

“YENİ UZAY”
Uzay Teknolojilerinde
Yeni Açılımlar, Fırsatlar

Fuat İnce

20 Nisan 2024

Eymir Vakfı, İstanbul

Günümüzde Dünyada Uzay

- Uzay Bilimleri
- Uzay Teknolojileri
- Uzay Hukuku
- Uzay Politikaları
- Uzay Endüstrisi
- Uzay Ekonomisi / Ticareti
- Uzay Turizmi
- Uzay Biyolojisi, Müziği, Mimarisi, ...

Uzayın Başlıca Kullanım Alanları

Başlıca üç alanda toplanabilir (yeryüzünde yarar için):

Haberleşme: Dünya'nın herhangi iki noktası arasında canlı, güvenilir, ses, veri, görüntü, video iletişimi uydularla mümkün olmaktadır.

Gözlem: Uzayın en eski, en yaygın kullanılan alanı, çok geniş sivil uygulamaları yanında askeri keşif ve istihbarat önemle öne çıkar.

Navigasyon: İnsanlığın ezeli rüyası, şimdi neredeyim, nasıl giderim sorusuna yanıt.

Ayrıca: **Bilim, Turizm, Madencilik, ...**

YENİ UZAY

Bir Paradigma Değişikliği



“Daha küçük, daha ucuz, daha iyi”

20. yüzyıl sonlarında söylenmeye başlayan (smaller, cheaper, better) bu sözler, yaklaşık son 10 yılda yaşama geçmeye başladı.

- Elektronik ve MEMS (Mikro ElektroMekanik Sistemler) alanlarındaki küçülme ve yetenek artışı
- Uzmanların, bilgi kaynaklarının çoğalması
- Özel girişimlerin (**startup**) artarak ortaya çıkması.
- Hazır ticari raf ürünleri (COTS) çıkıp yaygınlaşması.
- Fiyatlar düşmesi
- Tasarım ve üretin sürelerinin kısalması, hatta seri üretime dönmesi

“Daha küçük, daha ucuz, daha iyi”

Uydu tasarımı ve üretimi:

- Daha kolay
- Daha ekonomik
- Daha güvenli
- Daha kısa sürede yapılabilir oldu.
(yıllardan → aylara)

Bu gelişmeler büyük uyduların yaptıklarının çok daha küçük uydular tarafından, yapılabilmesinin yolunu açtı.

Uzay oyuncuları çoğaldı. Birçok yeni “**startup**” firma kuruldu. Bunlar uydu yapmaya, fırlatmaya işletmeye başladılar. Yeni uygulama alanları açıldı.

YENİ UZAY

- Uzay artık büyük devletlerin ve büyük firmaların oyun alanı olmaktan çıktı.
- Teknoloji genişledi, yaygınlaştı, yüzlerce büyük küçük yeni firma, devlet kurumu, özel kuruluş, üniversite, hatta lise, uzay teknoloji ve uygulamalarına girdi. Aktif çalışmaktadırlar.
- <https://jast.hho.msu.edu.tr/index.php/JAST/article/view/420/324>

New Space

Ahead of Print

The Transformation of the Brazilian Space Program: A Shift Toward New Space Initiatives

Arthur D. Bahdur

New Space, Ahead of Print

[Abstract](#) | [Full Text](#) | [PDF \(1146 KB\)](#) | [PDF Plus](#)

Using Technology Readiness Assessment to Map Brazil's Space Sector

Ademir L. Xavier  and *Aline B. Veloso* 

New Space, Ahead of Print

[Abstract](#) | [Full Text](#) | [PDF \(1116 KB\)](#) | [PDF Plus](#)

