

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 1 / 11

1. AMAÇ

Bu kılavuzun amacı araştırma reaktörleri için hazırlanması gereken Güvenlik Analiz Raporunun format ve içeriğinin belirlenmesidir.

2. KAPSAM

Bu Kılavuz araştırma, eğitim, deneme, tıbbi ve/veya endüstriyel uygulama vb. amaçlarla inşa edilen araştırma reaktörlerine uygulanır.

3. YASAL DAYANAK

Bu Kılavuz 13/7/1982 tarih ve 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanununun 4 üncü maddesinin birinci fıkrasının (e) bendine dayanarak, 19/12/1983 tarih ve 18256 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük” uygulamalarını desteklemek üzere hazırlanmıştır.

4. TANIMLAR

Bu Kılavuzda geçen;

a) Beklenen işletme olayları: Tesisin ömrü boyunca bir ya da daha fazla kez meydana gelmesi beklenen ve gerçekleştiğinde tesise veya güvenlik sistemlerine bir zarar vermesi veya kaza koşullarına yol açması mühendislik sistemleri ile tasarım aşamasında engellenen normal işletmeden sapmaları,

b) Düşünülebilir En Büyük Kaza (DEBK): Bir nükleer tesis için tasarımda kapsanan kazaların ötesinde düşünülebilen, radyolojik sonuçları en büyük olan ve acil durum planlama bölgelerinin tanımlanmasına temel teşkil edecek olan kaza senaryosunu,

c) Farklılık: Belirli bir işlevi yerine getirmek üzere, ortak nedenli arıza olasılığını azaltmak amacıyla farklı özellikleri kullanan iki ya da daha fazla sayıda yedekli sistem veya bileşenlerin varlığını,

ç) Fiziksel ayrılık: Ortak nedenli arıza olasılığını azaltmak amacıyla, aynı işlevi gören sistemlerin konum, yön gibi mekansal yöntemlerle, uygun bariyerlerle veya bunların kombinasyonu bir sistemle birbirlerinden ayrı olmasını,

d) Güvenilirlik: Bir sistem, bileşen veya ekipmanın, istendiğinde ve tesisin o anki koşullarında, istenen zaman aralığında fonksiyonunu tam olarak yerine getirme olasılığını,

e) Güvenli arızalanma: Tesiste kullanılan sistem veya bileşenlerin, arızalanmaları durumunda tesis güvenliği açısından daha kötü bir duruma geçilmesini engelleyecek şekilde tasarılanmasını,

f) İşletme için sınır koşullar: Sistem ve bileşenlere ait kısıtlamalar ile işletme parametreleri için çoğunlukla yönetsel gerekçelerle belirlenen ve güvenlik ayar sınırları içinde kalan aralıklardan oluşan sınırlayıcı koşulları,

g) Kaza koşulları: Beklenen işletme olaylarının ötesinde, tasarıma esas ve tasarım ötesi kazaları da kapsayan normal işletme koşullarından tüm sapmaları,

ğ) Kurum: Türkiye Atom Enerjisi Kurumunu,

h) Meteoroloji programı: Meteorolojik verilerin izlenmesine yönelik olarak saha içinde bulunan ölçüm ve kayıt cihazları, bunların kalite temin belgeleri, tutulan kayıtlar ve ölçümlerin kullanımını anlatan programı,

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 2 / 11

1) Mühendislik Güvenlik Özellikleri (MGÖ): Nükleer tesislerde beklenen işletme olayları ve kaza koşullarının olası sonuçlarını hafifletmek amacıyla tasarlanmış otomatik olarak tetiklenen özel sistem veya özellikleri,

i) Reaktör Kontrol Sistemi (RKtS): Reaktörlerde gücün kontrol edilmesi ve düzenlenmesi için tasarlanmış sistemleri,

j) Reaktör Koruma Sistemi (RKrS): Reaktörün işletilmesini izleyen ve olağan dışı bir durum algılandığında güvensiz duruma geçişi engellemeye yönelik müdahaleleri otomatik olarak başlatan sistemi,

k) Referans radyasyon düzeyi: Bir nükleer tesisin inşaat ve işletme aşamalarından önce saha içi ve saha dışında, flora, fauna, toprak, hava ve su gibi çevresel ortamlarda ölçülmüş doğal ve yapay radyoaktivite düzeyini,

l) Tasarıma esas kazalar: Tesisin tasarımı sırasında güvenlik sistemlerinin sınırlarını belirleyen kazaları,

m) Tasarımda kapsanan kazalar: Radyoaktif madde salınması uygun tasarım özellikleri sayesinde kabul edilebilir düzeyde tutulan normal işletme koşullarından sapmalar sonucu meydana gelen ve tasarıma esas kazaları kapsayan kazaları,

n) Tesis: Araştırma reaktörünün bulunduğu sahanın içerisinde yer alan tüm yapı ve sistemleri,

o) Trip: Reaktör koruma sisteminden gelen sinyal üzerine durdurma veya güvenlik sistemlerinin harekete geçmesini,

ö) Yedeklilik: Sistem ve bileşenlerin işlevlerinin her koşulda yerine getirildiğinin güvence altına alınmasını sağlamak amacıyla aynı işlevi gören farklı ya da aynı nitelikte yedek sistem veya bileşenlerin bulunmasını

tanımlar.

