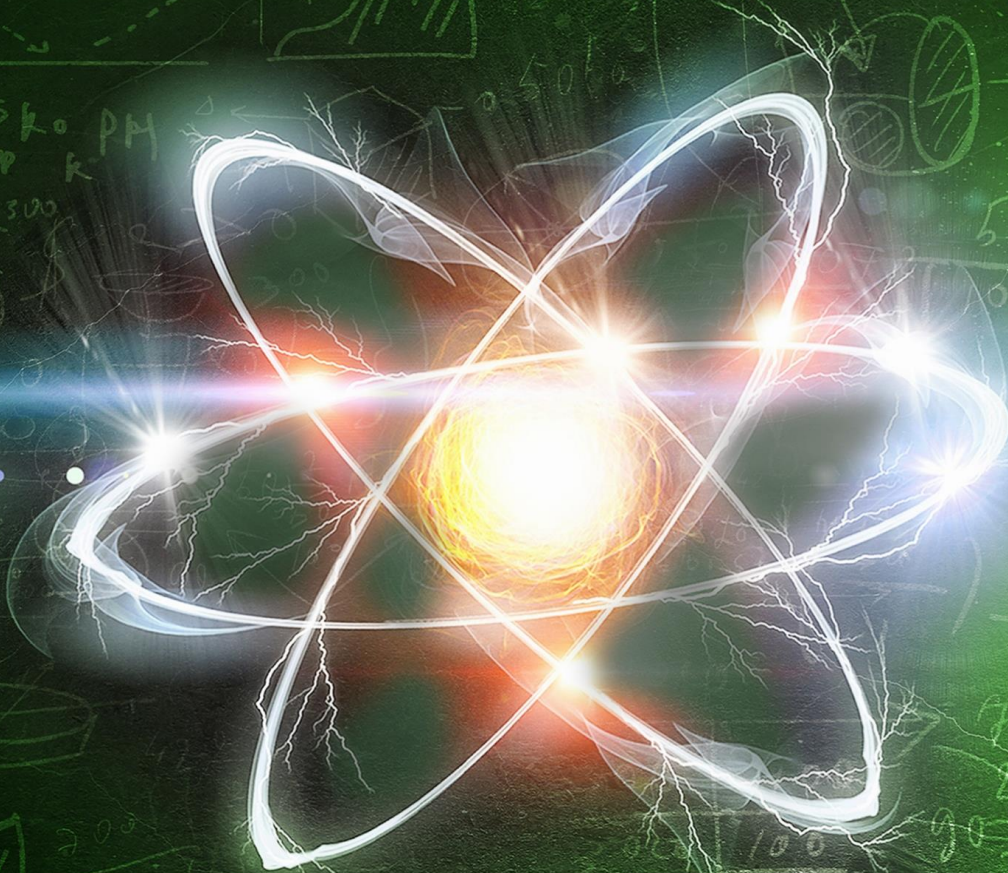




II. TEMİZ ENERJİ TEKNOLOJİLERİ
ULUSAL ÇALIŞTAYI
SMR Teknolojileri

⁹⁰
ThorAtom
energy forever



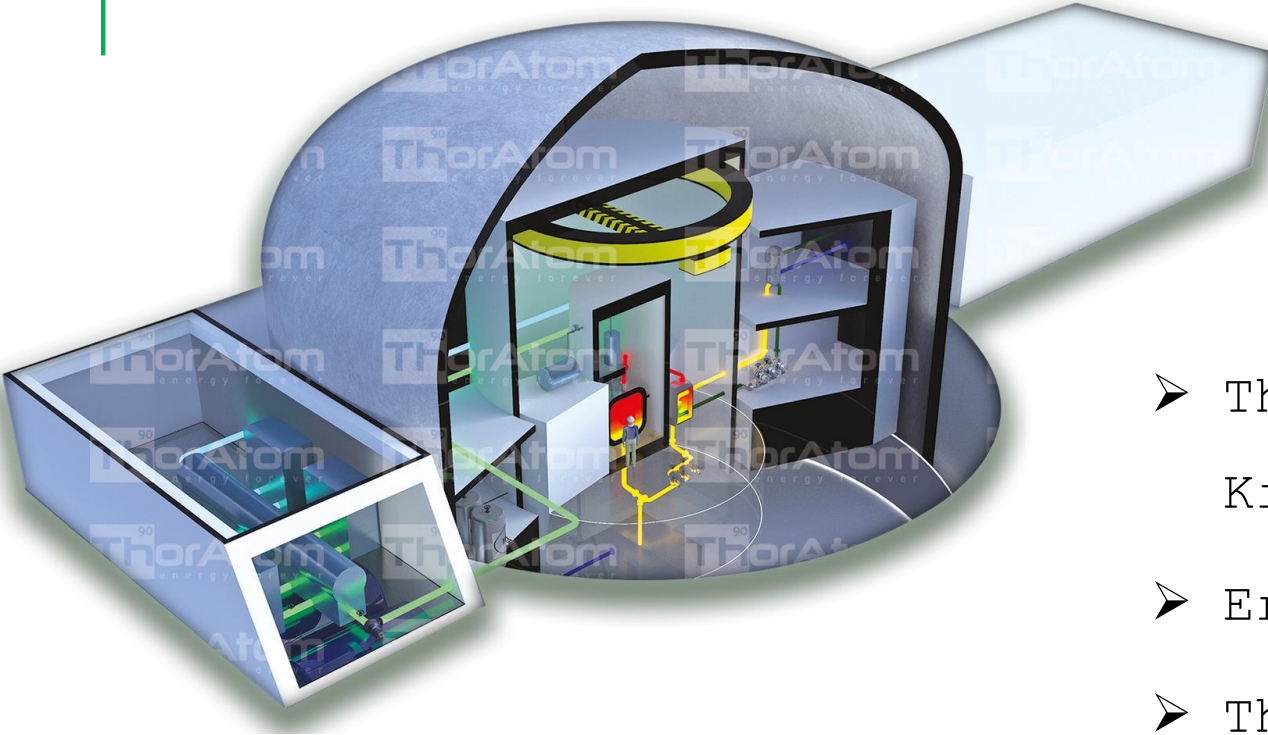
ThorAtom'un ETR Kapsamında Yürüttüğü Ar-Ge Çalışmaları ve Kazanımları

