıştır. Lojistik faaliyetler ve süreçler incelenmeye başlanmıştır.
1960: Üretici ve perakende noktaları arasında dağıtım faaliyetlerine yoğunlaşmıştır. Dağıtım faaliyetleri dağınık ve düzensiz olarak gerçekleştirilmiştir.
1970: Modern lojistik anlayışının başlangıcı olarak kabul edilebilir. Tedarik ve dağıtım süreçleri ayrı ayrı değil birlikte ele alınmaya başlamış maliyetleri azaltma, etkinlik ve verimlilik konuları ön plana çıkmıştır.
1980: Bilgisayar teknolojisi lojistik faaliyetlerde kullanılmaya başlamıştır. Entegre lojistik yönetimi anlayışıyla tedarikçi ve müşterilerle stratejik ilişkiler kurulmaya başlanmıştır.
1990: Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) kavramı ön plana çıkmış ve lojistik faaliyetler bir bütün olarak incelenmeye başlanmıştır.
2000 ve sonrası: TZY'nin yeni yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Dış kaynak kullanımı (outsourcing), küçülme (downsizing), çekirdek yetenek (core competence), toplam kalite yönetimi, kıyaslama (benchmarking) uzmanlaşma, tam zamanlı üretim (just in time) ve entegrasyon vb. uygulamalar gelişim göstermiştir.
Kaynak: (Gülenç ve Karagöz 2008; Erturgut, 2016; Acar, 2016a).

Lojistik faaliyetler özellikle 2000'li yıllardan sonra daha büyük bir yapı olan Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) ana unsuru haline gelmiştir. Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi'nin tanımına göre, TZY kaynak sağlama, tedarik, dönüşüm, vb. tüm lojistik faaliyetlerin planlaması, kontrol edilmesi ve uygulanmasının yönetimini kapsamaktadır. Ayrıca tedarikçiler, araçlar ve üçüncü taraf hizmet sağlayıcıları ve potansiyel müşteri olabilen tedarik zinciri paydaşlarıyla koordinasyon ve iş birliğinin sağlanmasıdır. Kısaca TZY, şirketler içinde ve arasında tedarik ve talep yönetiminin entegrasyonunu sağlar (CSCMP, 2025).

TZY, 2000'li yılların başında gelişen teknolojiyle müşteri istek ve ihtiyaçlarına etkin ve verimli bir şekilde karşılık vermiştir. Gelişen teknoloji insanların sosyalleşeceği alanları artırmıştır. Tüketicilerin bulundukları ortamın farklılaşması ise perakendecilere farklı zaman ve mekanlarda ürün ve hizmetlerini sunma fırsatı vermiştir. Örneğin, internet alt yapısının gelişimiyle e-ticaret faaliyetleri ortaya çıkmıştır (Keskin, 2011; Acar, 2016a). Bu durum ise

işletmelerin müşterilerine ulaşacağı kanalları farklılaştırmış olup tedarik zincirlerini ve yönetiminin yeniden düzenlenmesine neden olmuştur. Küreselleşen iş dünyasında TZY'nin yeni yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Dış kaynak kullanımı (outsourcing), küçülme (downsizing), çekirdek yetenek (core competence), toplam kalite yönetimi, kıyaslama (benchmarking) uzmanlaşma, tam zamanlı üretim (just in time) ve entegrasyon vb. uygulamalar gelişim göstermiştir (Gülenç ve Karagöz 2008; Tanyaş ve Hazır 2011; Erturgut, 2016).

İşletmelerin farklı kıtalarda bulunan üretim tesisleri, depoları ve çeşitli lojistik operasyonlarının tamamını kendi imkan ve kabiliyetleriyle gerçekleştirilmesi zorlu bir süreçtir. Bu süreçte işletmelerin konusunda uzmanlaşmış firmalar tarafından destek alınması söz konusudur. Dış kaynak kullanımı (outsourcing) veya 3. parti lojistik (3PL) olarak adlandırılan süreç ise tedarik zinciri yönetiminde etkinlik ve verimliliğin artırılması için geliştirilen modern uygulamalardandır. Ayrıca son süreçte geliştirilen farklı uygulamalarda Tablo 1.1'de gösterilmiştir (Marasco, 2008).

Küçülme (downsizing), işletmelerin çeşitli nedenlerden ötürü planlı bir şekilde küçülmesidir. Küçülme etkin ve verimli kaynak tahsisinde oldukça önemlidir. İşletmelerin sürdürülebilirliği için personel sayılarında, iş akışında ve maliyetlerindeki azaltma stratejisidir. Özellikle işletmelerin kriz dönemlerinden çok fazla etkilenmemesi ve daha az hasar ile süreci atlatması için önemlidir (Erturgut, 2016).

Çekirdek yetenek (core competence), işletmeleri rakiplerinden ayıran özgün yeteneklerini ve kabiliyetlerini ifade etmektedir. Çekirdek yetenekler kısa sürede adapte olunamayan, taklit edilemeyen yetenek, kabiliyet, bilgi, beceri vb. özgün nitelikteki özelliklerin tamamıdır (Erturgut, 2016; Bowersox vd., 2020).

Kıyaslama (benchmarking), işletmelerin kendilerini geliştirebilmeleri ve performanslarını artırabilmeleri için pazarda lider olan işletmeler ile kıyaslanmasıdır. Kıyaslama sürecinde liderin neyi, neden ve nasıl yaptığı analiz edilerek benzer başarıları elde edebilmek için işletmelerin kendi iş süreçlerine uyarlanmasıdır (Erturgut, 2016; Bowersox vd., 2020).

Tam zamanlı üretim (just in time), üretim yerinde, istenilen zamanda ve üretim için gerekli miktarda stok bulundurarak maliyetlerin azaltılmasını hedefleyen bir üretim yöntemidir. Az stok ile maliyetlerin azaltılması hedeflenirken zamanında teslimat ile müşteri memnuniyetinin sağlanması hedeflenmektedir (Erturgut, 2016).

1.1.2. Lojistik Faaliyetler

Lojistik; satın alma, tedarik, talep tahmini, sipariş yönetimi, ağ tasarımı, taşımacılık, elleçleme, depolama, envanter/stok yönetimi, paketleme/ambalajlama, müşteri hizmetleri, katma değerli hizmetler, gümrükleme ve dağıtım faaliyetlerinden oluşmaktadır (Bowersox vd., 2002; Erturgut, 2016).

Taşıma, genel itibariyle hammadde, mamul veya yarı mamullerin tedarikiyle üretim alanlarına doğru akışının sağlanmasıdır. Dağıtım ise üretim alanlarından veya belirli alanlardaki depolardan ürünlere ihtiyaç duyulan tüketim alanlarına doğru mal akışının sağlanmasıdır. Taşımacılık faaliyetleri tedarik, üretim ve dağıtım olarak farklı amaçlar ile gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca hata, hurda, atık ve geri dönüşüm yönetiminde tersine taşımacılık faaliyetleri de gerçekleştirilmektedir. Lojistik faaliyetler içerisinde en yüksek maliyeti taşımacılık ve dağıtım oluşturmaktadır. İşletmenin bütünü içerisinde ise lojistik maliyetler ortalama %25 civarındadır (Acar, 2016a; Long, 2003:2012; Erturgut, 2016).

Satın alma: Yarı mamul, ham madde, yedek parça ve parçaların satın alınması faaliyetlerini içermektedir. Satın alma faaliyetleri ise ürünün araştırılması, bulunmasıyla satın alma şartları üzerinde anlaşılması, sözleşmenin hazırlanması ve ürün teslimatına gelinceye kadar ki süreçte satıcı ile olan ilişkilerin yönetilmesini ifade etmektedir (Bowersox vd., 2002; Acar, 2016b; Long, 2003:2012).

Tedarik: Tedarik süreci üretime geçilmeden önce ürün için gerekli malzeme yarı mamul, mamul, ham madde ve gerekli diğer malzemelerin araştırılması, ihtiyaçlara uygunluğunun incelenmesi, tedarikçilerin seçim ve süreçlerinin yönetilerek satın alma faaliyetleriyle sonlandırılmasıdır (Bowersox vd., 2020).

Talep tahmini: Üretim, taşıma, depolama ve dağıtım faaliyetlerinin koordinasyonu açısından önemli bir gerekliliktir (Bowersox vd., 2020). Talep tahmini belirli bir süre içerisinde perakende noktalarına gönderilmek üzere üretilecek ürünlerin potansiyel satışı miktarı için tahminde bulunarak üretim hacminin belirlenmesidir (Acar, 2016a).

Şebeke/Ağ tasarımı: İşletmelerin dağıtım kanalını optimize etmesi ve gerekli görülmesi halinde çeşitlendirmesi oldukça önemlidir. Etkin ve verimli dağıtım kanalı tasarlamak ve iyi yönetilmesini sağlamak, ürünlerin tam zamanında, güvenli ve hızlı bir şekilde müşterilere ulaştırmak memnuniyeti artıracaktır. Üretim yerleri ve depolar arasındaki ilişki, ürün üretimini, depolanmasını, bayi, distribütör ve perakende noktalarına dağıtım sürecini pozitif yönde etkileyecektir (Bowersox vd., 2020; Erturgut, 2016; Acar, 2016a).

Sipariş yönetimi: Sipariş, ürünlerin belirli miktarda, belirli zaman ve yerde teslimatının talep edilmesidir. Ardından alınan siparişlerin üretilen ürünler ile karşılanması için işletme

tarafından gerekli işlemler yapılmaktadır. Sipariş alınır, ürünler bulunur, gerekli görülmesi halinde çeşitli temizleme, düzenleme ve paketleme işlemlerinin ardından dağıtımına çıkarılır. Sipariş yönetimi son süreçte elektronik bilgi sistemleriyle entegre edilmiş olup, işletmenin iç paydaşlarının sürece olan hakimiyetini artmıştır (Bowersox vd., 1996).

Elleçleme: Üretim öncesi, sonrası ve dağıtım operasyonlarında boşaltma, istifleme, yerleştirme gerekli durumlarda yer değiştirme, ayrıştırma ve birleştirme vb. işlemlerinin tamamıdır (Bowersox vd., 1996).

Depolama: Depolama faaliyetleri kısaca yarı mamul, ham madde, parça ve yedek parça satın alınmasının ardından ürünün üretilmesine kadar saklanması, ürünlerin üretildikten sonra nihai tüketim noktalarına gönderileceği zamana kadar istiflenerek muhafaza edilmesi ve dağıtım öncesi ürünlerin gerekli görülmesi halinde hazırlama faaliyetleridir. Depolar, üretim için gerekli hammadde, mamul, yarı mamulün ve çeşitli malzemelerin bulundurulduğu alanlardır (Bowersox vd., 1996; Long, 2003:2012).

Dağıtım merkezleri ise ham madde veya yarı mamulden ziyade nihai ürünlerin dağıtım öncesi bulundurulduğu alanlardır. Dağıtım merkezleri siparişlere zamanında, hızlı, etkin ve sürekli cevap verilebilmesini sağlamaktadır. Dağıtım merkezleri tedarik zincirlerinde dağıtım süreçlerinin etkin ve verimli çalışabilmesi için önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca depolar ve dağıtım merkezleri dağıtım öncesi ayrıştırma, paketleme, etiketleme vb. işlemlerin gerçekleştirildiği alan olmuştur (Bowersox vd., 2002; Erturgut, 2016).

Paketleme/Ambalajlama: Tüketim noktalarına dağıtılacak farklı boyut, tip ve içerikteki ürünlerin elleçleme, depolama ve taşıma süreçlerinin güvenli ve hasarsız bir şekilde tamamlanabilmesi için gerçekleştirilen koruma amaçlı işlemlerdir. Paketleme işlemi ürünleri dış etkenlerden korumayı amaçlamaktadır. Çarpma nedeniyle ezilme, ısı farklılıklarıyla bozulma vb. gibi ürünlerin formunu bozacak ve müşteri memnuniyetsizliğine neden olacak durumların önlenmesi hedeflenmektedir (Bowersox vd., 2020; Acar, 2016b).

Envanter/stok yönetimi: Üretimin sürdürülebilirliği için işletmelerin depolarında veya bünyesinde bulundurduğu malzemelerdir. Söz konusu malzemeler nihai ürün üretimi için gerekli hammadde, madde veya yarı mamullerden oluşmaktadır. Üretim sürecinde hammadde madde veya yarı mamullerin stok seviyesi önemliyken perakende noktalarında talep edilen ürünün stok miktarı önemlidir. Tedarik zincirindeki farklı paydaşlar görevlerini ifa ederken gerekli malzemelerin stoğunu belirli bir seviyede tutması ürün akışının aksamaması açısından önemli bir gerekliliktir (Erturgut, 2016; Acar, 2016a; Bowersox vd., 2020). Talep tahminlerinde verimsizliğin azaltılması, itme ve çekme stratejilerinin başarıyla gerçekleştirilip tedarik zinciri yönetiminde başarılı sonuçlar alınabilmesi için etkin stok yönetimi gerçekleştirilmelidir.

Müşteri hizmetleri: Modern işletmecilik anlayışında müşteri memnuniyeti, rekabet avantajı sağlamak, karlılığı artırmak ve işletme faaliyetlerinin sürdürülebilirliği için önemli bir gereklilik haline gelmiştir. Porter'ın değer zinciri modelinden sonra lojistik faaliyetler rekabet avantajı için önem arz etmeye başlamıştır. Süreç içerisinde gelişen lojistik faaliyetlerden biri de müşteri hizmetleridir. Müşteri hizmet düzeyi yani müşterilerin lojistik operasyonlara karşı tutumu ve algısıdır. Teslimatların zamanında, güvenli ve ekonomik biçimde gerçekleştirilebilmesi için talep tahmini, sipariş ve stok yönetimiyle koordineli olmasını gerektirmektedir. Bu sayede müşteri hizmet düzeyi artacak ve müşteri memnuniyeti sağlanacaktır (Acar, 2016a).

Gümrükleme: Üretim, depo, distribütör veya perakende noktalarının farklı ülkelerde bulunmasıyla gümrük işlemlerinin gerçekleştirilmesini gerekli kılmaktadır. Nihai tüketim noktalarının üretimin yapıldığı ülkeden farklı olduğunda işletmeler için gerekli bir lojistik faaliyettir. Gümrükleme, gümrük sahalarından çıkış ve diğer ülkede serbest dolaşım hakkı kazanabilmek için yapılması gereken bir dizi işlemlerdir. Gümrük idarelerine resmi belgelerin ibrazı, antrepo kullanımı, onay alınmasının ardından ülkeden çıkarılması ve karşı ülkeye varıldığında gümrük işlemlerinin tamamlanmasıdır (Long, 2003:2012; Acar, 2016a).

Katma değerli hizmetler: Lojistik faaliyetlerin neredeyse tamamı gerçekleştirilirken katma değerli hizmetler sunulmaktadır. Müşterilerin istek ve ihtiyaçlarının karşılanması sürecinde lojistik faaliyetler bütüncül olarak katma değer yaratan bir süreçtir (Alkan ve Erdal, 2007; Keskin, 2011).

Atık ve Geri Dönüşüm: Üretim sonucunda kullanılmayan ürünlerin tekrardan üretime kazandırılarak değerlendirilmesi, atık ürünlerin taşınmasında veya paketlenmesinde kullanılan fakat üretim sürecine dahil edilemeyen malzemelerin de geri dönüşümü ve toplanması faaliyetleridir (Koban ve Keser, 2008; Keskin, 2008)

1.1.2.1. Lojistik Faaliyetlerin İlkeleri

Tedarik, satın alma, stok yönetimi, elleçleme, depolama, sipariş yönetimi, paketleme, dağıtım, müşteri hizmetleri vb. lojistik faaliyetlerden etkin ve verimli sonuçlar elde edilebilmesi için süreç içinde gerçekleştirilen faaliyetlerin bazı prensip ve ilkelere göre gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Lojistik ilkeler sürecin optimizasyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Keskin, 2011).

Lojistik ilkeler çeşitli kaynaklarda farklı tanımları bulunsa da genel itibariyle izlenebilirlik, ekonomiklik, esneklik, yeterlilik, yalın/sadelik, standartlık ve koordinasyon olarak sıralanabilir (Erturgut, 2016; Acar, 2016a).

İzlenebilirlik: Lojistik faaliyetlerin gerçekleştirildiği sürecin bilgi teknolojileri yardımıyla takip edilmesidir. Depolar, sipariş sistemi, Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), stok yönetimi, taşıma operasyonları vb. lojistik faaliyetlerde görevli kişileri, kullanılan araçları ve programların bilgi teknolojileri yardımıyla yakından takip edilerek gerekli aksiyonların alınması ve sürecin optimizasyonunun sağlanmasıdır (Erturgut, 2016; Taşkın ve Durman, 2012). Örneğin, son süreçte geliştirilen blokzincir teknolojisi lojistik faaliyetlerin tam zamanlı takibinde kullanılmasını mümkün hale getirmiştir. Bu durum dağıtım sürecinde müşterilerin hakimiyetini artırdığı için memnuniyet sağlamaktadır (Toraman vd., 2023).

Ekonomiklik: Lojistik faaliyetlerde maliyet etkin çözümlerin üretilmesi olarak tanımlanabilir. Özellikle bilgi teknolojilerinin kullanımıyla birçok faaliyet dijital ortamlara aktarılmış olup gereksiz masraflar azaltılmıştır. Minimum kaynak ile maksimum lojistik faaliyet ve destek hedeflenmektedir (Koban ve Keser, 2008; Keskin, 2011; Acar, 2016a).

Esneklik: Lojistik operasyonlarda farklı hal ve şartlara hazırlık yapılarak müşteri gereksinimlerinin tam anlamıyla karşılanabilmesi için lojistik yeteneklerin taleplere çevik ve hızlı yanıt verebilmesidir (Erturgut, 2016; Taşkın ve Durman, 2017).

Yeterlilik: Lojistik yetenekler ile yeterli lojistik desteğin sağlanabilmesidir. Lojistik faaliyetlerin sürdürülebilirliği, rekabet avantajını kaybetmemek ve müşteri gereksinimlerinin karşılanabilmesi için lojistik yetenekler ve yeterlilik önemli bir gerekliliktir (Acar, 2016a; Erturgut, 2016).

Yalın/Sadelik: Lojistik faaliyetlerin gerçekleştirilmesi sürecinde yalınlığın esas alınmasıdır. Karmaşık süreçlerden ziyade sade ve anlaşılır iş akışına sahip olmak etkinliği ve verimliliği artıracaktır. Planlama, uygulama ve kontrol etme süreçlerinin basit ve anlaşılır bir yapıda kurulması etkinliği ve verimliliği artıracaktır. Etkin ve verimli lojistik faaliyetler başarıyı artıracaktır (Acar, 2016a; Erturgut, 2016).

Standartlık: Lojistik faaliyetlerin sürdürülebilir olması için standart şartların olması gerekmektedir. Elleçleme, taşıma, depolama, dağıtım, gümrükleme vb. lojistik faaliyetlerin hem ülke içinde hem de ülke dışında belirli standartlara uygun olmasıyla gerçekleştirilebilecektir (Koban ve Keser, 2008; Acar, 2016a; Erturgut, 2016). Küreselleşen dünyada ülkeler birer köy haline gelirken belirli standartlar dahilinde sürdürülebilir ticari faaliyetler gerçekleştirilebilecektir. Geliştirilen teknolojiler ise bu durumu destekler nitelikte olup entegrasyonu sağlamaktadır.

Koordinasyon: Lojistik faaliyetleri planlayanlar, dağıtım kanalı içerisinde olanlar ve elleçleme, depo, paketleme, dağıtım vb. süreçlerinin icracılarıyla nihai tüketim noktasında olanlar arasında kurulan ilişkilerin bütünüdür. Bu ilişki zincirinde koordinasyon süreci etkinliği

ve lojistik faaliyetlerinden elde edilecek verimliliği artıracaktır (Koban ve Keser, 2008; Keskin, 2011; Acar, 2016a; Erturgut, 2016; Taşkın ve Durman, 2012).

Lojistik faaliyetler ile hem rekabet avantajı hem de müşteri memnuniyeti sağlanırken planlama, uygulama ve kontrol etme süreçlerinin tamamında lojistik ilkeleri benimsemek etkinliği ve verimliliği artırarak işletmelerin sürdürülebilirliğine pozitif katkı sağlayacaktır.

1.1.2.2. Lojistik Faaliyetlerin Faydaları

Lojistik faaliyetlerin amacı, doğru ürün veya hizmetin, doğru miktarda, doğru zamanda, doğru yerde, doğru fiyatlar ile doğru müşteriye sunulma sürecinin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi olarak açıklanabilir. Lojistik faaliyetler ile işletmeler müşterilerine ürün ve hizmetleri sağlarken fayda sunmaktadır. Lojistik faaliyetler incelendiğinde faydalarının müşteri memnuniyetinin sağlanmasında önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bununla birlikte Porter'in değer zincirinde değindiği gibi lojistik faaliyetler ile rekabet avantajı sağlamak mümkün olacaktır. Ayrıca lojistik faaliyetlerin etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmemesi müşteri memnuniyetsizliğine, rekabet avantajının kaybolmasına dolayısıyla pazar kaybına ve satışların azalmasıyla işletmeleri iflas noktasına kadar götürebilecektir (Keskin, 2011, Acar, 2016a).

Lojistik faaliyetlerle işletmeler; şekil, mülkiyet, yer ve zaman olmak üzere 4 farklı fayda sunmaktadır (Acar, 2016a; Keskin, 2008; Keskin, 2011; Bowersox vd., 2020).

Şekil faydası: İşletmeler, hammadde ve mamulleri üretim süreçlerinden geçirerek nihai kullanıma uygun hale getirip son olarak paketleme işlemleriyle müşterilerine sağladığı faydadır.

Mülkiyet faydası: Tedarik sürecinden başlayarak elleçleme, üretim, depolama ve dağıtım faaliyetleriyle malların ve hizmetlerin mülkiyetinin müşterilere geçebilmesinin sağladığı faydadır.

Yer faydası: Ürün ve hizmetlerin üretim, depolama ve dağıtım süreçlerinin neredeyse tamamında farklı bir bölgeye transferiyle gerçekleştirilmektedir. Bu durumun nedeni ise üretim ve tüketim noktalarının arasındaki mesafe farkı olarak gösterilebilir. Üretim noktaları, üretim olanakları, alt yapı gereklilikleri ve maliyet gibi nedenlerden müşterilere uzak mesafelerde olabilmektedir. Ürün ve hizmetlerin müşterilere doğru yerde ve uygun şekilde ulaşmasını sağlamaktır.

Zaman faydası: Ürün ve hizmetlerin farklı alanlarda üretilip müşterilere ulaştırılmasında olduğu gibi farklı zamanlarda üretilip müşterinin ihtiyaç ve isteklerine göre doğru zamanda alabilmesini sağlamaktır. Üretimin yapılması ve saklanmasıyla ardından istenilen zamanda müşterinin satın alabilmesini sağlamaktır.

Kısaca lojistik faaliyetler hem sağladığı faydalar ile müşteri memnuniyetini artırmaktadır hem de işletmelere rekabet avantajı sağlayarak pazardaki paylarını artırmaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde lojistik faaliyetler işletmelerin sürdürülebilirliği ve gelecek projeksiyonlarında önemli rol oynadığı söylenebilir.

1.2. Uzak Lojistiği

Taşıma operasyonları, uzak lojistiğinin ana faaliyet alanı oluşturmaktadır. Taşımacılık faaliyetinin ise en önemli unsuru roketler ve uzak araçlarıdır. Bu kapsamda uzaya erişimin temeli 1989'da Konstantin Tsiolkovsky sıvı yakıtlı roket çalışmalarıyla atıldığı söylenebilir. Başarılı sonuçlar elde edilmemiş olsa da gelecekteki başarının temelini oluşturmaktadır. Asıl kırılma noktası ise, II. Dünya savaşıdan sonra Almanya'nın başarılı roket ve füze çalışmalarının Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) devam ettirilmesidir. ABD'de 1946 yılında New Mexico'daki White Sands Proving Ground'da (WSPG), WAC Onbaşı roketiyle fırlatma denemelerine başlanmıştır. İlerleyen süreçte 1948'de Alman ve Amerikan roket teknolojilerinin birleştirilmesiyle V-2 roketi üretilmiş olup fırlatma gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte Wernher von Braun'un ve Alman roket teknolojisinin etkisi oldukça önemlidir (Soylu, 2025; NASA, 2025a).

ABD alanda önemli atılımlar yapmış olsa da 1957'de ilk yapay uyduyu Sovyetler Birliği yörüngeye fırlatmıştır. Sputnik 1'in 1957'de fırlatılmasından sonra faaliyetlerini yörüngede başarılı bir şekilde gerçekleştirmiştir. (Cracknell ve Varotsos, 2007). Ardından aynı sene içerisinde Sputnik 2 ve Laika isimli köpek fırlatılmıştır. ABD ise 1958'de ilk uydusu Explorer 1 ve Vanguard 1'i fırlatarak uzak yarışına katılmıştır (Hagen, 1963; LePage, 1997). Sovyetler Birliği'nin uzak çalışmalarından geri kalmamak için Başkan Dwight D. Eisenhower'ın imzasıyla 29 Temmuz 1958'de Ulusal Havacılık ve Uzak Dairesi'nin (NASA) kurulması uzak faaliyetleriyle ilgili diğer bir dönüm noktasını oluşturmaktadır (NASA, 2024c). Bu kapsamda değerlendirildiğinde uzaya erişimde veya görevlerin ifasında uzak lojistiğinin önemli bir rolü olmuştur.

Lojistik literatüründe süreç içerisinde birden çok uzak lojistiği tanımı yapılmıştır. Uzak lojistiği, lojistiğin özel bir alanı olarak Dünya'dan uzakta belirsizliklerin ve farklı risklerin bulunduğu uzak ortamında özel teknikler ve yöntemler ile teçhizat, malzeme, ekipman ve araçların kullanılmasıyla uzak görevlerinin gerçekleştirilmesinin ardından başarıyla yeryüzüne geri dönülmesini sağlayan tedarik, depolama, stok, elleçleme, taşıma ve koruma faaliyetlerinin tamamıdır (Shull et al., 2006a; Ishimatsu et al., 2016).

Uzay lojistiği, yörünge ve ötesinde gerçekleştirilecek görevlerin planlanması uygulanması ve kontrol edilmesidir (Shull et al., 2006b). Uzay görevlerinde kullanılacak roket, uzay aracı, teknik ekipman ve teçhizatın tasarım sürecinden başlayarak test, üretim, depolama, stok ve katma değerli faaliyetler ile yörünge altı, yörünge, Ay, Mars ve Derin Uzay'a gerçekleştirilen taşıma ve geri dönüş sürecinde ileri ve geriye doğru akışın planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir (Lee vd., 2008).

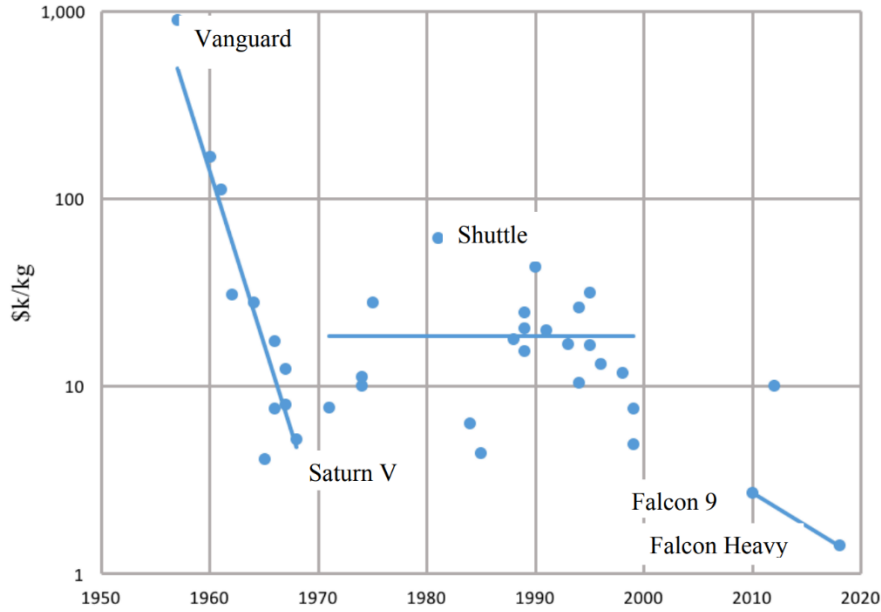
Uzay lojistiği, insanlı görevlerde astronot giysisi ve astronotların kişisel ihtiyaçlarının karşılandığı malzemelerinin tedarikinden başlayarak üretim, depolama, taşıma, atık ve geri dönüşüm faaliyetlerinin gerçekleştirilmesidir. Uzay lojistiği dünyadan başlayarak yörünge, uzay, Ay, Mars, derin uzay görevlerinin tamamlanmasına yönelik lojistik faaliyetleri ifade etmektedir (Baraniecka, 2019; NASA, 2025b).

Uzay lojistiği, uzay görevleri, araştırmaları veya seyahatlerinde kullanılacak teçhizat, malzeme, (giysi, teknik aletler, gıda, ilaç, vb.) ekipman, roket ve uzay araçlarının tasarımından başlayarak görev bitimine müteakip mürettebat, uzay aracı ve görev kapsamında toplanan örneklerin başarıyla yeryüzüne geri getirilmesi sürecinde gerçekleştirilen tedarik, depolama, taşıma (yer taşımacılığı, yörünge taşımacılığı, yörüngeler arası taşımacılık ve yörünge dışı uzay, Ay, Mars ve Asteroide taşımacılığı), elleçleme, barınma, korunma, bakım ve onarım vb. lojistik faaliyetlerin planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir.

Uzay lojistiği, uzay görevlerinde kullanılacak malzemelerin akışının sağlanmasıdır. Mürettebatlı görevlerde ileriye doğru ekipman, teçhizat, malzeme, araç ve gereçlerin taşınmasıdır. Dönüş sürecinde ise gerçekleştirilen bilimsel deney malzemeleri, sonuçları ve mürettebatın başarıyla yer yüzüne inmesinin sağlanmasıdır (Snead, 2004).

Uzay görevlerinin başarısızlığında etkili belirsizlikler ve birçok risk bulunmaktadır (Waters, 2011). Bu kapsamda risklerin belirlenmesi ve uzay görevlerinin başarıyla tamamlanabilmesi için lojistik faaliyetlerin optimizasyonu oldukça önemlidir Galluzi vd., 2006)

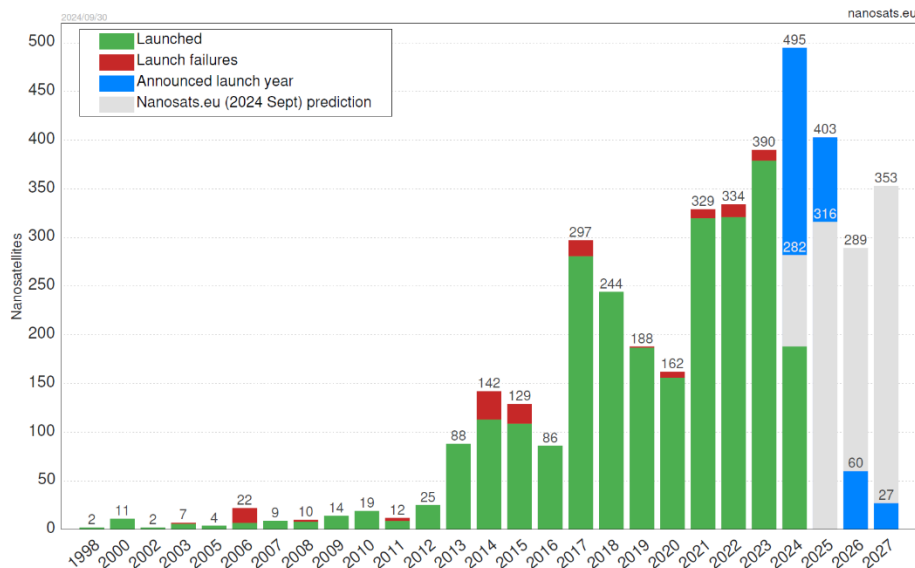
Uzay faaliyetleri özellikle II. Dünya savaşı sonrasında devletlerin bünyesinde ve kontrolünde hızla gelişim göstermiştir. Fakat aradan geçen süreçte özel sektördeki işletmeler bu konuya ilgi duymuş olup uydu üretimi, yörünge transfer ve keşif araçlarının geliştirilmesini sağlayarak uzayın ticarileştirilmesine katkı sunmuştur (Kulu, 2024a). Özellikle devletlerden bağımsız olarak kurulan ticari uzay şirketlerinin geliştirdiği teknolojiler uzaya erişim maliyetlerini azaltmış olup uzay faaliyetlerinin de artışı desteklemiştir (Jones, 2018).



Şekil 1.2 Yıllar İtibariyle (Uydu, Faydalı Yük vb.) Fırlatma Başı Maliyetleri

Kaynak: (Jones, 2018).

Şekil 1.2’de de yıllar itibariyle fırlatma başı maliyetlerdeki değişim gösterilmiştir. Ticari bir şirket olan SpaceX’in ABD’de 2002’de kurulması ve faaliyetlerine başlamasıyla uzaya erişimde yeni bir dönemi başlamıştır. Bunun nedeni ise SpaceX’in filosunda bulunan Falcon 9’un tekrarlı kullanıma sahip teknolojisiyle fırlatma başı maliyetleri düşürmüş olmasıdır. Güncel fırlatma maliyetleri geçmişteki fırlatmalara göre yaklaşık 5 kat daha ucuzlamıştır. Geçmişte Kilogram (Kg) başı fırlatma yaklaşık 54.400 ABD dolaryken güncel olarak 2720 ABD doları civarındadır (Jones, 2018).



Şekil 1.3 Küçük Uydu Fırlatma Sayıları

Kaynak: (Kulu 2024b).

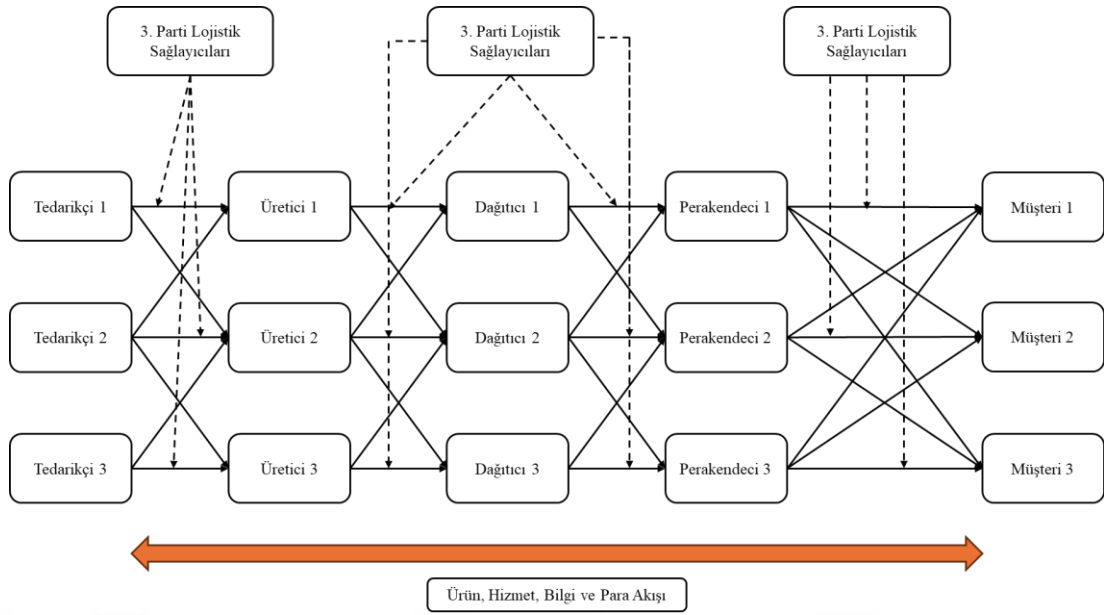
Uzaya erişimde, uzay faaliyetlerinde ve uzayın ticarileşmesinde önemli bir etken ticari uzay işletmeleridir. Uzay lojistiği ve taşımacılığındaki birim başı fırlatma maliyetlerinin dramatik düşüşüyle uzay aktiviteleri artırmaya başlamıştır. 1.3'te görüleceği üzere 2010 sonrasındaki fırlatma sayıları geçmişe oranlara daha yüksek seviyede gerçekleştirilmiştir (Kulu 2024b). Maliyetler önemli bir katalizör olsa da uzay lojistiği için alt yapı ve taşımacılık faaliyetleri yürütebilen firma sayısı sınırlıdır. Bu durum ise uzay endüstrisinde faaliyetlerini sürdürmek isteyen işletmelerin dış kaynak kullanmasını zorunluluk haline getirmiştir.

Uzay endüstrisinde özellikle fırlatma alanında SpaceX'in kurulmasıyla ticari fırlatmalar ve ticari aktivitede artış görülmüştür. Şekil 1.2 ve 1.3'te bu durumun en net göstergesidir. Uzay faaliyetlerinde 3 PL sağlayıcısı olarak fırlatma ve taşımacılık süreçlerinde uzmanlaşan SpaceX, gerçekleştirdiği lojistik faaliyetler ile uzay endüstrisinin gelişimine önemli katkılar sunmuştur.

1.3. Dış Kaynak Kullanımı (Outsourcing)

TZY, küresel entegrasyonu artırmış olup artan entegrasyon ise daha büyük organizasyonların oluşmasına ve tedarik zincirlerinin daha karmaşık hale gelmesine neden olmuştur. Ayrıca teknolojinin gelişmesi ve kullanımının tabana yayılmasıyla e-ticaret hacminin artmıştır. İşletmelerin gelen talepleri karşılanmasında kaynaklarının yetersiz kalmasıyla lojistik faaliyetler için dış kaynak kullanımı gereklilik haline gelmiştir. Bu kapsamda 3. parti lojistik (3 PL) sağlayıcıları ürün ve hizmet akışının, etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Kmieciak, 2025).

3 PL sağlayıcıları, işletmelere taşımacılık, depolama, geri dönüşüm, müşteri hizmetleri, stok yönetimi vb. lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanarak gerçekleştirmelerini sağlar (Gkanatsas ve Krikke, 2020). İşletmelerin yetersiz kaynaklara sahip olması veya sahip olduğu kaynakların etkin ve verimli kullanılması için 3PL sağlayıcılarıyla iş birliği sağlayarak rekabet avantajı elde ederek pazar payını artıracaktır (Alsmairart, 2025).



Şekil 1.4 Dış Kaynak Kullanımı (3 PL) Sağlayıcıları

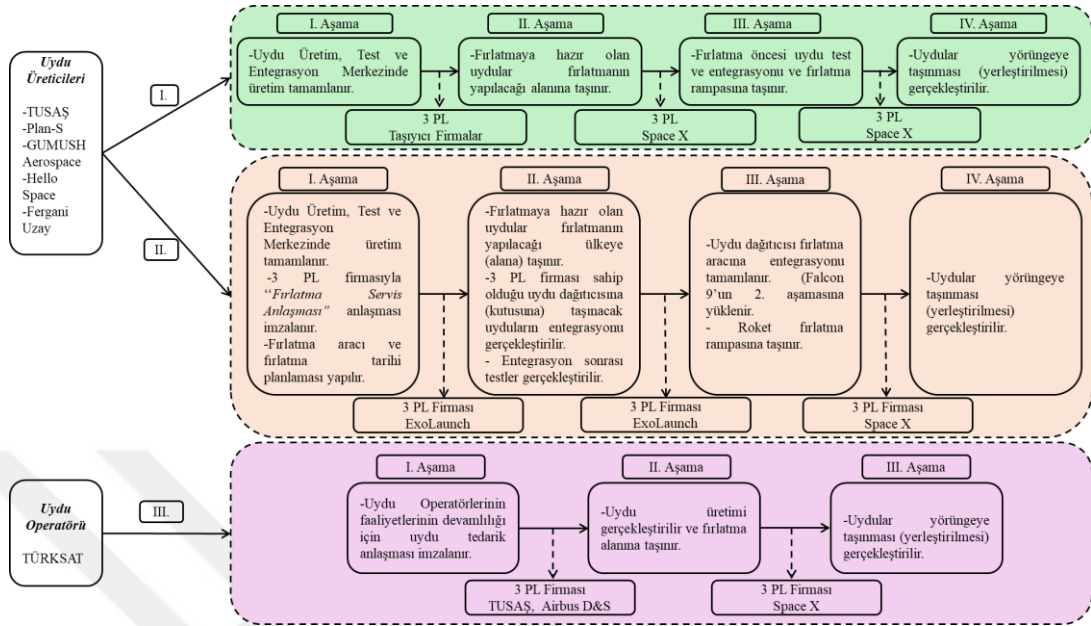
Kaynak: (Acar, 2016a; Marasco, 2008; Gülenç ve Karagöz 2008; Tanyaş ve Hazır 2011; Erturgut, 2016).