5. GENEL İLKELER

5.1. Genel Yaklaşım

Güvenlik Analiz Raporu (GAR) araştırma reaktörünün güvenli bir tasarıma sahip olduğunu ve güvenli bir şekilde işletileceğini açık bir şekilde ortaya koyan tüm bilgileri içermelidir.

Hesap ve analizlerde kullanılan metotlar, kodlar, formüller, yaklaşımlar, kabuller, kullanılan çarpanlar, kullanılıyorsa deney sonuçları ve referanslar açıkça belirtilmeli, kullanılan tüm birimler SI olmalı, zorunluluk sonucu kullanılan farklı birimlerin SI karşılığı ve dönüştürme katsayısı verilmelidir.

GAR'da verilen tüm bilgiler anlaşılır, tutarlı, GAR'ın değerlendirilmesine ve analizlerin tekrarlanabilmesine olanak sağlayacak yeterlilikte olmalıdır. Tesise ilişkin bilgiler gerektiğinde teknik çizimler, şekiller ve grafiklerle desteklenmelidir.

Tesisin işletme sınır ve koşulları, tesisle ilgili veri ve analizlere dayanılarak GAR'ın ilgili bölümlerinde türetilmeli ve bilginin işletme sınır veya koşulu olarak Bölüm 7.1'e taşınacağı türetildiği yerde belirtilmelidir.

5.2. Güncellemeler

GAR ilk önce tasarım parametrelerine dayanılarak hazırlanmalıdır. Tesisin güvenli bir tasarıma dayandığını gösteren GAR, inşa ve işletmeye alma aşamaları sırasında oluşan farklılık ve değişiklikleri de içerecek şekilde güncellenmelidir.

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 3 / 11

İşletme lisansı sonrasında, GAR her beş yılda bir işletme organizasyonu tarafından gözden geçirilmelidir. Özellikle teknik veya idari değişiklikler ve yeni deneyler GAR'a eklenmelidir. Güncellenen GAR, değişiklik içeren bölümlerin bir listesi ile birlikte Kuruma sunulmalıdır.

5.3. Format

GAR Türkçe olmalı ve 6. Bölümde tanımlanan ana başlıklara sadık kalınarak hazırlanmalıdır. Ana başlıkların altında yer alacak olan bilgiler, aynı bölümde tanımlanan içeriğe uygun olmak koşuluyla, işletici tarafından oluşturulacak alt başlıklar altında verilebilir. Tesise özel bilgiler için yeni alt başlıklar oluşturulabilir.

GAR için bir kapak sayfası hazırlanarak kapakta başlık ve hazırlandığı tarih yer almalıdır. Takip eden sayfada GAR'ın resmi kopya olduğunu gösteren tesis yöneticisinin adı, soyadı ve imzası bulunmalıdır. İmza sayfasını içindekiler, şekil ve tablo dizinleri izlemelidir. Takip eden sayfalarda Kurumun mevzuatında yer alan tanımlarla çelişmemek koşuluyla, varsa tesise özgü tanımlar verilmeli, GAR'da geçen tüm kısaltmaların açık halleri listelenmelidir.

Tüm sayfalar numaralandırılmalıdır. Sayfa numarası her bölüm için yeniden başlatılmalı ve bölüm numarası ile sayfa numarası birlikte kullanılmalıdır.

5.4. Destekleyici Dokümanlar

Kurumun lisanslama prosedürü çerçevesinde talep edeceği dokümanların yanı sıra tüm kaza analizlerinin ayrıntılı teknik raporları GAR ile birlikte sunulmalıdır. Gerek görüldüğü takdirde değerlendirmede yardımcı olabilecek ek dokümanlar da sunulabilir.

Ek dokümanlar ve raporlarının bir listesi Kuruma sunulmalıdır.

5.5. Kaynakça

GAR'a dışardan taşınmış tüm bilgiler için kaynak gösterilmeli ve kaynaklar her bölüm sonunda listelenmelidir. Kaynak gösterilen dokümanlar Kurumun talebi durumunda sağlanmak üzere işleticide bulunmalıdır.

6. GAR BÖLÜMLERİ

6.1. Tesisin Tanıtımı

Bu bölümde tesisin kullanım amacı tanımlanmalı, tesis ve tesisin kurulduğu yer temel özellikleri ile tanıtılmalıdır. Tesisin genel yerleşim planı verilmeli ve reaktör korundan başlayarak tüm sistemlerin kısa bir tanıtımı yapılmalıdır. Bu reaktöre özgü bilgiler ile güvenlik açısından önemli özellikler vurgulanmalıdır. Varsa aynı tesiste yer alan diğer üniteler ve ortak kullanılan sistem ve bileşenler hakkında bilgi verilmelidir.

Tesisin kısa bir tarihçesi, tesiste yapılan önemli değişiklikleri de içerecek şekilde verilmelidir.

Lisans/başvuru sahibi tanımlanmalı, tesisin kurulması ve işletilmesi sırasında devreye giren yüklenici firmalar ve danışmanlar listelenmelidir.

Tesisin tasarımı, inşası ve işletilmesi sırasında uyulan/uyulacak olan temel nükleer güvenlik ilkelerine ilişkin bilgiler verilmelidir.

6.2. Tesisin Nükleer Güvenlik Çerçevesi

Tesiste nükleer güvenlik hedeflerine ulaşılmasını sağlayan ve mevzuatta yer alan yönetsel ve teknik ilkeler ile derinliğine savunma ilkelerinin tasarımda nasıl dikkate alındığı ve hayata geçirildiği

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 4 / 11

genel ifadelerle anlatılmalı, tesisteki yapı, sistem ve bileşenlerin güvenlik sınıflandırmaları gerekçeleri de sıralanarak verilmelidir. Güvenlik açısından önemli yapı, sistem ve bileşenlerin temel güvenlik fonksiyonları tanımlanmalı ve bu fonksiyonları garanti altına alacak güvenli durdurma bileşenleri Listesi hazırlanmalıdır.