Dr. Hüseyin Ayhan

ThorAtom AŞ, Genel Müdür Yardımcısı

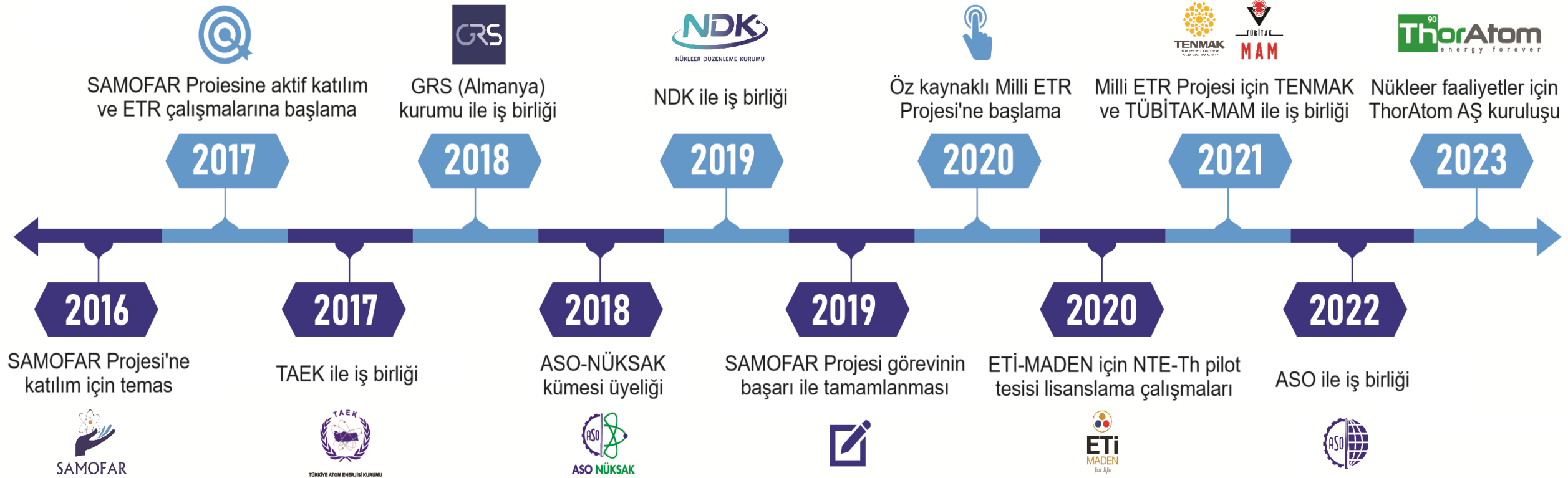
8 Ocak 2026

thoratom.com



- ThorAtom'un Kuruluş Süreci /
Kilometre Taşları
- Ergimiş Tuz Reaktörü Teknolojisi
- ThorAtom Konseptinin Seçimi
- Ar-Ge Kapsamlı Çalışmalarımız
- Planlanan Çalışmalar

