

Çin, 4. Kuşak Nükleer Teknoloji Yolunda..

IAEA–Chinergy Yüksek Sıcaklıklı Gaz Soğutmalı Reaktör (HTGR) İşbirliği Anlaşması

Almanya Tarihi Gelişmesine Çin Eklemesi

Hazırlayan: Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi ybatakan4@gmail.com 01.10.2026

1. Tarihçe: Almanya'dan Çin'e Çakıl Yataklı Reaktör

Çin'in bugün ticari işletmede olan HTGR santrali, aslında Almanya'da başlayan uzun bir gelişim sürecinin devamıdır. Bu bölüm, kavramın doğuşunu, Almanya'daki yükseliş ve düşüşünü ve Çin'de ticarileşmesini özetlemektedir.

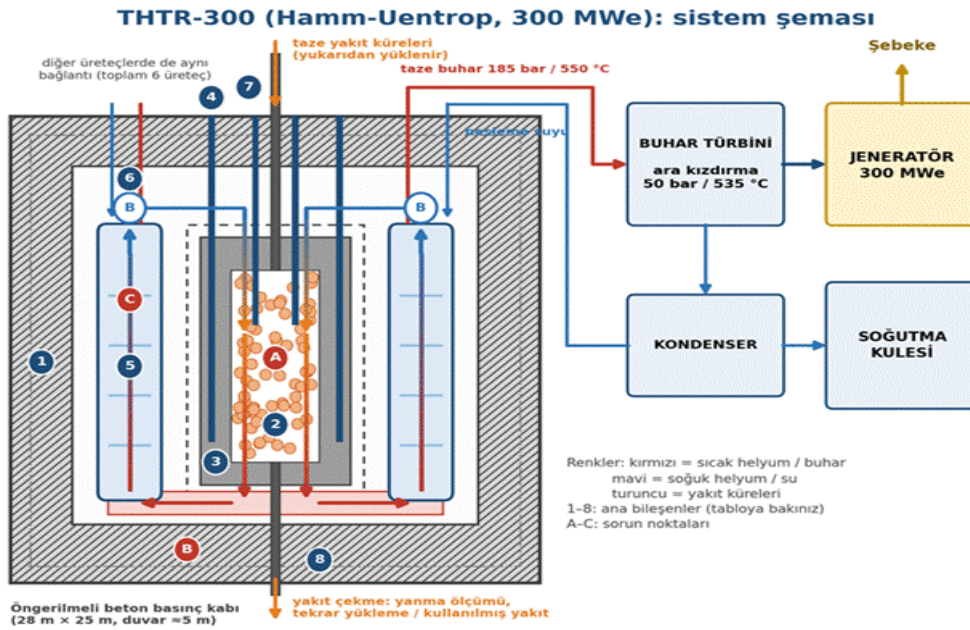
1.1 Almanya'daki başlangıç

Çakıl yataklı reaktör kavramı ağırlıklı olarak 1950'li ve 1960'lı yıllarda Alman Rudolf Schulten tarafından geliştirilmiştir. Schulten, 1964'te Jülich Araştırma Merkezi'nin (KFA) müdürü olmuş ve çalışmalarını giderek çakıl yataklı reaktör üzerinde yoğunlaştırmıştır; bugün de bu reaktör türünün fikir babası olarak anılır.

Jülich'teki deneme reaktörü AVR (Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor), 1966–1988 yılları arasında bu ilkeyi başarıyla denemiştir. Kaynaklara göre AVR, 1959'da 15 belediye elektrik şirketinin kurduğu bir ortaklık tarafından işletilmiş, 46 MW termal gücü olmuş, 1967'de şebekeye bağlanmış ve 1988 yıl sonunda kapatılmadan önce 750 haftadan uzun süre çalışmıştır. Reaktör, çakıl yataklı HTGR'nin teknik olarak uygulanabilir olduğunu göstermiştir.

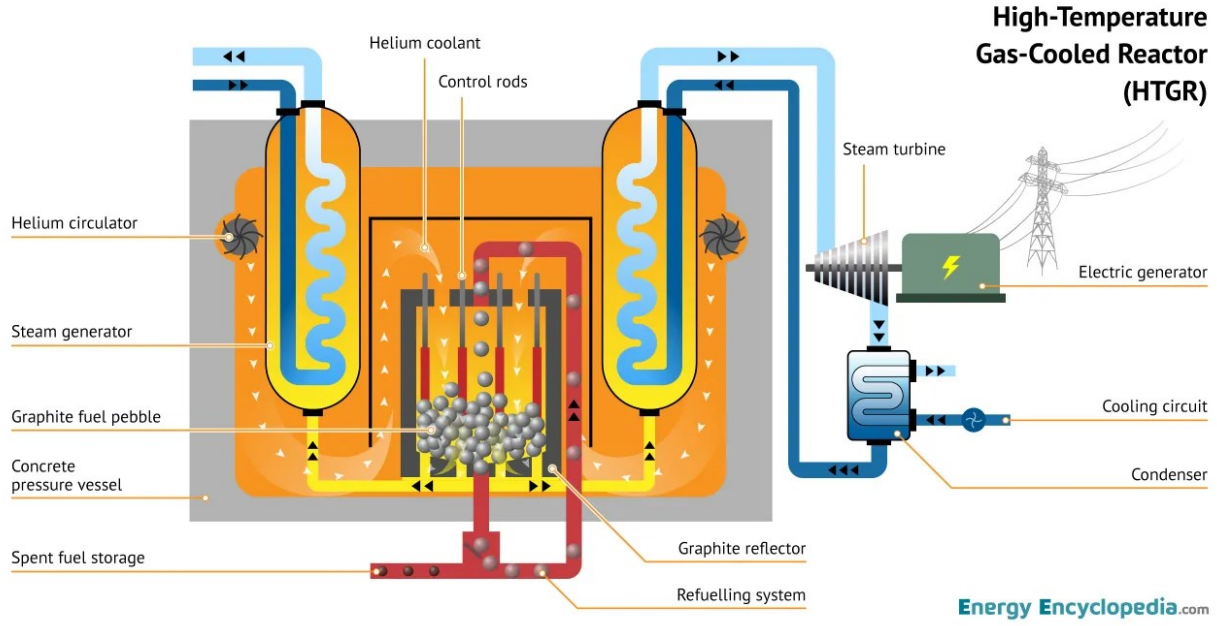
THTR-300 (Almanya, 300 MWe) Sistem Şeması