6.3. Yer Karakteristikleri

Coğrafik ve Demografik Bilgiler

Tesisin saha içindeki yerleşimi, çevresindeki yapılaşmalar ve alanların kullanımı, fiziki özellikler ile enlem ve boylam bilgilerini içeren bir haritayla desteklenerek açıklanmalıdır.

Tesise ait acil durum planında tanımlanan bölgeler temel alınarak demografik ve coğrafik özellikler, mevsimsel değişiklikler de dikkate alınarak verilmeli, reaktörün ömrü boyunca olabilecek değişiklikler öngörülmelidir.

Araştırma Reaktörünü Etkileyebilecek Tesisler

Araştırma reaktörünün güvenliğini etkileyebilecek, tesis çevresinde mevcut ve planlanan askeri, endüstriyel ve benzeri tüm tesisler ile kara, hava, su ve yeraltı taşıma yollarını içeren bilgiler verilmelidir. Bu bilgiler reaktörün ömrü boyunca güvenli bir şekilde işletilmesi ve kapatılmasını etkileyebilecek risklerin değerlendirilmesi için yeterli olmalıdır.

Meteoroloji

Araştırma reaktör sahasının bölgesel iklim tanımlaması yapılmalıdır. Atmosferik dağılım modellerinde kullanılacak yeterlilikte yerel meteorolojik bilgiler verilmelidir. Eğer varsa tesisin meteoroloji programı tanıtılmalıdır. Fırtına, şiddetli yağmur, buzlanma ve diğer aşırı meteorolojik koşullar ile ilgili tarihsel bilgiler ve öngörüler verilmeli ve bu bilgiler reaktör güvenliğine olan etkilerinin değerlendirilebilmesine olanak verecek yeterlilikte olmalıdır.

Hidroloji

Reaktörün güvenliğini etkileyebilecek veya reaktörden etkilenebilecek tüm yüzey ve/veya yeraltı sularına ilişkin olarak konumları, büyüklükleri, mevcut ve planlanan kullanımları, mevsimsel değişimleri gibi bilgiler, etkilerin tanımlanmasına, modellenmesine ve değerlendirilmesine olanak verecek yeterlilikte verilmelidir. Eğer reaktör yeri kıyıda ise reaktör civarındaki batimetrik haritaları da içeren oşinografik ve hidrografik bilgiler verilmelidir.

Jeoloji ve Sismoloji

Reaktör sahası ve çevresinin jeolojik, jeofizik ve sismik araştırma sonuçları verilmelidir. Bu araştırma sonuçları reaktör çevresinin jeoteknik özellikleri, zemin ve kaya materyalinin mühendislik özellikleri ile statik ve sismik yüklem altında stabilitesi ve sıvılaşma potansiyelini içermelidir. Reaktör sahası ve çevresini etkileyebilecek sismik aktivite yeterli bir şekilde karakterize edilerek ve yüzey faylanmaları incelenerek saptanan deprem yinelenme frekansı ve yer hareketi gibi deprem tasarım esasları verilmelidir. Bölgede meydana gelmiş tarihsel ve aletsel deprem kayıtları listelenmelidir.

Radyolojik Parametreler

Reaktör sahası ve yakın çevresinin referans radyasyon düzeyi verilmeli, çevrede radyoaktif maddelerin taşınmasına neden olabilecek besin zinciri vb. koşulların tanımı yapılmalıdır.

6.4. Binalar ve Yapısal Bileşenler

Tesiste yer alan binalar ve yapısal bileşenler (varsa reaktör havuz bloğu ve içi, hava kanalları, kapılar, destek yapılar, vinç vb.) teknik çizimlerle birlikte tanımlanmalı, bunların güvenlik

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 5 / 11

sınıflandırmasındaki yeri, işletme ve güvenlik işlevleri ile bu işlevleri yerine getirmesini sağlayacak tasarım esasları belirtilmelidir.

Bina ve yapısal bileşenlerin tasarım ve analizlerinde kullanılan veriler ve yöntemler tanımlanmalı, mevzuat ve standartlar listelenmelidir. Analiz sonuçları, tesisin ömrü boyunca iç ve dış etkilere karşı dayanımları da dahil olmak üzere detaylı olarak verilmelidir. Analiz bulgularına dayanarak üretilen güvenlik ve işletme sınır ve koşulları tartışılarak sunulmalıdır.

Güvenliğe ilişkin bina ve yapısal bileşenler için test, bakım, kalibrasyon ve denetim gereklilikleri tanımlanmalıdır.

6.5. Reaktör

Güvenlik İlkeleri ve Fonksiyonları

Reaktörde benimsenen güvenlik ilkelerinin neler olduğu, ne ölçüde ve nasıl uygulandığı açıklanmalı ve reaktör bileşenlerinin güvenlik fonksiyonları listelenmelidir.

Reaktör Yakıtı

Reaktörde kullanılan veya kullanılması öngörülen yakıt elemanlarının geometrik, fiziksel, kimyasal, mekanik ve metalürjik özelliklerinin normal şartlar altındaki değerleri ile bu değerlerin zaman, sıcaklık, yanma vb. faktörlerle değişimleri hakkında, çizim ve çizelgeler, güncel ve referans testler, ölçümler ve işletme deneyimi ile desteklenmiş açıklayıcı bilgiler verilmelidir.

