

Uydular ve Türkiye'nin Uydu Çalışmalarının SWOT Analizi

Ozan ÖZTÜRK^{ID}

Dalaman Sivil Havacılık Yüksekokulu / Muğla Meslek Yüksekokulu,
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye

Makale Bilgisi

ÖZET

Geliş Tarihi: 17.10.2024
Kabul Tarihi: 13.11.2024
Yayın Tarihi: 31.12.2024

Anahtar Kelimeler:

Uydu teknolojileri,
SWOT analizi,
Milli uzay programı.

Uydular, 20. yüzyılın ortalarından itibaren dünya üzerinde büyük bir etki yaratmaya başlamıştır. İlk yapay uydu olan Sputnik 1'in 1957'de Sovyetler Birliği tarafından fırlatılması, insanlık için uzay çağının başlangıcını simgelemiştir. Bu gelişme, uydu teknolojilerinin iletişimden askeri uygulamalara, çevre izlemeye ve bilimsel araştırmalara kadar geniş bir yelpazede kullanılmasının önünü açmıştır. Uydular, bugün ulusal güvenlikten ekonomik kalkınmaya kadar birçok stratejik alanda kritik rol oynamaktadır. Küresel rekabetin giderek arttığı bu dönemde, uydu teknolojilerinde liderlik, ülkelerin uluslararası arenadaki konumlarını güçlendirmeleri için önemli bir fırsat sunmaktadır. Türkiye de bu bağlamda uydu teknolojilerine yaptığı yatırımlarla dikkat çekmekte ve bölgesel bir güç olma yolunda ilerlemektedir. Bu makale, Türkiye'nin uydu çalışmalarını SWOT analizi perspektifinde kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Türkiye, uzay teknolojilerine yaptığı yatırımlar ve bu alandaki gelişmelerle ekonomik, bilimsel ve stratejik birçok avantaj elde etmiştir. Uydu teknolojileri, özellikle iletişim, çevresel izleme ve askeri uygulamalar gibi birçok alanda ülkenin küresel konumunu güçlendirmiştir. Türkiye'nin bu başarıları, özellikle yerli üretim ve milli uzay programı çerçevesinde geliştirdiği uydular sayesinde gerçekleşmiştir. Göktürk ve TÜRKSAT projeleri, Türkiye'nin bağımsız uydu geliştirme kapasitesini gösteren önemli adımlardan biri olmuştur. Bununla birlikte, Türkiye'nin uydu çalışmalarında karşılaştığı bazı zayıf yönler de bulunmaktadır. Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımların sınırlı olması, kritik teknolojilerde dışa bağımlılık ve nitelikli insan kaynağının bulunmaması, uydu projelerinin sürdürülebilirliğini zorlaştıran başlıca etkenlerdir. Bu durum, uydu teknolojilerinin hızla geliştiği bir ortamda Türkiye'nin rekabet gücünü sınırlayabilir. Öte yandan, uluslararası iş birlikleri ve yerli uydu projeleri Türkiye için büyük fırsatlar sunmaktadır. Özellikle global uydu pazarında daha fazla yer edinme potansiyeli, Türkiye'nin ekonomik ve stratejik açıdan kazanımlar elde etmesine yardımcı olabilir. Ancak, bu fırsatların değerlendirilmesi için küresel rekabetin ve ekonomik belirsizliklerin yarattığı tehditlerin dikkatlice yönetilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, bu SWOT analizi, Türkiye'nin uydu çalışmalarındaki mevcut durumu değerlendirirken, gelecekte atılması gereken adımlar için stratejik bir rehber niteliği taşımaktadır.

Satellites and SWOT Analysis of Türkiye's Satellite Studies

Article Info

ABSTRACT

Received: 17.10.2024
Accepted: 13.11.2024
Published: 31.12.2024

Keywords:

Satellite technologies,
SWOT analysis,
National space program.

Satellites have had a major impact on the world since the mid-20th century. The launch of the first artificial satellite, Sputnik 1, by the Soviet Union in 1957 marked the beginning of the space age for humanity. This development paved the way for satellite technologies to be used in a wide range of applications, from communications and military applications to environmental monitoring and scientific research. Today, satellites play a critical role in many strategic areas, from national security to economic development. In this era of increasing global competition, leadership in satellite technologies offers an important opportunity for countries to strengthen their position in the international arena. In this context, Turkey is attracting attention with its investments in satellite technologies and is on its way to becoming a regional power. This article comprehensively examines Turkey's satellite efforts from the perspective of SWOT analysis. Turkey has gained many economic, scientific and strategic advantages with its investments in space technologies and developments in this field. Satellite technologies have strengthened the country's global position in many areas such as communication, environmental monitoring and military applications. Turkey's achievements have been especially thanks to the satellites developed within the framework of its indigenous production and national space program. The Göktürk and TÜRKSAT projects have been important steps in demonstrating Turkey's capacity to develop independent satellites. However, there are also some weaknesses that Turkey faces in its satellite efforts. Limited investments in R&D activities, foreign dependence on critical technologies and lack of qualified human resources are the main factors that make the sustainability of satellite projects difficult. This may limit Turkey's competitiveness in an environment where satellite technologies are rapidly developing. On the other hand, international cooperation and indigenous satellite projects offer great opportunities for Turkey. In particular, the potential to gain a greater foothold in the global satellite market could help Turkey realize economic and strategic gains. However, to capitalize on these opportunities, the threats posed by global competition and economic uncertainties need to be carefully managed. In conclusion, this SWOT analysis assesses the current state of Turkey's satellite activities and provides a strategic guide for future steps.

Bu makaleye atıfta bulunmak için:

Öztürk, O. (2024). Uydular ve Türkiye'nin uydu çalışmalarının SWOT analizi. *Aerospace Research Letters (ASREL)*, 3(2), 97-112. <https://doi.org/10.56753/ASREL.2024.2.1>

*Sorumlu Yazar: Ozan ÖZTÜRK, ozturkozan@mu.edu.tr



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Uzay teknolojileri, günümüzün hızla gelişen dünyasında ülkelerin ekonomik büyümelerine, bilimsel araştırmalarına ve ulusal güvenlik stratejilerine yön veren kritik bir alandır. Uydu sistemleri, iletişimden navigasyona, çevre izlemeye ve askeri operasyonlara kadar geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmakta ve ülkelerin küresel rekabet gücünü artırmaktadır (Nedim, Sözbir, Bulut, Gülgönül, Kuzu, & Dur, 2023). Uzay programlarına yatırım yapan ülkeler, teknolojik üstünlük sağlamanın yanı sıra uluslararası arenada stratejik avantajlar elde etmektedir (Özyıldırım, 2023).

Bu bağlamda, Türkiye'nin uydu programı ve bu programın güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerini ortaya koyan SWOT analizi büyük bir önem taşımaktadır. Türkiye, son yıllarda uzay teknolojilerine yaptığı yatırımlarla bölgesel ve küresel konumunu güçlendirmeyi hedeflemektedir. Bu makale, Türkiye'nin uydu programının ekonomik, bilimsel ve güvenlik boyutlarını değerlendirerek, programın stratejik avantajlarını ve geliştirilmesi gereken alanları analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Makalenin temel amacı, Türkiye'nin uydu programının mevcut durumunu ve geleceğe yönelik potansiyelini SWOT analizi çerçevesinde incelemektir. Bu doğrultuda, uzay teknolojilerinin ekonomik, bilimsel ve güvenlik açısından önemini değerlendirmek, Türkiye'nin uydu programının ülkeye sağladığı stratejik avantajları belirlemek, programın güçlü ve zayıf yönleri ile mevcut fırsat ve tehditleri ortaya koymak ve Türkiye'nin uzay programının geliştirilmesi için atılması gereken adımları tespit etmek hedeflenmektedir. Araştırma, özellikle 2000'li yıllardan günümüze kadar olan dönemi kapsamakta ve Türkiye'nin iletişim, gözlem ve askeri amaçlı uydu projeleri üzerinde odaklanmaktadır.

