



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

**NÜKLEER SANTRALLERİN GÜVENLİĞİ İÇİN BASINÇLI
EKİPMANLARA YÖNELİK DÜZENLEMELER VE
YAKLAŞIMLAR, DÜNYA UYGULAMALARI VE TÜRKİYE
İÇİN ÖNERİLER**

UZMANLIK TEZİ

**Hazırlayan
Erdem ÇAKIR**

Kasım, 2017 - ANKARA



TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

NÜKLEER SANTRALLERİN GÜVENLİĞİ İÇİN BASINÇLI EKİPMANLARA YÖNELİK DÜZENLEMELER VE YAKLAŞIMLAR, DÜNYA UYGULAMALARI VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER

UZMANLIK TEZİ

**Hazırlayan
Erdem ÇAKIR**

**Tez Danışmanı
Kadir Oğuzhan ALİEFENDİOĞLU**

Kasım, 2017 - ANKARA

Erdem ÇAKIR tarafından hazırlanan Nükleer Santrallerin Güvenliği için Basınçlı Ekipmanlara Yönelik Düzenlemeler ve Yaklaşımlar, Dünya Uygulamaları ve Türkiye için Öneriler adlı bu tezin Atom Enerjisi Uzmanlık tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Mühendis, Kadir Oğuzhan ALİEFENDİOĞLU

Tez Danışmanı

Bu çalışma, aşağıdaki tez jürisi tarafından Atom Enerjisi Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan V., Dr. Zafer DEMİRCAN

Başkan :

Başkan Yardımcısı, Veysel UYAR

Üye :

Başkan Yardımcısı, Suat ÜNAL

Üye :

Başkan Yardımcısı T., Dr. İsmail Hakkı ARIKAN

Üye :

İMİD Başkanı T., Süheyla SUNER

Üye :

Bu tez Atom Enerjisi Uzmanlığı Tez Hazırlama Kılavuzu'na uygundur.

ÖNSÖZ

Tezin tüm aşamalarında görüş ve önerilerine başvurduğum, yardım ve katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen ve yönlendirmeleri ile çalışmanın olgunlaşmasında birçok katkıda bulunan tez danışmanım Sayın Kadir Oğuzhan ALİEFENDİOĞLU'na,

Her zaman için desteğini yanımda hissettiğim ve zorlu tez yazım sürecinde de sabır ve anlayışla davranarak beni motive eden sevgili eşime ve bu süreçte bir nebze de olsa yorgunluklarımı bana unutturan oğluma,

Maddi manevi varlıkları ile her zaman için bana güç veren değerli anne ve babama,

Teşekkürlerimi sunar, çalışmanın hedefine ulaşarak Kuruma faydalı olmasını dilerim.

ÖZET

NÜKLEER SANTRALLERİN GÜVENLİĞİ İÇİN BASINÇLI EKİPMANLARA YÖNELİK DÜZENLEMELER VE YAKLAŞIMLAR, DÜNYA UYGULAMALARI VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER

Erdem ÇAKIR

TÜRKİYE ATOM ENERJİSİ KURUMU

Kasım, 2017

TEZ DANIŞMANI: Mühendis, Kadir Oğuzhan ALİEFENDİOĞLU

Nükleer santrallerde başta birincil çevrim ekipmanları olmak üzere basınç altında çalışan birçok ekipman bulunmaktadır. Bu ekipmanların öngörülen tüm işletme koşullarında ve yükler altında bütünlüklerini koruyarak işlevlerini yerine getirmeleri tesislerin güvenliği üzerinde dolayısıyla nükleer güvenliğin sağlanmasında büyük öneme sahip olmaktadır.

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulması ve bunların vasıflandırılmaları amacıyla düzenlemeler ve kurallar geliştirilmektedir. Bu tez çalışması ile dünyadaki belli başlı ülkelerde konu hakkındaki uygulamaların araştırılması ve ülkemiz için öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ABD, Finlandiya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore ve Rusya Federasyonu düzenleme ve yaklaşımları ile uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanmış kaynaklar incelenmiş ve ülkemizdeki mevcut durum analizi yapılmıştır.

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, montaj, işletmeye alma ve işletme aşamaları; test, denetim ve uygunluk değerlendirmeleri ile ekipman imalatçıları, test ve denetim kuruluşları gibi bu ekipmanları ilgilendiren geniş bir alanın düzenlemelere konu edildiği saptanmıştır. Yapılan incelemeler ile elde edilen bilgiler Türkiye'deki durumla karşılaştırılmış ve nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin ulusal düzenlemelerin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda yararlı olabilecek değerlendirme ve öneriler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nükleer Santrallerde Kullanılan Basınçlı Ekipmanlar, Nükleer Güvenlik, Uygunluk Değerlendirmeleri, Malzeme, Tasarım, İmalat, Denetim

ABSTRACT

REGULATIONS AND APPROACHES TO PRESSURE EQUIPMENT FOR SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANTS, WORLD PRACTICES AND RECOMMENDATIONS FOR TURKEY

Erdem ÇAKIR

TURKISH ATOMIC ENERGY AUTHORITY

November, 2017

SUPERVISOR: Engineer, Kadir Oğuzhan ALİEFENDİOĞLU

Nuclear power plants have many pressure equipment, mainly primary circuit equipment. The fulfillment of the functions of these equipment, while maintaining their integrity under all anticipated operating conditions and loads, has a great importance on the safety of the facilities and hence on the provision of nuclear safety.

In order the pressure equipment used in nuclear power plants to be kept under regulatory control and to be qualified, regulations and rules have been developed. With this thesis, it is aimed to explore the practices in the countries around the world about the subject and to develop suggestions for our country. Within this aim, the regulations and approaches of the USA, Finland, France, South Africa, South Korea and Russian Federation as well as the sources published by the international organizations have been examined and the current situation analysis in our country has been carried out.

It has been determined that a wide area of interest related to the equipment such as design, manufacture, installation, commissioning and operation stages; testing, inspection and conformity assessments as well as manufacturers, test and inspection organizations, etc. of pressure equipment used in nuclear power plants are subject to regulations. The information obtained from the reviews has been compared with the situation in Turkey and assessments and recommendations have been determined which may be useful in the development of national regulations for the nuclear pressure equipment.

Key words: Pressure Equipment Used in Nuclear Power Plants, Nuclear Safety, Conformity Assessment, Material, Design, Manufacturing, Inspection

İÇİNDEKİLER

İçindekiler	Sayfa
ÖNSÖZ	
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
GİRİŞ.....	1
1. LİTERATÜR ÖZETİ.....	6
2. TEMEL BİLGİLER.....	8
2.1 Nükleer Güvenlik ve Düzenleyici Çerçeve	8
2.2 Nükleer Santral Tipleri	9
2.2.1 Basınçlı su reaktörleri (PWR)	10
2.2.2 Kaynar sulu reaktörler (BWR)	11
2.2.3 Basınçlı ağır su reaktörleri (PHWR)	12
2.3 Ana Basınçlı Ekipmanlar	13
2.3.1 Reaktör basınç kabı	13
2.3.2 Buhar üreteçleri	15
2.3.3 Reaktör soğutucu pompası	16
2.3.4 Basınçlandırıcı	17
2.4 Nükleer Santrallerde Ekipman Sınıflandırmaları	18
2.4.1 Ekipman sınıflandırmalarına ilişkin UAEA yaklaşımı.....	20
2.4.2 Ekipman sınıflandırmalarının standartlar ile ilişkileri ve basınçlı ekipmanlar açısından örnekler.....	22
2.5 Sahte, Hileli ve Şüpheli Ürünler (CFSI'lar)	23
3. ULUSLARARASI KAYNAKLARIN İNCELENMESİ	25
3.1 Basınçlı Ekipmanların Güvenliğine İlişkin Avrupa Birliği Yaklaşımı	25
3.1.1 Direktif kapsamı	27
3.1.2 Onaylanmış kuruluşlar, tanınmış üçüncü taraf kuruluşlar ve kullanıcı denetmenleri	29
3.1.3 Basınçlı ekipmanların kategorilere ayrılması	30
3.1.4 Temel güvenlik gerekleri	30
3.1.4.1 Tasarım	31
3.1.4.2 İmalat	31
3.1.4.3 Malzemeler	32
3.1.4.4 Belirli basınçlı ekipmanlar için özel nicel gerekler	33
3.1.5 Ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri	33
3.2 Nükleer Enerji Alanındaki Uluslararası Kaynaklar	38

3.2.1 WENRA güvenlik referans seviyeleri	38
3.2.2 UAEA tasarım gerekleri	40
3.2.3 İlk nükleer santralin lisanslanmasında UAEA tavsiyeleri	42

4. ÜLKE YAKLAŞIMLARI..... 44

4.1 Ülke Seçimlerine İlişkin Bilgiler	44
4.2 Amerika Birleşik Devletleri	47
4.2.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve	47
4.2.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler	48
4.2.2.1 Reaktör soğutucu basınç zarfı tanımı	48
4.2.2.2 10 CFR Kısım 50 Ek-A, Genel tasarım kriterleri	48
4.2.2.3 10 CFR Kısım 21, Kusurların ve uygunsuzlukların bildirilmesi	51
4.2.2.4 10 CFR Kısım 50 Ek-B, Kalite güvence gerekleri	51
4.2.2.5 NRC tedarikçi denetimleri	52
4.2.2.6 Ekipmanların kalite grubu sınıflandırmaları	55
4.2.2.7 Kalite güvence programı açısından kod ve standartların kullanımı	55
4.2.2.8 Ekipmanlara ilişkin gerekler açısından kod ve standartların kullanımı	56
4.2.2.9 ASME Kazan ve Basınçlı Kaplar Kodu, Kısım 3	58
4.2.2.10 ASME sertifikaları ve akreditasyonları	59
4.2.2.11 Nükleer bileşen imali için sertifika	60
4.2.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler	62
4.3 Finlandiya	64
4.3.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve	64
4.3.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler	65
4.3.2.1 Nükleer Enerji Kanunu	66
4.3.2.2 Nükleer Enerji Kararnamesi	67
4.3.2.3 Nükleer güvenliğe ilişkin düzenleyici kılavuzlar (YVL Kılavuzları)	69
4.3.2.4 Nükleer tesislerin yapı, sistem ve bileşenlerinin sınıflandırılması hakkında YVL kılavuzu	70
4.3.2.5 Nükleer tesislerin basınçlı kap ve boruları hakkında YVL kılavuzu	71
4.3.2.6 Denetim kuruluşlarının ve lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonunun onaylanması hakkında YVL kılavuzu	88
4.3.2.7 Basınçlı ekipmanların denetim sorumluluklarının belirlenmesi	89
4.3.2.8 Nükleer santrallerde basınçlı ekipmanların mukavemet analizleri hakkında YVL kılavuzu	91
4.3.2.9 Nükleer tesislerin mekanik bileşenleri ve yapıları için test kuruluşları hakkında YVL kılavuzu	93
4.3.2.10 Tahribatsız muayene yöntemleri ile nükleer tesis basınçlı ekipmanlarının hizmet içi denetimleri hakkında YVL kılavuzu	95
4.3.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler	95
4.4 Fransa	96
4.4.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve	96
4.4.2 ASN Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Dairesi	98
4.4.3 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler	99
4.4.3.1 Nükleer Alanda Şeffaflık ve Güvenlik Hakkında Kanun	99
4.4.3.2 Temel nükleer tesislere ilişkin genel kurallar	100
4.4.3.3 Konvansiyonel basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenlemeler	100
4.4.3.4 Nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenleme (2005)	101
4.4.3.5 Denetim kuruluşlarının onaylanması	115

4.4.4 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler	116
4.5 Güney Afrika	117
4.5.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve	117
4.5.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler	118
4.5.2.1 Ulusal Nükleer Düzenleyici Kanunu	118
4.5.2.2 Nükleer tesisler için kalite ve güvenlik yönetimi gerekleri	118
4.5.2.3 Basınçlı ekipmanlara ilişkin yönetmelikler	120
4.5.2.4 Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler kapsamında NNR tarafından yapılan işbirlikleri	122
4.5.2.5 Nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerine ilişkin NNR görüşü	123
4.5.2.6 Ekipmanların tasarım ve imalat süreçlerinde kod ve standartların kullanımı	124
4.5.2.7 Ekipman imalatlarına ilişkin durum	124
4.5.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler	127
4.6 Güney Kore	128
4.6.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve	128
4.6.2 Nükleer enerji alanında basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler	131
4.6.2.1 Nükleer Güvenlik Kanunu	132
4.6.2.2 Nükleer Güvenlik Kanunu Uygulama Tüzüğü	133
4.6.2.3 Nükleer Güvenlik Kanunu Uygulama Yönetmeliği	135
4.6.2.4 Nükleer santraller için teknik standartlar	136
4.6.2.5 İnşaat ve işletme aşamalarında kalite güvencesi	137
4.6.2.6 Ekipmanların imalat sürecinde endüstriyel standartların kullanımı	138
4.6.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler	140
4.7 Rusya Federasyonu	143
4.7.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve	143
4.7.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler	144
4.7.2.1 Nükleer enerji kullanımına ilişkin kanun	145
4.7.2.2 Nükleer enerjinin kullanım alanında lisanslama faaliyetleri	145
4.7.2.3 Nükleer güç santrallerinin güvenliği için genel kurallar	147
4.7.2.4 Nükleer santrallerde kullanılan ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri	149
4.7.2.5 Ekipman ve boruların güvenli işletilmesi için kurallar	152
4.7.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler	163
5. ÜLKEMİZDEKİ MEVCUT DURUM ANALİZİ	164
5.1 Nükleer Güvenlik ve Düzenleyici Çerçeve	164
5.2 Ekipmanlara Yönelik Düzenlemeler	164
5.2.1 Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük	164
5.2.2 Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Özel İlkeler Yönetmeliği	166
5.2.3 Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Tasarım İlkeleri Yönetmeliği	167
5.2.4 Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik	167
5.2.5 Nükleer santrallerde yapı denetimi	171
5.2.6 Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği	171
5.2.7 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler	172
6. DEĞERLENDİRME VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER	173

6.1 Değerlendirme	173
6.2 Türkiye’de Nükleer Santrallerde Kullanılan Basınçlı Ekipmanların Düzenleyici Kontrolüne Yönelik Model Önerisi	178
6.2.1 Temel düzenleme önerisi	178
6.2.2 Temel düzenleme önerisinin uygulanmasına yönelik öneriler	182
6.2.2.1 Ekipmanların imalatlarına başlanabilmesine ilişkin yetkilendirmenin lisanslama sürecindeki yeri	182
6.2.2.2 Uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak kuruluşlar	184
6.3 Genel Bulgu ve Öneriler	188
SONUÇ	197
KAYNAKLAR	201
EKLER	212
Ek-1 Basınçlı Ekipman İmalatlarında Kullanılabilecek Malzemelerden Beklenen Özellikler	212
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	223
ÖZGEÇMİŞ	224