Yakıtın tesiste kaldığı süre boyunca maruz kalması beklenen mekanik, kimyasal, termal ve radyolojik koşullarda mekanik davranışı, sıcaklık dağılımı ve ısı genleşmesi, bölünme ürünleri birikimi v.b. açılardan analiz edilerek yakıtta ait güvenlik sınırları belirlenmeli ve normal işletme koşullarında yakıt bütünlüğünün korunduğu gösterilmelidir.

Reaktivite Kontrol Sistemleri

Reaktörde zincirleme reaksiyonun kontrollü bir şekilde sürdürülmesi, gerektiğinde reaktörün güvenli bir şekilde durdurulabilmesi ve bu durumda tutulabilmesini sağlayan reaktivite kontrol yöntemleri tasarımda kullanılan güvenlik ilkeleriyle ilişkilendirilerek açıklanmalı, ilgili mekanizmaların fiziksel, kimyasal, mekanik ve metalürjik özellikleri ile reaktivite ithal ve ihracına ait performans özellikleri verilmelidir. Reaktivite kontrol sistemlerinin çalışabilirlik sınırları belirlenmelidir.

Diğer Kor Bileşenleri

Nötron yutucu, yavaşlatıcı, yansıtıcı ve bunların dışında korda yer alan çevresel öğelerin (ızgara, ışınlama yuvaları vb.) geometrik, fiziksel, kimyasal, mekanik ve metalürjik özelliklerinin normal şartlar altındaki değerleri, bu değerlerin zaman, sıcaklık, ışınlama vb. faktörlerle değişimleri, değiştirilebilir ve bakım yapılabilir özellikleriyle birlikte yerleşimleri hakkında, çizim ve çizelgeler, güncel ve referans testler, ölçümler ve işletme deneyimi ile desteklenmiş açıklayıcı bilgiler verilmelidir.

Ayrıca, korun soğutulma yöntemi açıklanmalı ve yol verme kaynağının özellikleri belirtilmelidir.

Kor Yükleme

Öngörülen tüm kor yüklemeleri ve deney düzeneklerinin etkileri tartışılmalı, yapılan analizlere temel alınan yükleme veya yüklemeler açıklanmalı ve analizlere temel alınma gerekçeleri kanıtlarıyla verilmelidir.

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 6 / 11

Nötronik Analizler

Temel yüklemelere ait verilerle nötron dağılımı analizleri yapılarak etkin kesitler, akı ve güç dağılımları, kor envanteri, yakıt, nötron zehiri, kontrol çubuğu, yavaşlatıcı, yansıtıcı ve deney düzeneği gibi öğelerin reaktivite değerleri ile tüm kalbin reaktivite fazlası ve reaktivite geribesleme katsayıları kararlı durum için hesaplanmalı ve tüm bu değerlerin yanmaya bağlı değişimleri verilmelidir. Bu analizlere dayanarak kalbin güç üretimi ve kritiklikle ilgili güvenlik sınırları türetilmelidir.

Isıl Akışkan Analizler

Temel yüklemelere ait verilerle zorlamalı ve doğal akış koşullarında, sıcak kanal analizleri de dahil olmak üzere ısı-akışkan analizler yapılarak, kararlı durumlar için sıcaklık, basınç ve akış dağılımları bulunmalıdır. Korun soğutulmasını tehlikeye atabilecek akış rejimleri tartışılmalı ve sınırlayıcı akış rejimi kanıtlarıyla anlatılmalıdır. Bu analizlere dayanarak kararlı durumlardaki sıcaklık, basınç, akış vb. ile ilgili güvenlik sınırları türetilmelidir.

Geçiş Durumu Analizleri

Temel yüklemelere ait verilerle kazalar dışındaki geçiş durumu davranışları incelenerek güç, sıcaklık, akış vb. için uç değerler ile reaktivite geri beslemelerinin zaman sabitleri ve etkilerinin gözlenebilir hale gelmesi için geçen süreler belirlenmelidir. Bu analizlere dayanarak geçiş durumlarında güç, sıcaklık, akış, reaktör periyodu, reaktivite giriş miktarı ve hızı vb. ile ilgili güvenlik sınırları türetilmelidir.

Mekanik Analizler

Reaktivite kontrol sistemleri, kor destek donanımı ve havuz veya tank gibi reaktör bileşenlerinin mekanik tasarım özellikleri ve işletme koşullarında davranış analizleri verilmeli, işletmeyi sınırlayacak parametreler varsa ilgili güvenlik sınırları türetilmelidir.

6.6. Reaktör Soğutma Sistemleri

Reaktörü soğutan sistemleri oluşturan devrelerin genel bir tanımı yapılmalı, devrelerin bileşenleri ve fonksiyonları hakkında özet bilgiler verilmelidir.

Soğutma Devreleri

Her bir soğutma devresi, üzerindeki bileşen ve ekipmanlar, bunların kapasiteleri, çalışma şartları, mekanik dayanım analizleri ve ilgili testler, soğutucunun kimyasal özellikleri ve kalitesi, soğutucu kaçaqları ve buna karşı alınan önlemler ile devrenin ısı çekme kapasitesini de içeren ayrıntılı bilgiler verilerek tanıtılmalı, analizler sonucu türetilen devreye ilişkin işletme sınırları tanımlanmalıdır. Enstrümantasyon ve kontrol ile ilgili bilgilerin de yer aldığı bir devre şeması verilmelidir.