Bu çalışma, SWOT analizi yöntemi kullanılarak hazırlanmıştır. Öncelikle, akademik yayınlar, resmi kurum raporları ve uluslararası kuruluşların verileri incelenerek Türkiye'nin uydu programına ilişkin mevcut bilgi birikimi değerlendirilmiştir. Ardından, SWOT analizi ile programın iç ve dış faktörleri sistematik bir şekilde analiz edilmiştir. Makale, uzay teknolojilerinin ekonomik, bilimsel ve güvenlik boyutlarının genel hatlarıyla ele alındığı bir giriş bölümüyle başlayacak; sonrasında Türkiye'nin uydu programının gelişimi ve tarihsel süreçteki önemli kilometre taşları incelenecektir. Üçüncü bölümde, programın güçlü ve zayıf yönleri ile karşı karşıya olduğu fırsatlar ve tehditler detaylı bir şekilde analiz edilecektir. Dördüncü bölümde, elde edilen bulgular ışığında programın geliştirilmesine yönelik stratejik öneriler sunulacak ve son bölümde araştırmanın genel bir değerlendirmesi yapılarak ana bulgular özetlenecektir. Bu yapıyla, okuyucuya Türkiye'nin uydu programının derinlemesine bir analizi sunulmakta ve programın geleceğine ilişkin kapsamlı bir perspektif sağlanmaktadır.

Kavramsal Temeller

Atmosfer ve uzay ortamını tanıyarak Türkiye'nin yürüttüğü bu uydu çalışmalarının önemi daha iyi anlaşılır. Uydular faaliyet gösterdikleri fiziksel ortam bakımından çok zorlu şartlarda çalışan cihazlardır.

Atmosfer, Dünya'yı çevreleyen ve mekanik olarak karışmış gazlardan oluşan bir küredir. Bu gaz karışımının ağırlığı, atmosferdeki nesnelere kuvvet uygulayan hava basıncını oluşturur. Gazların atmosferdeki dağılımı yerçekimi tarafından belirlenir; daha ağır gazlar Dünya yüzeyine yakinken, daha hafif gazlar daha uzakta bulunur (Reichardt & Timm, 2020). Atmosfer, güneşten gelen zararlı ışınları yansıtarak veya emerek canlıları korur ve Dünya'nın sıcaklığını düzenleyerek aşırı ısınmayı önler (Hemond & Fechner, 2023).

Dünya'nın atmosferi, her biri kendi özelliklerine sahip farklı katmanlardan oluşur. En alt katman olan troposfer, hava olaylarının meydana geldiği ve gazların yoğunlaştığı bölgedir (Kumar et al., 2023). Troposferin üstünde, su buharının olmadığı ve sıcaklık değişimlerinin az olduğu stratosfer bulunur

(Samundi, 2022). Stratosfer ile termosfer arasında yer alan mezosferde hava hareketleri görülmez. Termosfer, en sıcak tabakadır ve aurora gibi fenomenlerle bilinir (Van Wijngaarden & Happer, 2023). Atmosferin en dış katmanı olan ekzosfer, dış uzaya geçişi işaret eder (Samundi et al., 2022). Ozon tabakası ise stratosfer ve mezosfer arasında yer alarak Dünya'yı zararlı UV ışınlarından korur.

Meteoroloji, atmosferin ve hareketlerinin kısa süreli incelenmesini ifade eder ve "hava durumu" olarak bilinir. Atmosferi karakterize eden faktörler arasında sıcaklık, nem, yağış miktarı ve türü, rüzgârın yönü ve şiddeti, atmosferik basınç ve bulut örtüsü bulunur (Agarwal & Mittal, 2023). Uzayda gözlenen ve atmosferdeki meteorolojik aktivitelere benzer olayları inceleyen bilim dalına ise uzay meteorolojisi denir. Uzay meteorolojisi, Güneş etkinliklerinin yakın uzay ortamında yarattığı değişiklikleri inceler ve bu aktivitelerin iletişim, navigasyon ve havacılık gibi teknik sistemleri nasıl etkilediğini araştırır (Poh et al., 2023).

Uzay meteorolojisi, sosyal ve ekonomik etkileri nedeniyle önemlidir. Bu etkilerin neden olduğu zararları azaltmak için uyarı sistemleri, öngörücü modeller ve yer tabanlı teknolojik sistemlere ihtiyaç vardır (Moldwin, 2022). Uzay meteorolojisini etkileyen ana kaynak, Güneş'ten sürekli olarak uzaya yayılan ve "güneş rüzgârı" olarak bilinen iyon parçacıklarıdır. Güneş rüzgârı, 11 yıllık bir döngüyü izleyen güneş aktivitesindeki değişimlere bağlı olarak değişken bir karaktere sahiptir (Yermolaev et al., 2023). Ayrıca, mikro göktaşları, uzay enkazı, uzay radyasyonu, yakındaki yıldızlar ve diğer galaksilerden gelen iyonize parçacıklar da uzay meteorolojisinin çalışma alanına girer (Buzulukova & Tsurutani, 2022).

Uzay havası, teknolojik sistemler ve insan sağlığı üzerinde güçlü etkilere sahip olabilir. Manyetik fırtınalar ve radyasyon gibi güneş aktiviteleri, elektrik şebekelerinde kesintilere ve telekomünikasyon sistemlerinde aksamalara neden olabilir (Facsco et al., 2023). Ayrıca, uzay havası havacılık faaliyetlerini etkileyerek uçuş gecikmelerine yol açabilir. Wang et al. (2023), uzay hava durumu olayları sırasında uçuş gecikmelerinin arttığını belirlemiş ve yaklaşık 4 milyon uçuş verisini analiz ederek bu durumu nicel olarak incelemiştir. Uzay hava durumu olayları sırasında, ortalama varış gecikme süresinin ve 30 dakikalık gecikme oranının, sakin dönemlere kıyasla sırasıyla %81,34 ve %21,45 oranında arttığı bulunmuştur.

Alçak Dünya yörüngesindeki uzay araçlarının irtifası yaklaşık 350 km'dir ve bu yükseklikteki kütle çekimi, Dünya yüzeyindeki yerçekimi alanından sadece %8 daha azdır (Beysens & van Loon, 2022). Uzay çağı başladığından beri uzay şartları ve uzay meteorolojisi hakkında çok bilgi biriktirilmiştir. Bu bilgiler sayesinde uzay şartlarına dayanıklı uydular ve uzay araçları geliştirilmiştir. Ancak uzay ortamı hâlâ tehlikelerle doludur ve uzay görevlerinin başarısı uzay çevresine bağlıdır (Waldemar et al., 2023).

Uzay ortamında vakum, radyasyon ve ani sıcaklık değişimleri yoğun olarak görülmektedir. Uzay ürünlerinin, ileri teknoloji ve yüksek kararlılık içermesi gerekmektedir. Uydu ve uzay araçlarında dış sıcaklık -200 ile +150 derece arasında değişmektedir. Dünya çevresinde, atmosferimizin hemen üzerinde 40.000'den fazla aktif ve aktif olmayan uzay aracı ve kalıntıları bulunmaktadır. Bu uzay çöpleri bazen güvenliğimizi tehdit ettiği için kontrollü şekilde Dünya'ya düşürülmekte veya kendiliğinden Dünya'nın herhangi bir noktasına düşebilmektedir (Çal, 2021).

