

DÜNYA TORYUM REZERVLERİ VE REAKTÖRLERİ

Reaktörler · Gemiler · Fiyatlar

Hazırlayan: Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi ybatakan4@gmail.com (YZ destekli) 02.06.2026
IAEA • WNA • NEA/OECD • USGS temel alınarak hazırlanmıştır

1.ÖZET

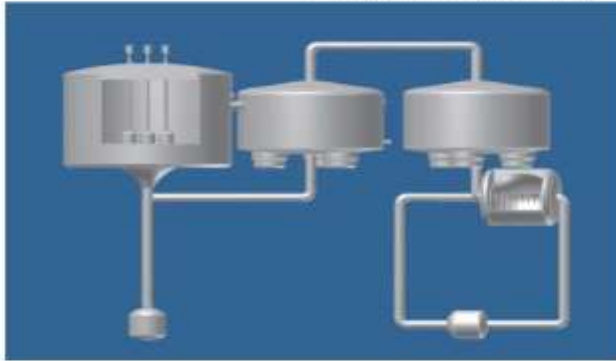
Toryum (Th-232), atom numarası 90 olan hafif radyoaktif bir aktinitler elementidir. IAEA verilerine göre Dünya'da uranyumdan 3–4 kat daha boldur; ergime noktası 1.750°C, yoğunluğu 11,7 g/cm³tür. Reaktörlerde doğrudan bölünmezler (fisil değildir); Th-232, nötron soğurarak (absorbe ederek) Pa-233 aracılığıyla bölünebilir U-233'e dönüşür ('verimli' yakıt). Dünya genelinde tanımlanmış toryum kaynakları 6,2–6,4 milyon ton (kestirimler: 14,6 milyon tona dek uzanmaktadır). Bu makalemiz; küresel rezerv dağılımını, fiyatları, tarihsel-güncel reaktör deneyimlerini, nükleer gemileri ve Rusya'nın kapsamlı nükleer filosunu IAEA, WNA, OECD-NEA ve USGS kaynaklarına dayanarak sunmaktadır.

Temel avantajları: Toryum bazlı reaktörler, uranyuma göre daha az uzun ömürlü aktinit (*)üretir; çoğaltma (proliferation) riski düşüktür ve bölünme ürünleri daha hızlı bozunur. IAEA, toryum reaktörlerinin güvenlik ve atık profilinin geleneksel uranyum reaktörlerine göre önemli avantajlar sunduğunu doğrulamaktadır. (*) **Aktinidler:** Kimyasal elementlerin periyodik cetvelinde atom numaraları 89 Aktinyum ile 103 Lawrencyum elementlerini de içeren 15 atom çekirdekleridir (Bkz ek).

Toryum ergimiş tuz reaktörü

Thorium Molten Salt Reactor

Siouxsie Downs and Tyler Menger



A thorium reactor could generate as much as 1000 MW per year, making energy as cheap as \$2.00 per KW hour. The startup costs are as low as \$50,000 and it can generate a tremendous amount of energy without ANY greenhouse emissions. Indeed, it is the future of green energy.

2. DÜNYA TORYUM REZERVLERİ

2.1 Küresel Büyüklük

IAEA/OECD-NEA 'Kırmızı Kitap' verisine göre tanımlanmış kaynaklar 6,2–6,4 milyon ton; spekülatif dahil 14,6 milyon tona dek ulaşabilmektedir. Yıllık küresel üretim ~5.000–6.000 ton olup büyük çoğunluğu nadir toprak elementi (REE) madenciliğinin yan ürünüdür. Başlıca kaynak minerali monazittir.

2.2 Ülke Rezerv Tablosu (IAEA/NEA & WNA)

Sıra	Ülke	Kaynak (bin ton)	Başlıca Mineral	Stratejik Not
1	Hindistan	846	Monazit (kıyı kumları)	3 aşamalı nükleer program; dünya lideri
2	Brezilya	632	Monazit	CBMM devlet kurumu
3	Avustralya	595	Monazit, xenotime	İhracat potansiyeli yüksek
4	ABD	595	Monazit, thorite	Lemhi Pass (Idaho) rezervi
5	Mısır	380	Monazit	Ortak girişim arayışında
6	Türkiye	374	Monazit, thorite	MTA liderliğinde; dünya 6.'sı; >\$1 milyar yatırım hedefi
7	Venezuela	300	Monazit	PDVSA nominal kontrolü
8	Kanada	172	Monazit	AECL Chalk River deneyimi
9	Rusya	155	Monazit, loparite	Aktif Ar-Ge; NIKIET MSR tasarımı
10	Güney Afrika	148	Monazit	REE yan ürünü
11	Çin	100	Monazit, bastnasite	Aktif TMSR geliştirme
12	BDT Ülkeleri*	~1.500	Çeşitli	Özbekistan, Kazakistan dahil
13	Norveç	87	Monazit	Thor Energy Th-MOX testleri