Not: Aşağıdaki şema, HRB/BBC tarafından hazırlanan orijinal mühendislik çiziminin kopyası değildir; yayımlanmış tasarım verilerine dayanarak çizilmiş basitleştirilmiş ve ölçeksiz bir yeniden çizimdir. Orijinal şekiller için OSTI'deki "Design, features and engineering status of the THTR 300 MWe" bildirisine bakılabilir.



Temel veriler:

300 MWe (brüt ≈308 MWe), 750 MWt, helyum soğutma (≈40 bar, çıkış ≈750 °C), ara kızdırmalı buhar (50 bar / 535



Yine de AVR deneyimi tümüyle sorunsuz değildi. Jülich Araştırma Merkezi'nin kayıtlarına göre, tasarımı yapan konsorsiyum çekirdek sıcaklıklarını yaklaşık 300 K düşük hesaplamış, çekirdekte radyoaktif grafit tozu birikmiş ve bu durum söküm sürecini zorlaştırmıştır. Çakıl yatağı içine ölçüm cihazı yerleştirilemediği için çekirdeğin gerçek sıcaklıkları ancak kapanıştan yaklaşık bir yıl önce netleşmiştir.

Yıl	Gelişme (Almanya)
1956	Dokuz elektrik şirketinden oluşan çalışma grubu, deneme reaktörünün (AVR) yolunu açar.
1959	15 belediye elektrik şirketi AVR ortaklığını kurar.
1960–1961	AVR'nin inşaatı başlar.
1964	Rudolf Schulten, Jülich Araştırma Merkezi'nin müdürü olur.
1966–1968	THTR-300 için inşaatı hazır belgeler Schulten yönetimindeki bir konsorsiyum tarafından hazırlanır.
1967	AVR şebekeye elektrik vermeye başlar.
1970–1983	THTR-300 Hamm-Uentrop'ta inşa edilir.
1985	THTR-300 şebekeye bağlanır; Şubat 1987'de tam güce ulaşır.
31 Aralık 1988	AVR kapatılır.
1 Eylül 1989	THTR-300 kapatılır.

THTR-300 (İng.ana hatları)

The [THTR-300](#) in Hamm-Uentrop, Germany, was a 300-MW electric pebble-bed high-temperature gas-cooled reactor (HTR) that used helium gas as a coolant and a prestressed concrete pressure vessel containing both the core and steam generators.

System Layout & Flow

- **Core:** Contained roughly 670,000 spherical fuel elements (pebbles) made of thorium and uranium TRISO fuel.

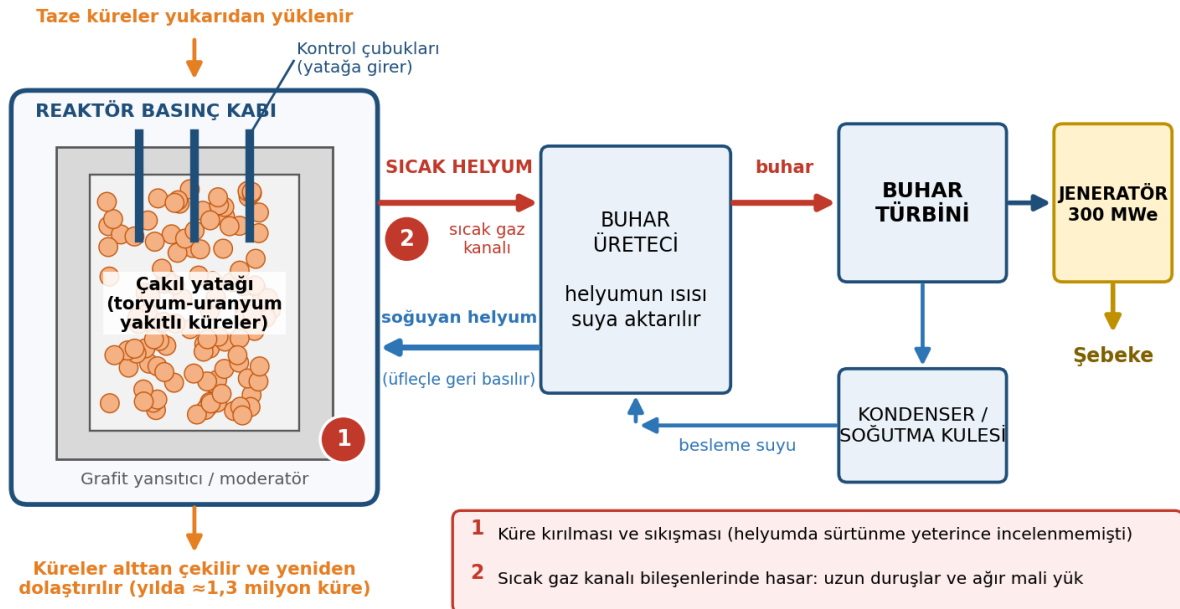
- **Coolant (Helium):** Helium gas flowed downward through the pebble bed core, heating up to high temperatures (around 750°C–850°C).
- **Steam Generators:** Six identical, parallel steam generator units surrounded the core inside the concrete vessel, using a helical-tube, once-through design to produce live steam for power generation.
- **Blowers:** Circulators pushed the cooled helium back up through the reactor core to repeat the cycle. [1, 2, 3]
- **Specific thermodynamic parameters** (temperatures, pressures, and mass flow rates)