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1 Basınçlı su reaktörü	11
Şekil 2.2 Kaynar sulu reaktör	12
Şekil 2.3 Basınçlı ağır su reaktörü	13
Şekil 2.4 Reaktör basınç kabı örneği	14
Şekil 2.5 Buhar üretici örneği	16
Şekil 2.6 Basınçlandırıcı örnek şekli	18
Şekil 4.1 Finlandiya’da nükleer enerji alanında düzenleme ve standartlar hiyerarşisi	65
Şekil 4.2 Fransa’da nükleer enerji alanında mevzuat hiyerarşisi	97
Şekil 4.3 Düzenleyici değerlendirme ve denetim süreçleri akış şeması	129
Şekil 4.4 Güney Kore’de nükleer enerji kullanımı alanında mevzuat hiyerarşisi	131
Şekil 4.5 Rusya Federasyonu’nda nükleer enerji alanında mevzuat hiyerarşisi	144

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 2.1 Dünya çapında işletme olan nükleer reaktör tipleri	10
Tablo 2.2 İşlevler ve işlevlerin kategorilendirilmesi	21
Tablo 3.1 Ekipman kategorileri ve uygunluk değerlendirme prosedürleri	34
Tablo 4.1 Kalite gruplarına uygulanacak nükleer santral bileşenlerine özel standartlar	57
Tablo 4.2 Basınçlı ekipman imalatçıların onaylanmaları için gerekli belgeler	75
Tablo 4.3 Nükleer güvenlik açısından önemli basınçlı kaplar ve borular için denetim sorumlulukları paylaşımı	90
Tablo 4.4 Fransa'da nükleer basınçlı ekipmanların sınıflandırılmaları	104
Tablo 4.5 Fransa'da nükleer basınçlı ekipmanların kategorileri	104
Tablo 4.6 Ekipmanların imalat aşamalarında NNR'ye sunulması gereken belgeler	125
Tablo 4.7 Nükleer santral ekipmanlarına uygulanacak standartlar ve ilgili NSSC genelgesi	139
Tablo 4.8 Sınıf 1 bileşenler için KEPIC-MNB ve ASME NB standartlarının yapılması	140
Tablo 4.9 Ekipman imalatçıların lisanslanmasına temel teşkil edecek belgeler	146
Tablo Ek-1.1 Malzemeler hakkında STUK'a sunulması gereken bilgiler	213
Tablo Ek-1.2 AB Direktifi uyarınca malzemelerin karşılaması beklenen nicel gerekler ..	214
Tablo Ek-1.3 Fransa'da N1 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanlarda kullanılan malzemelerin sağlaması beklenen özellikler	215
Tablo Ek-1.4 Fransa'da N2 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanlarda kullanılan malzemelerin sağlaması beklenen özellikler	216
Tablo Ek-1.5 Rusya Federasyonu'nda ekipman imalatlarında kullanılabilecek yeni malzemelerde aranan nitelikler	217
Tablo Ek-1.6 10 CFR Kısım 50 Ek-G uyarınca malzemeler için kırılma tokluğu gerekleri	220

SİMGELER ve KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AB Direktifi	97/23/EC sayılı Basınçlı Ekipmanlar Direktifi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ANS	Akkuyu Nükleer Santrali
ASME	Amerikan Makine Mühendisleri Topluluğu (<i>The American Society of Mechanical Engineers</i>)
ASN	Fransız Nükleer Güvenlik Kurumu (<i>French Nuclear Safety Authority</i>)
BPVC	ASME Kazan ve Basınçlı Kaplar Kodu (<i>ASME Boiler and Pressure Vessel Code</i>)
bkz.	Bakınız
bt	Bilinmeyen tarih
BWR	Kaynar sulu reaktör (<i>Boiling water reactor</i>)
CFR	ABD Federal Düzenlemeler Kodu (<i>Code of Federal Regulations</i>)
CFSI	Sahte, hileli ve şüpheli ürün (<i>Counterfeit, fraudulent, and suspect item</i>)
DoL	Güney Afrika Çalışma Bakanlığı (<i>Department of Labour</i>)
DT	Tahribatlı muayene (<i>Destructive testing</i>)
ESPN	Fransız Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi (<i>Nuclear Pressure Equipment Order</i>)
FINAS	Finlandiya Akreditasyon Servisi (<i>Finnish Accreditation Service</i>)
FBR	Hızlı üretken reaktör (<i>Fast Breeder Reactor</i>)
ISO	Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (<i>International Organization for Standardization</i>)
GCR	Gaz soğutuculu grafit yavaşlatıcılı reaktör (<i>Gas-Cooled, Graphite-Moderated Reactor</i>)
KEA	Kore Elektrik Topluluğu (<i>Korea Electric Association</i>)
KEPIC	Kore Elektrik Enerjisi Endüstrisi Kodu (<i>Korea Electric Power Industry Code</i>)
KINS	Kore Nükleer Güvenlik Enstitüsü (<i>Korea Institute of Nuclear Safety</i>)

KYS	Kalite yönetim sistemi
LBB	Kırk öncesi sızıntı (<i>Leak before break</i>)
LWGR	Hafif su soğutuculu grafit yavaşlatıcılı reaktör (<i>Light-Water-Cooled, Graphite-Moderated Reactor</i>)
MDEP	Çokuluslu Tasarım Değerlendirme Programı (<i>Multinational Design Evaluation Programme</i>)
NDT	Tahribatsız muayene (<i>Non-destructive testing</i>)
NNR	Güney Afrika Ulusal Nükleer Düzenleyici Kurumu (<i>National Nuclear Regulator</i>)
NRC	ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu (<i>United States Nuclear Regulatory Commission</i>)
NSSC	Güney Kore Nükleer Güvenlik ve Emniyet Komisyonu (<i>Nuclear Safety and Security Commission</i>)
ONR	İngiltere Nükleer Düzenleme Ofisi (<i>Office for Nuclear Regulation</i>)
ÖGAR	Ön güvenlik analizi raporu
PER	Güney Afrika Basıncılı Ekipmanlar Yönetmeliği (<i>Pressure Equipment Regulations</i>)
PHWR	Basıncılı ağır sulu reaktör (<i>Pressurized heavy water reactor</i>)
PWR	Basıncılı su reaktörü (<i>Pressurized water reactor</i>)
RCC-M	PWR Nükleer Adaların Mekanik Bileşenleri İçin Tasarım ve Konsept Kuralları (<i>Design and Construction Rules for Mechanical Components of PWR Nuclear Islands</i>)
RF	Rusya Federasyonu
RTN	Rusya Federasyonu Federal Çevresel, Endüstriyel ve Nükleer Gözetim Servisi (<i>Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service, Rostekhnadzor</i>)
SÇİ	Sınırlı çalışma izni
SANAS	Güney Afrika Ulusal Akreditasyon Sistemi (<i>South African National Accreditation System</i>)
STUK	Finlandiya Radyasyon ve Nükleer Güvenlik Kurumu (<i>Radiation and Nuclear Safety Authority</i>)
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
IAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı

VVER	Rusya Federasyonu tasarımı PWR tipi nükleer reaktör (<i>Water-Water Energetic Reactor</i>)
WENRA	Batı Avrupa Nükleer Düzenleyiciler Birliği (<i>Western European Nuclear Regulators Association</i>)
YSB	Yapı, sistem ve bileşen

GİRİŞ

Geçtiğimiz yüzyılın ortalarından itibaren nükleer enerjinin elektrik üretiminde kullanılmaya başlanması ve devamında yaygınlaşması ile dünya üzerinde birçok nükleer santral kurulmuş ve işletmeye alınmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın dünya enerji istatistiklerine ilişkin 2017 yılı raporu, 1973 yılında dünya elektrik üretiminde % 3,3 olan nükleer enerjinin payının 2015 yılında %10,6'ya yükseldiğini göstermektedir (IEA, 2017). Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA) tarafından yayımlanan 2017 yılı Kasım ayı verilerine göre ise işletmede 448 inşa halinde ise 58 adet nükleer güç reaktörü bulunmaktadır (UAEA, 2017a). Günümüzde enerji üretiminde önemli bir kaynak olarak yer alan ve inşa halinde birçok reaktör ile gelecekte de yer almaya devam edeceği görülen nükleer enerjinin, artan elektrik enerjisi talebinin karşılanması ve kaynak çeşitliliğinin artırılması amacıyla ülkemizde de kullanılabilmesi için çalışmalar başlatılmış ve sürdürülmektedir.

Nükleer enerji kullanımının, enerji arz güvenliği için kaynak çeşitliliğini artırmasının yanı sıra sabit fiyatlı güvenilir elektrik elde edilebilmesi ile enerji fiyatlarında istikrar sağlaması ve gerektirdiği yüksek kalite dolayısıyla ülke sanayisinin gelişimine katkı yapması beklenmektedir (TAEK, 2010a). Ayrıca, tüm enerji döngüsü ele alındığında dahi nükleer enerji kaynaklı karbondioksit ve sera gazı salımları ve birim elektrik üretimi başına ortaya çıkan katı atık miktarları mevcut fosil kaynaklara nazaran çok daha düşüktür (TAEK, 2010b).

Öte yandan, nükleer santrallerde¹, enerjinin elde edilmesi sırasında ortaya çıkabilecek istenmeyen düzeyde iyonlaştırıcı radyasyonun olası zararlı etkilerinden çalışanlar da dâhil birey, toplum ve çevrenin korunması için uygun işletme koşullarının sağlanması, kazaların önlenmesi ve olası kaza sonuçlarının hafifletilmesi şeklinde tanımlanabilecek nükleer

¹ Bu tezin kapsamını “nükleer güç santrallerinde” kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemelerin incelenmesi oluşturmaktadır. “Nükleer güç santralleri” ifadesi genel olarak “nükleer santraller” şeklinde kullanılmıştır. Öte yandan, incelenen kaynakların kapsamına bağlı olarak tez içinde birçok kez “nükleer tesis” ifadesine de yer verilmiştir. 18/11/1983 tarihli ve 83/7405 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla yürürlüğe konulan Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük'e göre, nükleer tesis ifadesi nükleer santraller de dâhil eğitim, araştırma ve malzeme reaktörleri gibi nükleer reaktör tesislerini ve cevher çıkartma, öğütme ve arıtma tesisleri, zenginleştirme tesisleri gibi nükleer yakıt çevrimi tesislerini kapsamaktadır (Tüzük, 1983).

güvenlik gerekleri en üst düzeyde uygulanmalı ve nükleer santraller ilk aşamadan son aşamaya kadar nükleer güvenlik ön planda tutularak tasarlanmalı, kurulmalı, işletilmeli ve işletmeden çıkarılmalıdır. Nükleer güvenliğin sağlanması amacıyla üzerinde durulması gereken önemli konulardan biri ise nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlardır².

Basınçlı su reaktörleri (PWR) göz önünde bulundurulduğunda, reaktörde oluşan enerjinin alınabilmesi diğer bir deyişle reaktörün soğutulabilmesi soğutucu akışkanın kaynamamasına bağlıdır. Aynı zamanda termodinamik verimin yüksek olması amacıyla da reaktörde oluşan sıcaklığın olabildiğince yüksek tutulması gerekmektedir. Bu kısıtlar, özellikle birincil soğutma çevrimi ekipmanlarının ve bunlara bağlı sistem ve ekipmanların yüksek basınç ve sıcaklık altında çalışmaları veya bunlara dayanıklı olmaları gereğini doğurmaktadır. Basınçlı ekipmanlar, nükleer santrallerde kullanılması dahi bir risk unsuru barındırmakta ve herhangi bir kaza durumunda çevresindeki kişilere ve eşyalara zarar verebilmektedir. Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar ele alındığında ise bu ekipmanların haiz oldukları endüstriyel risklerin yanı sıra nükleer kaynaklı risklerin de mevcudiyetinden söz edilmelidir. Özellikle, arızalanmaları³ veya hatalı kullanımları sonucunda radyoaktif madde salımına neden olabilecek “nükleer basınçlı ekipmanların”⁴ tesisin bütün işletme

² “Basınçlı ekipmanlar” ifadesi için nükleer enerjinin kullanım alanındaki ülkemiz mevzuatında herhangi bir tanım bulunmamaktadır. Konvansiyonel basınçlı ekipmanlara yönelik kuralların belirlendiği, 22/01/2007 tarihli ve 26411 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği’nde bu ifade “Kaplar, borular, emniyet ve basınç aksesuarları, uygulaması varsa basınçlı ekipmanın basınç içeren kısımlarına bağlı flanş, nozul, kaplin, destekler, kaldırma kulpları vb. elemanlar” şeklinde tanımlanmakta ve maksimum izin verilebilen çalışma basıncı 0,5 bar’dan büyük olan basınçlı ekipmanlar söz konusu Yönetmelik kapsamına girmektedir (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007).

³ İngilizce metinlerde genellikle “*failure of which*” veya “*in case of failure*” gibi kalıplar ile kullanılmakta olan ve nesnelerin başarısızlık, arıza, bozukluk veya kusur gibi nedenlerle işlevlerini yerine getirememeleri durumunu belirtmekte olan “*failure*” teriminin karşılığı “arızalanma” olarak kullanılmıştır.

⁴ “Nükleer basınçlı ekipmanlar” ifadesi tez çalışmasında nükleer güvenlik açısından önemli basınçlı ekipmanlar anlamında kullanılmıştır. Nükleer güvenlik açısından önemli ekipman ifadesi ise 28/05/2015 tarihli ve 29369 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik’te “Arızalanmaları durumunda tesis çalışanlarının ve halkın normalin üzerinde radyasyona maruz kalmalarına sebep olabilecek veya beklenen işletme olaylarının kazalara dönüşmesini engelleyen veya kazaların sonuçlarını hafifleten ekipman” şeklinde tanımlanmaktadır (TAEK, 2015). Ayrıca, nükleer basınçlı ekipmanlar ifadesi ile kastedilen ekipmanlar için Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği’nden nükleer kullanım amaçlı ekipmanlar kapsam dışı bırakılırken yapılan tanım da göz önünde bulundurulabilir. Yönetmelik’te hariç tutma “Yanlış kullanım sonucunda radyoaktif yayıma sebep olabilecek, özellikle nükleer amaçlı kullanım için tasarlanan ekipmanlar” şeklinde yapılmaktadır.

koşullarında bütünlüklerini korumaları ve işlevlerini yerine getirebilmeleri nükleer güvenliğin sağlanmasında çok büyük önem arz etmektedir.

Nükleer güvenliğin sağlanmasında birinci derecede sorumluluk nükleer tesis işleticilerindedir (TAEK, 2009a). Bununla birlikte, nükleer alandaki düzenleyici ve denetleyici kurumların nükleer güvenliğin sağlanabilmesi için kurallar belirleyerek bu kurallara uyumu izleme, denetleme ve kurallara aykırı durumlarda müdahale etme sorumluluğu bulunmaktadır. Bu sorumluluk çerçevesinde, taşıdıkları riskler nedeniyle nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların tesisin ömrü boyunca maruz kalmaları beklenen tüm yük birleşimlerine karşı bütünlüklerini koruyarak kendilerinden beklenen görevleri güvenilir bir şekilde yerine getirmelerinin sağlanması amacı güdülen düzenleyici kontrole temel oluşturan düzenleme ve kurallar da belirlenmektedir.