* BDT: Bağımsız Devletler Topluluğu. Kaynak: IAEA/NEA Kırmızı Kitap 2016;

WNA Toryum Bilgi Kütüphanesi; USGS MCS 2025

3. TORYUM FİYATLARI VE PİYASA

3.1 Fiyat Verileri (USGS MCS 2025)

Ürün / Kaynak	Fiyat (USD/kg)	Yıl	Açıklama
Toryum bileşikler – Fransa	~27	2025	USGS ithalat birim değeri
Toryum bileşikler – Hindistan	~74	2023	USGS ithalat birim değeri
Toryum bileşikler – ABD ihracat	~73	2024	Ağustos 2024 itibarıyla
ThO ₂ (endüstriyel sınıf)	20–80	2025	Safılık ve miktara göre
Toryum metali (araştırma sınıfı)	150–300	2025	Özel laboratuvar sınıfı

3.2 Piyasa Öngörülleri

Küresel toryum piyasası 2024: ~914,7 milyon USD. 2025 tahmini: ~981,7 milyon USD. 2035 hedefi: 1,99 milyar USD (CAGR %7,3 – Market Research Future). En hızlı büyüyen segment nükleer yakıt uygulamalarıdır. Monazit cevheri pazar payı en büyük segmenttir. Çin, monazit ithalatında dünya lideridir; başlıca tedarikçiler Nijerya, Madagaskar, Tayland ve Endonezya'dır.

4. TARİHSEL VE GÜNCEL TORYUM REAKTÖRLERİ

4.1 Tarihsel Reaktörler (Kapatılmış)

Toryum yakıt araştırmaları 50+ yıllık geçmişe sahiptir; Almanya, Hindistan, Kanada, Japonya, Çin, Norveç, Rusya, ABD başta olmak üzere onlarca ülkede test ışımalama çalışmaları yapılmıştır (WNA Toryum Bilgi Kütüphanesi).

Reaktör	Ülke	Tür	Güç	Yıllar	Toryum Kullanımı
Molten Salt Reactor Exp. (MSRE)	ABD	MSR	7,4 MWt	1965–1969	U-233 ile çalıştırıldı; MSR kavramını kanıtladı
Aircraft Reactor Exp. (ARE)	ABD	MSR	2,5 MWt	1954	ORNL MSRP temeli; 860°C'de çalışma
Indian Point Unit 1	ABD	PWR	275 MWe	1962–1974	İlk sıvı su soğutmalı Th reaktörü; ThO ₂ -U235
Elk River	ABD	BWR	22 MWe	1963–1968	ThO ₂ -UO ₂ yakıt çubukları

Reaktör	Ülke	Tür	Güç	Yıllar	Toryum Kullanımı
Shippingport LWBR	ABD	LWBR/PWR	100 MWe	1977–1982	Th-U233 çevrimi; pozitif üretkenlik kanıtlandı
Peach Bottom Unit 1	ABD	HTGR	40 MWe	1967–1974	HEU/Th kaplı partiküller
Fort St. Vrain	ABD	HTGR	330 MWe	1976–1989	~25 ton Th; TRISO/BISO yakıt
AVR (Atom Versuchs Reaktor)	Almanya	HTGR Bilye	15 MWe	1966–1988	Toryum bilyeli yakıt; THTR-300 öncüsü
THTR-300	Almanya	HTGR Bilye	300 MWe	1983–1989	Ticari ölçek Th-HEU bilye yakıtı
KAMINI Araştırma Reaktörü	Hindistan	Hafif su	30 kWt	1996–günümüz	Dünyada yalnızca U-233 ile çalışan reaktör
FBTR (Fast Breeder Test)	Hindistan	Hızlı	40 MWt	1985–günümüz	ThO ₂ ısıtılama; KAMINI için U-233 üretir
Halden Test Reaktörü	Norveç	Ağır su/LWR	25 MWt	1958–2018	Thor Energy Th-MOX testi (2013–2018)
Chalk River Laboratuvarları	Kanada	CANDU/PHWR	Çeşitli	1950'ler–günümüz	AECL: ThO ₂ -UO ₂ , ThO ₂ -PuO ₂ ; >50 yıl araştırma