1.2 THTR-300'ün başarısızlığı

Daha büyük prototip olan THTR-300 (Hamm-Uentrop, 300 MWe, toryum çevrimli), AVR'de denenilen küre yakıtı ticari ölçeğe taşımak üzere tasarlanmıştı. Santral 1985'te şebekeye bağlandı; ancak bozulan bileşenler ve hasar gören küreler gibi teknik sorunlarla karşılaştı. **Küre kırılma oranının yüksekliği, büyük olasılıkla helyum ortamındaki sürtünme özelliklerinin yeterince incelenmemesinden kaynaklanıyordu.** Sıcak gaz kanalındaki parçaların arızası da uzun duruşlara yol açtı ve işletmecisi şirketi Ağustos 1989'da neredeyse iflasın eşiğine getirdi.

Şekil 1, THTR-300'ün nasıl elektrik ürettiğini özetlemektedir. Reaktör çekirdeğini oluşturan çakıl yatağında toryum-uranyum yakıtlı grafit küreler bulunur. **Tenis topu benzeri küreler çekirdekten sürekli geçirilir: yukarıdan yüklenir, alttan çekilir ve yeniden dolaştırılır;** kontrol çubukları doğrudan küre yatağına girer. **Çekirdekteki ısıyı helyum gazı alır; sıcak helyum, sıcak gaz kanalı üzerinden buhar üreticisine gider ve suyu buhara çevirir. Soğuyan helyum üfleçle reaktöre geri basılır.** Buhar, 300 MWe'lik türbin-jeneratör grubunu döndürür ve elektrik şebekeye verilir. Kırmızı 1 ve 2 işaretleri, işletmede sorun yaşanan iki noktayı gösterir: küre kırılması ve sıcak gaz kanalı bileşenlerindeki hasar.

THTR-300 (300 MWe): çalışma ilkesi ve sorunlu noktalar



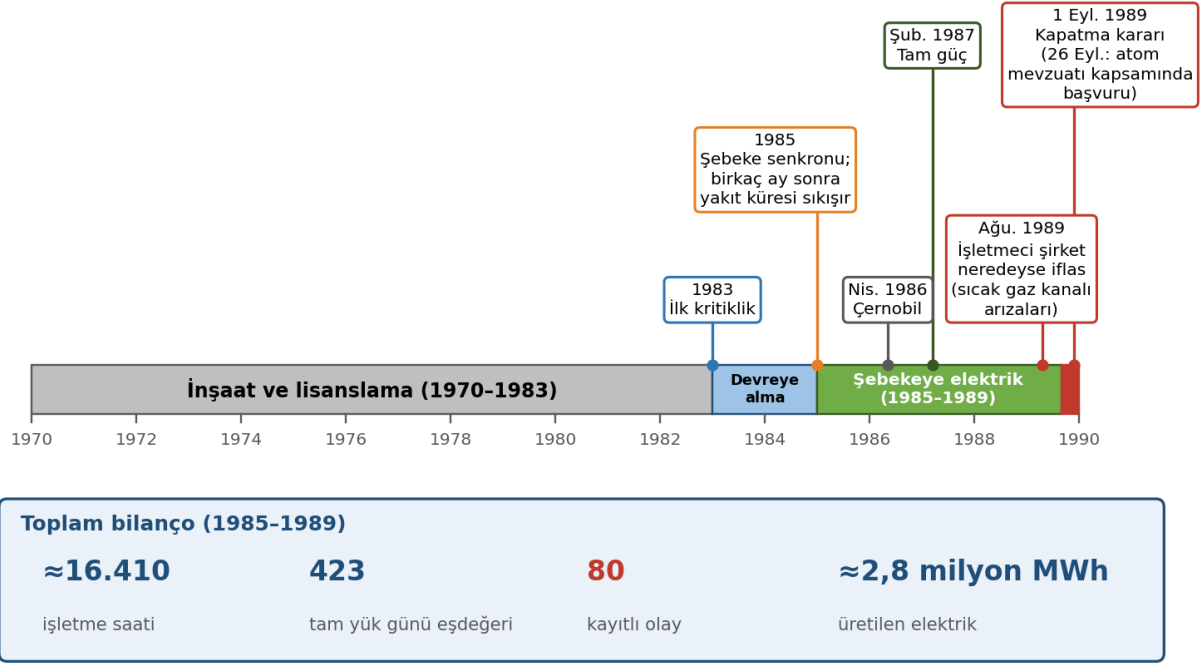
Şekil 1. THTR-300'ün çalışma şeması: helyum soğutmalı, grafit moderatörlü çakıl yatağından buhar türbinine. Kırmızı işaretler sorunların yaşandığı yerleri gösterir.