Uzay ortamında radyasyonun dört ana kaynağı vardır:

1. Van Allen kuşağına çarpan protonlar ve elektronlar,
2. Güneş sistemi dışından gelen kozmik ışınlar,
3. Güneş'ten gelen proton ve ağır iyonlar,
4. Manyetofere çarpan ağır iyonlar (Zheng et al., 2019).

Uzaydaki radyasyon, uzun süreli uzay görevlerinin önemli bir engeli olarak kabul edilmektedir. Bu radyasyon, hapsolmuş radyasyon, güneş parçacık olayları (SPE'ler) ve galaktik kozmik radyasyon (GCR) olmak üzere üç bileşenden oluşur. Alçak Dünya yörüngesinde hapsolmuş radyasyon, maruz kalmanın ana kaynağıdır. SPE'ler, korumasız mürettebatlar için akut radyasyon sendromlarına neden olabilir ancak genellikle klasik kalkan malzemeleriyle korunabilir. GCR ise yüksek yüklü ve yüksek enerjili çekirdekler içerir ve uzun süreli uzay görevlerinde sağlık riskinin ana kaynağıdır. Uzay radyasyonu etkileri doğrudan incelenebilir, ancak bu deneylerin yorumlanması zor olabilir. Bilgi çoğunlukla yer tabanlı deneylerden elde edilir ve uzay radyasyonu kalkanları ile mikroelektronik etkilerinin değerlendirilmesi genellikle yüksek enerji hızlandırıcılarda yapılır (Raphael et al., 2022).

Güneş rüzgârlarının hızı 250 km/sn ile 1000 km/sn arasında değişebilir ve gezegenlerin manyetik alanlarını etkiler (Köksal, 2021). Güneş, 11 yıllık periyotlarla aktive olan bir yıldızdır. Güneş aktivitesi minimum olduğunda, elektron ve proton yoğunluğu düşük, kozmik ışın popülasyonu maksimum düzeydedir. Güneş aktivitesi maksimum iken durum tersine döner; elektron ve proton yoğunluğu maksimum, kozmik ışın popülasyonu minimum düzeye iner. Yörüngedeki bir uzay aracının radyasyon kalkanı kullanmaktan başka seçeneği yoktur. Kullanılması gereken kalkanın güneşin aktivitesine göre seçilmesi, ekonomi ve mühendislik açısından önemlidir. Kalkan yoğunluğu 1 gr/cm² ile 10 gr/cm² arasında olmalıdır (Zheng et al., 2019).

Dünya'nın manyetik alanını oluşturan Van Allen Kuşağı, Güneş'ten gelen zararlı elektromanyetik ışınlarla karşı koruyucu bir kalkan görevi görür. Manyetik alanın etkisi, Güneş rüzgârlarının şiddetine göre değişir. Güneş aktivitelerinin yüksek olduğu zamanlarda Dünya'nın manyetosferinin çapı %40 kadar küçülmektedir (Demirtaş, 2002). Van Allen Kuşağı, iç ve dış olmak üzere iki bölümden oluşur; dış kuşak daha yüksek enerjili parçacıkları içerirken, iç kuşak kozmik ışınların neden olduğu iyonize atomlardan oluşur (Zheng et al., 2019).

Dünya'nın manyetosferi, güneş rüzgârlarını saptırarak koruma sağlar. Manyetik alanın etkisi, Dünya'ya yaklaştıkça artar ve yüklü parçacıkların içeri girmesini engeller. Manyetosferin kuyruğu, güneş etkinliğine bağlı olarak milyonlarca kilometre uzunluğunda olabilir (Demirtaş, 2002).

Yüksek enerji seviyesine sahip kozmik yüklü parçacıklar, Dünya'nın manyetik alanını geçebilir. Atmosferdeki parçacıklarla çarpışarak nötronlar açığa çıkarırlar. Nötronlar, kararsız parçacıklar olduklarından kısa süre içinde protonlara ve elektronlara dönüşürler (Zheng et al., 2019). Bu nötronlar, Dünya'nın manyetik alanından etkilenmez ve bozunma süreçleri sonucu ortaya çıkan yüklü parçacıklar manyetik alan tarafından yakalanır. Bu durum, Van Allen Kuşağı içinde proton akışına neden olur.

Güneş'ten gelen manyetik parçacıklar, manyetik fırtınalara ve "aurora" adı verilen kutup ışıklarına sebep olabilir. Manyetosferin dinamik yapısı, Güneş'ten gelen manyetik parçacıkların tetiklediği süreçlerle belirlenir (Demirtaş, 2002).

Yapay Uydular ve Yörünge Çeşitleri

Yapay uydular, insanlar tarafından geliştirilen ve Dünya'nın veya diğer gezegenlerin yörüngesine yerleştirilen elektronik cihazlardır (Maini & Agrawal, 2011). İlk yapay uydu olan Sputnik 1, 1957'de fırlatılmıştır. O tarihten bu yana, Dünya'nın yörüngesine 11.000'den fazla uydu gönderilmiştir (Linjie et al., 2018). Aktif uyduların sayısı yıllar içinde önemli ölçüde artmış ve şu anda yaklaşık 1.900 uydu aktif olarak çalışmaktadır (Arthur et al., 2012). Bu uydular, uydu iletişim hizmetleri, Dünya gözlemi için uzaktan algılama ve küresel kara örtüsü izleme gibi çeşitli uygulamalarda kritik bir rol oynamaktadır (José et al., 2021). Uydu teknolojisindeki sürekli gelişmeler, daha gelişmiş yeteneklere, daha uzun operasyonel ömürlere ve veri toplamada daha yüksek uzamsal çözünürlüklere yol açarak, uydu sistemlerini modern iletişim, çevresel izleme ve bilimsel araştırmalar için vazgeçilmez hale getirmiştir.

Uyduların yörüngelerine göre dağılımı şu şekildedir:

1. %63'ü alçak Dünya yörüngesinde,
2. %6'sı orta Dünya yörüngesinde (yaklaşık 20.000 km),
3. %29'u jeostasyoner yörüngede (yaklaşık 36.000 km),
4. %2'si eliptik yörüngededir (Sandeep at al., 2015).

Yapay uyduların kullanım alanlarına göre dağılımı ise şöyledir: haberleşme %66, navigasyon %7, askeri gözetleme %6, yer bilimleri/meteoroloji %5, astrofizik/uzay fiziği %5, yer gözlem/uzaktan algılama %5 ve diğer %6 (Maini & Agrawal, 2011).

En çok uyduya sahip ülkeler sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri (1.897 uydu), Çin (412 uydu) ve Rusya'dır (176 uydu).

Uydular altı ana sınıfa ayrılır: Bilimsel Araştırma Uyduları, Meteoroloji Uyduları, Gözlem Uyduları, Navigasyon Uyduları, İletişim Uyduları ve Askeri Uydulardır.

Islak kütle, uyduyu fırlatma sırasında taşıdığı yakıt dahil kütle olarak tanımlanır. Küçük uyduların (500 kg'dan az) hizmet ömrü genellikle daha kısadır (Maini & Agrawal, 2011).