Ülkemizde doğrudan nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik hazırlanmış bir düzenleme bulunmamaktadır. Bu çalışma ile nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulmasına yönelik dünyadaki farklı yaklaşımların anlaşılabilmesi için seçilen ülkelerden konu hakkındaki düzenlemelerin ve uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanan kaynakların incelenmesi ve bunun sonucunda ülkemiz için olası önerilerin belirlenerek bu alanda yapılması muhtemel çalışmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle konu hakkında kaynak araştırması yapılarak ayrıntılı incelemeleri yapılacak uluslararası kuruluşlar, ülkeler ve düzenlemeler belirlenmiştir. Bu kapsamda; Avrupa Birliği (AB), UAEA ve Batı Avrupa Nükleer Düzenleyiciler Birliği (WENRA) tarafından yayımlanan kaynaklar ile Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Finlandiya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore ve Rusya Federasyonu düzenleme ve yaklaşımları çalışmada incelenmiştir. İncelemelerde, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için belirlenen kurallar çok yönlü olarak ele alınmış ve düzenlemelerdeki mevcudiyetine göre ekipmanların malzemelerine; tasarım, imalat, montaj, işletmeye alma ve işletme aşamalarına; uygunluk değerlendirmelerine⁵, test,

⁵ 23/02/2012 tarihli ve 28213 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ve Onaylanmış Kuruluşlar Yönetmeliği’nde uygunluk değerlendirmesi “Bir ürüne, sürece, hizmete, sisteme, kişiye veya kuruluşa ilişkin belirli şartların yerine getirilip getirilmediğini gösteren süreç” olarak tanımlanmaktadır (Bakanlar Kurulu, 2012).

muayene ve denetimlerine; imalatçı, test ve denetim kuruluşlarına ilişkin kurallar teze yansıtılmıştır. İncelemelerde, tezin amacına uygun olarak öncelikle doğrudan nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin gerekler ele alınmış ve irdelenmiş, bir ülkede nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik belirlenen kuralların diğer bir ülkede daha genel bir şekilde (güvenlik açısından önemli tüm ekipmanlar için) belirlendiği durumlarda, tezde bütünlüğün ve ülke incelemelerinde konu benzerliklerinin sağlanabilmesi için nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanlara yönelik gereklere de tezde yer verilmiştir. Konu hakkındaki ülke düzenlemeleri ve uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanan kaynaklara yönelik incelemeler gerekli hallerde internet kaynakları, çeşitli raporlar ve benzeri dokümanlardan yapılan alıntılarla desteklenmiştir. Gerçekleştirilen incelemelerin ardından elde edilen bilgiler, ülkemizdeki hâlihazırda mevcut düzenlemelerle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve ülkemiz için konu hakkında yapılması muhtemel düzenleme çalışmalarında kullanılabilecek önerilere yer verilmiştir.

Çalışmanın “Giriş” bölümünün ardından “Literatür özeti” bölümü yer almakta, bu bölümde, tez çalışmasında ayrıntılı olarak incelenen örnek ülke düzenlemeleri hakkında bilgilere ve çalışmanın Kurum’a muhtemel katkısına yer verilmektedir. “Temel bilgiler” başlıklı ikinci bölümde, nükleer güvenlik kavramı ve nükleer enerji alanındaki ülkemizdeki düzenleyici çerçeve üzerinde durulmuş ayrıca nükleer santral tipleri, nükleer santrallerde kullanılan reaktör basınç kabı ve buhar üreteçleri gibi belli başlı basınçlı ekipmanlar, nükleer santrallerde ekipman sınıflandırmaları ve sınıflandırmalara ilişkin uygulamalar ile sahte, hileli ve şüpheli ürünler konularında bilgilere yer verilmiştir.

Tez çalışmasının üçüncü, dördüncü ve beşinci bölümleri tezin ana unsurunu oluşturan incelemelere ayrılmıştır. Üçüncü bölümde, uluslararası yaklaşımların anlaşılması amacıyla ilgili UAEA ve WENRA yayınları ile konvansiyonel⁶ basınçlı ekipmanlara yönelik kuralları belirleyen ve gereklerinden nükleer alanda da faydalanılmakta olan 97/23/EC sayılı AB Basınçlı Ekipmanlar Direktifi incelemesine yer verilmiştir. Tez çalışmasının dördüncü bölümü ise örnek ülke incelemelerine ayrılmış ve ABD, Finlandiya, Fransa, Güney Afrika,

⁶ Konvansiyonel kelimesi ile nükleer dışı endüstriyel uygulamalar kastedilmektedir. Örneğin, AB Basınçlı Ekipmanlar Direktif’i (AB, 1997) ile konvansiyonel basınçlı ekipmanlar kapsamaktadır.

Güney Kore ve Rusya Federasyonu düzenleme ve yaklaşımları incelenmiştir. Bu bölümde, öncelikle söz konusu ülkelerin incelenmek üzere seçilmelerine temel teşkil eden bilgiler verilmiş, nükleer güvenlikle ilgili kurumlar ve ülkelerdeki nükleer düzenleyici çerçeve üzerinde durulmuş ve nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler irdelenmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde ise ülkemizdeki mevzuat ve uygulamalar ele alınarak konu hakkında mevcut durum analizi yapılmıştır.

İncelemelerin ardından “Değerlendirme ve Türkiye için Öneriler” başlıklı bölüme yer verilerek bu bölümde, incelemelerde öne çıkan ve üzerinde durulması gereken hususların değerlendirilmesi yapılmış ve nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik ülkemizde uygulanabilecek bir model önerisi geliştirilmiştir. Bölümde, söz konusu önerinin yanı sıra konu hakkında uygulanabilecek ülkemiz mevcut mevzuatının geliştirilmesinde ve önerilen muhtemel düzenlemenin hazırlanmasında göz önünde bulundurulabilecek öneriler de sıralanmıştır.

Tezin sonuç bölümünde ise yapılan incelemelerde elde edilen bilgiler ile ülkemiz uygulamalarının karşılaştırılması başta olmak üzere tezin genel bir değerlendirmesi yapılmış ve elde edilen sonuçlar kısaca aktarılmıştır.

1. LİTERATÜR ÖZETİ

Nükleer santrallerde kullanılan ekipmanların nükleer kaynaklı riskler nedeniyle her zaman için nükleer güvenlik ön planda tutularak tasarlanması, imal edilmesi ve işletilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte, nükleer santrallerde kullanılan ve radyoaktif ve toksik madde (örneğin Plütonyum-239) içermekte olan basınçlı ekipmanlar ise nükleer kaynaklı risklerin yanı sıra yüksek basınç kaynaklı risklerin de eklenmesi ile daha da önemli hale gelmektedir. Bu sebeple, nükleer enerjinin kullanıldığı ülkelerde bu ekipmanların gerekli güvenlik seviyesini sağlamaları amacıyla düzenlemeler yapılmaktadır. ABD, Finlandiya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore ve Rusya Federasyonu'nda konu hakkında gerekler içeren birçok düzenlemenin ve uluslararası kuruluşlar tarafından yayımlanmış kaynakların incelemelerine çalışma içerisinde yer verilmiştir. Bunlar arasından, doğrudan nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik hazırlanmış olan ve bu çalışmada ayrıntılı incelemelerine yer verilen düzenlemeler hakkında özet bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

Finlandiya'da yürürlükte olan YVL E.3 sayılı Bir Nükleer Tesisin Basınçlı Kap ve Boruları (*Pressure vessels and piping of a nuclear facility*) adlı kılavuz ile nükleer tesislerde kullanılan basınçlı kap ve boruların; malzemelerine, tasarım, imalat, denetim, montaj, işletmeye alma, işletme ve işletmeden çıkarma safhalarına ve imalatçılarına yönelik ayrıntılı kurallar belirlenmektedir (STUK, 2013a).

Fransa'da 12 Aralık 2005 tarihli Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi (*Nuclear Pressure Equipment Order of 12 December 2005*) ile nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların; tasarım, imalat, uygunluk değerlendirmeleri, temel endüstriyel güvenlik gerekleri, montaj, işletmeye alma, gözetim, bakım ve hizmet içi kontrol faaliyetlerine yönelik kurallar belirlenmektedir (ESPN, 2005).

Rusya Federasyonu'nda Nükleer Güç Tesisleri Ekipman ve Borularının Güvenli İşletilmesi ve Düzenlemesi İçin Kurallar [*Rules for Arrangement and Safe Operation of Equipment and Piping of Nuclear Power Installations (PNAE G-7-008-89)*] adlı düzenleme ile güvenlik açısından önemli ekipman ve boruların; tasarım, malzeme, imalat, montaj, hidrolik test, hizmet içi denetim, tescil ve işletilmelerine yönelik kurallar verilmektedir (Energoatomizdat, 1990).

Sayılan düzenlemelerin yanı sıra, ayrıntılı olarak incelenmiş bir diğer kaynak ise 97/23/EC sayılı AB Basınçlı Ekipmanlar Direktifi'dir. Söz konusu Direktif, izin verilen basıncı 0,5 bardan yüksek olan basınçlı kaplar, borular, emniyet ve basınç aksesuarları gibi basınçlı ekipman ve donanımların tasarım, imalat ve uygunluk değerlendirmelerine ilişkin kuralları belirlemektedir (AB, 1997).

Ülkemizde doğrudan nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenlemesini amaçlayan bir mevzuata veya konu hakkında yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu ekipmanlara da uygulanacak kuralları içeren düzenlemeler ise tezde incelenmiştir. Öte yandan, her ne kadar nükleer basınçlı ekipmanları kapsamasa da AB Basınçlı Ekipmanlar Direktifi'nden uyarlanan ve 22/01/2007 tarihli ve 26411 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği ülkemizde yürürlükte ve söz konusu Yönetmelik hakkında bilgilere de tez içinde yer verilmiştir.

Bu çalışma ile nükleer santrallerde kullanılan ve birçok önemli bileşenin de dâhil olduğu basınçlı ekipmanlara yönelik dünyadan örnek düzenlemelerin incelenmesi ve ülkemiz için öneriler getirilmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede, tez çalışmasının, konu hakkında düzenleme hazırlanmasına yönelik ülkemizde yürütülmesi muhtemel çalışmalarda kullanılabilecek yararlı bir kaynak olması ve bunun sonucunda nükleer güvenliğin sağlanmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

2. TEMEL BİLGİLER

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemelerin nihai amacı nükleer güvenliğin sağlanmasıdır. Bu husus göz önüne alındığında, temel bilgilerin verileceği bu bölümde öncelikle, nükleer güvenlik kavramı, nükleer güvenliğin amaçları ve sağlanmasına yönelik faaliyetler ile nükleer düzenleyici çerçeve üzerinde durulacaktır. Ardından ise çalışma konusu ile ilgileri nedeniyle; nükleer santral tipleri, nükleer santrallerde kullanılan ana basınçlı ekipmanlar, ekipmanlara ilişkin gereklerin derecelendirilmesine temel teşkil eden ekipman sınıflandırmaları ve sahte, hileli ve şüpheli ürünler konuları ele alınacaktır.

2.1 Nükleer Güvenlik ve Düzenleyici Çerçeve

Nükleer güvenlik en geniş şekilde, nükleer tesis çalışanları dâhil birey, toplum ve çevrenin nükleer tesislerdeki faaliyetler sonucu ortaya çıkabilecek iyonlaştırıcı radyasyonun olası zararlı etkilerinden korunması olarak tanımlanabilir. Nükleer tesislerin başta basınçlı ekipmanlar olmak üzere, herhangi bir arıza veya yanlış kullanım sonucu radyoaktivite salımına sebep olabilecek riskleri barındırması, bu tesislerin tasarımdan işletmeden çıkarılıp sökülmesine kadar tüm aşamalarında nükleer güvenliğin ön planda tutulmasını elzem kılmaktadır.

Nükleer güvenliğin hedefleri; nükleer tesisten kaynaklanabilecek radyolojik zararlara karşı birey, toplum ve çevrenin korunmasını, nükleer tesislerde normal işletme koşullarında maruz kalınan radyasyonun mümkün olan en düşük düzeyde tutulmasını ve kazaların önlenmesini, kaza olması halinde ise kazanın radyolojik sonuçlarının hafifletmesini kapsamaktadır (TAEK, 2009a). Ayrıca, ağır radyolojik sonuç doğuracak kazaların gerçekleşme olasılığının düşük tutulması için de tüm önlemler alınmalıdır (TAEK, 2009a).

UAEA'nın Güvenlik Temelleri'nin ilk ilkesi güvenliğin sorumluluğuna ilişkindir ve ilkeye göre güvenlik için birinci derecede sorumluluk, radyasyona maruz kalma riskleri doğuran tesis ve faaliyetlerden sorumlu kişi veya kuruluşla sınırlı olmaktadır (UAEA, 2006). Düzenleyici kurumlar da dâhil süreçlerde yer alan imalatçı, tedarikçi ve benzeri diğer kurum ve kuruluşların faaliyetleri sözü edilen sorumluluğu azaltmamaktadır (TAEK, 2009a).

Bununla birlikte, ülkelerde nükleer güvenliğin sağlanması amacıyla düzenlemeler yapılarak kuralların oluşturulması; izin, onay veya lisans verilerek yetkilendirmeler yapılması, düzenlemelere ve yetkilendirme koşullarına uyumun izlenmesi ve bunlara uyumsuzluk durumlarında yaptırım uygulanması faaliyetleri düzenleyici kurumların sorumluluğu altında bulunmaktadır.

Ülkemizde nükleer güvenliğin sağlanmasına yönelik düzenleyici faaliyetler Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (çalışmada Kurum veya TAEK olarak anılmaktadır) tarafından yürütülmektedir. 09/07/1982 tarihli ve 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu'nun 4'üncü maddesine göre, nükleer tesislere ilişkin her türlü onay, izin ve lisansı vermek, gerekli inceleme ve denetimi yapmak ve bu amaçlarla gerekli teknik mevzuat, tüzük ve yönetmelikleri hazırlamak TAEK'in görev, yetki ve sorumlulukları arasında yer almaktadır (Kanun, 1982).

2.2 Nükleer Santral Tipleri

Nükleer santraller; reaktörde oluşan ısıdan elektrik enerjisinin üretilmesine kadar olan çevrim sayıları, reaktörden ısının çekilmesi amacıyla kullanılan soğutucu akışkanın ve nükleer reaksiyon sırasında nötronların yavaşlatılması için kullanılan malzemelerin cinsi ve soğutucu akışkanın kaynamasına izin verilip verilmemesi gibi konularda birbirlerinden ayrılmaktadır.

Dünyada kullanılmakta olan ticari reaktör tiplerine ve bunların net elektrik üretimlerine ilişkin UAEA'dan alınan veriler Tablo 2.1'de gösterilmektedir. Söz konusu verilere göre en çok tercih edilen santral tipleri sırasıyla basınçlı su reaktörleri (*pressurized water reactor*, PWR), kaynar sulu reaktörler (*boiling water reactor*, BWR) ve basınçlı ağır sulu reaktörlerdir (*pressurized heavy water reactor*, PHWR). Anılan reaktör tiplerine ilişkin bilgiler bu bölümde sunulmaktadır.