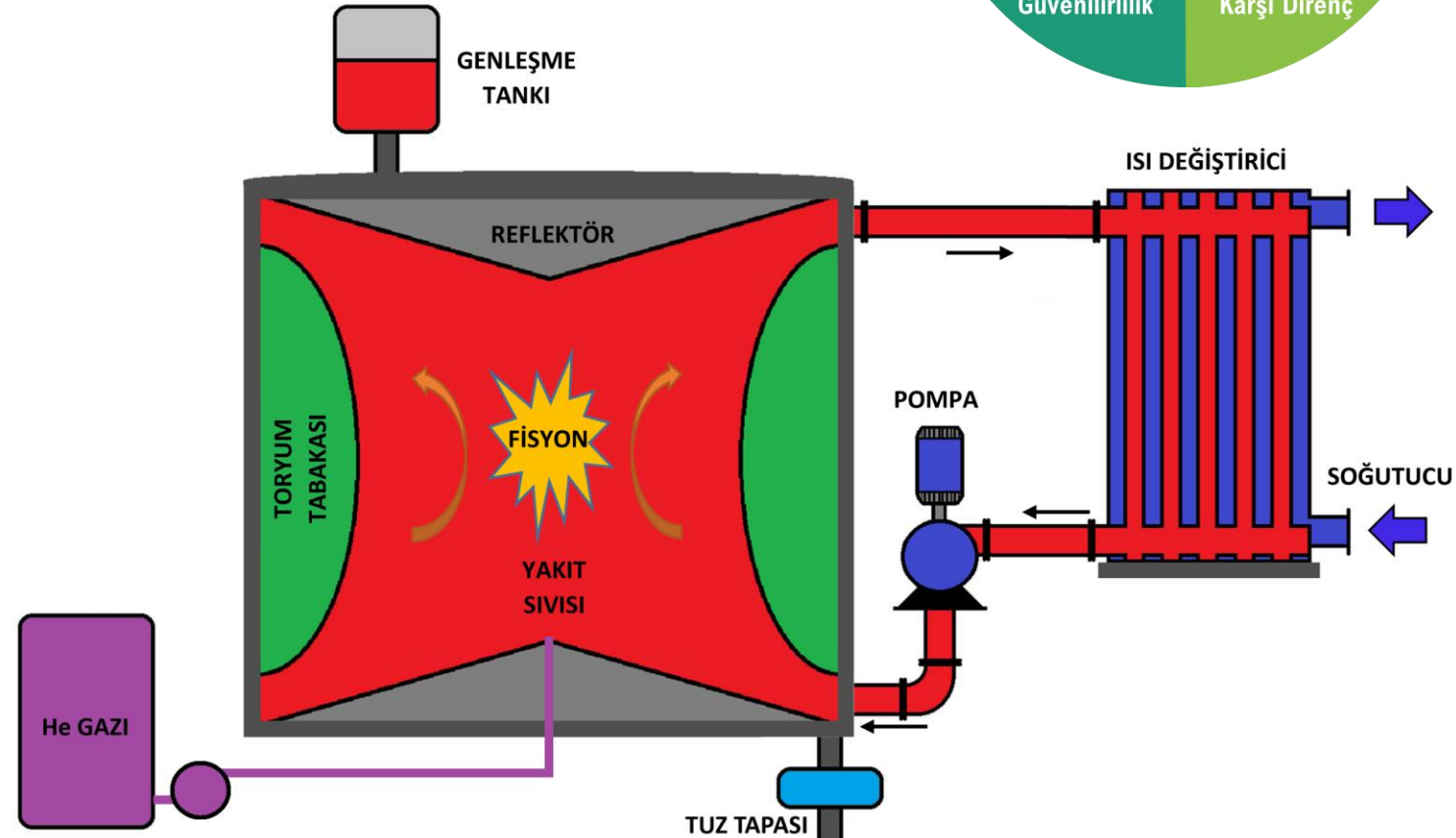
Nükleer Teknolojideki Kilometre Taşları



Ergimiş Tuz Reaktörü Teknolojisi

- ❑ Gen IV – Yeni Nesil – Gelişmiş Tasarım
- ❑ Ekonomik olarak rekabetçi
- ❑ Sürdürülebilir yakıt ve atık sunar
- ❑ Geleneksel reaktör atıklarını yakabilir
- ❑ Sıvı yakıtın kolay işlenmesi
- ❑ Doğal olarak güvenli (Pasif güvenlik)
 - ❑ Yakıtın genleşmesi
 - ❑ Çekirdek (yakıt) pasif deşarjı
 - ❑ Çekirdek erimesi yok
- ❑ Fabrikasyon üretime uygunluk
- ❑ Kısa inşaat süresi
- ❑ LWR'lere kıyasla çok yüksek EROI.
- ❑ TWh başına çok düşük Malzeme Tüketimi

Gen-IV
Kriterle
ri



Tasarım Türleri & ThorAtom'un Tür Seçimi

ETR teknolojisi üzerinde çalışan bazı şirket veya kurumlar:

	YAVAŞ		HIZLI	
	Flor Bazlı	Klor Bazlı	Flor Bazlı	Klor Bazlı
Toryum (+)	SİNAP (TMSR-LF) Thorcon (TMSR) Copenhagen Atomics (CA-WB) Flibe Energy (LFTR) Moltex Energy (SSR-Th) Thorizon Alpha Tech ThorAtom-MSTR		EU Project (MSFR)	Germany (DFR)
Toryum (-)	Terrestrial Energy (IMSR) Moltex Energy (SSR-U) Seaborg Tech. (CMSR)		Kurchatov Inst (MOSART) ThorAtom-MSFR	Moltex Energy (SSR-W) Terrapower (MCFR) Exodys Energy (FC-MSR) Core Power Naarea (XAMR) Stellaria (MSR)