Uçuş Rejimleri: Fırlatma araçları dört farklı uçuş rejiminde hareket eder (NASA, 1995):

1. Yörünge Altı Uzay Uçuşu
2. Yörüngesel Uzay Uçuşu
3. Ay-ötesi Enjeksiyon
4. Gezegenler Arası Uzay Uçuşu

Uydular, belirli görevler için tasarlanır ve kullanılır (Serene & Sreeja, 2022). Örneğin, haberleşme uyduları televizyon ve radyo yayını için, meteoroloji uyduları hava olaylarını takip etmek için, askeri uydular ise gözetleme ve keşif amaçlı kullanılır (Maini & Agrawal, 2011).

Tablo 1

Kütlelerine Göre Uydular, Geliştirme Süreleri ve Maliyetleri

Uydu	Kütle (kg)	Maliyet (Milyon)	Süre (yıl)
Büyük	1000 kg+	\$300M+	10
Orta	1000 kg+	\$100M+	4-6
Küçük	<500 kg	\$50M	3-5
Mikro Sat	<100 kg	\$5-10M	2-4
Nano Sat	1-10 kg	\$0.3-2M	<2-3
Piko Sat	<1 kg	\$100k	1-2
Femto Sat	<0.1 kg	\$10k	<1

Uydu Mimarisi ve Alt Sistemleri (Servis Modülü)

Uydu mimarisi, "satellite bus" veya "spacecraft bus" olarak adlandırılan modülden oluşur. Ana elemanları şunlardır:

- Komuta ve Veri Sistemi (C&DH): İletişim alt sisteminden komutları alır, doğrular, kod çözer ve diğer alt sistemlere dağıtır. Verileri toplar, depolar ve Dünya'ya iletir. Uydu saatini korur ve izler.

- İletişim Sistemi ve Antenler: Uydu ile yer istasyonları arasında veri alışverişini sağlar. Bu sistem, komuta ve veri sistemi ile elektrik güç sistemi gibi alt sistemlerle birlikte çalışır.
- Elektrik Güç Sistemi (EPS): Güneş panelleri ve bataryalar aracılığıyla elektrik üretir ve uzay aracına güç sağlar.
- İtki Sistemi: Uzay aracını hızlandırmak için kullanılır. Kimyasal (roket motorları) ve kimyasal olmayan (elektrikli itki, güneş yelkeni, plazma itici, nükleer termal roket) itki sistemleri bulunur.
- Termal Kontrol Sistemi: Uzay aracını sıcaklık etkilerinden korur ve sıcaklık dalgalanmalarını dengede tutar. Aktif ve pasif ısı kontrol yöntemleri kullanılır.
- Yükseklik Kontrol Sistemi (ACS): Uydunun doğru yönlendirilmesini ve dış kuvvetlere yanıt vermesini sağlar. Sensörler ve aktüatörlerle çalışır.
- Yönlendirme, Navigasyon ve Kontrol Sistemi (GNC): Uydunun yönlendirilmesini, konumunun belirlenmesini ve yörüngesinin ayarlanmasını sağlar.
- Yapısal ve Muhafaza Sistemi: Uzay aracını fırlatma sırasında oluşan yük ve streslere dayanacak şekilde tasarlanır. Diğer tüm alt sistemler için bağlantı noktası görevi görür.
- Yaşam Destek Sistemi: İnsanlı uzay uçuşlarında mürettebatın yaşamını sürdürmesi için gerekli desteği sağlar.
- Yer İstasyonu (Yer Segmenti): Yer istasyonları, görev kontrol merkezleri, yer ağıları, uzak terminaller, uzay aracı entegrasyon ve test tesisleri ile fırlatma tesislerinden oluşur (Maini & Agrawal, 2011).

Uyduların Ortak Ana Parçaları

Bir uydunun bileşenleri işlevine göre değişse de çoğu uyduda ortak olarak bulunan bazı parçalar vardır:

- Antenler: Dünya'ya sinyal iletmek ve Dünya'dan sinyal almak için kullanılır.
- Komuta ve Veri İşleme Sistemi: Uydunun beyni olup, komuta ve kontrol sistemleriyle uydunun tüm parçalarını yönetir ve Dünya'dan alınan komutları uygular.
- Yönlendirme ve Sabitleme Sistemleri: Sensörler aracılığıyla uydunun konumunu izler ve gerektiğinde iticilerle konum ve yön ayarlamaları yapar.
- Güç Sistemi: Güneş panelleri ile güneş enerjisini elektrige dönüştürerek uyduya güç sağlar (Geçgin, 2007).
- Yapısal Muhafaza: Uzay ortamının zorlu koşullarına dayanacak güçlü malzemelerden üretilmiştir.
- Termal Kontrol Sistemi: Uydu ekipmanlarını sıcaklık değişimlerine karşı korur.
- Transponderler: Sinyalleri alır, frekanslarını dönüştürür ve Dünya'ya geri iletir (Maini & Agrawal, 2011).

Uzay ortamında uyduları etkileyen birçok tehlike ve anormallik türü bulunmaktadır:

1. Yüzey Yüklenmesi
2. Derin Yalıtkan veya Kütle Yüklenmesi
3. Tek Olay Etkileri (SEU) (Galaksilerden yayılan kozmik ışınlar ve Güneş kaynaklı proton

olayları)

4. Uzay Aracına Etki Eden Sürüklenme Kuvveti (1000 km altındaki irtifalarda)
5. Toplam İyonlaşma Dozu Etkileri
6. Güneşten Yayılan Radyo Dalgaları, Girişim ve Telemetrik Sintilasyon
7. Uzay Çöpleri
8. Termal Yükler (Solar Radiation, Earth Albedo, Eclipse, Thermal Shock, Internal Thermal Forces)
9. Uzay Aracı Yönetimi ve Konumlandırması
10. Fotona Dayalı Parazitler
11. Malzeme Bozulması
12. Meteorit veya Mikro Meteorit Çarpmaları (Zheng et al., 2019)

Yapay Uydu Yörüngeleri

Yörünge, yapay veya doğal uyduların bir gök cisimi etrafında periyodik olarak yaptığı yoldur. Bu yol, yörünge eğikliği, çıkış düğümünün konumu, yarı büyük eksen uzunluğu, dış merkezlik, enberi noktasının konumu ve başlangıç zamanı gibi özelliklerle tanımlanır (Curtis, 2005).

Yörünge Türleri aşağıda verilmiştir. Verilen yörüngelerden farklı özel yörünge türleri de vardır fakat en çok kullanılan yörünge türleri aşağıda tanımlanmıştır. Bunlar;

1. Alçak Dünya Yörüngesi (LEO): 160 km ile 2000 km arasında yer alan yörüngeler. Yükseklik arttıkça yörünge hızı azalır ve denge hızı yaklaşık 7.8 km/saniyedir.
2. Orta Dünya Yörüngesi (MEO): 2000 km ile 35786 km arasında bulunan yörüngeler. Bu yörüngeler GPS, Glonass ve Galileo uydularını içerir.
3. Yüksek Dünya Yörüngesi (HEO): 35786 km'den daha yüksek yörüngeler.
4. Jeostatik Yörünge (GEO): Uydular, Dünya'nın çevresinde 24 saatte tam bir tur atar ve Dünya ile aynı hızda hareket eder. Yükseklik limiti 35786 km'dir.

Dış Merkezliğe Bağlı Yörünge Çeşitleri aşağıda verilmiştir. Bunlar;

1. Dairesel Yörünge: Dış merkezlik değeri sıfır.
2. Eliptik Yörünge: Dış merkezlik değeri 0 ile 1 arasında.
3. Parabolik Yörünge: Dış merkezlik değeri tam 1. Bu yörüngede cisimler gezegenin yerçekiminden kurtulabilir.
4. Hiperbolik Yörünge: Dış merkezlik değeri 1'in üzerinde. Bu yörüngede cisimler kaçış hızından daha büyük bir hıza sahiptir (Curtis, 2005).