Kaynak: WNA Toryum Bilgi Kütüphanesi; ORNL MSRP; Lyncean Group San Diego (2018); OECD-NEA NEA No.7224 (2015)

4.2 Güncel ve Planlanan Toryum Reaktörleri

Proje	Ülke	Kuruluş	Durum (2025)	Kapasite	Açıklama
TMSR-LF1	Çin	CAS / SINAP	Test aşamasında (2021+)	2 MWt	Gobi Çölü; dünyada ilk Th erimiş tuz test reaktörü; Th→U dönüşümü kanıtlandı
TMSR Güç İstasyonu	Çin	CAS / SINAP	İnşaat 2025'te başlıyor	60 MWt / 10 MWe	2029 hedefi; sCO ₂ çevrimi; hidrojen üretimi
PFBR	Hindistan	BHAVINI	Kritikliğe ulaştı (Nis. 2026)	500 MWe	Kalpakkam; 3 aşamalı Th programının 2. aşaması
AHWR	Hindistan	BARC	Tasarım / Ar-Ge	300 MWe	Th-233U / Th-Pu yakıt; 3. aşama hazırlığı
Th-MOX LWR Yakıt Prog.	Norveç	Thor Energy / IFE	Lisans başvurusu	—	Mevcut LWR'lere ThAdd / Th-MOX entegrasyonu
SAMOFAR Konsorsiyumu	AB (NL/FR/DE/CH/IT)	TU Delft+	Ar-Ge / ön tasarım	—	Hızlı spektrumlu MSR; Gen IV GIF kapsamında
IZhSR Erimiş Tuz (NIKIET)	Rusya	NIKIET / Rosatom	Ön tasarım tamam (2023)	Araştırma	Krasnoyarsk; minör aktinit yakıcı; Kurchatov iş birliği
ANEEL Yakıt (INL)	ABD	Clean Core Thorium Energy	İrradiasyon tamamlandı (2025)	—	Idaho ATR'de >60 GWd/MTU tükenme başarıyla geçildi

Kaynak: IAEA RDS-2 2025; WNA Toryum; CAS Çevre Değ. Raporu 2024; BHAVINI (Nis. 2026); WNN (2025)

5. NÜKLEER GEMİLER VE DENİZALTILAR (URANYUM YAKITLI) TORYUMLU HENÜZ YOK

5.1 Tarihteki Sivil Nükleer Yük ve Araştırma Gemileri

Gemi	Ülke	Tür	Reaktör	Hizmet	Notlar
NS Savannah	ABD	Kargo-yolcu	74 MWt PWR (B&W) Uranyum (HEU) 74 MWt	1962–1971	Dünyanın ilk nükleer ticari gemisi; 454.675 deniz mili; 163 lb uranyum; müze gemisi (Baltimore)
MV Otto Hahn	Almanya	Araştırma-kargo	38 MWt PWR Uranyum (HEU) 38 MWt	1968–1979	650.000 deniz mili; ekonomik bulunmadı
MS Mutsu	Japonya	Araştırma	36 MWt PWR Uranyum (HEU) 36 MWt	1974–1992	Radyasyon sızıntısı sorunu; sınırlı operasyon
Sevmorput	Rusya	Nükleer konteyner	135 MWt KLT-40 Uranyum (LEU) 135 MWt	1988–günümüz	Hâlâ aktif; dünyanın tek nükleer yük gemisi