Soğutma Devresi Bileşenleri

Soğutma devrelerinde yer alan pompa, vana, ısı değiştiricisi ve soğutma kulesi gibi bileşenler, işlevleri, mekanik özellikleri, kapasiteleri, performans karakteristikleri, varsa güvenlik fonksiyonları, ilgili kontrol sistemleri, bakım-onarım gereksinimleri vb. bilgiler verilerek ayrıntılı bir şekilde tanıtılmalıdır.

Yardımcı Sistemler

Soğutma devrelerini destekleyen tüm yardımcı sistemler tasarım amacı, çalışma ilkeleri, yerleşimi, varsa güvenlik fonksiyonu, performans karakteristikleri, bakım-onarım gereksinimleri vb. bilgileri içerecek şekilde net ve ayrıntılı olarak tanımlanmalı ve ayrı alt başlıklar altında verilmelidir.

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 7 / 11

Eğer varsa, soğutucunun veya reaktör soğutma sistemleri ve bileşenlerinin kullanıldığı (biyolojik zırhlama ve deney soğutma sistemleri vb.) sistemler de yukarıda belirtilen ayrıntıda ve ayrı alt başlıklar altında verilmelidir.

6.7. Mühendislik Güvenlik Özellikleri

Beklenen işletme olayları ve kaza koşullarında olası sonuçları azaltmak amacıyla tasarlanmış olan tüm Mühendislik Güvenlik Özellikleri (MGÖ), ayrı alt başlıklar altında, tasarım amacı, yeri, her türlü performans karakteristikleri, farklı çalışma durumları, güvenilirlik, fiziksel ayrılık, yedeklilik ve güvenli-arıza gibi özellikleri, varsa yardımcı sistemleri, bakım-onarım, test ve denetim programları vb. bilgiler verilerek ayrıntılı bir şekilde tanıtılmalı, tanıtım çizimler ve grafiklerle desteklenmelidir. Mühendislik Güvenlik Özelliklerinin, hangi koşullar için tasarlandıkları tanımlanarak, bu koşullardaki çalışabilirlikleri ve etkinlikleri ortaya konmalıdır.

6.8. Enstrümantasyon ve Kontrol

Reaktörün enstrümantasyon ve kontrol sistemleri, ana bileşenler, alt sistemler ve aralarındaki bağlantıları gösteren blok, mantık ve akış diyagramları ile birlikte tarif edilmelidir. Enstrümantasyon ve kontrol sisteminin genel tasarım kriterleri ve esasları yedeklilik, farklılık ve fiziksel ayrılık gibi faktörler de ele alınarak açıklanmalıdır.

Enstrümantasyon ve kontrol için kullanılan yazılım tabanlı sistemlerin nasıl doğrulandığı ve geçerliliğinin gösterildiği tarif edilmelidir.

Aşağıdaki alt başlıklarda enstrümantasyon ve kontrol sistemlerine ilişkin verilecek bilgiler iletim ve gösterge sistemleri ile bunların özelliklerini, okuma aralıkları ve hata paylarını, kalibrasyon gereksinimleri ve yöntemlerini, kendi kendini test eden yardımcı sistemleri, periyodik test ve bakım gereksinimlerini, gerekli sistemlerde güvenilirlik analizlerini, çalışma koşullarını ve tüm alarm ve trip mantıklarını içermeli, gerekli yerlerde şema ve grafiklerle desteklenmelidir.

Reaktör Kontrol Sistemi (RKtS)

RKtS'yi oluşturan elle kontrol sistemi, otomatik kontrol sistemi, kontrol çubuğu sürme sistemleri, köprüleme ve kilitleme mekanizmaları, deneylere ait enstrümantasyon ve kontrol sistemleri vb. sistemler tüm elemanları ile tarif edilmelidir. RKtS ile RKrS arasındaki tüm arayüzler tanımlanarak RKtS'nin RKrS'yi zayıflatmadığı analizlerle gösterilmelidir.

Reaktör Koruma Sistemi (RKrS)

RKrS tüm bileşenleri ile birlikte ayrıntılı bir şekilde tarif edilmelidir. Koruyucu müdahaleleri başlatmak için gerekli parametrelerin izlenen nötron akısı, sıcaklık ve akış gibi proses değişkenlerinden nasıl üretildikleri ve bu parametrelerin mantıksal olarak nasıl birleştirildikleri şematik diyagramlarla gösterilmelidir. RKrS'lere yetkisiz kişiler tarafından müdahale edilmesini ve RKrS'nin olumsuz çevresel koşullar ile yangın, deprem veya mekanik hasar gibi olaylardan etkilenmesini önlemek için alınan tedbirler tarif edilmelidir. RKrS içinde yer alan alarm ve trip sistemleri tarif edilmelidir.

Mühendislik Güvenlik Özellikleri

Tasarımda yer alan MGÖ'lerin tetiklenmesi ve izlenmesinde kullanılan enstrümantasyon ve kontrol sistemleri ayrıntılı bir şekilde tarif edilmelidir. Mühendislik güvenlik özelliklerinin tasarımı koşullarda, bu sistemlerin çalışabilirliği ortaya konmalıdır.