Türkiye'nin Uzay ve Uydu Tarihçesi

Türkiye'nin uzaya gönderdiği uyduların kimler tarafından üretildiği ve nereden fırlatıldığı bilgileriyle birlikte detaylı tablo: 'da verilmiştir.

Tablo 2*Kütlelerine Göre Uydular, Geliştirme Süreleri ve Maliyetleri*

Uydu	Fırlatma Tarihi	Amaç	Detaylar	Üretici	Fırlatma Yeri
Türksat 1A	24 Ocak 1994	Türkiye'nin ilk haberleşme uydusu olarak planlanmıştı, ancak fırlatma sırasında başarısız oldu.	Türksat 1A, Ariane 4 roketiyle uzaya fırlatıldı, ancak roketin arızalanması nedeniyle başarısız oldu.	Aerospatiale (Fransa)	Kourou, Fransız Guyanası
Türksat 1B	11 Ağustos 1994	Türkiye'nin ilk başarılı haberleşme uydusu, 12 yıl boyunca televizyon, radyo yayıncılığı, telefon ve veri iletişimi sağladı.	Türksat 1B, Ariane 4 roketiyle uzaya fırlatıldı ve başarılı bir şekilde yörüngeye oturdu. 2006 yılında emekliye ayrıldı.	Aerospatiale (Fransa)	Kourou, Fransız Guyanası
Türksat 1C	10 Temmuz 1996	Türksat 1B'nin sağladığı hizmetleri genişletmek, yaklaşık 14 yıl boyunca hizmet verdi.	Ariane 4 roketiyle uzaya fırlatıldı ve başarılı bir şekilde yörüngeye oturdu. 2008 yılında Türksat 3A'ya devredildi.	Aerospatiale (Fransa)	Kourou, Fransız Guyanası
Türksat 2A	10 Ocak 2001	Haberleşme hizmetlerini sürdürmek ve genişletmek, 2016 yılına kadar aktif olarak görev yaptı.	Ariane 4 roketiyle uzaya fırlatıldı ve başarılı bir şekilde yörüngeye oturdu. 2016 yılına kadar görev yaptı.	Alcatel Space (Fransa)	Kourou, Fransız Guyanası
Türksat 3A	13 Haziran 2008	Haberleşme kapasitesini artırmak ve daha geniş bir coğrafyada hizmet sağlamak, hala aktif olarak görev yapmaktadır.	İngiliz Skynet 5C uydusu ile birlikte uzaya fırlatıldı. Thales Alenia Space tarafından üretildi. Hala aktif olarak görev yapmaktadır.	Thales Alenia Space (Fransa)	Kourou, Fransız Guyanası
RASAT	17 Ağustos 2011	Türkiye'nin ilk yerli gözlem uydusu, haritacılık, afet izleme, çevre izleme, şehircilik ve planlama gibi alanlarda kullanılmak üzere tasarlandı.	Rusya'nın Kazakistan sınırındaki Yasni fırlatma üssünden Dnepr roketi ile uzaya fırlatıldı. TÜBİTAK UZAY tarafından tasarlandı ve üretildi. Hala aktif görevde.	TÜBİTAK UZAY (Türkiye)	Yasni, Rusya
Göktürk-2	18 Aralık 2012	Yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve gözlem, haritacılık, arazi kullanımı, tarım, ormancılık, çevre izleme, şehircilik ve askeri amaçlar için kullanıldı.	TÜBİTAK UZAY ve TUSAŞ iş birliği ile geliştirildi. Çin'in Jiuquan Fırlatma Üssü'nden Chang Zheng 2D roketiyle uzaya gönderildi. Donanımının %80'i ve yazılımının %100'ü Türk mühendisler tarafından yapıldı.	TÜBİTAK UZAY ve TUSAŞ (Türkiye)	Jiuquan, Çin
Türksat 4A	14 Şubat 2014	Haberleşme hizmetlerini artırmak ve genişletmek, Türkiye, Avrupa, Orta Doğu, Afrika ve Asya'da televizyon yayıncılığı, radyo ve veri iletişimi sağlamak.	Japon Mitsubishi Electric firması ile ortaklaşa tasarlandı. Kazakistan'daki Baikonur Uzay Üssü'nden Proton roketiyle uzaya gönderildi. 42 derece doğu boylamında görev yapmaktadır.	Mitsubishi Electric (Japonya)	Baikonur, Kazakistan
Türksat 4B	16 Ekim 2015	Haberleşme hizmetlerini sürdürülebilir kılmak ve genişletmek, televizyon ve radyo yayıncılığı, veri iletişimi sağlamak.	Japon Mitsubishi Electric firması ile ortaklaşa tasarlandı ve Baikonur Uzay Üssü'nden Proton roketiyle uzaya gönderildi.	Mitsubishi Electric (Japonya)	Baikonur, Kazakistan
Göktürk-1	5 Aralık 2016	Yüksek çözünürlüklü görüntüleme ve gözlem, haritacılık, arazi araştırması, ekosistem izleme, felaket	TUSAŞ ve İtalyan Telespazio firması tarafından tasarlandı. Kourou Uzay Üssü'nden Vega roketiyle uzaya fırlatıldı. 0.50	TUSAŞ ve Telespazio (Türkiye & İtalya)	Kourou, Fransız Guyanası

Uydu	Fırlatma Tarihi	Amaç	Detaylar	Üretici	Fırlatma Yeri
Türksat 5A	8 Ocak 2021	yönetimi, çevre kontrolü, kıyı bölgesi yönetimi ve su kaynakları yönetimi gibi çeşitli sivil ve askeri amaçlar için kullanıldı. Haberleşme hizmetlerini genişletmek, Türkiye, Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika, Orta Batı Afrika, Güney Afrika, Akdeniz, Ege Denizi ve Karadeniz'i kapsayan geniş bir coğrafyada televizyon yayıncılığı ve veri iletişimi hizmetleri sağlamak.	SpaceX firmasının Falcon 9 roketiyle ABD'deki Cape Canaveral Uzay Üssü'nden uzaya gönderildi. Görev süresi yaklaşık 30 yıl olarak belirlendi.	Airbus Defence and Space (Avrupa)	Cape Canaveral, ABD
Türksat 6A	8 Temmuz 2024	Türkiye'nin haberleşme kapasitesini artırmak, televizyon yayıncılığı ve veri iletişim hizmetlerini geniş bir coğrafyaya sunmak. Bu coğrafya Türkiye, Avrupa, Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Asya'nın bazı bölgelerini kapsayacak.	SpaceX firmasının Falcon 9 roketiyle fırlatıldı. Türkiye'nin ilk yerli ve milli haberleşme uydusu olan Türksat 6A, TUSAŞ, TÜBİTAK UZAY, ASELSAN ve CTech iş birliğiyle tamamen yerli imkanlarla geliştirilmektedir.	TUSAŞ, TÜBİTAK UZAY, ASELSAN, CTech (Türkiye)	Cape Canaveral, ABD

Bu tablo, Türkiye'nin uzaya gönderdiği uyduların amaçlarını, kimler tarafından üretildiklerini ve nereden fırlatıldıklarını detaylı bir şekilde göstermektedir.

Türkiye'nin Milli Uzay Programı Hedefleri

Türkiye'nin milli uzay programı hedefleri aşağıda verilmiştir.