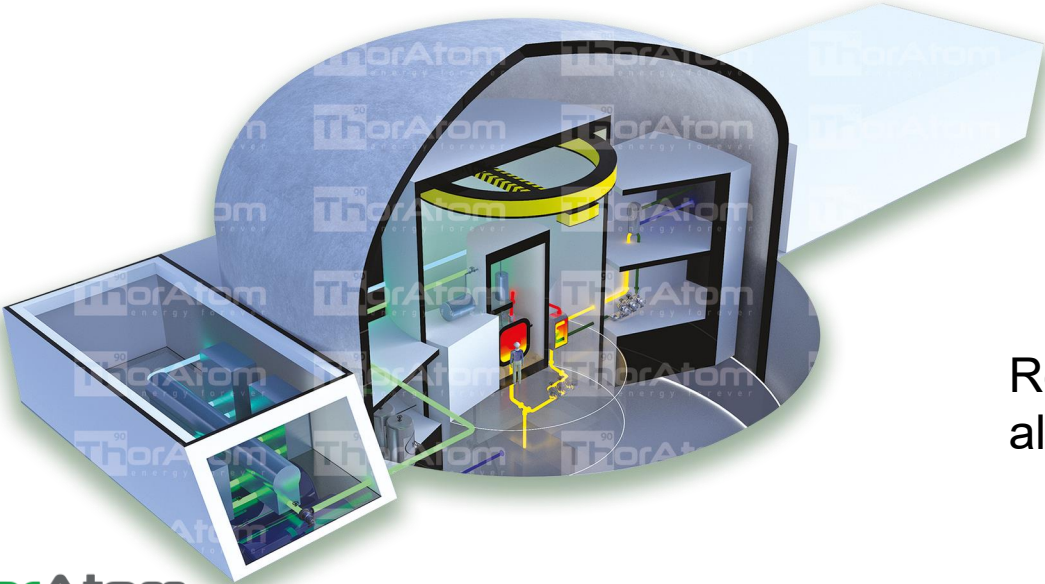
ThorAtom'un ETR Konsept Tasarımı

❑ Hızlı Spektrum

- ❖ HALEU yakıt
- ❖ FLiBe Tuzu ($LiF+BeF_2+UF_4$)
- ❖ 100 MW-elektrik
- ❖ Yılda bir yakıt işleme (Temizleme+Ekleme)
- ❖ Reaktivite kontrolü için He eklenme

❑ Yavaş Spektrum

- ❖ LEU yakıt + Toryum
- ❖ FLiBe Tuzu ($LiF+BeF_2+ThF_4+UF_4$)
- ❖ 30 MW-Isıl
- ❖ Çevrimiçi yakıt işleme (Temizleme+Ekleme)
- ❖ Reaktivite kontrolü için He eklenme
- ❖ Grafit moderatör
- ❖ Düşük yakıt maliyeti



Reflektör ve yapısal malzeme olarak nikel esaslı süper alaşımlar seçilmiştir.

ThorAtom'un ETR Teknolojisi Çalışma Alanları

Sistem Tasarım ve Ekipman Yerleştirme

- Reaktör birincile ekipmanlarının konumlandırılması
- Aktif ve pasif güvenlik sistemlerinin konumlandırılması
- Operasyona özelsistemlerin yerleştirilmesi
- Tesi katplanlarının kurulanması

CFD Çalışmaları: Alt sistem tasarımlarının optimizasyonu

- HX tasarımı
- kor içi akış karakteristiklerinin incelenmesi
- kor giriş bölgesi tasarımı
- kor boşaltım analizleri
- birincidevre izolasyon tasarımı
- tuz tapası rimesimülasyonları
- birinci devre boşaltım simülasyonu
- kapalı devre reaksiyon stabilizasyonu
- kapalı devre sıcaklık etkisi ve genleşme tankı davranış simülasyonu

Yakıt Seçim: Kimyasal ve Radyoaktifite açısından inceleme

- Uve Th'un birlikte kullanılması ve zeğinliklerinin belirlenmesi
- Ergimiş tuzun belirlenmesi
- Fizyon ürünlerinin ergimiş yakıt bileşenleri ile ilişkisinin incelenmesi
- Trityum kontrol mekanizması
- Korozyon önleme mekanizmasının araştırılması
- Yakıt tuz molaritesinin belirlenmesi
- Erimenoktası ve ötektik bölgenin belirlenmesi
- Termofiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Nötronik Hesaplamalar: Kritik kütle hesaplamaları, Reflektör seçimi

- Durağan yakıt yaklaşımı ile MC tabanlı kornötronik incelenmesi
- Farklı yakıt kompozisyonlarındaki kritik kütle belirlenmesi
- Reflektör mazeme ve geometrisinin nötronik analiz edilmesi
- Yakıt zenginliği, türü ve molaritesinin korgeometrisine etkisinin hesaplanması
- Burnup (yanma) hesaplamaları
- Çevrimiçi (veya periyodik) yakıt temizleme analizleri ile Burnup hesaplamaları

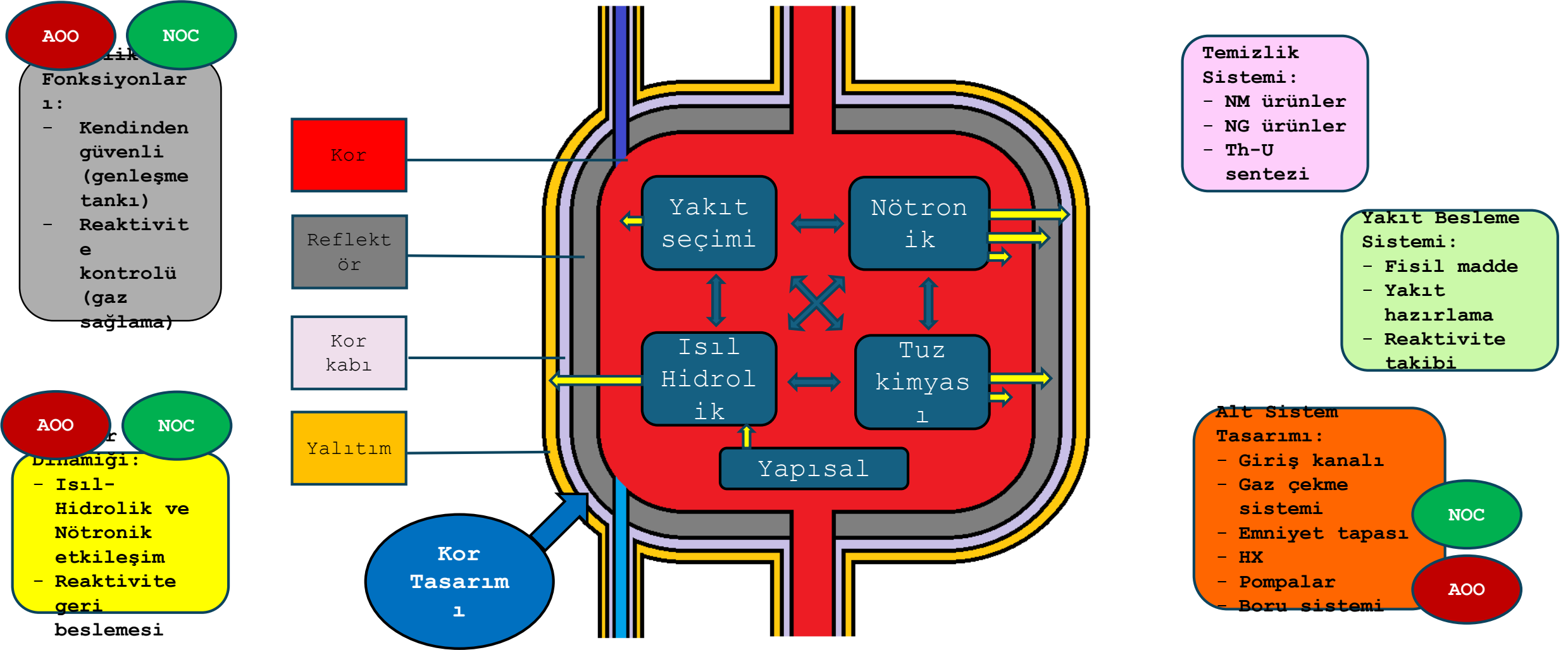
Reaktör Dinamiği: Isıl Hidrolik-Nötronik Kuplaj