5.2 Rusya Başat: Uranyumlu Nükleer Buz Kırıcı Filosu (Tam Liste)

Gemi	Sınıf / Proje	Reaktör	Güç	Hizmet Yılı	Durum (2025)
NS Lenin	Tarihsel (ilk nükleer yüzey gemi)	3×OK-150 → 2×OK-900 Uranyum (HEU) ~90 MWt/reaktör	44.000 HP	1959–1989	Müze gemisi – Murmansk
Arktika (1.nesil)	Arktika sınıfı (Pr.1052)	2×OK-900 Uranyum (HEU) ~159 MWt/reaktör	75.000 HP	1975–2008	Hurdaya çıkarıldı
Sibir (1.nesil)	Arktika sınıfı	2×OK-900 Uranyum (HEU) ~159 MWt/reaktör	75.000 HP	1977–1992	Hurdaya çıkarıldı
Rossiya	Arktika sınıfı	2×OK-900A Uranyum (HEU) ~170 MWt/reaktör	75.000 HP	1985–2013	Hurdaya çıkarıldı
Sovetskiy Soyuz	Arktika sınıfı	2×OK-900A Uranyum (HEU) ~170 MWt/reaktör	75.000 HP	1990–2014	İdari bekleme
Yamal	Arktika sınıfı	2×OK-900A Uranyum (HEU) ~170 MWt/reaktör	75.000 HP	1993–günümüz	Aktif
50 Let Pobedy	Arktika sınıfı	2×OK-900A Uranyum (HEU) ~170 MWt/reaktör	75.000 HP	2007–günümüz	Aktif
Taymyr	Taymyr sınıfı (Pr.10580)	1×KLT-40M Uranyum (LEU) 171 MWt	50.000 HP	1989–günümüz	Aktif
Vaygach	Taymyr sınıfı (Pr.10580)	1×KLT-40M Uranyum (LEU) 171 MWt	50.000 HP	1990–günümüz	Aktif
Arktika (2.nesil)	Pr. 22220 / LK-60Ya	2×RITM-200 (175 MWt ea) Uranyum (LEU) 175 MWt/reaktör	81.000 HP	2020–günümüz	Aktif
Sibir (2.nesil)	Pr. 22220 / LK-60Ya	2×RITM-200 Uranyum (LEU) 175 MWt/reaktör	81.000 HP	2021–günümüz	Aktif
Ural	Pr. 22220 / LK-60Ya	2×RITM-200 Uranyum (LEU) 175 MWt/reaktör	81.000 HP	2022–günümüz	Aktif
Yakutiya	Pr. 22220 / LK-60Ya	2×RITM-200 Uranyum (LEU) 175 MWt/reaktör	81.000 HP	2024–günümüz	Aktif
Çukotka	Pr. 22220 / LK-60Ya	2×RITM-200 Uranyum (LEU) 175 MWt/reaktör	81.000 HP	—	İnşaatta – 2026 hedefi
Leningrad	Pr. 22220 / LK-60Ya	2×RITM-200 Uranyum (LEU) 175 MWt/reaktör	81.000 HP	—	İnşaatta – 2028 hedefi
Stalingrad	Pr. 22220 / LK-60Ya	2×RITM-200 Uranyum (LEU) 175 MWt/reaktör	81.000 HP	—	Keel töreni yapıldı – 2030 hedefi
Rossiya (Lider)	Lider sınıfı / LK-120Ya	2×RITM-400 (315 MWt ea) Uranyum (LEU) 315 MWt/reaktör	120.000 HP	—	İnşaat – ~2030 (defalarca ertelendi)

Kaynak: gCaptain (Şubat 2026); ArcticToday (2025); Naval News (Ocak 2025); Rosatomflot; GlobalSecurity.org

5.3 Rusya Başat: Nükleer Denizaltı Filosu (Başlıca Sınıflar, 2025)

Sınıf / Proje (NATO)	Tür	Reaktör	Aktif (2025)	Hizmet	Özellikler
Pr.955 Borei / 955A Borei-A	SSBN – Stratejik	OK-650V PWR 190 MWt Uranyum (HEU) 190 MWt	8 + inşaatta	2013–günümüz	16×RSM-56 Bulava SLBM; 4-6 nükleer başlık/füze; su jeti tahrik