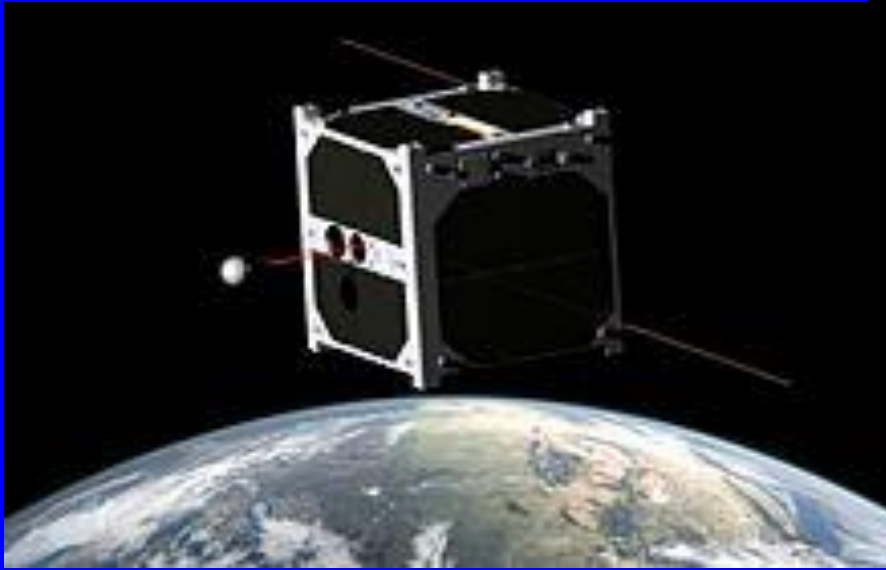


Maliyetler 1/10, hatta 1/100
düzeyine indi



Büyükklükler 1/100, hatta 1/1000
düzeyine geldi.

Bir Kg altında hatta 100 gr uydular var.



Küçük Uyduların Avantajları

- Az sayıda (1, 3, 5) büyük uydunun yerini onlarla, yüzlerle, binlerle küçük uydu alıyor.
- Bir veya birkaç uyduda arıza durumunda sistem çökmüyor. Kolay yedekleme olabiliyor.
- **Askeri önem:** Saldırılara karşı artmış sistem dayanıklılığı (düşman için hedef artık tek değil çok, yüzlerle)
- Bir başka önemli büyük avantaj: Takım uyduların kısa «revisit» süresi

Bir Örnekle «Revisit» Karşılaştırması

50 milyon dolarla görüntü alma seçenekleri:

- 50 milyon dolara 60-70 cm çözünürlüklü bir büyük uydu 5 günde bir görüntü alabilir. Yüksek risk (arıza, saldırı)
- 10 milyon dolarlık 5 uydu ile her gün 1,5 - 2 metre çözünürlüklü bir görüntü alabilirsiniz. Daha düşük risk
- 1 milyon dolarlık 50 uydu ile her gün 2,5 - 3 metre çözünürlüklü 5 görüntü alabilirsiniz. Çok düşük risk

Küçük uydu – Büyük uydu karşılaştırması

Yalnız büyüklerin yapabildikleri, küçük uyduların yapamadıkları bazı görevler gene var.