Santral, yalnızca 423 tam yük günü eşdeğeri (yaklaşık 16.410 işletme saati) çalıştıktan ve bu sürede 80 olay kaydedildikten sonra 1 Eylül 1989'da ekonomik ve güvenlik teknik nedenlerle kapatıldı. Kaynaklarda ayrıca Çernobil sonrası nükleer karşıtı ortam ve maliyet baskısı vurgulanır. Kamu finansörleri ile

işletmeciler, teknik olarak sağlam olan santralin sürdürülmesi için gereken mali sorunları çözemedi; kapatma kararı işletmeci tarafından beklenmiyordu. **Santral, yaklaşık 30 yıl güvenli muhafazada bekletildikten sonra sökülme üzere kapatıldı.**

Şekil 2, santralin 1970'te başlayan inşaatından 1989'daki kapanışına kadar geçen süreyi göstermektedir. Santral yaklaşık on üç yıl boyunca inşa edilmiş ve devreye alınmış, buna karşın şebekeye elektrik verdiği dönem yalnızca yaklaşık dört buçuk yıl sürmüştür. Bu kısa ve kesintili işletme süresince santral, tam yükte çalışma gününe çevrildiğinde ancak 423 gün eşdeğeri üretim yapabilmıştır.

THTR-300: inşaatı kapatmaya (1970-1989)



Şekil 2. THTR-300'ün zaman çizelgesi ve işletme bilançosu (kaynaklar: Wikipedia, OSTI, HammWiki; Şubat 1987 tam güç verisi İngilizce Wikipedia'ya dayanır).

Almanya bunun ardından bu teknolojiye tümüyle çıktı. Enerji şirketlerinin ve reaktör sanayisinin çakıl yataklı reaktörlere mesafeli tutumu, THTR-300'ün başarısızlığıyla pekişti ve teknolojinin Almanya'da yeniden canlanması hiç yaşanmadı. (Not, Schöttle: Bu siyasi bir karardır.)

Farklı değerlendirmeler: Kapanışın nedenleri hâlâ tartışmalıdır. Bir yanda maliyet, teknik arızalar ve siyasi ortam öne çıkarılırken, diğer yanda Jülich'teki nükleer güvenlik araştırma enstitüsünün 1984 tarihli bir çalışması, THTR-300'de soğutucu kaybının çekirdek erimesi olmasa bile çok yüksek sıcaklıklara (yaklaşık 2.300 °C) yol açabileceğini göstermiştir. Bu nedenle "pasif güvenlik" savının ölçek ve tasarım detaylarına bağlı olduğu unutulmamalıdır.

1.3 Çin'de ticarileşme

Çin, Almanya'da geliştirilen bu reaktör teknolojisini devralıp geliştirmiştir. Çin'deki program, Tsinghua Üniversitesi'nde 10 MW'lık deneysel HTR-10 ile başlamış (2000), HTR-PM gösterim projesi 2001'de başlatılmıştır. Shandong eyaletindeki Shidaowan'da yapılan HTR-PM, dünyanın ikinci ticari çakıl yataklı reaktörü olarak başarıyla ticari işletmeye geçmiştir (Aralık 2023). Böylece Almanya'da rafa kalkan teknoloji, yaklaşık 30 yıl sonra Çin'de ticari ölçeğe ulaşmıştır.

Çin resmî anlatısı teknolojiyi “bağımsız geliştirilmiş” olarak tanımlamaktadır; Almanya'daki AVR ve THTR-300 deneyimi ise çakıl yataklı reaktörün tarihsel dayanağıdır. Çin'in katkısı, tasarımı modüler hâle getirmesi (iki küçük reaktör, tek türbin) ve bunu ticari ölçekte işletebilmesidir.

2. Yeni Gelişmenin Özeti

Çin ile Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), Viyana'da düzenlenen 70. Genel Konferans'ın açılışında yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı reaktörler (HTGR) alanında ajansın bu konudaki ilk işbirliği anlaşmasını imzaladı. Anlaşmayı CNNC'nin iştiraki Chinergy'nin genel müdürü Shi Qi ile IAEA Genel Direktörü Rafael Grossi imzaladı; törende Çin Atom Enerjisi Ajansı (CAEA) Başkanı Shan Zongde ve CNNC Genel Müdürü Zhang Tao da hazır bulundu.

Makaleye göre anlaşma, HTGR teknolojisinde küresel kapasite oluşturma çalışmalarının IAEA çatısı altında başlangıcını işaret ediyor ve Çin'in kendi geliştirdiği 4. kuşak reaktör mimarisini ticari gösterim aşamasından dünya çapında pazarlama aşamasına taşıyor.

Metnin öne çıkardığı başlıca noktalar:

- **Teknoloji:** HTGR, Çin'de bağımsız geliştirilmiş, doğuştan yüksek güvenlik, yüksek verim ve çok yönlü kullanım sunan bir 4. kuşak teknolojidir. Birincil devre çıkış sıcaklığı 750 °C'ye ulaşır; bu sayede rafineriler, ağır petrol üretimi, kömür kimyası ve deniz suyu tuzdan arındırma için yüksek kaliteli proses buharı ve büyük ölçekli hidrojen üretimi mümkündür.
- **Uygulamalar:** Chinergy, 2023'te Doğu Çin'deki Shidaowan'da dünyanın ticari çakıl yataklı (pebble-bed) yüksek sıcaklıklı reaktör santralini şebekeye bağlamıştır. Jiangsu'da ise HTGR'yi bir basınçlı su reaktörüyle eşleştirerek öncelikle endüstriyel ısı sağlayacak Xuwei tesisi inşa edilmektedir. 600 MW sınıfında başka tesisler de planlanmaktadır.
- **İşbirliği:** Araştırma, inşaat, işletme, tedarik zincirleri ve nitelikli insan gücü yetiştirmeyi kapsar. Chinergy uzmanlık toplantılarına katkı verecek, eğitimler düzenleyecek ve sektörel kaynakları bir araya getirecektir. Amaç, özellikle gelişmekte olan ülkelerin HTGR'ye girişini kolaylaştırmak ve Çin yeniliklerini “küresel kamu malı” olarak konumlandırmaktır.
- **Uluslararası tanınırlık:** Metne göre anlaşma, Çin HTGR teknolojisinin uluslararası kabulünü gösterir ve işbirliğini deneyim paylaşımından, uluslararası sektör standartlarının ortak şekillendirilmesine doğru dönüştürür.