Sınıf / Proje (NATO)	Tür	Reaktör	Aktif (2025)	Hizmet	Özellikler
Pr.667BDRM Delfin (Delta IV)	SSBN – Stratejik	2×VM-4SG PWR Uranyum (HEU) ~90 MWt/reaktör	5	1985–günümüz	16×RSM-54 Sineva; Kuzey Filosu; emeklilik sürecinde
Pr.885 Yasen / 885M Yasen-M	SSN/SSGN – Çok Amaçlı	OK-650KPM 200 MWt Uranyum (HEU) 200 MWt	6 + 3 inşaatta	2014–günümüz	Kalibr, Oniks, Tsirkon hipersonik; Arkhangelsk 2024 hizmete girdi
Pr.949A Antey (Oscar-II)	SSGN – Kruvaziyer	2×OK-650B 190 MWt Uranyum (HEU) 190 MWt/reaktör	~6	1986–günümüz	24×P-700/P-800; bazıları 949AM'e yükseltiliyor; Belgorod özel misyon
Pr.971 Shchuka-B (Akula)	SSN – Saldırı	OK-650B 190 MWt Uranyum (HEU) 190 MWt	~4 + revizyonda	1984–günümüz	Çok yönlü saldırı; Hindistan K-152'yi kiraladı
Pr.941 Akula (Typhoon)	SSBN – Stratejik	2×OK-650 190 MWt her biri Uranyum (HEU) 190 MWt/reaktör	Tamamı emekli	1981–2023	Dünyanın en büyük denizaltısı (48.000 t); Dmitry Donskoy 2023'te emekli; müze planlı

5.4 Dikkat Çekici Bireysel Uranyumlu Rusya Denizaltıları

Denizaltı	Sınıf	Hizmet	Önem
K-329 Belgorod (Pr.09852)	Oscar-II türevi / Özel misyon	2022	Poseidon nükleer torpido taşıyıcısı; dünyanın en uzun denizaltısı (184 m) Reaktör: OK-650B Uranyum (HEU) 190 MWt
K-560 Severodvinsk	Yasen (prototip)	2014	Yasen sınıfının ilk birimi; Kuzey Filosu Reaktör: OK-650KPM Uranyum (HEU) 200 MWt
K-561 Kazan	Yasen-M (ilk seri)	2021	Tsirkon hipersonik füze testi gerçekleştirdi Reaktör: OK-650KPM Uranyum (HEU) 200 MWt
K-571 Krasnoyarsk	Yasen-M	2023	Arktik buz altı geçişi (2024); Pasifik Filosu Reaktör: OK-650KPM Uranyum (HEU) 200 MWt
K-564 Arkhangelsk	Yasen-M	Aralık 2024	En son hizmete giren Yasen-M; Kuzey Filosu Reaktör: OK-650KPM Uranyum (HEU) 200 MWt
Knyaz Pozharsky	Borei-A (8. Borei)	Denize indirildi Şub. 2024	Test ve doğrulama aşamasında; 2025/26 hizmet hedefi Reaktör: OK-650V Uranyum (HEU) 190 MWt
Imperator Alexander III	Borei-A	2023	Putin denetiminde teslim töreni; Pasifik Filosu Reaktör: OK-650V Uranyum (HEU) 190 MWt

Kaynak: FAS (Şub. 2024); NTI (2024); Naval News (2024-2025); Interesting Engineering (Haz. 2025)

5.5 Toryum Reaktörlü Gemi Projeleri

Proje / Gemi	Ülke	Geliştirici	Durum	Kapasite	Açıklama
Ultra-Büyük TMSR Konteyner Gemisi	Çin	CSSC / Jiangnan Tersanesi	Tasarım aşamasında (2024)	200 MWt / 50 MWe	14.000 TEU; sCO ₂ Brayton; sıfır emisyon; yeniden yakıtsız seyrüsefer hedefi
ThorCon Yüzer Güç Gemisi	Endonezya/ABD	ThorCon International	İzin süreçlerinde	500 MWe	Yüzer platform; Th-U çevrimi; geliştirmekte ülkelere enerji
Nükleer LNG Denizaltısı	Rusya	Malachite / Kurchatov	Kavramsal geliştirme	—	Arktik sularda LNG taşıma; buz kırıcısız seyrüsefer

Kaynak: NucNet (Ocak 2024); Interesting Engineering (Kas. 2025); Bulletin of Atomic Scientists (Eyl. 2024)

6. ULUSLARARASI KURULUŞLAR VE DEĞERLENDİRMELERİ

6.1 Başlıca Kuruluşların Tutumu

Kuruluş	Toryuma Yaklaşım	Temel Belge / Eylem
IAEA	Toryumu uranyumdan 3-4× daha yaygın; potansiyel alternatif. Çin TMSR-LF1'i 2021'de doğruladı. INPRO	RDS-2 (2025); INPRO program raporları