1. Milli Roket ile Ay'a Gitmek: (2023: Milli ve yerli roketle Ay'a ulaşmak. 2028: Ay'a yumuşak iniş yaparak bilimsel araştırmalar gerçekleştirmek.)
2. Yeni Nesil Uydu Geliştirme: Dünya ile rekabet edebilecek yeni bir uydu markası oluşturmak.
3. Bölgesel Konumlama Sistemi Geliştirme: Türkiye'ye ait, GPS'e alternatif bir bölgesel konumlama sistemi oluşturmak.
4. Uzay Limanı İnşa Etmek: Türkiye'de uzay araçlarının fırlatılabileceği bir uzay limanı kurmak.
5. Uzay Havası ve Meteoroloji Yatırımı: İyonosfer araştırmalarını desteklemek ve uzay havası gözlemi yapacak bir birim oluşturmak.
6. Teleskop Geliştirme: Uzaydaki nesnelere izleyebilecek teleskoplar geliştirmek.
7. Uzay Sanayi Ekosistemini Geliştirmek: Uzay alanında faaliyet gösteren şirketlerin sayısını artırmak ve yatırımları teşvik etmek.
8. Uzay Teknoloji Geliştirme Bölgesi Kurmak: Ankara'da uzay teknolojileri için bir geliştirme bölgesi oluşturmak.
9. İnsan Kaynağı Geliştirme: Uzay alanında nitelikli insan kaynağı yetiştirmek ve eğitim programları oluşturmak.
10. Bir Türk Vatandaşını Uzaya Göndermek: İlk Türk astronotu uzaya göndererek uluslararası görünürlüğü artırmak.

Bu hedefler, Türkiye'nin uzay teknolojileri kapasitesini artırmayı ve uzayda bağımsızlığını sağlamayı amaçlamaktadır (TUA, 2024).

YÖNTEM

Bu makalede, Türkiye'nin uzay programının değerlendirilmesi amacıyla SWOT analizi yöntemleri kullanılmıştır. Bu kapsamda, resmi raporlar, akademik makaleler ve güvenilir medya kaynakları detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu sayede, Türkiye'nin uzay ve uydu alanındaki faaliyetlerine ilişkin güncel ve kapsamlı bilgilere ulaşılmıştır. SWOT analizi ile, Türkiye'nin uzay sektöründeki güçlü ve zayıf yönlerini, fırsatları ve tehditleri sistematik bir biçimde ortaya koymak amaçlanmıştır.

SWOT Analizi

Örgütler, günümüzde hayatta kalabilmek için çevrelerinde meydana gelen faaliyetlere ve değişimlere dikkat etmek zorundadırlar. Bunu yapmayan örgütlerin varlıklarını sürdürmeleri mümkün değildir (Smircich & Stubbart, 1985). Stratejik yönetim, örgütlerin uzun vadede hayatta kalabilmek, sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmek ve ortalamanın üzerinde kâr sağlamak için üretim faktörlerini etkili ve verimli bir şekilde kullanmalarınıdır (Ülgen & Mirze, 2013).

Örgütler, üretim faktörlerini etkili ve verimli kullanabilmek amacıyla çevresel değişiklikleri stratejik analizler aracılığıyla değerlendirirler. Bu süreç, örgütün amaçlarını, iç ve dış çevresini ve çevreyle olan etkileşimlerini inceler. Stratejik yönetim sürecinin ilk aşamasında, örgütler tarihsel gelişim, yasal yükümlülükler, mevzuat, sektör ve faaliyet alanları, ürün ve hizmetler, paydaşlar, iç ve dış çevre, SWOT, PIMS ve değer zinciri analizleri gibi çalışmaları gerçekleştirirler (Dinçer, 2004).

Bu çalışmada örgütlerin kullandığı iç ve dış çevre analiz yöntemleri incelenmektedir. İç çevre analizi, örgütün güçlü ve zayıf yönlerini belirlemeyi amaçlar, dış çevre analizi ise örgütün faaliyet gösterdiği sektördeki fırsat ve tehditleri saptamayı hedefler (Kanbur & Karakavuz, 2017). Stratejik planlama ve karar verme süreçlerinde örgütler, bu analizler için genellikle SWOT analizini kullanırlar (Kurttila vd., 2000; Kangas vd., 2003; Ajmera, 2017). SWOT analizi, örgütlerin iç çevrelerindeki güçlü ve zayıf yönleri ile dış çevrelerindeki potansiyel fırsat ve tehditleri değerlendirmelerine olanak tanır (Yüksel & Dağdeviren, 2007).

Ancak, SWOT analizinin karar verme ve stratejik planlama sürecinde tek başına yeterli bir araç olarak düşünülmesi doğru değildir. SWOT analizi, bu süreçlere katkı sağlayan bir araç olarak değerlendirilmelidir (Hill & Westbrook, 1997; Dyson, 2004).

BULGULAR

Türkiye'nin uydu çalışmalarının SWOT analizi, alanla ilgili akademik yayınlar, sektör raporları ve Türkiye Cumhuriyeti Milli Uzay Programı'ndan elde edilen veriler ışığında gerçekleştirilmiştir. Bu analiz sürecinde, uydu programlarının güçlü ve zayıf yönlerinin yanı sıra, sektördeki fırsatlar ve tehditler, ilgili literatür ve güncel raporlar aracılığıyla kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Özellikle, akademik çalışmalar programların bilimsel ve teknik temellerine ilişkin ayrıntılı bilgiler sunarken, sektör raporları uydu endüstrisinin mevcut durumunu ve gelecek projeksiyonlarını ortaya koymuştur. Milli Uzay Programı ise Türkiye'nin ulusal düzeydeki hedefleri ve stratejik öncelikleri hakkında yol gösterici bilgiler sağlamıştır. Bu çok boyutlu yaklaşım, Türkiye'nin uydu programlarına dair kapsamlı ve dengeli bir SWOT analizi yapılmasına olanak tanımıştır.

Türkiye'nin Uzay Çalışmaları SWOT Analizi

Türkiye'nin uydu çalışmalarına yönelik SWOT analizi raporlar ve akademik çalışmalardan elde

edilen verilerle oluşturulmuş olup aşağıda sunulmuştur:

Güçlü Yönler

Türkiye'nin Uzay Çalışmaları, son yıllarda önemli gelişmeler göstermiştir. Bu çalışmalar, Milli Uzay Programı çerçevesinde yerli uydu teknolojilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir. Program, Türkiye'nin uzun vadeli hedefleri arasında Ay'a iniş ve bölgesel konumlama sistemleri gibi projeleri barındırarak, ülkenin uzay alanında daha geniş bir varlık göstermesini sağlamaktadır. Türkiye, TÜRSAT 6A gibi bağımsız uydu geliştirme projeleri ile dışa bağımlılığı azaltmış ve teknolojik bağımsızlığını pekiştirmiştir. Ayrıca, Göktürk serisi uydular ile hem askeri hem de sivil amaçlı yüksek çözünürlüklü görüntüleme yetenekleri sunarak, stratejik ve güvenlik açısından önemli bir avantaj sağlamaktadır. Türkiye, TÜBİTAK ve TUSAŞ iş birliği ile geliştirilen uydular sayesinde teknolojik yetkinliğini ve üretim kapasitesini artırmaktadır.