- Kordinamiğinin ısıl hidrolik ve nötronik etkilerle birlikte incelenmesi
- Simülasyonun CFD ve FE A hesaplamaları ile kuplajı

Deneysel Çalışmalar

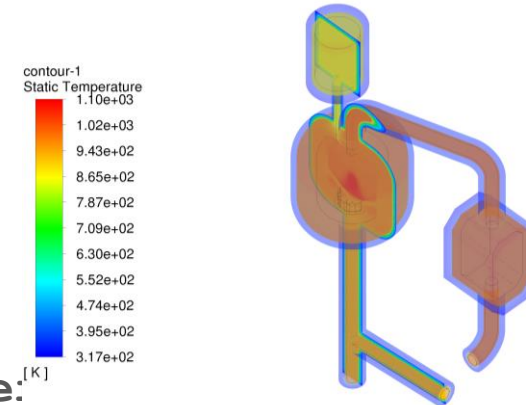
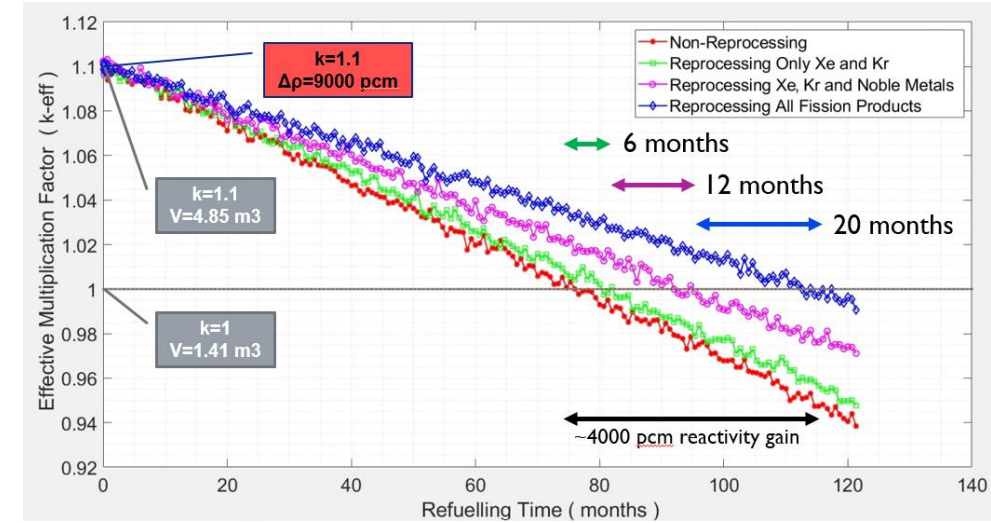
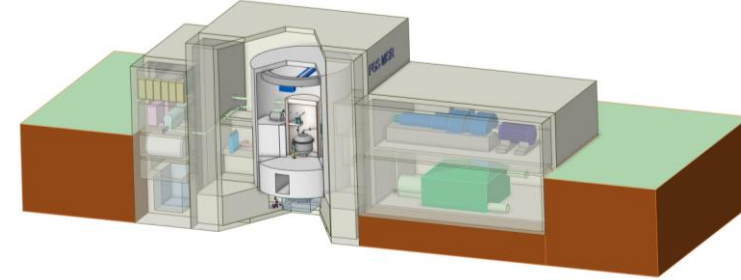
- Non-fisil deney düzeneğinin tasarımı