3 PL iş birlikleri işletmelerin performanslarını artırmak için gerçekleştirilen stratejik ve uzun dönemli ittifaklardır. İşletmelerin dış kaynak kullanmasındaki ana motivasyonu lojistik faaliyetlerdeki maliyetlerin azaltılmasıdır (Nila ve Roy, 2023). İşletmeler 3 PL iş birlikleriyle tedarik zincirinde mal ve hizmet akışının etkili bir şekilde gerçekleştirirken efor, zaman ve maliyet açısından da avantaj sağlamaktadır. Literatürde 3 PL sağlayıcılarının seçimi üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Literatürdeki bu durumun da lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanımının önemine vurgu yapmaktadır (Marasco, 2008).

3 PL sağlayıcıları temel lojistik faaliyetlerin gerçekleştirilmesine odaklanarak işletmelerin alanlarında uzmanlaşmasına, hizmet kalitelerini artırmalarına ve müşteri memnuniyetini sağlayabilmelerine zemin hazırlamaktadır. Diğer yandan 3 PL hizmeti alan işletmeler ise temel yeteneklerine daha fazla odaklanma imkanı bularak alanlarında diğer firmalardan ayrılarak pazardaki yerini güçlendirebilecektir (Maisarah vd., 2025). Dış kaynak kullanımını tercih etmeyen işletmeler ise lojistik operasyonların tamamını kendi iç dinamikleriyle gerçekleştirerek daha fazla personel, zaman ve mali kaynak harcamaktadır. Aynı zamanda artan iş yükü nedeniyle yönetim sürecinde baskı oluşmaktadır. Bu durum ise işletmenin iş akışında aksamalara ve sorunlara yol açacaktır.

3 PL sağlayıcıları, üretim, tekstil, perakendecilik, turizm, tarım, eğitim, sağlık, e-ticaret, savunma sanayi, havacılık, uzaya endüstrisi vb. farklı sektörlerde işletmemelerin nihai müşterilerine ulaşarak ürün ve hizmetlerini sunabilmeleri için dağıtım, depolama, stok

yönetimi, geri dönüşüm, elleçleme, taşımacılık vb. lojistik faaliyetleri etkin ve verimli bir şekilde gerçekleştirmektedir (Premkumar vd.,2021).



Şekil 1.5 Uydu Teknolojileri ve Dış Kaynak Kullanımı

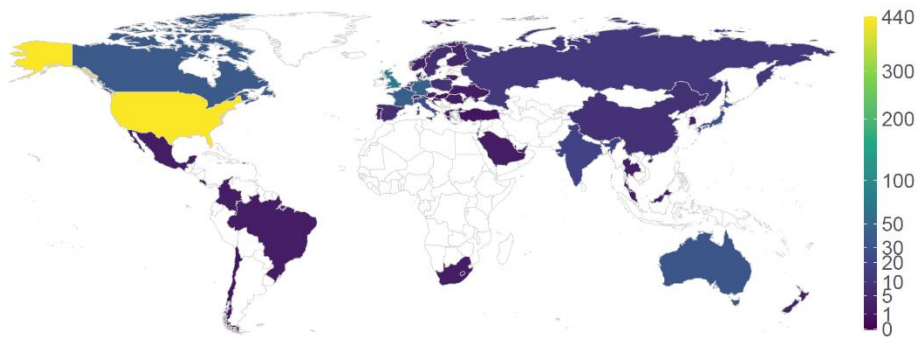
Günümüzde Türkiye’de yerli özel ve yarı özel işletmeler tarafından savunma sanayi, havacılık ve uzay faaliyetleri sürdürülmektedir. Havacılık alanında yerli kaynaklar kullanılarak gelişim sağlanabilmektedir. Uzay faaliyetlerinde ise teknik donanım, beceri ve kabiliyetler yeterli düzeyde değildir. Bu durum ise özellikle günümüzde uzaya erişebilmek için dış kaynak kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Yerli uzay teknolojisi üreten firmalar fırlatma ve taşımacılık alanında 3 PL sağlayıcılarıyla iş birlikleri yaparak operasyonlarını tamamlayabilmektedir. Uydular özelinde dış kaynak kullanımı ve 3 PL faaliyetleri Şekil 1.5’te 3 farklı örnekte gösterilmiştir. Dış kaynak kullanım süreçlerinde birden fazla şirket olsa da farklı 3 PL şirketleri, özellikle yörünge taşımacılığında SpaceX ve Falcon 9 roketini tercih etmektedir. Şekil 1.5’te gösterildiği gibi I, II ve III’te farklı anlaşmalar ile gerçekleştirilen dış kaynak kullanımında yörünge taşımacılığı faaliyeti SpaceX tarafından gerçekleştirilebilmektedir.

Tez çalışmasında uzay lojistiği kapsamındaki fırlatma ve taşımacılık faaliyetleri incelenmektedir. Türkiye’de uzay teknolojisi üreten işletmeler, uydu üretme kapasitesine sahip olmasına rağmen yörünge taşımacılığında altyapı eksikliği nedeniyle bu konu üzerinde durulmuştur. Türkiye’de ‘Küp Uydu’ alanında belirli bir üretim kapasitesine sahip işletmeler bulunmaktadır. Son süreçte TÜRK SAT 6A gibi daha gelişmiş uyduları yerli imkanlarla üretilmektedir. Tez çalışmasında üretici firma sayısı ve uydu kullanım tercihi nedeniyle

Türkiye'nin görece daha yetkin olduğu küp uyduların taşımacılığında kullanılan dış kaynak süreçlerine odaklanılmıştır. Türkiye'de hem küp uydu hem gelişmiş farklı görev yüklerine sahip büyük uydular son süreçte SpaceX'in sahip olduğu Falcon 9 roketiyle fırlatılmaktadır. Bu durumun en büyük nedeni Türkiye'den özel ve kamu hiçbir şirketin müstakil olarak uzaya erişim imkanının olmamasıdır. Tablo 1.2'de Türkiye'nin sahibi olduğu uyduların fırlatma bilgileri gösterilmiştir.

Uzay endüstrisinde işletmeler belirli alanlara odaklanarak uzmanlaşmaya çalışmaktadır. Uzay endüstrisinde işletmeler, uydu üretimi, sensörler, optikler, görev yükleri, astronot giysisi, uzay araçları, roketler, yazılım, donanım vb. alanlara odaklanmıştır. Uzay turizmi özelinde uzay araçları, uçaklar, kapsüller, uçuş için balonlar, paraşütler vb. alanlara veya günlük yaşamda uydular aracılığıyla Küresel Konumlama Sistemi (GPS), uydu iletişimi, televizyon yayınları, internet vb. kullanım alanlarında hizmet verdiği veya uzmanlaştığı için diğer lojistik faaliyetlerde dış kaynak kullanması ihtiyacı doğmaktadır (Kulu 2024b; Eugeni et al., 2022; Kulu 2023). Bu nedenle uzay lojistiğinde işletmelerin 3 PL hizmet sağlayıcılarıyla iş birliği yaparak lojistik faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda 3 PL sağlayıcıları bilimsel faaliyetler, farklı uzay görevleri, uzay seyahatleri veya uzay teknolojilerinin kullanımıyla üretilen ürün ve hizmetin müşterilere ulaştırılması sağlar.

Bu durumun en önemli kanıtı Şekil 1.6'da gösterildiği gibi bilgi, birikim ve dolayısıyla uzay aktivitelerinin görece fazla olduğu ABD, bu alanda farklı ülkelere ve ülkelerdeki işletmelerden ayrışmaktadır. Bu kapsamda ABD merkezli 3 PL sağlayıcılarla birlikte hareket etmek uzay faaliyetlerin tamamlanabilmesi ve sürdürülebilirliği için gereklidir.



Şekil 1.6 Uzay Aktivitelerinin Coğrafi Dağılımı

Kaynak: (Kulu 2023).

Uzay lojistiğinde farklı 3 PL sağlayıcıları bulunmaktadır. Aktif olarak faydalı yük taşımacılığında SpaceX, Blue Origin ve Rocket Lab, Turizm amaçlı Virgin Galactic işletmeleri

faaliyetlerini sürdürmektedir. Diğer yandan Japonya merkezli Space One, Almanya Merkezli Isar Aerospace, Çin merkezli OneSpace, Hindistan merkezli Skyroot Aerospace, ABD merkezli Relativity Space, Firefly Aerospace ve Astra fırlatma alanında 3 PL sağlayıcısı olmak için hazırlıklarını sürdürmektedir. Ayrıca ABD merkezli Space Perspective, Worl View Enterprises ve Near Space Corporation Fransa merkezli Zephalto ve İspanya merkezli HALO Space, EOS-X Space ve Zero 2 Infinity ise uzaya erişim için balonları kullanması planlanmaktadır.

Ticari faaliyetlerin yanında kamu iş birliği yapan United Launch Alliance (ULA), Avrupa Uzay Ajansına bağlı olarak faaliyetlerini sürdüren Arianespace, Rusya (Roscosmos), Çin (China National Space Administration, CNSA), Hindistan (Indian Space Research Organisation, ISRO), Japonya (Japan Aerospace Exploration Agency) vb. kurumlar ve fırlatma platformları bulunmaktadır.

SpaceX, ticari uzay işletmelerin 3 PL sağlayıcısı olarak uzay lojistiği açısından önemli bir oyuncu olmuştur. SpaceX'in 2025 yılının ağustos ayı itibariyle filosundaki araçlar ile 507 görevi tamamlamış, 462 kez tekrar yeryüzüne iniş gerçekleştirmiş ve araçlarını 431 kez tekrar fırlatmıştır (SpaceX, 2025b). Kurulduğu yıldan günümüze kadar sadece SpaceX'in istatistikleri incelendiğinde bile ABD'nin alandaki etkinliği anlaşılmaktadır.

Türkiye açısından süreç incelendiğinde imkan ve kabiliyetlerinin kısıtlı olması nedeniyle uzaya erişim ve faydalı yüklerin yörüngeye taşımacılığında dış kaynak kullanımı gerçekleştirmektedir. Özellikle son süreçte hem uydu hem de insanlı görevlerde SpaceX ve Falcon 9 roketini yörünge taşımacılığında tercih etmektedir. Tablo 1.2'de Türkiye'nin sahip olduğu uyduların yörüngeye taşınmasında iş birliği yapılan işletmeler ve kullanılan araçlara değinilmiştir.

Tablo 1.2 Türkiye'nin Sahibi Olduğu Uyduların Fırlatma Bilgileri

Uydu	Fırlatma Tarihi	Fırlatma Yeri	Fırlatıcı	Uydu Türü
TÜRKSAT 1A	1994	Fransız Guyanası	Ariane	Haberleşme
TÜRKSAT 1B	1994	Fransız Guyanası	Ariane	Haberleşme
TÜRKSAT 1C	1996	Fransız Guyanası	Ariane	Haberleşme
TÜRKSAT 2A	2021	Fransız Guyanası	Ariane	Haberleşme

TÜRKSAT 3A	2008	Fransız Guyanası	Ariane	Haberleşme
TÜRKSAT 4A	2014	Baykonur	Proton	Haberleşme
TÜRKSAT 4B	2015	Baykonur	Proton	Haberleşme
GÖKTÜRK-1	2016	Fransız Guyanası	Vega	Yer-Gözlem
TÜRKSAT 5A	2021	J.F.Kennedy Merkezi	Uzay Falcon 9	Haberleşme
TÜRKSAT 5B	2021	J.F.Kennedy Merkezi	Uzay Falcon 9	Haberleşme
İMECE	2023	Vandenberg Kuvvetleri Üssü'nden	Uzay Falcon 9	Yer Gözlem
TÜRKSAT 6A	2024	J.F.Kennedy Merkezi	Uzay Falcon 9	Haberleşme

Ayrıca güncel olarak 2025 yılında yerli uydu üreticilerinin yörünge taşımacılığında SpaceX'i tercih etmiştir. SpaceX'in 14 Ocak 2025'te gerçekleştirdiği 500 km irtifaya gerçekleştirilen (Transporter 12) fırlatmada Plan-S'in Connecta IoT Network takım uydusu için tasarladığı Connecta IOT-5, 6, 7 ve 8 uyduları bulunmaktadır (AA, 2025a). Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ve Pakistan Hava Üniversitesi iş birliğiyle tasarların, geliştirilen ve üretilen PAUSAT-1 16U'luk 1.5m çözünürlüğe sahip yer gözlem uydusu da fırlatılmıştır (İTÜ, 2025). Son olarak ise Fergani Uzay'ın FGN-100-d1 isimli ilk uydusunun da taşınması aynı fırlatmada gerçekleştirilmiştir (Fergani Uzay, 2025a). SpaceX'in gerçekleştirdiği taşımacılık faaliyetinde mikro uydu, küp uydu ve yüklerin 30'unu taşıyan Yörünge Transfer Araçları (YTA) dahil olmak üzere 131 tane yük taşımıştır (SpaceX, 2025a). Türkiye'nin Mikro Uydu Fırlatma Sistemi (MUFS) programı dahilinde geliştirilen Sonda Roketiyle gelecekte Türkiye kendi fırlatma operasyonlarını gerçekleştirecek alt yapının hazırlığını sürdürmektedir (TUA, 2025). Türkiye'deki kamu ve ticari işletmelerin uzaya erişimde son süreçte SpaceX ve Falcon 9'u tercih etmesi çalışmanın nedenleri destekler niteliktedir. Bu durum tablo 1.2'de net bir şekilde görülmektedir. Ayrıca uydu üretiminin yerli imkanlarla gerçekleştirilmesi gelişim için önemlidir. Ek olarak 23 Haziran 2025'te gerçekleştirilen fırlatmada (Transporter-14) Plan-S'in 4 küp uydusu daha yörüngeye taşınmıştır (Plan-S, 2025a).

Birçok Çinli fırlatma operatörü hali hazırda uluslararası uydu üreticileri için ticari taşıma faaliyetlerini gerçekleştiriyor olsa da gelecekte yörünge fırlatmalarında önemli bir yere sahip olması muhtemeldir.



Şekil 1.7 Faydalı Yük (Uydu, Küp Uydu) Taşıma Platformu

Kaynak: (Exolaunch, 2025).

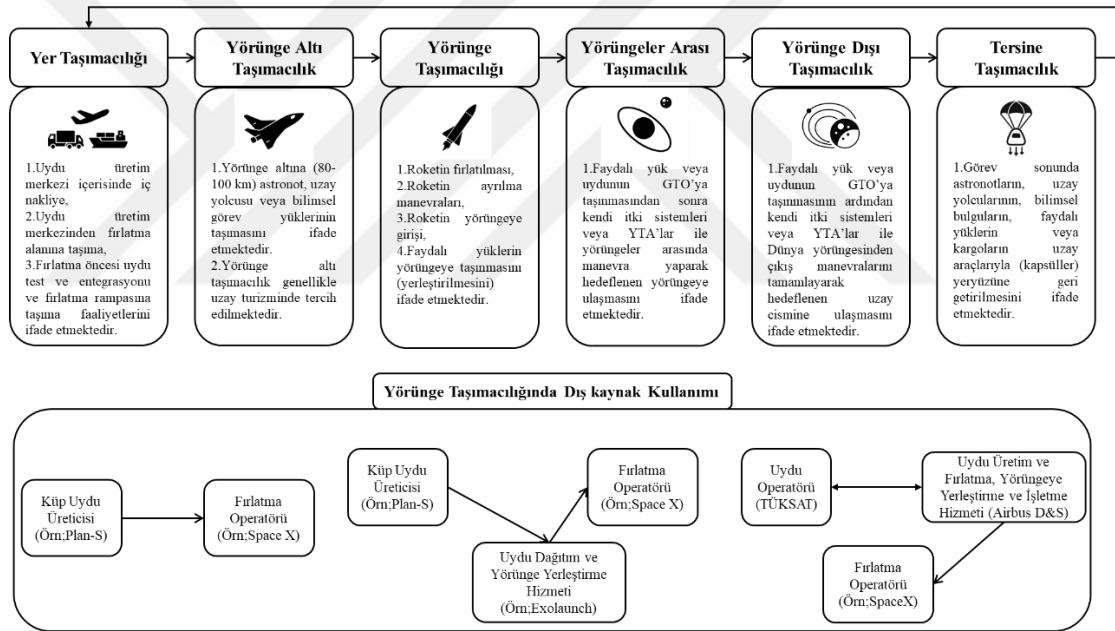
Şekil 1.7’de küçük, orta ağırlıktaki uydular ve küp uydu taşımacılığında roketlerin faydalı yük taşıdıkları kısım detaylı bir şekilde gösterilmiştir. Bu alan roketin en üst kısmı olup farklı görev yüklerine sahip uydular buraya yerleştirilebilmektedir (Exolaunch, 2025).

İKİNCİ BÖLÜM

UZAY LOJİSTİĞİNDE TAŞIMACILIK, KÜP UYDULAR VE RİSKLER

2.1. Uzak Lojistiği ve Taşımacılık

Uzak lojistiğinde taşımacılık temel faaliyetlerden biridir. Taşımacılık faaliyetleriyle yörünge altı, yörünge, yörüngeler arası Asteroit, Ay, Mars ve uzayın herhangi bir yerine ulaşım sağlanmaktadır. Bu kapsamda roketler, uzay araçları, balonlar ve kanatlı uçaklar kullanılabilir. Ayrıca uzak lojistiği kapsamında değerlendirilen “Uzak Yolu Taşımacılığı” ile yörüngeler aracılığıyla yeryüzündeki herhangi bir yere kargo teslimatı yapılabilecektir. Şekil 2.1’de uzak lojistiği ve taşımacılığı kapsamında gerçekleştirilen taşımacılık faaliyetleri detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Uzak Lojistiği ve Taşımacılık Faaliyetleri

Araştırmanın kapsamı itibarıyla uyduların ve küp uyduların taşımacılık faaliyetlerine yoğunlaşmıştır. Uzak lojistiği kapsamında küp uydu taşımacılık faaliyetleri temel olarak yer ve yörünge taşımacılığı olarak ikiye ayrılabilir. Yer taşımacılığı üretilen uyduların üretim alanından fırlatmanın gerçekleştirileceği hava veya uzay üssüne taşınması olarak tanımlanabilir. Yer taşımacılığı;

- Fırlatma alanına taşıma
- Fırlatma öncesi hazırlık
- Fırlatma rampasına taşıma

3 aşamada incelenecektir.

Yörünge taşımacılığı ise;

- Roketin Fırlatılması
- Roketin ayrılma manevraları
- Roketin yörüngeye girişi
- Faydalı yüklerin yörüngeye bırakılması (yerleştirilmesi)
- YTA'lar ile yörünge transferlerinin gerçekleştirilmesi

5 aşamada incelenecektir.

Taşımacılık kapsamında özellikle yer taşımacılığındaki “Fırlatma Alanına Taşıma” faaliyetleri entegre bir dizi işlemten oluşmaktadır. Yer taşımacılığı olarak adlandırılmış olsa dahi uyduların farklı ülkelerde veya kıtalarda fırlatılması nedeniyle bu taşımacılık süreci hava, deniz veya demiryoluyla gerçekleştirilmektedir.

2.1.1. Yer Taşımacılığı

Uyduların üretildiği, montaj, entegrasyon ve testlerin gerçekleştirdiği merkezler (Assembly, Integration, Test-AIT) Dünya'nın çeşitli yerlerde bulunmaktadır. Türkiye'nin ilk ve en kapsamlı Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi (USET) dünyada sınırlı ülkenin sahip olduğu uydu üretimi için oldukça önemli bir üretim merkezidir. TUSAŞ'ın tesislerinde kurulan USET, birden fazla büyük uydunun (5 ton) montaj, entegrasyon ve test faaliyetlerini aynı anda yürütebilme kapasitesine sahiptir. Temiz oda ve teknik destek ekipmanlarıyla donatılan merkezin havalimanı taksi yoluna direkt bağlantısının olmasıyla üretim alanından direkt havayolu taşımacılığı gerçekleştirilebilme imkanı sunulmaktadır (TUSAŞ, 2025a). USET'te titreşim testleri, akustik testleri, kütle özellikleri ölçüm testleri, ısıl vakum testleri, EMI/EMC testleri, kompakt anten ölçüm testleri, iklimik ve titreşim kombine testleri gerçekleştirilebilmektedir. Türkiye kendi imkan ve kabiliyetleriyle TÜRKSAT 6A ve İMECE uydularını USET'te üretilmiştir (USET, 2025). Bu kapsamda TÜBİTAK Uzay'ın bünyesinde daha küçük uyduların üretimine uygun test merkezi bulunmaktadır (TÜBİTAK Uzay, 2025a). Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi'nde uzay mühendisliği bölümünde görece daha küçük küp uyduların (Cubesat) montaj, entegrasyonu ve test faaliyetleri gerçekleştirilebilmektedir (İTÜLABS, 2025). Türkiye'de bulunan montaj, entegrasyon ve test merkezlerinden fırlatma alanlarına taşıma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.

Uzay lojistiği kapsamında değerlendirilen taşımacılık faaliyetleri yer taşımacılığında intermodal, yörünge taşımacılığı kısmında ise multimodal taşımacılık süreçlerini içermektedir. Yer taşımacılığında özellikle uyduların fırlatma alanına taşınmasında kara yolu ve hava yolu

kullanarak intermodal taşımacılık gerçekleştirilmektedir. Bu durum ise uydu üreticilerinin fırlatma operatöründen farklı ülkede veya fırlatma sahasına uzak olduğunda geçerlidir.

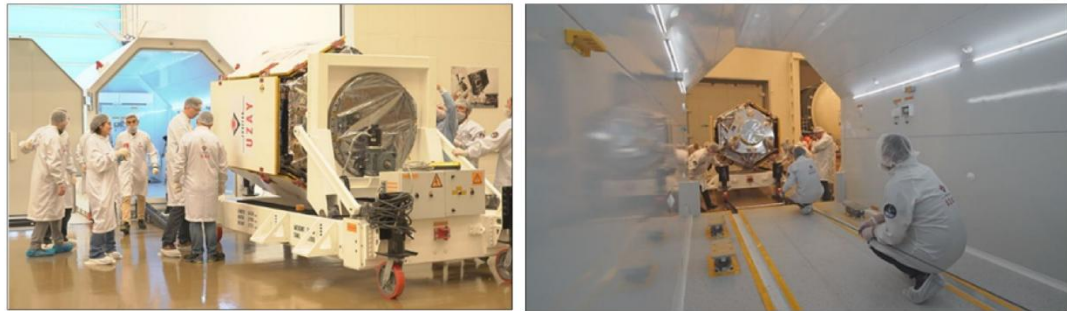
Yer taşımacılığı uyduların fırlatma alanlarına taşınmasından önce uydu üretim alanının içerisinde başlamaktadır. Uyduların montaj, entegrasyon, test ve deneme aşamalarında bulunduğu üretim alanında yer değiştirmesi gerekebilir. Bu kapsamda uyduların bulunduğu platformların elektrikli çekici, forklift vinç, vb. araçlarla iç nakliye (taşınması) veya yer değişikliği gerçekleştirilebilir. Üretim alanında gerçekleştirilen üretim lojistiği kapsamında fabrika içi malzeme nakil alanın sterilizasyonu oldukça önemlidir. Şekil 2.2’de görüleceği üzere görevli personel nakil sürecinde uyduların dış kaynaklı cisimlerden korunması için tedbirini almıştır. Ayrıca tedbirler sadece fabrika içi malzeme naklinde değil uydu üretim sürecinin tamamında uygulanmaktadır (İlarslan, 2025).



Şekil 2.2 Uyduların Üretim Yerinde Malzeme Nakli (Taşıma) Faaliyetleri (TÜRK SAT 6A)

Kaynak: (AA, 2025b).

Şekil 2.2’de gösterildiği gibi büyük uyduların Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi (USET) içerisinde nakliyesi, test, montaj veya entegrasyonlarının gerçekleştirilmesi esnasında elektrikli çekicilerden faydalanılmaktadır.



Şekil 2.3 Uyduların Üretim Yerinde Taşıma Faaliyetleri (İMECE)

Kaynak: (İlarslan, 2025).

Uydunun fırlatma alanlarına taşınmasında güvenliğini sağlamak için hazırlanan konteynere yüklenmesi, çekiciler veya özel platformlar ile gerçekleştirilebilmektedir. Metre altı çözünlüğe sahip ilk gözetleme uydusu İMECE'nin taşınması sürecinde uydunun zarar görmemesi için tedbir alınmıştır. Uyduların fırlatma alanına taşınmasının öncesinde İMECE uydusunun konteynere yüklenmesi (elleçleme) şekil 2.3'te gösterilmiştir (İlarslan, 2025).

Üretim alanındaki işlemler tamamlandıktan sonra fırlatmaya hazır olan uydular fırlatma alanına taşınarak fırlatma öncesi gerekli testlerin gerçekleştirilmesi sağlanacaktır. Fırlatma alanında uydunun testleri başarılı bir şekilde gerçekleştirildikten sonra kontrolleri de yapılarak roketin faydalı yük kısmına yüklenerek roket ile entegrasyonu tamamlanır. Son olarak ise Roket bir bütün halinde fırlatma rampasına taşınarak, fırlatma anına kadar fırlatma öncesi testler gerçekleştirilir. Başarılı bir fırlatma gerçekleştirilebilmesi için üretim alanındaki taşıma faaliyetleri, üretim alanına taşınması ve roketin rampaya taşınması oldukça önemlidir (İlarslan, 2025; Toraman, 2025b).

2.1.1.1. Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri

Uyduların üretildiği, montaj, entegrasyon ve testlerin gerçekleştirdiği merkezlerinden (Assembly, Integration, Test-AIT) fırlatma alanlarına gerçekleştirilen taşımacılık sürecini ifade etmektedir. Türkiye'de bulunan USET, Tübitak Uzay, İTÜLABS, vb. montaj, entegrasyon ve test merkezlerinden fırlatma alanlarına taşıma faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Fakat Türksat'ın Airbus ile yaptığı anlaşmayla üretilen Türksat 5A ve Türksat 5B Airbus'un Fransa'daki merkezinde üretilip direkt ABD'ye fırlatılması için gönderilmiştir. Arından Falcon 9 roketiyle yörünge taşımacılığı gerçekleştirilmiştir (TÜRKSAT, 2025a).

Üretime hazır olan uydular taşınma sürecinde zarar görmemesi için çeşitli yöntemlerle koruma altına almaktadır. Şekil 2.3'te görüleceği gibi sıcaklık, nem, titreşim, çarpma vb. taşıma risklerinden korunmak için özel bir konteynere yüklenmiştir.



Şekil 2.4 Uyduların Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri-1 (TÜRKSAT 6A)

Kaynak: (AA, 2025c).

Şekil 2.4'te Türksat 6A'nın USET'te üretilmesinin ardından havalimanına kara yoluyla taşıma faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Koruma altına alınan konteyner havalimanına kara taşıtlarıyla getirildikten sonra yüksek tonajlı yüklerin elleçlenmesinde kullanılan vinçlerin yardımıyla kargo uçağına yüklenebilmesi için önce uçağın önündeki yükleme rampasına indirilir.



Şekil 2.5 Uyduların Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri-2 (TÜRKSAT 6A)

Kaynak: (TÜRKSAT, 2025b).

Ardından yükleme rampasına indirilen konteyner platform üzerinden uçağın içerisine alınarak kargo uçağına yükleme işlemi gerçekleştirilir (Şekil 2.5).



Şekil 2.6 Uyduların Fırlatma Alanına Taşıma Faaliyetleri-3 (TÜRK SAT 6A)

Kaynak: (TÜRK SAT, 2025b).

Şekil 2.6’da konteynerin uçağa alınması süreci gösterilmiştir. Kargo uçağı fırlatma sahasının bulunduğu ülkeye iniş yapmasının ardından kara yolu taşıma araçlarıyla konteynerin fırlatma alanına taşınması gerçekleştirilebilecektir. Yer taşımacılığının önemli bir parçası olan üretim alanlarına yapılan taşımacılık faaliyetleri süreç için oldukça önemlidir. Uyduların üretim alanına taşınması sürecinin ikinci aşamasında konteyner hava yoluyla taşınmaktadır. Hava yolu taşımacılığında hem güvenli hem de hızlı bir şekilde teslimatın gerçekleştirilebilmesi taşıma maliyetlerinin görece fazla olmasına rağmen tercih edilmektedir (İlarslan, 2025).



Şekil 2.7 Canopée Kargo Gemisi ile Deniz Yolu Taşımacılığı

Kaynak: (ESA, 2025a).

Hızlı ve güvenli olan hava yolunun yanında uydular fırlatma alanına deniz yoluyla da taşınabilmektedir. Yeni nesil Canopée kargo gemisi, roketin üst kısmını Almanya Bremen, uyduların korunmasını sağlayan ‘Fairing’ kısmı Hollanda Rotterdam ve Fransa’nın Le Havre’den roketin ilk aşaması ile Bordeaux’dan katı itici parçaları alınarak 10 günlük yolculuğun ardından Fransız Guyanası’ndaki Kourou limanına getirilmektedir. (ESA, 2025a). Fırlatma alanına ise kara yoluyla taşımacılık gerçekleştirilmektedir. Airbus’ın üretmiş olduğu Sentinel-2C uydusu Canopée kargo gemisiyle Fransız Guyana’sına taşınmış ve Vega roketiyle yörüngeye fırlatılmıştır (İlarslan, 2025).

Uyduların fırlatma alanına getirilmesinin ardından bu alanda bir dizi teste tabi tutulacaktır. Söz konusu taşımacılık faaliyetlerinde uyduların çeşitli nedenlerden ötürü zarar görmesi muhtemeldir. Uydudaki ilgili arızanın fark edilmeden fırlatılması çalışmamasına neden olacaktır. Bu durum ise ticari uzay işletmelerinin maliyet, zaman ve emek açısından zararına neden olacaktır. Fırlatma öncesi uyduların üretim alanlarında test edilerek uydunun taşıma esnasında zarar görüp görmediğinin kontrol edilir.

2.1.1.2. Fırlatma Alanında Hazırlık Süreçleri

Uyduların veya farklı faydalı yüklerin fırlatma alanına getirilmesinin ardından montaj test ve entegrasyon süreçlerine geçilmektedir. Fırlatma alanlarındaki merkezlerde roketin test, montaj, entegrasyon süreçleri gerçekleştirilmektedir. Şekil 2.8’de Rocket Lab’ın fırlatma alanına yakın roket test, montaj, entegrasyon merkezi gösterilmiştir. Montaj, test ve entegrasyon faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sürecinde uydu üreticilerinin uyulması istenen standartlara (isterler, gereklilik, şartları) dikkat etmesi önemlidir.



Şekil 2.8 Fırlatma Hazırlık Alanı (Montaj ve Test Faaliyetleri)

Kaynak: (Rocket Lab, 2025).

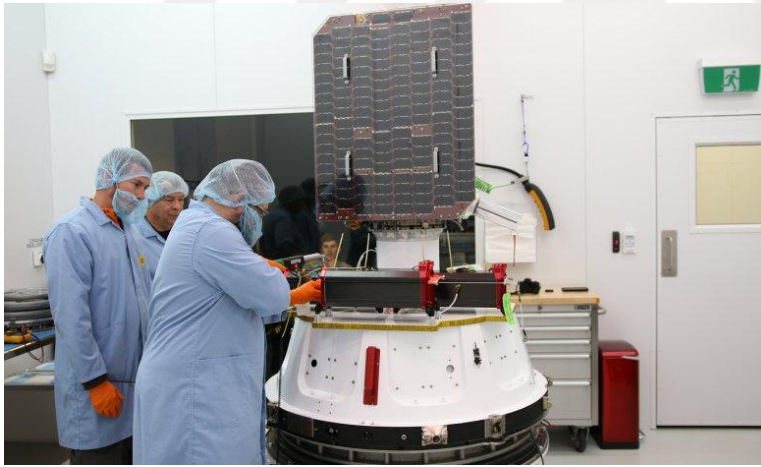
Roketin motor, birinci aşama, ikinci aşama ve faydalı yük taşıyan kısımlarının entegrasyonu gerçekleştirilir. Şekil 2.9’da Electron roketinin motor entegrasyonu gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Fırlatma Hazırlık Alanı (Motor Entegrasyonu)

Kaynak: (Rocket Lab, 2025).

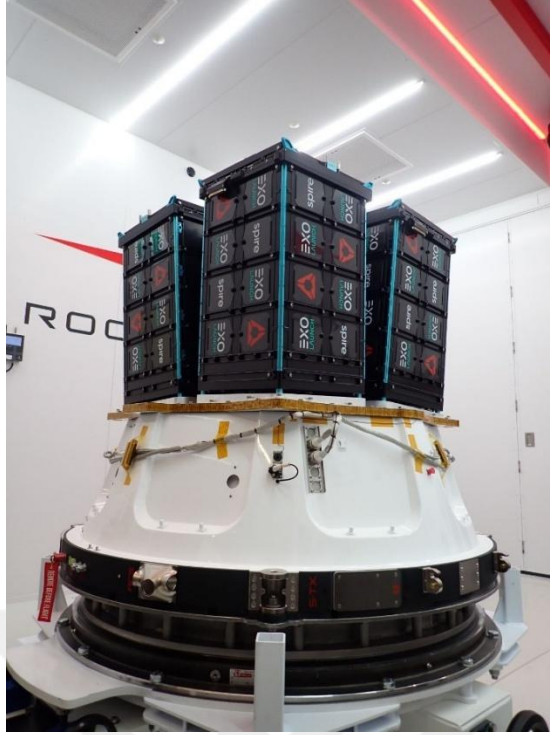
Roket entegrasyonunun gerçekleştirilmesi süreci roketin fırlatmaya hazırlığıyla ilgiliyken uyduların da fırlatma öncesi testlerinin gerçekleştirilmesi uydunun fırlatmaya hazırlanmasıyla ilgilidir.



Şekil 2.10 Fırlatma Hazırlık Alanı (Uydu Testleri-Entegrasyonu)

Kaynak: (Rocket Lab, 2025).

Fırlatma öncesi uyduların son testleri gerçekleştirilir. Fırlatma öncesi son testler ise farklı kontrol testleri ve yakıt dolum (büyük uydular) faaliyetleridir. Testlerin ardından faydalı yük taşıyan alana uydular entegre edilir. Uyduların üretiminde fırlatma operatörü tarafından belirlenen standartlara uyulması önemli bir zorunluluktur. Bu durum uyduların donanımsal olarak doğru bir şekilde entegrasyonunun yapılmasına, fırlatma ve taşıma sürecinde risklere karşı hem üreticinin kendi uydusunun hem de farklı üretici uydularının zarar görmesini önleyecektir.



Şekil 2.11 Fırlatma Hazırlık Alanı (Uydu Entegrasyonu)

Kaynak: (OroraTech, 2025).

Şekil 2.11’de montajı tamamlanmış bir Küp Uydu entegrasyonu gösterilmiştir. Küp uydular diğer küçük uydulardan farklı olarak entegrasyon sürecinde farklı bir koruma kaplaması (kutusu) ile fırlatılır. ExoLaunch şirketi küp uydu üreticilerine veya sahiplerine fırlatma sürecinde teknik destek ve dağıtım sistemleri hizmet sunmaktadır (Exo Launch, 2025).



Şekil 2.12 Exo Launch’ın Küp Uydu Dağıtıcısı (EXOPod)

Kaynak: (Exo Launch, 2025).

ExoLaunch şirketine ait EXOPod dağıtıcısı Şekil 1.11 ve 2.12’de gösterilmiştir. Gelişmiş küp uydu sistemlerinden olan EXOPodlar fırlatmalarında dağıtım sistemi sıklıkla tercih edilmektedir.



Şekil 2.13 EXOpod Entegrasyon İşlemleri

Kaynak: (Exo Launch, 2025).

EXOpodların entegrasyonu Şekil 2.13’de gösterilmiştir. EXOpodlar 6U, 8U, 12U ve 16U farklı boyutlardaki küp uyduların barındırılmasını, taşınmasını ve yörüngeye yerleştirilmesini sağlamaktadır.



Şekil 2.14 EXOpod’un Çalışma Prensibi

Kaynak: (Exo Launch, 2025).

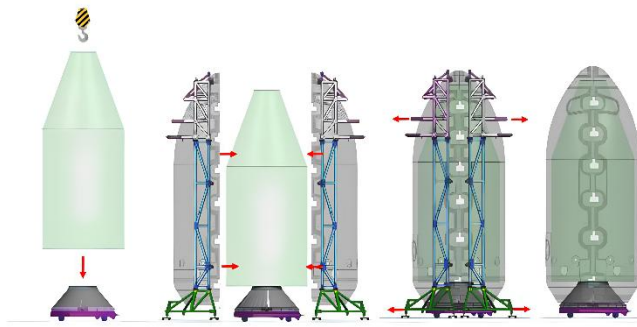
EXOpodun çalışma prensibi Şekil 2.14’te gösterilmiştir. Fırlatma aracı yörüngeye girene kadar dağıtıcının kapakları kapalı şekildedir. Fırlatma aracı yörüngedeyken dağıtıcının kapakları açılır. Ardından yaylı sistem EXOpodun içerisindeki küp uydunun serbest kalmasını, dışarı çıkmasını ve yörüngeye yerleşmesini sağlamaktadır.



Şekil 2.15 Fırlatma Hazırlık Alanı (Kaplamanın (Fairing) Entegrasyonu)

Kaynak: (Rocket Lab, 2025).

Birden fazla küp ve küçük uyduların aynı rokette taşınması mümkündür. Fakat 4-5 tonluk büyük izleme veya haberleşme uydularının taşınması tekil olarak gerçekleştirilir (Şekil 2.15).



Şekil 2.16 Faydalı Yükün montaj ve Entegrasyon Süreci

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

Farklı uydu türlerine ve ağırlıklarına göre geliştirilen faydalı yük bağlama parçalarına (Payload Attach Fittings- PAF) entegre edilir. PAF, faydalı yükün roketle entegre edildiği kısımdır. Uyduların PAF entegrasyonu temsili şekilde Şekil 2.16'da gösterilmiştir (SpaceX, 2025c). Nihai olarak ise faydalı yük fairing ismi verilen kaporta ile kapatılır.

Tüm uyduların kontrolleri ve testleri aynı anda yapılmakta olup ilgili sürecin tamamlanmasının ardından başarılı sonuç elde eden uyduların montajı gerçekleştirilerek entegrasyon süreci tamamlanır. Fırlatma rampasına taşınmaya ve yörünge taşımacılığına hazır hale getirilir. Hazır olan roket ve faydalı yükler için fırlatma rampasına taşıma sürecine başlanır.

2.1.1.3. Fırlatma Rampasına Taşıma Faaliyetleri

Uyduların üretim noktalarından fırlatma alanına gelmesi ve çeşitli testlerden sonra roketin faydalı yük taşıyan kısmına montajının ardından roketin birinci, ikinci aşamasıyla

birleştirilmesine müteakip roket fırlatmaya hazır hale gelir. Bu aşamadan sonra faydalı yük kısmına erişim imkanı özel düzenlemeler gerektirir ve olağan dışı durumlarda geçerlidir (SpaceX, 2025c).

Bu aşamadan sonra ise roketin bir bütün halinde fırlatma rampasına taşınması gerekmektedir. Roketin büyüklüğüne, hacmine ve tonajına göre uygun bir araç ile roket genellikle yatay bir şekilde taşınması gerçekleştirilir.



Şekil 2.17 Spectrum'un Fırlatma Alanına (Rampasına) Taşınması

Kaynak: (Isaraerospace, 2025).

Şekil 2.17'de görüleceği üzere Spectrum roketi fırlatma alanına doğru kara aracıyla taşınmaktadır.



Şekil 2.18 SpaceX'in Fırlatma Alanına (Rampasına) Taşınması

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

SpaceX'in Falcon 9 roketlerinin fırlatma rampasına taşınmasında taşıyıcı ve dikleştirici özelliği olan özel araç kullanılmaktadır. Bu araç şekil 2.18'de ve 2.19'da gösterilmiştir.



Şekil 2.19 SpaceX'in Fırlatmaya Hazırlanması Dikey Hale Getirilmesi

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

Roketin fırlatmaya hazır dik hale gelmesinin ardından roket erişim mümkün değildir (SpaceX, 2025c).