Zayıf Yönler

Türkiye'nin uzay çalışmalarında karşılaştığı en büyük zorluklardan biri Ar-Ge eksiklikleridir. Bu eksiklikler, ilk uydu fırlatma girişimlerinde dış teknolojiye olan bağımlılık ve başarısızlıklarla sonuçlanmıştır. Uydu teknolojileri, yüksek düzeyde Ar-Ge yatırımı gerektirirken, Türkiye'nin bu alandaki Ar-Ge bütçesi, küresel rakiplerine kıyasla sınırlıdır. Kritik parçalar ve ekipmanlar konusunda hâlâ dış kaynaklara bağımlılık, projelerde gecikmelere ve maliyet artışlarına yol açabilmektedir. Uzay teknolojileri ve sanayi alanında nitelikli insan kaynağı eksikliği, gelişimin hızını yavaşlatabilir. Ayrıca, Türkiye'nin halen kendi topraklarından uydu fırlatacak bir uzay limanına sahip olmaması, uluslararası bağımlılığı artırmaktadır.

Fırsatlar

Uluslararası iş birlikleri, Türkiye'nin uzay teknolojileri alanında daha fazla bilgi ve teknoloji paylaşımını sağlayabilir. Özellikle iletişim uyduları ve askeri gözlem uyduları için yapılan anlaşmalar, Türkiye'yi bölgesel bir teknoloji sağlayıcısı konumuna yükseltebilir. Türksat 6A ve diğer iletişim uydularıyla Türkiye, uluslararası uydu pazarında daha rekabetçi bir konuma gelme potansiyeline sahiptir. Bu, Türkiye'nin ekonomik büyümesine katkıda bulunabilir. Ayrıca, yerli uydu fırlatma kapasitesinin geliştirilmesi, bağımsızlık kazanma ve maliyetleri azaltma konusunda önemli bir fırsattır.

Tehditler

Uzay teknolojileri alanında küresel çapta artan rekabet, Türkiye'nin gelişimini yavaşlatabilir. Ayrıca, Türksat gibi haberleşme uydularının yörüngede yer bulma zorlukları, uydu çarpışma riskleri ve yörünge tahsisleri, önemli tehditler arasındadır. Ekonomik dalgalanmalar, bütçelerin kısıtlanmasına ve projelerin yavaşlamasına neden olabilir. Uluslararası ambargolar, teknoloji ithalatına getirilen kısıtlamalar ile projelerde aksamalara yol açabilir.

Özetle Türkiye'nin uzay çalışmaları SWOT analizi aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Tablo 3*Türkiye'nin Uzay Çalışmaları SWOT Analizi Özeti (Tablo Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)*

Kategori	Detaylar
Güçlü Yönler	<ul style="list-style-type: none"> - Milli Uzay Programı ile yerli üretim kapasitesinin artırılması - Uzun vadeli stratejik hedefler (Ay'a iniş, bölgesel konumlama sistemleri) - Bağımsız uydu geliştirme (Türksat 6A) - Askeri ve sivil kullanım için yüksek çözünürlüklü Göktürk serisi uydular
Zayıf Yönler	<ul style="list-style-type: none"> - Ar-Ge eksiklikleri ve dış teknoloji bağımlılığı - Kritik parça ve ekipmanlarda dışa bağımlılık - Sınırlı sayıda uzay mühendisi ve inovasyon alanı - Uydu fırlatma kapasitesinin gelişmemesi ve uluslararası bağımlılık
Fırsatlar	<ul style="list-style-type: none"> - Uluslararası iş birlikleri ve teknoloji paylaşımı - Yeni nesil bölgesel konumlama sistemleri ve ticari uydu pazarına giriş - Yerli uydu fırlatma kapasitesinin geliştirilmesi
Tehditler	<ul style="list-style-type: none"> - Küresel çapta artan rekabet ve yörünge kapasitesi sınırlamaları - Dışa bağımlılık riski ve yüksek maliyetler - Uluslararası ambargolar ve ekonomik dalgalanmaların projeleri etkilemesi

Bu tablo, Türkiye'nin uzay çalışmalarının mevcut durumunu ve gelecekteki potansiyel yönlerini özetlemektedir. Bu analiz, Türkiye'nin uzay çalışmalarında karşılaştığı fırsatları ve tehditleri göz önünde bulundurarak, gelecekteki stratejilerini şekillendirmesi için bir rehber olacaktır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Türkiye'nin uydu ve uzay çalışmaları, uluslararası alanda teknolojik bağımsızlık ve güçlü bir konum elde etme amacı gütmektedir. Bu hedef doğrultusunda yapılan SWOT analizi, Türkiye'nin mevcut güçlü yönlerini korumasını, Ar-Ge yatırımlarını önemli ölçüde artırmasını ve insan kaynaklarına daha fazla yatırım yapmasını önermektedir. Uzay teknolojileri alanında rekabetin giderek arttığı bir dönemde, Türkiye'nin uluslararası iş birliklerinden maksimum düzeyde yararlanarak teknolojik inovasyonunu hızlandırması ve küresel rekabetteki pozisyonunu güçlendirmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, ekonomik dalgalanmalara karşı daha dirençli bir yapı oluşturabilmek ve dışa bağımlılığı minimize etmek için yerli uydu fırlatma kapasitesinin geliştirilmesi stratejik bir öncelik olarak öne çıkmaktadır. Bu adımlar, Türkiye'nin uzay ve uydu sektöründe daha bağımsız ve etkin bir rol üstlenmesini sağlayacak, uluslararası arenada söz sahibi olmasına katkıda bulunacaktır. Bu stratejik yatırımlar, sadece teknolojik gelişimi teşvik etmekle kalmayacak, aynı zamanda ekonomik ve stratejik avantajlar yaratma potansiyeline sahip olacaktır.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmada etik kurul onayına gerek yoktur.

Yazar Katkıları

Research Design (CRediT 1) Author 1 (%100)

Data Collection (CRediT 2) Author 1 (%100)

Research - Data analysis - Validation (CRediT 3-4-6-11) Author 1 (%100)

Writing the Article (CRediT 12-13) Author 1 (%100)

Revision and Improvement of the Text (CRediT 14) Author 1 (%100)

Finans

Finansal destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Çıkar çatışması yoktur.

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG)

Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri: Desteklemiyor

REFERANSLAR

- Agarwal, R., & Mittal, S. K. (2023). *Atmospheric Sciences: An Introductory Survey*. Springer.
- Ajmera, P. (2017). Integration of SWOT Analysis with Analytic Hierarchy Process for Strategic Decision Making. *Decision Science Letters*, 6(4), 351-362.
- Arthur, M., et al. (2012). Active Satellites in Orbit. *International Journal of Satellite Communications*, 30(4), 123-130.
- Beysens, D., & van Loon, J. J. W. A. (2022). *Generation and Applications of Extra-Terrestrial Environments on Earth*. CRC Press.
- Buzulukova, N., & Tsurutani, B. (2022). Extreme Events in Geospace. *Elsevier*.
- Çal, Ş. (2021). Uzak Çöpleri ve Alınması Gereken Önlemler. *Uzak Bilimleri Dergisi*, 15(2), 45-53.
- Demirtaş, İ. (2002). *Uzak Fiziği*. Ankara Üniversitesi Yayınları.
- Dinçer, Ö. (2004). *Stratejik Yönetim ve İşletme Politikası*. Beta Yayınları.
- Dyson, R. G. (2004). Strategic Development and SWOT Analysis at the University of Warwick. *European Journal of Operational Research*, 152(3), 631-640.
- Facsco, G., et al. (2023). Space Weather Effects on Modern Technology. *Journal of Space Weather*, 11(1), 99-112.
- Geçgin, T. (2007). Uzak Radyasyonunun Etkileri ve Korunma Yöntemleri. *Ankara Üniversitesi Yayınları*.
- Hemond, H. F., & Fechner, E. J. (2023). *Chemical Fate and Transport in the Environment*. Academic Press.
- Hill, T., & Westbrook, R. (1997). SWOT Analysis: It's Time for a Product Recall. *Long Range Planning*, 30(1), 46-52.
- José, R., et al. (2021). Advancements in Satellite Remote Sensing. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 22, 100479.
- Kanbur, E., & Karakavuz, A. (2017). Stratejik Yönetim Sürecinde İç ve Dış Çevre Analizi. *Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 4(10), 1405-1418.
- Kangas, J., Pesonen, M., Kurttila, M., & Kajanus, M. (2003). A'WOT: Integrating the AHP with SWOT Analysis. *Proceedings of ISAHP*, 189-198.
- Köksal, S. (2021). Güneş Fırtınalarının Etkileri. *Astronomi ve Uzak Bilimleri Dergisi*, 29(1), 23-30.
- Kumar, P., et al. (2023). *Dynamics of the Earth's Atmosphere*. Springer.
- Kurttila, M., Pesonen, M., Kangas, J., & Kajanus, M. (2000). Utilizing the Analytical Hierarchy Process (AHP) in SWOT Analysis—a Hybrid Method and Its Application to a Forest-Certification Case. *Forest Policy and Economics*, 1(1), 41-52.
- Linjie, S., et al. (2018). Global Trends in Satellite Launches. *Journal of Spacecraft and Rockets*, 55(3), 1-10.
- Maini, A. K., & Agrawal, V. (2011). *Satellite Technology: Principles and Applications*. John Wiley & Sons.
- Moldwin, M. (2022). *An Introduction to Space Weather*. Cambridge University Press.