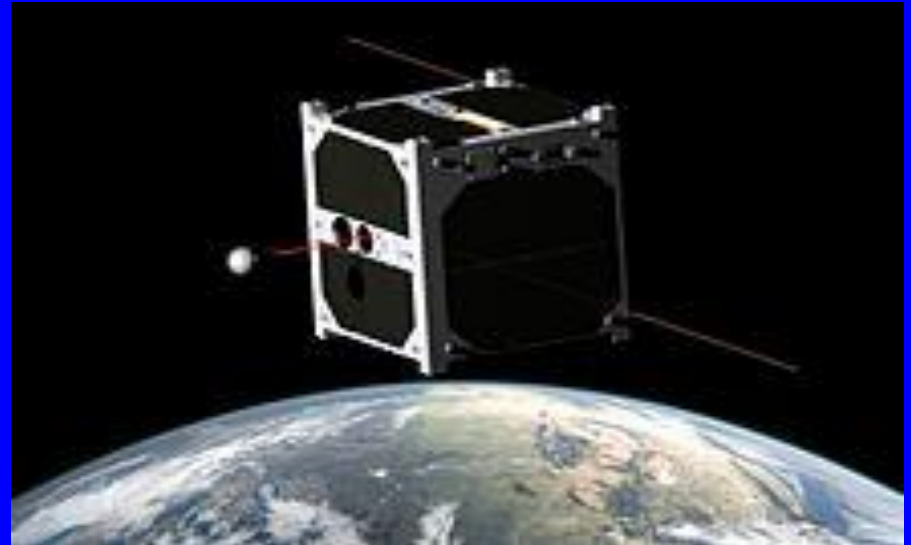
- Büyük telekom uyduları (DBS, doğrudan tv yayını yapan, vb.)
- Çok yüksek çözünürlük gerektiren (10, 20 cm gibi) uydular
- Bazı bilimsel uydular (Hubble, JWST, ...)
- Navigasyon uyduları (GPS; Galileo, Glonass)
- Vb.

Uydu Büyüklük sınıflandırması

- $1000 \text{ Kg} < \text{Büyük Uydu}$
- $1000 \text{ Kg} > \text{Küçük Uydu} > 500 \text{ Kg}$
- $500 \text{ Kg} > \text{Mini Uydu} > 100 \text{ Kg}$
- $100 \text{ Kg} > \text{Mikro Uydu} > 10 \text{ Kg}$
- $10 \text{ Kg} > \text{Nano Uydu} > 1 \text{ Kg}$
- $1 \text{ Kg} > \text{Piko Uydu}$
- $0,1 \text{ Kg} > \text{Femto uydu}$

Küp uydular (Cubesats)

- **YENİ UZAY'ı** tetikleyen önde gelen gelişme
- 1999'da Stanford ve UCSB üniversitelerinde öğrencilerin uydu yapımını kolaylaştırmak için bir uydu standardı ortaya kondu (Bob Twiggs). **Küp uydu (Cubesat)** denen bu standart kısa sürede yaygın kullanıma girdi.
- Bir küp uydu (1U)
10X10X10 cm
- Bunun katları uydular
(2U, 3U, 6U) .
- Ağırlıkları en çok 1U için
2 Kg olabilir.



Küp uydular (Cubesats)

- Standart boy ve ağırlık birçok avantaj kazandırmıştır.
- Hemen her parçasını hazır raf ürünü olarak bulmak mümkündür.
- Fırlatma maliyeti küp başına 40K-50K dolara kadar düşmektedir.
- Birçok üniversite firma ve uzay kurumu, değişik amaçlarla (bilimsel, ticari, eğitim) küp uydu yaparak uzaya adım atmakta



Bir Büyük Uydu



Chandra X-Ray Observatory



Uydu dünyasından bazı haberler

«Space economy venture-capital investments rose 17% year-on-year to \$3 billion across 103 companies in the third quarter (Q3) of 2023, according to a new report from VC firm Space Capital.»

Planet labs, 200+ küçük uydu ile

Whole earth” imaging with unprecedented frequency

Large constellations of nanosatellites based on cubesat architecture that will fly in a low earth orbit of about 400 kilometers.

Each 10- by 10- by 30-centimeter dove weighs just 5 kilograms, has an image resolution in the 3- to 5-meter range, and is built to be expendable:



According to planet labs, up to 20 percent of its satellites can fail without affecting operations.

Pint sized Scottish “Spire” satellites launched into orbit

Nov 29, 2018

The Glasgow (UK) built satellites, Funded by the UK Space Agency will monitor temperature, pressure and humidity information for weather forecasting and climate change.

This is usually done by large satellites.

The 5kg satellites by Spire are unique due to their function, tiny size, low cost and quick build time.

A constellation of 80 nano satellites ...

This style of satellites could revolutionise work in space.