Şekil 2.20 Spectrum'un Fırlatma Hazırlık Süreci- Dikey Hale Getirilmesi

Kaynak: (Isaraerospace, 2025).

Düşük tonajlı roketler için taşıyıcı ve dikleştirici özelliği olmayan kara araçları kullanılabilir. Bu durumda roket vinç yardımıyla da roketler dik hale getirilebilir (Şekil 2.20).



Şekil 2.21 Fırlatma Operatörü SpaceX'in Vandenberg'deki Tesisleri

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

Fırlatma operatörlerinin fırlatma alanlarında bulunan tesislerinde fırlatmaya hazır uyduların test ve montajı ayrıca roketlerin montaj, test, entegrasyon tamamlanarak üretimi süreci tamamlanmaktadır. Roketlerin fırlatma alanı, fırlatma rampası, tekrar kullanımlı roketler için iniş alanı ve faydalı yükün ve roketin birleştirildiği tesisler fiziki olarak birbirlerine yakın mesafededir. Fırlatma araçlarının boyutları, ağırlığı ve hacminin fazla olması nedeniyle hem zorunluluktan hem de roketin fırlatma rampasına daha az risk ile kolay bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır. Şekil 2.21'de fırlatma operatörü SpaceX'in fırlatma kompleksi gösterilmiştir.

Yer taşımacılığı, uzay görevlerinin başarıyla gerçekleştirilebilmesi için önemli bir aşamadır. Yörünge taşımacılığının hemen öncesinde gerçekleştirilen faaliyetlerin herhangi bir aşamasında yapılacak en ufak bir hata veya dikkatsizlik tüm uzay lojistiği operasyonunun başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olacağından sürecin yüksek hassasiyetle tamamlanması gerekmektedir.

Uydunun üretilmesi, fırlatma alanındaki tesislerde test, montaj ve fırlatılacak roketle entegrasyonunun gerçekleştirilmesinin ardından roket fırlatma sahasına taşınarak fırlatmaya hazır hale gelir. Bu aşamada yörünge taşımacılığı başlayacaktır. Yörünge taşımacılığı da yer taşımacılığında olduğu gibi uzay lojistiğinin önemli ve Küp uydu özelinde taşımanın son aşamasıdır. Fakat TÜRKSAT 6A gibi kendi itki sistemi olan ve yüksek yörüngedeki görevler için üretilen uydular transfer yörüngesinden hedeflenen yörüngeye, yörüngeler arası taşımacılık faaliyetleriyle ulaşacaktır.

2.1.2. Yörünge Taşımacılığı

Yörünge taşımacılığı, faydalı yüklerin roketle entegre edilmesi ve roketin fırlatma rampasına tek parça halinde taşınmasının ardından gerçekleştirilir. Yörünge taşımacılığı, fırlatma rampasından başlayarak hedeflenen yörüngeye ulaşılmasını ve faydalı yüklerin yörüngeye yerleştirilmesini ifade etmektedir. Yörünge taşımacılığında taşıma süreci genel itibarıyla aynı olsa da araştırmanın içeriğine uygun olarak Falcon 9 özelinde incelenmiştir. Yörünge taşımacılığının aşamaları Tablo 2.1’de, Şekil 2.22 ve Şekil 2.23’de detaylı olarak gösterilmiştir.

Yakın Dünya Yörüngesine (LEO) gerçekleştirilen taşımacılığın aşamaları Falcon 9 özelinde gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Falcon 9’un Kalkış (Fırlatma), Yörünge Taşımacılığının Aşamaları

Zaman	Fırlatma süreci
Z- 3s	Motorlarının çalıştırılması
Z+ 0	Kalkış
Z+ 1-2dk	Maksimum dinamik basınç (Maks-Q)
Z+ 2-3dk	Güçlendirici (Booster) motorlarının kapatılması
Z+ 2-3dk	I. Aşama (Güçlendiricinin) ayrılması
Z+ 2-3dk	II. Aşamanın motor çalıştırması
Z+ 3-4dk	Faydalı yük Kaportasının (Fairing) ayrılması
Z+ 4-6dk	Güçlendiricideki Izgara Kanatların açılması ve manevraların gerçekleştirilmesi
Z+ 6-8 dk	Güçlendiricinin geri dönüş manevrası ve tekrar ateşlenmesi
Z+ 8-9dk	Güçlendiricinin tekrar motor çalıştırılması ve dikey inişin gerçekleştirilmesi
Z+ 10dk	II. Aşamanın yörüngeye ulaşımı
Z+ 12dk	Faydalı yüklerin (Uyduların ayrılması)
Z+ 15dk	II. Aşamanın yörüngeden çıkarılarak kontrollü imhası

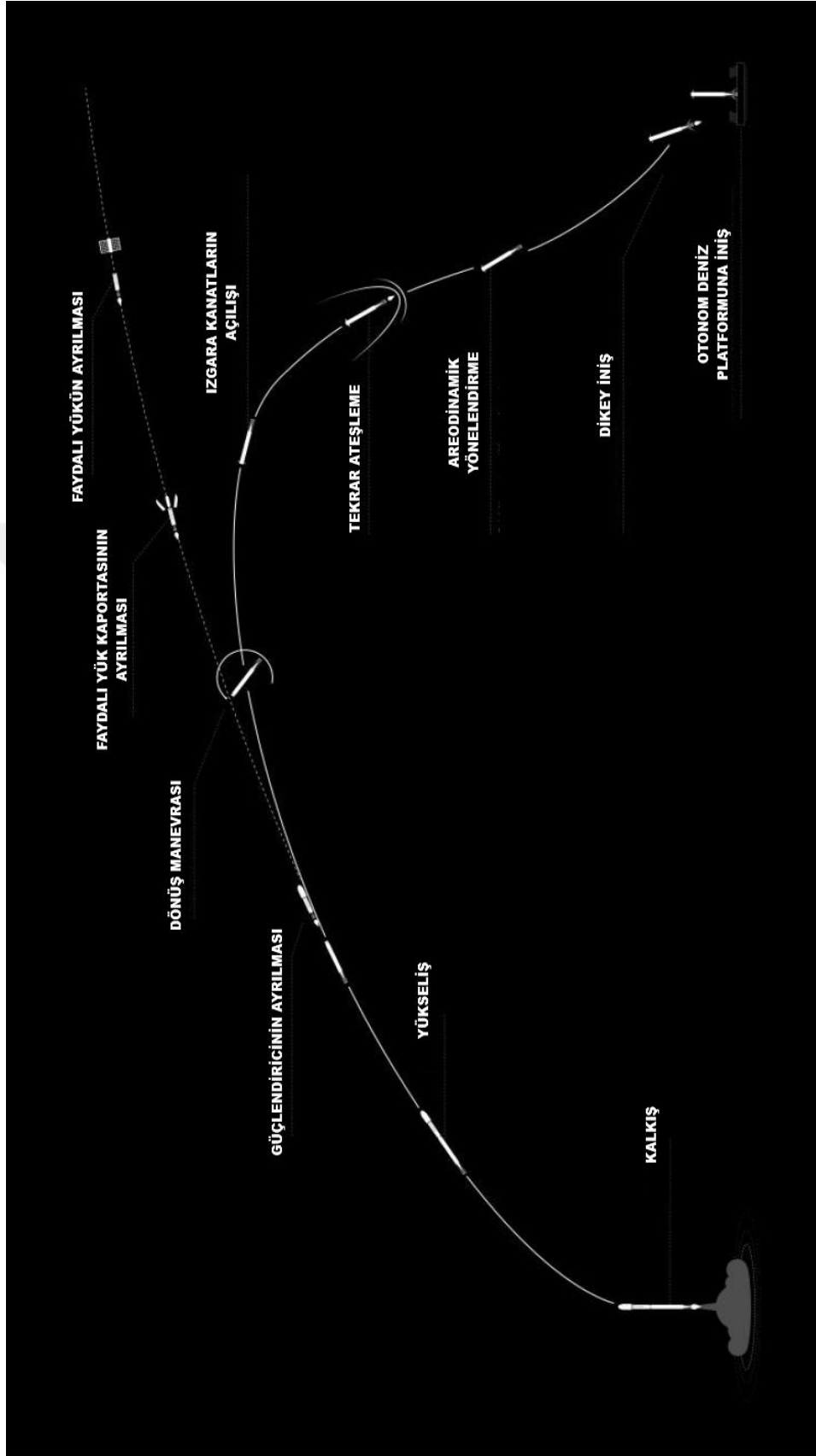
Z: Zaman, S: Saniye, Dk: Dakika

Falcon 9 ve Falcon Heavy aynı platformları kullanmaktadır. Falcon Heavy’nin üç güçlendiricisinin olmasıyla ayrılma ve iniş süreçlerinde farklılıklar olsa dahi genel olarak yörünge taşımacılığı süreci benzerdir. Yörünge taşımacılığı, ilk olarak kalkış, ilk ve ikinci aşamanın ayrılma manevraları, geri dönüş manevraları, yörüngeye giriş ve faydalı yüklerin

yörüngeye bırakılması olarak sıralanabilir. Farklı yörüngelere daha az faydalı yük ile direkt çıkılabilir. Ayrıca uyduların kendi yetenekleriyle veya yörünge transfer araçlarıyla yörüngeler arası taşımacılık (transfer) gerçekleştirilir.

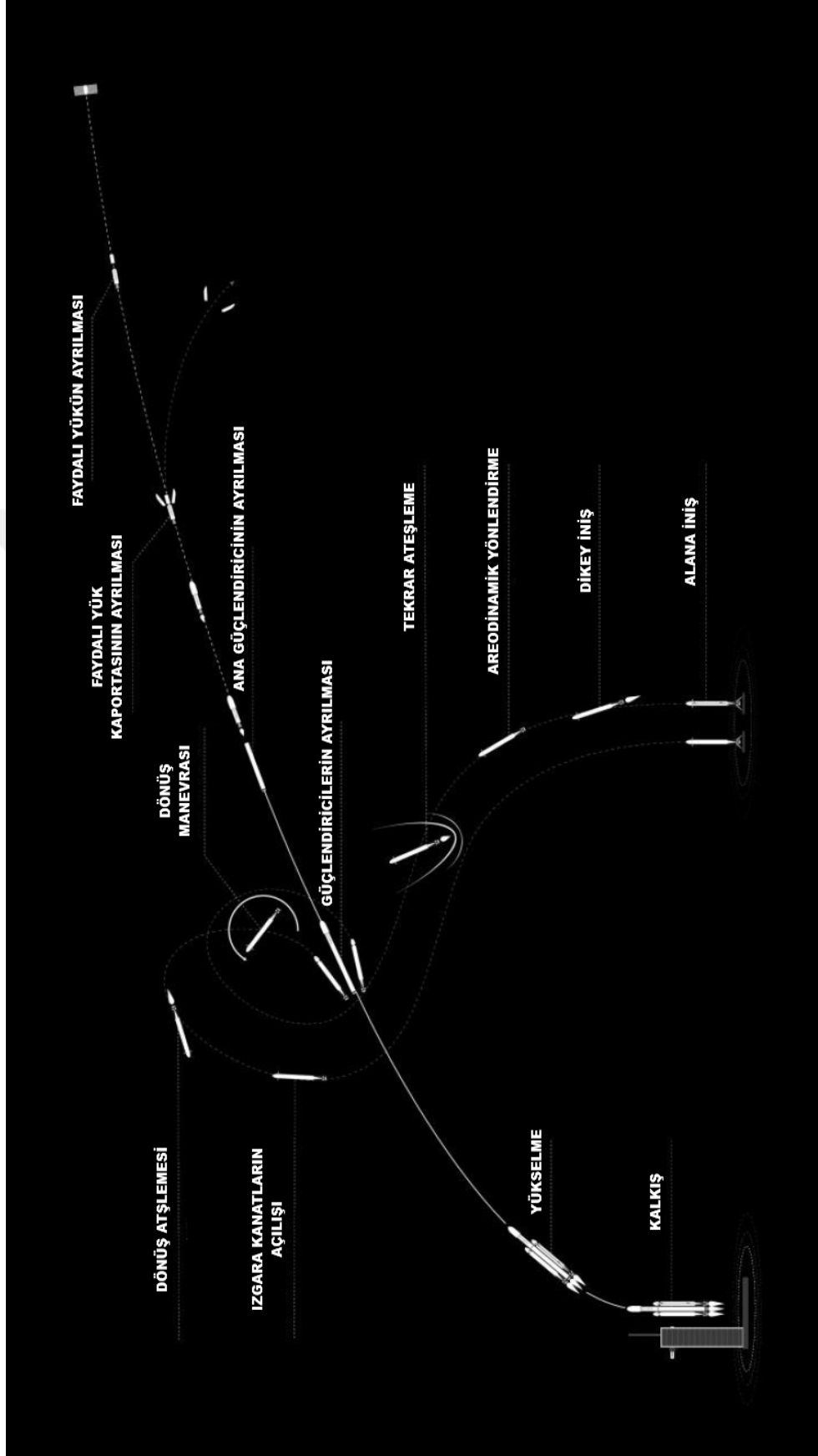
Yörüngeler arası taşımacılık yörünge transfer araçlarının uydulara entegrasyonu ile gerçekleştirilebilir. Gelecekte Fergani uzay şirketinin geliştirdiği Yörünge Transfer Aracıyla (YTA) Türkiye'nin yörüngeler arası taşımacılık kapasitesi artacaktır.





Şekil 2.22 Falcon 9'un Kalkış (Fırlatma), Yörünge Taşımacılığı ve İniş Süreci

Kaynak: (SpaceX, 2025c).



Şekil 2.23 Falcon Heavy'un Kalkış (Fırlatma), Yörünge Taşımacılığı ve İniş Süreci

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

Roketin Fırlatılması, yörünge taşımacılığının ilk aşaması olup roketlerin fırlatma sahalarından kalkış yaparak hedeflenen yörüngeye doğru gerçekleştirdiği hareketidir.

Roketin ayrılma manevraları: İki aşamalı roketlerin yapısı itibarıyla kalkış sonrası belirli irtifalarda gerçekleştirilen ayrılma manevralarıdır. Şekil 2.23’de detaylı olarak gösterilen süreçte ilk olarak I. aşama olan tekrar kullanılabilen güçlendiricilerin motorlarını durdurması sonrasında ise ayrılmasıdır. Ardından tek motorlu II. Aşamanın yörüngede faydalı yükleri bırakması veya Dragon uzay aracından ayrılmasını ifade etmektedir.

Roketin yörüngeye girişi: Faydalı yüklerin bulunduğu tek motorlu roketin hedeflenen yörüngeye girişini ifade eder. Faydalı yüklerin genellikle yeryüzünden LEO ve Yer Sabit Transfer Yörüngesine (Geostationary Transfer Orbit- GTO) taşımacılık faaliyetleri gerçekleştirilir.

Faydalı yüklerin yörüngeye bırakılması (yerleştirilmesi): Faydalı yüklerin veya uyduların yörüngeye bırakılmasını ifade etmektedir. Küp uydular farklı dağıtıcı sistemler (EXOpod) ile yörüngeye bırakılmaktadır. II. Aşama hedeflenen yörüngeye geldiğinde faydalı yük kısmındaki uyduların serbest bırakılmasıdır.

YTA’lar ile yörünge transferlerinin gerçekleştirilmesi: Uydu, uzay istasyonu, uzay aracı vb. yüklerin GTO’ya bırakıldıktan sonra GEO, Ay transfer yörüngesi ve Yüksek Eliptik Yörüngeler (HEO) daha yüksek yörüngelere yörüngeler arası taşımacılık gerekebilir. Falcon 9’un uyduları GTO’ya bırakılmasının ardından kendi itki sistemleriyle GEO’ya transferini gerçekleştirebilir. Son süreçte TÜRK SAT 6A’nın kendi itki sistemleriyle GEO’ya yerleştirilmiştir. Ayrıca itki sistemine sahip olmayan faydalı yüklerin YTA’lar ile yörüngeler arası geçişinin sağlanmasıdır.

Güçlendiricinin yeryüzüne dönüşü: Falcon 9’un ilk aşaması olan güçlendiricisinin sonraki fırlatmalarda kullanılabilmesi için yeryüzüne dönüş sürecini ifade etmektedir. Geri dönüş sürecinde Falcon 9 ve Falcon Heavy’nin iniş gerçekleştirebileceği kara ve deniz platformları bulunmaktadır. Ayrıca SpaceX’in filosundaki Starship’in ilk aşaması fırlatma rampasına tekrar iniş gerçekleştirebilmektedir. Starship’in iki aşaması da tekrarlı kullanım özelliğine sahiptir.

2.1.3. Yörünge Taşımacılığında Kullanılan Araçlar/ Roketler

2.1.3.1. SpaceX: Falcon 9, Falcon Heavy, Starship ve Dragon

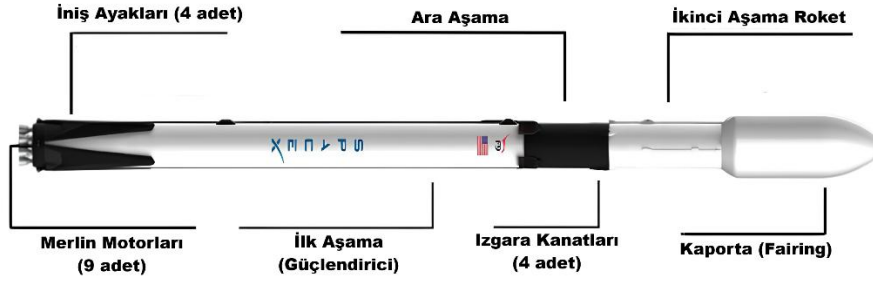
Yörünge taşımacılığında genellikle iki aşamalı roketler kullanılmaktadır. Bu alanda geçmişte devlet destekli fırlatma operatörleri bulunmaktaydı. Günümüzde ise ticari faaliyetlerini sürdüren özel uzay firmaları fırlatma alanında etkinliğini artırmaktadır. Özellikle teknik altyapısı, fırlatma kabiliyeti ve kapasitesiyle SpaceX fırlatma operatörleri arasında özel bir yere sahiptir. SpaceX'in sahip olduğu Falcon 9, Falcon Heavy, insanlı uzay görevleri için Dragon kapsülüyle, uzayın derinliklerine erişim sağlayabilecek Starship ile farklı görevlere uygun fırlatma roketleri ve uzay araçları filosuyla uzaya erişimde (taşımacılık) önemli bir 3 PL hizmet sağlayıcısıdır (Şekil 2.24) (SpaceX, 2025c).



Şekil 2.24 Falcon 9 ve Falcon Heavy Roketleri

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

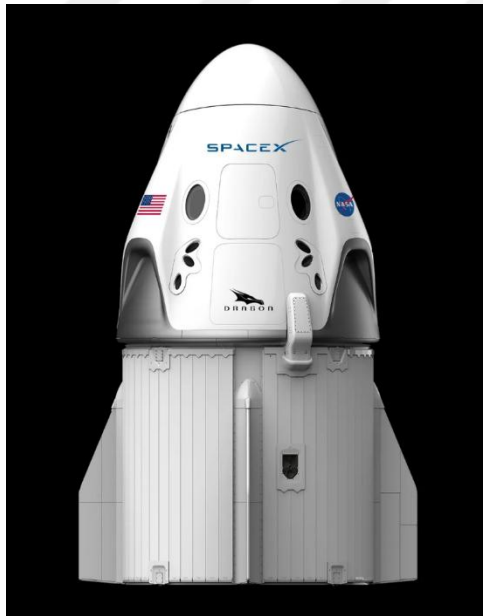
Falcon fırlatma aracı ailesi farklı görevlere uygun olacak şekilde özel olarak geliştirilmiştir. Bu kapsamda iki aşamalı motorları, yakıt tankları, aviyonik cihazları, güdüm ve kontrol yazılımları ve yer destek ekipmanları ve teçhizatları geliştirilmiştir. Falcon Heavy, Falcon 9'un platformu üzerine kurulmuş olup ekstra iki güçlendirici ile desteklenmiştir. Falcon Heavy daha ağır yüklerin yörüngeye taşınabilmesi için üretilmiştir. SpaceX, Cape Canaveral Uzay Kuvvetleri Üssü, (Cape Canaveral Space Force Station, CCSFS), Kennedy Uzay Merkezi (Kennedy Space Center -KSC) ve Vandenberg Uzay Kuvvetleri Üssü'nde (Vandenberg Space Force Base -VSFB) olan Falcon fırlatma tesislerini işletmektedir. Falcon LEO, GTO, HEO, gezegenler arası kaçış yörüngelerine ve farklı eğim ve irtifalara faydalı yük taşımacılığı gerçekleştirebilmektedir (SpaceX, 2025c).



Şekil 2.25 Falcon 9'un Özellikleri

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

SpaceX Falcon 9 ile 2025'in ilk çeyreği itibariyle toplamda 507 fırlatma gerçekleştirmiştir. Bunlardan 462'si tekrar yere iniş yapmıştır. Tekrar başarılı iniş yapabilen güçlendiricilerin kullanımıyla toplamda 431 tekrar fırlatma gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama güçlendiriciler %100 başarı oranıyla 384'ten fazla taşımacılık gerçekleştirmiştir (SpaceX, 2025c; SpaceX, 2025b). Tekrar kullanılabilen roketler ise uzaya erişiminde maliyet etkin çözümler sunmaktadır. Uzaya erişimin daha uygun maliyetlerle gerçekleştirilebilmesi ise uzay araştırmalarını, uzay turizmini, derin uzay faaliyetlerini, Mars ve Ay yolculuklarını desteklemektedir. Bu durum ise uzay endüstrisini önemli katkılar sunmuştur.



Şekil 2.26 Dragon Uzay Aracı

Kaynak: (SpaceX, 2025c).

Falcon 9, Dragon uzay aracıyla Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) kargo ve mürettebat taşımacılığı gerçekleştirebilmektedir. SpaceX'in yanı sıra Boeing Starliner uzay aracıyla 5 Haziran 2024'te ISS'e taşımacılığını başarılı bir şekilde gerçekleştirmiştir. NASA

Astronotları Butch Wilmore ve Suni Williams Starliner ile ISS'e başarılı bir şekilde ulaşmış olsa da araçtaki teknik arıza nedeniyle geri dönüş sürecinde aksaklık yaşanmıştır. ISS'te yaklaşık 9 aydır mahsur kalan Astronotların geri dönüşü Dragon ile başarılı bir şekilde sağlanmıştır (AA, 2025d).

SpaceX'in kapasite açısından en önemli roketi ise Starship'tir. Starship'in iki aşamasının da tekrar kullanıma sahip olması uzaya erişim ve taşımacılıktaki maliyetlerin daha da azalmasını sağlayacaktır.



Şekil 2.27 Starship ve Güçlendiricisi

Kaynak: (Toraman, 2025b; SpaceX, 2025d).

Starship'in özellikleri; (SpaceX, 2025d).

- İkinci Aşama Starship 52 m,
- Birinci Aşama Güçlendiricisi 71 m,
- 9 m (29.5 ft) çap,
- 150 tona kadar taşıma kapasitesi,

Starship'in 150 tona kadar taşıma kapasitesine sahip olması da yörünge ve ötesine gerçekleştirilecek taşımacılıkta maliyetlerini düşürerek daha fazla işletmenin uzaya erişimine imkan sağlayacaktır. Starship'e LEO'da yakıt (Refilling) yükleme işlemi gerçekleştirilebilecektir. Bu özellik ise Starship'in Mars ve Derin Uzay faaliyetlerinde daha fazla yük taşımaya imkan sağlayacaktır. Starship, mürettebatı, teçhizat, ekipman ve yüksek tonajlı kargoları Yörünge, Ay, Mars ve ötesine taşımada oldukça kullanışlı olacaktır. (SpaceX, 2025d).

SpaceX'in gerçekleştirdiği ilkler; (Toraman, 2025b).

Tablo 2.2 SpaceX'in Gerçekleştirdiği Görevler

Sıra	Tarih	Görev
1	(28 Eylül 2008)	Falcon 1 Dünya yörüngesine ulaştı.
2	(25 Mayıs 2012)	ISS'e kargo teslimatı yaptı.
3	(21 Aralık 2015)	Tekrar kullanılabilen roketiyle kalkış ve inişi tamamlandı.
4	(30 Mart 2017)	Tekrar kullanılan (kullanılmış) roketle kalkış ve inişi tamamladı.
5	(Demo-2 görevi, 30 Mayıs 2020)	ISS'e uzay görevinde Astronot taşıdı.
6	(24 Ocak 2021)	Tek seferde yörüngeye 143 uydu taşıdı.
7	(Inspiration4 görevi, 15 Eylül 2021)	Sivil mürettebatla ticari uzay faaliyetini gerçekleştirdi.
8	(Axiom 3 görevi, 19 Ocak 2024).	İlk Türk Astronot (Türkonot) Alper Gezeravcı bilimsel araştırmalarını gerçekleştirmek için Falcon 9 ve Dragon aracıyla ISS'e ulaştı.
9	(Polaris Dawn, 10 Eylül 2024).	İlk ticari uzay yürüyüşü gerçekleştirildi.
10	Gelecekte	Starship roketiyle Mars'a seyahat hedefi bulunmaktadır.

Türkonot tabiri Prof. Dr. Lokman Kuzu'nun geçmiş çalışmalarında belirtilmiştir.

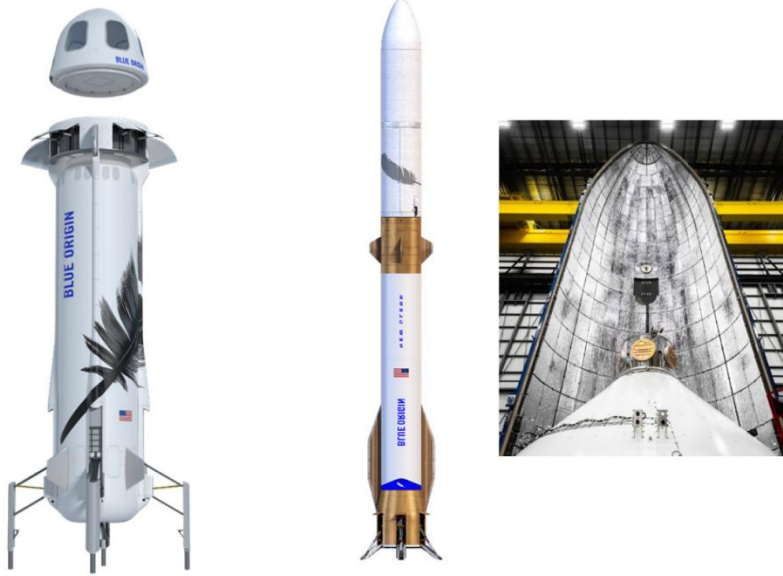
Starship test aşamasında olup ilk aşama güçlendiricisi başarılı kalkış, dikey iniş ve fırlatma rampasına iniş gerçekleştirilmektedir. Fakat Starship'in 7. ve 8. testlerinde ikinci aşama Starship infilak ederek atmosferden yeryüzüne parçalanarak girmiştir (Spacelogistics, 2025). Starship 9. Test uçuşunda da başarısız olmuştur. Başarısızlıkla sonuçlanan fırlatmalar olsa dahi bu Starship gelecekte fırlatma başı maliyetlerin düşüşünde önemli bir etken olacaktır. SpaceX, hem Falcon ve Starship roketleriyle hem de Dragon uzay aracıyla fırlatma süreçlerinde, taşımacılığında ve uzay lojistiğinde özel bir konuma sahiptir (Tablo 2.2).

Uzaya erişim için oldukça önemli olan roketler kara ve deniz platformlarından fırlatılabilmektedir. Roketler ve uzay araçları bilimsel araştırmalarda, Astronotların ve faydalı

yüklerin taşımacılığında, uzay turizminde ise uzay yolcularının taşımacılığında kullanılmaktadır.

2.1.3.2. Blue Origin: New Shepard ve New Glenn

Blue Origin, tekrar kullanılabilen roketlere sahip ticari uzay firmasıdır. Sahip olduğu roketler ile hem uzay turizmine hem de kargo taşımacılığı alanında faaliyet göstermektedir. Şirket daha fazla insanın uzaya erişimini sağlamayı hedeflemektedir. Yörünge taşımacılığında tekrar kullanılabilen roketleriyle maliyet etkin çözümler sunmayı hedeflemektedir. New Shepard uzay turizminde aktif olarak kullanılmaktadır. New Glenn ise test aşamasında olup yörünge, Ay, Mars ve ötesine erişim için kullanılması hedeflenmektedir. Blue Origin'e ait New Shepard ve New Glenn roketleriyle New Glenn'in faydalı yük taşıma alanı Şekil 2.28'de gösterilmiştir.



Şekil 2.28 Blue Origin'e ait New Shepard ve New Glenn

Kaynak: (Blue Origin, 2024; Toraman, 2025b).

Ayrıca Blue Moon, Blue Origin'in Ay'daki görevler için tasarladığı araçtır. NASA'nın Artemis programı kapsamında gerçekleştirilecek görevlerde kullanılması için geliştirilmiştir (Blue Origin, 2024).

New Glenn'in ilk fırlatmasında kısmi başarısızlıkla karşılaşmıştır. İlk aşaması başarısız bir iniş gerçekleştirmesine rağmen ikinci kısmı başarılı bir şekilde yörüngeye girmiştir. New Glenn LEO'ya 45 ton, GTO'ya yaklaşık 13 ton taşıma kapasitesine sahiptir. (Blue Origin, 2024). New Glenn, LEO'ya Falcon 9'dan daha fazla yük taşıma kapasitesine sahip olmasıyla yörünge taşımacılığında önemli bir alternatif olmuştur.

2.1.3.3. Virgin Galactic: VSS Unity

Yörünge altı uzay turizminde hizmet veren Virgin Galactic özel bir uzay şirkettir. Başarısız test aşamasından geçmiş olsa da aktif olarak yörünge altı uzay uçuşları gerçekleştirmektedir. Şekil 2.29'da Virgin Galactic'in uzay aracı VSS Unity ve Taşıyıcı uçağı WhiteKnightTwo birlikte kalkış gerçekleştirirken gösterilmiştir.



Şekil 2.29 Virgin Galactic'in VSS Unity ve WhiteKnightTwo

Kaynak: (Toraman ve Alnıpak 2025).

Taşıyıcı uçak WhiteKnightTwo ile yaklaşık 15 km'lik kısım geçtikten sonra VSS Unity kendi motorlarını çalıştırarak yolcularına mikro yerçekimi deneyimi sunabilmek için yaklaşık 90-100 km irtifaya çıkartılır. Altı yolcuya mikro yerçekiminde yaklaşık 4-7 dk arasında zaman geçirilme (deneyim) fırsatı sunulur. Türkiye bu alanda ikinci Türkonot Tuva Cihangir Ataserver mikro yerçekimini deneyimleme ve çeşitli bilimsel araştırmaları gerçekleştirmek için gönderildi.

Yakın yörünge ve yörünge altı uzay turizmi, roketler, uzay araçları ve balonlar ile gerçekleştirilebilmektedir. Uzay turizminin içerisinde önemli bir yere sahip olan yakın yörünge turizminin hacmi gelecekte 1.5 milyar ABD dolarına ulaşması öngörülmektedir (Toraman ve Alnıpak 2025).

2.1.3.4. Uzaya Erişimde Balonların Kullanımı

Uzaya erişim de kullanılan bir diğer araç da balonlardır. ABD merkezli Space Perspective, World View Enterprises ve Near Space Corporation Fransa merkezli Zephalto ve İspanya merkezli HALO Space, EOS-X Space ve Zero 2 Infinity ise uzaya erişim için balonları kullanması planlanmaktadır. Uzay turizminde kullanılması hedeflenen balonların diğer bir kullanım alanı da yörünge taşımacılığıdır. Belirli bir irtifaya kadar balon ile çıkartılan fırlatma sistemlerinin kendi motorlarıyla yörünge taşımacılığı faaliyetini gerçekleştirmesidir.



Şekil 2.30 Zero2Infinity- Bloostar

Kaynak: (Toraman, 2025b).

Zero 2 Infinity uzay turizminde Bloon yörünge taşımacılığında ise Bloostar araçlarına sahiptir. Bloostar şekil 2.30’da gösterilmiştir. Bloostar, maksimum 140kg’lık küçük uyduların yörüngeye taşınmasını sağlayan bir araçtır. Stratosfere kadar yaklaşık 35-40 km’lik kısmın balonlarla geçilmesinin ardından balondan ayrılan Bloostar’ın motorları çalıştırılarak LEO’ya doğru hareketini sağlayacak olup uyduları yörüngeye bırakarak görevi tamamlayacaktır.

Balonlarla yükseldiği için yakıt kullanımını daha azdır. Bu durum ise yörünge taşımacılığında maliyet etkin alternatif çözümlerin üretilmesi açısından önemlidir. Hem çevreci hem de düşük maliyetleriyle gelecekte yörünge taşımacılığında tercih edilmesi muhtemeldir. Fakat 1-2 saatte stratosfere ulaşması ve düşük kapasitesiyle her türlü ihtiyaca hızlı cevap verecek durumda değildir. Acil görevlerin tamamlanmasında tercih edilmeyebilir. Fakat çevre hassasiyeti olan ve zaman kısıtı olmayan küp uydu üreticilerinin uygun maliyetlerle yörünge taşımacılığını sağladığı için tercih edebilecektir (Toraman ve Alnıpak 2025).

2.1.3.5. Deniz Platformlarından Yapılan Fırlatmalar

Karadan gerçekleştirilen fırlatmaların yanı sıra deniz platformlarından ve gemilerden de fırlatmalar gerçekleştirilmektedir. Yörünge taşımacılığında deniz platformları etkinlik, verimlilik, güvenlik ve esneklik gibi çeşitli faydalar sağlamaktadır. Uzaya erişimde fırlatma platformları maliyet, etkinlik ve verimlilik sağlamak için Ekvatora yakın noktalardan fırlatmayı tercih edebilmektedir. Fakat her ülke Ekvator bölgesinde fırlatma alanına sahip değildir. Bu nedenle fırlatma operatörleri hareket kabiliyetini artıracak deniz platformlarını kullanmaktadır. Ayrıca denizlerde gerçekleştirilen kalkışlar güvenlik açısından da önemli kazanımlar elde edilmesini sağlamaktadır. Aktif olarak otonom deniz platformları denize dikey iniş gerçekleştirilebilmesi için kullanılmaktadır. SpaceX aktif kullanırken Blue Origin, Rocket Lab vb. şirketler gelecekte bu tür platformları kullanmayı hedeflemektedir.

Sea Launch, deniz platformlarından gerçekleştirilen yörünge taşımacılığında kullanılmıştır. Şu an aktif olmayan platform Rus havacılık şirketi S7 tarafından satın alındıktan sonra faaliyetlerine tekrar başlaması beklenmektedir. (Spacenews, 2025a).



Şekil 2.31 Gravity-1 Roketinin Gemiden Kalkışı

Kaynak: Space.com, (2025).

Çin’li Orienspace katı yakıtlı Gravity-1 roketi denizden gemi üzerinden kalkış gerçekleştirmiştir. Gemi kalkışlı Gravity-1 roketi yörüngeye 6.5 ton’luk faydalı yük taşıma kapasitesine sahiptir. Orienspace’in Gravity-1 Roketi Şekil 2.31’de gösterilmiştir. Çin’li Orienspace’in 2024’te gerçekleştirdiği ilk fırlatmada ticari uydunun yörüngeye olan taşıma operasyonu başarıyla tamamlanmıştır (Spacenews, 2025b).



Şekil 2.32 Roketin Deniz Platformundan Kalkışı

Kaynak: Spacenews, (2025b).

Çin’in Long March 11 roketi de başarıyla deniz platformalarından fırlatılmıştır. Uzunluğu 20.8 m çapı 2 m ve 58 ton ağırlığındaki 4 kademeli Long March 11 roketi deniz platformundan kalkış yaparak LEO’ya başarılı bir yörünge taşımacılığı faaliyeti gerçekleştirmiştir.

2.1.3.6. Havadan Uçakların Kullanımıyla Roketlerin Fırlatılması

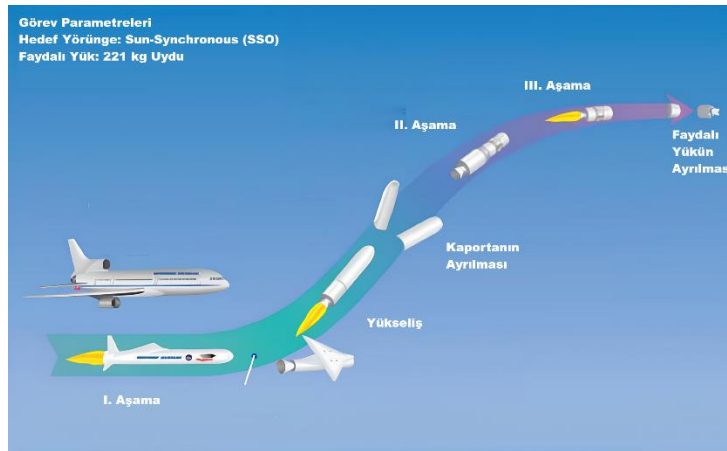
Uçağın gövdesine monte edilen roket 12-15 km irtifada serbest bırakıldıktan sonra ateşleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Ardından roketin kendi motorlarıyla fırlatılarak faydalı yükler yörüngeye taşınmaktadır. Bu alanda Northrop Grumman'ın geliştirdiği üç aşamalı Pegasus roketi Stargazer L-1011 uçağıyla yaklaşık (40.000 feet) 12 km ye çıkartıldıktan sonra serbest bırakılır. Ardından üç aşamalı Pegasus roketinin ilk aşaması ateşlenir ve yükseliş başlatılır (Northrop Grumman, 2025).



Şekil 2.33 Uçakların Kullanımıyla Pegasus Roketinin Fırlatılması

Kaynak: Northrop Grumman, (2025a).

Pegasus roketinin 450kg (1000 pound) taşıma kapasitesi bulunmaktadır. Pegasus roketi daha çok küçük uyduların LEO'ya yerleştirilmesi (taşınması) sürecinde kullanışlıdır. Pegasus roketiyle 45 görevde toplamda 100 uydu yörünge taşınmıştır (Northrop Grumman, 2025a).



Şekil 2.34 Pegasus Roketinin Yörünge Taşımacılığı

Kaynak: Pegasus Payload User Guide, (2020).

Şekil 2.33’de gelen görünümü ve Şekil 2.34’te roketin yörünge taşımacılığındaki geçtiği aşamalar gösterilmiştir. Pegasus roketi uyduların yörüngeye taşınmasında tercih edilmiştir. Yörünge taşımacılığı faaliyetleri ortalama 10-13 dk arasında tamamlamaktadır (Northrop Grumman, 2025a).

Ayrıca Boeing 747-400 yolcu uçağının modifiye edilmiş şekli Cosmic Girl uçağında havadan roket fırlatmalarında kullanılmaktadır. Virgin Orbit’in geliştirdiği LauncherOne roketiyle 300 kg’lık küçük uyduların yakın yörünge (LEO) taşımacılığında kısa bir süre kullanılan alterantfilerden bir olmuştur. Başarısız fırlatma operasyonları nedeniyle firma faaliyetlerini uzun süre devam ettirmemiştir (İlarslan, 2025; Virgin, 2025).

Tablo 2.3 Yörünge Taşımacılığı Yapan Şirketler ve Roketleri

Şirket	Roket	Yük Kapasitesi (LEO)	Roketin Aşamaları	Kullanım Durumu	Kullanım Alanı
SpaceX	Falcon 9	22.800 kg	2	Aktif	Ticari/Turizm
	Falcon Heavy	63.800 kg	2+ 2 güçlendirici	Aktif	Ticari
	Starship	150.000 kg	2	Deneme	Ticari/Turizm
Blue Origin	New Shepard		1	Aktif	Turizm
	New Glenn	45.000 kg	2	Deneme	Ticari
Rocket Lab	Electron	300 kg	2	Aktif	Ticari
	Neutron	13.000 kg	2	Gelişim	Ticari
United Launch Alliance (ULA)	Atlas V	19.850 kg	2	Aktif	Ticari
	Delta IV Heavy	28.790 kg	2	Kullanımı Durduruldu	Ticari
	Vulcan Centaur	27.200 kg	2	Deneme	Ticari
Arianespace	Ariane 5	21.600 kg	2	Aktif	Ticari
	Ariane 6	21.500 kg	2	Gelişim	Ticari
	Vega	1.500 kg	3	Aktif	Ticari
	Vega-C	2.200 kg	3	Gelişim	Ticari
Roscosmos	Soyuz 2	8.200 kg	2	Aktif	Ticari/Turizm
Firefly Aerospace	Alpha	1.030 kg			
ISRO	PSLV	3.800 kg	4	Aktif	Ticari

South Korea (KARI)	Nuri (KSLV-II)	3.300kg	3	Aktif	Ticari
Northrop Grumman	Antares 330	8.000 kg	2	Deneme	Ticari
Space One	KARIOS	300 kg	2	Deneme	Ticari
Honda	-	-		Deneme	Ticari
Isar Aerospace	Specturm	1000 kg	2	Deneme	Ticari
Gilmour Space Technologies	Eris-1	300 kg	3	Deneme	Ticari
Zero2Infinity	Bloostar	100 kg	3	Gelişim	Ticari
Roketsan	Sonda 1	100kg	2	Deneme	-
Roketsan	Şimşek-1/2	300kg- 1500kg	3/3	Gelişim	-
DeltaV	SORS	50 kg	1	Deneme	Araştırma

Kaynak: (SpaceX, 2025a; SpaceX, 2025b; Blue Origin, 2024; Rocket Lab, 2025; ULA, 2025; Arianespace, 2025; ESA, 2025b; ISRO, 2025; KARI, 2025; Northrop Grumman, 2025b; (Zero2infinity, 2025; Firefly Aerospace, 2025; Roketsan, 2025; DeltaV, 2025a; Honda, 2025; Isaraerospace, 2025b; ASA, 2025).