Örnek: ETR Kor tasarımı için Ele Alınacak Hususlar

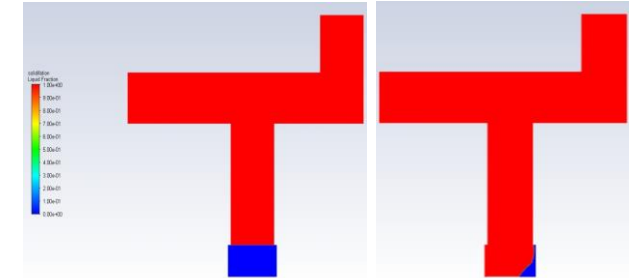
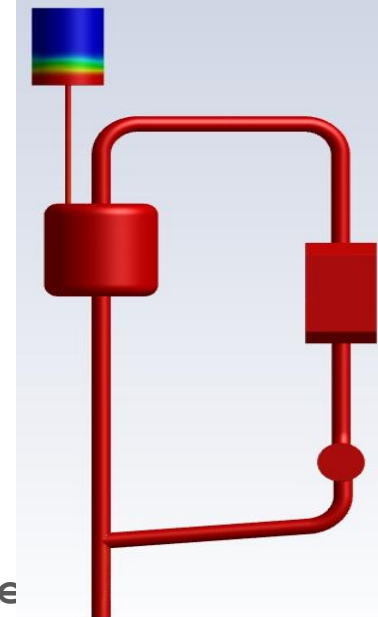
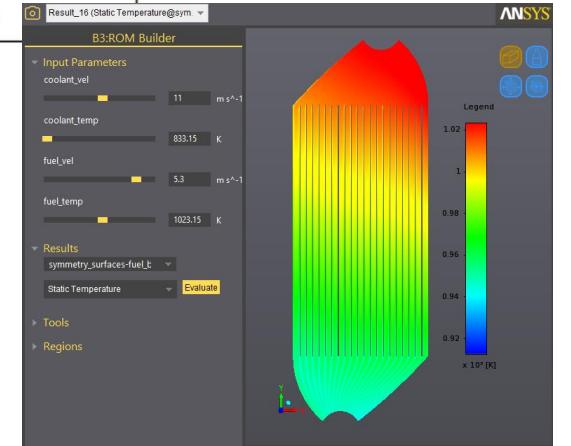
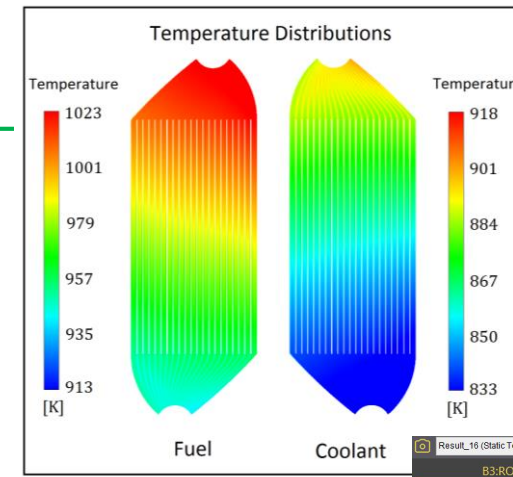


ETR Çalışmaları

- ❑ Seçilen her reaktör için gerçekleştirilen süreçler/analizler
 - ❑ Yakıt seçimi için kimyasal incelemeler
 - ❑ Reaktör binası kat yerleşim planları ve 3D çizimlerin hazırlanması
- ❑ Kor nötronik analizleri
 - ❑ Kritik kütle, kor boyutlandırması
 - ❑ Burnup hesaplamaları, yakıt değişim periyotları
 - ❑ Çevrimiçi yakıt temizlemeye yönelik nötronik hesaplamalar
 - ❑ Gaz ve metalik fisyon ürünlerinin temizlenmesine yönelik reaktivite hesaplamaları
- ❑ Kor içi ısıl-hidrolik analizler
 - ❑ Yakıt giriş kolektörü tasarımı
 - ❑ Isıl izolasyon çalışmaları
 - ❑ Malzeme üzerine etkiyecek ısıl gradyentleri haritalaması



- ❑ Seçilen her reaktör için gerçekleştirilen süreçler/analizler
 - ❑ Birinci devre sistemleri tasarımı
 - ❑ Isı değiştirici tasarımı
 - ❑ Isı değiştiricinin farklı senaryolardaki performans incelemesi
 - ❑ Borulama optimizasyonu
- ❑ Güvenlik sistemleri tasarımı
 - ❑ Genleşme tankı davranışının incelenmesi
 - ❑ Tuz tapası ergime analizleri
 - ❑ Acil durum tahliyesi simülasyonları, boşaltım optimizasyonu
 - ❑ Kor içi helyum ekleme fenomeni analizleri



- ❑ Jenerik hızlı spektrum ETR için Simülatör Geliştirme Çalışması
 - ❑ MATLAB/Simulink platformunda ETR simülatörü
 - ❑ Nötronik: Point-Kinetik Denklemleri ile konumdan bağımsız, zamana bağlı davranış
 - ❑ 0-B, konumdan bağımsız, zamana bağlı ısı tasarım,
 - ❑ Rekativite geri besleme mekanizması

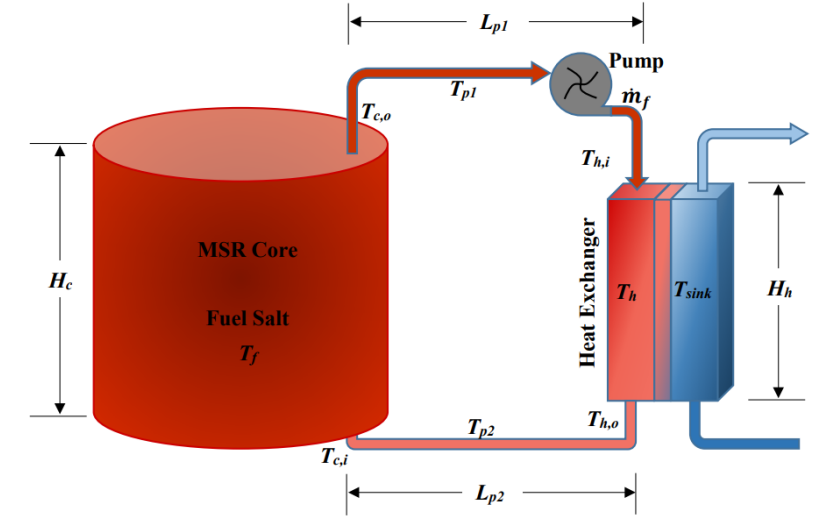


Figure 1: Schematic view of the Molten Salt Reactor primary circuit.