Radyasyon İzleme Sistemi (RİS)

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 8 / 11

Tesis ve çevresinde radyasyon ölçme ve izleme için tasarlanan enstrümantasyon ve kontrol sistemleri ayrıntılı bir şekilde verilmeli, alarm ve trip sistemleri tarif edilmelidir.

Diğer Ölçme Sistemleri

Tesiste yer alan diğer tüm enstrümantasyon ve kontrol sistemleri tarif edilmelidir.

Kontrol Odası

Kontrol odası veya konsolu genel tasarım anlamında insan faktörleri ve ergonomik ölçütler de dikkate alınarak tanıtılmalı, RKtS, RKR S ve diğer önemli sistemlere ait ölçümlerin gösterilmesini ve gerekli olanların kaydedilmesini sağlayan sistemler ayrıntılı bir şekilde tarif edilmelidir. Gösterge sistemlerinin tüm işletme koşullarında yeterliliği tartışılmalıdır. Acil durumlar için tasarlanmış yedek kontrol merkezleri varsa tanıtılmalıdır.

6.9. Elektrik

Güvenlik açısından önemli yapı, sistem ve bileşenlere güç sağlayan saha içi ve dışı elektrik sistemleri, acil durum ve kesintisiz güç kaynaklarını da içerecek şekilde grafik, çizim ve planlarla tanıtılmalı, tüm normal işletme koşullarında sistemin yeterliliğini ve güvenilirliğini gösteren analizler verilmelidir.

6.10. Yardımcı Sistemler

Fisyon ürünlerinin çıkışını kontrol eden sistemler, havalandırma, basınçlı hava, haberleşme, yakıt taşıma ve depolama ile yangın emniyet sistemleri gibi diğer tüm yardımcı sistemler tasarım amacı, çalışma ilkeleri, yerleşimi, varsa güvenlik fonksiyonu, performans karakteristikleri, bakım-onarım gereksinimleri vb. bilgileri içerecek şekilde net ve ayrıntılı olarak, ayrı alt başlıklar altında, akış ve enstrümantasyon diyagramları ile desteklenerek tanımlanmalıdır.

6.11. Reaktörün Kullanımı

Reaktörün kullanımına yönelik olarak normal işletme koşulları altında öngörülen, darbeli işletme, sabit güç, sürekli çalışma, doğal dolaşımda çalışma gibi tüm farklı durumlar tanımlanmalıdır.

Reaktör tasarımında yer alan tüm deney sistemleri kontrol ve enstrümantasyon sistemleri ile birlikte ayrıntılı bir şekilde tanıtılmalı, reaktörde yapılması öngörülen tüm deneylerin tanımı yapılmalı ve güvenlik açısından reaktör üzerindeki etkileri tartışılmalıdır.

6.12. Radyasyondan Korunma ve Nükleer Atık Yönetimi

Tesiste radyasyondan korunmayı sağlamaya yönelik havalandırma, uzaktan kumandalı sistemler, radyasyon alanlarının sınıflandırılması ve giriş kontrolü gibi tasarım özellikleri diyagramlarla desteklenerek açıklanmalı, zırhlama koşullarına ilişkin olarak kullanılan malzemeler, personelin bulunabileceği yerlerdeki radyasyon seviyeleri ile hesaplama metodları gibi bilgiler verilmelidir.

Reaktör işletiminde ortaya çıkan ve/veya çıkabilecek tüm olası radyasyon sızıntıları ve kaynakları ile radyoaktif maddeler tanımlanmalı, fiziksel ve kimyasal formları, aktiviteleri, konsantrasyonları ve depolanması söz konusu ise depolama koşulları gibi bilgiler, tesisteki konumlarını gösteren şemalarla birlikte verilmelidir. Bilgiler bina ve yapısal bileşenlerin tasarımına esas oluşturacak ve doz değerlendirmesine olanak verecek yeterlilikte olmalıdır.

Radyasyon ve radyoaktivite izleme ve ölçme amacı için kullanılan ekipman ile enstrümantasyonun yeri, türü, fonksiyonu, test, bakım ve kalibrasyon gereksinimi, işletmeyi sınırlayıcı koşulları da açıklanarak tarif edilmelidir.

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 9 / 11

Tüm katı, sıvı ve gaz, depolanan veya bertaraf edilen ya da tesis sahasından uzaklaştırılan nükleer atıkların çıkış noktaları, türleri, radyoizotop içerikleri, öngörülen yıllık miktarları ile bu miktarları hesaplama yöntemleri belirtilmelidir. Tesisten uzaklaştırılan atıkların alıcı çevre ortamına verilme ve tesisten taşınma koşulları açıklanmalıdır. Tüm radyoaktif atıkların izlenme, miktarlarını azaltma ve radyoaktif olmayan atıklardan ayrılma yöntemleri açıklanmalı, atıklar için işletmeyi sınırlayan koşullar türetilmelidir.

6.13. İşletme

İlgili mevzuat uyarınca oluşturulacak işletme organizasyon yapısı, temel görev ve sorumlulukları yüklenecek birimler ile personel kalifikasyonları ve yetkilerini de içererek ayrıntılı bir şekilde tanımlanmalıdır. Reaktör çalıştırılırken görev alması gereken asgari personel sayısı ve nitelikleri belirtilmelidir.

İşletmede yer alacak olan personelin alması gereken eğitimler kapsamlı bir içerik, başarı kriterleri ve yinelenme sıklığını tanımlayan eğitim programında yer almalıdır. Tesisi kullanacak veya ziyaret edecek olan kişilere verilecek olan eğitimler de bu program içerisinde ayrıca yer almalıdır.