3. Genişletilmiş Değerlendirme

3.1 Anlaşmanın kapsamı ve bağlamı

Diğer kaynaklar, anlaşmanın 14 Eylül 2026 Pazartesi günü, IAEA'nın 70. Genel Konferansı'nın açıldığı gün imzalandığını doğrulamaktadır. Global Times'ın aktardığına göre Chinergy ile IAEA; HTGR nükleer santrallerinin araştırma-geliştirme, tasarım, inşaat, devreye alma ve işletme süreçlerinin yanı sıra tedarik zincirleri ve personel eğitimi alanlarında değişim ve işbirliği yürütecektir. CNNC, bu işbirliğinin dünya ülkelerinin Çin'in HTGR mühendisliği deneyiminden yararlanmasını ve teknolojinin elektrik üretimi, endüstriyel ısı ve hidrojen gibi düşük karbonlu alanlarda yaygınlaşmasını sağlayacağını belirtmiştir.

Grossi, konferans sırasında Çin'in HTGR teknolojisi ve Linglong One (ACP100) küçük modüler reaktörü hakkında bilgilendirilmiştir. Çin'in konferansa eşlik eden sergisi küçük modüler reaktörlere ve nükleer enerjinin bütünleşik kullanımına odaklanmıştır.

Terminoloji notu: China.org.cn metni anlaşılmayı “ticari kullanıma yönelik dünyanın ilk anlaşması” olarak tanımlarken, Global Times/CNNC kaynakları bunu daha temkinli biçimde, “HTGR alanında işbirliği anlaşması” ve Çin'in mühendislik deneyiminin paylaşılması olarak nitelemektedir. Yani anlaşma bir reaktör satış sözleşmesi değil, bilgi paylaşımı, kapasite geliştirme ve standartlar çerçevesidir.

3.2 HTGR teknolojisi nedir?

Yüksek sıcaklıklı gaz soğutmalı reaktörler soğutucu olarak helyum, moderatör olarak grafit kullanır. Çin'in öne çıkan tasarımı olan HTR-PM'de yakıt, yaklaşık 6 cm çapında grafit kaplı kürelerden (“pebble”) oluşur. Her küre, grafit toz matrisi içine yerleştirilmiş yaklaşık 12.000 adet dört katmanlı seramik kaplı (TRISO) yakıt parçacığı içerir; yakıt yaklaşık %8,5 zenginleştirmelidir.

Güvenlik yaklaşımının özü pasif soğumadır: Reaktör yüksek sıcaklıklara dayanacak şekilde tasarlandığından aktif müdahale olmadan doğal yolla soğuyabilir. Tasarımcılar, yakıt parçacıklarının 1.620 °C'ye kadar bütünlüğünü koruduğunu belirtmektedir. Shidaowan'daki iki reaktör modülünde 13 Ağustos ve 1 Eylül'de yapılan güvenlik gösterim testleri, bu “doğuştan güvenliği” ilk kez ticari ölçekte doğrulamıştır. Çin'deki araştırmacılar ayrıca dış gücün kesildiği iki günlük bir soğutma testinin sonuçlarını Joule dergisinde yayımlamıştır.

3.3 Shidaowan: Çin'de laboratuvarıdan ticari santrale

Yıl	Gelişme
2000–2003	Tsinghua Üniversitesi INET'te 10 MW'lık deneysel HTR-10 devreye girer (2000), tam güce 2003'te ulaşır.
2012	Shidaowan HTR-PM gösterim santralinin inşaatı başlar (9 Aralık).
2021	İlk kritiklik (12 Eylül) ve şebekeye bağlantı (20 Aralık).
Aralık 2023	168 saatlik kararlı işletme testinin ardından ticari işletme başlar; kaynaklar bunu dünyanın ilk 4. kuşak ticari santrali olarak tanımlar.
Ocak 2026	Xuwei Nükleer Isıtma ve Enerji Santrali'nin (Jiangsu) ilk ünitesinde nükleer ada inşaatı başlar (16 Ocak).
14 Eylül 2026	Chinergy ile IAEA arasında HTGR işbirliği anlaşması imzalanır.

Shidaowan santrali, iki adet 250 MW termal güçteki reaktörün tek bir 210 MWe'lik türbini beslediği bir yapıya sahiptir. Projede 500'den fazla şirketin görev aldığı bildirilmiştir. Geliştiriciler ayrıca altı reaktörün tek bir 650 MW'lık türbini beslediği daha büyük bir sürüm olan HTR-PM600 üzerinde çalışmaktadır.