Son süreçte uzayın ticarileştirilmesiyle artan uzay faaliyetleri birçok alanı etkilemiştir. Fakat uzaya erişimin sınırlı sayıda fırlatma operatörüyle gerçekleştirilmesi özellikle fırlatma ve yörünge taşımacılığı alanında yeni firmaların uzay ekosistemine dahil olmasına neden olmuştur. Bu kapsamda Tablo 2.3'te aktif ve deneme aşamasında olan sıklıkla kullanılan ticari roketler gösterilmiştir.

Yörünge taşımacılığı, genel itibarıyla farklı görev yüklerine sahip uyduların istenilen yörüngeye hızlı ve güvenli bir şekilde erişmesini sağlamaktır. Bu kapsamda kara, deniz ve hava gibi çeşitli platformlardan kalkış yapabilen farklı tipte, kapasitede ve özellikte roketlere ihtiyaç duyulmaktadır. Yörünge taşımacılığının ana unsuru roketlerdir. Fakat roketler yörünge taşımacılığında çeşitli risklerle karşılaşabilmektedir. Bu nedenle yörüngeye gerçekleştirilen taşıma faaliyetlerinde risklerin tespit edilmesi ve önlem alınması uzay lojistiğinde başarı elde edilebilmesi için oldukça önemlidir.

Türkiye'de ise yörünge taşımacılığında kullanılması muhtemel roketler deneme aşamasındadır. Uluslararası Savunma Sanayii Fuarında Roketsan tarafından duyurulan Şimşek-

1, Şimşek-2 ve roketi (International Defence Industry Fair; IDEF), DeltaV'nin SORS roketi ve Fergani Uzay'ın 50 tonluk bir fırlatma sistemi üzerinde çalıştığı bilinmektedir (Trthaber, 2025).

Delta V'nin sonda roketi araştırma kapsamında geliştirilmektedir. İlk etapta yörünge taşımacılığında kullanılmayacaktır. Fakat Roketsan ve Fergani'nin roketleri yörünge taşımacılığında aktif olarak kullanılması muhtemeldir. Bu bağlamda düşünüldüğünde Türkiye gelecekte yörünge taşımacılığında fırlatma operatörü olarak önemli alternatiflerden birisi olması kaçınılmazdır.

2.2. Küp Uydular

Uzayın keşfi, araştırılması ve kullanılmasında geliştirilen ekipman, teçhizat, roket, uzay aracı, uydu, optik, sensör vb. uzay teknolojileri olarak tanımlanabilir. Son süreçte ilgili teknolojiler hem uzay faaliyetlerinde hem de yeryüzündeki çeşitli faaliyetlerde kullanılabilmektedir. Geliştirilen uzay teknolojileriyle kamu kurumları, şirketler, vakıflar ve tüketicilerin kullanabileceği birçok alanda hizmet sunulmaktadır. Uydu teknolojileriyle televizyon yayınları, iletişim, haberleşme, navigasyon (GPS), hava durumunun takibi, doğal afetlerin, orman ve tarım alanları izlenmesiyle çevrenin korunması faaliyetleri gerçekleştirilebilir. Lojistik alanında erişimin kısıtlı olduğu açık denizlerdeki gemilerin takibi ve mürettebatla iletişim kurulmasını sağlamaktadır. Araç filolarının ve hava yollarındaki uçuşların takibi gerçekleştirilebilmektedir (Ramahatla vd., 2022).

Uyduların faaliyet alanlarını ise sahip oldukları görev yükleri belirlemektedir. Tablo 2.4'te gösterildiği gibi çeşitli ebatlarda ve büyüklüklerde üretilen uydular sahip oldukları görev yükleriyle kullanılmaktadır. Görev yükleri, uyduların üretim aşamasında belirlenen görevlerin gerçekleştirilebilmesi için yerleştirilen fiziksel parçalardır.

Uydu görev yükleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özyıldırım ve İlarslan 2025; Bayraktar, 2025; Fergani Uzay, 2025a).

- Haberleşme Görev Yükleri; Televizyon, internet ve iletişimin uydu teknolojileriyle gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Uydular haberleşme görev yükleriyle telekomünikasyon alanında kullanılabilir.
 - Antenler,
 - Frekans yükselticiler,
 - Transponderler,
 - Lazer iletişim sistemleri olarak sıralanabilir.
- Uzaktan Algılama (Yer Gözlem) Görev Yükleri; Dünya'nın kara, deniz ve hava sahalarının izlenmesinin sağlanmaktadır. Uzaktan algılama faaliyetler şehir

planlaması, doğal çevre, afet, alt ve üst yapı planlaması süreçlerinde kullanılmaktadır.

- Termal sensörler,
- Radar (Sentetik Açıklıklı Radar- SAR),
- Kamera sistemleri olarak sıralanabilir.
- Seyrüsefer (Navigasyon) ve Konumlandırma Görev Yükleri; Kullanıcılarının bulundukları yeri, konumu ve zamanı tespit etmesinde sağlanmaktadır. Takım uyduları aktif olarak ABD'nin GPS, AB'nin Galileo, Rusya'nın GLONASS ve Çin'in Beidou uyduları kullanılmaktadır. Türkiye'de ise Fergani Uzay, gelecek beş yılda 100 uydu üretim hedefiyle Uluğ Bey isimli küresel konumlama sistemini inşa etmeyi amaçlamaktadır.
 - Hız ve konum radarı,
 - Mesafe ölçüm sensörü,
 - Atom saati olarak sıralanabilir.
- Bilimsel Görev Yükleri; Bilimsel araştırmaların gerçekleştirilmesi için kullanılan teknolojilerdir.
 - Teleskop,
 - Sensör ve dedektörler olarak sıralanabilir.
- Hava ve Meteoroloji Görev Yükleri; Yer yüzündeki havanın izlenerek gelecek hava olaylarının tahmin edilebilmesi sağlamaktadır.
 - Radyometre,
 - Sensörler,
 - Spektrometreler olarak sıralanabilir.
- Askeri ve Güvenlik Görev Yükleri; Ülkeler sahip oldukları uydular aracılığıyla farklı coğrafyalarda askeri alanda gözetleme, keşif ve bilgi toplama faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini sağlamaktadır.
 - SAR,
 - Optik kameralar
 - Sinyal istihbaratı (SIGINT) olarak sıralanabilir.
- Teknoloji Deneme ve Test Görev Yükleri; Yeni, teknik cihaz ve ekipmanlar, motorlar, itki sistemleri, vb. yeni teknolojilerin test edilmesi işlemidir.
- Keşif Görev Yükleri; Dünya dışındaki Ay, Mars, Asteroit, diğer gezegen ve cisimlerin incelenmesine imkan sağlayan görev yükleridir.
 - Optik,

- Kamera,
- Sensörler olarak sıralanabilir.

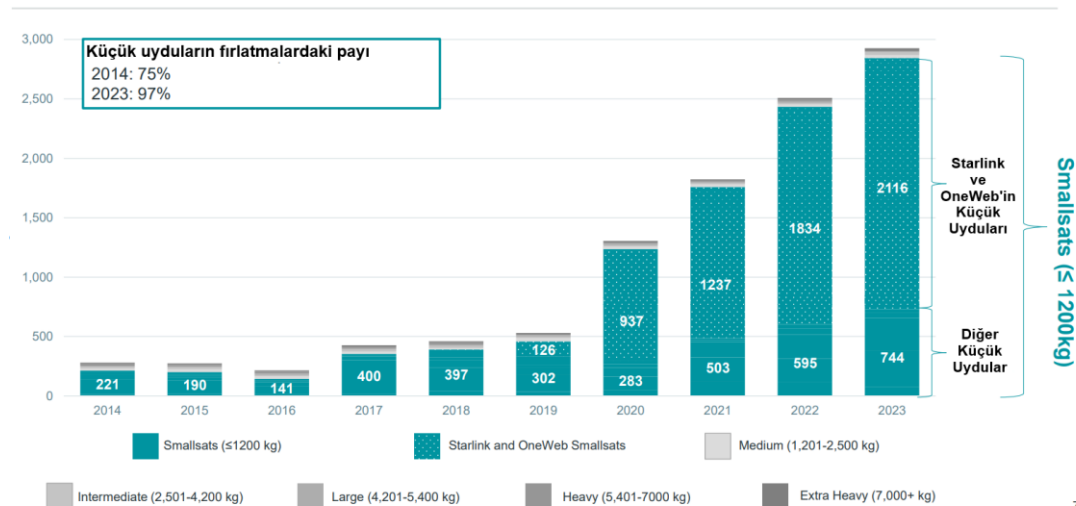
Uydular sahip oldukları görev yüklerine ve görevlerinin gerekliliklerine uygun olarak farklı boyutlarda üretilmektedir. Uydular büyüklükleri itibarıyla sınıflandırılmıştır. İlgili sınıflandırma Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4 Uyduların Sınıflandırılması

	Sınıflandırma	Kilogram (kg)	Sınıflandırma	Kilogram (kg)
Küçük Uydular	Femto	0.01-0.09	Medium	1.201-2.500
	Pico	0.1-1	Intermediate	2.501-4.200
	Nano	1.1-10	Large	4.201-5.400
	Micro	11-200	Heavy	5.401-7.000
	Mini	201-600	Extra Heavy	>7.000
	Small	601-1200		

Kaynak: Federal Havacılık İdaresi (Federal Aviation Administration-FAA), Brycotech, 2024).

Çeşitli amaçlarda kullanılmak üzere farklı görev yükleriyle donatılan uydular bulunmaktadır. Bu tercih devletlerin ve ticari işletmelerin uydu kullanım amacıyla yakından ilgilidir. Fakat son süreçte uzay teknolojilerindeki gelişim küçük uyduların yetenekler artırmıştır.



Şekil 2.35 Yıllar İtibarıyla Küçük Uydu Fırlatma Sayıları

Kaynak: (Brycotech, 2024).

Küçük ebatlı ve yüksek yetenekli olması küçük uyduların daha fazla tercih edilmesini sağlamıştır. Bu durum fırlatma sayıları itibariyle de teyit edilmektedir (Şekil 2.35). Son veriler incelendiğinde 2023'te gerçekleştirilen fırlatmaların %97'si küçük uydu kategorisinde gerçekleştirilmiştir (Brycetechnology, 2024).

2.2.1. Küp Uyduların Yörünge Taşımacılığı

Küp uyduların boyutu itibariyle tasarım kolaylığı, üretim süreçlerinin daha az değişkene bağlı olmasıyla ise uygun maliyetlerle kısa sürede üretilmesini sağlanabilmektedir (Süer vd., 2014). Aynı zamanda hazır ekipmanlar (COTS) ile küp uydu entegrasyonu basit, güvenli, düşük maliyetlerle gerçekleştirilebilmektedir (İlaraslan, 2025; Özyıldırım ve İlaraslan 2025; Bayraktar, 2025). Küp uydunun alt sistemleri, Optik, kamera, sensör, yörünge düşürme, uçuş bilgisayar, kontrol kartları, transponder, anten, güneş paneli, pil vb. olarak sıralanabilir (Ümit vd., 2012).

Ayrıca ağırlığı ve boyutu nedeniyle daha az alan kaplayan küp uyduların fırlatma maliyetleri de oldukça düşüktür. Bu durum ise küçük özellikle küp uyduların gelişimini desteklemektedir. Türkiye'de üretilmiş uydular Şekil 2.36'da gösterilmektedir.



Şekil 2.36 Türkiye'de Üretilen Küp Uydular

Kaynak: Erkeç ve Şanlı (2023).

Türkiye'de İTÜ'nün geliştirdiği ITUpSAT1 2009'da 700 km'lik irtifada yörüngeye yerleştirilen deneysel küp uydu hala aktif olarak çalışmaktadır. Avrupa Birliği FP7 programı kapsamında İTÜ ve Hava Harp Okulu tarafından geliştirilen HavelSat ve BeEagleSat küp uydular da başarıyla fırlatılmıştır. Ayrıca İTÜ ve paydaşları tarafından geliştirilen Türksat 3USAT, ve UBAKUSAT küp uyduları başarıyla fırlatılmıştır (Erkeç ve Şanlı 2023).

Brycetechnology'in Küçük Uydu Raporuna göre, (Brycetechnology, 2024).

- Uydu fırlatmaları özelinde 2019 ile 2023 arasında toplamda 8.703 küçük uydu fırlatılmıştır. Bu uyduların %75'inden fazlasının yörünge taşımacılığı ise Falcon 9 roketiyle gerçekleştirilmiştir.

- İletişim, ticari, deneysel, devletlerin sivil ve askeri amaçlı uydu üretimi gerçekleştirilmiş olup 2023'te toplamda 2.860 adet küçük uydu fırlatılmıştır.
- 2014'ten 2023'e kadar gerçekleştirilen küçük uydu fırlatmaların uyduların % 66'sı SpaceX'in Starlink iştirakine aittir.
- 2020 ile 2023 arasında fırlatılan küçük uyduların ortalama %75'i uydu iletişimi için Starlink ve OneWeb şirketleri tarafından gerçekleştirilmiştir.

Starlink'in LEO'da aktif olarak hizmet veren uydu sayısı yaklaşık 7.000'in üzerindedir. Çin'de Spacecom Satellite Technology Ltd. (SSST), ticari uydu iletişim hizmeti veren bir operatör olmayı hedeflemektedir. SSST, LEO'ya fırlatacağı 1000'den fazla uydu ile dünya çapında kapsama alanına sahip olabilecektir. SSST, takım uydularıyla Starlink gibi uydu tabanlı internet erişimi sağlamayı hedeflemektedir. Dünya'nın her yerinden yüksek hızlı, gerçek zamanlı, güvenli ve güvenilir erişim imkanı sağlamayı amaçlamaktadır (SSST, 2025). SpaceX'in 2020'den sonra sayısı artarak yaptığı fırlatmalara yeni operatörlerin eklenmesiyle LEO'daki uydu yoğunluğu artacaktır (Brycotech, 2024). Bu durum ise hali hazırda yörüngedeki uydu varlığını artıracak olup uzay teknolojileri alanında rekabeti artıracaktır.

Ayrıca güncel olarak 2025'in ilk yarısında yerli uydu üreticilerinin yörünge taşımacılığında SpaceX'i tercih etmiştir. SpaceX'in 14 Ocak 2025'te gerçekleştirdiği 500 km irtifaya gerçekleştirilen (Transporter 12) fırlatmada Plan-S'in Connecta IoT Network takım uydusu için tasarladığı Connecta IOT-5, 6, 7 ve 8 uyduları yer almıştır (AA, 2025a). Ayrıca İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) ve Pakistan Hava Üniversitesi iş birliğiyle tasarların, geliştirilen ve üretilen PAUSAT-1 16U'luk 1.5m çözünürlüğe sahip yer gözlem uydusu da fırlatılmıştır (İTÜ, 2025). Son olarak ise Fergani Uzay'ın FGN-100-d1 isimli ilk uydusunun da taşınması aynı fırlatmada gerçekleştirilmiştir (Fergani Uzay, 2025a). SpaceX'in gerçekleştirdiği taşımacılık faaliyetinde mikro uydu, küp uydu ve yüklerin 30'unu taşıyan Yörünge Transfer Araçları (YTA) dahil olmak üzere 131 tane yük taşımıştır (SpaceX, 2025a).

Türkiye özelinde son süreçte şekil 1.36'da gösterilen küp uyduların yan sıra Plan-S, Hello Space, GUMUSH Aerospace ve Fergani Uzay gibi yerli firmalarda faaliyetlerini sürdürmektedir.

Özellikle Plan-S, lojistik, tarım, enerji, finans, şehir planlaması, afet yönetimi ve çevresel izleme faaliyetlerinde sahip oldukları küp uydular ile hizmet sunmaktadır. Son olarak Haziran 2025'te gönderdiği uydular ile 12'si ticari 5'i test uydusu olmak üzere 17 uydu ile operasyonlarını sürdürmektedir. Plan-S uydu tabanlı sistemleriyle aktif olarak hizmet vermeye başlamıştır. Örneğin, Plan-S ile ADM Elektrik arasında yapılan iş birliğiyle karasal bağlantının

zayıf olduğu yerlerde ADM Elektrik sayaç okuma işlemlerinde Connecta uyduları kullanılacaktır (AA, 2025e; Plan-S, 2025a). Ayrıca Plan-S Türkiye’de ilk LEO uydu operatörü olarak yetkilendirilmiştir.

Fergani Uzay ise FGN-100-d1 uydusunu geliştirmiştir. Uydunun yörüngeye testleri süren sürdürülmektedir. FGN-100-d1 uydusu, Küresel Konumlama Sistemi (KKS) için deneme uydusu olarak göndermiş olup ardından FGN-100-d2 versiyonunu da göndererek gelecekte Uluğ Bey isimli takım uydusunu oluşturulması hedeflenmektedir (Fergani Uzay, 2025a).

Hello Space, 2si test 2 si ticari hizmet veremeye hazırlanan uydusu bulunmaktadır. (Nanosats, 2025). Hello Space, dünya çapında veri IoT hizmeti sunacak bir şirket olma hedefindedir (Hello Space, 2025).

GUMUSH AeroSpace ise fırlatmayı planladığı Taurus uydularını 2025’in ikinci yarısında yörüngeye başarıyla göndermiştir. Sahip olduğu Taurus ve sayısı artacak uydular ile akıllı tarım uygulamaları alanında hizmet vermeyi planlamaktadır. Ayrıca diğer uydu üreticilerine uzmanlaştığı küp uydu alt sistemlerinde parça ve yedek parça tedariki hizmeti sunmaktadır (GUMUSH, 2025).

Yerli uydu üreticileri fırlatma operasyonlarında erişim kolaylığı, alt yapı, fırlatma sıklığı, entegrasyon desteği, maliyet vb. nedenlerden SpaceX ve Falcon 9 roketini tercih etmektedir. Ek olarak yüksek yerlilik oranına sahip TÜRKSAT6A da Falcon 9 roketiyle yörüngeye fırlatılmıştır. Gelecekte özellikle Roketsan, Delta V ve Fergani Uzay gibi yerli fırlatma operatörlerinin faaliyet göstermesi muhtemeldir. Uyduların fırlatma sahasına taşınmasında karşılaşılabilecek riskler nedeniyle Türkiye’de yerleşik fırlatma operatörlerinin olması uydu üreticileri için oldukça önemlidir.

Roketsan’ın Şimşek roketleriyle Türkiye’de yerleşik uydu üreticilerinin gelecekte müstakil olarak uzaya erişimine imkan sağlayacaktır. Bu bağlamda yörünge taşımacılığında karşılaşılabilecek potansiyel risklere karşı hazırlıklı olunması gerekmektedir.

Araştırmanın konusu gereği bir sonraki bölümde yörünge taşımacılığında karşılaşılabilecek riskler incelenmiştir.

2.3. Yörünge Taşımacılığında Riskler

Uzay yeryüzünden farklı riskleri içerisinde barındırmaktadır. Uzay lojistiği ve yörünge taşımacılığında başarılı olabilmek için süreçteki riskleri göz önünde bulundurarak operasyonun gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Uzay görevleri kapsamında tedarikten başlayarak görev sonuna kadar gerçekleştirilecek lojistik faaliyetler insanlı veya insansız görevlerde geri dönüş ile tamamlanmaktadır. Bu süreç içerisinde uzayda farklı risklerle karşılaşılabilmektedir. Bu

riskler süreç, teknik ve çevresel riskler başta olmak üzere, insani hatalardan kaynaklanan riskler, tedarik ve test riskleri, lisans ve sertifikasyon riskleri olarak sıralanabilir. Tez çalışmasında küp uyduların yörünge taşımacılığına odaklanıldığı için süreç, teknik ve çevresel risklere incelenmiştir. Mevcut tez çalışmasına yönelik olarak süreç teknik ve çevresel riskler kategorize edilmiştir. Gelecekte özellikle çevresel riskler, uzay lojistiğinde ve yörünge taşımacılığında çözülmesi gereken önemli bir sorun olacaktır.

Yörünge taşımacılığı dış kaynak kullanım sürecinde tercih edilen taşıma aracının etkileneceği muhtemel riskler incelenmiştir.

2.3.1. Süreç Riski

Lojistik faaliyetlerde süreci başarıyla tamamlamak oldukça önemlidir. Lojistik süreç riski, karşılaşılabilecek olaylar nedeniyle operasyonlarda sürecin aksaması, gecikmeler yaşanması ya da tamamlanamaması ihtimalidir (Toraman ve Merdivenci 2025).

Mevcut araştırmada süreç riskleri (Toraman, 2025a; Toraman ve Merdivenci 2025);

- Küp uydu üretiminde tedarik riski,
- Üretimdeki gecikmeler nedeniyle taşıma faaliyetlerinin aksama riski,
- Gecikmelerin nedeniyle artan maliyet riski,
- Başarısız test sonuçları nedeniyle yeniden üretim riski,
- Roket ve faydalı yük taşıyan kısmın ayrılmaması riski,
- Atmosferden geçişte yanlış hesaplama sonucu yaşanacak riskler,
- Fırlatma sırasında yükün zarar görmesi riski,
- Fırlatma sırasında yükün rokete zarar verme riski,

vb. olarak sıralanabilir. Uzay lojistiği kapsamında taşımacılık faaliyetinin başarıyla tamamlanabilmesi için lojistik süreçlerin etkili ve verimli yönetimi yüksek performans, maliyet ve zaman açısından oldukça önemlidir (Fuchs & Wohinz 2009; Toraman, 2025a). Uzay lojistiği kapsamında Falcon 9 ile küp uydu taşımacılığının süreç risklerine maruz kalma algısı veya düşüncesi adaptasyon ve kullanım sürecini negatif etkileyecektir. Fakat kullanıcıların çeşitli risklere karşı hazırlıklı bir teknolojiye sahip olma algısı sürece pozitif katkı sunacaktır. Örneğin; fırlatma sırasındaki patlama nedeniyle Karios roketinin taşıdığı uydular kullanılmaz hale gelmiştir. Taşımacılık süreci başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

2.3.2. Teknik Risk

Lojistik faaliyetlerde özellikle taşımacılıkta kullanılan teknik ekipman, taşıma araçları, donanımsal ve yazılımsal hatalar nedeniyle sürecin başarıyla tamamlanamama ihtimalidir.

Teknik riskler uzay lojistiğinde küp uyduların yörüngeye taşınmasında süreci olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir.

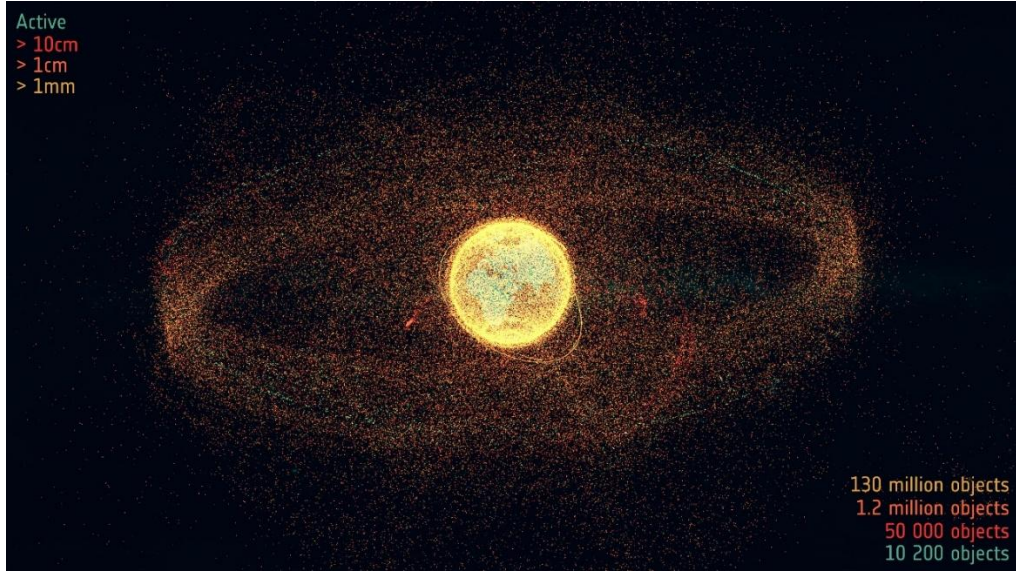
Mevcut araştırmada teknik riskler (Toraman, 2025a; Toraman ve Merdivenci 2025);

- Uydunun sistem testlerinde yapılan hata riski,
- Fırlatma (Taşıma) araçlarındaki motor arızası riski,
- Taşıma aracıyla yer istasyonunun iletişim kuramama riski,
- Taşıma aracındaki aviyonik cihaz arızası riski,
- Uydu ile yer istasyonunun iletişim kuramama riski,
- Uydunun Taşıma aracından ayrılmama riski,

vb. olarak sıralanabilir. Teknik risklerin önceden belirlenerek olası senaryoların hesaplanması ve önlenmesi taşıma faaliyetlerinin tamamlanabilmesi için önemlidir. Aksi halde teknik ekipman, taşıma araçları, donanımsal, yazılımsal vb. hatalar nedeniyle taşıma faaliyetleri başarısızlıkla sonuçlanacaktır. (Seastrom, 2004; Toraman, 2025a; Fuchs & Wohinz 2009). Örneğin; Boeing'in CST-Starliner uzay aracının başarılı fırlatma sonucunda taşıdığı astronotların ISS'e ulaşmasını sağlamıştır. Fakat itki sistemlerindeki arıza nedeniyle astronotlar ISS'te geçici olarak mahsur kalmıştır.

2.3.3. Çevresel Riskler

Lojistik faaliyetlerde kullanılan araçların, taşıma öncesinde ve taşıma esnasında tekrarlı kullanılabilen roketlerde geri dönüş süreci de dahil olmak üzere farklı zamanlarda Dünya, Yörünge ve Uzay'ın doğal ortamından etkilenme ihtimalidir. Özellikle artan uzay faaliyetleri yörüngede uydu enkazlarının artmasına neden olmuştur. Yörüngede bulunan uydu enkazları hem yörünge taşımacılığında hem de uydunun yörüngeye yerleştirilmesinin ardından yaşanacak olası çarpışmalarda önemli bir risk faktörüdür. Yörüngedeki cisimlerin sayısı Şekil 2.37'de gösterilmiştir. Gelecek projeksiyonlarında 100 yıl sonra 10 cm'den daha büyük cisim veya parçaların yaklaşık iki katına çıkması beklenmektedir (ESA, 2025c). Bu durum yörünge taşımacılığının geleceğinde çevresel risklerin daha önemli olacağını göstermektedir. Uydu enkazlarının yanı sıra radyasyon, iyonlaşma, olumsuz hava koşulları ve asteroitler de önemli çevresel risklerdendir.



Şekil 2.37 Yörüngelerdeki Uzay Enkaz (Çöp) Yoğunluğu

Kaynak: ESA, (2025c).

Mevcut araştırmada çevresel riskler (Toraman, 2025a; Toraman ve Merdivenci 2025);

- Dünya'daki olumsuz hava koşullarından etkilenme riski
- Uzay'daki olumsuz hava koşullarından etkilenme riski
 - Güneş radyasyonu
 - Kozmik radyasyon
- İyonlaşma riski,
- Uzay çöprü (enkazı) ile çarpışma riski,
- Asteroit ile çarpışma riski,

vb. olarak sıralanabilir. Çevresel riskler, son süreçte birçok fırlatma faaliyetinin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olmuştur. Örneğin; Falcon 9 güçlendiricisi başarılı bir fırlatmanın ardından deniz platformuna iniş yaparak görevini tamamlamıştır. Fakat deniz platformunun dünyadaki olumsuz hava koşulları (rüzgar ve dalga) nedeniyle devrilerek kullanılmaz hale gelmiştir (Toraman ve Merdivenci 2025).

Son olarak ABD Federal İletişim Komisyonu (Federal Communications Commission, FCC) tarafından 2022 yılında yayınlanan raporda kullanım ömrünü tamamlayan uyduların yörüngeden çekilmesi için belirlenen süre 25 yıldan 5 yıla düşürülmüştür. Ayrıca raporda diğer önemli bir hususta uydu görev süresini tamamladığında yörüngeden çekileme imkanı bulunmayan uydular özelindedir. Kısaca uydunun kendi itki sistemleri bulunmuyorsa ve görev sonu yörüngeden çekilemeyecekse sürdürülebilir Uzay Trafik Yönetimini (UTY) sağlamak ve yörüngedeki enkaz oluşumunu azaltmak için 550-600 km üzerine çıkışına müsaade edilmemesi yönünde karar vermişlerdir (FCC, 2025). Yörünge taşımacılığında etkinlik ve verimlilik sağlayabilmek için evrensel riskleri azaltıcı tedbirlerin alınması gerekmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN TEORİK ÇERÇEVESİ, KULLANILAN MODEL VE HİPOTEZLER

3.1. Araştırmanın Teorik Çerçevesi

Uzay araştırmaları ve fırlatmalar II. Dünya savaşından bugüne dek başta devlet destekli kamu kurum ve kuruluşları ile ticari işletmeler tarafından gerçekleştirilmektedir. Genel itibariyle uzay fen bilimleri ve mühendisliğin önemli bir çalışma alanı olmuştur. Fakat zaman geçtikçe uzay faaliyetleri sosyal bilimlerde de incelenmeye ve araştırılmaya başlanmıştır. Uzmanlar ekonomi, turizm, hukuk, sigortacılık, finans, afet, lojistik vb. alanlarda çalışmalarını sürdürmektedir. Uzay lojistiği, lojistiğin içerisinde alt bir kırılım olarak incelenmektedir. Uzay lojistiği ve taşımacılık faaliyetleri süreç içerisinde daha önemli hale gelecektir. Uzay lojistiği yetenekleriyle gelecekte uzay ekonomisinin hacmi 1 trilyon ABD dolarını geçmesi muhtemeldir (Crane vd., 2020; Morgan Stanley, 2025). Uzaya Erişim maliyetleri azaldıkça daha fazla uzay teknolojisi üreten şirket katılım gerçekleşmektedir. Bu durum yeni uzay teknolojilerinin üretiminin artmasına, maliyetlerinin azalmasına, uzay endüstrisinin çeşitlendirilmesine ve uzay ekonomisinin hacminin artışına etki edecektir. Uzay aktivitesinin artışı ise uzaya erişim, uzay lojistiği ve taşımacılık faaliyetleriyle mümkün olabilecektir. Bu nedenle mevcut tez uzay lojistiği ve yörünge taşımacılığı alanında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yörünge taşımacılığında başarılı bir dış kaynak paydaşı olması, fırlatma sayısının fazlalığı ve fırlatma operatörü olarak sıkça tercih edilmesi nedeniyle SpaceX ve Falcon 9 üzerine yoğunlaşmıştır. Taşıma faaliyetlerinde 3. Parti lojistik partneri olan SpaceX'in Falcon 9 roketi kullanımı inceleme konusu olmuştur. Dünya'nın çeşitli yerlerinden uzaya roket fırlatılabilmektedir. Fakat SpaceX ve Falcon 9 roketi son süreçte başarılı fırlatma operasyonlarıyla sıklıkla tercih edilen bir taşıma aracı olmuştur. Yörünge taşımacılığında kullanılan araçlar ile ilgili detaylı bilgi 2.1.3 başlığında verilmiştir. Hem insan davranışlarını hem de yeni teknolojilerin kullanımını etkileyen faktörlerin araştırılması, incelenmesi ve analizinde geliştirilmiş modeller bulunmaktadır. Bu kapsamda mevcut araştırmanın da teknolojik bir ürünün incelenmesi üzerine olduğu için sosyal psikologların geliştirdiği Gerekçeli Eylem Teorisi (GET), Planlı Davranış Teorisi (PDT), Yeniliğin Yayılması Teorisi (YYT) ve Teknoloji Kabul Model (TKM) teorik çerçevede kullanılmıştır. (Ajzen, 1991; Venkatesh ve Davis, 2000; Rogers, 2004).

GET, PDT, YYT ve TKM'ın yanında araştırmanın derinliğini artırmak için çalışmanın lojistik süreçlerin incelenmesi hedeflerine paralel olarak araştırma modeline bağımsız

değişkenler de eklenmiştir. Teorik modeller ve değişkenler ile ilgili detaylı tanımlamalar ve açıklamalar ilerleyen süreçte yapılacaktır.

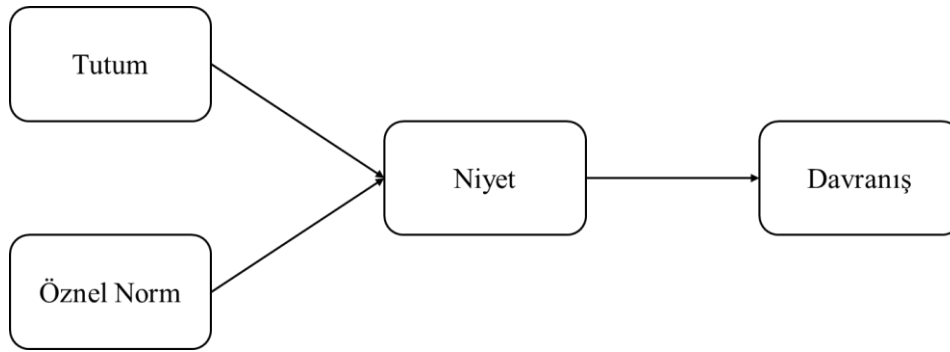
3.2. Yeni Teknolojilerin Araştırılması Sürecinde Kullanılan Teorik Modeller

Yeni teknolojilerin araştırılmasında kullanılacak modellerin öncesinde GET, insan davranışlarını anlamaya çalışarak söz konusu davranışı etkileyen faktörleri de incelemeyi hedeflemiştir. Ajzen ve Fishbein'in 1975'teki GET çalışmasıyla daha sonra Ajzen'in 1991'de Algılanan Davranışsal Kontrol (ADK) değişkenini dahil ederek geliştirildiği PDT modeli ortaya çıkmıştır (Fishbein ve Ajzen 1977; Ajzen, 1991). GET ve PDT'nin ana hedefi ise insan davranışlarının temel nedenini araştırmak ve incelemektir. Bir diğer insan davranışları üzerine çalışan ise Everett M. Rogers'dır. Rogers (2002), YYT'te insanların algılarının davranışlarını etkileyen önemli bir faktör olduğunu belirtmiştir (Rogers, 2002). Davis (1985), doktora tezinde geliştirdiği TKM yeni teknolojilerin kullanımını etkileyen faktörlerin araştırılmasında, incelenmesinde ve tespitinde kullanılan önemli bir model olmuştur (Davis, 1989). TKM, yeni teknolojilerin bireysel ve kurumsal alanlarda kullanımını etkileyen faktörlerin tespit edilerek gerekli önemlerin almasına ve iş akışındaki aksaklıkların çözümüne katkı sağlamıştır. TKM süreç içerisinde TKM-2, TKM-3 vb. modeller ile geliştirilmiştir (Davis vd., 1989; Venkatesh ve Davis, 1996; Venkatesh ve Davis, 2000; Venkatesh ve Bala, 2008).

Mevcut tez araştırmasında da yörünge taşımacılığında dış kaynak kullanım sürecinde sıklıkla tercih edilen Falcon 9'un kullanımını etkileyen faktörlerin tespit edilebilmesi için teorik model olarak TKM, PDT, YYT ve lojistik faaliyetlerde önemli olarak bağımsız değişkenler araştırma modeline eklenmiştir. Teorik modeller sonraki aşamada detaylı olarak incelenecektir.

3.2.1. Gerekçeli Eylem Teorisi (GET)

Sosyal psikologların insan davranışını incelemek üzere geliştirdiği teorilerden birisi de GET'tir. GET'e göre insanlar çevresindeki arkadaşları, tanıdıkları ve yakın olduğu kişilerin düşüncelerinden ve tutumundan etkilenmektedir. İnsanlar davranışlarını gerçekleştirirken çeşitli gerekçelere dayanmaktadır. GET'in iki ana değişkeni bulunmaktadır (Ajzen ve Madden 1986).



Şekil 3.1 Gerekçeli Eylem Teorisi (GET)

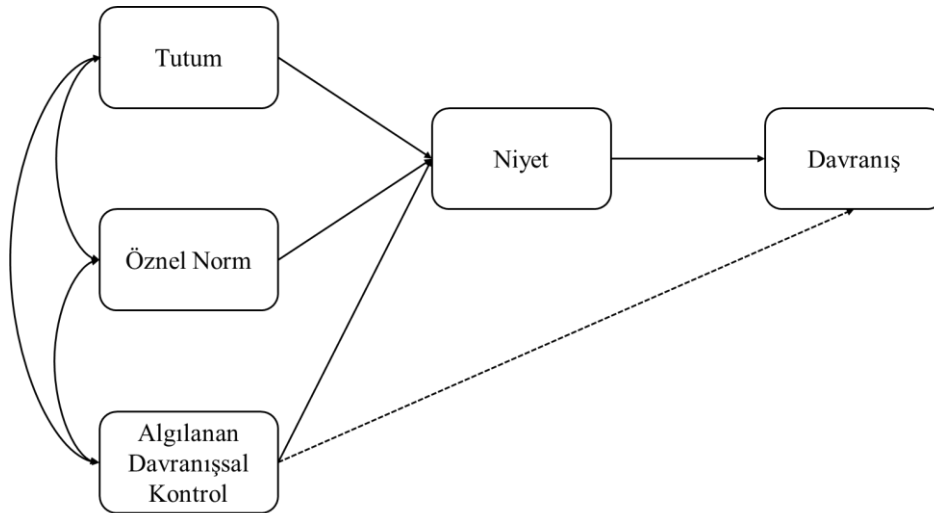
Kaynak: (Ajzen ve Madden 1986).

Bunlardan ilki tutum diğeri ise öznel normdur. Tutum davranışa yönelik olumlu veya olumsuz düşüncelerin bütünüdür. Öznel norm ise herhangi bir davranışın gerçekleştirilmesinde insanların çevresindeki arkadaşları, tanıdıkları ve yakın olduğu kişilerin düşüncelerini yani tepkilerini de hesaba katarak hareket etmesidir (Hale vd., 2002). Niyet ise genel itibariyle davranışın ön koşulu olarak görülmektedir. İnsanların herhangi bir davranış gerçekleştirmesinden önce onu gerçekleştirmeyi düşünmesi veya istemesi olarak açıklanabilir.

GET süreç içerisinde insan davranışlarının analizinde yetersiz görülmüş farklı değişkenlerin eklenmesiyle geliştirilmiştir. Ajzen (1991), tarafından önerilen Planlı Davranış Teorisi (PDT), GET'in genişletilmiş bir hali olup insanların davranışını ve etkilendikleri faktörleri incelemiştir (Albarracin vd., 2001). Uzun lojistiği kapsamında mevcut araştırmada Falcon 9 roketi incelenmektedir. GET'in orijinal modelinden öznel norm araştırma modeline dahil edilmiştir.

3.2.2. Planlı Davranış Teorisi (PDT)

Planlı Davranış Teorisi (PDT) insan davranışlarının anlaşılması için Ajzen tarafından 1991'de geliştirilmiş ve literatüre kazandırılmıştır. GET, PDT'nin temelini oluşturmaktadır. Kısaca PDT, GET'in genişletilmiş versiyonudur PDT'de ek olarak Algılanan Davranışsal Kontrol (ADK) değişkeni bulunmaktadır. ADK, insanların davranışlarını gerçekleştirirken o davranış gerçekleştirebilmesi için gerekli kontrole sahip olup olmamasına vurgu yapmaktadır. Kontrol insanların ilgili davranışını gerçekleştirebilme kapasitesi, kabiliyeti veya imkanı olarak tanımlanabilir (Ajzen, 1991; Busse vd., 2017).