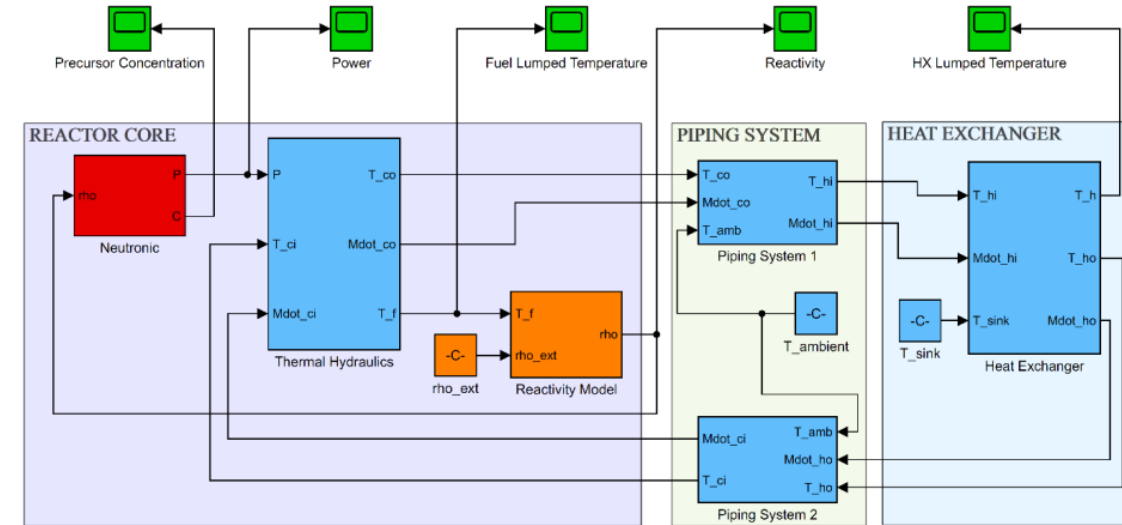
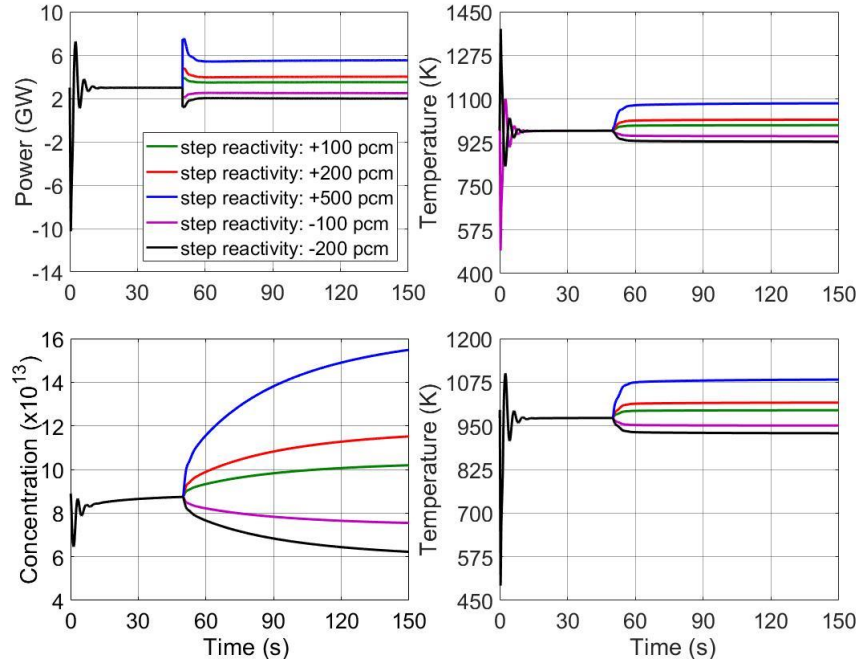
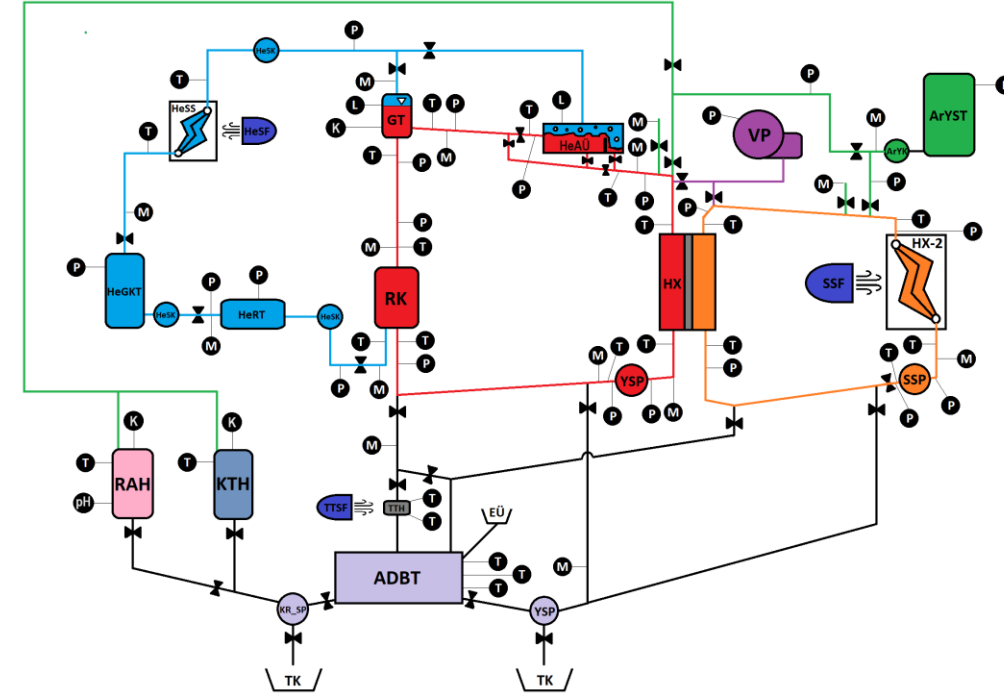