Reaktörde tutulması gereken tüm kayıtlar ve Kuruma sunulacak olan raporlar listelenmelidir.

Reaktörde alınması gereken idari önlemler ile bakım, onarım, denetim ve testleri de içeren tüm işletme prosedürleri güvenlik açısından tartışılmalıdır. Prosedürlerde değişiklik yapma koşulları ve prosedürleri tanımlanmalıdır.

Tesisin iç denetim mekanizmaları, organizasyonu ve prosedürleri tanımlanmalıdır.

6.14. Kaza Analizleri

Tasarımda Kapsanan Kazalar

Araştırma reaktörlerinde kaza başlatabilecek tüm olaylar dikkate alınarak, bu tesiste olabilecek kazaları başlatan olayların bir listesi verilmeli, liste dışı bırakılan potansiyel başlatıcı olaylar genel nitelikleriyle tanımlanarak liste dışı bırakılma gerekçeleri kanıtlarıyla açıklanmalıdır. Listedeki olaylar elektrik kesilmesi, reaktivite ithali, akış kaybı, soğutucu kaybı, ekipmandan kaynaklanan hatalar, iç olaylar, dış olaylar, insan hataları ve tesise uygun diğer başlıklar altında gruplandırılmalıdır. Her bir grupta sonuçları diğerlerine göre en ciddi olan olay sınırlayıcı olay olarak belirlenmeli ve o gruptaki diğer olayların sınırlayıcı olaya göre daha az zararlı sonuçlara yol açtığı niteliksel ve/veya niceliksel tartışmalarla kanıtlanmalıdır.

Sınırlayıcı olaylarla başlayan kazalar tesis kararlı duruma gelinceye kadar ayrıntılı olarak analiz edilmeli, eğer bu kazalar sırasında radyoaktif maddeleri hapseden fiziksel bariyerler hasar görüyorsa, analizler radyasyon doz hesaplarını da içerecek şekilde genişletilmelidir. Analizler belirlenimci (deterministik) yöntemler kullanılarak yapılmalı, bu yöntemlerin uygulanabilirliğini gösteren kaynaklara gönderme yapılmalıdır. Gerek görülen durumlarda olasılıklı yaklaşım ayrıca uygulanabilir.

Sınırlayıcı olaylarla başlayan her bir kazanın senaryosu niteliksel olarak tanımlanmalıdır. Senaryoda önemli olayların hangi aşamalarda gerçekleştiği, ölçme ve kontrol donanımının doğru ve hatalı davranışları, koruma ve güvenlik sistemlerinin doğru davranışı ve devreye girmeme durumu, işletici personelin yapması gerekenler, bir hatanın neden olacağı diğer arızaların ve insan hatalarının etkisi, sürecin değişik ilerleme seçeneklerinin (varsa) olasılıkları ile inceleme dışı bırakılan seçenekler ve gerekçeleri belirtilmelidir.

Analizlerde kullanılacak olan varsayımlar, sınırlayıcı olayın başlangıç durumunu tanımlayan değerler, koruma sistemlerinin devreye girme değerleri ile analizlerde önemli olan ölçme hataları ve gecikme zamanları gibi değerler verilmelidir.

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 10 / 11

Analizde kullanılan yöntemler, seçilen modeller ve bilgisayar programları tanımlanmalıdır. Modellerin veriler için öngörülen aralıklarda uygulanabildiği, tutucu öngörülerde bulunduğu, bütün önemli fiziksel olayları temsil edebildiği ve deneylerle ya da diğer modellerle karşılaştırmalara dayanarak doğrulandığı daha ayrıntılı kaynaklara gönderme yapılarak ortaya konmalıdır. Model girdilerinin seçilme yöntemleri ile tutuculuk düzeyleri belirtilmeli, her model için bu girdiler listelenmeli ve modellerin girdilere duyarlılığı açıklanmalıdır.

Kaza senaryosunda rol oynayan önemli parametrelerin senaryo süresince değişimleri sınır değerlerle karşılaştırmaya olanak verecek grafik ve tablolar halinde verilmeli, analiz sonuçları belirsizlikleri ve güvenlik sınırlarına yakınlığı da içerecek şekilde tartışılmalıdır.

Radyoaktif maddeleri hapseden fiziksel bariyerlerin hasar görmesiyle sonuçlanan kazalarda, kazayı niteleyen fiziksel parametreler ile hasarın türüne dayanılarak türetilen kaynak terimi, açığa çıkan radyoaktif maddenin miktarı, fiziksel ve kimyasal biçimi ile nasıl yayılabileceğini tam olarak belirlemek için gereken tüm bilgileri içermelidir. Açığa çıkan radyoaktif maddelerin yayılma süreci, radyoaktif madde miktarının artma ya da azalmasına neden teşkil edecek doğal süreçler, mühendislik güvenlik özellikleri ve sistemlerini de içerecek şekilde niceliksel olarak tartışılmalıdır.

Kaza süresince işletici personelin alacağı etkin doz ile tesis sınırında veya gerekiyorsa bu sınırın ötesinde halktan en fazla ışınımına maruz kalan kişinin tanımı ve alacağı etkin doz, olası tüm yollar irdelenerek hesaplanmalıdır.

Kabul edilebilir düzeyde radyoaktivite salımıyla sonuçlanan olayların başlangıç koşullarından güvenlik ayar sınırları türetilmelidir.