Şekil 3.2 Planlı Davranış Teorisi (PDT)

Kaynak: (Ajzen, 1991).

ADK, herhangi bir davranışın kolaylığı veya zorluğu olarak da tanımlanmaktadır (Ajzen, 1991). ADK'nın niyeti ile ilişkisi incelenmek istenirken davranış üzerinde de etkisinin olup olmadığına bakılır. Örneğin; Türkiye'de kullanılan telefonlarda 5G teknolojisi bulunmaktadır. Fakat ilgili teknolojinin kullanılması için gerekli 5G alt yapısı bulunmuyor ise insanların satın alma davranışı etkilenmeyecektir. Bu kapsamda uzay lojistiği kapsamında incelenen Falcon 9'un kullanımına yönelik kontrol düşüncesi önemli olabilir. Fakat uluslararası kargo taşımacılığında bilinen Kargo Taşımacılığı (Freight Forwarders) yapan işletmelerin görevini uzay lojistiğinde ifa eden ExoLaunch gibi firmalar veya SpaceX'in ticari bir firma olması nedeniyle diğer işletmelere kolay iletişim kurabilme imkanı sağlaması nedeniyle ADK değişkeninin modele eklenmesini zorunluluktan çıkarmıştır (Cai vd., 2021; Arslan ve Şar 2018).

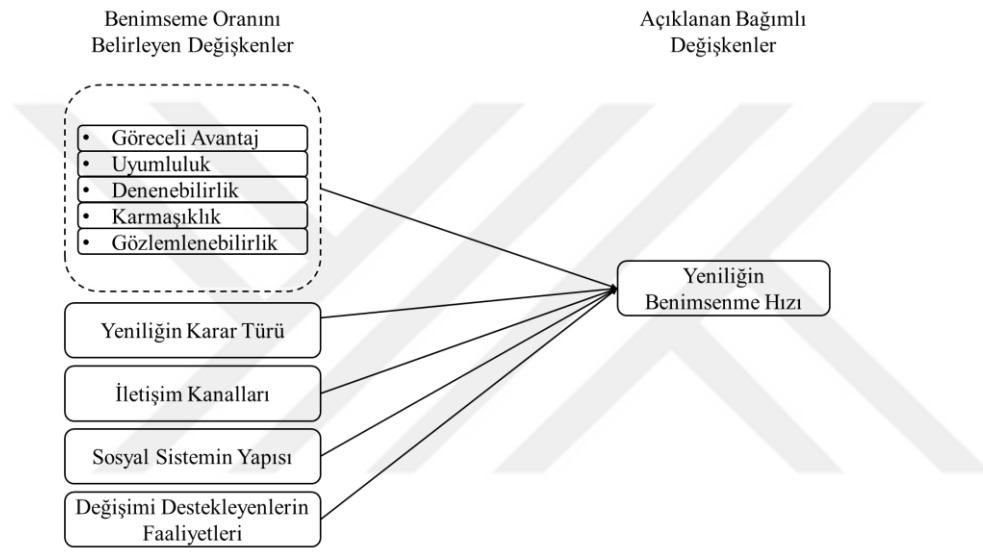
PDT'nin diğer iki değişkeni ise GET'in de değişkeni olan Öznel Norm ve Tutum'dur. Tutum, insanların gerçekleştirilecek davranışları değerlendirmesiyle ilgilidir. İnsanlar olumlu sonuçlar doğuracağını düşündüğü veya inandığı davranışları gerçekleştirmek ister bu ise ilgili davranışın gerçekleştirilmesi sağlayacaktır. Mevcut araştırmada da Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımını etkileyen faktörlerden birisi olarak modele dahil edilmiştir (Busse vd., 2017).

Öznel norm değişkeni de hem GET hem de PDT kapsamında araştırma modeline dahil edilmiştir. Öznel norm, insanların çevresindeki kişilerin düşüncesini dikkate alarak davranışını ve niyetini belirlemesidir. İnsanlar davranışını şekillendirirken özellikle özel sektörde iş ile ilgili faaliyetlerinde çevresinde aynı sektörde veya alanda çalışan kişilerin, tanıdıklarının veya iş arkadaşlarının düşüncelerini dikkate almaktadır. Mevcut araştırmada da Falcon 9 roketinin kullanımında uzay alanında faaliyet gösteren kişilerin düşünceleri oldukça önemlidir. Bu nedenle mevcut araştırmaya bir değişken olarak eklenmiştir (Pillai vd., 2022; Ajzen, 1991).

3.2.3. Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT)

İnsanların bir davranışı benimseme süreçlerinde o davranışa karşı algıları oldukça önemlidir. Yenilik algısı yüksek olan bireylerin ilgili yeniliği benimseme oranı da yüksektir. Yeniliklerin yayılması teorisi Rogers öncesinde de çalışılan ve araştırılan bir alandır. Rogers’a göre yeniliklerin yayılması dört temel faktöre dayanmaktadır (Rogers, 2004).

- Yenilik
- Yayılmanın zaman içerisinde gerçekleşmesi
- İletişim kanalları
- Yeniliğin bir toplulukta bireylerin arasında yayılmasıdır.



Şekil 3.3 Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT)

Kaynak: (Rogers vd.,2014).

Yenilikler ortaya çıkmasının ardından bireylerin algıları, göreceli avantaj, uyumluluk, karmaşıklık, denenebilirlik, karmaşıklık ve gözlemlenebilirlik faktörleri yeniliğin kabulünde oldukça önemlidir. Yeniliklerin yayılması belirli bir süreç içinde gerçekleşmektedir. Yeniliğin ortaya çıkışına ilişkin bilginin edinimi ardından yeniliğin algılanması, yeniliğe karşı tutum ve nihai olarak kabul veya red kararının verilmesi sürecidir. Kabul kararıyla yeni teknolojinin aktif olarak kullanımına başlanacak ve deneyimlenecektir (Hartley vd., 2022; Rogers vd.,2014).

Yeniliğin benimseme hızıyla ilgili teknolojinin kabulüne vurgu yapılmaktadır. Yeniliğe karşı algıların kişilerin kararını ve iletişim kanallarıyla yayılmasını belirli bir grup içinde yaygınlaşmasını ve yeniliğin yaygınlaşması için çeşitli faaliyetlerde bulunmasıyla yenilik süreci devam edecektir (Rogers, 2002; Saqib ve Qin 2024).

Göreceli Avantaj (GA): Yeniliğin veya yeni teknolojilerin muadillerine veya eski teknolojilere göre pozitif farklılığıyla ilişkilidir. İlgili teknolojinin geçmiş veya diğer

teknolojilere göre avantajı görece fazlaysa kabulü de kolaylaşır (Amini ve Jahanbakhsh Javid, 2022; Rogers, 2002).

Uyumluluk (U): Yeniliğin veya yeni teknolojilerin muadillerine veya eski teknolojilere göre uyumluluğuyla ilişkilidir. Kişilerin geçmiş tecrübelerine paralel ve ihtiyaçlarını karşılama kapasitesi yüksekse kabulü de kolaylaşır (Rogers vd., 2014).

Denenebilirlik (D): Yeniliğin veya yeni teknolojilerin aktif kullanım öncesinde deneyimleyebilme imkanı olarak tanımlanmaktadır. Deneme imkanı sunulan teknolojilerin benimsenme hızı yüksektir (Rogers, 2004).

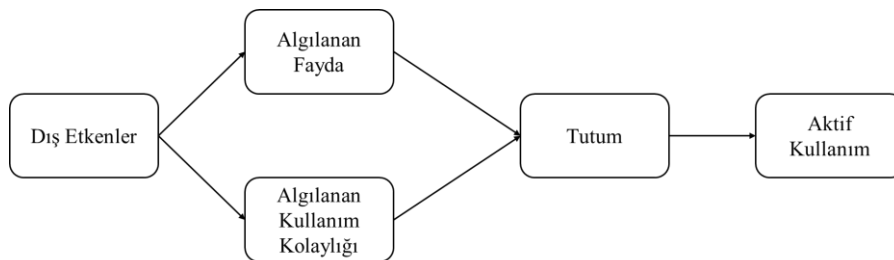
Gözlemlenebilirlik (G): Yeniliğin veya yeni teknolojilerin sonuçları veya faydalarının gözlemlenebilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yeniliğin ve yeni teknolojilerin gözlemlenebilir etkileri ne kadar belirginse benimsenme hızı o kadar yüksektir (Rogers, 2002; Rogers vd., 2014).

Karmaşıklık (K): Yeniliğin veya yeni teknolojilerin kullanımıyla ve kullanım algısıyla ilgilidir. İnsanlar yeniliklere karşı çeşitli bilinmezliklerden ötürü direnç gösterirler. Yeni teknolojilerin kullanımının kolaylığı adaptasyonu ve benimseme hızını artırır. Kullanımının zorluğu ise aksine benimseme hızını yavaşlatır ve süreyi uzatır (Rogers, 2004; Rogers vd., 2014).

Mevcut araştırmada Falcon 9'un Göreceli Avantajı (GA) kullanıma olan etkisinin varlığını incelemek için modele eklenmiştir.

3.2.4. Teknoloji Kabul Modeli (TKM) ve Geliştirilmiş Modelleri

Teknoloji Kabul Modeli (TKM), diğer modellerden ayrı olarak insanların yeni teknolojileri kabulünü incelemiştir. Yeni teknolojilerin kabulünde etkili olan faktörlerin araştırılması için geliştirilmiştir. Davis tarafından 1986'da literatüre kazandırılan TKM 1989 sonrasında farklı uzmanlar tarafından geliştirilmiş ve kapsamı genişletilmiştir (Davis, 1989). TKM'nin ana modelinde Algılanan Fayda (AF), Algılanan Kullanım Kolaylığı (AKK) ve Tutum (T) değişkenleridir.



Şekil 3.4 Teknoloji Kabul Modeli (TKM)

Kaynak: (Davis, 1986).

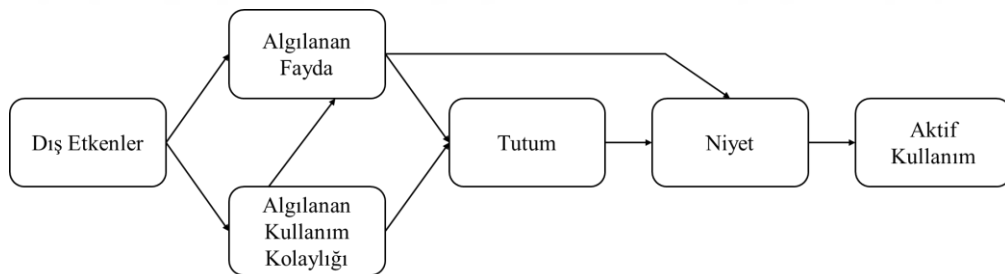
Yeni teknolojiler ilk etapta işletmelerde kullanılarak performansın artışının sağlanmasıyla etkinliğin artırılması hedeflenmiştir. Fakat çalışanlar sürece direnç göstermiş adaptasyon süreci uzamıştır. Diğer modellerden ayrı olarak AF ve AKK değişkenleriyle yeni teknolojilerin kullanımını etkileyen faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. (Davis vd., 1989; Zhao vd., 2025). Orijinal TKM, Şekil 3.4'te gösterilmiştir.

Algılanan Fayda (AF): Teknolojinin kullanımıyla elde edilecek performans ile ilgilidir. Kişilerin ilgili teknolojiyi kullanmasıyla iş performansının artması olan inancıyla ilgilidir (Zhao vd., 2025).

Algılanan Kullanım Kolaylığı (AKK): Teknolojinin kullanımıyla daha az çaba sarf etme düşüncesiyle ilgilidir. Kişilerin teknoloji kullanarak iş süreçlerinde daha az çaba sarf edeceğine olan inancıyla ilgilidir (Kumar Bhardwaj vd., 2021).

Tutum (T): Yeni teknolojilerin kullanımına yönelik pozitif veya negatif düşünceleri ifade etmektedir (Xing vd., 2024).

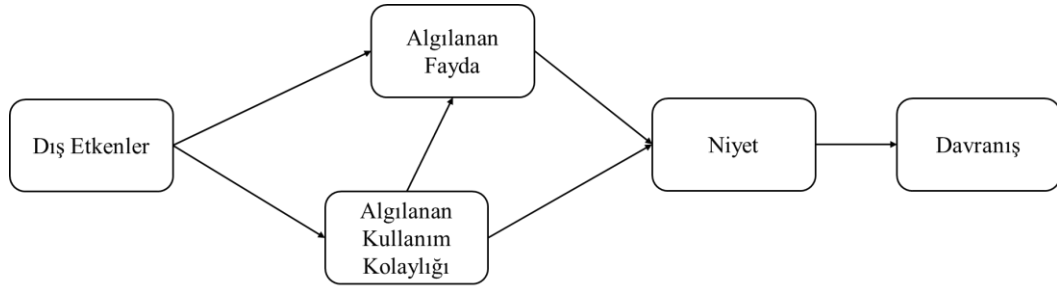
Aktif Kullanım (AK): Aktif kullanım ilgili teknolojinin tekrarlı kullanılmasıdır (Edwards vd., 2024).



Şekil 3.5 Genişletilmiş Teknoloji Kabul Modeli (TKM)

Kaynak: (Davis vd., 1989).

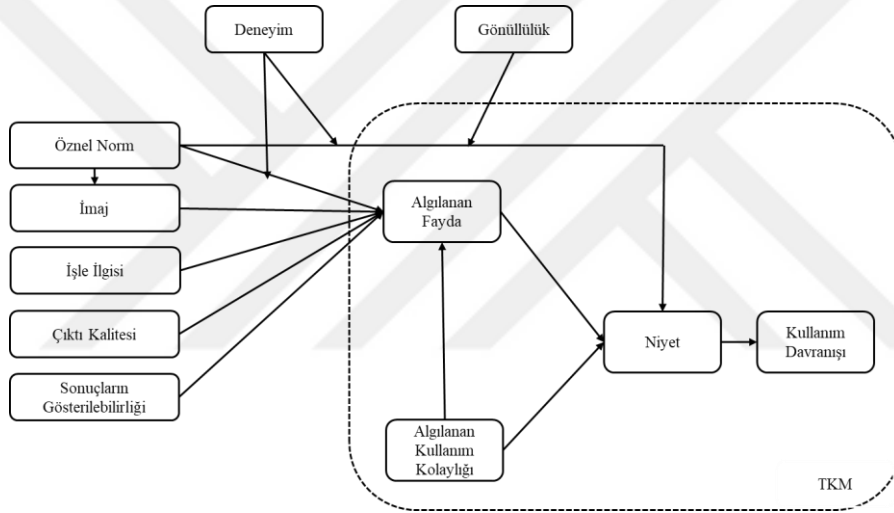
TKM dönemin şartlarına göre tekrardan düzenlenmiş olup AF'nin niyet ile ilişkisinin de önemli olduğu düşünülerek modele eklenmiştir. Aktif kullanımın önemli bir öncü göstergesi olan niyetin araştırmaya dahil edilmesi kullanımı etkileyen faktörlerin incelenmesi sürecinde pozitif katkı sağlamıştır (Davis vd., 1989; Kamble vd., 2021). Yapılan araştırmalarda AF ve AKK'nın teknoloji kullanım niyetine olan etkisi tespit edilmiştir. Bu nedenle model tekrar revize edilmiştir.



Şekil 3.6 Düzeltilmiş Teknoloji Kabul Modeli (TKM)

Kaynak: (Venkatesh ve Davis, 1996).

TKM'nin sonraki versiyonunda ise niyetin önemli belirleyicileri olan performans ve çaba faktörlerinin kullanım niyetini etkilemesi tutum faktörünün göz ardı edilmesine neden olmuştur (Venkatesh ve Davis, 1996; Marangunić ve Granić 2015).



Şekil 3.7 Teknoloji Kabul Modeli 2 (TKM-2)

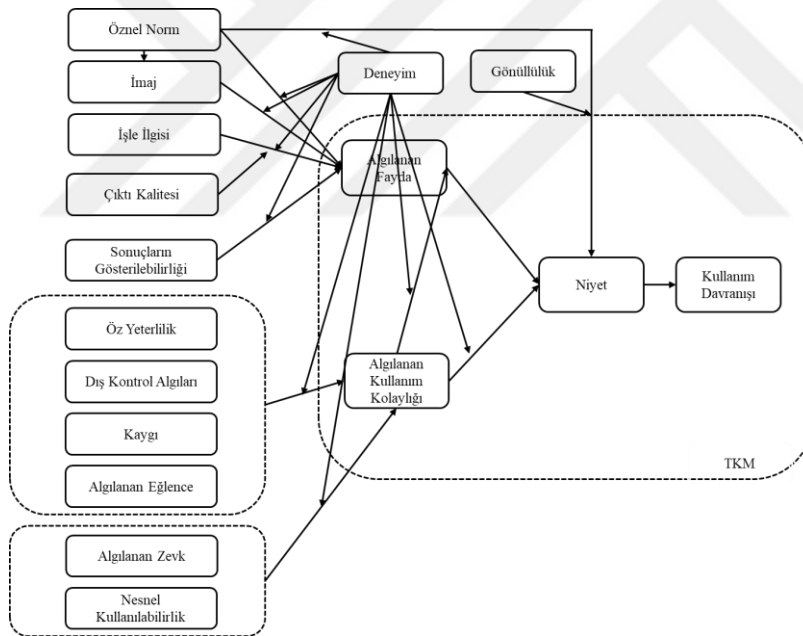
Kaynak: (Venkatesh ve Davis, 2000).

TKM-2, klasik TKM'ye ek olarak PDT'nin ana değişkenlerinden olan Özel Norm (ÖN), İmaj, İşle İlgisi, Çıktı Kalitesi ve Sonuçların Gösterilebilirliği değişkenleri bağımsız değişken olarak eklenmiştir. Gönüllülük ve Deneyim değişkenleri ise düzenleyici değişkenler ile TKM-2 olarak revize edilmiştir. Yeni teknolojilerin iş hayatında kullanılarak performans artışının sağlanması hedeflenmiştir. Değişen zaman şartları ve gelişen teknolojik cihazlar farklı sorunları beraberinde getirmiştir. Bu nedenlerden ötürü TKM modelleri gelişimini sürdürmektedir (Venkatesh ve Davis, 2000; Marangunić ve Granić 2015).

TKM-2'nin ana değişkenlerine ek olarak özel norm, kişilerin hissettiği topluluk baskısı olarak ifade edilebilir. Kişiler referans gruplarının düşüncelerine önem vermektedir. Kişiler

kendi bilgi beceri ve tecrübelerinden emin olmasalar bile referans gruplarının düşüncesine göre davranışlarını gerçekleştirebilmektedir (Venkatesh ve Davis, 2000).

Gönüllülük bir tercih iken zorunlu teknoloji kullanımı baskısı olan ortamlarda etkiliyken isteğe bağlı teknoloji kullanım ortamlarında etkisi bulunamamıştır. Deneyim ise erken aşamalarda niyet üzerinde etkili olmuştur. İmaj kişilerin bir topluluk içerisinde farklılaştığı yetenekler olarak tanımlanabilir. İşle ilgisi, kişilerin teknoloji kullanımı ve adaptasyon sürecinde kendi işiyle ilgili olup olmadığına karar vermesidir. İşle ilgili olması çalışanların ilgili teknolojiden elde edeceği verimi artıracak düşüncesiyle adaptasyonu hızlandırır. Çıktı kalitesi, kişilerin görevlerini başarıyla tamamlayıp tamamlayamayacağı düşüncesidir. Sonuçların gösterilebilirliği, kişilerin görevlerini tamamlarken teknoloji kullanımının etkisini görüp görmemesiyle ilgilidir. Görevlerin tamamlanmasında teknolojinin etkisi görülemiyorsa kişilerin performansını etkilemesi beklenemez tespiti yapılmıştır (Venkatesh ve Davis, 2000; Marangunić ve Granić 2015).



Şekil 3.8 Teknoloji Kabul Modeli 3 (TKM-3)

Kaynak: (Venkatesh ve Bala, 2008).

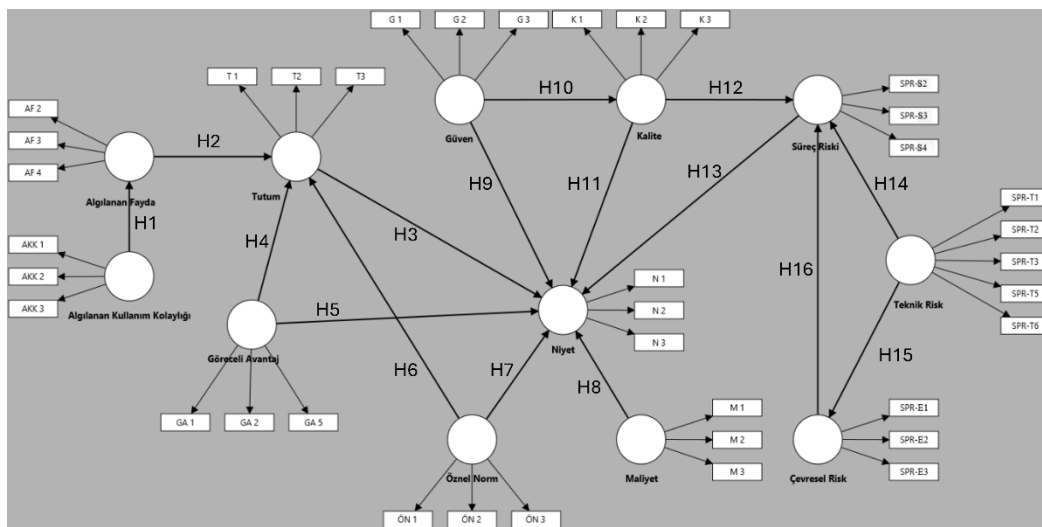
TKM-3, diğer teknoloji kullanımını araştıran modellerinin eksiklerini gidermek ve daha kapsamlı bir model ile teknolojilerin benimsenmesinde etkili olan faktörlerin tespiti için geliştirilmiştir. TKM-3'te algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı değişkenlerinin öncüllerini tespit edilmesi hedeflenmiştir. TKM-3'te özel norm, imaj, işle ilgisi, çıktı kalitesi, sonuçların gösterilebilirliği algılanan faydanın öncülü olarak incelenirken, öz yeterlilik, dış kontrol algıları, kaygı, algılanan eğlence, algılanan zevk (haz) ve nesnel kullanılabilirlik ise

algılanan kullanım kolaylığının öncülleri olarak incelenmektedir (Yazici ve Nakıboğlu 2024; Tırpan ve Bakırtaş 2024; Venkatesh ve Bala, 2008).

AF'nin öncülleri yukarıda TKM-2 kısmında açıklanmıştır. AKK'nın öncülleri orijinal modelde bilgisayar özelinde incelenmiştir. Öz yeterlilik, kişilerin ilgili teknolojiyi kullanarak görevlerini tamamlamalarını ifade etmektedir. Dış kontrol algısı, kişilerin ilgili teknolojinin kullanımını destekleyecek kaynakların varlığını ifade etmektedir (Venkatesh vd., 2003). Kaygı, kişilerin ilgili teknolojiyi kullanımı sürecindeki hissettiği kaygıdır. Algılanan eğlence, kişilerin ilgili teknolojiyi kullanırken algıladığı eğlenceyi veya keyfi ifade etmektedir. Algılanan zevk (haz) kişilerin ilgili teknolojiyi kullanırken edindiği faydayla ilgilidir. Nesnel kullanılabilirlik, kişilerin ilgili teknolojiyi kullanarak tamamlaması sürecindeki algılardan ziyade harcanan çaba ile ilgilidir (Yazici ve Nakıboğlu 2024; Tırpan ve Bakırtaş 2024; Venkatesh ve Bala, 2008).

3.2.4.1. Araştırmanın Modeli ve Değişkenler ve Hipotezleri

Araştırmanın modelinde TKM'den algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve tutum, YYT'den göreceli avantaj, PDT'den ise öznel norm değişkenleri eklenmiştir. Ayrıca kalite, güven ve maliyet değişkenleriyle uzay lojistiğinde taşımacılık faaliyetlerini etkilemesi muhtemel süreç riski, teknik risk ve çevresel risk değişkeni modele eklenmiştir. Araştırma modeli Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Mevcut araştırmada aktif kullanım yerine niyet bağımlı değişken olarak kabul edilmiştir. Bu durumun nedeni ise Türkiye'de Falcon 9'un aktif kullanımının kararını veren kişi sayısının sınırlı olmasıdır. Mevcut araştırmada Falcon 9'un küp uyduların yörünge taşımacılığındaki kullanımı etkileyen faktörler incelenmiştir.



Şekil 3.9 Araştırma Modeli

3.2.4.1.1. Teknoloji Kabul Modeli (TKM) ve Hipotezler

TKM, literatüre kazandırıldığından itibaren yeni teknolojilerin kullanımını etkileyen faktörlerin incelenmesinde sıklıkla kullanılan modellerin başında gelmektedir. Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımı özelinde gerçekleştirilen mevcut araştırmada da TKM'den faydalanılmıştır. TKM'nin ana modelinde olan algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve tutum değişkenleri araştırma modele eklenmiştir.

- **H1:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Algılanan Kullanım Kolaylığının, Algılanan Fayda üzerinde etkisi vardır.

Algılanan Kullanım Kolaylığı (AKK): Kişilerin teknoloji kullanımıyla daha az çaba sarf ederek iş akışındaki görevini ifa edebilmesini ifade etmektedir (Davis vd., 1989). Mevcut araştırmada Falcon 9'un kullanımıyla gerçekleştirilecek taşıma faaliyetlerinin başarıyla tamamlanması ve operasyon sürecinin daha az efor sarf ederek tamamlanacağına inanma derecesidir. AKK ile AF arasında genel itibariyle pozitif bir ilişkinin varlığından söz edilebilir. Daha az çaba sarf etmek kişilerin Falcon 9'un kullanımıyla işlerinde performans artışı sağlayacağına inanmasıdır (Venkatesh ve Davis, 1996; Marangunić ve Granić 2015).

- **H2:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Algılanan Faydanın, Tutum üzerinde etkisi vardır.

Algılanan Fayda (AF): Kişilerin teknoloji kullanımıyla iş akışındaki görevini ifa ederken daha fazla performans elde edebilmesini ifade etmektedir (Venkatesh vd., 2003). SpaceX firması son süreçte hem faydalı yüklerin yörünge ve ötesinde taşınmasında hem astronotların Uluslararası Uzay İstasyonu'na (ISS) taşınmasında hem de ISS'e kargo taşımalarında aktif olarak kullanılmaktadır. SpaceX özel bir uzay şirketi olarak farklı görevlere uygun roket ve uzay araç filosuyla uzay görevlerinde önemli bir yeri bulunmaktadır. SpaceX, Falcon 9 roketiyle yörünge taşımacılığında görevleri başarıyla tamamladığı için performans açısından kendini kanıtlamıştır. Bu kapsamda taşımacılık sürecinde Falcon 9 ile küp uydu taşınması performansı artacağına işaret etmektedir.

- **H3:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Tutumun, Niyet üzerinde etkisi vardır.

Tutum (T): Kişilerin ilgili teknolojiye karşı olumlu veya olumsuz düşüncelerini ifade etmektedir (Ma vd., 2025). Falcon 9'un faydalı yük, kargo ve astronot taşımacılığında kullanılmaktadır. Ayrıca ticari uzay turizmi faaliyetlerinde de kullanılmaktadır. Falcon 9'un farklı görevlerde kullanılmasıyla, ilgili teknolojiye karşı pozitif bir tutumun geliştirilmesine sebep olmaktadır. Genel itibariyle Falcon 9'un çoklu ve farklı görevlerde kullanılması pozitif olarak algılanması destekleyecektir.

3.2.4.1.2. Planlı Davranış Teorisi (PDT), Yeniliklerin Yayılması Teorisi (YYT) ve Hipotezler

YYT ve PDT'de yeni teknolojilerin kullanımını etkileyen faktörlerin tespitinde sıklıkla kullanılan modellerdendir. Mevcut araştırmada da YYT ve PDT'nin tüm değişkenleri olmamakla birlikte göreceli avantaj ve öznel norm değişkenleri eklenmiştir.

- **H4:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Göreceli Avantajın, Tutum üzerinde etkisi vardır.
- **H5:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Göreceli Avantajın, Niyet üzerinde etkisi vardır.

Göreceli Avantaj (GA): Kişilerin ilgili teknolojinin öncesinde kullanılan veya muadillerine göre tercihinin kıyaslanmasıdır. Bu kıyaslama negatif veya pozitif olabilmektedir (Hartley vd., 2022; Rogers, 2002; Saqib ve Qin 2024). GA'nın yeni teknolojilerin benimsenmesinde ve yeniliklerin yayılmasında önemli bir etkisi vardır (Amini ve Jahanbakhsh Javid, 2022; Rogers vd., 2014). Falcon 9'un muadillerine göre daha uygun fiyatlı yörünge taşımacılığı gerçekleştirmesi, fırlatma sıklığı ve diğer firmalardan daha hızlı aksiyon alabilmesi göreceli avantaj sağlamaktadır. Falcon 9 ile küp uydu taşımacılığı muadillerine göre avantaj sağladığı düşüncesi adaptasyon sürecini pozitif etkilemesi muhtemeldir.

- **H6:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Öznel Normun, Tutum üzerinde etkisi vardır.
- **H7:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Öznel Normun, Niyet üzerinde etkisi vardır.

Öznel Norm (ÖN): kişilerin bulunduğu ortam, kendi çevresindeki bireylerden veya belirli gruplar tarafından hissettiği baskı olarak tanımlanabilir (Busse vd., 2017; Ajzen, 1991;

Ajzen ve Sheikh 2013). Kişilerin sergileyeceği davranışın destkelenip desteklenmeyeceğini düşünmesi ve bu düşüncelerin etkisiyle karar verme sürecini şekillendirmesidir (Cai vd., 2021; Arslan ve Şar 2018; Pillai vd., 2022). Uzay alanında faaliyet gösteren kişilerin çevresinde bulunan iş arkadaşlarından, sektörün önde gelenlerinden ve hali hazırda fırlatmalar için SpaceX ile anlaşma yapan şirketlerin tercihlerinden etkilenmesi muhtemeldir.

3.2.4.1.3. Bağımsız Değişkenler ve Hipotezler

Araştırmanın derinliğini artırmak ve sürecin daha detaylı incelenebilmesi için TKM, YYT ve PDT dışında bağımsız değişkenler modele eklenmiştir. Uzay lojistiği kapsamında değerlendirilen yörünge taşımacılığı faaliyetlerinde tercih edilen Falcon 9'un kullanımına olan etkileri incelenmek istenmiştir. Yörünge taşımacılığı yeryüzünden daha yüksek maliyetlerle gerçekleştirildiği için maliyet unsuru eklenmiştir. Ayrıca taşımacılıkta önemli olan teslimatın zamanında ve istenildiği gibi gerçekleştirilmesinin öneminin vurgulanabilmesi için güven ve kalite değişkenleri de eklenmiştir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde maliyet, güven, kalite bağımsız değişkenleri modele eklenmiştir. Yörünge taşımacılığı kapsamında Falcon 9'un kullanılabilmesi için gerekli finansal kaynakların algılanan düzeyi olarak tanımlanabilir. Güven ise Falcon 9 ile yörünge taşımacılığının başarıyla tamamlanmasıyla ilgilidir. Son olarak kalite ise küp uydu üreticilerinin dış kaynak kullanımında Falcon 9 beklentilerini karşılamasıyla açıklanabilir.

- **H8:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Maliyetin, Niyet üzerinde etkisi vardır.

Maliyet (M): Kişilerin ilgili teknolojiyi kullanırken algıladığı ve katlanması gereken bedel olarak tanımlanabilir. Maliyet yeni teknolojilerin kullanımında elde edilecek fayda hesaplanırken dikkate alınan bir değişken olmuştur. Yüksek maliyet kişilerin teknolojiye karşı tutumunu ve teknoloji kullanımını etkilemektedir (Wu ve Wang 2005). Lojistik faaliyetlerde verimlilik ve performansın yanında maliyet etkin çözümler de oldukça önemlidir. Tekrarlı kullanıma sahip olan Falcon 9 küp uydu taşımacılığında muadillerine göre daha az maliyetle fırlatma (yörünge taşımacılığı) imkanı sunmaktadır (Toraman, 2025).

- **H9:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Güvenin, Niyet üzerinde etkisi vardır.

- **H10:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Güvenin, Kalite üzerinde etkisi vardır.

Güven (G): Kişilerin ilgili teknolojinin kullanırken sürecin başarıyla tamamlanacağına olan inancıdır. Güven algısı teknolojinin kullanımını ve adaptasyonu desteklemektedir. Güven, risk algısını azaltmakla birlikte teknoloji kullanımındaki direnci kırmaktadır. Lojistik operasyonlarda güven yeni teknolojilerin kullanımında önemli bir faktörken çok fazla belirsizliğin olduğu süreçlerde etkisini yitirebilmektedir (Acharya ve Mekker 2022; Pavlou, 2003). Uzay lojistiğinde çevresel, teknik ve süreç risklerinin yanında daha farklı risklerin varlığı aynı zamanda çok fazla belirsizliğin olması kişilerin Falcon 9'un küp uydu taşımacılığındaki güven algısını olumsuz olarak etkileyebilecektir.

- **H11:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Kalitenin, Niyet üzerinde etkisi vardır.
- **H12:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Kalitenin, Süreç Riskleri üzerinde etkisi vardır.

Kalite (K): Kişilerin kullanacakları teknolojinin sistem performansının, hata oranının az, güvenilirliği yüksek ve ihtiyacı karşılama kapasitesine sahip olması olarak tanımlanabilir (Wixom ve Todd 2005; Zavareh vd., 2012). Kalite algısı kullanıcıların memnuniyetini sağlayacağından teknolojinin kullanımını ve adaptasyonunu hızlandıracaktır (Chang vd., 2015; Taherdoost, 2018). Yüksek kalite algısı Falcon 9'un küp uydu taşımacılığındaki kullanımını pozitif etkilemesi muhtemeldir. Aynı zamanda kalite, sürecin başarıyla tamamlanacağı algısını artıracığından Falcon 9'un kullanıcıları tarafından algılanacak riskin azalmasını ve küp uydu taşımacılığındaki kullanım etkisini artıracaktır.

3.2.4.1.4. Uzay Lojistiğinde Taşımacılık Süreçlerindeki Riskler ve Hipotezler

Araştırmanın diğer bağımsız değişkenleri ise Teknik Risk, Çevresel Risk ve Süreç Riski dahil edilmiştir. Fakat uzay lojistiğinde karşılaşılabilecek daha farklı risklerin de olduğu bilinen bir gerçekliktir. Finansman, Tedarik, İnsani hatalar, Taşımacılık, Sertifikasyon ve Lisans izin riskleri de ayrıca sıralanabilir (Toraman, 2025).

- **H13:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Süreç Risklerinin, Niyet üzerinde etkisi vardır.

Süreç Riski (SPR-S): Lojistik faaliyetlerde süreci başarıyla tamamlamak oldukça önemlidir. Lojistik süreç riski karşılaşılabilecek olaylar nedeniyle operasyonlarda sürecin aksamasına, gecikmeler yaşanması veya tamamlanamamasına neden olacaktır.

Mevcut araştırmada süreç riskleri (Toraman, 2025);

- Küp uydu üretiminde tedarik riski,
- Üretimdeki gecikmeler nedeniyle taşıma faaliyetlerinin aksama riski,
- Gecikmelerin nedeniyle artan maliyet riski,
- Başarısız test sonuçları nedeniyle yeniden üretim riski,
- Roket ve faydalı yük taşıyan kısmın ayrılmama riski,
- Atmosferden geçişte yanlış hesaplama sonucu yaşanacak riskler,
- Fırlatma sırasında yükün zarar görmesi riski,
- Fırlatma sırasında yükün rokete zarar verme riski,

vb. olarak sıralanabilir. Uzun lojistiği kapsamında taşımacılık faaliyetinin başarıyla tamamlanabilmesi için lojistik süreçlerin etkili ve verimli yönetimi yüksek performans, maliyet ve zaman açısından oldukça önemlidir (Fuchs & Wohinz 2009; Toraman, 2025). Uzun lojistiği kapsamında Falcon 9'un ile küp uydu taşımacılığının süreç risklerine maruz kalma algısı veya düşüncesi adaptasyon ve kullanım sürecini negatif etkileyecektir. Fakat kullanıcıların çeşitli risklere karşı hazır bir teknolojiye karşı algısı sürece pozitif katkı sunacaktır. Örneğin; Japonya menşeli Spaceone şirketine ait Karios roketi fırlatma sırasındaki patlama nedeniyle taşıdığı uydular kullanılmaz hale gelmiştir. Taşımacılık süreci başarısızlıkla sonuçlanmıştır.

- **H14:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Teknik Risklerin, Süreç Riskleri üzerinde etkisi vardır.
- **H15:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Teknik Risklerin, Çevresel Riskler üzerinde etkisi vardır.

Teknik Risk (SPR-T): Lojistik faaliyetlerde özellikle taşımacılıkta kullanılan teknik ekipman, taşıma araçları, donanımsal ve yazılımsal hatalar nedeniyle sürecin başarıyla tamamlanamaması ihtimalidir. Teknik riskler uzun lojistiğinde küp uyduların yörüngeye taşınmasında süreci olumsuz etkileme potansiyeline sahiptir.

Mevcut araştırmada teknik riskler (Toraman, 2025);

- Uydunun sistem testlerinde yapılan hata riski,

- Fırlatma (Taşıma) araçlarındaki motor arızası riski,
- Taşıma aracıyla yer istasyonunun iletişim kuramama riski,
- Taşıma aracındaki aviyonik cihaz arızası riski,
- Uydu ile yer istasyonunun iletişim kuramama riski,
- Uydunun Taşıma aracından ayrılmama riski,

vb. olarak sıralanabilir. Teknik risklerin önceden belirlenerek olası senaryoların hesaplanması ve önlenmesi, taşıma faaliyetlerinin tamamlanabilmesi için önemlidir. Aksi halde teknik ekipman, taşıma araçları, donanımsal ve yazılımsal vb. hatalar nedeniyle taşıma faaliyetleri başarısızlıkla sonuçlanacaktır. (Seastrom, 2004; Toraman, 2025; Fuchs & Wohinz 2009). Örneğin; Boeing'in CST-Starliner uzay aracının başarılı fırlatma sonucunda taşıdığı astronotların ISS'e ulaşmasını sağlamıştır. Fakat itki sistemlerindeki arıza nedeniyle astronotlar ISS'te geçici olarak mahsur kalmıştır.

- **H16:** 3 PL açısından, Falcon 9 ile yapılan küp uydu yörünge taşımacılığında Çevresel Risklerin, Süreç Riskleri üzerinde etkisi vardır.

Çevresel Risk (SPR-Ç): Lojistik faaliyetlerde kullanılan araçların, taşıma öncesinde, taşıma esnasında ve tekrarlı kullanılabilen roketlerde geri dönüş süreci de dahil olmak üzere farklı zamanlarda Dünya, Yörünge ve Uzay'ın doğal ortamından etkilenme ihtimalidir.

Mevcut araştırmada çevresel riskler (Toraman, 2025; Schaub, vd., 2015);

- Dünya'daki olumsuz hava koşullarından etkilenme riski
- Uzay'daki olumsuz hava koşullarından etkilenme riski
 - Güneş radyasyonu
 - Kozmik radyasyon
- İyonlaşma riski,
- Uzay enkazı (çöp) ile çarpışma riski,
- Asteroit ile çarpışma riski,

vb. olarak sıralanabilir. Çevresel riskler, son süreçte birçok fırlatma faaliyetinin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olmuştur. Örneğin; Falcon 9 güçlendiricisi başarılı bir fırlatmanın ardından deniz platformuna iniş yaparak görevini tamamlamıştır. Fakat deniz platformunun olumsuz hava koşulları (rüzgar ve dalga) nedeniyle devrilerek kullanılmaz hale gelmiştir.