Kuruluş	Toryuma Yaklaşım	Temel Belge / Eylem
	programı kapsamında Gen IV Th reaktörlerini değerlendiriyor.	
OECD-NEA	Th yakıt çevriminin mevcut LWR'lere entegrasyonu için teknik yol haritası; Halden testi dâhil Ar-Ge özetleri.	NEA No. 7224 (2015): 'Introduction of Thorium in the Nuclear Fuel Cycle'
WNA	50+ yıllık araştırma tarihini kapsamlı belgeler; ThO ₂ -UO ₂ , ThO ₂ -PuO ₂ testlerini, CANDU ve MSR deneyimlerini kataloglar.	Thorium Information Library (sürekli güncellenen)
USGS	Yıllık MCS raporlarında Th rezerv, ticaret ve fiyat verisini yayımlar. 2025 baskısı: Fransa kaynaklı ~27 USD/kg.	Mineral Commodity Summaries 2025
Gen IV GIF	Hızlı spektrumlu Erimiş Tuz Reaktörü (MSFR) öncelikli teknoloji listesinde; Th-U233 çevrimi teşvik ediliyor.	GIF 2014/2019 Teknoloji Yol Haritası

6.2 Avantajlar ve Zorluklar

Avantajlar:

- Bolluk: Uranyumdan 3–4× yaygın; coğrafi dağılım daha dengeli (IAEA).
- Düşük çoğaltma riski: Th-U233 çevrimi, U-232 kontaminasyonu nedeniyle ekstra engel oluşturur.
- Azaltılmış atık: Uzun ömürlü aktinid üretimi düşük; fisyon ürünleri daha hızlı bozunur.
- Mevcut reaktörler: Thor Energy'nin LWR Th-MOX programı entegrasyonu göstermektedir.

Zorluklar:

- Başlatıcı fisil malzeme: Th-232 doğrudan fisil değil; U-235 veya Pu ile başlatma gerekli.
- Teknolojik olgunluk: Uranyum sistemlerine göre daha az olgun; ticari ölçek sınırlı.
- U-232 kontaminasyonu: Güçlü gama radyasyonu; işlem ve fabrikasyon maliyetlerini artırır.
- Düzenleyici boşluk: Çoğu ülkede Th reaktörlerine özgü lisanslama çerçevesi henüz yok.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Toryum, küresel enerji güvenliğinde stratejik bir kaynak olma potansiyelini korumaktadır. Tanımlanmış rezervler 6,2–14,6 milyon ton arasındadır; Hindistan dünya lideri, Türkiye ise altıncı konumdadır. Çin, 2021'de işletmeye aldığı TMSR-LF1 ve 2029 hedefli 60 MWt güç istasyonu en somut ilerlemeyi kaydetmiştir. Hindistan'ın PFBR'ı Nisan 2026'da kritikliğe ulaşmıştır. Rusya, dünyanın en büyük nükleer denizcilik filosunu işletirken NIKIET aracılığıyla MSR Ar-Ge'sini sürdürmektedir. Denizcilik alanında Çin'in 14.000 TEU toryum MSR konteyner gemisi projesi nükleer denizcilik tarihinde yeni bir sayfa açma potansiyeli taşımaktadır.

Temel Politika Önerileri:

- Uluslararası standartlar çerçevesinde toryum rezerv kataloglama kapasitesinin güçlendirilmesi
- IAEA INPRO ve Gen IV GIF mekanizmaları aracılığıyla uluslararası Th Ar-Ge iş birliğinin hızlandırılması
- Türkiye, Mısır, Venezuela gibi ülkelerde stratejik toryum değerlendirme politikalarının geliştirilmesi
- Toryum-MSR teknolojisinin denizcilik sektörünün dekarbonizasyon hedefleriyle ilişkilendirilmesi

8. DİĞER ÜLKELERDE GEMİ VE DENİZALTILARDA TORYUM KULLANILIYOR MU?

ABD, İskandinav ülkeleri veya herhangi bir Avrupa ülkesinde bugün itibarıyla toryumla çalışan hizmet verilen gemi ya da denizaltı bulunmamaktadır.