Albedo, 10 cm çözünürlük, 1 saatte teslim



NASA Bilimsel Küp Uydusu

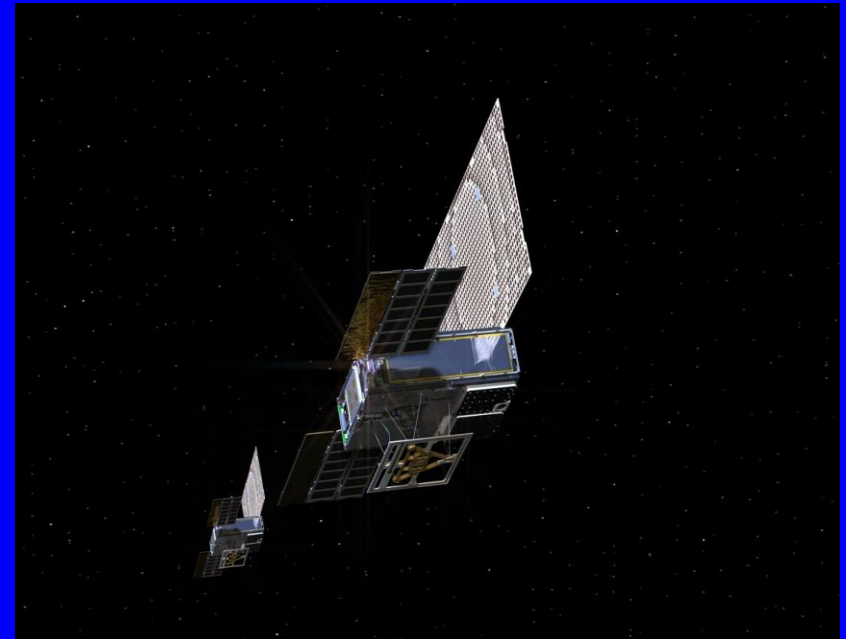
NASA's BurstCube, this compact, shoebox-sized satellite, aims to explore short gamma-ray bursts - the universe's most intense explosions.

After its deployment from the International Space Station, BurstCube will employ its sophisticated technology to detect, locate, and analyze these short-lived, high-energy light flashes, which often stem from the collision of neutron stars.

- [BurstCube: NASA's Compact Satellite Takes on the Cosmos' Most Explosive Mysteries \(spacedaily.com\)](#)

NASA Hears MarCO CubeSats Loud and Clear from Mars

NASA's MarCO mission was built to see whether two experimental, briefcase-sized spacecraft could survive the trip to deep space, and the two **CubeSats** proved more than able.



After cruising along behind NASA's InSight for seven months, they successfully relayed data back down to Earth from the lander during its descent to the Martian surface.

NASA to demonstrate miniature CubeSat swarm technology

by Chloe E. Tuck
Vandenberg AFP CA (SPX) Mar
05, 2024

Led by Carnegie Mellon
University in Pittsburgh and
funded by NASA's Small
Spacecraft Technology
program,
PY4 seeks to demonstrate
spacecraft-to-spacecraft
ranging, in-orbit navigation,
and ...



Lift off for ESA's Pioneering nanosats

Paris (ESA) Nov 30, 2018

The first 'Pioneer' mission lifted off early this morning from Sriharikota, India, with the two inventive little nanosatellites now circling the Earth, ready for action.

The shoebox-sized satellites were developed under ESA's ARTES Pioneer programme, and will aim to **prove the value of using nanosats for space-based Radio Occultation: the process of using satellites to measure how GNSS signals are refracted by the Earth's atmosphere.**

ESA Küp Uydusu Astroid yolunda

ESA CubeSat will probe asteroid with radar
by Clarence Oxford, Paris, (ESA) Mar 28, 2024

The European Space Agency (ESA) has embarked on a groundbreaking mission with the unveiling of the Juventas CubeSat, a compact spacecraft integral to the Hera mission aimed at exploring the Didymos binary asteroid system. This pioneering endeavor will mark the first radar investigation within an asteroid, focusing on the Dimorphos moonlet, comparable in size to the Great Pyramid.