3.3. Teorik Modellerin Kullanıldığı Lojistik Alanındaki Araştırmalar

Yeni teknolojilerin kabulünde TKM, PDT, YYT sıklıkla kullanılan teorik modellerdendir. Uzay lojistiği ve yörünge taşımacılığı hususunda gelişimini sürdüren bir konu olması nedeniyle teorik modeller kullanılmamıştır. Fakat lojistik alanında gerçekleştirilen farklı çalışmalarda kullanılmıştır. Bu kısımda 2019'dan itibaren literatürde yapılan çalışmalar Tablo 3.1'de gösterilmiştir. Güncel çalışmalara vurgu yapılabilmesi için son beş yıl incelenmiştir. Literatürde lojistik ve mevcut araştırmada kullanılan modeller ile önemli sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 3.1'deki çalışmalar özetlenmiştir. Araştırmaların hipotez sonuçları da tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Wu vd. (2019), son süreçte artan elektrikli araç kullanımına dikkat çekmiştir. Çalışmalarında elektrikli otonom araçların kullanımı artışı vurgulanmıştır. Bu kapsamda gelecekte ulaşım sistemlerinde önemli bir rol oynayacağı düşünülen otonom elektrikli araçlar üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veriler çevrimiçi olarak Çin'de toplanmıştır. Araştırmada Çevresel Kaygıların (Environmental Concern-ÇK) performans ve kullanım niyeti ile ilişkisi incelenmiştir. Çevresel kaygıların fayda, kullanım kolaylığı ve otonom elektrikli araç kullanım niyetine doğrudan ve dolaylı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Wu vd., 2019).

Jain vd. (2020), blokzincir teknolojisinin lojistik ve tedarik zincirindeki kullanımına karşı müşterilerin tutum ve davranışları incelenmiştir. Çevrimiçi olarak 240 kişiden yanıt toplanmıştır. Araştırma Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın en önemli kısıtı ise Hindistan'da gerçekleştirilmiş olmasıdır. Araştırmanın önemli çıktıları arasında lojistik ve tedarik zincirinde blokzincir kullanımı süreçteki şeffaflığı sağlayarak dolandırıcılığı ve hırsızlığı azaltacaktır. Blokzincir teknolojisinde veriler güvenli şekilde saklanacağı için süreçteki anlaşmazlıkları azaltacaktır (Jain vd., 2020).

Cai vd. (2021), son aşama teslimatında kullanılan çeşitli teknolojilerin kullanımını ve kabulünü etkileyen faktörlerin incelenmesi hedeflenmiştir. Bu çalışmada üç farklı teknoloji üzerinde durulmuştur. Çevrimiçi satın al mağazadan teslim al, teslimat dolapları ve drone teslimatı teknolojileri incelenmiştir. Birleştirilmiş Teknoloji Kabul Modeli (UTAUT) kullanılan araştırmaya 450 kişi katılmış ve araştırmada analiz yöntemi olarak SEM kullanılmıştır. Üç teknolojinin kullanımı etkileyen faktörler birbirinden farklıdır (Cai vd., 2021).

Shanmugavel ve Micheal (2022), tüketicilerin elektrikli araç kullanımına yönelik tutumları incelenmiştir. Çalışmada elektrikli araçların çevre dostu olduğu vurgulanmıştır. Araştırma Hindistan'da gerçekleştirilen araç fuarına katılan kişilerden 402 tanesinin

yanıtlarıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın analizinde SEM SPSS 23 ve AMOS paket programı kullanılmıştır. Pazarlama uyaranlarının ve teşviklerin elektrikli araç satın almada önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Shanmugavel ve Micheal 2022).

Ngoc vd. (2022), son süreçte artan elektrikli araç kullanımı ve artan e-ticaret hacmine alternatif olarak değerlendirilmesi ele alınmıştır. Çalışmanın amacı son aşama teslimatta elektrikli araç kullanımını etkileyen faktörlerin araştırılması, incelenmesi ve tespit edilmesidir. Araştırma Vietnam'da 485 kişiden yanıt alınarak verileri toplanmıştır. Araştırmada Yapısal Eşitlik Modellemesi (SEM) kullanılmıştır. Araştırmanın çıkarımları arasında elektrikli araçların menzillerinin uzatılması ve şarj süresinin daha kısa olmasının önemine vurgu yapılmıştır. Politika yapıcıların ise bu alanda hukuksal çerçeveyi ve kullanım için gerekli alt yapıyı desteklemesi gerekliliktir. İlk olarak elektrikli araç şarj istasyonlarının artırılması elektrikli araç kullanımını artıracak ve adaptasyonu destekleyecektir (Ngoc vd., 2022).

Pillai vd. (2022), COVID-19 sonrası artan e-ticaret faaliyetleri, yeme-içme sektöründe de etkili olmuştur. Bu durum çevrimiçi kanallardan hızlı tüketim malları ve günlük yemek dağıtım hizmeti veren firma sayısını artmıştır. Bu kapsamda hacmi artan çevrimiçi yemek dağıtım hizmetleri sektörünün incelenmesi bir gereklilik haline gelmiştir. Araştırmada tüketicilerin tutumları ve süreci etkileyen faktörlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma Amerika Birleşik Devlet'lerinde (ABD) yaşayan 814 katılımcıyla gerçekleştirilmiştir. Kullanımı etkileyen faktörlerden performansın pozitif riskin ise negatif etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Pillai vd., 2022).

Alnıpak ve Toraman (2024), denizcilik sektöründeki paydaşlar rekabet avantajı sağlamak için blokzincir teknolojisinin kullanımı üzerine çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Çalışmada finans sektöründe yenilikler sağlayan blokzincir teknolojisinin denizcilik alanındaki kullanım kabulü süreci incelenmiştir. Araştırma Türkiye'de denizcilik sektörü paydaşlarından katılımlarla gerçekleştirilmiştir. Hali hazırda Türkiye'de ödeme yöntemi olarak blokzincir tabanlı kripto paraların kullanımı yasaktır. Fakat gelecekte teknolojinin gelişimiyle birlikte Türk denizciliğinde değişimlere hazırlık yapılması amaçlanmıştır. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde blokzincir teknolojisinin ödeme yöntemlerinde kabul edilebileceği anlaşılmaktadır. Özellikle denizcilik sektöründeki daha genç katılımcıların sürece daha hızlı adapte olabileceği anlaşılmaktadır (Alnıpak ve Toraman 2024).

Fessler vd. (2024), PDT'nin genişletilmiş bir versiyonu ile nitel olarak gerçekleştirilmiştir. O nedenle Tablo 3.1'de hipotez sonuçları gösterilmemiştir. Çalışmada artan e-ticaret hacminin yarattığı trafik sorununa ve karbon emisyonuna dikkat çekilmiş olup bu soruna çevreci bir çözüm üretmek için kitle kaynak lojistiğini kullanılması önerisinde

bulunulmuştur. Çalışmada kargo dolaplarını (otomatları) toplu taşıma ile birleştirerek son aşama teslimatın yarattığı trafik sorununu azaltılması önerilmiştir. PDT'nin genişletilmiş bir versiyonu kapsamında çevrimiçi derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Sürece katılım ve kitle kaynak lojistiğine karşı şüpheli bir tavır sergilenmiştir. Bu durum dolayısıyla kullanım niyetini olumsuz etkilemektedir. Demografik faktörler incelendiğinde ise yaşı görece daha genç olanlar ve öğrenciler sürece katılımı daha istekli olduklarını belirtmiştir. Bu durum geleneksel olarak yeniliğin kabulünde direnç gösterilmesi olarak tanımlanabilir (Fessler vd., 2024).

Liobikienė vd. (2025), Çalışmada Ukrayna savaşının neden olduğu enerji krizine dikkat çekilmiştir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji üretiminin ve tüketiminin teşvik edilmesinin önemi vurgulanmıştır. Çalışma kapsamında yeşil elektrik tedarikçisi seçimini etkileyen faktörleri Planlı Davranış Teorisi (PDT) kapsamında incelenmiştir. Tutum ve öznel norm yeşil tedarikçi seçiminde pozitif bir etkiye sahipken algılanan davranışsal kontrol etki bulunamamıştır. Ayrıca demografik faktörlerden sadece eğitim yeşil tedarikçi seçimini etkilemiştir. Fakat bu etki negatiftir. Buradan yeşil enerjinin sürdürülebilirliği konusunda endişeler söz konusudur (Liobikienė vd., 2025).

Toraman (2025), uzay lojistiğinde taşımacılıkta kullanılan araç veya roketlerin kullanım süreci ve süreçte meydana gelecek riskleri etkileyen faktörlerin incelenmesi hedeflenmiştir. Araştırma ticari uzay fırlatmalarında sıklıkla tercih edilen SpaceX'in Falcon 9 roketiyle gerçekleştirilen taşımacılık faaliyetleri üzerine gerçekleştirilmiştir. Türkiye'deki savunma sanayi ve uzay teknolojileri üretim kabiliyetinin artması bu alanda ekonomik etkinlik sağlanması ve geliştirme hedefleri araştırmanın motivasyonu açısından oldukça önemlidir. Türkiye'deki katılımcıların yanıtlarından elde edilen veriler ile araştırmanın analizi gerçekleştirilmiştir. Uzay lojistiği kapsamında incelenen Falcon 9'un taşımacılık faaliyetleri özelinde teknik ve çevresel riskler süreç riskini etkilemektedir. Ayrıca Falcon 9'un kullanımında yönelik kalite algısı arttıkça karşılaşılabilecek risklerden etkilenilmeyeceğine olan inanç artacaktır (Toraman, 2025). Bu çalışmada yörünge taşımacılığı sürecinde karşılaşılabilecek riskler kategorize edilmiştir.

Zhao vd. (2025), -19 sonrası artan e-ticaret hacmi teslimat süreçlerinin optimizasyonunu zorunluluk haline getirmiştir. Teslimatlarda yöntemlerinin çeşitlendirilmesi teslimatların zamanında gerçekleştirilmesine ve müşteri memnuniyetini artırarak rekabetçi bir fark yaratılmasını sağlamıştır. Bu kapsamda teslimatlarda yeni iş modelleri geliştirilmiştir. Yeni teslimat yöntemlerinden olan Esnaf Kurye (Errand delivery) bir uygulama üzerinden teslimat süreçlerinin gerçekleştirilmesini ifade etmektedir. Bu çalışmada söz konusu iş modeli incelenmiştir. Teslimat yöntemi ve kullanılan teknolojinin kabulü süreci TKM, Servis Kalite

Modeli (SERVQUAL) ve Teknoloji, Örgütsel ve Çevre Modeli (TOE) kapsamında incelenmiştir (Zhao vd., 2025).

Tablo 3.1 Literatürde Yapılan Çalışmalar (Son 5 yıl)

Yazar/ Yazarlar	Çalışmanın Başlığı	Hipotezler ve İlişkileri	Kabul veya Red	Kullanılan Teorik Modeller
Wu vd., (2019).	The role of environmental concern in the public acceptance of autonomous electric vehicles: A survey from China/Otonom elektrikli araçların kamuoyunda kabul görmesinde çevresel kaygıların rolü: Çin'den bir anket	EC→AF	Kabul / (+)	TKM
		EC→AKK	Kabul / (+)	
		AF→N	Kabul / (+)	
		AKK→AF	Kabul / (+)	
Jain vd., (2020).	Blockchain in logistics industry: in fizza customer trust or not/ Lojistik sektöründe blok zinciri: müşteri güveni var mı yok mu?	T→N	Kabul / (+)	TKM ve PDT
		AF→N	Kabul / (+)	
		AKK→N	Kabul / (+)	
Cai vd., (2021).	Consumer's usage of logistics technologies: Integration of habit into the unified theory of acceptance and use of technology/üketicilerin lojistik teknolojilerini kullanımı: Alışkanlığın, teknolojinin kabulü ve kullanımı ile ilgili birleşik teoriye entegrasyonu	PB→T	Kabul / (+)	UTAUT
		SE→T	Red	
		T→N	Kabul / (+)	
Shanmugavel ve Micheal (2022).	Exploring the marketing related stimuli and personal innovativeness on the purchase intention of electric vehicles through Technology Acceptance Model/ Teknoloji Kabul Modeli aracılığıyla elektrikli araçların satın alma niyetine ilişkin pazarlama ile ilgili uyarıcıları ve kişisel yenilikçiliği araştırma	GAÜ→AF	Kabul / (+)	YYT ve TKM
		GAF→AF	Kabul / (+)	
		AF→N	Kabul / (+)	
Ngoc vd., (2022).	Determinants of carriers' intentions to use electric cargo vehicles in last-mile delivery by extending the technology acceptance model: a case study of Vietnam/ Teknoloji kabul modelini genişleterek, son kilometre teslimatında elektrikli kargo araçlarını kullanma niyetini belirleyen faktörler: Vietnam vaka çalışması	AR→AF	Kabul / (+)	TKM
		T→N	Kabul / (+)	
		AF→N	Red	
		AKK→AF	Kabul / (+)	
		AR→AF	Kabul (-)	
		AF→T	Kabul / (+)	

Pillai vd., (2022)	Online food delivery services and consumers' purchase intention: Integration of theory of planned behavior, theory of perceived risk, and the elaboration likelihood model/ Çevrimiçi yemek dağıtım hizmetleri ve tüketicilerin satın alma niyeti: Planlı davranış teorisi, algılanan risk teorisi ve ayrıntılandırma olasılığı modelinin entegrasyonu	AR→T	Kabul (-)	
		T→N	Kabul / (+)	
Alnıpak ve Toraman (2024).	Analysing the intention to use blockchain technology in payment transactions of Turkish maritime industry/ Türk denizcilik sektöründe ödeme işlemlerinde blok zinciri teknolojisinin kullanım niyetinin analizi	AF→N	Kabul/ (+)	TKM ve PDT
		AKK→N	Kabul/ (+)	
		SN→N	Red	
Fessler vd., (2024).	Drivers and barriers in adopting a crowdshipping service: A mixed-method approach based on an extended theory of planned behaviour/ Kitle nakliye hizmetinin benimsenmesindeki itici güçler ve engeller: Genişletilmiş planlı davranış teorisine dayalı karma yöntem yaklaşımı	AKK→T	Nitel Araştırma	PDT
		D→		
Liobikienė vd., (2025).	The selection of green electricity supplier in Lithuania: The main determinants applying the Modified Theory of Planned Behaviour in the context of the war in Ukraine/ Litvanya'da yeşil elektrik tedarikçisinin seçimi: Ukrayna'daki savaş bağlamında Değiştirilmiş Planlı Davranış Teorisini uygulayan temel belirleyiciler	T→N	Kabul/ (+)	PDT
		ÖN→N	Kabul/ (+)	
		ADK→N	Red	
Toraman, Y. (2025).	Space logistics and risks: A study on spacecraft/ Uzay lojistiği ve risk: Uzay aracı üzerine bir çalışma	ÇR→SR	Kabul/ (+)	Uzay Riskleri
		ÇR→TR	Kabul/ (+)	
		TR→SR	Kabul/ (+)	
		K→SR	Kabul/ (-)	
Zhao vd., (2025).	Errand delivery adoption by business users: Integrated perceived SERVQUAL model within TOE- TAM model/ İş kullanıcıları tarafından erişim teslimatının benimsenmesi: TOE-TAM modeline entegre edilmiş algılanan SERVQUAL modeli	Tec→AF	Kabul/ (+)	TOE ve TAM
		O→AF	Kabul/ (+)	
		Envir→AF	Kabul/ (+)	
		Tec→AKK	Kabul/ (+)	
		O→AKK	Kabul/ (+)	
		Envir→AKK	Kabul/ (+)	
		AF→N	Kabul/ (+)	

EC: Çevresel Endişe, GAF: Göreceli Avantaj Fiyat, GAÜ: Göreceli Avantaj Ürün, T: Tutum, N: Niyet, AKK: Algılanan Kullanım Kolaylığı, AF: Algılanan Fayda, GA: Göreceli Avantaj, ÖN: Özel Norm, ÇR: Çevresel Risk, SR: Süreç Riski, TR: Teknik Risk, K: Kalite, ADK: Algılanan Davranışsal Kontrol, TOE: Teknoloji, Örgütsel ve Çevre Modeli, Tec: Technology, O: Organization, Envir: Environment, AR: Algılanan Risk, D: Demografik Faktörler, PB: Performans Beklentisi, SE: Sosyal Etki, UTAUT: Birleştirilmiş Teknoloji Kabul modeli
→: Değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ VE ANALİZİ

4.1. Araştırmanın Konusu, Amacı ve Önemi

Roket teknolojisinin gelişimi insanoğlunun uzaya erişimini hayal olmaktan çıkarmıştır. Sonrasında ise yapay uydular gönderilmiş, insanlı veya insansız farklı uzay görevleri gerçekleştirilmiştir. İlk etapta uzay görevleri veya faaliyetleri devletler nezdinde gelişmiş olsa da süreç içerisinde gelişen teknoloji ve buna bağlı azalan maliyetler özel sektöründe ilgisini çekerek katılımın artmasını sağlamıştır. Özellikle 2000’li yıllarda tekrar kullanıma sahip roketlerin geliştirilmesi uzay faaliyetlerinin alanını ve kapsamını genişletmiştir. Uzaya erişimde kullanılan roket teknolojilerinin katkısı oldukça fazladır. Bu kapsamda uzay faaliyetleri artmış olup bu artışın alt yapısını ise uzay lojistiği yetenekleri oluşturmaktadır. Bu durum hem fırlatma sayılarını artırmış hem de uzaya erişimde maliyet etkin çözümler üretilmiştir. Maliyetlerin düşüşü uzaya olan ilgiyi artmıştır. Daha geniş katılımı uzay araştırmaları, farklı uzay görevleri, uydu üretimi, entegrasyonu, uydu iletişimi, asteroid madenciliği, uzay turizmi, uzay elbiseleri, uzayda üretim için teknolojiler, araç, gereç ve ekipmanlar üzerine uzmanlaşan firmalar faaliyetlerini hızlandırmıştır. Gelecekte uzay endüstrisinin 1 trilyon ABD dolarını geçmesinin beklenmesi bu durumu kanıtlar niteliktedir (Morgan Stanley, 2025).

Uzaya erişimde oldukça önemli olan roketler, araçlar ve taşımacılık faaliyetlerinin lojistik perspektifle incelenmesi bir gereklilik haline gelmiştir. Son süreçte ticari fırlatma operasyonlarda SpaceX firmasının Falcon 9 roketi önemli bir paya sahiptir. Küçük uydu pazarı incelendiğinde SpaceX 2019- 2023 yılları arasında fırlatmaların yaklaşık %75’inden fazlasını gerçekleştirmiştir. Ayrıca SpaceX’in başka bir iştiraki Starlink 2014’ten bugüne kadar küçük uydu fırlatmalarının %65’inden fazlasını gerçekleştirmiştir (Brycotech, 2024). SpaceX taşımacılık filosunun uzaya erişimde maliyet etkin çözümler üretmesi ve sıklıkla tercih edilmesi nedeniyle yörünge taşımacılığındaki kullanımının etkilendiği faktörlerin tespitini önemli hale getirmiştir.

Araştırmanın amacı, uzay lojistiği faaliyetlerinden biri olan yörünge taşımacılığında dış kaynak kullanımı sürecinde tercih edilen Falcon 9’un kullanımını etkileyen faktörlerin incelenmesidir. Yörünge taşımacılığı sürecini etkileyen olumlu veya olumsuz faktörlerin derinlemesine incelenmesidir. Araştırmanın önemi ise Türkiye merkezli şirketlerin ilk etapta uydu üreticiliğiyle başladığı uzay serüveninde müstakil olarak uzaya erişiminin zorunluluğundan kaynaklanmaktadır. Üniversitelerde test amaçlı küp uydu üretimiyle başlayan süreç yerleşik firmaların gelişmiş küp uydular üreterek ihracatını gerçekleştirmesi ve uydu

operatörlüğüyle farklı alanda müşterilerine hizmet vermesiyle devam etmektedir. Fakat Türkiye'nin yörünge taşımacılığı alt yapısının olmaması gelecekte önemli sorunlara neden olabilecektir. Bu nedenle çalışmada uzay lojistiği kavramı ve taşımacılık üzerinde durularak Falcon 9'un taşımacılık süreçleri incelenmiştir. Gelecekte uzaya erişim sürecinde taşımacılık hizmeti sunması muhtemel Roketsan, Delta V, Fergani Uzay vb. şirketlere katkıda bulunacaktır. Uzay lojistiği, yörünge taşımacılığı vb. farklı akademik çalışmalara da katkı sunmak hedeflenmiştir.

4.2. Araştırmanın Kısıtları

Araştırmanın önemli kısıtlarından birisi Türkiye'deki havacılık ve uzay mühendislerini ve uzay teknolojisi üreten firma personelinin içermesidir. Basit tesadüfi olmayan yöntemlerden Kolayda örnekleme yöntemiyle örneklemelerin seçilmesi ve TKM, YYT ve PDT modellerinin kullanılması araştırmanın kısıtlarındandır. Ayrıca araştırmanın sadece Türkiye'de yapılıyor olması önemli kısıtlardan birisidir.

İlerleyen süreçte yerli firmalar aktif olarak yörünge taşımacılığı faaliyetlerini gerçekleştirebilecektir. Gelecekte zamanın şartlarına göre farklı model ve örneklem ile tekrarlanabilir. Araştırma sonuçları karşılaştırılarak elde edilen sonuçlar incelenebilir.

4.3. Araştırmanın Örnekleme ve Veri Toplama Süreci

Araştırma konusunun uzay lojistiği olması ve yörünge taşımacılığı sürecine odaklanması nedeniyle alanda uzman kişilerin araştırmaya katılımı hedeflenmiştir. Fakat uzay teknolojilerinin üretimi savunma sanayi kapsamında değerlendirildiği için şirketler faaliyetlerini Savunma Sanayi Başkanlığına (SSB) bağlı olarak sürdürmektedir. Bu durum ise sektördeki bilgilerin açık kaynaklardan paylaşılmasını sınırlandırarak veriye ulaşımı zorlaştırmaktadır. İkincil kaynaklardan uzay teknolojileri üzerine AR-Ge çalışmaları yürüten, uydu operatörlüğü yapan, uydu ve yedek parça üreten şirketlere ait bilgiler tablo 4.1'de gösterilmiştir (C-Tech, 2025; İSO, 2025; DeltaV, 2025b; Fergani Uzay, 2025b; GUMUSH, 2025b; Plan-S, 2025b; Hello Space, 2025; Profen, 2025; SDT, 2025; TÜBİTAK Uzay, 2025b).

Tablo 4.1 Uzay ve Uydu Teknolojileri Alanında Faaliyet Gösteren Şirketlere Ait Bilgiler

Sıra	Şirket	Faaliyet Alanı	Çalışan Sayısı	Şirket Türü
1	C-Tech	Havacılık ve Uzay Haberleşmesi	+250	Alt yüklenici
2	TUSAŞ	Havacılık ve Uzay Teknolojileri	14.763	Üretici
3	ASELSAN	Savunma Elektronik ve Teknolojileri	11.003	Alt yüklenici
4	Delta V	Uzay Teknolojileri (Roket) ve Yörünge Taşımacılığı	51-200	Taşıyıcı
5	Fergani Uzay	Uzay Teknolojileri (Uydu ve YTA)	51-200	Üretici, Operatör ve Taşıyıcı
6	GUMUSH Aerospace	Uzay Teknolojileri (Küp Uydu ve Yedek Parça)	11-50	Üretici
7	Hello Space	Uzay Teknolojileri (Küp Uydu)	11-50	Üretici
8	Plan-S	Uzay Teknolojileri (Küp Uydu) ve LEO Uydu Operatörü	51-200	Üretici
9	Profen	Havacılık ve Uzay Haberleşmesi	201-500	Alt yüklenici
10	ROKETSAN	Uzay Teknolojileri (Roket) ve Yörünge Taşımacılığı	5.012	Taşıyıcı
11	SDT Uzay ve Savunma Teknolojileri	Havacılık ve Uzay Teknolojileri	201-500	Alt yüklenici
12	TÜBİTAK Uzay	Uydu sistem ve Alt sistemleri	51-200	Alt yüklenici
13	TÜRKSAT	Uydu Operatörü	1166	Operatör
Toplam Çalışan Sayısı			32.822-34.094	

Tablo 4.1’de gösterildiği havacılık ve uzay sanayisinde minimum 32.822 kişi istihdam edilmektedir. Hammadde, yedek parça ve hizmet üreten daha hacimsel olarak daha küçük firmaların da varlığı hesaba katıldığında 35.000- 40.000 kişi dolaylarında olduğu tahmin

edilmektedir. Fakat havacılık ve uzay sanayisinde küresel bir şirket olan TUSAŞ'ın proje konularına bağlı olarak çalışma grupları incelendiğinde (TUSAŞ, 2025b);

- Havacılık Yapısalı Grubu
- Uçak Grubu,
- Helikopter Grubu,
- İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri Grubu,
- Uzay Sistemleri Grubu,
- Milli Muharip Uçak Grubu
- Mühendislik Grubu

TUSAŞ'ın uzay teknolojileri alanında sadece uzay sistemleri grubunun faaliyet gösterdiği anlaşılmaktadır. Ayrıca idari personel, mühendis, tekniker, teknisyen ve işçiden oluşmaktadır. Benzer şekilde ASELSAN ve ROKETSAN bünyesinde bulunan mühendislerin görece daha küçük bir kısmının uzay teknolojileri alanında faaliyet göstermektedir. Ek olarak alan uzmanlarından elde edilen tahmini bilgiye göre, genel itibariyle uzay teknolojileri alanında 1000 uzman veya mühendisin, uydu üretimi üzerine ise 300 uzman veya mühendisin bulunmaktadır. Veri toplama sürecindeki zorluk nedeniyle havacılık ve uzay mühendislerini ve uzay faaliyetleri yürüten şirketlerde çalışan kişilerin katılımıyla veriler toplanarak analizler gerçekleştirilmiştir.

Uzay konu itibariyle kısıtlı çalışma ve üretim alanı olduğu için uzman sayısı da o nedenle azdır. Şu an hali hazırda savunma sanayi mühendisleri özellikle insanlı veya insansız hava araçları üzerine yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda ulaşılabilecek kişi sayısının az olması, zaman, maliyet ve erişim zorlukları nedeniyle uygulama maliyeti düşük, hızlı sonuç alınabilen ve pratik bir yöntem olarak kolayda örnekleme kullanılmıştır. Tesadüfi olmayan örnekleme yöntemlerinden kolayda örnekleme tez araştırmasına seçilecek uzay teknolojileri alanında uzman kişilerden ulaşılabilir olanların araştırma örneğine dahil edilmesini içerir. Kolayda örnekleme zaman, maliyet ve malzeme tasarrufu sağlamaktadır. Kolayda örnekleme, verilerde yanlılık, genelleme yapılabilirliğinde ve temsiliyette sınırlılık gibi dezavantajlarının yanında zaman, maliyet ve kaynak tasarrufuyla sürecin pratik bir şekilde tamamlanması sağlamaktadır (Kurtuluş, 2010). Türkiye'de uzay alanında uzman sayısı 1000 kişi olarak kabul edilerek örneklem büyüklüğü hesaplanmıştır. Tez araştırmasında %5 hata payı ve %95 güven aralığında yeterli örneklem sayısı 278 kişidir (Yazıcıoğlu ve Erdoğan 2011).

Tez araştırmasında incelenen konu yapısı itibariyle uzmanlık gerektirmektedir. Alandaki uzman sayısının az olması, araştırmanın yapısının keşfedici nitelikte olması ve YEM kullanılması gibi nedenlerinden dolayı düşük örneklemle istatistiki olarak geçerliliği olan

Smart PLS4 programı kullanılmıştır. Smart PLS4 programı özelinde 30 kişi üzerinde elde edilecek verilerin kullanılabilirliği imkan vermektedir (Hair vd., 2017). Bu durum göz önünde bulundurulduğunda araştırmaya katılan havacılık ve uzay mühendisiyle alanında uzman, aktif çalışan 106 kişiden veri toplanması istatistiki olarak kabul edilebilirdir. Sosyal bilimler alanında yapılan farklı çalışmalarda alanında çok fazla uzman bulunamaması durumunda 60 ve 100 örneklemlili çalışmalarda kabul görmüştür (Gimeno-Arias vd., 2021; Tran ve Huang 2022; Alnıpak ve Toraman 2024; Pereria vd., 2024).

Araştırma verileri 01.05.2024-01.12.2024 içerisinde çevrim içi yapılan görüşmelerde gerçekleştirilen anketler ile belirli aralıklarla toplanmıştır. Araştırmanın anketi uzay teknolojileri alanındaki 300 uzmanına gönderilmiş olup 185 geri dönüş alınmıştır. Toplanan verilerin temizlenmesi ve ayıklanması sonucunda 106 kişi katılımcının verileriyle analizler gerçekleştirilmiştir.

Oluşturulan ölçek, anket forumunda 12 farklı değişken altında 43 sorudan oluşmaktadır. Ölçek soruları 5’li likert tipi ölçeğe uygun sorulmuştur. Ayrıca katılımcılardan deneyim yılı, cinsiyet ve yaş bilgileri sorulmuştur. Tez araştırmasının anketi Ek 1’e eklenmiştir.

4.4. Araştırmanın Analiz Yöntemi ve Bulgular

Araştırmada maliyet, güven ve kalite değişkenleri, TKM özelinde algılanan fayda, algılanan kullanım kolaylığı ve tutum değişkenleri, YYT özelinde göreceli avantaj değişkeni, PDT kapsamında öznel norm değişkeni ve uzay riskleri özelinde ise çevresel riskler, teknik riskler ve süreç riskleri değişkeni araştırma modeline eklenmiştir. Birden fazla değişkenin bulunduğu ve karmaşık ilişkilerin incelendiği araştırmalarda Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM) analiz yöntemi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. Araştırmalarda YEM’in kullanılabilecek iki tür bulunmaktadır. Bunlar Kısmi En Küçük Kareler- Yapısal Eşitlik Modellemesi (EKK-YEM) ve Kovaryans Tabanlı- Yapısal Eşitlik Modellemesi (KT-YEM) olarak ayrılmaktadır. EKK-YEM açıklama yüzdesine ve tahmine odaklıyken, KT-YEM teoriyi sınamayı hedeflemektedir. Ayrıca, EKK-YEM, örneklem sayısı ve normallik varsayımında daha esnekken, KT-YEM daha yüksek örneklem sayısı ve katı kurallara uyum gerektirmektedir (Dash ve Paul 2021). Bu kapsamda tez araştırmasında lojistiğin yeni bir alanı olan yörünge taşımacılığı ve kullanılan teknolojileri incelemesi ve alandaki uzman sayısının az olması nedeniyle veri toplamak oldukça zordur. Hem kişi sayısı hem de keşfedici bir araştırma olması nedeniyle EKK-YEM tercih edilmiştir.

Analiz sürecinde kullanılan program ise YEM’lerde sıklıkla tercih edilen ve düşük örneklemlerde dahi sağlıklı sonuçlar veren Smart PLS4 paket programı kullanılmıştır. Analiz

sürecinde Birleşme Geçerliliği, İç Tutarlık Güvenilirliği, Ayrışma Geçerliliğinin sağlanması için analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Çoklu Bağlantı Sorunu, Hipotez testleri, dolaylı ilişkiler ve r-kare analizi gerçekleştirilmiştir.

4.4.1. Analiz Sonuçları

Araştırmanın analiz sonuçları iç tutarlılık, güvenilirliği, birleşme ve ayrışma geçerliliği; sırasıyla demografik faktörlerin, güvenilirlik ve geçerlilik analizlerinin, çoklu bağlantı sorununun tespiti için VIF değerlerinin incelenmesi ve korelasyon analizinin ardından hipotezler test edilmiştir. Ek olarak ilişkiler arasında dolaylı etkiler ve r-kare değerleri incelenmiştir. Son olarak ise Smart PLS4 programından elde edilen çıktılar eklenmiştir. Smart PLS programı EKK-YEM analizlerinde daha küçük veriler ile çalışabildiği için normallik varsayımı aranmamaktadır. Araştırmanın analizlerine geçmeden verilerin dağılımını, normallik varsayımını skewness ve kurtosis değerleriyle incelenmiştir. Araştırmadaki verilerin skewness ve kurtosis değerlerinin -1.5 ve +1.5 arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda araştırmanın normallik varsayımı karşılanmıştır (Tabachnick vd., 2007).

4.4.1.1. Demografik İstatistikler

Araştırmaya katılanların genel demografik bilgileri yukarıdaki Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Havacılık ve uzay mühendislerini ve uzay faaliyetleri yürüten şirketlerde çalışan kişilerin katılımıyla araştırma gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.2 Demografik İstatistikler

Yaş	Sayı	%	Deneyim	Sayı	%
20-30	52	49.06	1 yıldan az	10	9.43
31-40	22	20.75	1-3 yıl	34	32.08
41-50	28	26.42	3-5 yıl	10	9.43
51-60	4	3.77	5-7 yıl	4	3.77
			7 yıl ve üzeri	48	45.28
Total	106	100	Total	106	100
Cinsiyet			Sayı		
Kadın			20	18.87	
Erkek			86	81.13	
Total			106	100	

Katılımcıların yaş dağılımı incelendiğinde alanda çalışan personelin %70'i 20-40 yaş aralığındadır. Ayrıca sektördeki cinsiyet dağılımı incelendiğinde %80'i erkeklerden oluştuğu tespit edilmiştir. Son olarak sektöre yeni girmiş olan çalışan sayısı ve +7 yıl üzerinde çalışanlar çoğunluktadır.

4.4.1.2. Güvenilirlik ve Geçerlilik (Birleşme Geçerliliği)

Güvenilirlik ve geçerlilik analizlerinde iç tutarlılık güvenilirliği ve birleşme geçerliliği kapsamındaki analizler gerçekleştirilir ve incelenir. Birleşme geçerliliğindeki faktör yüklerinin 0.7'den büyük olması beklenir (Hair vd., 2017).

Tablo 4.3 Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizleri-1

Değişkenler	Uyarlanan Kaynaklar	Faktör Yükleri	Ortalama
T1 Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması iyi bir fikirdir.	(Venkatesh vd., 2003; Alnıpak ve Toraman 2023; Acharya ve Mekker 2022).	0.762	3.981
T2 Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması makuldür.		0.790	4.058
T3 Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılmasını pozitif görüyorum.		0.854	4.154
M1 Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması pahalıdır.		0.719	4.173
M2 Küp uydu taşımacılığında (fırlatma) Falcon 9'a erişim maliyeti yüksektir.	(Wu ve Wang 2005).	0.778	4.288
M3 Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'a süreç maliyeti yüksektir.		0.951	4.058
N1 Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımını desteklerim.	(Davis ve Venkatesh 1996;	0.797	4.192

N2 Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımı düşünürüm.	Venkatesh, vd., 2012).	0.819	3.962
N3 Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımında tereddüt etmem.		0.731	3.846
AKK 1 Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımı kolay olacaktır.		0.769	3.885
AKK 2 Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımı açık ve anlaşılır olacaktır.	(Davis, 1989; Yuen vd., 2021; Alnıpak ve Toraman 2023).	0.809	4.077
AKK 3 Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında gerekli adımları takip etmek kolay olacaktır.		0.843	3.923
AF 1 Falcon 9 küp uydu taşımacılığında kullanışlıdır.		0.658	4.404
AF 2. Falcon 9 küp uydu taşımacılığında işlemleri kolaylaştırır.	(Davis, 1989; Yuen vd., 2021;	0.779	4.192
AF 3 Falcon 9 küp uydu taşımacılığında daha hızlı ve güvenli tamamlanmasını sağlar.	Alnıpak ve Toraman 2023).	0.861	4.135
AF 4 Falcon 9 küp uydu taşımacılığında performansın artmasını sağlar.		0.701	3.692
K1 Falcon 9 teknik açıdan oldukça iyi çalışmaktadır.		0.866	4.173
K2 Falcon 9'un genel olarak kalitesinin iyi olduğunu düşünüyorum.	(Taherdoost, 2018).	0.863	4.288
K3 Falcon 9'un kalitesi oldukça iyidir.		0.868	4.058

GA 1 Falcon 9, diğer uzay araçlarının taşımacılıkta etkinliği artırmaktadır.		0.789	4.288
GA 2 Falcon 9, küp uyduların yörüngeye yerleşmesi için gereken süreyi azaltacaktır.		0.866	4.135
GA 3 Şirketlerin farklı şirketlerin yerine Falcon 9'u tercih etmelerinin avantajlı olduğunu düşünüyorum.	(Rogers, 1995; Ullah vd., 2021).	0.588	3.404
GA 4 Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanılması uzay operasyonlarında daha fazla kontrol sağlar.		0.576	3.481
GA 5 Falcon 9, diğer uzay araçlarına kıyasla maliyet etkin çözümler sunmaktadır.		0.710	4.154
ÖN 1 Bulunduğum sektörde, küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması onaylanır.		0.760	4.231
ÖN 2 Sektörde görüşüne değer verdiğim çoğu insanın küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılmasına olumlu görüş bildirir.	Venkatesh vd., 2012).	0.737	4.115
ÖN 3 Tanıdıklarımın ve arkadaşlarımla gelecekte küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılmasını düşünmesi benim için önemlidir.		0.828	3.712
SPR-Ç1 Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un Dünya'daki olumsuz hava koşullarından etkilenme riski vardır.	(Toraman, 2025).	0.858	3.731
SPR-Ç2 Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un olumsuz uzay hava koşullarından etkilenme riski vardır. (Örneğin: Güneş		0.879	3.538

Radyasyonu ve Kozmik Radyasyon, Uzay Çöpleri ve Asteroitler)		
SPR-Ç3 Küp uydu taşıma sürecinde iyonlaşma nedeniyle uyduların çalışmama riski vardır.	0.858	3.654
SPR-S1 Küp uydu üretimi sürecinde parça teminde sorun yaşanması yörüngeye küp uydu gönderim sürecinde gecikme ve maliyetleri artırma riski vardır.	0.224	3.904
SPR-S2 Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un güçlendiricilerden ayrılma ayrılma esnasında sorun yaşama riski vardır. (Ayrılma: Gökyüzünde güçlendirici ve faydalı yük taşıyan tek motorlu kısmın ayrılması olarak tanımlanmıştır.)	0.922	3.385
SPR-S3 Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un atmosferden geçişi sırasında sorun yaşanma riski vardır.	0.936	3.308
SPR-S4 Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un uyduya zarar verme riski vardır (Örneğin: Titreşim, aşırı yüklenme, sıcaklık vs.).	0.866	3.077
SPR-T1 Küp uydunun sistem testlerinin gerçekleştirilmesinde teknik hata yapılma riski vardır.	0.812	3.769
SPR-T2 Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un motor arızası yaşama riski vardır.	0.926	3.577
SPR-T3 Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9 ile yer kontrolünün kaybedilme riski vardır.	0.854	3.462
SPR-T4 Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un	0.915	3.500

aviyoniklerinde sorun yaşanma riski vardır.		
SPR-T5 K�p uydu ile yer kontrolünün iletişim kuramama riski vardır.	0.738	3.731
SPR-T6 K�p Uydunun Falcon 9'dan ayrılamama riski vardır.	0.809	3.481
G1 K�p uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması güvenilirdir.	0.903	4.115
G2 K�p uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması emniyetlidir.	(Acharya ve Mekker 2022; Pavlou, 2003). 0.899	4.154
G3 K�p uydu taşımacılığında Falcon 9'a güvenirim.	0.881	4.173

T: Tutum, M: Maliyet, N: Niyet, AKK: Algılanan Kullanım Kolaylığı, AF: Algılanan Fayda, K: Kalite, GA: Göreceli Avantaj,  N: Öznel Norm, SPR- : Uzay Riski- evresel, SPR-S: Uzay Riski-Süreç, Uzay Riski-Teknik, G: Güven

Tablo 4.3'te değişkenler ve alt kısımları gösterilmiştir. Ayrıca değişkenlere ait ölçek sorularının uyarlandığı kaynaklar gösterilmiştir. Değişkenlere ait ortalamalar ve faktör yükü değerleri verilmiştir. Faktör yüklerinin 0.70'ten yüksek olması beklenmektedir. Değişkenin faktör yükleri en küçükten başlanarak sırasıyla çıkartılıp değerler tekrar kontrol edilir. Araştırmada da bu süreçte 0.70'ten küçük değerler silinerek tekrarlanmıştır. Bu nedenle AF 1, GA3, GA4 ve SPR-S 1'in faktör yükü değerleri 0.70'ten küçük olduğu için araştırmadan çıkarılmıştır (Hair vd., 2010; Hair vd., 2017).