Diğer ülkelerde Toryum Denizcilik Teknolojisinin Gerçek Durumu

Proje / Ülke	Durum	MW	Yıl
Çin – KUN-24AP kargo gemisi	Tasarım aşaması	200 MW (termal)	2023'te duyuruldu, 2020'lerin sonu inşaat
Norveç – ULSTEIN THOR araştırma gemisi	Konsept/Tasarım	Açıklanmadı	2022'de tanıtıldı
ABD – toryum programı	1960'larda terk edildi	—	—
İskandinav ülkeleri	Aktif program yok	—	—

Önemli Notlar

- ABD, kendi toryum reaktör programını 1960'larda terk etmiştir. [Interesting Engineering](#)

- Norveçli gemi inşa firması ULSTEIN, 149 metrelik "ULSTEIN THOR" adlı bir araştırma-kurtarma gemisi konsepti geliştirmiştir; bu gemi toryum ergimiş tuz reaktörüyle çalışacak şekilde tasarlanmıştır — **ancak bu bir konsept olup henüz inşa edilmemiştir.** [Seatrade Cruise News](#)
- **Dünyada toryum reaktörüyle uzun vadeli kararlı çalışmayı başaran ilk tesis, 2025 yılında Çin'deki Gobi Çölü'ndeki deneysel reaktördür.** [Interesting Engineering](#)
- Günümüzde dünya genelinde yaklaşık 100 deniz reaktörü aktif olarak hizmet vermektedir; **ancak bunların tamamı uranyum bazlı geleneksel nükleer reaktörlerdir** — denizaltılar, uçak gemileri ve buzkıranlar dahil. [Seatrade Cruise News](#)

Sonuç: Toryum deniz taşımacılığı henüz **geliştirme ve konsept aşamasında** bir teknolojidir. Bu alanda öncülük **Çin'de** olup Batılı ülkeler veya İskandinav ülkeleri henüz operasyonel bir toryum gemisi inşa etmemiştir.

Ek: Aktinitler (aktinid serisi), atom numarası 89–103 arasında olan 15 elementten oluşur:

1. Aktinyum (Ac) – 89
2. Toryum (Th) – 90
3. Protaktinyum (Pa) – 91
4. Uranyum (U) – 92
5. Neptünyum (Np) – 93
6. Plütonyum (Pu) – 94
7. Amerikyum (Am) – 95
8. Kuriyum (Cm) – 96
9. Berkelyum (Bk) – 97
10. Kaliforniyum (Cf) – 98
11. Einsteinyum (Es) – 99
12. Fermiyum (Fm) – 100
13. Mendelevyum (Md) – 101
14. Nobelyum (No) – 102
15. Lawrensiyum (Lr) – 103

Bu elementlerin çoğu radyoaktiftir; doğada en yaygın bulunan aktinitler arasında Toryum ve Uranyum yer alır.

Not: Türkiye Toryum rezervleri, Thoratom ve yapılabilecekler konusunda ayrı bir makalemiz olacaktır.

KAYNAKLAR (Seçilmiş 10 Temel Kaynak) YZ

1. IAEA (2025). Nuclear Power Reactors in the World – Reference Data Series No. 2, 2025 Edition. Vienna: IAEA. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/RDS-2-45_web.pdf
2. IAEA / OECD-NEA (2016). Uranium 2016: Resources, Production and Demand ['Kırmızı Kitap']. Paris: OECD-NEA / Vienna: IAEA.
3. OECD-NEA (2015). Introduction of Thorium in the Nuclear Fuel Cycle. NEA No. 7224. Paris: OECD. <https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/7224-thorium.pdf>
4. USGS (2025). Mineral Commodity Summaries 2025: Thorium. U.S. Geological Survey. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025-thorium.pdf>
5. World Nuclear Association (2024). Thorium. WNA Information Library. <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/thorium>
6. World Nuclear Association (Mart 2026). Nuclear Power in Russia. <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power>
7. Federation of American Scientists – FAS (Şubat 2024). Upgrades to Russia's Nuclear-Capable Submarine Fleet. <https://fas.org/publication/submarine-upgrades-russia/>
8. gCaptain (Şubat 2026). Russia Deploys All Eight Nuclear Icebreakers for First Time. <https://gcaptain.com/russia-deploys-all-eight-nuclear-icebreakers-for-first-time/>
9. NucNet (Ocak 2024). China Unveils Plans For Largest Ever Container Ship, Powered By Thorium Reactor. <https://www.nucnet.org/news/china-unveils-plans-for-largest-ever-container-ship-powered-by-thorium-reactor-1-5-2024>
10. World Nuclear News (Ocak 2023). Draft design for molten-salt research reactor plant in Russia. <https://www.world-nuclear-news.org/Articles/Draft-design-for-molten-salt-research-reactor-plan>