SpaceX gets nod to put 12,000 satellites in orbit

Washington DC (AFP) Nov 16, 2018

SpaceX got the green light this week from US authorities to put a constellation of nearly 12,000 satellites into orbit in order to boost cheap, wireless internet access by the 2020s.

US FCC announced it had authorized SpaceX to launch 7,518 satellites, adding to 4,425 satellites it has already approved and launched.

The FCC has also authorized other companies to launch satellites, including Kepler (140 satellites), Telesat (117 satellites), and LeoSat (78 satellites)...



OneWeb: “internet access everywhere everyone”

- *“OneWeb (Airbus Group) launched the first batch of satellites of an initial 650-satellite constellation in February 2019. (2600 by 2026)*
- *With OneWeb, it doesn't matter where you are. Soon everybody will have access to high speed, reliable Internet. We are a pioneering company building the first global communications network to be powered by a constellation of low-Earth-orbit satellites, and will be providing connectivity to people and businesses everywhere around the world. Available from 2021.”*

Rivada Space: A Global Communication Revolution

Rivada Space Networks Unveils OuterNET: A Global Communications Revolution

by Clarence Oxford, Los Angeles CA (SPX) Mar 19, 2024

Rivada Space Networks has announced the launch of the OuterNET, its groundbreaking low-earth-orbit (LEO) satellite constellation designed to deliver the first-ever single, global, and omnipresent communications network. "With OuterNET, we're making true global wireless connectivity a reality for the first time," proclaimed Declan Ganley, CEO of Rivada.

Comprising 600 satellites, the OuterNET constellation promises unparalleled global coverage, supported by end-to-end intersatellite laser links that form a cohesive global mesh network in the void of space.

US developing cheap, disposable spy satellites from civilian technology

The US Defense Department is looking at a new generation of light, cheap, disposable satellites to help cut costs.

It could **shave costs per satellite from \$1 billion to only a couple of million dollars..**



US Navy nanosatellite for polar communications

A U.S. Navy UHF nanosatellite designed for polar communications ICE-Cap is meant to extend the coverage of mobile units cell-phone-like access in the polar regions. **More than 70 are planned.**



Raytheon's SeeMe satellite system to help situational awareness

Washington (UPI) Oct 3, 2018

The SeeMe system will provide situational awareness for ground troops. It is designed as a series of micro satellites (45-50 Kg) operating in a constellation.

The system will provide small units and teams, ability to receive time-sensitive imagery of overseas locations from small satellites with the press of a button.



DoD Commercial Space Integration Strategy

- **DoD Releases 2024 DoD Commercial Space Integration Strategy**
- Today, the Department of Defense released the **2024 DoD Commercial Space Integration Strategy**. In line with the National Security Strategy and the 2022 National Defense Strategy, this strategy seeks to align the Department's efforts and drive more effective **integration of commercial space solutions into national security space architectures.**

NASA Üniversite Yarışması

NASA Selects Eight University Teams for 2024 CubeSat Development Program

by Clarence Oxford

Los Angeles CA (SPX) Apr 01, 2024

In a significant move to foster innovation and expertise in the small satellite sector, NASA, alongside the U.S. Air Force and U.S. Space Force, has announced the selection of eight university teams for the 2024 Mission Concept Program.

NASA Üniversite Yarışması

ASU student team's design selected as finalist for 2024 NASA-sponsored BIG Idea Challenge

by Kim Baptista, Tempe AZ (SPX) Mar 27, 2024

Arizona State University's Luminosity Lab **student team** was recently selected as a finalist in NASA's Breakthrough, Innovative, and Game-Changing (BIG) Idea Challenge. The group is one of six teams selected by NASA to present at the 2024 BIG Idea Challenge Forum, Nov. 5-7, at NASA ...