Figure 2: Simulink model

Deneysel Arařtırmalar

- ❑ Deneysel araştırma altyapısının oluşturulmasına yönelik çalışmalar
 - ❑ çok kapsamlı fisil olmayan deney düzeneği tasarımı
 - ❑ Mekanik ve elektro-mekanik sİstemin tasarlandı
 - ❑ Düzenek retimi için hammadde tedarikçilerinin tespiti yapıldı
 - ❑ Fiyat teklifleri toplandı
 - ❑ Deney sistemi ile çok yönlü yapılabilecek incelemeler
 - ❑ CFD çalışmalarının doğrulanmasına yönelik deneyler
 - ❑ Isı değiştiricinin farklı koşullardaki performansının incelenmesi
 - ❑ Güvenlik mekanizmalarının deneyssel incelenmesi
 - ❑ Korozyon süreçlerinin incelenmesi
 - ❑ Kimyasal inceleme altyapısı



FLiNaK Test Düzeneği

ETR İNCELEMESİ İÇİN DENEYSEL DÜZENEK

- Numerik modellerin doğrulanması
- ETR Güvenlik sistemlerinin testi
- Tuz ve malzeme özelliklerinin ölçümü

Yürütülecek
DeneySEL
Çalışmalar



- "HAD çalışmalarını doğrulamak" için ısı- hidrolik deneyler
- "Isı eşanjörünün" performans testleri
- "Doğal sirkülasyon" deneyleri
- "Güvenlik tapası" erime davranışının araştırılması
- "Sistemdeki tuzun boşalma davranışının" incelenmesi
- Ani ısıtma ile "genleşme kabı" davranışının izlenmesi
- "Helyum ekleme" koşullarının incelenmesi
- "Helyum ayırma" testleri
- Yapısal malzemede "korozyon sürecinin" araştırılması
- "Redoks tepkimelerinin" incelenmesi



Kazanımlarımız

2017

2019

2020

2021

2022

2023

2024

2025



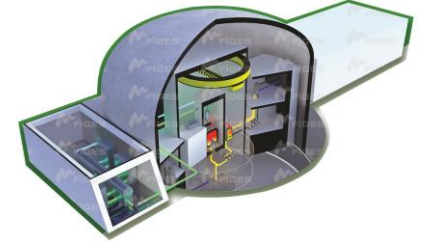
SAMOFAR
projesi
kapsamında
ısı
değiştirici
tasarımı
gerçekleştirildi.



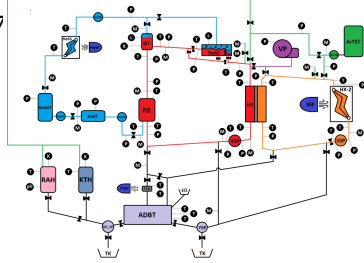
Milli ETR Geliştirmek
için Türkiye'deki
ilgili kurum ve
kuruluşlar ile
temaslar kuruldu,
politika
oluşturulmasına destek

verildi
9 YILLIK ETR TECRÜBESİ

ETR Duyarlılık
çalışmaları ve
ETR Konsept
tasarımları
için analizler



ETR deney
düzeneği
tasarımı



STB
Projesi

- ❑ Hedefimiz, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın "Milli Reaktör Geliştirme Projesi" kapsamında ilk 4 yıl içerisinde;
- ❑ Tüm Ar-Ge çalışmalarını ve ilgili hesaplamaları tamamlamak
- ❑ Deney düzeneğini kurarak simülatif çalışmaları doğrulamak
- ❑ İkinci 4 yıl içerisinde;
- ❑ Lisanslama sürecini ve ilgili Güvenlik analizi çalışmalarını tamamlamak
- ❑ Gösterim reaktörünün kurulumun çalışmalarını başlatmak
- ❑ 2035 yılından sonra ticari ölçekli ETR'lerin inşasına başlamak ve ülkemize kazandırmak.



NuClear

Sürdürülebilir gelecek için Nükleer

⁹⁰ThorAtom
energy forever

TEŞEKKÜRLER

Detaylı Bilgi için:
huseyin.ayhan@thoratom.com

thoratom.com