3.4 Xuwei: sanayi ısısı için hibrit tesis

Lianyungang'daki Xuwei projesi, makalenin “HTGR ile basınçlı su reaktörünü eşleştiren dünyada ilk proje” olarak andığı tesistir. CNNC ve resmî kaynaklara göre birinci faz iki adet 1.208 MWe'lik Hualong One (3. kuşak PWR) ünitesi ile bir adet 660 MWe'lik HTGR ünitesinden oluşmaktadır. Çalışma prensibi şöyledir:

Hualong One'in buharı önce doymuş buhar üretir, HTGR'nin buharı bu buharı ikinci kez ısıtarak petrokimya sanayisinin ihtiyaç duyduğu yüksek sıcaklıklı kızgın buhara dönüştürür.

- Tesis, 2026-2030 On Beşinci Beş Yıllık Plan döneminde inşaatına başlanan ilk nükleer santraldir ve ağırlıklı olarak endüstriyel ısı, tamamlayıcı olarak elektrik üretmek üzere tasarlanmıştır.
- Tamamlandığında yılda yaklaşık 32,5 milyon ton buhar ve 11,5 milyar kWh'den fazla elektrik üretmesi beklenmektedir. (Global Times'ın aktardığı CNNC açıklaması “35 milyon tondan fazla” demektir; rakamlar kaynaklara göre değişmektedir.)
- Santral, işletmesi için saatte yaklaşık 13.000 ton buhara ihtiyaç duyan Lianyungang petrokimya merkezinin yanında yer almakta; kömür yerine nükleer buhar kullanımıyla karbon ayak izinin önemli ölçüde düşürülmesi hedeflenmektedir.
- Proje, tüm santralin tek bir entegre EPC modeliyle inşa edildiği dünyadaki ilk nükleer proje olarak da tanıtılmaktadır. Faz I, 2024'te Çin Devlet Konseyi'nin onayladığı beş nükleer projeden biridir.

3.5 Neden önemli? Stratejik ve sektörel okuma

HTGR'nin asıl çekiciliği yalnızca elektrik değil, ısıdır. Kimya, rafineri, çelik ve tuzdan arındırma gibi sektörlerde karbon emisyonlarının önemli kısmı proses ısısından gelir ve geleneksel su soğutmalı reaktörler bu sıcaklıklara ulaşamaz. Çin, HTGR'yi bu “azaltılması zor” sektörler için bir çözüm olarak sunmaktadır.

IAEA çerçevesi ise Çin için üç avantaj sağlamaktadır: (1) teknolojiye uluslararası meşruiyet kazandırır, (2) eğitim ve standartlar yoluyla potansiyel alıcı ülkelerle erken temas kurar, (3) düzenleyici ve lisanslama uyumunun temelini atar. Metnin “global kamu malı” vurgusu ve gelişmekte olan ülkelere yönelik odak, bu ülkelerin nükleer programlarında Çin teknolojisini tercih etmesine zemin hazırlayabilir.

3.6 Dikkat edilmesi gereken noktalar

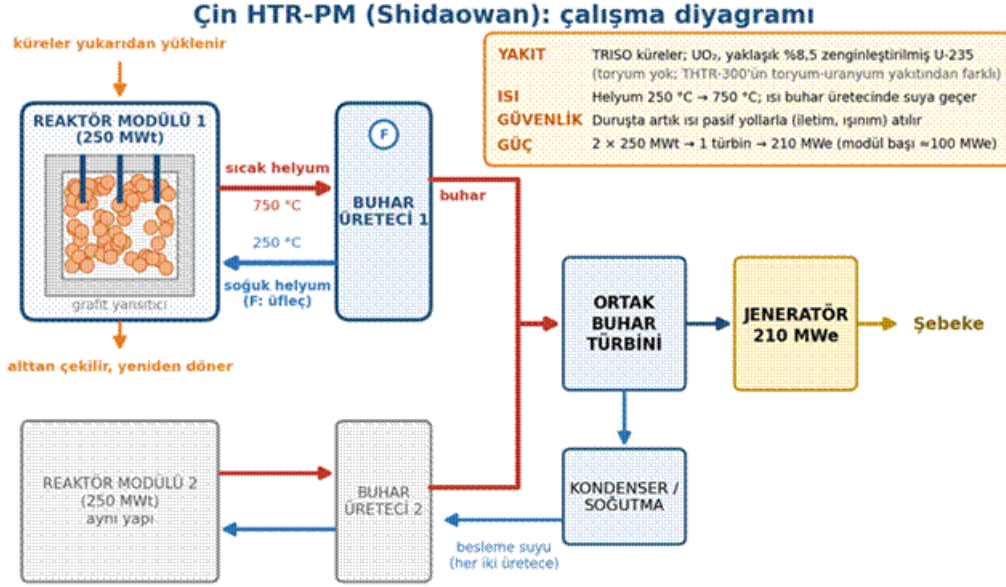
- Kaynakların niteliği: Anlaşmaya ilişkin haberlerin büyük bölümü Çin devlet medyasına veya CNNC açıklamalarına dayanmaktadır. Performans ve ekonomiklik iddiaları bağımsız doğrulamaya ihtiyaç duyabilir.
- Ölçek: Ticari işletmedeki tek HTGR santrali hâlâ 210 MWe'lik bir gösterim tesisidir. 600 MW sınıfı ve Xuwei'deki 660 MWe'lik ünite henüz inşa halindedir veya plandadır; maliyet ve zamanlama gerçekleştirmeleri ancak tamamlandığında görülecektir.
- Yakıt ve atık: %8,5 zenginleştirmeli TRISO yakıt ve kullanılmış küre yakıtın yönetimi, ihracat senaryolarında nükleer güvenlik ve yayılmanın önlenmesi (safeguards) açısından ayrıca ele alınması gereken konulardır.
- Teknik tartışmalar: Çakıl yataklı reaktörlerde havaya maruz kalma durumunda grafitin yanıcılığı gibi konular literatürde tartışmalıdır; tasarımcılar ise TRISO kaplamanın bu riski büyük ölçüde azalttığını savunmaktadır.
- Anlaşmanın niteliği: Bu bir ihracat veya satış sözleşmesi değildir; ticari sözleşmeler ilerleyen dönemde ülke ve şirket düzeyinde ayrıca müzakere edilecektir.