Tablo 2.1 Dünya çapında işletme olan nükleer reaktör tipleri

Reaktör tipi	Reaktör tipi tanımlayıcı adı	Reaktör sayısı	Toplam net elektrik kapasitesi (MW)
PWR	Basınçlı hafif su soğutuculu ve yavaşlatıcılı reaktör (<i>Pressurized Light-Water-Moderated and Cooled Reactor</i>)	291	273595
BWR	Kaynar hafif su soğutuculu ve yavaşlatıcılı reaktör (<i>Boiling Light-Water-Cooled and Moderated Reactor</i>)	76	74212
PHWR	Basınçlı ağır su yavaşlatıcılı ve soğutuculu reaktör (<i>Pressurized Heavy-Water-Moderated and Cooled Reactor</i>)	49	24629
LWGR	Hafif su soğutuculu grafit yavaşlatıcılı reaktör (<i>Light-Water-Cooled, Graphite-Moderated Reactor</i>)	15	10219
GCR	Gaz soğutuculu grafit yavaşlatıcılı reaktör (<i>Gas-Cooled, Graphite-Moderated Reactor</i>)	14	7720
FBR	Hızlı üretken reaktör (<i>Fast Breeder Reactor</i>)	3	1369
Toplam		448	391744

(UAEA, 2017b)

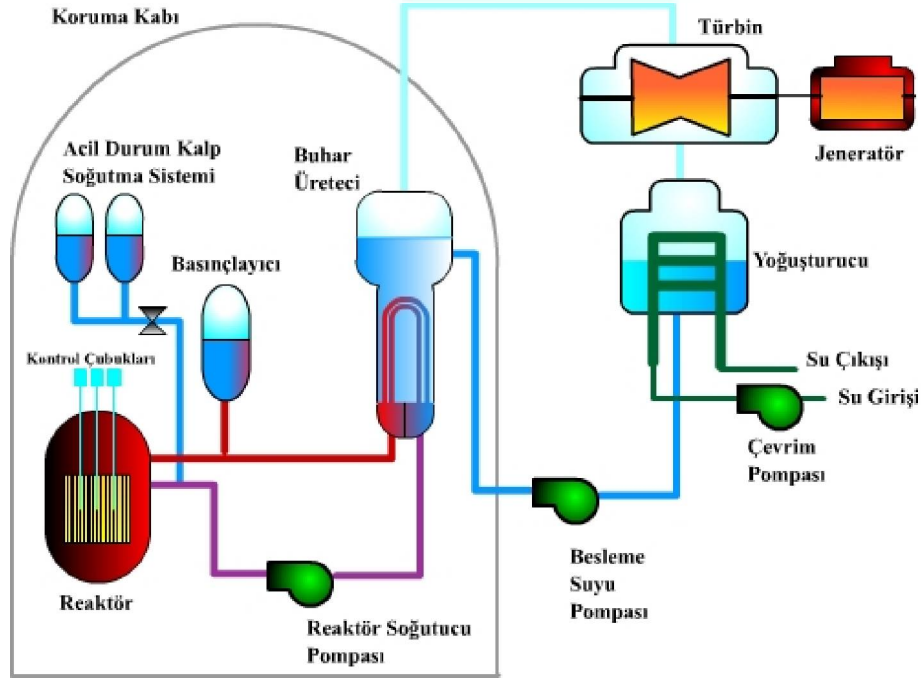
2.2.1 Basınçlı su reaktörleri (PWR)

Dünyada en yaygın olarak kullanılmakta olan reaktör tipi Kasım 2017 itibariyle işletmede olan 448 güç reaktörünün 291'ini oluşturan basınçlı su reaktörleridir (bkz. Tablo 2.1). Ülkemizde Mersin-Akkuyu ve Sinop'ta kurulması planlanan nükleer santraller de PWR tipidir.

PWR'lerde hem soğutucu (reaktörde üretilen ısıнын alınması) hem de yavaşlatıcı olarak (reaktördeki reaksiyonu sağlayan nötronların yavaşlatılması) normal su kullanılmaktadır. Bu tür reaktörlerde, üretilen ısıнын alınmasını sağlayan birincil çevrim, bu çevrimdeki ısıнын alınarak elde edilen buharın türbine gönderildiği ikincil çevrim ve türbin yoğuşturucularından ısıнын alınmasını sağlayan üçüncül çevrim bulunmaktadır. Birincil ve ikincil çevrimler kapalı olup içlerindeki akışkan sürekli olarak döndürülmektedir. Ancak üçüncül olan ise açık çevrim niteliğindedir ve burada, reaktörde çıkan ısı nihai ısı kuyusuna atılmaktadır. Birincil çevrimde 320-330 °C mertebesinde sıcaklıklara çıkan suyun kaynaması istenmediğinden yaklaşık 15-16 MPa (150-160 atmosfer) mertebesinde yüksek basıncın kontrollü bir biçimde sağlanması gereklidir. İkincil çevrimde ise suyun kaynamasına izin verilmekte ve basınç, birincil çevrime göre daha düşük (yaklaşık 6-7 MPa) olmaktadır. Birincil çevrimde reaktörde elde edilen ısıнын bir çeşit ısı değiştirici olan buhar

üreteçleri vasıtasıyla ikincil çevrime aktarılması sonucu elde edilen buhar, türbinlere gönderilmekte ve bağlı jeneratör vasıtasıyla elektrik üretilmektedir. Türbinlerden çıkan buharın üçüncü çevrim vasıtasıyla ısısı alınmakta ve sıvı hale gelen akışkan tekrar buhar üreteciye pompalanmaktadır. PWR birincil ve ikincil çevrimi ile bazı ana ekipmanları Şekil 2.1’de gösterilmektedir.

Şekil 2.1 Basınçlı su reaktörü



(TAEK, 2009b)

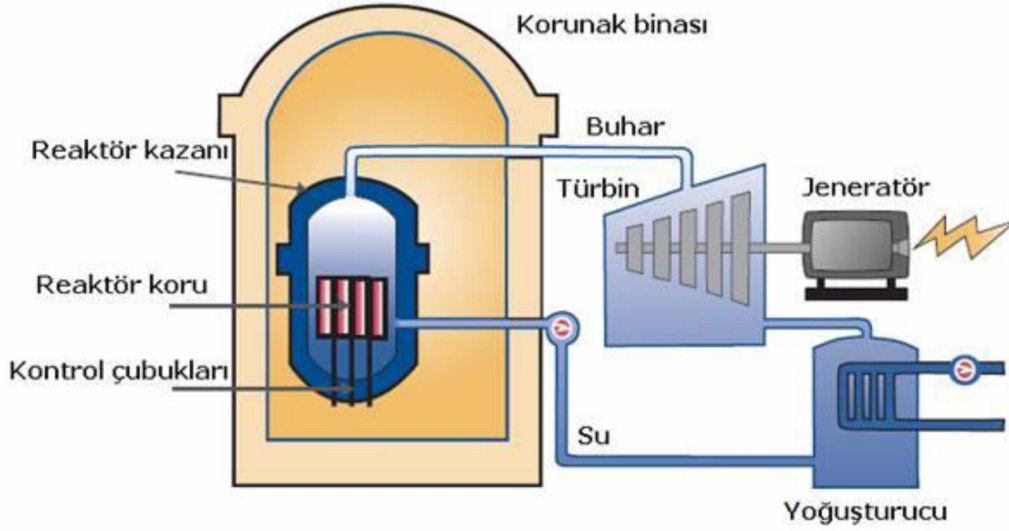
Reaktör basınç kabı, basınçlandırıcı, pompalar, buhar üreteçleri gibi ana basınçlı ekipmanlar birincil ve ikincil çevrimde yer almakta ve yüksek basınç altında çalışmaktadır. Özellikle birincil çevrim ekipmanlarının yüksek basınç değerleri altında radyoaktif maddeler içerdiği de göz önüne alındığında bunların nükleer güvenlik açısından önemleri açıkça görülmektedir.

2.2.2 Kaynar sulu reaktörler (BWR)

Tablo 2.1’de yer alan verilere göre yaygın olarak kullanılmakta olan bir diğer reaktör tipi kaynar sulu reaktörlerdir (BWR). PWR tasarımında olduğu gibi soğutucu akışkan olarak normal su kullanılmakta olan bu reaktör tipinde, yaklaşık 7 MPa basınç ve 290 °C sıcaklıkta suyun kaynamasına izin verilmesi ile oluşan buhar tek çevrim vasıtasıyla türbine

gönderilmekte ve burada, jeneratör vasıtasıyla elektrik elde edilmektedir (TAEK, 2009c). BWR çevrimi ve ana ekipmanları Şekil 2.2’de gösterilmektedir.

Şekil 2.2 Kaynar sulu reaktör

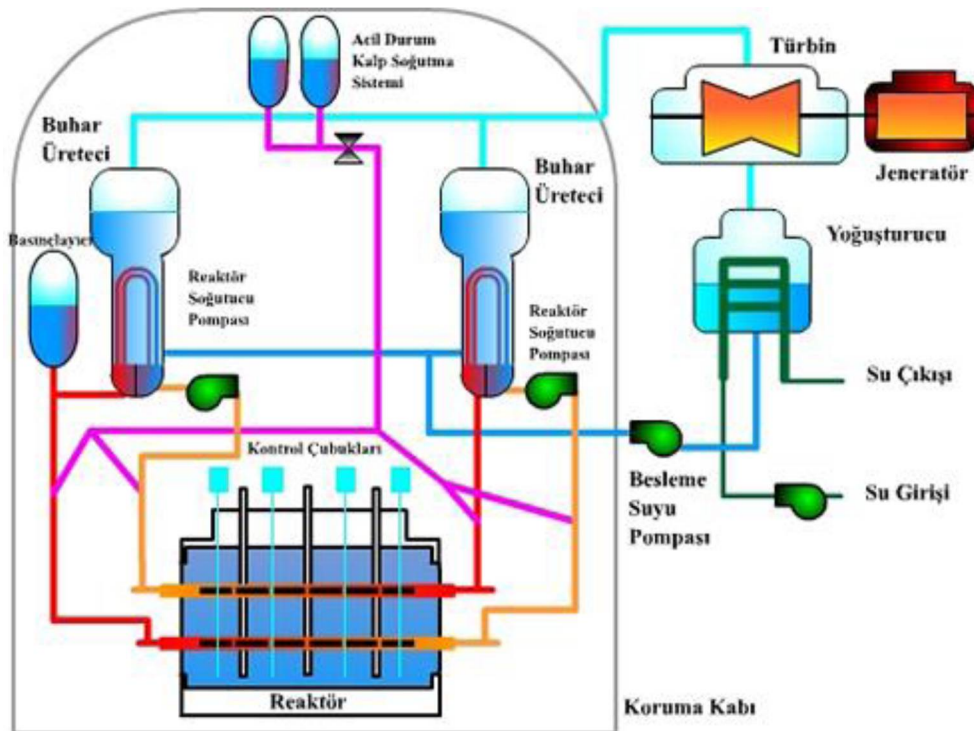


(TAEK, 2010c)

2.2.3 Basınçlı ağır su reaktörleri (PHWR)

Dünyada yaygın olarak kullanılmakta olan bir diğer reaktör tipi ise basınçlı ağır su reaktörleridir ve Tablo 2.1’deki veriler, işletme halindeki 448 reaktörden 49’unun bu tip reaktör olduğunu göstermektedir. Basınçlı ağır su reaktörlerinde, soğutucu ve yavaşlatıcı akışkan olarak ağır su (D_2O), yakıt olarak ise doğal uranyum kullanılmaktadır. Basınçlı su reaktörlerinde bulunan ana basınçlı ekipmanlardan reaktör basınç kabının yer almadığı PWR’de, içine basınç tüplerinin yerleştirildiği kanalları bulunan ve "kalandria" adı verilen yatay olarak konumlandırılmış düşük basınçtaki silindirik kazan kullanılmaktadır (TAEK, 2009d). Birincil çevrimde soğutucu akışkan kalandria kanallarının içinde yer alan basınç tüplerindeki yakıt demetleri üzerinden yaklaşık 10 MPa basınç altında sirküle edilmekte, ikincil çevrimde ise PWR tasarımına benzer şekilde buhar üretilerek türbine gönderilmekte ve elektrik elde edilmektedir (TAEK, 2009d). PHWR tip reaktör çevrimleri ve reaktör basınç kabı yerine kullanılan kalandria dâhil bazı ekipmanları Şekil 2.3’de görülebilir.

Şekil 2.3 Basınçlı ağır su reaktörü



(TAEK, 2009d)

2.3 Ana Basıncılı Ekipmanlar

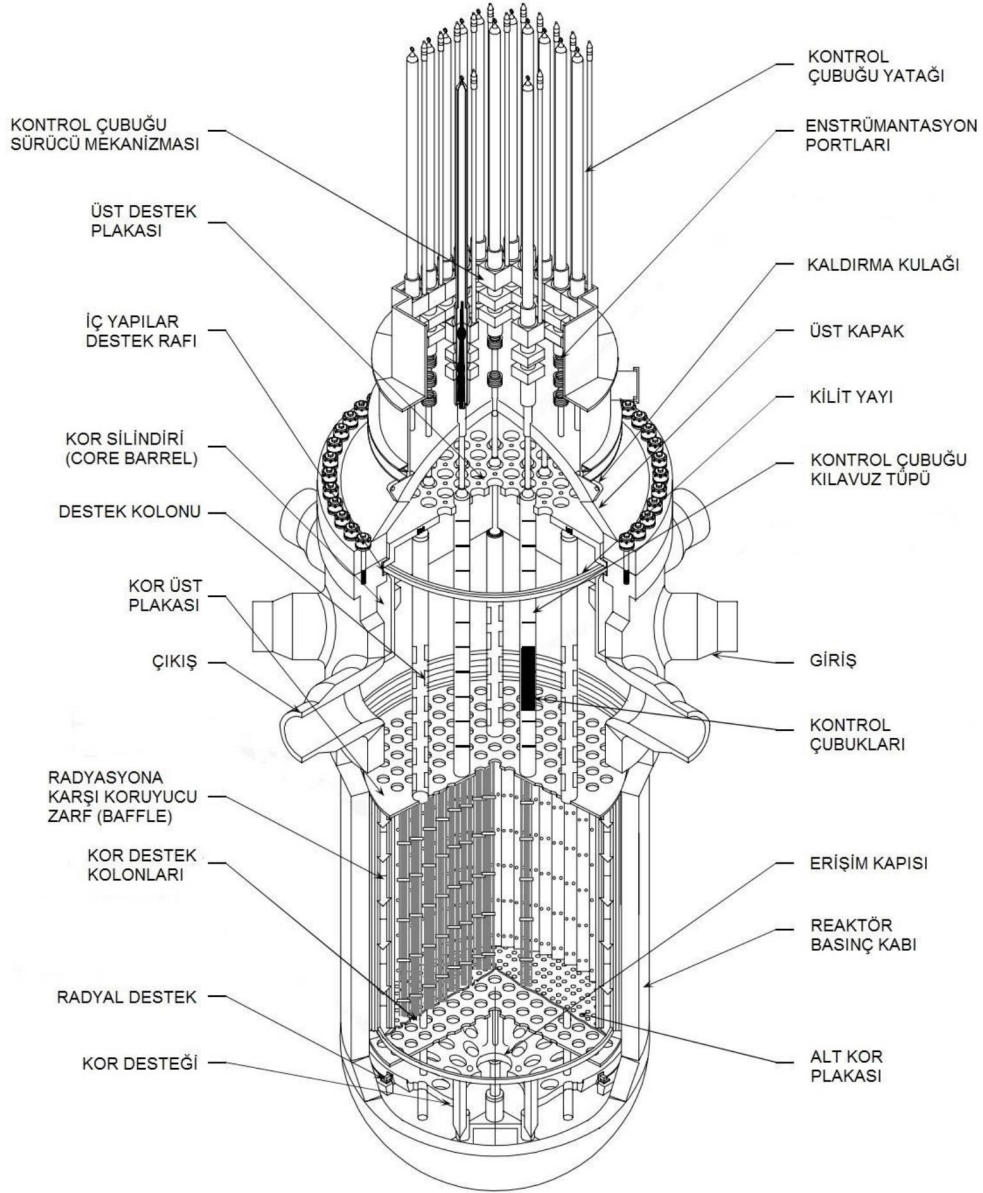
Nükleer santrallerde reaktörün tipine de bağlı olarak 16 MPa (160 atmosfer) mertebelerine kadar yüksek basınçlar altında çalışmakta olan, kaza durumlarında önemli miktarlarda radyoaktif madde salımına yol açabilecek ve reaktör basınç kabı, buhar üretici, reaktör soğutucu pompaları ve basınçlandırıcı gibi ana basınçlı ekipmanlar bulunmaktadır. Sözü edilen ekipmanlar hakkında bilgiler alt başlıklar altında verilmektedir.