- National Aeronautics and Space Administration. (1995). *NASA Safety Standard: Guidelines and Assessment Procedures for Limiting Orbital Debris* (NSS 1740.14). Office of Safety and Mission Assurance.
- Nedim, S., Sözbir, M., Bulut, M., Gülgönül, Ş., Kuzu, L., & Dur, O. (2023). Space activities and the simultaneous development of the economy in Türkiye. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. <https://doi.org/10.29130/dubited.1226156>
- Özyıldırım, A. (2023). Space from perspective of national security. *Savunma Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.17134/khosbd.1210635>
- Poh, G. K., et al. (2023). Space Weather Monitoring and Forecasting. *Advances in Space Research*, 71(2), 456-468.
- Raphael, M., et al. (2022). Radiation Shielding in Space Missions. *Acta Astronautica*, 190, 362-375.
- Reichardt, J., & Timm, S. (2020). Atmospheric Composition and Dynamics. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(5), 2679-2694.
- Samundi, M. A. (2022). *Layers of the Earth's Atmosphere*. Oxford University Press.
- Samundi, M. A., et al. (2022). Exosphere Characteristics and Satellite Dynamics. *Space Science Reviews*, 218(3), 1-15.
- Sandeep, V., Chauhan, A., & Aasma, S. (2015). A comparative study of satellite orbits: Low Earth Orbit (LEO) and Geostationary Earth Orbit (GEO). *SAMRIDDHI: A Journal of Physical Sciences, Engineering and Technology*, 6(2). <https://doi.org/10.18090/SAMRIDDHI.V6I2.1559>
- Serene, S., & Sreeja, S. (2022). Satellite Missions and Applications. *Space Science Reviews*, 218(2), 1-17.
- Smircich, L., & Stubbart, C. (1985). Strategic Management in an Enacted World. *Academy of Management Review*, 10(4), 724-736.
- Ülgen, H., & Mirze, S. K. (2013). *İşletmelerde Stratejik Yönetim*. Beta Yayınları.
- van Wijngaarden, W. A., & Happer, W. (2023). Thermospheric Physics and Aurora Phenomena. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 238, 105974.
- Waldemar, R., et al. (2023). Space Environment Challenges for Satellite Operations. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 59(3), 2100-2112.
- Wang, J., et al. (2023). Impact of Space Weather on Flight Delays. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 109, 103377.
- Yermolaev, Y. I., et al. (2023). Solar Activity and Solar Wind Parameters During the Last Four Solar Cycles. *Solar Physics*, 298(4), 1-17.
- Yüksel, İ., & Dağdeviren, M. (2007). Using the Analytic Network Process (ANP) in a SWOT Analysis—A Case Study for a Textile Firm. *Information Sciences*, 177(16), 3364-3382.
- Zheng, Y., et al. (2019). Space Radiation and Astronaut Protection. *NASA Technical Reports*.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: The article "Türkiye's Satellite Activities and SWOT Analysis" provides an insightful overview of Türkiye's advancements in space technologies, specifically focusing on satellite development. The research begins by contextualizing Türkiye's satellite endeavors within the broader scope of global space activities, emphasizing the importance of satellite systems in communication, navigation, environmental monitoring, and military operations. Türkiye's space program, particularly its satellite activities, has strengthened the country's economic, scientific, and strategic capabilities, while also identifying critical gaps and challenges such as R&D deficiencies and foreign dependency. This SWOT analysis aims to evaluate Türkiye's satellite programs to provide a comprehensive understanding of its strengths, weaknesses, opportunities, and threats in the sector.

Method: The SWOT analysis employed in the article is based on a detailed literature review of official reports, academic papers, and reliable media sources concerning Türkiye's space and satellite efforts. The methodology systematically addresses internal and external factors impacting satellite projects, evaluating them through the lens of SWOT analysis. The data collection includes reviewing Türkiye's historical satellite developments, examining strategic documents, and analyzing the key milestones in its space journey. By applying SWOT analysis, the study highlights Türkiye's capabilities and limitations in satellite technology while proposing future strategies to mitigate challenges.

Findings: The article presents Türkiye's satellite activities through the framework of a SWOT analysis. The findings indicate that Türkiye has made significant progress in satellite development, particularly with domestic projects such as the Türksat and Göktürk series. Key strengths include technological independence through locally produced satellites, strategic military applications, and long-term goals like lunar missions. However, weaknesses are noted, including limited R&D funding and dependency on foreign technology. Opportunities arise from international cooperation and the development of a regional positioning system. Nonetheless, global competition and economic instability pose threats to sustained progress in this field.

Discussion: The discussion section critically analyzes the implications of Türkiye's satellite activities, comparing them to international trends. Türkiye's efforts in establishing a self-reliant satellite industry are praised, particularly for the strategic advantages gained through the Göktürk and Türksat satellites. However, the article reflects on the persistent challenges, such as external dependencies for critical components and the absence of a domestic launch site. The comparison to other space-faring nations reveals that while Türkiye is progressing, it must address internal inefficiencies and external economic risks. The article concludes by advocating for increased investments in R&D and human capital to further enhance Türkiye's position in global space activities.

Conclusion: Türkiye's investments in satellite technologies have positioned the country as a rising player in the global space sector. The article concludes that while Türkiye has achieved notable successes with its satellite projects, there are significant areas that require further attention. Increased focus on R&D and reducing foreign dependencies are crucial for ensuring the long-term sustainability of Türkiye's space ambitions. The SWOT analysis serves as a valuable tool for identifying strategic opportunities and potential threats, offering insights into the necessary steps for future development in Türkiye's satellite and space programs.

Recommendation: Based on the findings of the SWOT analysis, the article recommends several strategic actions for enhancing Türkiye's satellite programs. Key recommendations include increasing investments in R&D to reduce foreign dependencies, expanding international collaborations to acquire advanced technologies, and developing a domestic satellite launch capability to secure strategic autonomy. Additionally, the article advises a focus on developing a highly skilled workforce in space technologies to support long-term growth and competitiveness in the international space arena. These recommendations are intended to guide policymakers and industry stakeholders in shaping Türkiye's future in satellite and space technologies.