4.4.1.3. Güvenilirlik ve Geçerlilik (Birleşme Geçerliliği ve üç Tutarlılık Güvenilirliği)

Güvenilirlik ve geçerlilik analizlerinde birleşme geçerliliğinde olduğu gibi iç tutarlılık da önemlidir. Birleşme geçerliliğinin ikinci aşamasında Ortalama Varyans Değerleri (AVE) bakılır. AVE değerlerinin 0.5'ten büyük olması istatistiki olarak anlamlılık göstergesidir (Hair vd., 2010).   sel tutarlılıkta ise Cronbach's Alpha ve Kompozit Güvenilirliği gösterilmektedir. Değişkenlerin Cronbach's Alpha ve Kompozit Güvenilirliği'nin 0.70 üzerinde değerlere sahip olması gerekmektedir (Hair vd., 2020).

Tablo 4.4 Güvenilirlik ve Geçerlilik Analizleri-2

Değişkenler	Standart Sapma	Cronbach's Alpha	Kompozit Güvenilirliği	Ortalama Varyans Değeri (AVE)
T1	0.747	0.725	0.845	0.645
T2	0.663			
T3	0.690			
M1	0.889	0.833	0.860	0.676
M2	0.938			
M3	1.125			
N1	0.590	0.687	0.826	0.614
N2	0.759			
N3	0.662			
AKK 1	0.891	0.735	0.849	0.652
AKK 2	0.615			
AKK 3	0.675			
AF 1	0.564	0.679	0.824	0.611
AF 2	0.652			
AF 3	0.520			
AF 4	0.971	0.833	0.899	0.749
K1	0.508			
K2	0.531			
K3	0.745	0.696	0.833	0.625
GA 1	0.599			
GA 2	0.760			
GA 3	1.165	0.673	0.819	0.602
GA 4	1.083			
GA 5	0.690			
ÖN 1	0.668	0.893	0.934	0.825
ÖN 2	0.543			
ÖN 3	0.817			
SPR-Ç1	1.129	0.833	0.899	0.749
SPR-Ç2	1.082			
SPR-Ç3	1.072			
SPR-S1	0.966	0.893	0.934	0.825
SPR-S2	1.163			

SPR-S3	1.217			
SPR-S4	1.253			
SPR-T1	0.953			
SPR-T2	0.968			
SPR-T3	1.046	0.887	0.917	0.689
SPR-T4	1.065			
SPR-T5	0.922			
SPR-T6	0.990			
G1	0.609			
G2	0.568	0.876	0.923	0.800
G3	0.508			

Tablo 4.4 incelendiğinde ÖN'nin 0.673, N'nin 0.687, GA'nın 0.696 ve AF'nin 0.679 değerini aldığı tespit edilmiştir. Cronbach's Alpha'nın 0.6'nın üzerinde de kabul edilebilir seviyelerdir. Cronbach's Alpha değerlerinin 0.70'in üzerinde olması gerekirken mevcut araştırmada dört değişkenin en düşük 0.673 değeri bulunmuştur. Araştırmadaki değişkenlerin Cronbach's Alpha değerlerinin hem 0.70'e yakın olması hem de 0.60'nın üzerinde bir değer alması nedeniyle literatüre paralel olarak kabul edilmiştir (Hair vd., 2019).

AVE değerleri incelendiğinde ise en düşük 0.602 değeri alan ÖN değişkeni bulunmaktadır. Bu değer 0.50'nin üzerinde olduğu için kabul edilebilir seviyededir (Hair vd., 2020). Araştırmanın güvenilirlik ve geçerlilik analizlerinde kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 4.5 Çoklu Bağlantı Sorunu (VIF)

Değişkenler	VIF	Değişkenler	VIF
AF 2	1.451	SPR-Ç1	1.798
AF 3	1.546	SPR-Ç2	2.004
AF 4	1.194	SPR-Ç3	2.003
AKK 1	1.478	SPR-S2	3.534
AKK 2	1.379	SPR-S3	3.888
AKK 3	1.549	SPR-S4	2.055
G 1	2.999	SPR-T1	2.587
G 2	2.731	SPR-T2	4.215
G 3	1.973	SPR-T3	3.005

GA 1	1.667	SPR-T4	7.288
GA 2	1.846	SPR-T5	2.024
GA 5	1.191	SPR-T6	2.098
K 1	1.870	T 1	1.434
K 2	1.888	T2	1.353
K 3	2.027	T3	1.589
M 1	3.029	ÖN 1	1.349
M 2	3.399	ÖN 2	1.271
M 3	1.484	ÖN 3	1.318
N 1	1.309		
N 2	1.412		
N 3	1.311		

Tablo 4.5'te VIF değerleri gösterilmiştir. VIF literatürde $VIF < 10$, $VIF < 5$ ve $VIF < 3$ değerleriyle farklı kabul edilebilirlik seviyelerine sahiptir (Hair vd., 2010; Hair vd., 2017). Mevcut araştırmada da SPR-T4'ün 7.288 değerini alması nedeniyle araştırmadan çıkarılmıştır. Diğer değerlerin SPR-T2'nin 4.215 değeri ve diğerlerinin ise 4'ten daha küçük değerler aldığı tespit edilmiştir. Bu kapsamda genel itibariyle 5'in altındaki değerler kabul edilmiş olsa da araştırmadaki VIF değerlerinin geneli 3'ün altında değerler almıştır. Çoklu bağlantı sorununu ifade eden VIF değerleri yapılan düzenlemeler sonunda istatistiki olarak kabul edilebilir seviyededir (Hair vd., 2019).

4.4.1.4. Ayrışma Geçerliliği

Ayrışma geçerliliği de güvenilirlik ve geçerlilik analizlerinde oldukça önemlidir. Burada değişkenler arasındaki ilişkinin şiddeti ve yönü incelenmektedir. Ayrışma geçerliliği Fornell-Larcker Kriteri, Çapraz yükler, Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT) katsayıları incelenerek üç farklı yöntemle hesaplanabilmektedir (Hair vd., 2019).

Tablo 4.6 Fornell-Larcker Kriterlerine Göre Korelasyon Analizi

	AF	AKK	GA	G	K	M	N	SPR-S	SPR-T	T	SPR-Ç	ÖN
AF	0.782											
AKK	0.738	0.807										
GA	0.525	0.412	0.791									
G	0.199	0.218	0.441	0.894								
K	0.260	0.290	0.591	0.620	0.865							
M	0.026	-0.031	-0.050	0.059	-0.095	0.822						

N	0.386	0.392	0.648	0.506	0.677	-0.144	0.783					
SPR-S	0.403	0.301	0.052	-0.121	-0.238	0.160	-0.009	0.908				
SPR-T	0.405	0.194	0.159	0.145	-0.019	0.035	0.131	0.760	0.830			
T	0.568	0.483	0.648	0.420	0.468	-0.118	0.716	0.128	0.246	0.803		
SPR-Ç	0.454	0.302	0.170	0.132	-0.021	0.056	0.147	0.765	0.853	0.184	0.865	
ÖN	0.438	0.429	0.502	0.498	0.544	-0.013	0.689	0.134	0.316	0.562	0.329	0.776

Fornell- Larcker kriterine göre hazırlanan korelasyon analizinde sütunların en üstündeki değerin diğerlerinden yüksek olması gerekmektedir. Değişkenlerin birbiri ile olan korelasyonunun diğerlerinden daha yüksek olması gerekliliğidir (Hair vd., 2017). Genel itibariyle Maliyet, Kalite, Süreç Riski, Teknik Risk ve Çevresel Risk değişkenleri diğer değişkenler ile negatif bir ilişkide olduğu tespit edilmiştir.

4.4.1.5. Hipotezlerin Testleri

Güvenilirlik ve geçerlilik analizlerinde verilerin istatistiksel olarak kabul edilebilir sonuçlar vermesinin ardından hipotezlerin test edilmesi sürecine geçilmiştir. Tablo 4.7’de değişkenler arasındaki ilişkinin gücü, t değerleri, p değerleri ve kabul bilgileri verilmiştir.

Tablo 4.7 Araştırmanın Hipotez Testleri

Hipotezler	İlişkiler	Yol Katsayısı	t değeri	p değeri	<0,05 ?
H1	AKK→AF***	0.738	10.593	0.000	Kabul
H2	AF→T**	0.253	2.095	0.036	Kabul
H3	T→N**	0.346	2.733	0.006	Kabul
H4	GA→T***	0.386	3.037	0.002	Kabul
H5	GA→N	0.111	0.887	0.375	Red
H6	ÖN→T**	0.257	2.323	0.026	Kabul
H7	ÖN→N**	0.289	2.466	0.014	Kabul
H8	M→N*	-0.063	0.610	0.542	Red
H9	G→N*	-0.009	0.075	0.940	Red
H10	G→K**	0.620	6.245	0.036	Kabul
H11	K→N**	0.288	2.098	0.036	Kabul
H12	K→SPR-S**	-0.222	2.398	0.017	Kabul
H13	SPR-S→N*	-0.020	0.249	0.804	Red
H14	SPR-T→SPR-S**	0.392	2.072	0.038	Kabul
H15	SPR-T→SPR-Ç***	0.853	19.491	0.000	Kabul
H16	SPR-Ç→SPR-S**	0.427	2.404	0.016	Kabul

Not: *p <.10; **p <.05; *** p < .001

Araştırmanın hipotez testleri Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Toplamda 16 hipotezin olduğu araştırmada 4 hipotez red 12 hipotez kabul edilmiştir. İlk olarak AKK ile AF arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.738$, $p < 0.5$). AF ile T arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.253$, $p < 0.5$). GA ile T arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.386$, $p < 0.5$). GA ile N arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($\beta = 0.111$, $p > 0.5$). ÖN ile T arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.257$, $p < 0.5$). ÖN ile N arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.289$, $p < 0.5$). T ile N arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.346$, $p < 0.5$). M ile N arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($\beta = -0.063$, $p > 0.5$). G ile N arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($\beta = -0.009$, $p > 0.5$). G ile K arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.620$, $p < 0.5$). K ile N arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.228$, $p < 0.5$). K ile SPR-S arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = -0.222$, $p < 0.5$). SPR-S ile N arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ($\beta = -0.020$, $p > 0.5$). SPR-T ile SPR-S arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.392$, $p < 0.5$). SPR-T ile SPR-Ç arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.853$, $p < 0.5$). Son olarak SPR-Ç ile SPR-S arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($\beta = 0.427$, $p < 0.5$).

Tablo 4.8 Dolaylı Etkiler

Dolaylı İlişkiler	Yol Katsayısı	t değeri	p değeri
$G \rightarrow K \rightarrow N^{**}$	0.178	1.981	0.048
$GA \rightarrow T \rightarrow N^{**}$	0.364	2.279	0.023

Not: * $p < .10$; ** $p < .05$; *** $p < .001$

Dolaylı etkiler tablosunda (4.8) ise diğer önemli sonuçlar elde edilmiştir. İlk olarak H9 hipotezinde G ile N arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştı. Fakat Kalitenin tam aracılık yaptığı ilişkide G ile N arasında dolaylı etkinin varlığından söz edilebilir ($\beta = 0.178$, $p < 0.5$). Ayrıca GA ile N arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken Tutumun tam aracılık yaptığı ilişkide GA ile N arasında dolaylı etkinin varlığından söz edilebilir ($\beta = 0.364$, $p < 0.5$).

4.4.1.6. R² Analizleri

R-kare ve Düzeltilmiş r-kare katsayıları açıklanması beklenen değişkenin yüzde kaçının açıklandığını göstermektedir. R-kare değerlerinin $0.25 < R^2 < 0.50$ zayıf, $0.50 < R^2 < 0.70$ orta, $0.70 < R^2$ ise güçlü bir açıklama yüzdesi olarak kabul edilmektedir (Hair vd., 2020).

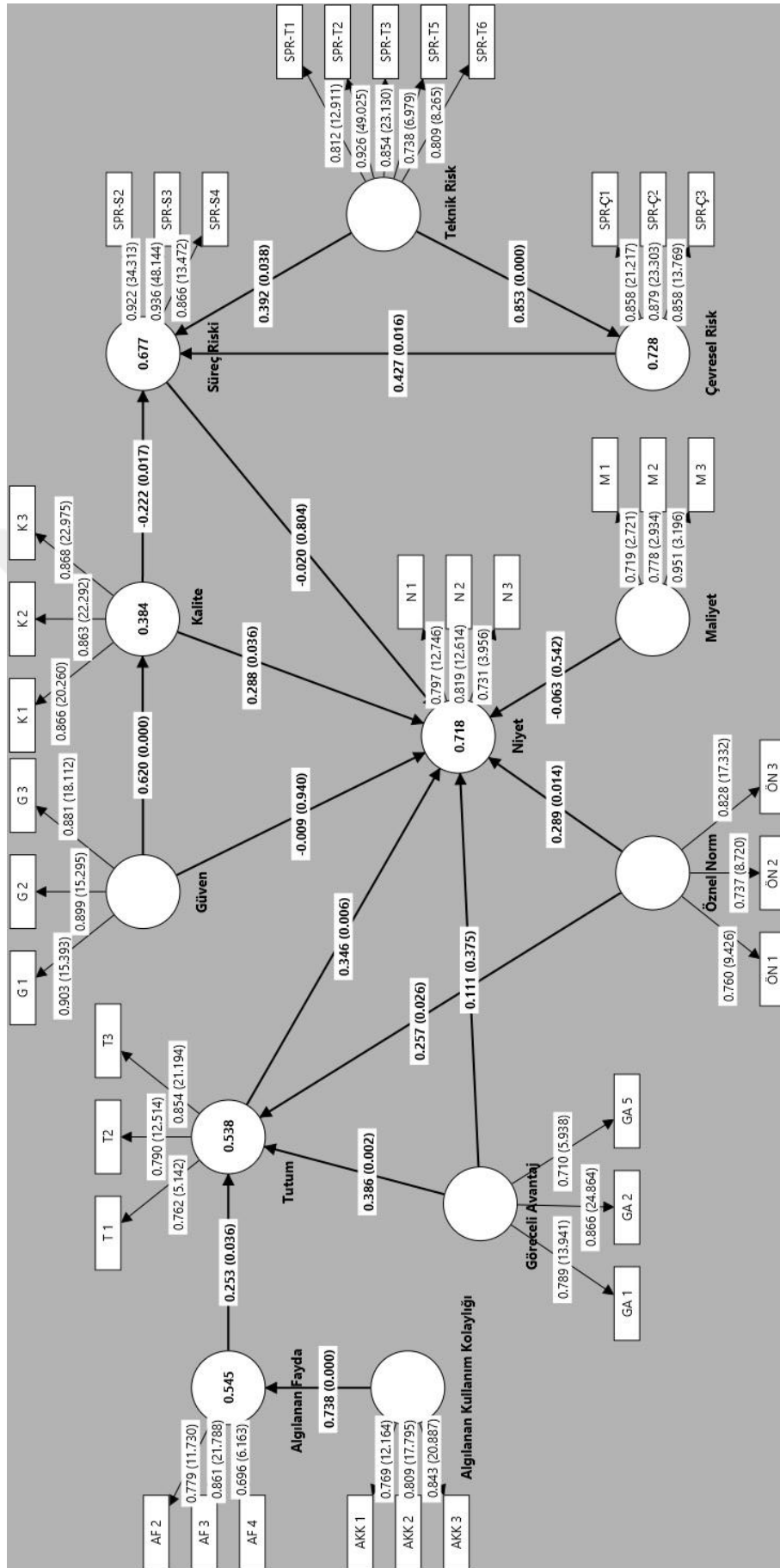
Tablo 4.9 Değişkenlerin R² Değerleri

Değişkenler	R²	Radj²
Algılanan Fayda	0.545	0.536
Kalite	0.384	0.372
Niyet	0.718	0.673
Süreç Riski	0.677	0.657
Tutum	0.538	0.509
Çevresel Risk	0.728	0.722

Araştırmalarda R²'nin 0.70'in üstünde çıkması beklenmektedir. Araştırmalarda sonucun daha iyi anlaşılabilmesi için bağımlı değişkenlerin R²'sinin yüksek olması istenir (Hair vd., 2020). Tablo 4.9'da mevcut araştırmanın R² değerleri gösterilmektedir. Bağımlı değişken Niyet'in R² değeri 0.718'tir. Bu sonuçlar küp uyduların yörünge taşımacılığında Falcon 9'un kullanımını niyetini etkileyen faktörlerin araştırılmasında önemlidir.

4.4.1.7. Smart PLS4 Program Çıktısı

Araştırmanın sonuçları genel itibariyle Şekil 4.1'de özet olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Araştırma Sonuçlarının Özeti

Özet görselde değişkenler, değişkenlere ait faktör yükleri, t istatistikleri, değişkenlerin r-kare değerleri özet halde gösterilmiştir. Ayrıca değişkenler arasındaki ilişkinin yönü gücü ve anlamlılığı gösterilmektedir. Ayrıca aracı ve bağımlı değişkenlerin R^2 değerleri gösterilmektedir.



SONUÇ

II. Dünya savaşı uzaya fiziksel erişimin sağlanmasında dönüm noktası olmuştur. Savaş için gerçekleştirilen Ar-Ge çalışmalarıyla modern roket ve füzeler geliştirilmiş olup bu durum uzaya erişimi mümkün hale gelmiştir. Özellikle Wernher von Braun'un yaptığı çalışmalar roket teknolojisinin gelişimine önemli katkılar sunmuştur. Wernher von Braun'un savaş sonrasında ABD'de roket teknolojisi üzerine çalışmalarına devam etmiştir. ABD'de uzaya erişim için yoğun girişimlerde bulunmuş olsa da uzaya ilk kez bir yapay uydu (Sputnik-1) Sovyetler Birliği (Rusya) tarafından 1957'de başarıyla yörüngeye yerleştirilmiştir. Yaklaşık bir sene sonra ise ABD'de kendi yapay uydusunu (Explorer-1) yörüngeye fırlatmıştır. Yörüngeye roket fırlatmak, lojistik açıdan bakıldığında yörüngeye uydu göndermek veya yörünge taşımacılığı olarak adlandırılabilir. Yörünge taşımacılığı, yer taşımacılığı, yörüngeler arası taşımacılık, Ay, Mars ve Uzay taşımacılığı da hem içerik hem mesafe hem de gerçekleştirilen faaliyetler açısından farklılıklar içermektedir. Kısaca uzay taşımacılığı, yörünge altından başlayarak 100 km üzerinde gerçekleştirilen taşımacılık faaliyeti olarak tanımlanabilir. Uzay taşımacılığı başta olmak üzere, uzayda gerçekleştirilen depolama, stok yönetimi, tedarik, elleçleme, barınma, koruma, bakım, onarım vb. gibi lojistik faaliyetler uzay lojistiğini oluşturmaktadır (Shull et al., 2006b).

Uzay lojistiği, uzay görevlerinin, araştırmalarının veya seyahatlerinin planlamasından başlayarak süreç sonunda başarıyla yeryüzüne iniş faaliyetlerinin tamamını içermektedir. Uzay lojistiği kısaca uzaydaki görevlerin gerçekleştirilebilmesi için depolama, taşıma, koruma ve barınma faaliyetlerinin planlanması, kontrol edilmesi ve uygulanmasıdır. Uzay lojistiği faaliyetlerinin başarıyla tamamlanmasında karşılaşılabilecek riskler sürecin başarısı için önem arz etmektedir (Ishimatsu et al., 2016).

Uzay bilinmezliklerin ve farklı risklerin bulunduğu bir ortam olması nedeniyle gerçekleştirilecek uzay lojistiği faaliyetlerinde olası riskler dikkat alınmalıdır. Dünya'nın yörüngesine geçmişte gönderilen uyduların kullanım sonu yörüngeden çekilememesi nedeniyle uydu enkaz yoğunluğu artmıştır. Son süreçte artan uydu enkazları yörünge taşımacılığının başarısızlığına neden olmaktadır. Hatta uydular başarılı bir şekilde yörüngeye yerleştirilse dahi uydunun işletilme ömrünü olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle hem uyduların hem de taşımacılıkta kullanılan roketlerin yörünge taşımacılığı sürecinde ve sonrasında potansiyel riskler dikkate alınarak ürün üretimi ve operasyon yönetimi gerçekleştirilmelidir. Özellikle süreç ve çevresel, finansal, teknik, insani, hukuki riskler uzay lojistiği ve yörünge taşımacılığı

faaliyetlerini olumsuz etkilemesi muhtemeldir (Seastrom, 2004; Fuchs & Wohinz 2009; Toraman, 2025a; ESA, 2025c).

Uzay içerisinde farklı riskleri barındırmasına rağmen gelişen roket teknolojisi lojistik yetenekleri artmıştır. Söz konusu lojistik yeteneklere sahip şirketler, uydu üreticilerinin operasyonel faaliyetlerini gerçekleştirebilmesi için yörünge taşımacılığı alanında hizmet vermektedir. Uydu veya uzay teknolojileri üreten firmalar hem kendi alanlarında uzmanlaştıkları için hem de uzaya erişim yeteneği kazanmanın zor ve maliyetli olması nedeniyle dış kaynak kullanarak alanında uzman şirketler ile iş birliği gerçekleştirmektedir. Son süreçte özellikle SpaceX, Blue Origin, Virgin Galactic, Rocket Lab, vb. özel uzay şirketlerinin geliştirdiği uzay aracı filosuyla uzaya erişimde diğer şirketlere maliyet etkin çözümler sunmaktadır. Bu şirketler arasında özellikle SpaceX'in ayrı bir yeri bulunmaktadır.

SpaceX;

- Kendi bünyesinde bulunan Starlink şirketinin uydularını taşımak,
- Uydu işletmeciliği yapmak,
- Farklı uydu üreticilerinin uydularını taşımak,
- ISS'e mürettebat ve kargo taşımacılığı gerçekleştirmek,
- Şahıslara (uzay yolcularına) bireysel uzay turizmi kapsamında seyahatler hizmeti sunmak,

Space X, ticari uzay şirketleri arasında birçok ilke imza atmıştır. Bu görevler Tablo 2.2'de detaylı olarak gösterilmiştir. Türkiye özelinde ise SpaceX, Türkonot Alper Gezeravcı'yı gerçekleştireceği uzay araştırmaları için Falcon 9 roketi ve Dragon uzay aracıyla yörüngedeki ISS'e taşımacılığını gerçekleştirmiştir.

Son süreçte Türkiye'deki TUSAŞ, ASELSAN, TÜRKSAT, Plan-S, GUMUSH Aerospace, Fergani Uzay, İTÜ, Hello Space vb. uydu üreticileri veya operatörleri üretilen uyduların yörünge taşımacılığında fırlatma operatörü SpaceX ve Falcon 9 roketini tercih etmiştir. Sıklıkla tercih edilen fırlatma aracı Falcon 9'un kullanımını etkileyen faktörlerin incelenmesi araştırmanın önemli motivasyonlarındanıdır. Falcon 9 roketinin incelendiği tez çalışmasında uzay lojistiği ve yörünge taşımacılığı alanında elde edilecek sonuçlar lojistik literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

Araştırmada Kalite, Güven, Maliyet, Algılanan Fayda, Algılanan Kullanım Kolaylığı, Göreceli Avantaj, Öznel Norm, Tutum ve yörünge taşımacılığında karşılaşılmaları muhtemel Teknik, Süreç ve Çevresel Risklerin kullanım niyetine olan pozitif veya negatif etkileri incelenmiştir.

TKM kapsamında;

AKK ile AF arasındaki ilişkinin pozitif çıkması literatüre paralel bir sonuçtur. Falcon 9'un kullanımıyla gerçekleştirilen yörünge taşımacılığında daha az çaba sarf edileceği düşüncesi performansın artacağına olan inancı desteklemektedir. AF ile T arasındaki ilişki de aynı şekilde performans artışına olan inancın tutumu pozitif etkilemektedir. TKM kapsamında nihai olarak tutumun niyete olan pozitif etkisi kullanımın öncülü olması nedeniyle oldukça önemlidir. TKM kapsamındaki değişkenler özelinde değerlendirilecek olursa genel itibariyle Falcon 9'a olan pozitif tutum bulunmaktadır.

YYT Kapsamında;

YYT modelinden sadece GA değişkeni araştırma modeline eklenmiştir. Göreceli avantajın diğer rakiplerine veya muadillerine göre değerlendirilmesidir. Falcon 9'un muadillerine göre daha yetenekli olması nedeniyle uzay araştırmaları, uzay seyahatleri, kargo taşımacılığı ve faydalı yük fırlatmalarında tercih edilmektedir. Bu durum GA'nın tutum ile olan ilişkisinden anlaşılabilmektedir. Fakat uydu üreticilerinin oligopol bir piyasada bulunması nedeniyle çok fazla fırlatma alternatifi bulunmamaktadır. Bu durum GA ile N ile arasındaki anlamsız ilişkiyi açıklamaktadır. Tutum GA ile N arasında aracı değişken olarak kullanılmıştır. Göreceli avantaj niyeti tutumun tam aracılık yapmasıyla dolaylı olarak etkilemektedir.

PDT Kapsamında;

PDT özelinde T ve ÖN değişkenleri araştırma modeline eklenmiştir. Yörünge taşımacılığında direkt kişilerin düşüncesinden ziyade kurumsal karar alma süreçlerinden ötürü ADK değişkeninin etkisinin kısıtlı olacağından modele dahil edilmemiştir. Kişilerin çevrelerinden ve iş arkadaşlarından Falcon 9'un yörünge taşımacılığında kullanımını destekleyeceklerini düşünmesi SpaceX'in genel itibariyle doğru bir tercih olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Bu durum ÖN'nin hem niyet hem de tutum arasındaki pozitif ilişkiyle açıklanabilir. Genel olarak Falcon 9'un yörünge taşımacılığındaki kullanımının pozitif görüldüğü söylenebilir.

Diğer Bağımsız Değişkenler;

Burada eklenen bağımsız değişkenler incelendiğinde güven ve maliyetin niyet ile arasında anlamsız bir ilişkinin bulunması ilgi çekicidir. İlk olarak G'nin kalite arasında pozitif bir ilişki bulunurken niyet ile anlamsız bir ilişkinin varlığı düşündürücüdür. Kalite değişkeni ayrıca G ile N arasında tam aracılık yapmaktadır. Kısaca Falcon 9'a olan güven, kalite algısıyla birlikte önem kazandığı anlaşılmaktadır.

Maliyetin niyet ile bir ilişkisinin bulunmaması fırlatma operasyonlarında önemli olan tercihler arasında görülmediğini göstermektedir. Oligopol bir piyasada maliyetten daha önemli kriterlerin bulunduğu söylenebilir. Fakat gelecekte fırlatma operatörlerindeki alternatiflerin artması, maliyeti önemli bir kriter haline getirebilir.

Kalite algısı ile niyet arasındaki pozitif ilişki oldukça önemlidir. Artan veya artacak kalite algısı kullanımı pozitif etkileyecektir. Diğer yandan kalitenin süreç riski ile olan negatif ilişkisi de önemlidir. Artan kalite algısı yörünge taşımacılığında karşılaşılabilecek risklerden daha az etkileneceğine vurgu yapmaktadır. Örneğin, çok daha kaliteli malzeme kullanımı yörünge taşımacılığının başarıyla tamamlanacağına olan inancı göstermektedir.

Risk Değişkenleri Kapsamında;

Lojistik literatüründe uzay lojistiği ve yörünge taşımacılığı konularının incelendiği araştırma özgünlüğü sağlamaktadır. Fakat araştırmayı diğer çalışmalardan ayıran husus araştırma modeline eklenen risk değişkenleridir. Farklı bir çalışmada kategorize edilmiş risk değişkenlerinin incelenmesi lojistik literatürüne pozitif katkı sunması muhtemeldir.

Risk değişkenleri kendi arasında ilişkilendirilmiş olup ardından süreç riskinin Falcon 9'un yörünge taşımacılığındaki kullanımına etkisi incelenmiştir.

Teknik riskin süreç ve çevresel risklere olan ilişkisi önemlidir. Teknik riskler yörünge taşımacılığını başarısızlığa ulaştıran önemli bir faktördür. Teknik risk arttıkça yörünge taşımacılığındaki sürecin başarısızlıkla sonuçlanması muhtemeldir. Ayrıca teknik riskler çevresel risklerle ilişkili çıkmıştır. Teknik hatalardan kaynaklanan bazı sorunların olumsuz hava koşulları ve uydu enkazı ile çarpışma ile ortaya çıkabilir. Örneğin, soğuk havada fırlatma gerçekleştirilecekken Challenger uzay mekiğinde hatalı bir O-ring contasından dolayı patlama meydana gelmiştir. Aşırı soğuk nedeniyle bu facianın yaşandığı belirtilmektedir (Soylu, 2025).

Çevresel riskin süreç riski ile ilişkisi ise diğer bir önemli durumdur. Yörünge taşımacılığında olumsuz çevre şartlarının sürecin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olabilir. Örneğin, fırlatma sonrası yeryüzündeki veya yörüngedeki hava durumunun elverişsiz olması veya yörüngeye uydunun bırakılmasından önce yörüngede diğer uydu veya roket enkazıyla çarpışmanın gerçekleşmesi fırlatma operasyonunun başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olacaktır.

Nihai olarak ise süreç riskli ile niyet arasındaki ilişkinin yönünün negatif olması risk arttıkça kullanım niyetinin olumsuz etkileneceğini göstermektedir. Süreç riskinin niyet ile olan ilişkisinin anlamsız olması da önemli bir çıktıdır. Nedeni ise Falcon 9 roketiyle daha önce başarısız yörünge taşımacılığı faaliyetleri gerçekleştirilmiş olsa dahi uydu üreticilerinin çok

fazla tercih alternatifi bulunmamaktadır. Bu nedenle süreç çeşitli riskleri barındırsa da taşımacılıkta Falcon 9 kullanmak zorunda kalınabilir.

Kısaca uzay birçok bilinmezliği ve riski barındırdığı için uydu operasyonları, uzay araştırmaları, uzay seyahatleri planlayan kişiler bazı riskleri göz önünde bulundurarak yörünge taşımacılığı faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. Daha önce hiç karşılaşılmamış sorunlar veya olay anında çözüme kavuşturulamayacak problemler yörünge taşımacılığında ortaya çıkabilir bu nedenle taşımacılık süreçlerinde mutlak bir garanti verilememektedir.

Uzay teknolojilerinin araştırılması, uydu fırlatmaları, uzay turizmi ve uzay faaliyetlerinde mürettebat ve kargo taşımacılığında, Falcon 9 sıklıkla tercih edilmektedir. Bu nedenle araştırma kapsamında Falcon 9 ile küp uyduların yörünge taşımacılığı sürecini etkileyen faktörler incelenmiştir.

Araştırma kapsamında elde edilen sonuçlar Falcon 9'un çok fazla alternatifinin olmaması nedeniyle kullanımının gerçekleştiğine vurgu yapmaktadır. Bu durumun maliyet ve göreceli avantaj değişkenlerinin niyet ile arasında anlamlı bir ilişkinin bulunamamasıyla açıklanabilir.

Kısıtlar; Tez çalışmasında 3 PL hizmet sağlayan SpaceX şirketinin uzay aracı ve küp uydu taşımacılığına odaklanılmıştır. Ayrıca 3 farklı model kullanılarak Türkiye'de gerçekleştirilmiştir. Bu dört unsur araştırmanın önemli bir kısıtını oluşturmaktadır. Araştırma gelecekte farklı faydalı yükler, farklı taşıma aracı, farklı modeller ve örneklem kullanılarak tekrarlanabilir.

Teorik Katkıları;

Genel itibariyle Falcon 9 ile gerçekleştirilen yörünge taşımacılığına karşı tutum oldukça pozitiftir. Nedeni ise güven ile niyet arasındaki ilişkinin bulunamamasına rağmen kalite algısının bu ilişkiyi tam tersine anlamlıya çevirmesidir. Bu durum ise Falcon 9'un dış kaynak hizmet alımındaki kullanılabilirliğini desteklemektedir. Ayrıca daha az çaba sarf edileceği düşüncesinin performansı artırması ve performans artışının ilgili teknolojiye olan tutumu pozitif etkilemesi de bu durumu kanıtlar niteliktedir. Ek olarak kişilerin çevresindeki insanların da Falcon 9 ile ilgili düşüncelerinin pozitif olması alandaki uzmanların genel itibariyle paralel düşünceye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda Falcon 9'un yörünge taşımacılığındaki kullanımına karşı bazı tereddütler olsa da genel itibariyle ilgili teknolojinin kullanılabilir olduğu yönünde genel bir kanı bulunmaktadır.

Riskler özelinde değerlendirildiğinde, uzayın yapısı itibariyle farklı riskleri içerisinde barındırdığı bilinen bir gerçekliktir. Bu durum yörünge taşımacılığında belirsizliğe ve

operasyonun farklı riskler ile karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Fakat risklerin var olması yörünge taşımacılığına bir engel değildir. Örneğin, geçmişte yaşanan birçok hata nedeniyle mürettebat, ekipman, teçhizat, uydu ve uzay aracı kaybı gerçekleşmesine rağmen yörünge taşımacılığı faaliyetlerine devam edilmektedir.

Araştırmada bu durum süreç riskinin niyeti negatif etkilemesine rağmen ilişkinin anlamsız çıkmasıyla doğrulanmaktadır. Süreç risklerinin varlığı Falcon 9'un kullanımını arasında negatif bir ilişki olsa dahi ilişkinin anlamsızlığı nedeniyle kullanımı etkileyen bir durum olmadığına işaret etmektedir. Kısaca elde edilen sonuçlar incelendiğinde Falcon 9'a karşı tereddütler olsa dahi nihai kullanım sürecini etkilememektedir. En önemli nedeni ise çok fazla fırlatma operatörünün olmamasıdır. Fakat gelecekte fırlatma faaliyetlerine başlayacak birçok firma bulunmaktadır. Alternatiflerin artmasıyla dışsal faktörler daha önemli hale gelecektir. Gelecekte potansiyel fırlatma operatörlerinin bu hususlara pazarda pay sahibi olmak için dikkat etmesi gerekecektir.

Türkiye'deki potansiyel fırlatıcılara örnek olarak ROKETSAN, Delta V ve Fergani Uzay olarak sıralanabilir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde Türkiye'de uzay teknolojileri üreten şirketlerin müstakil olarak uzaya erişimini sağlama sürecinde bu hususları dikkate alması gerekmektedir. Başarılı fırlatmaların yanında şirketlerinin sürdürülebilirliği için iş modellerinin olması gerekmektedir. Örneğin, SpaceX farklı şirketlere yörünge taşımacılığı hizmeti verirken kendi iştiraki olan Starlink'in uydularını yörüngeye taşıyarak uydu interneti iş modeli gelir elde etmektedir. Ayrıca 3 PL hizmet sağlayıcılarıyla iş birliği yaparak daha küçük uydu üreticilerine de fırlatma hizmeti vermektedir.

Sektörel Katkıları;

ROKETSAN'ın Şimşek-1 ve Şimşek-2 roketleriyle Türkiye'den fırlatmaların gerçekleştirilmesi muhtemeldir. Ayrıca Delta V ve Fergani Uzay'ın da bu alandaki çalışmaları bilinmektedir. Yerleşik fırlatma operatörlerinin gelecekte gerçekleştirmesi gereken önemli faaliyetlerden birisi uydu fırlatma deneyimi olmayan firmalara, 3 PL hizmet sağlayıcısı olarak taşımacılık hizmetinin yanında test ve entegrasyon hizmetlerini de sunabilmesidir. Örneğin, yerli veya yabancı uydu üreticileri, üniversite, vakıf ve toplulukların oluşturduğu ekiplerin ürettiği amatör da fırlatılmasını sağlayacak alt yapının kurulması gerekmektedir. Exolaunch bu alanda uluslararası hizmet veren bir şirkettir. Günümüzde yerli küp uydu üreticilerine bu alanda hizmet sağlamaktadır. Bu durum da yerli fırlatma operatörleri yörünge taşımacılığında tercih edilebilecektir. Ayrıca Türkiye'de yerleşik bir şirket Fergani Uzay'ın Yörünge Transfer Araçları (YTA) ile yörüngeler arası taşımacılıkta vereceği hizmette bu durumun farklı bir

örneğidir. Kendi itki sistemi olmayan uydulara veya itki sistemi maliyetinden daha az bir maliyetle yörüngeler arası taşımacılığının gerçekleştirilmesi hizmeti de yine yerli fırlatma operatörlerinin tercih nedenidir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde Türkiye'deki uydu, roket, uzay aracı vb. uzay teknolojisi üreten firmaların birbiriyle koordinasyon halinde olarak faaliyetlerini sürdürmesi önemli bir gerekliliktir.

Tez çalışmasının sonuçları incelendiğinde ise 3 PL hizmet sağlayıcılarının yer, yörünge, yörüngeler arası ve uzay taşımacılığında çevresel, teknik ve süreç risklerinin yanında karşılaşılabilecek farklı risklere karşı tedbir alması önemli bir gerekliliktir. Şirketler aynı zamanda sahip oldukları uzay aracı filosunun gerçekleştirdiği başarılı fırlatmaları ön planda tutarak kalite algısını pekiştirecektir. Bu durum potansiyel kullanıcıların taşımacılık sürecine olan güvenini artıracaktır. Ayrıca başarılı operasyonlar, performans algısını pozitif yönde etkileyecektir. Analizlerde tespit edildiği gibi maliyet tolere edilebilir bir faktör olduğu için 3 PL hizmet sağlayıcıları uydu üreticilerine veya kullanıcılarına, küp uyduların yörünge taşımacılığının sorunsuz bir şekilde gerçekleştirileceğini geçmiş fırlatmalar ile göstermesi gerekmektedir.

Stratejik Katkıları;

Türkiye savunma sanayisinde edindiği tecrübe ve birikimle üretim faaliyetlerini çeşitlendirerek katma değeri yüksek ürünler üreten ülkeler grubuna dahil olmuştur. Savunma sanayisinden edindiği tecrübe son süreçte uzay alanında da yapılan atılımları desteklemektedir. ROKETSAN'ın Sonda roketleri ve müstakil uzaya erişim vizyonu ve TUSAŞ'ın yerli imkanlarla ürettiği haberleşme uydusu TÜRKSAT 6A bu durumun en önemli örneklerini oluşturmaktadır. Ayrıca yerli küçük uydu üreticileri Türk uzay ekosisteminin temelini oluşturmaktadır. Hem yerli uzay teknolojisi üreten firmalarının varlığı hem de uzaya erişim sağlayarak yörünge taşımacılığı gerçekleştirecek şirketlerin çalışmalarını sürdürmesi tezin analiz sonuçlarının kullanılabilirliğini desteklemektedir. Son süreçte yerli küp uydu üreticileri SpaceX gibi firmalardan taşımacılık hizmeti almaktadır. Gelecekte ise ROKETSAN gibi yerli şirketler küp uydular, küçük uydular, büyük uydular, farklı görev yükleri, vb. faydalı yüklerin yörünge taşımacılığında, Fergani Uzay şirketi ise YTA'lar ile yörüngeler arası taşımacılığında 3 PL hizmet sağlayıcısı olacaktır. Bu nedenle küp uyduların yörünge taşımacılığında araç kullanımını etkileyen faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Riskler yörünge taşımacılığında hayati bir öneme sahip olsa da taşımacılığın doğasında olduğu için potansiyel müşteriler bu durumu göz ardı edebilecektir. Fakat yörünge taşımacılığında kullanılan araçların görevleri başarıyla ifa etmesi 3 PL hizmet sağlayıcısı seçiminde daha önemli olacaktır. Nihai

olarak Türkiye'nin küresel ticarete ihracatçı pozisyonunu koruması için uzay teknolojileri üreten şirketlere alt yapı desteği, yurt dışı fuarlara katılım desteği, fırlatma ve deneme alanları tahsisi, kamu kurumlarının ihtiyaçlarının yerli imkanlarla karşılamasını zorunlu hale getirerek yerli firmaların sürdürülebilirliğine katkı sunulabilir. Ayrıca bölgedeki diğer ülkelere yapılan ticari ziyaretlerde yerli uzay şirketlerinden temsilcilerin de davet edilerek uzay firmalarının bilinirliği artırılabilir.

Gelecekte uzay lojistiğini kapsamında; satın alma, tedarik, talep tahmini, sipariş yönetimi, ağ tasarımı, taşımacılık, elleçleme, depolama, envanter/stok yönetimi, paketleme/ambalajlama, müşteri hizmetleri, katma değerli hizmetler, gümrükleme, atık yönetimi, tersine lojistik vb. temel lojistik faaliyetleri konu alan çalışmalar farklı modeller, analiz yöntemleri ve örneklem ile araştırılarak literatür katkı sağlanabilir.