The theme for the 2024 NASA-sponsored engineering competition, "Inflatable Systems for Lunar Operations," challenges student teams to research, design and demonstrate novel inflatable systems configured for future lunar operations

...

Bir Lise Cubesat Projesi



- [NASA to Launch Oakwood School's Student-Designed CubeSat to Space Station \(spacedaily.com\)](https://spacedaily.com), March 2024

3. Dünya Devletleri Uzaya Açılıyor

New Space dergisinden Mart 2024 başlıklar:

- *«Challenges of Entering the Space Market: Case of Entrepreneurs in Central Eastern Europe»*
- *«Proposal for a Peruvian Spaceport: Impact Analysis»*
- *«Brazil's First Steps in the Commercial Space Launch»*
- *«NASA Welcomes Ecuador as 26th Artemis Accords Signatory»*

Emerging Markets in the Space Economy.

(terradaily.com):

- *«Saudi Arabia's Technological Leap»*
- *«India's Pioneering Space Endeavors»*

Günümüz Senaryoları (haberleşme, İnternet)

- LEO'da takım uydular (yüzlerce, binlerce), düzenli, ucuz, küresel internet hizmeti vermeye başlamışlardır.
- İletişim hızı saniye 1-2 terabit, gecikme 25-50 ms
- Kişiler doğrudan (**cep telefonuyla**) uyduya erişebilecektir. (Kısmen başladı bile)
- Uyduyla doğrudan iletişim, sansürü etkisiz kılacak

Günümüz Senaryoları (gözlem)

- Görüntü takım uyduları zaten saatte bir optik ve kızılötesi görüntü almaktalar. Çok yüksek çözünürlük yaygınlaşacak. Kısa süreli video da mümkün olacak.
- Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) yaygınlaşacak, gece gündüz ve her hava koşulunda görüntü almak mümkün olacak.
- Bu teknolojiler yalnız uzay yetenekli devletlerde değil, gelişmekte olan ülkelerde de var olacak.

Günümüz Senaryoları (seyrüsefer, GNSS)

- ABD'nin GPS sistemi en eski, ve yaygın kullanımda.
- Ancak onun yanında diğer bir GNSS sistemi olan AB'nin Galileo sistemi yaygınlaşacak.
- Rusya'nın Glonas ve Çin'in Beidou sistemleri de var..
- Çoklu alıcılar yaygınlaşacak.
- Bunların dışında Hindistan ve Japonya da GNSS geliştirmekteler.
- Türkiye'nin durumu: GNSS at LEO

“YENİ UZAY” Paradigma değişikliği sonuçları

- Artık uzay büyük devletlerin ve büyük firmaların tekel alanı olmaktan çıkmıştır.
- Yeni kurulan firmalar (**startup**), üniversiteler, büyük küçük yeni devletler mikro/nano uydu yapmakta, işletmektedir. Uydu üretimi seri üretim olmuştur.
- **Bu gelişmeler Türkiye için de yeni fırsatlar ortaya çıkarmaktadır. Türkiye Uzay Ajansı politika değişikliğine gitmeli, yeni oluşumların önünü açmalı, onları desteklemelidir.**

Türkiye’de Durum

Geçmişte birkaç kez Türkiye Uzay Ajansı kurulması girişimleri oldu. Sonunda TUA 2018’de kuruldu.

Henüz bir politika ve strateji belgesi yok.

Ancak 2021’de 10 maddelik bir program açıklandı:

- *«Uydu Üretimlerinin Tek Çatı Altında Toplanması ve Yerli Uydu Geliştirme Programı»*
- *«Uzay Sanayii Ekosisteminin Geliştirilmesi»*
- *«Ay Programı»*
- ...

[Milli Uzay Programı - Türkiye Uzay Ajansı \(tua.gov.tr\)](http://tua.gov.tr)

Dünyamız, Evimiz





Teşekkür
Ederim

Prof Dr Fuat İnce