Düşünülebilir En Büyük Kaza

Sınırlayıcı olaylara ek olarak, acil durum bölgelerinin tanımlanabilmesi için Düşünülebilir En Büyük Kaza (DEBK) senaryosu oluşturulmalı ve tasarımda kapsanan kazalar aynı kapsam ve ayrıntıda analiz edilmelidir. DEBK için, acil durum planında alınan önlemler dikkate alınarak, kaza süresince acil durum bölgelerinde halktan ve çalışanlardan en fazla ışınımına maruz kalan kişilerin tanımı yapılmalı, alacağı etkin doz olası tüm yollar irdelenerek hesaplanmalıdır.

DEBK analiz sonuçları tartışılarak acil durum bölgeleri ve alınan önlemlerin yeterliliği ve uygulanabilirliği gösterilmelidir.

6.15. Kalite Yönetim Sistemi

GAR'ın bu bölümü Kurumun ilgili mevzuatı uyarınca hazırlanmalıdır.

7. EKLER

7.1. İşletme Sınır ve Koşulları

İşletme sınır ve koşulları (İSK), halkın ve çalışanların sağlık ve güvenliği ile çevreyi korumayı garanti altına alan ve tesisin güvenli işletiminin bütünsel bir çerçevesini çizen tüm sınır ve koşullardan oluşur. İSK tesisin işletme lisansı ile verilen yetkilerin sınırlarını belirlediğinden, bu bölüm tesisin işletme lisansının ayrılmaz bir parçası olacaktır.

Tesis işletimiyle ilgili bu sınır ve koşullar, tesisle ilgili veri ve analizlere dayanılarak GAR'ın diğer bölümlerinde türetilmeli ve türetildiği GAR bölümünde bilginin bu bölüme taşınacağı belirtilmelidir. Burada yer alacak bilgiler kesinlikle bu bölümde hesaplanmamalı, analiz edilmemeli veya türetilmemeli, ancak gerekçelendirilmelidir.

Tanımlar

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU	NÜKLEER GÜVENLİK DAİRESİ	
Doküman: Güvenlik Kılavuzu	Konu: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu	
Adı: Araştırma Reaktörlerinde Güvenlik Analiz Raporu Format ve İçeriği Kılavuzu	Tarih: Mayıs 2010	
Kod ve Sayı: GK-AR-01	Revizyon: 0	Sayfa: 11 / 11

Kurumun mevzuatında yer alan terimler haricinde tesise özgü tanımlar ile mevzuatta yer alan tanımlardan, bu tanımla çelişmemek koşuluyla, tesise özel olarak daha ayrıntılandırılan tanımlar burada verilmelidir.

Güvenlik Sınırları

Tesiste fiziksel bariyerlerin bütünlüğünün tasarımda öngörüldüğü şekilde korunduğunu garanti altına alan ve ölçülebilir sistem parametrelerine ilişkin olan tüm güvenlik sınırları listelenmeli, belirsizlikler de dikkate alınarak saptanan sayısal değerleri verilmeli ve gerekçeleri kısaca açıklanmalıdır.

Güvenlik Ayar Sınırları

Güvenlik sınırlarının bulunduğu işletme parametrelerine ait ölçüm sistemlerine yerleştirilecek olan durdurma sinyalinin, tasarımda kapsanan kazalarda güvenliğinin aşılmamasını garantilemek koşuluyla, ayarlanabileceği en büyük veya en küçük değerler, hesaplanma yöntemi ile ölçüm belirsizlikleri ve sinyal gecikmesi gibi dikkate alınan unsurlarla birlikte verilmelidir. Güvenlik ayar sınırları geçiş durumlarını dikkate almalı ve her durumda güvenlik sınırlarının emniyetli tarafında kalmayı garantileyecek düzeyde olmalıdır.

İşletme için Sınır Koşullar

Sistem ve bileşenlere ait kısıtlamalar ile işletme parametreleri için çoğunlukla yönetsel gerekçelerle belirlenen ve güvenlik ayar sınırları içinde kalan aralıklardan oluşan sınırlayıcı koşullar tanımlanmalıdır. İşletme parametreleri üzerine yerleştirilen kilitleme mekanizmaları, alarm seviyeleri ve güvenlik sistemi sınır ayarları, ilgili mantığı da açıklayarak, ayrı bir tablo halinde verilmelidir.

Gözetim ve İzleme

Güvenlik açısından önemli tüm sistem ve bileşenlerin işletme için sınır koşullara uygunluğunu garanti altına alacak test, denetim, bakım ve kalibrasyonlara ilişkin kapsam, sıklık, arıza durumunda ne yapılacağı gibi bilgiler verilmelidir. Sıklık bilgileri, bir esneklik sağlamak üzere, ortalama aralık ve aşılmaması gereken en uzun aralık şeklinde ifade edilebilir.

İdari Düzenlemeler

İşletmeyi sınırlayan, organizasyon yapısı, kilit pozisyonların sorumlulukları, reaktörde aktif görev alması gereken minimum personel, personel eğitimleri, iç denetim, değişiklikler, deneyler, kayıt ve raporlar ile işletme sınır ve koşullarının ihlal edildiği durumlarda neler yapılması gerektiğini ifade eden idari düzenleme ve kontroller verilmelidir.

8. YÜRÜRLÜK

Bu kılavuz Atom Enerjisi Komisyonunda kabul edildiği tarihte yürürlüğe girer.

9. YÜRÜTME

Bu kılavuz hükümlerini Kurum Başkanı yürütür.