KAYNAKÇA

- Acar, A.Z. (2016a). Lojistiğe giriş, içinde (Ed. A.Z.Acar ve A.M.Köseoğlu) *Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi*, (2.b.) Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara., s.1-22.
- Acar, A.Z. (2016b). İşletmelerde lojistik yönetimi, içinde (Ed. A.Z.Acar ve A.M.Köseoğlu) *Lojistik Yaklaşımıyla Tedarik Zinciri Yönetimi*, (2.b.) Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, s.23-44.
- Acharya, S., & Mekker, M. (2022). Public acceptance of connected vehicles: An extension of the technology acceptance model. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 88, 54-68.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, 50(2), 179-211.
- Ajzen, I., & Sheikh, S. (2013). Action versus inaction: anticipated affect in the theory of planned behavior. *J. Appl. Soc. Psychol.* 43(1), 155–162.
- Ajzen, I., ve Madden, T. J. (1986). Prediction of goal-directed behavior: Attitudes, intentions, and perceived behavioral control. *Journal of experimental social psychology*, 22(5), 453-474. (1986).
- Albarracin, D., Johnson, B. T., Fishbein, M., & Muellerleile, P. A. (2001). Theories of reasoned action and planned behavior as models of condom use: a meta-analysis. *Psychological bulletin*, 127(1), 142.
- Alkan, M., & Erdal, M. (2007). *Lojistik ve dış ticaret sözlüğü*. Utikad Yayınları, İstanbul.
- Alnıpak, S., & Toraman, Y. (2023). Acceptance of e-vehicles for last-mile parcel delivery from the perspective of drivers: a study in Türkiye. *LogForum*, 19(3), 443-459.
- Alsmairart, M. A. (2025). Modeling enablers of logistics outsourcing adoption: a case of manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 1-1.
- Amini, M., & Jahanbakhsh Javid, N. (2023). A multi-perspective framework established on diffusion of innovation (DOI) theory and technology, organization and environment (TOE) framework toward supply chain management system based on cloud computing technology for small and medium enterprises. *International Journal of Information Technology and Innovation Adoption*, 11, 1217-1234.
- Arslan, M., & Şar, S. (2018). Examination of environmentally friendly “green” logistics behavior of managers in the pharmaceutical sector using the theory of planned behavior. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, 14(11), 1007-1014.

- Baraniecka, A. (2019). Space Logistics-Current Status and Perspectives. *Transport Economics and Logistics*, 82, 67-78.
- Bayraktar, C. (2025). Uydular, Yörüngeler ve Farklı Sınıflandırmalara göre Uydu Türleri. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 43-60, Nobel Bilimsel Eserler, Anakra
- Bowersox D. J., B., David, J. C., M Bixby, C., & John, C. B. (2020). *Supply chain logistics management*. McGraw-Hill Education.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J. ve Cooper, M. B. (2002). *Supply Chain Logistics Management* (2. b.). New York, USA: McGraw Hill.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J., & Helferich, O. K. (1996). *Logistical management* (Vol. 6). New York: McGraw-Hill.
- Busse, C., Regelmann, A., Chithambaram, H., & Wagner, S. M. (2017). Managerial perceptions of energy in logistics: an integration of the theory of planned behavior and stakeholder theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(6), 447-471.
- Cai, L., Yuen, K. F., Xie, D., Fang, M., & Wang, X. (2021). Consumer's usage of logistics technologies: integration of habit into the unified theory of acceptance and use of technology. *Technology in Society*, 67, 101789.
- Chang, M. Y., Pang, C., Tarn, J. M., Liu, T. S., & Yen, D. C. (2015). Exploring user acceptance of an e-hospital service: An empirical study in Taiwan. *Computer Standards & Interfaces*, 38, 35-43.
- Cracknell, A. P., & Varotsos, C. A. (2007). Editorial and cover: Fifty years after the first artificial satellite: from sputnik 1 to envisat. *International Journal of Remote Sensing*, 28(10), 2071-2072
- Crane, K. W., Linck, E., Lal, B., & Wei, R. Y. (2020). Measuring the space economy: Estimating the value of economic activities in and for space. Science & Technology Policy Institute.
- Dash, G., & Paul, J. (2021). CB-SEM vs PLS-SEM methods for research in social sciences and technology forecasting. *Technological Forecasting and Social Change*, 173, 121092.
- Davis, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems*. Theory and Results/Massachusetts Institute of Technology.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.

- Davis, F. D., & Venkatesh, V. (1996). A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments. *International journal of human-computer studies*, 45(1), 19-45.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8), 982-1003.
- Drucker, P. F. (1962). The Economy's Dark Continent. First Publication in: *Fortune*, Vol. LXV, No. 4, April 1962, pp. 265–270.
- Edwards, D., Subramanian, N., Chaudhuri, A., Morlacchi, P., & Zeng, W. (2024). Use of delivery drones for humanitarian operations: analysis of adoption barriers among logistics service providers from the technology acceptance model perspective. *Annals of Operations Research*, 335(3), 1645-1667.
- Erdal, M., & Çancı, M. (2003). *Lojistik Yönetimi. İstanbul: UTİKAD Yayınları*.
- Erkeç, T. Y., & Şanlı, A. (2023). Türkiye'nin Uzay Keşfi: Türk Savunma Sanayisine Katkıları. *Atasaren*, 69.
- Erturgut, R. (2016). *Lojistik ve tedarik zinciri yönetimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Erturgut, R., & Usta, N. K., (2021). Lojistik Ve Savunma Lojistiği: Etimolojik Bir İnceleme, *1st International Eurasian Conferences on Educational and Social Studies*, (IECES2021).
- Eugeni, M., Quercia, T., Bernabei, M., Boschetto, A., Costantino, F., Lampani, L., ... & Gaudenzi, P. (2022). An industry 4.0 approach to large scale production of satellite constellations. The case study of composite sandwich panel manufacturing. *Acta Astronautica*, 192, 276-290.
- Fessler, A., Haustein, S., & Thorhauge, M. (2024). Drivers and barriers in adopting a crowdshipping service: A mixed-method approach based on an extended theory of planned behaviour. *Travel Behaviour and Society*, 35, 100747.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Galluzzi, M., Zapata, E., De Weck, O., & Steele, M. (2006). Foundations of supply chain management for space application. *In Space 2006* (p. 7234).
- Gimeno-Arias, F., Santos-Jaén, J. M., Palacios-Manzano, M., & Garza-Sánchez, H. H. (2021). Using PLS-SEM to analyze the effect of CSR on corporate performance: The mediating role of human resources management and customer satisfaction. an empirical study in the Spanish food and beverage manufacturing sector. *Mathematics*, 9(22), 2973.

- Gkanatsas, E., & Krikke, H. (2020). Towards a pro-silience framework: a literature review on quantitative modelling of resilient 3PL supply chain network designs. *Sustainability*, 12(10), 4323.
- Gülenç, İ.F. ve Karagöz, B. (2008). E-lojistik ve Türkiye’de lojistik uygulamaları. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 73-91.
- Hagen, J. P. (1963). The Viking and the Vanguard. *Technology and Culture*, 4(4), 435-451.
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., and Ringle, C. M., (2019). "When to use and how to report the results of PLSSEM." *European business review* 31(1), 2-24,
- Hair Jr, J. F., Howard, M. C., and Nitzl, C., (2020). "Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis." *Journal of business research*, 109, 101-110.
- Hair, J.F. et al. (2010), *Multivariate Data Analysis*, 7th ed., Pearson Education.
- Hair, J.F. et al. (2017), *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modelling (PLSSEM)*, Los Angeles: Sage Publication. Second Edition.
- Hale, J. L., Householder, B. J., & Greene, K. L. (2002). The theory of reasoned action. The persuasion handbook: *Developments in theory and practice*, 14(2002), 259-286.
- Hartley, J. L., Sawaya, W., & Dobrzykowski, D. (2022). Exploring blockchain adoption intentions in the supply chain: perspectives from innovation diffusion and institutional theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 52(2), 190-211.
- Ishimatsu, T., de Weck, O. L., Hoffman, J. A., Ohkami, Y., & Shishko, R. (2016). Generalized multicommodity network flow model for the earth-moon-mars logistics system. *Journal of Spacecraft and Rockets*, 53(1), 25-38.
- İlarslan, M. (2025). Uzay Lojistiği ve Taşımacılığı. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 135-152, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara
- Jain, G., Singh, H., Chaturvedi, K. R., & Rakesh, S. (2020). Blockchain in logistics industry: in firm customer trust or not. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(3), 541-558.
- Jones, H. W. (2018). NASA’s Understanding of Risk in Apollo and Shuttle. In *2018 AIAA SPACE and Astronautics Forum and Exposition* (p. 5235).
- Kamble, S. S., Gunasekaran, A., Kumar, V., Belhadi, A., & Foropon, C. (2021). A machine learning based approach for predicting blockchain adoption in supply Chain. *Technological Forecasting and Social Change*, 163, 120465.

- Keskin, M. H. (2008). *Lojistik: Tedarik Zinciri Yönetimi (geçmişi, değişimi, bugünü, geleceği)*. Nobel Yayın.
- Keskin, M. K. (2011). *Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi: Geçmişi, Değişimi, Bugünü, Geleceği: Güncellenmiş 4. Basım*. Ankara: Nobel Yayıncılık, 26.
- Kmiecik, M. (2025). Creating a genetic algorithm for third-party logistics' warehouse delivery scheduling via a large language model. *Journal of Modelling in Management*, 20(4), 1138-1162.
- Koban, E., & Keser, H. Y. (2008). *Dış ticarete lojistik*. Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Kulu, E. (2023). In-space economy in 2023-Statistical overview and trends. *In 74th International Astronautical Congress (IAC 2023)*.
- Kulu, E. (2024a). Satellite Constellations—2024 Survey, Trends and Economic Sustainability. *In Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC*, Milan, Italy (pp. 14-18).
- Kulu, E. (2024b). CubeSats & Nanosatellites—2024 Statistics, Forecast and Reliability. *In Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC* (Vol. 2024).
- Kumar Bhardwaj, A., Garg, A., & Gajpal, Y. (2021). Determinants of blockchain technology adoption in supply chains by small and medium enterprises (SMEs) in India. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021(1), 5537395.
- Kurtuluş, K. (2010). *Araştırma yöntemleri*. Türkmen Kitabevi.
- Lee, G., Jordan, E., Shishko, R., de Weck, O., Armar, N., & Siddiqi, A. (2008, September). SpaceNet: modeling and simulating space logistics. *In AIAA SPACE 2008 conference & exposition* (p. 7747).
- LePage, A. J. (1997). Sputnik 2: The First Animal in Orbit. *Spaceviews*, 20, 1-3.
- Liobikienė, G., Liobikas, J., & Miceikienė, A. (2025). The selection of green electricity supplier in Lithuania: The main determinants applying the Modified Theory of Planned Behaviour in the context of the war in Ukraine. *Energy Strategy Reviews*, 58, 101647.
- Long, D. (2012). *Uluslararası lojistik küresel tedarik zinciri yönetimi*. Tanyaş M. ve Düzgün M. çev.) Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim, Ankara, Türkiye.
- Ma, J., Wang, P., Li, B., Wang, T., Pang, X. S., & Wang, D. (2025). Exploring user adoption of ChatGPT: A technology acceptance model perspective. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(2), 1431-1445.
- Maisarah, F., Abduh, M., Wirahadikusumah, R., & Cakravastia, A. (2025). Development of the conceptual business model of a third-party logistics provider for Indonesian small contractors. *International Journal of Construction Management*, 25(2), 194-203.

- Marangunić, N., & Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal access in the information society*, 14, 81-95.
- Marasco, A. (2008). Third-party logistics: A literature review. *International Journal of production economics*, 113(1), 127-147.
- Ngoc, A. M., Nishiuchi, H., & Nhu, N. T. (2022). Determinants of carriers' intentions to use electric cargo vehicles in last-mile delivery by extending the technology acceptance model: a case study of Vietnam. *The International Journal of Logistics Management*, 34(1), 210-235.
- Nila, B., & Roy, J. (2023). A new hybrid MCDM framework for third-party logistics provider selection under sustainability perspectives. *Expert Systems with Applications*, 234, 121009.
- Özyıldırım, A., & İlarslan, M. (2025). Uydu Görev Yükleri. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 61-90, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara
- Pavlou, P. A. (2003). Consumer acceptance of electronic commerce: Integrating trust and risk with the technology acceptance model. *International journal of electronic commerce*, 7(3), 101-134.
- Pereira, L. M., Sanchez Rodrigues, V., & Freires, F. G. M. (2024). Use of partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) to improve plastic waste management. *Applied Sciences*, 14(2), 628.
- Pillai, S. G., Kim, W. G., Haldorai, K., & Kim, H. S. (2022). Online food delivery services and consumers' purchase intention: Integration of theory of planned behavior, theory of perceived risk, and the elaboration likelihood model. *International journal of hospitality management*, 105, 103275.
- Porter, M. E. (2008). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. simon and schuster.
- Premkumar, P., Gopinath, S., & Mateen, A. (2021). Trends in third party logistics—the past, the present & the future. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(6), 551-580.
- Ramahatla, K., Mosalaosi, M., Yahya, A., & Basutli, B. (2022). Multiband reconfigurable antennas for 5G wireless and CubeSat applications: A review. *IEEE Access*, 10, 40910-40931.
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of Innovations: modifications of a model for telecommunications*. Die diffusion von innovationen in der telekommunikation, 25-38.

- Rogers, E. M. (2002). *Diffusion of preventive innovations*. Addictive behaviors, 27(6), 989-993.
- Rogers, E. M. (2004). A prospective and retrospective look at the diffusion model. *Journal of health communication*, 9(S1), 13-19.
- Rogers, E. M., Singhal, A., & Quinlan, M. M. (2014). *Diffusion of innovations*. In An integrated approach to communication theory and research (pp. 432-448). Routledge.
- Saqib, Z. A., & Qin, L. (2024). Investigating effects of digital innovations on sustainable operations of logistics: An empirical study. *Sustainability*, 16(13), 5518.
- Schaub, H., Jasper, L. E., Anderson, P. V., & McKnight, D. S. (2015). Cost and risk assessment for spacecraft operation decisions caused by the space debris environment. *Acta Astronautica*, 113, 66-79.
- Shanmugavel, N., & Micheal, M. (2022). Exploring the marketing related stimuli and personal innovativeness on the purchase intention of electric vehicles through Technology Acceptance Model. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, 100029.
- Shull, M. S. A., Gralla, M. E. L., Armar, M. N., & de Weck, P. O. (2006b). An integrated modeling tool for sustainable space exploration. In *57th International Astronautical Congress* (pp. D3-3)."
- Shull, S., Gralla, E., Siddiqi, A., de Weck, O., & Shishko, R. (2006a). The future of asset management for human space exploration: Supply classification and an integrated database. In *Space 2006* (p. 7232).
- Snead, J. (2004). Architecting rapid growth in space logistics capabilities. In *40th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference and Exhibit* (p. 4068).
- Soylu, C. (2025). Uzay Keşif Lojistiği. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 1-42, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara
- Speranza, M. G. (2018). Trends in transportation and logistics. *European journal of operational research*, 264(3), 830-836.
- Süer, M., Yakut, E., Oran, C., & Aslan, A. R. (2014). Nart–Nano ve Küp Uydular için Boyutlandırılabilir Modüler Uydu Yapısı Alt Sistemi, 8. *Ulusal Havacılık Ve Uzay Konferansı*, Ankara
- Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. (2007). *Using multivariate statistics* (Vol. 5, No. 7). Boston, MA: pearson.
- Taherdoost, H. (2018). Development of an adoption model to assess user acceptance of e-service technology: E-Service Technology Acceptance Model. *Behaviour & Information Technology*, 37(2), 173-197.

- Tang, C. S., & Veelenturf, L. P. (2019). The strategic role of logistics in the industry 4.0 era. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 129, 1-11.
- Tanyaş, M., & Hazır, K. (2011). *Lojistik temel kavramlar*. Çağ Üniversitesi Yayınları, Mersin.
- Taşkın, E., & Durmaz, Y. (2012). *Lojistik faaliyetler hizmet kalitesi ve müşteri değeri*. Detay Yayıncılık, Ankara.
- Tepić, J., Tanackov, I., & Stojić, G. (2011). ANCIENT LOGISTICS-HISTORICAL TIMELINE AND ETYMOLOGY. *Technical Gazette/Tehnički Vjesnik*, 18(3).
- Tırpan, E. C., & Bakırtaş, H. (2024). Technology acceptance model 3 in understanding employee's cloud computing technology. *Global Business Review*, 25(1), 117-136.
- Toraman, Y. (2023). Space Economy, Tourism and Logistics. *EMAJ: Emerging Markets Journal*, 13(2), 9-12
- Toraman, Y. (2025a). Space Logistics and Risks: A Study on Spacecraft. *Politeknik Dergisi*, 28(2), 573-584.
- Toraman, Y. (2025b). Uzay Lojistiği ve Taşımacılığı: Kullanılan Roketler ve Araçlar. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 153-188, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara
- Toraman, Y. (2025c). Uzay Ekonomisi. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 101-118, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara
- Toraman, Y., & Alnıpak, S. (2025). Uzay Turizmi ve Taşımacılığında Kullanılan Araçlar. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 189-202, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara
- Toraman, Y., Merdivenci, F., & Tekin, M. (2023). Son kilometre (adım) teslimatta blokzincir teknolojisinin kullanımı. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 24(1), 159-169.
- Toraman, Y., & Merdivenci, F. (2025). Uzay Lojistiğinde Taşımacılık ve Risk. *Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği*, (I). içinde, 229-242, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara
- Tran, Q., & Huang, D. (2022). Using PLS-SEM to analyze challenges hindering success of green building projects in Vietnam. *Journal of Economics and Development*, 24(1), 47-64.
- Ullah, N., Mugahed Al-Rahmi, W., Alzahrani, A. I., Alfarraj, O., & Alblehai, F. M. (2021). Blockchain technology adoption in smart learning environments. *Sustainability*, 13(4), 1801.

- Ümit, M. E., Baş, M. E., Akyol, İ. E., Uludağ, M. Ş., Ecevit, A. B., & Aslan, A. R. (2012). TURKSAT 3USAT Küp Uydusu için Elektrik Güç Sistemi Tasarlanması, 8. *Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı*, Ankara
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273-315.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test. *Decision sciences*, 27(3), 451-481.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478.
- Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS quarterly*, 157-178.
- Waters, D. (2011). *Supply chain risk management: vulnerability and resilience in logistics*. Kogan Page Publishers.
- Wixom, B. H., & Todd, P. A. (2005). A theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance. *Information systems research*, 16(1), 85-102.
- Wu, J. H., & Wang, S. C. (2005). What drives mobile commerce?: An empirical evaluation of the revised technology acceptance model. *Information & management*, 42(5), 719-729.
- Wu, J., Liao, H., Wang, J. W., & Chen, T. (2019). The role of environmental concern in the public acceptance of autonomous electric vehicles: A survey from China. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 60, 37-46.
- Xing, J., Zhang, J., & Wang, X. (2024). Understanding the Chinese online fresh agricultural market through the extended technology acceptance model: the moderating role of food safety trust. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 36(7), 1576-1594.
- Yazici, S. Ç., & Nakıboğlu, C. (2024). Examining experienced chemistry teachers' perception and usage of virtual labs in chemistry classes: A qualitative study using the technology acceptance model 3. *Education and Information Technologies*, 29(4), 4337-4370.
- Yazıcıoğlu, Y., & Erdoğan, S. (2011). *SPSS uygulamalı bilimsel araştırma yöntemleri*. Detay Yayıncılık.
- Yuen, K. F., Cai, L., Qi, G., & Wang, X. (2021). Factors influencing autonomous vehicle adoption: An application of the technology acceptance model and innovation diffusion theory. *Technology Analysis & Strategic Management*, 33(5), 505-519.

- Zavareh, F. B., Ariff, M. S. M., Jusoh, A., Zakuan, N., Bahari, A. Z., & Ashourian, M. (2012). E-service quality dimensions and their effects on e-customer satisfaction in internet banking services. *Procedia-social and behavioral sciences*, 40, 441-445.
- Zhao, J., Liu, Q., Son, H., & Liu, Y. (2025). Errand delivery adoption by business users: Integrated perceived SERVQUAL model within TOE-TAM model. *Research in Transportation Business & Management*, 59, 101313.



Web

- AA, (2025a). <https://www.aa.com.tr/tr/vg/video-galeri/turk-takim-uydusuna-4-yeni-oyuncu-katildi/207>, Erişim Tarihi: 17.02.2025
- AA, (2025b). <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turksat-6anin-abdde-son-testleri-yapiliyor/3254880>, Erişim Tarihi: 20.02.2025
- AA, (2025c). <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turksat-6a-uydusu-bu-gece-uzaya-firlatiliyor/3268986>, Erişim Tarihi: 20.02.2025
- AA, (2025d). <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/uluslararası-uzay-istasyonunda-mahsur-kalan-astronotlar-dunyaya-dondu/3513740>, Erişim Tarihi: 24.03.2025
- AA, (2025e). <https://www.aa.com.tr/tr/bilim-teknoloji/turk-teknoloji-sirketinin-uzaydaki-varligi-artiyor/3611094>
- Arianespace, (2025). <https://www.arianespace.com/>, Erişim Tarihi: 26.03.2025
- ASA, (2025). <https://www.space.gov.au/news-and-media/first-launch-attempt-of-aussie-made-rocket>, Erişim Tarihi: 20.08.2025
- Blue Origin, (2024). <https://www.blueorigin.com/>, Erişim Tarihi: 12.10.2024
- Brycetech, (2024). https://brycetech.com/reports/report-documents/Bryce_SmallSats_2024.pdf, Erişim Tarihi: 27.03.2025
- C-Tech, (2025). <https://ctech.com.tr/bizi-taniyin/>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- CSCMP, (2025). https://cscmp.org/CSCMP/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921, Erişim Tarihi: 10.01.20
- DeltaV, (2025a). <https://deltav.com.tr/index.php/sonda/>, Erişim Tarihi: 30.07.2025
- DeltaV, (2025b). <https://www.linkedin.com/company/deltav-space-technologies/>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- ESA, (2025a). https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Ariane/Shipping_rockets_Ariane_on_board/, Erişim Tarihi: 12.02.2025
- ESA, (2025b). https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Launch_vehicles/The_Russian_Soyuz_spacecraft/, Erişim Tarihi: 12.02.2025
- ESA, (2025c). https://www.esa.int/Space_Safety/Space_Debris/ESA_Space_Environment_Report_2025/, Erişim Tarihi: 07.04.2025

- Exo Launch, (2025). <https://www.exolaunch.com/>, Erişim Tarihi: 07.01.2025
- Exolaunch, (2025). https://www.exolaunch.com/img/heritage/missions/mission_21/8.png/, Erişim Tarihi: 17.03.2025
- FCC, (2025). <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-22-74A1.pdf>, Erişim Tarihi: 31.07.2025
- Fergani Uzay, (2025a). <https://www.ferganispace.com/tr/news/milli-uydu-fergani-fgn-100-d1-uzayda/>, Erişim Tarihi: 17.02.2025
- Fergani Uzay, (2025b). <https://www.linkedin.com/company/ferganispace/>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- Firefly Aerospace, (2025). <https://fireflyspace.com/alpha/>, Erişim Tarihi: 26.03.2025
- GUMUSH, (2025a). <https://gumush.com.tr/about/>, Erişim Tarihi: 23.07.2025
- GUMUSH, (2025b). <https://www.linkedin.com/company/gumushaerospace/>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- Hello Space, (2025). <https://www.linkedin.com/company/hello-space-systems>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- Honda, (2025). https://global.honda/en/topics/2025/c_2025-06-17ceng.html, Erişim Tarihi: 20.07.2025
- Isaraerospace, (2025a). <https://www.isaraerospace.com/>, Erişim Tarihi: 17.03.2025
- Isaraerospace, (2025b). <https://isaraerospace.com/spectrum>, Erişim Tarihi: 15.05.2025
- ISRO, (2025). https://www.isro.gov.in/PSLV_CON.html/, Erişim Tarihi: 26.03.2025
- İSO, (2025). <https://www.iso500.org.tr/>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- İTU, (2025). <https://haberler.itu.edu.tr/haberdetay/2025/01/27/itu-ve-pakistan-hava-universitesi-is-birliginde-gelistirilen-pausat-1-yorungede>, Erişim Tarihi: 17.02.2025
- İTÜLABS, (2025). <https://itulabs.itu.edu.tr/Laboratuvar/Detay/7af300fa-8dd2-4867-a984-48a5325b8a79/>, Erişim Tarihi: 19.03.2025
- KARI, (2025). https://www.kari.re.kr/eng/sub03_04_01.do/, Erişim Tarihi: 26.03.2025
- Morgan Stanley (2025). <https://www.morganstanley.com/Themes/global-space-economy>, Erişim Tarihi: 30.07.2025
- Nanosats, (2025). <https://www.nanosats.eu/sat/hello-space>, Erişim Tarihi: 20.07.2025
- NASA, (2024c). <https://www.nasa.gov/history/65-years-ago-the-national-aeronautics-and-space-act-of-1958>, Erişim Tarihi: 06.02.2025
- NASA, (2025a). <https://www.nasa.gov/history/75-years-ago-first-launch-of-a-two-stage-rocket/>, Erişim Tarihi: 05.02.2025

- NASA, (2025b). Bryce and Space Technology. “SmallSat by the Numbers, 2023.” [Online]
Accessed: September 28, 2023, Erişim Tarihi: 06.02.2025
- Northrop Grumman, (2025a). <https://www.northropgrumman.com/space/pegasus-rocket/>,
Erişim Tarihi: 12.10.2024
- Northrop Grumman, (2025b). <https://www.northropgrumman.com/space/antares-rocket/>,
Erişim Tarihi: 12.10.2024
- OroraTech, (2025).
https://media.licdn.com/dms/image/v2/D4D22AQHI5TQ5IIGpHg/feedshare-shrink_1280/B4DZWtYvd9H4Ak-/0/1742370702176?e=1745452800&v=beta&t=wRRXde6wX0mO5fzKoZAJuatA-tI_beuSQefn9clG4pY/, Erişim Tarihi: 19.03.2025
- Pegasus Payload User Guide, (2020). <https://cdn.northropgrumman.com/-/media/wp-content/uploads/Pegasus-User-Guide-1.pdf?v=1.0.0/>, Erişim Tarihi: 26.03.2025
- Plan-S, (2025a). <https://www.plan.space>, Erişim Tarihi: 20.07.2025
- Plan-S, (2025b). <https://www.linkedin.com/company/weareplans>, Erişim Tarihi: 20.07.2025
- Profen, (2025). <https://www.linkedin.com/company/profen-group/>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- Rocket Lab, (2025). <https://www.rocketlabusa.com/about/gallery/>, Erişim Tarihi: 15.02.2025
- Roketsan, (2025). <https://www.roketsan.com.tr/tr/urunler/mikro-uydu-firlatma-sistemi/>, Erişim Tarihi: 26.03.2025
- SDT, (2025). <https://www.linkedin.com/company/sdt-space-and-defence-technologies/>,
Erişim Tarihi: 03.10.2025
- Space.com, (2025). <https://www.space.com/china-orienspace-gravity-1-rocket-launch-success-video/>, Erişim Tarihi: 25.01.2025
- Spacelogistics, (2025). <https://spacelogistics.tr/spacexin-8inci-denemesinde-starshipin-2nci-basarisizligi/>, Erişim Tarihi: 19.03.2025
- Spacenews, (2025a). <https://spacenews.com/s7-closes-sea-launch-purchase-future-rocket-tbd/>,
Erişim Tarihi: 25.01.2025
- Spacenews, (2025b). <https://spacenews.com/china-gains-new-flexible-launch-capabilities-with-first-sea-launch/>, Erişim Tarihi: 25.01.2025
- SpaceX, (2024). <https://www.spacex.com/>, Rideshare Payload User’s Guide, Version 10,
Erişim Tarihi: 20.02.2025
- SpaceX, (2025a). <https://www.spacex.com/launches/mission/?missionId=transporter12> Erişim Tarihi: 20.02.2025
- SpaceX, (2025b). <https://www.spacex.com/mission/>, Erişim Tarihi: 25.02.2025

- SpaceX, (2025c). <file:///C:/Users/user/OneDrive/Masa%C3%BCst%C3%BC/falcon-users-guide-2025-03-14.pdf>, Erişim Tarihi: 20.03.2025
- SpaceX, (2025d). <https://www.spacex.com/vehicles/starship/>, Erişim Tarihi: 23.03.2025
- SSST, (2025). <http://mwcsanghai.com/exhibitors/29287-shanghai-spacecom-satellite-technology-ltd>, Erişim Tarihi: 27.03.2025
- Trthaber, (2025). <https://www.trthaber.com/haber/savunma/selcuk-bayraktar-50-tonluk-bir-firlatma-sistemi-uzerinde-calisiyoruz-884617.html>, Erişim Tarihi: 30.07.2025
- TUA, (2025). <https://www.tua.gov.tr/tr/proje/mufs>, Erişim Tarihi: 14.01.2025
- TUSAş, (2025a). <https://www.tusas.com/urunler/uzay/test-merkezi/uzay-sistemleri-entegrasyon-ve-test-merkezi/>, Erişim Tarihi: 19.03.2025
- TUSAş, (2025b). <https://www.tusas.com/>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- TÜBİTAK Uzay, (2025a). <https://uzay.tubitak.gov.tr/entegrasyon-ve-test-altyapimiz/>, Erişim Tarihi: 019.03.2025
- TÜBİTAK Uzay, (2025b). <https://www.linkedin.com/company/t%C3%BCrkiye-uzay-ajans%C4%B1>, Erişim Tarihi: 03.10.2025
- TÜRK SAT, (2025a). <https://www.turksat.com.tr/tr/haberler/turksat-5a-uc-yasinda#:~:text=2017'de%20imzalanan%20s%C3%B6zle%C5%9Fme%20sonras%C4%B1,5'inci%20nesil%20uydusu%20oldu/>, Erişim Tarihi: 05.01.2025
- TÜRK SAT, (2025b). <https://www.turksat.com.tr/tr/haberler/>, Erişim Tarihi: 05.01.2025
- TÜRK SAT, (2025c). [https://www.turksat.com.tr/sites/default/files/2025-05/FAAL%C4%B0YET_RAPORU_2024%20\(r\).pdf](https://www.turksat.com.tr/sites/default/files/2025-05/FAAL%C4%B0YET_RAPORU_2024%20(r).pdf), Erişim Tarihi: 03.10.2025
- ULA, (2025). <https://www.ulalaunch.com/rockets/>, Erişim Tarihi: 26.03.2025
- USET, (2025). <https://www.tusas.com/content/files/uploads/456/Uzay%20SistemleriEntegrasyon%20ve%20USET%20Merkezi%20%C3%96zellikleri%20Bro%C5%9F%C3%BCr%C3%BC.pdf>, Erişim Tarihi: 19.03.2025
- Virgin, (2025). <https://www.virgin.com/about-virgin/latest/virgin-orbits-reveals-launch-window-for-next-mission-to-space>, Erişim Tarihi: 30.07.2025
- X, (2025). <https://x.com/SavunmaSanayiST/status/1744634385326829922>, Erişim Tarihi: 05.02.2025
- Zero2infinity, (2025). <https://www.zero2infinity.space/>, Erişim Tarihi: 26.03.2025

EK 1 ANKET

Sayın İlgili,

Bu anket formu ile Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ danışmanlığında Yavuz TORAMAN tarafından yürütülen “Uzay Lojistiği ve Yörünge Taşımacılığı” üzerine gerçekleştirilen doktora tezi araştırmasına davet edilmiş bulunuyorsunuz.

Bu anket, araştırmanın bir bölümü olup soruları kişisel olarak ve içtenlikle yanıtlamanız beklenmektedir. Yanıtlarınız sonucunda yalnızca genel anlamda bilgiler elde edilecek olup, üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Verilerin analizi ile elde edilecek sonuçlar bilimsel platformda tartışılacaktır.

Lütfen tüm soruları boş bırakmadan yanıtlayınız.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

Araştırma Sorumlusu

Yavuz TORAMAN

Prof. Dr. Fahriye MERDİVENCİ

1. Demografik Özellikler

Yaşınız?

20-30 ()

31-40 ()

41-50 ()

51-60 ()

60 ve üstü ()

Cinsiyetiniz?

Kadın () Erkek ()

Sektördeki deneyiminiz ?

1 yıldan az ()

1-3 yıl ()

3-5 yıl ()

5-7 yıl ()

7 yıl ve üzeri ()

Bilgi Notu: TÜRK SAT 5A ve 5B uyduları 2017'de imzalanan sözleşme sonrası AIRBUS'ın Fransadaki tesislerinde üretimine başlanmıştır. TÜRK SAT 5A ve 5B uyduları, SpaceX firmasının ABD-Florida'da bulunan Cape Canaveral'daki fırlatma merkezine gönderildi. 8 Ocak 2021 05.15'te Falcon 9 roketiyle başarılı bir şekilde

uzaya fırlatılan Türksat 5A'dan, kalkıştan 35 dakika sonra ilk sinyal alınmıştır. Aynı Şekilde TÜRK SAT 5'B uydusu da 21 Aralık 2021'de uzaya fırlatılmıştır.

Türkiye'nin metre altı çözünürlüğe sahip yerli ve milli ilk gözlem uydusu İMECE, TÜBİTAK 1007 Programı kapsamında desteklenen İMECE Uydu Projesi, 2017 yılında başlamış olup, 15.04.2023'te Türkiye saatiiyle 09.48'de ABD'nin California eyaletinde bulunan Vandenberg Uzay Kuvvetleri Üssü'nden SpaceX firmasına ait Falcon 9 roketiyle başarıyla uzaya fırlatıldı.

Son olarak, TUSAŞ'ın Uzay Sistemleri Entegrasyon ve Test Merkezi'nde (USET) üretilen Yerli Haberleşme Uydusu TÜRK SAT 6A uydusu 2014'te sözleşmesi imzalanmış olup meşakkatli üretim sürecinin ardından 8 Temmuz 2024'te uzaya fırlatılmıştır.

Araştırmanın amacı SpaceX firmasının Falcon 9 roketine karşı Uzay ve Havacılık alanında uzman kişilerin risk, algı, tutum ve kullanım niyetlerinin ölçülmesidir.

Türksat 5A, Türksat 5B, İMECE uydularının ardından Türksat 6A uydusu da *SpaceX* firmasının *Falcon 9* roketi ile yörüngeye gönderilmiştir. Gelecekte yörüngeye küp uydu gönderilmesinde uzay lojistiği ve taşımacılığı süreçleri hakkındaki düşüncelerinizi işaretleyin.

1: Kesinlikle Katılmıyorum

2: Katılmıyorum

3: Ne Katılıyorum Ne Katılmıyorum

4: Katılıyorum

5: Kesinlikle Katılıyorum

	Kısaltama	1	2	3	4	5
Ölçekte sorulan soruların tamamı 3PL kapsamındaki Küp Uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanımı üzerinedir.						
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması iyi bir fikirdir.	T1					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması makuldür.	T2					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması pozitif görüyorum.	T3					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması pahalıdır.	M1					
Küp uydu taşımacılığında (fırlatma) Falcon 9'a erişim maliyeti yüksektir.	M2					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'a süreç maliyeti yüksektir.	M3					
Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımını desteklerim.	N1					
Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımını düşünürüm.	N2					
Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımında tereddüt etmem.	N3					
Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımı kolay olacaktır.	AKK1					
Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanımı açık ve anlaşılır olacaktır.	AKK2					
Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında gerekli adımları takip etmek kolay olacaktır.	AKK3					
Falcon 9 küp uydu taşımacılığında kullanışlıdır.	AF1					
Falcon 9 küp uydu taşımacılığında işlemleri kolaylaştırır.	AF2					
Falcon 9 küp uydu taşımacılığında daha hızlı ve güvenli tamamlanmasını sağlar.	AF3					
Falcon 9 küp uydu taşımacılığında performansın artmasını sağlar.	AF4					
Falcon 9 teknik açıdan oldukça iyi çalışmaktadır.	K1					

Falcon 9'un genel olarak kalitesinin iyi olduğunu düşünüyorum.	K2					
Falcon 9'un kalitesi oldukça iyidir.	K3					
Falcon 9, diğer uzay araçlarının taşımacılıkta etkinliği artırmaktadır.	GA1					
Falcon 9, küp uyduların yörüngeye yerleşmesi için gereken süreyi azaltacaktır.	GA2					
Şirketlerin farklı şirketlerin yerine Falcon 9'u tercih etmelerinin avantajlı olduğunu düşünüyorum.	GA3					
Falcon 9'un küp uydu taşımacılığında kullanılması uzay operasyonlarında daha fazla kontrol sağlar.	GA4					
Falcon 9, diğer uzay araçlarına kıyasla maliyet etkin çözümler sunmaktadır.	GA5					
Bulunduğum sektörde, küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması onaylanır.	ÖN1					
Sektörde görüşüne değer verdiğim çoğu insanın küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılmasına olumlu görüş bildirir.	ÖN2					
Tanıdıklarımın ve arkadaşlarımin gelecekte küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılmasını düşünmesi benim için önemlidir.	ÖN3					
Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un Dünya'daki olumsuz hava koşullarından etkilenme riski vardır.	SPR-Ç1					
Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un olumsuz uzay hava koşullarından etkilenme riski vardır. (Örneğin: Güneş Radyasyonu ve Kozmik Radyasyon, Uzay Çöpleri ve Asteroitler)	SPR-Ç2					
Küp uydu taşıma sürecinde iyonlaşma nedeniyle uyduların çalışmama riski vardır.	SPR-Ç3					
Küp uydu üretimi sürecinde parça teminde sorun yaşanması yörüngeye küp uydu gönderim sürecinde gecikme ve maliyetleri artırma riski vardır.	SPR-S1					
Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un güçlendiricilerden ayrılma ayrılma esnasında sorun yaşama riski vardır. (Ayrılma: Gökyüzünde güçlendirici ve faydalı yük taşıyan tek motorlu kısmın ayrılması olarak tanımlanmıştır.)	SPR-S2					
Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un atmosferden geçişi sırasında sorun yaşanma riski vardır.	SPR-S3					
Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un uyduya zarar verme riski vardır (Örneğin: Titreşim, aşırı yüklenme, sıcaklık vs.).	SPR-S4					
Küp uydunun sistem testlerinin gerçekleştirilmesinde teknik hata yapılma riski vardır.	SPR-T1					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un motor arızası yaşama riski vardır.	SPR-T2					
Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9 ile yer kontrolünün kaybedilme riski vardır.	SPR-T3					
Küp uydu taşıma sürecinde Falcon 9'un aviyoniklerinde sorun yaşanma riski vardır.	SPR-T4					
Küp uydu ile yer kontrolünün iletişim kuramama riski vardır.	SPR-T5					
Küp Uydunun Falcon 9'dan ayrılamama riski vardır.	SPR-T6					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması güvenilirliktir.	G1					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'un kullanılması emniyetlidir.	G2					
Küp uydu taşımacılığında Falcon 9'a güvenirim.	G3					

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve SOYADI	Yavuz TORAMAN
EĞİTİM DURUMU	
Lisans	Akdeniz Üniversitesi, Alanya İşletme Fakültesi, Uluslararası Ticaret Bölümü (2017);
Yüksek Lisans	İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Pazarlama Bölümü (2021);
Tez Konusu	Tüketicilerin salgın hastalık (Covid-19) dönemlerinde yeni teknolojileri benimsemelerinin teknoloji kabul modeli çerçevesinde incelenmesi: Hızlı tüketim malları özelinde, mobil uygulamalar üzerine bir araştırma
Yabancı Dil / Diller	İngilizce- İyi; Rusça- Başlangıç
İŞ DENEYİMİ	
2022-...	İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Öğretim Görevlisi (İstanbul)
2020-2022	İstanbul Nişantaşı Üniversitesi, Araştırma Görevlisi (İstanbul)
YAYINLAR	
Toraman, Y. (2023). Space Economy, Tourism and Logistics. <i>EMAJ: Emerging Markets Journal</i> , 13(2), 9-12	
Toraman. Y., & Merdivenci, F. (2025). Uzay Lojistiğinde Taşımacılık ve Risk. <i>Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği</i> , (I). içinde, 229-242, Nobel Bilimsel Eserler, Anakra	
Toraman, Y. (2025a). Space Logistics and Risks: A Study on Spacecraft. <i>Politeknik Dergisi</i> , 28(2), 573-584.	
Toraman, Y. (2025b). Uzay Lojistiği ve Taşımacılığı: Kullanılan Roketler ve Araçlar. <i>Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği</i> , (I). içinde, 153-188, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara	
Toraman, Y. (2025c). Uzay Ekonomisi. <i>Uzay Teknolojileri, Uygulamaları ve Lojistiği</i> , (I). içinde, 101-118, Nobel Bilimsel Eserler, Ankara	