2.3.1 Reaktör basınç kabı

Reaktör basınç kabı, içinde nükleer reaksiyonun gerçekleştiği, yüksek basınç, sıcaklık ve radyoaktivite altında çalışan basınçlı kaptır. Silindirik gövdesi ve yakıt değişimi için sökülebilir kapağı karbon çelik malzemeden imal edilen reaktör basınç kabının soğutucu akışkanla temas eden yüzeyleri paslanmaz çelik malzemeyle kaplanmaktadır. Reaktör basınç kabının ana bileşenleri; kor silindiri (*core barrel*), radyasyona karşı koruyucu zarf (*core baffle/shroud*), nükleer yakıt demetlerinden oluşan reaktör koru, kontrol çubukları ve diğer

iç bileşenlerdir. Reaktör basınç kabından birincil soğutucu çevrime olan bağlantılar ile reaktörün soğutulması sağlanmakta aynı zamanda reaktörde ortaya çıkan enerji alınmaktadır. Reaktör basınç kabı, 1300 MWe gücünde bir reaktör için yaklaşık 12 metre yüksekliğe, 5 metre iç çapa ve iç yapılar hariç 530 ton ağırlığa ulaşabilmektedir (ENS, 2016). Reaktör basınç kabına ait bir örnek Şekil 2.4’de verilmiştir.

Şekil 2.4 Reaktör basınç kabı örneği



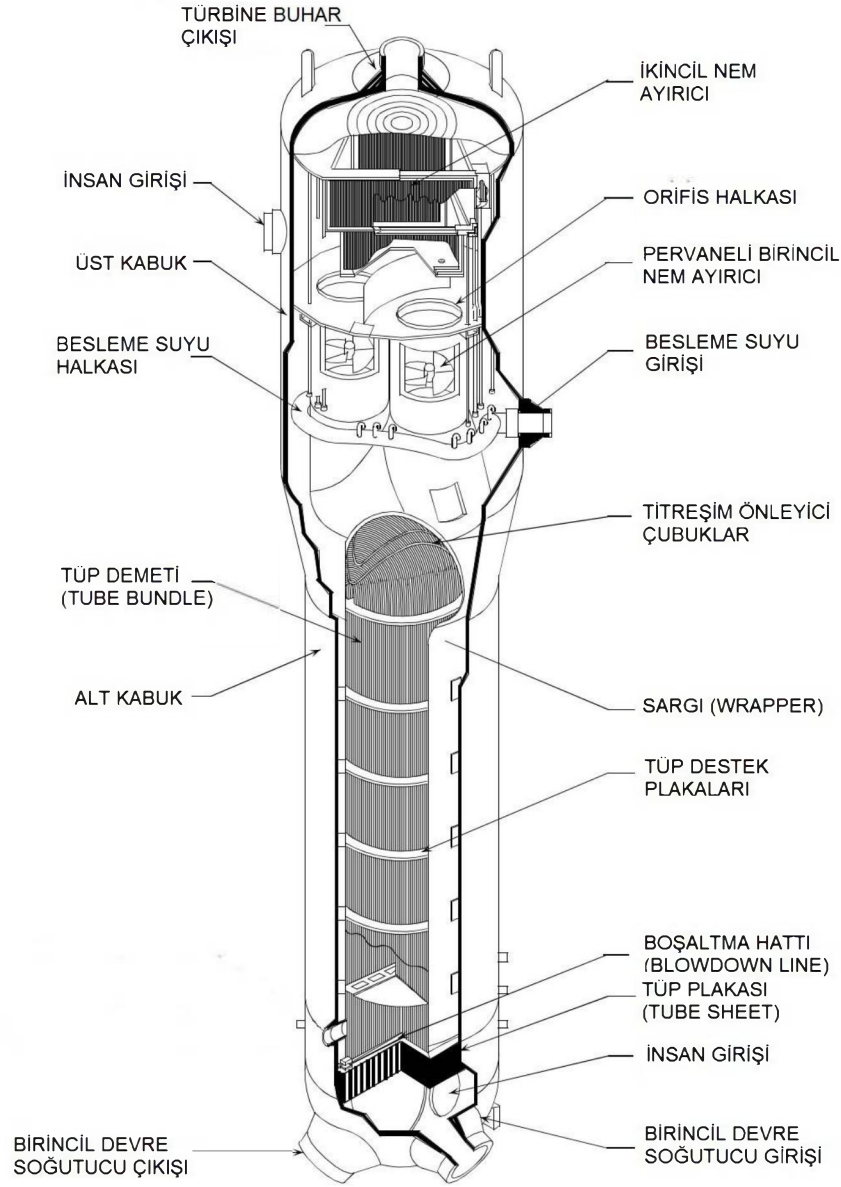
(NRC, 2016a)

2.3.2 Buhar üreteçleri

Buhar üreteçleri, birincil çevrimden ikincil çevrime ısıнын aktarıldığı ve ikincil çevrimden türbine gönderilecek buharın elde edildiğı ısı değıştiricileridir. Birincil çevrimde elde edilen ısıнын ikincil tarafa aktarılmasında, ısı transferini ve dolayısıyla ortaya çıkacak gücü artırmak için termodinamik kuralları gereğı ısı transferine konu yüzey alanının artırılması gerekmektedir. Bu amaçla buhar üreteçlerinde birincil çevrimden gelen sıcak suyun içlerinden geçtiğı çok sayıda boru (*tube*) kullanılarak yüzey alanı ve bunun sonucunda ikincil çevrim akışkanına aktarılan ısı artırılmaktadır.

Yaklaşık 21 metre yüksekliğe ve 800 ton ağırlığa kadar ulaşabilen buhar üreteçlerinde, birincil çevrim akışkanının içinden geçtiğı boruların sayısı 3.000 ile 16.000 arasında değışmekte ve bu boruların işletme koşullarında bütünlüklerinin korunması reaktör korundaki radyoaktivitenin ikincil çevrime geçerek buhar vasıtasıyla atmosfere ulaşmasının önlenmesinde önem arz etmektedir (NRC, 2014). Buhar üreticine ait örnek şekil, Şekil 2.5’de verilmektedir. Çoğu PWR’de, Şekil 2.5’de örneğı görülebilen dikey buhar üretici kullanılmakla birlikte, ülkemizde kurulması planlanan Akkuyu Nükleer Santrali’nde (ANS) de olduğu gibi Rusya Federasyonu tasarımı olan ve VVER adı verilen PWR tip nükleer santrallerde ise yatay buhar üretici kullanılmaktadır.

Şekil 2.5 Buhar üretici örneği



(NRC, 2016a)

2.3.3 Reaktör soğutucu pompası

Reaktörlerde nükleer reaksiyon sonucu oluşan ısı enerjisinin, hem nihai hedef olan elektrik enerjisinin elde edilebilmesi amacıyla sonraki çevrimlere aktarılması hem de reaktörün yeterli bir şekilde soğutulabilmesi için kesintisiz bir soğutucu akışkan çevrimine ihtiyaç duyulmaktadır. Her ne kadar herhangi bir pompa olmasa dahi reaktörde doğal bir dolaşım meydana gelse de bu doğal dolaşım ancak reaktör kritik değilken ısının uzaklaştırılabilmesi

için yeterli olmakta ve reaktör işletmede iken ortaya çıkan ısının uzaklaştırılması için doğal dolaşım harici kuvvetlere ihtiyaç doğmaktadır (NRC, 2016a).

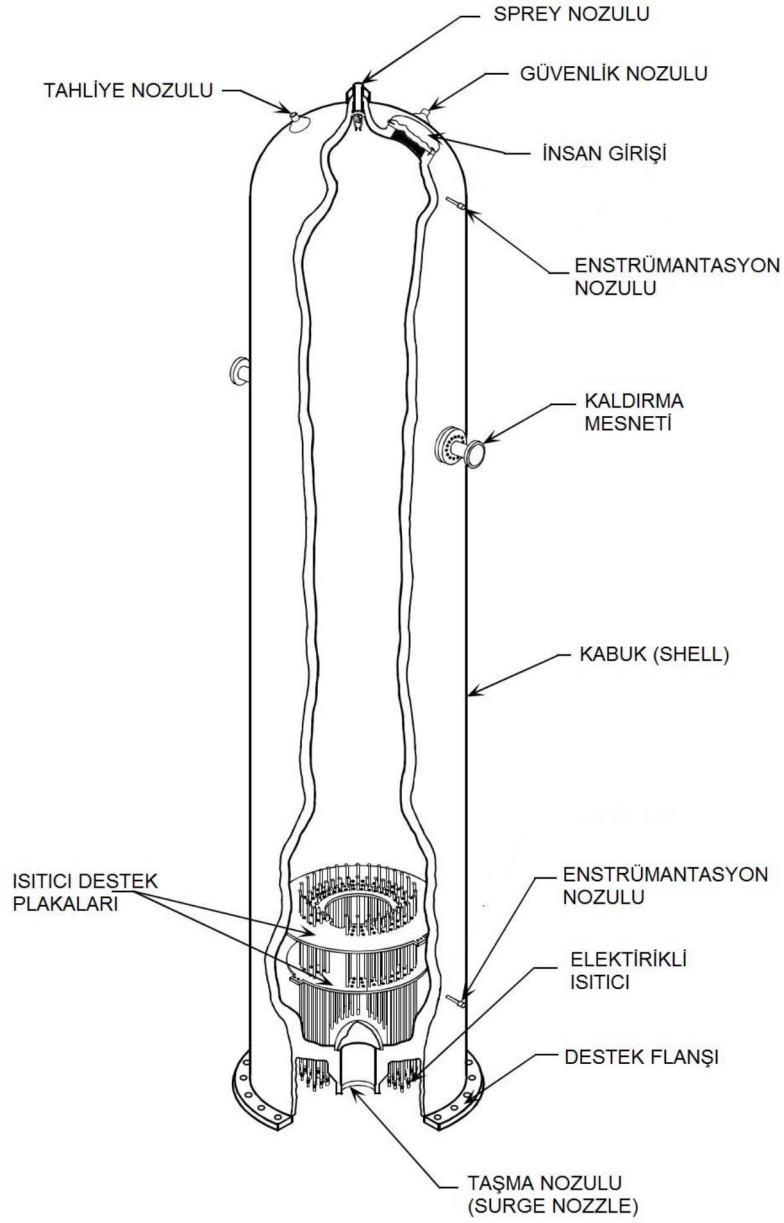
Nükleer santrallerde reaktörden ısının uzaklaştırıldığı soğutucu akışkan çevriminin oluşturulmasında reaktör soğutucu pompalarından faydalanılmaktadır. Hava soğutmalı büyük elektrik motorlarının kullanıldığı reaktör soğutucu pompalarına buhar üreticini geçtikten sonra giren akışkanın hızı arttırılmakta, bu hız basınca dönüşmekte ve pompanın basma tarafında akışkanın basıncı yaklaşık 6 atmosfer daha fazla olmaktadır (NRC, 2016a).

2.2.1 numaralı alt bölümde verilen Şekil 2.1'deki basınçlı su reaktörü çevriminde de görülebileceği üzere reaktör soğutucu pompasını geçen akışkan tekrar reaktöre yönelmektedir.

2.3.4 Basınçlandırıcı

Basınçlı su reaktörlerinde birincil çevrim basıncının dengede tutulması amacıyla kendisi de büyük bir basınçlı kap olan basınçlandırıcı (bazı kaynaklarda “basınçlayıcı” olarak da anılmaktadır) adlı ekipman kullanılmaktadır. İçinde doyma sıcaklığında kısmi olarak su ve buhar bulunan basınçlandırıcı ile basıncın kontrol altında tutulmasında elektrikli ısıtıcılar ve su spray sisteminden; aşırı basıncın uzaklaştırılmasında ise pilot kumandalı tahliye vanaları ve emniyet vanalarından yararlanılmaktadır (NRC, 2016a). Birincil soğutma çevriminde basınç düştüğünde veya yükseldiğinde basınçlandırıcı devreye girmekte ve basınç tekrar dengeye getirilmektedir. Basınç düşmesi durumunda elektrikli ısıtıcılar vasıtasıyla basınç normal seviyeye çıkarılmakta, basınç yükselmesi durumunda ise, birincil çevrimde basınçlandırıcının bağlandığı sıcak ayağa göre daha soğuk olan soğuk ayağa bağlı olan su spray sistemi devreye girerek basınçlandırıcıdaki buharı yoğunlaştırmakta ve basıncı düşürmektedir (NRC, 2016a). Basınçlandırıcıya ait bir örnek Şekil 2.6'da gösterilmektedir.

Şekil 2.6 Basınçlandırıcı örnek şekli



(NRC, 2016a)

2.4 Nükleer Santrallerde Ekipman Sınıflandırmaları

Nükleer santrallerde kullanılan her bir yapı, sistem ve bileşen (YSB) arızalanmaları veya hatalı kullanılmaları nedeniyle ortaya çıkabilecek sonuçların arz ettiği risk seviyelerine göre sınıflandırılmaktadır. Yapılan sınıflandırmalar ile ekipmanların tasarım, imalat, işletmeye alma ve işletme gibi tüm aşamalarında uygulanacak gerekler ve ekipmanlar üzerinde uygulanacak düzenleyici gözetim seviyesi değişmektedir. Nükleer güvenlik açısından önemli sınıflarda yer alan ekipmanlar için uygulanacak gerekler ve bunlara ilişkin

düzenleyici kurum denetimleri dereceli yaklaşım ile daha katı kurallar olarak uygulanmaktadır.

Hem UAEA Güvenlik Standartları Serisi'nden⁷ Gerekler kategorisinde yer alan Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği: Tasarım (*Safety of Nuclear Power Plants: Design SSR-2/1*) (UAEA, 2016a) adlı güvenlik standardında hem de WENRA Mevcut Reaktörler için Güvenlik Referans Seviyeleri Raporu'nda (*Report WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors*) (WENRA, 2014) YSB'lerin güvenlik sınıflandırmalarının yapılmasına yönelik tavsiyeler bulunmaktadır.