4. Temel Veriler

Konu	Bilgi
Taraflar	Chinergy Co., Ltd. (CNNC iştiraki) ve IAEA
İmzacılar	Shi Qi (Chinergy) ve Rafael Grossi (IAEA)
Yer / tarih	Viyana, IAEA 70. Genel Konferansı açılışı, 14 Eylül 2026
Kapsam	Ar-Ge, tasarım, inşaat, devreye alma, işletme, tedarik zinciri, personel eğitimi
Shidaowan HTR-PM	2 × 250 MWt reaktör, 1 × 210 MWe türbin; ticari işletme Aralık 2023
Reaktör çıkış sıcaklığı	Yaklaşık 750 °C (helyum)
Xuwei Faz I	2 × 1.208 MWe Hualong One + 1 × 660 MWe HTGR; inşaat Ocak 2026
Xuwei hedef çıktısı	~32,5 Mt/yıl buhar; >11,5 milyar kWh/yıl elektrik

Çin'de HTR-PM'nin Yakıtı, Gücü ve 600 MW'lık Santral Takvimi

Yakıt: uranyum-235, toryum değil. Shidaowan'daki HTR-PM'de yakıt, yaklaşık %8,5 zenginleştirilmiş düşük zenginlikli uranyumdur (U-235). Uranyum dioksit, grafit küreler içinde dört katmanlı seramik (TRISO) kaplı parçacıklar halinde bulunur. **Toryum-uranyum yakıt çevrimi, Almanya'daki THTR-300'ün özelliği idi; Çin'in bugün işletmedeki santralinde toryum kullanılmamaktadır.**



Xuwei (Jiangsu) Faz I'deki 660 MWe'lik HTGR ünitesi, HTR-PM600 sınıfının ilk ticari uygulaması olarak planlanıyor. Faz I'in ilk Hualong One ünitesinin inşaatı 16 Ocak 2026'da başladı ve 2030'da işletmeye girmesi hedefleniyor.

Dünya Nükleer Birliği (WNA) veri tabanı, uydu görüntülerine dayanarak Xin'an HTR-PM600-1 ünitesini Haziran 2024'ten beri inşa halinde gösteriyor; resmî ilk beton tarihi ise doğrulanmış değil.

- Shidaowan'da ilk beton 2012'de dökülmüş, ticari işletme Aralık 2023'te başlamıştır (yaklaşık 11 yıl). İlk örnek olduğu için tekrarlanan tasarımda sürenin kısılması beklenir; ancak bunu doğrulayan resmî bir açıklama yoktur. 600 MW sınıfının ticari işletmeye girişini 2030'ların ilk yarısında görmek makul bir beklentidir, resmî takvim değildir.

Özellik	HTR-PM (Shidaowan)	HTR-PM600
Reaktör modülü	2 × 250 MWt	6 × 250 MWt (1.500 MWt)
Elektrik gücü	210 MWe	600 MWe net / 650 MWe brüt
Durum	Aralık 2023'ten beri ticari işletmede	Tasarım hazır; resmî işletme tarihi açıklanmadı

Ek : Kısaltmalar ve Terimler Sözlüğü

Aşağıdaki liste, yazıda geçen kısaltmaların açılımlarını ve kısa açıklamalarını içerir. Kurum ve proje adlarının Türkçe karşılıkları açıklayıcı çeviridir; resmî Türkçe adları olmayabilir.

A. Kurumlar ve kuruluşlar

Kısaltma	Açılımı	Türkçe karşılığı / açıklama
IAEA	International Atomic Energy Agency	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA)
CAEA	China Atomic Energy Authority	Çin Atom Enerjisi Ajansı

Kısaltma	Açılımı	Türkçe karşılığı / açıklama
CNNC	China National Nuclear Corporation	Çin Ulusal Nükleer Şirketi; Çin'in devlet nükleer şirketi
Chinergy	Kısaltma değil, şirket adı	HTGR teknolojisini ticarileştiren, CNNC bağlantılı Çin şirketi
INET	Institute of Nuclear and New Energy Technology	Tsinghua Üniversitesi Nükleer ve Yeni Enerji Teknolojisi Enstitüsü
SASAC	State-owned Assets Supervision and Administration Commission	Devlet Mülkiyetindeki Varlıkları Denetleme ve Yönetim Komisyonu
KFA	Kernforschungsanlage Jülich	Jülich Nükleer Araştırma Tesisi (bugünkü adı Forschungszentrum Jülich)
WNA	World Nuclear Association	Dünya Nükleer Birliği
OSTI	Office of Scientific and Technical Information	ABD Enerji Bakanlığı Bilimsel ve Teknik Bilgi Ofisi
CAE	Chinese Academy of Engineering	Çin Mühendislik Akademisi (kaynakçada geçen Engineering dergisinin yayıncısı)