Sözü edilen UAEA güvenlik standardında yer alan 22 numaralı gerek, güvenlik için önemli bileşenlerin belirlenmesi ve bu bileşenlerin işlevleri ve güvenlik için önemleri temelinde sınıflandırılması hakkındadır. Buna göre, güvenlik sınıflandırmalarının yapılmasında; YSB tarafından yerine getirilecek güvenlik işlevi, bu işlevin yerine getirilmemesinin olası sonuçları, güvenlik işlevinin yerine getirilmesi için YSB'ye ihtiyaç duyulma sıklığı ve ihtiyaç duyulduğunda güvenlik işlevini yerine getirmesi için gereken süre faktörleri dikkate alınmalıdır (UAEA, 2016a). Ayrı bir başlık olarak "Yapı, sistem ve bileşenlerin güvenlik sınıflandırmaları" konusu üzerinde duran WENRA Raporu'na göre de güvenlik açısından önemli YSB'ler belirlenerek güvenlik için önemleri temelinde sınıflandırılmalıdır (WENRA, 2014). Rapor'da, yapılan sınıflandırmalarla her güvenlik sınıfı için uygulanacak kalite gerekleri ile tasarım, imalat, inşaat ve denetimlerde kullanılacak uygun kod ve standartların belirleneceği vurgulanmaktadır.

Ülkelerde, ekipman sınıflandırmaları, ulusal düzenleyici otoritenin belirlediği sınıflandırma ilkelerine uygun olarak nükleer tesis lisans sahibi tarafından uygulanmaktadır. Bu çalışmada, konunun ortak ve daha genel bir bakış açısıyla ele alınması amaçlanmış ve YSB'lerin sınıflandırılmaları hakkındaki UAEA tavsiyeleri incelenmiştir.

⁷ UAEA Güvenlik Standartları Serisi; Güvenlik Temelleri, Güvenlik Gerekleri ve Güvenlik Kılavuzları'nı (*Safety Fundamentals, Safety Requirements and Safety Guides*) kapsamaktadır (UAEA, 2016b).

2.4.1 Ekipman sınıflandırmalarına ilişkin UAEA yaklaşımı

UAEA tarafından yayımlanan SSG-30 numaralı “Nükleer Güç Santrallerinde Yapı, Sistem ve Bileşenlerin Güvenlik Sınıflandırması Hakkında Özel Güvenlik Kılavuzu (*Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants Specific Safety Guide No. SSG-30*)” YSB'lerin işlevleri ve güvenlik için önemleri temelinde sınıflandırılmalarına yönelik tavsiyeler içermektedir (UAEA, 2014).

Kılavuz'a göre güvenlik sınıflandırmasının amacı kazaların önlenmesi veya sonuçlarının hafifletilmesindeki rollerine göre, toplum ve çevrenin iyonlaştırıcı radyasyonun zararlı etkilerinden korunması için gereken YSB'lerin tanımlanması ve gruplandırılmasıdır. Sınıfları belirlenen YSB'ler, atandıkları sınıfların gerektirdiği güvenlik seviyesine uygun olarak tasarım, imalat, montaj, işletme, denetim ve benzeri faaliyetlere tabi tutulmaktadır.

Kılavuz'un sınıflandırma yaklaşımı, öncelikle ana güvenlik işlevlerinin⁸ yerine getirilmesine yönelik işlevler ile tasarım öngörülerinin⁹ (*design provisions*) belirlenmesini gerektirmektedir. Belirlenen tasarım öngörülerini için herhangi bir ilave işlem gerekmemekte, işlevler ise yerine getirilmediklerinde oluşabilecek sonuçlar, ihtiyaç duyulma sıklıkları ve tesisin kontrollü ve güvenli duruma (*controlled state and safe state*) ulaşması için gereklilikleri göz önünde bulundurularak kategorilendirilmektedir. Tablo 2.2'de kategorilendirme hakkında özet bilgiler verilmektedir.

⁸ Ana güvenlik işlevleri, UAEA Güvenlik Sözlüğü'ne göre reaktivitenin kontrolü, radyoaktif malzemenin soğutulması ve radyoaktif malzemelerin sınırlandırılmasıdır (UAEA, 2007).

⁹ Kılavuz'da tesis güvenliğinin, bazıları normal işletmede kullanılmak için tasarlanmış farklı özelliklerin güvenilirliklerine de bağlı olduğu belirtilmekte ve bunlar tasarım öngörülerini (*design provisions*) olarak adlandırılmaktadır (UAEA, 2014).

Tablo 2.2 İşlevler ve işlevlerin kategorilendirilmesi

İşlevler	İşlevlerin yerine getirilmemesi durumunda muhtemel sonuç seviyesi		
	Yüksek	Orta	Düşük
Beklenen işletme olayları sonucunda kontrollü duruma ulaşılması için işlevler	Güvenlik kategorisi 1	Güvenlik kategorisi 2	Güvenlik kategorisi 3
Tasarıma esas kazalar sonucunda kontrollü duruma ulaşılması için işlevler	Güvenlik kategorisi 1	Güvenlik kategorisi 2	Güvenlik kategorisi 3
Güvenli duruma ulaşılması ve bu durumun sürdürülmesi için işlevler	Güvenlik kategorisi 2	Güvenlik kategorisi 3	Güvenlik kategorisi 3
Genişletilmiş tasarım koşulları (<i>design extension conditions</i>) sonuçlarının hafifletilmesine yönelik işlevler	Güvenlik kategorisi 2 veya 3	Kategori dışı	Kategori dışı

(UAEA, 2014)

İşlevlerin kategorilendirilmesi sonrasında YSB'ler güvenlik sınıflarına atanmalıdır. Kılavuz'un sınıflandırma yaklaşımında kategoriler ile uyumlu olarak sınıflandırılma tavsiye edilmekle birlikte kesin güvenlik sınıflarının her YSB için yapılacak değerlendirmeler sonucu belirleneceği vurgulanmaktadır. Ayrıca, Kılavuz'a göre tasarım öngörülerini belirleyen YSB'ler başarısızlıkları sonucunda ortaya çıkabilecek sonuçlara göre doğrudan sınıflandırılabilirler için bunların kategorize edilmesine gerek bulunmamaktadır. Buna göre, başarısızlıkları neticesinde yüksek, orta ve düşük şiddette sonuçlara yol açması beklenen tasarım öngörülerini belirleyen YSB'ler, bu sonuçlara uygun olarak sınıflandırılabilir. Hem doğrudan tasarım öngörülerinin kullanılması hem de işlevlerin kategorilendirilmesi vasıtasıyla yapılacak sınıflandırmalarda önem arz eden "işlevlerin yerine getirilmemesi halinde ortaya çıkacak şiddet seviyeleri" ise şu şekildedir:

- Yüksek şiddette sonuçlar: Tasarıma esas kazalar için düzenleyici kurum tarafından belirlenen sınırların üzerinde radyoaktif madde salımına yol açılması veya temel fiziksel parametrelerin kabul kriterlerinin aşılması,
- Orta şiddette sonuçlar: Beklenen işletme olayları için düzenleyici kurum tarafından belirlenen sınırların üzerinde radyoaktif madde salımına yol açılması veya temel fiziksel parametrelerin tasarım limitlerinin aşılması,
- Düşük seviye sonuçlar: Çalışanların izin verilen değerlerin üzerinde doza maruz kalmaları.

Sınıflandırmaların yapılması sonrasında ise YSB'lerin ömür döngüleri boyunca kendilerinden beklenen görevleri yerine getirmelerini sağlayacak, ulusal ve uluslararası kod,

standart ve kanıtlanmış mühendislik uygulamaları (mühendislik tasarım kuralları) seçilmeli ve YSB'ler bunlara göre tasarlanmalı ve imal edilmelidir (UAEA, 2014).

2.4.2 Ekipman sınıflandırmalarının standartlar ile ilişkileri ve basınçlı ekipmanlar açısından örnekler

UAEA'nın güvenlik sınıflandırmalarına yönelik yaklaşımını ortaya koyan SSG-30 numaralı kılavuzda yer alan tavsiyelerin daha fazla teknik ayrıntı ile desteklenmesi için, UAEA tarafından Nükleer Güç Santrallerinin Yapı, Sistem ve Bileşenlerine Güvenlik Sınıflandırmalarının Uygulanması (*Application of the Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants*) adlı teknik doküman yayımlanmıştır (UAEA, 2016c). Dokümanda, sınıflandırma süreci ile birlikte tasarım ve imalatlarında uygun kod ve standartların kullanılmasının YSB'lerin ömür döngülerindeki önemine binaen bunlara uygulanacak mühendislik tasarım kurallarının seçilmeleri konu edilmektedir.

Dokümana göre, düzenleyici kurumlarca belirlenen gerekler çerçevesinde yapılan güvenlik sınıflandırmaları ile tasarım ve imalatla uygulanacak kod gerekleri arasında iyi bir ilişki kurularak bu sınıflandırmalar desteklenmelidir. Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için tasarım ve imalat gereklerini içeren uluslararası kabul görmüş kod ve standartlar konusunda şu örnekler verilmektedir:

- Amerikan Makina Mühendisleri Topluluğu (ASME) Kazan ve Basınçlı Kaplar Kodu (BPVC), Kısım 3
- Alman Nükleer Güvenlik Standartları Komisyonunun Güvenlik Standartları (KTA)
- Fransız Nükleer Ada Bileşenleri için Tasarım, İnşaat ve Hizmet İçi Denetim Kuralları (AFCEN), "PWR Nükleer Adaların Mekanik Bileşenleri İçin Tasarım ve Konsept Kuralları" (RCC-M)

Doküman ile ortaya konan ana fikre göre nükleer santrallerde kullanılan ve aynı güvenlik sınıfında yer alan bütün basınçlı ekipmanlara aynı seviye kod gereklerinin uygulanması gerekmemekte ancak güvenlik sınıfları ve uygulanacak mühendislik tasarım kuralları arasındaki ilişkilendirmenin uygun bir şekilde yapılması önem arz etmektedir. Örneğin, güvenlik sınıfı 1 olan ekipmanlara sadece ASME BPVC Kısım 3'de yer alan ve sınıf 1

ekipmanlara uygulanan NB altbölümü değil, sınıf 2 için gerekleri içeren NC veya sınıf 3 için gereklerin belirlendiği ND altbölüm kuralları dahi uygulanabilecektir. ND altbölümü uygulanabilecek bileşenler için örnekler; buhar üretici basınç ve sıcaklığından izole edilmiş yedek besleme suyu sistemi ve servis suyu pompa sistemi bileşenleri gibi orta seviyede (*moderate*) işletme sıcaklığı ve basıncına sahip ve kaza koşullarında bile yüksek seviye radyoaktivite içermeyen sistemlerdir. Güvenlik sınıfı 3 olmasına rağmen genişletilmiş tasarım koşulları için besleme suyu tanklarına kayıpları telafi amacıyla akışkan sağlayan sistem ekipmanlarına konvansiyonel kodların (AB Basınçlı Ekipmanlar Direktifi gibi) uygulanabileceği ise güvenlik sınıfları ve uygulanabilir kod gerekleri açısından bir diğer örnektir. Sadece arızalanmaları durumunda oluşacak sonuçların şiddet seviyeleri dikkate alındığında ise ekipmanların güvenlik sınıflarına doğrudan karşılık gelen kod gerekleri (güvenlik sınıfı 1 için ASME BPVC Kısım 3 NB altbölümü gibi) kullanılmalıdır (UAEA, 2016c).

2.5 Sahte, Hileli ve Şüpheli Ürünler (CFSI'lar)

Nükleer santrallerde karşılaşılan “sahte, hileli ve şüpheli ürünler (*counterfeit, fraudulent, and suspect items*)” konusu her ne kadar sadece basınçlı ekipmanları ilgilendiren bir konu olmasa da bu ekipmanları da kapsamayı dolayısıyla üzerinde durulması gereken konular arasındadır. Nükleer santrallerde tespit edilen CFSI'lar nedeniyle Güney Kore’de 2012 ve 2013 yıllarında reaktörlerin durdurulmasına uzanan süreçler yaşanmış, nükleer düzenleyici kurum tarafından yapılan soruşturmalar tamamlandıktan ve düzeltici önlemler alındıktan sonra reaktörlerin yeniden başlatılmasına izin verilmiştir (CNSC, 2017). Çalışanların güvenliğine, topluma ve çevreye acil ve potansiyel tehditler oluşturabilecek ayrıca tesis performansını ve maliyetleri olumsuz olarak etkileyebilecek bu tür ürünlerde, ekipman, orijinal ekipman imalatçısından satın alınsa dahi imalatçı tarafından kullanılan malzemelerin veya belirli bileşenlerin sahte veya hileli olma ihtimali bulunmaktadır (UAEA, 2016d). UAEA’nın yayımladığı “Nükleer Tesislerde Bakım ve İşletmenin Desteklenmesi için Satın Alma Mühendisliği ve Tedarik Zinciri Kılavuzu’na göre (*Procurement Engineering and Supply Chain Guidelines in Support of Operation and Maintenance of Nuclear Facilities*)” tedarik zinciri ve satın alma süreçleri, sahte, hileli veya daha genel bir şekilde standart dışı ürünlerin tespit edilmesinde ve bunların nükleer tesislerde kullanılmasının önlenmesinde önemli rol oynamaktadır (UAEA, 2016d). Kılavuz; sahte, hileli ve şüpheli ürün terimlerini şu şekilde tanımlamaktadır: (1) Şüpheli (*suspect*) ürünler; haklarında,

gerçek olmayabileceklerine dair bir belirti veya şüphe bulunanlar, (2) hileli (*fraudulent*) ürünler; yanlış tanımlar (*identification*) ve tahrif edilmiş veya yanlış sertifikalar ile sağlanan ürünler dâhil aldatma niyetiyle kasıtlı olarak yanlış sunulanlar ve (3) sahte (*counterfeit*) ürünler ise gerçek ürünleri taklit etmek amacıyla kasıtlı olarak imal edilen, yenilenen veya değiştirilen ürünlerdir. Bunlara ilave olarak belli bir miktarda bir ürün imal etme hakkına sahip olan ancak yetkili kılındığından daha büyük bir miktar imal eden şirketler tarafından meşru envanter olarak satılan ürünler de hileli ürünler olarak değerlendirilmektedir (UAEA, 2016d).

Ülkelerde, CFSI'ların nükleer santrallerde kullanılmasının engellenmesi amacıyla belirlenen gereklere ve düzenleyici kurumlar tarafından yapılan çalışmalara 4 ve 5'inci bölümlerdeki ülke incelemeleri altında yer verilmiştir.

3. ULUSLARARASI KAYNAKLARIN İNCELENMESİ

Bu bölümde, öncelikle, konvansiyonel uygulamalar için AB Müktesebatının basınçlı ekipmanlara ilişkin mevzuatı olan ve bu ekipmanların tasarım, imalat ve uygunluk değerlendirmelerine ilişkin kuralları belirleyen Basınçlı Ekipmanlar Direktifi incelenmiştir. Nükleer enerjinin kullanım alanında ise uluslararası kuruluşlar tarafından hazırlanmış doğrudan nükleer basınçlı ekipmanlara yönelik Direktif'e benzer kapsamda herhangi bir düzenleme bulunmamaktadır. Bununla birlikte, UAEA Güvenlik Standartları Serisi'nden "Nükleer Santrallerin Güvenliği: Tasarım, Spesifik Güvenlik Gerekleri" ve WENRA "Mevcut Reaktörler için Güvenlik Referans Seviyeleri Raporu"ndan nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanlara yönelik hususlara bu bölüm içerisinde yer verilmiştir.