B. Reaktör ve proje adları

Kısaltma	Açılımı	Türkçe karşılığı / açıklama
HTGR	High-Temperature Gas-cooled Reactor	Yüksek Sıcaklıklı Gaz Soğutmalı Reaktör
HTR	High-Temperature Reactor	Yüksek sıcaklıklı reaktör (genel ad)
HTR-10	High-Temperature Reactor, 10 MW	Tsinghua'daki 10 MW termal güçte deneysel reaktör (2000)
HTR-PM	High-Temperature Reactor – Pebble-bed Module	Yüksek Sıcaklıklı Reaktör – Çakıl Yataklı Modül; Shidaowan'daki 210 MWe'lik santral
HTR-PM600	HTR-PM, 600 MWe sınıfı	Altı HTR-PM modülünün tek türbine bağlandığı büyük sürüm
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor	Deneme Reaktörü Çalışma Grubu; Jülich'teki deneme reaktörü (1966–1988)
THTR-300	Thorium-Hochtemperatur-Reaktor, 300 MWe	Toryum Yüksek Sıcaklıklı Reaktör; Hamm-Uentrop'ta 300 MWe'lik prototip
PWR	Pressurized Water Reactor	Basıncılı Su Reaktörü (örnek: Hualong One)
ACP100	Linglong One'in tasarım adı	Çin'in kara tipi küçük modüler reaktörü
TRISO	Tristructural-isotropic	Yakıt çekirdeğinin seramik ve karbon katmanlarıyla kaplandığı yakıt parçacığı
EPC	Engineering, Procurement, Construction	Mühendislik, Tedarik, İnşaat (anahtar teslim yapım modeli)

C. Birimler ve kimyasal gösterimler

Kısaltma	Açılımı	Açıklama
MW	Megawatt	1 milyon watt; güç birimi
MWe	Megawatt elektrik	Santralin elektrik gücü
MWt	Megawatt termal	Reaktörün ısı gücü
MWh / kWh	Megawatt-saat / kilowatt-saat	Enerji birimi (1 MWh = 1.000 kWh)
°C / K	Santigrat derece / Kelvin	Sıcaklık birimleri
U-235	Uranyum-235	Fisyon yapabilen uranyum izotopu
UO₂	Uranyum dioksit	HTR-PM'nin yakıt malzemesi
Ar-Ge	Araştırma ve Geliştirme	—

D. Sık geçen teknik terimler

Terim	Kısa açıklama
Kuşak (nesil)	Reaktör tasarımlarının gelişim aşamaları. Hualong One 3. kuşak, HTGR ise 4. kuşak reaktör olarak anılır.
Çakıl yatağı (pebble bed)	Yakıtın tenis topundan küçük grafit kürelerden oluştuğu ve çekirdekte bir yığın halinde durduğu reaktör türü.
Moderatör	Nötronları yavaşlatarak zincirleme tepkimeyi sürdüren malzeme; burada grafit.
Zenginleştirme	Uranyumdaki U-235 oranının doğadaki değerin ($\approx 0,7\%$) üzerine çıkarılması; HTR-PM'de yaklaşık $8,5\%$.
Kritiklik	Reaktörde zincirleme tepkimenin kendi kendini sürdürebildiği ilk durum.
Şebeke senkronu	Santralin ilk kez elektrik şebekesine bağlanması.
Tam yük günü eşdeğeri	Toplam üretimin, santralin tam güçte kaç günde üreteceği süreye çevrilmiş hali.
Pasif güvenlik	Dış güç veya operatör müdahalesi gerekmeden doğal yollarla (iletim, ısınım) sağlanan güvenlik.
Sıcak gaz kanalı	Sıcak helyumu reaktörden buhar üreticine taşıyan boru hattı.

5. Kaynakça

- China.org.cn (Almanca), "Chinas Kerntechnik der 4. Generation auf dem Weg zur Welt", 18.09.2026 – german.china.org.cn/txt/2026-09/18/content_118702137.htm (Ana kaynak)
- Global Times, "CNNC, IAEA sign HTGR cooperation agreement...", 15.09.2026 – globaltimes.cn/page/202609/1370561.shtml
- Interesting Engineering, "China takes advanced reactor expertise global through IAEA technology-sharing deal", 15.09.2026
- IRIA News, "Nuclear expansion, safeguards and cooperation dominate IAEA's 70th General Conference"
- SASAC / CNNC, "Xuewei Nuclear Power and Heating Plant Begins Construction", Ocak 2026
- POWER Magazine, "China's Advanced Nuclear Efforts Are Pushing Frontiers"; "Impressive Milestones Achieved on Chinese Advanced Nuclear Power Projects"
- Nuclear Engineering International, "China's HTR-PM demonstration project enters commercial operation"; "China approves Xuewei Phase I"
- Modern Power Systems, "China's world-first pebble bed facility goes commercial"
- NucNet, "Critical Cooling Test On Shidao Bay-1 Nuclear Plant A Success"; "Shidao Bay HTR-PM Nuclear Energy Heating Project Begins Operation"
- South China Morning Post, "China is building world-first triad reactor system..."
- Wikipedia: AVR reaktor; THTR-300 (İngilizce ve Almanca); Forschungszentrum Jülich; Nuclear power in Germany
- ScienceDirect, "Major milestones of HTR development in Germany and still open research issues"; OSTI, "Decommissioning of the thorium high-temperature reactor, THTR 300"; HammWiki, THTR-300
- Wikipedia: HTR-PM; Shidao Bay Nuclear Power Plant; Pebble-bed reaktor (tarihçe ve teknik ayrıntılar için)