3.1 Basınçlı Ekipmanların Güvenliğine İlişkin Avrupa Birliği Yaklaşımı

Avrupa Birliği'nde kullanılan ürünlerin gerekli kalite standartlarını sağlaması amacıyla çalışmalar yürütülmekte ve AB ülkelerinde uygulanmak üzere çerçeve düzenlemeler yayımlanmaktadır. 1985 yılında yayımlanan 85/C 136/01 sayılı "Teknik uyumluluk ve standartlar için yeni bir yaklaşım" başlıklı Konsey İlke Kararı'yla (*Council Resolution 85/C 136/01 of 7 May 1985 on a new approach to technical harmonization and standards*) AB'de ürünler için belirlenen temel gerekleri uyumlaştırmak (*harmonization*) ve ürünlerin serbest dolaşımı üzerindeki teknik engelleri kaldırmak amaçlanmıştır (AB, 1985). Bu amaçla, ürünlerin karşılaması gereken temel güvenlik gerekleri yayımlanan direktiflerle oluşturulmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, AB'de basınçlı ekipmanların malzeme, tasarım, imalatlarına ilişkin kuralların belirlendiği ve uygunluk değerlendirme prosedürlerinin tanımlandığı iki direktiften bahsetmek mümkündür. Her ikisi de özellikle nükleer kullanım amaçlı ekipmanları kapsamayan bu direktiflerden kısaca değinilmesi gerekeni Basit Basınçlı Kaplar Direktifi'dir (*Simple Pressure Vessels Directive 2014/29/EU*). Sözü geçen Direktif iç basıncı 0,5 bar'dan büyük olması ve hava veya azot içermesi amaçlanan ancak yakma amacı taşımayan seri üretime tabi kaynaklı basit basınçlı kapları kapsamaktadır (AB, 2014a). Bununla birlikte, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler açısından referans oluşturan ve üzerinde durulması gereken direktif ise Basınçlı Ekipmanlar

Direktifi'dir (bu alt bölümde “Direktif”, ilerleyen bölümlerde ise “AB Direktifi” olarak anılacaktır). Direktif'in nükleer basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler için Fransa'da başlı başına bir temel olarak kullanılması ve diğer ülke düzenlemeleri (Örneğin Finlandiya) ile Direktif gereklerine ve uygulamalarına atıflar yapılıyor olması tez çalışmasında Direktif'in incelenmesini gerekli kılmıştır. Bununla beraber, Direktif ile endüstriyel basınçlı ekipmanlara ilişkin belirlenen kuralların, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için bir referans seviyesi oluşturması gerektiği düşünülebilir ve bu durum da Direktif'in incelenmesi fikrini desteklemiştir. Direktif; petrol, gaz, kimya, ilaç, plastik, enerji üretimi ve benzeri birçok endüstri alanında kullanılan basınçlı kaplar, ısı değiştiricileri, buhar üreteçleri, kazanlar, borular ve bunların emniyet donanımları gibi geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (European Commission, 2016a). Öte yandan, özellikle nükleer kullanım amaçlı tasarlanmış ekipmanlar Direktif kapsamı dışında tutulmaktadır ve bu konu, Direktif kapsamının ele alındığı 3.1.1 numaralı alt bölümde özel olarak irdelenmektedir.

İlk olarak 97/23/EC (AB, 1997) sayısı ile yayımlanan Direktif, 2014/68/EU (AB, 2014b) sayısı ile 20 Temmuz 2016 tarihinden itibaren bütün uygulamaları ile yürürlüğe girecek şekilde yenilenmiştir (European Commission, 2016a). 2014/68/EU sayılı sürüm ile yapılan değişiklikler hızlıca incelendiğinde, kapsamda bir değişiklik olmadığı ve temel güvenlik gerekleri, ekipman sınıflandırmaları, onaylanmış kuruluşlar ve uygunluk değerlendirmeleri gibi temel unsurlardan oluşan Direktif'in düzenleyici altyapısının korunduğu anlaşılmaktadır (AB, 2014b). Bununla birlikte, ekipmanların tedarik ve dağıtım süreçlerine dâhil olan tüm işletmelerin yükümlülüklerinin belirlenmesi amacıyla “Ekonomik işleticilerin yükümlülükleri” adı altında ayrı bir bölüm oluşturulduğu ve yenileme öncesinde de kapsanan imalatçı ve yetkili temsilcilerin yanı sıra ithalatçı ve distribütörlerin yükümlülüklerine de yer verildiği izlenmiştir. Ayrıca, uygunluk değerlendirme modüllerinin adlandırılmasında ve akışkanların sınıflandırılmalarında da bazı değişiklikler yapıldığı anlaşılmaktadır.

Bu çalışmanın 4.4.3.4 numaralı bölümünde incelenen Fransız Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi (ESPN) Direktif'in 97/23/EC sayılı sürümünü temel almakta ve 4.3.2.5 numaralı bölümde incelenen YVL E.3 sayılı Nükleer Tesislerin Basınçlı Kap ve Boruları adlı Finlandiya düzenlemesinde de aynı sürümün kurallarına atıflar yapılmaktadır. Ayrıca, tezin yazım aşamasında, 97/23/EC sayılı Direktif'in ülkemiz mevzuatına uyarlaması olan

Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007) yürürlüktedir. Sayılan durumlar göz önünde bulundurularak Direktif'in 97/23/EC sayılı sürümünün incelenmesinin uygun olacağı değerlendirilmiş ve Direktif gerekleri gruplandırılarak alt başlıklar halinde aşağıda incelenmiştir. İncelemelerde, Direktif'in ülkemiz mevzuatına uyumlaştırılmış hali olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği hükümlerinden de yararlanılmıştır.

3.1.1 Direktif kapsamı

Direktif, izin verilen basıncı 0,5 bardan yüksek olan basınçlı ekipman ve donanımların tasarım, imalat ve uygunluk değerlendirmelerine uygulanmaktadır. Basınçlı kaplar, borular, emniyet aksesuarları ve basınçlı aksesuarlar Direktif kapsamındadır. Bunlardan tanımlanmalarının uygun olacağı değerlendirilen emniyet aksesuarları ve basınçlı aksesuarlar şöyle tanımlanabilir:

- Emniyet aksesuarları, ürünün bağlı bulunduğu sistem veya bileşenin izin verilen sınırların üstünde basınca maruz kalmasını engelleyen ekipmanlardır (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007). Örnek: Emniyet vanaları, sınırlandırıcı cihazlar.
- Basınçlı aksesuarlar ise işlevsel fonksiyona ve basınca dayanıklı gövdeye sahip cihazlardır (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007). Örnek: Rahatlatma vanaları.

Direktif'in kapsamına ilişkin üzerinde durulması gereken konu nükleer kullanım amaçlı basınçlı ekipmanların kapsam dışı bırakılmasıdır. Kapsam dışı bırakma, Direktif'in ülkemiz mevzuatına uyarlaması olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği'nin 2'nci maddesi (g) bendinde "Yanlış kullanım sonucunda radyoaktif yayıma sebep olabilecek, özellikle nükleer amaçlı kullanım için tasarlanan ekipmanlar" ifadesi ile yapılmaktadır. Bu ifade, Direktif'in orijinal metninde "*items specifically designed for nuclear use, failure of which may cause an emission of radioactivity*" şeklindedir. İngilizce metnin "özellikle nükleer kullanım için tasarlanan, arızalanmaları durumunda radyoaktif salıma sebep olabilecek ekipmanlar" şeklinde, ülkemiz Yönetmelik'inde yer alan "yanlış kullanım" ifadesi yerine "arızalanmaları" ifadesinin kullanılarak Türkçeye çevrilmesi mümkündür. Nükleer amaçlı kullanım sonucu doğabilecek risklere karşı ek güvenlik önlemleri alınması gerekliliğinin, bu ekipmanların kapsam dışı bırakılmasında temel nedeni oluşturduğu değerlendirilmektedir. Tanımlanan şekliyle "özellikle nükleer kullanım için tasarlanan" ve "arızalanmaları

durumunda radyoaktif madde salımına sebep olabilecek” ekipmanlar kapsam dışında tutulmakla birlikte nükleer tesislerde kullanılan genel endüstriyel kullanım amacıyla üretilmiş radyoaktif madde içermeyen basınçlı ekipmanların ise Direktif kapsamında ele alınması gerekmektedir.

İngiliz nükleer düzenleyici kurumu ONR (*Office for Nuclear Regulation*) tarafından yayımlanan ve nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipman ve sistemlerin düzenlemelere uyumunu değerlendirmekle görevli ONR denetçilerine tavsiyeler içeren Basınçlı Sistemlerin Güvenliği Kılavuzu’nda bu kapsam dışı tutmanın üzerinde özenle düşünülmesi tavsiye edilmekte ve;

- Örneğin bir reaktör basınç kabının, özellikle nükleer kullanım için tasarlanmış olması ve arızası durumunda öngörülebilir bir şekilde radyoaktif salıma yol açacak olması nedeniyle açık olarak Direktif’in kapsam dışı bıraktığı nükleer ekipman tanımına girdiği,
- Bazı bileşenlerin tamamen nükleer kullanım için tasarlanmış olmayabileceği fakat standart ekipmanda yapılacak hafif değişiklikler nedeniyle nükleer kullanım için belirtilen hariç tutma kısmına girebileceği,
- Nükleer sahalarda kullanılan ekipmanların özellikle nükleer kullanım için tasarlanmış olabileceği, ancak bunların radyoaktivite salımına sebep olmayacak bir alanda kullanılabileceği ve dolayısıyla bu tür ekipmanların Direktif’in kapsamı dışında tutulmasının tartışılabilmesi ve
- Doğrudan kendi arızası nedeniyle değil ancak zincirleme bir şekilde başka bir deyişle dolaylı olarak radyoaktif madde salımına sebep olabileceği öngörülen ekipmanların da Direktif kapsamından hariç tutulanlar arasına girebileceği

ifade edilmektedir (ONR, 2014). ONR Kılavuzu’nda da belirtildiği gibi nükleer tesislerde kullanılan ekipmanlar için Direktif’te yapılan kapsam dışı tutma üzerinde dikkatlice düşünülerek hareket edilmesi önem arz etmektedir. Nükleer santrallerde kullanılan ekipmanların, Direktif kapsamında mı yoksa nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenlemeler kapsamında mı değerlendirmeye tabi olacakları konusunda hata yapılma olasılığı bulunmaktadır.

3.1.2 Onaylanmış kuruluşlar, tanınmış üçüncü taraf kuruluşlar ve kullanıcı denetmenleri

Ekipmanlar için Direktif gereklerinin karşılandığının anlaşılması amacıyla yürütülen uygunluk değerlendirilmelerinde ve Malzemeler için Avrupa Onayı'nın verilmesi süreçlerinde ülkelerdeki yetkili kuruluşlar tarafından (Türkiye'de Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı) yetkinlikleri onaylanmış kuruluşlar yer alabilmektedir. Ülkemizde yürürlükte olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği'nde onaylanmış kuruluşlar, İngilizce orijinal metinde ise “**notified bodies**” ismiyle anılan bu kuruluşlar onaylandıktan sonra AB'ye bildirilmekte ve bunların bir listesi “Yeni yaklaşım onaylanmış ve atanmış kuruluşlar (**New Approach Notified and Designated Organisations**)” adlı internet sitesinde¹⁰ yayımlanmaktadır.

Direktif, onaylanmış kuruluşların dışında farklı nitelikte iki kuruluşu da kapsamaktadır. Basınçlı ekipmanların tahribatsız muayenelerini ve sabit bağlantılarını gerçekleştiren personelin ve sabit bağlantı yöntemlerinin onaylanmalarında görev yapmak üzere kuruluşlar yetkilendirilmekte ve bunlar tanınmış üçüncü taraf kuruluşlar (**recognized third-party organizations**) olarak tanımlanmaktadır. Direktif kapsamında yetkilendirmeye tabi diğer kuruluş tipi ise ülke sınırları içinde ve sadece belirli uygunluk değerlendirme modüllerinde (A1, C1, F ve G) görev yapabilen kullanıcı denetmenleridir (**user inspectorates**). Kullanıcı denetmenleri tarafından uygunluğu değerlendirilmiş ekipmanlara CE uygunluk işareti vurulamamakta ve bu ekipmanlar sadece kullanıcı denetmenlerinin bağlı oldukları işletme tarafından çalıştırılan tesislerde kullanılabilir.

Basınçlı ekipmanlara ilişkin süreçlerde görev yapabilen her üç tip kuruluşun onaylanmalarına temel teşkil edecek, özellikle çıkar çatışmasının yaşanmaması amacıyla bağımsızlık ve tarafsızlık konularına ilişkin gerekler ve kuruluşların yetkinliklerinin ölçülmesine yönelik teknik ve idari şartlar Direktif'te belirlenmektedir.

¹⁰ <http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/nando/>

3.1.3 Basınçlı ekipmanların kategorilere ayrılması

Basınçlı ekipmanlar, Direktif ile belirlenen kurallar çerçevesinde artan tehlike seviyelerine göre kategorilendirilmelidir. Bu işlem için öncelikle basınçlı ekipmanların içerdikleri akışkanlar iki gruba ayrılmakta; birinci grupta patlayıcı, kolay alevlenir, alevlenir, toksik ve oksitleyici akışkanlara, ikinci grupta ise ilk grubun kapsamı dışındaki su ve buhar gibi akışkanlara yer verilmektedir. Ekipman kategorilerinin belirlenmesinde ise ekipmanların barındırdıkları akışkan özelliklerinin yanı sıra basınçları ve basınçlı kap veya boru olmalarına göre hacim veya anma çapları kullanılmaktadır. Ekipmanlar, artan tehlike seviyelerini belirtecek ve 4'üncü kategori en tehlikeli olacak şekilde 1-4 arası kategoriye ayrılmakta ve Direktif kapsamında olmakla birlikte arz ettikleri tehlike seviyelerinin düşüklüğü nedeniyle kategorilerin dışında bırakılmış ekipmanlar da bulunmaktadır. Direktif uyarınca, 1-4 arası kategorilerde yer alan ekipmanların Direktif'te belirlenen temel güvenlik gereklerine uygun olarak, herhangi bir kategoriye girmeyen ekipmanların ise geçerli mühendislik uygulamaları çevresinde imal edilmesi gerekmektedir.

3.1.4 Temel güvenlik gerekleri

Basınçlı ekipmanların güvenlik öncelikli olacak şekilde tasarlanması, imal edilmesi, kontrol edilmesi, kurulması ve işletilmesi gerekmekte ve bu amaçla, Direktif, ekipmanlar için uyulacak temel güvenlik gereklerini (*essential safety requirements*) tanımlamaktadır. AB'nin Direktif ile ilgili internet sitesinde, ekipmanların AB pazarına sunulabilmesi için söz konusu gerekleri karşılaması gerektiği ancak imalatçılara teknik çözümler konusunda hareket alanı bırakılması amacıyla gereklerin nasıl karşılanacağına değinilmediği vurgulanmaktadır (European Commission, 2016a). Direktif'e göre imalatçı uygulayacağı çözümlerde, mümkün ve makul ölçüde tehlikeleri gidermeli veya azaltmalı, giderilemeyen tehlikelere karşı ise uygun koruma önlemlerini almalıdır. Uyumlaştırılmış standartlara¹¹

¹¹ Direktif'te geçen uyumlaştırılmış standart (*harmonised standards*) ifadesi, 13/11/2001 tarihli ve 2001/3529 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Ürünlerin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelik'teki Uyumlaştırılmış Avrupa standardı tanımı ile yapılabilir. Uyumlaştırılmış Avrupa standardı "Avrupa Birliği Komisyonunun talimatı üzerine bir Avrupa Standardizasyon Kuruluşu tarafından hazırlanan ve Avrupa Toplulukları Resmi Gazetesinde ismi yayımlanan standardı" ifade etmektedir (Bakanlar Kurulu, 2001).

uyulması zorunlu tutulmamış olmakla birlikte, bunlara uygun imal edilen ekipmanların temel güvenlik gereklerini karşıladıkları kabul edilmektedir. Temel güvenlik gereklerine ilişkin özet bilgiler aşağıda yer almaktadır.

3.1.4.1 Tasarım

Tasarım, ekipmanın ömrü boyunca güvenli olması için bütün faktörleri göz önünde bulundurarak hatalara karşı yeterli emniyet payını içermeli, çalışma koşulları nedeniyle oluşacak yükler ve bu yüklerin kombinasyonları da tasarımda dikkate alınmalıdır. Tasarımda özellikle hesaba katılması gereken unsurlar olarak; iç ve dış basınç, çevre ve işletme sıcaklığı, deprem yükü, basınç, korozyon, aşınma, yorulma vb. unsurlar Direktif'te listelenmektedir.

Basınca karşı yeterli dayanım için kullanılabilecek “hesaplama yöntemi” ve “deneysel tasarım yöntemi” olarak iki yöntem tanımlanmaktadır. Genel bir kural olarak hesaplama yönteminin kullanılması gerekmekte, deneysel tasarım yöntemi ise gerektiğinde hesaplama yöntemini desteklemek amacıyla veya izin verilen maksimum basınç ile kaplar için hacim, borular için anma çapı çarpımının belirli değerlerin altında kaldığı ekipmanlarda kullanılabilmektedir.

Ayrıca, ekipmanların tasarım aşaması için; güvenli kullanım ve işletme için şartlar, muayene araçlar, boşaltma ve hava alma araçları, korozyon ve diğer kimyasal maruz kalmalar, basınç sınırlayıcı cihazlar ve benzeri konularda uyulacak kurallar tanımlanmaktadır.

3.1.4.2 İmalat

Ekipman imalatları, tasarımda belirlenen gereklerin sağlanması için uygun teknikler ve prosedürler ile yürütülmelidir. İmalat aşamasına yönelik; bileşenlerin hazırlanması, sabit bağlantılar, ısıl işlemler, tahribatsız muayene ve izlenebilirlik konularında uyulması gereken kurallar belirlenmiştir. Ekipmanların son değerlendirmelerinde yapılması gereken testler, ekipmanların etiketlenmesi ve işletme talimatlarına da ayrıca değinilmektedir. İmalat aşamasına yönelik temel gereklerden alınan bazı notlar şöyledir:

- Sabit bağlantılar uygun yöntemle göre vasıflı personel tarafından yapılmalı; 2, 3 ve 4'üncü kategori ekipmanlar için işlem yöntemleri ve personel onaylanmış kuruluşlar veya tanınmış üçüncü taraf kuruluşlar tarafından onaylanmalıdır.
- Tahribatsız testler uygun nitelikteki personel tarafından yapılmalıdır. Bu personel, kategori 3 ve 4 ekipman için üçüncü taraf uygunluk değerlendirme kuruluşları tarafından onaylanmalıdır.
- Malzeme özelliklerinin korunabilmesi için uygun ısı işlem uygulanmalı, ayrıca malzeme girişinden itibaren son teste kadar izlenebilirlik sağlanmalıdır.
- Son muayene ile ekipmanın gereklere uygunluğu incelenmeli ve dayanıklılık testi (hidrostatik basınç testi) yapılmalıdır.
- İşaretleme ve etiketleme konusunda, CE işaretine ilaveten ekipman künyesi diyebileceğimiz bilgileri içeren etiketleme yapılması gerekmektedir. Künyede; imalatçıya ilişkin bilgiler, ekipmanın kullanım amacı, hacmi, çapı, emniyet cihazının ayar basıncı gibi bilgiler yer almalıdır.

3.1.4.3 Malzemeler

Basıncılı ekipman imalatında kullanılacak malzemelerin ekipman için öngörülen bütün işletme koşulları ve şartlara uygun olması zorunlu tutulmakta ve Direktif'te bu konuda çeşitli gereklere yer verilmektedir. Malzemelere ilişkin verilen gereklerin sağlanması için kullanılabilecek malzeme tipleri; (1) uyumlaştırılmış standartlara uygun malzeme, (2) Malzemeler için Avrupa Onayı¹² (*European approval for materials*) olan malzeme veya (3) özel malzeme değerlendirilmesi yapılan malzemeler şeklindedir. Malzemeler için Avrupa Onayı ve kategori 3 ve 4 ekipmanların özel malzeme değerlendirmeleri onaylanmış kuruluşlar tarafından yapılabilir. İmalatçılar, malzemenin istenen özelliklerde olmasını sağlamak için gerekli önlemleri alma ve malzeme imalatçıları tarafından hazırlanan belgeleri temin etmekle yükümlü tutulmaktadır. Ayrıca, kategori 2-4 ekipmanların basınç

¹² Basıncılı Ekipmanlar Yönetmeliği'nde Malzemeler için Avrupa Onayı "Basıncılı ekipmanların imalatında sürekli kullanımı amaçlanan, uyumlaştırılmış standartlar tarafından kapsanmayan malzemelerin özelliklerini tanımlayan teknik belge" şeklinde tanımlanmaktadır (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007).

altında çalışan ana parçaları için özel ürün kontrol sertifikası düzenlenmesi şart koşulmaktadır.

3.1.4.4 Belirli basınçlı ekipmanlar için özel nicel gerekler

Direktif, bazı işlem ve uygulamalar için sağlanması gereken nicel değerleri temel gereklere ek niteliğinde tanımlamaktadır. Bu değerler arasında izin verilen gerilimler (akma sınırı, çekme dayanımı, genel statik gerilme ve sıcaklığa bağlı sürünme değerleri gibi), kaynaklı bağlantılar için katsayılar, basınç sınırlayan cihazlar için basınçlar, hidrostatik test basıncı ve malzeme özellikleri yer almaktadır. Malzeme özellikleri hakkındaki özel nicel gereklere Ek-1’de yer verilmektedir.

3.1.5 Ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri

Ekipmanların piyasaya sürülmesinden önce Direktif gereklerinin karşıladığının anlaşılması ve ekipmanlara Avrupa’ya uygunluk işaretinin (CE) verilebilmesi amacıyla uygunluk değerlendirmeleri yapılmaktadır. Daha önce de belirtildiği üzere basınçlı ekipmanlar, taşıdıkları tehlike seviyeleri ile artacak şekilde; basınç, hacim veya boru çapı ve akışkan özelliklerine göre 1-4 arası kategorilere ayrılmakta ve bu kategorilere uygulanabilecek uygunluk değerlendirme prosedürleri olarak ifade edilebilecek modüller Direktif ile tanımlanmaktadır. Kullanılacak uygunluk değerlendirme modülleri imalatçılar tarafından seçilmektedir. Kategorilere göre uygunluk değerlendirme modülleri, adlandırmaları Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği ile uyumlu bir şekilde, Tablo 3.1’de gösterilmektedir.

Tablo 3.1 Ekipman kategorileri ve uygunluk değerlendirme prosedürleri

Ekipman Kategorisi	Uygunluk değerlendirme prosedürleri
I	Modül A (İç üretim kontrolü)
II	Modül A1 (Son değerlendirme izlenerek iç üretim kontrolleri), Modül D1 (Üretim kalite güvencesi), Modül E1 (Ürün kalite güvencesi)
III	Modül B1 (AT tasarım incelemesi) + D (Üretim kalite güvencesi), Modül B1 (AT tasarım incelemesi)+ F (Ürün doğrulaması), Modül B (AT tip incelemesi) + E (Ürün kalite güvencesi), Modül B (AT tip incelemesi) + C1 (Tipe uygunluk), Modül H (Tam kalite güvencesi)
IV	Modül B (AT tip incelemesi) + D (Üretim kalite güvencesi), Modül B (AT tip incelemesi) + F (Ürün doğrulaması), Modül G (AT birim doğrulaması), Modül H1 (Tasarım incelemesi ve son değerlendirmenin özel gözetimi ve tasarım incelemesi ile tam kalite güvencesi)

(AB, 1997)

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi ekipman kategorilerine göre farklı uygunluk değerlendirme yöntemleri kullanılabilmekte, bazı modüller tek başına bazı modüller ise diğer bir modülle birlikte uygulanabilmektedir. Bu durum, Direktif uygulamaları çerçevesinde genel bir kural olarak ekipmanların hem tasarım hem de imalat aşamalarının uygunluk değerlendirmelerine tabi olmasının sonucudur (European Commission, 2016b). Örneğin, uygunluk değerlendirme modüllerinden B modülü, sadece tasarım aşamasını kapsamakta fakat dördüncü kategori ekipmanlar için imalat aşamasına yönelik değerlendirmelerin uygulandığı D veya F modülleri ile kullanılabilmektedir. 3’üncü kategori ekipmanlar için H modülü ile 4’üncü kategori ekipmanlara uygulanabilen diğer modüller G ve H1 ise tek başlarına uygunluk değerlendirme süreçlerinde kullanılabilmekte ve bu modüller hem tasarım hem de imalat aşamalarını kapsamaktadır (European Commission, 2016b). Örnek olarak, G modülü ile basınçlı ekipmana ilişkin değerlendirilmek üzere onaylanmış kuruluşa sunulan teknik dosya kavramsal tasarım ve imalat çizimleri, uygulanmış standartlar listesi, parçaların ve devrelerin vb. şemaları, tasarım hesaplamaları, deney raporları ve muayene sonuçları gibi ekipmanın tasarım, imalat ve işleyişinin anlaşılması amacıyla ayrıntılı hususları içermekte ve bunlar onaylanmış kuruluşlar tarafından değerlendirilmektedir.

Tüm uygunluk değerlendirme mod  lleri bu çalışmaya yansıtılmayacak ancak en tehlikeli kategori olan 4’  nc   kategori ekipmanlar için kullanılabilen B, D, F, G ve H1 mod  lleri n  kleer alandaki uygulamalara   rnek teşkil etmesi açısından incelenecektir. Ayrıca, 4.4.3.4 numaralı alt b  l  mde incelenen Fransız N  kleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi (ESPN, 2005) uyarınca en riskli grup olan N1 sınıf n  kleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde her ikisi de tasarım ve imalat s  relerini kapsayan G ve H mod  lleri birlikte uygulanmakta ve bu nedenle 3’  nc   kategori basınçlı ekipmanlar için kullanılabilen H mod  l  ne de değinilecektir.

Mod  l B (AT Tip İncelemesi): Bu mod  l, imalatı yapılacak ekipmanı temsil eden bir numunenin Direktif gereklerine uygun olarak   retildiğinin bir onaylanmış kuruluş tarafından tespit edilmesi ve onaylanması şeklinde uygulanmaktadır. Mod  l, ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde diğer mod  ller ile birlikte kullanılabilmektedir.   rneğin, 4’  nc   kategori ekipmanlar için D veya F mod  l   ile birlikte uygulanmalıdır. İmalatçı tarafından, “tip” olarak adlandırılan numune ve teknik dosya ile onaylanmış kuruluşa başvurulmalıdır. Teknik dosya basınçlı ekipmanın tasarımını, imalat ve işletme aşamasını kapsamalı ve Basınçlı Ekipmanlar Y  netmeliği’nde (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007) geçen şekliyle şu bilgi ve belgeleri içermelidir:

- Tipin genel bir tanımı,
- Kavramsal tasarım ve imalat çizimleri, parçaların alt parçalarının, devrelerin vb. şemaları,
- Bahsedilen çizimlerin, şemaların ve basınçlı ekipmanın çalışmasının anlaşılması için gerekli tanımlamalar ve açıklamalar,
- Bu Y  netmeliğin 8 inci maddesinde belirtilen tamamen veya kısmen uygulanmış standartların listesi ve bu standartların uygulanmadığı durumlarda, bu Y  netmeliğin temel gereklerini karşılaması için benimsenen  z  mlerin açıklamaları,
- Yapılan tasarım hesaplarının ve muayenelerin sonuçları,
- Deney raporları,
-   retimde yapılan testler hakkında bilgi,
- EK I’in madde 3.1.2. ve madde 3.1.3.’e g  re istenilen   zellikler veya onaylama hakkında bilgi.

Belgeler arasında geçmekte olan atıflardan; “Yönetmelik’in 8 inci maddesindeki standartlar” ifadesi uyumlaştırılmış Avrupa standartlarını, “EK I madde 3.1.2. ve madde 3.1.3.” ifadesi ise sabit bağlantılar için işlem yöntemleri ile işlemleri uygulayan personelin ve tahribatsız muayene gerçekleştiren personelin onaylanmalarına ilişkin hususları kapsamaktadır.

Modül kapsamında, onaylanmış kuruluş tarafından çeşitli doğrulama ve kontroller yapılmakta ve tipin ilgili gereklere uygun olduğuna karar verilirse tip inceleme sertifikası düzenlenmektedir.

Modül D (Üretim Kalite Güvencesi): Bu modül 4’üncü kategori ekipmanlar için B modülü ile birlikte uygulanabilmektedir. İmalatçı tarafından, onaylanmış kuruluşun gözetiminde üretim, son ürün denetimi ve testleri kapsayan onaylı bir kalite sisteminin uygulanması gerekmektedir. Kalite sisteminin değerlendirilebilmesi için basınçlı ekipmana ilişkin bilgiler, kalite sistemi dokümanları, onaylanmış tip ile ilgili teknik dosya ve tip veya tasarım inceleme sertifikasının kopyası onaylanmış kuruluşa sunulmakta ve bunlar onaylanmış kuruluş tarafından incelenerek imalatçının kalite sistemi Direktif’te tanımlanan gerekler temelinde değerlendirilmektedir. Kalite sistemi, basınçlı ekipmanın, Direktif gereklerine ve birlikte uygulanabilecek diğer modüller kapsamında onaylanan tipe uygun olmasını sağlamalıdır. Uygun bulunan kalite sistemi, onaylanmış kuruluşun gözetimine tabi olmakta ve onaylanmış kuruluş tarafından periyodik denetimler yapılmaktadır.

Modül F (Ürün Doğrulaması): Bu modül 4’üncü kategori ekipmanlar için B modülü ile birlikte kullanılabilir. İmalatçı, ekipmanın, B modülü ile verilen AT tip inceleme sertifikasında onaylanan tasarıma uygun olmasını ve Direktif gereklerini karşılanmasını sağlamalı ve bu amaçla gerekli tedbirleri almalıdır. Basınçlı ekipmanın onaylanan tipe ve Direktif gereklerine uygunluğunun kontrolü amacıyla, onaylanmış kuruluş tarafından ekipmanın her bir parçası muayene ve test edilmekte ve uygun inceleme ve deneyler yapılmaktadır. Onaylanmış kuruluş, özellikle sabit bağlantıları ve tahribatsız testleri gerçekleştiren kişilerin uygun şekilde onaylı olduklarını ve malzeme sertifikalarını doğrulamakta ve basınç dayanıklılık testlerine ilişkin görevleri yerine getirmektedir.

Modül G (AT Birim Doğrulaması): Bu modül, imalatçının teknik dosya ve idari bilgiler ile başvurusu sonucu, onaylanmış kuruluşun, basınçlı ekipmanın her bir parçasının tasarımını ve yapısını incelemesi ve uyumlaştırılmış standartlarda belirtilen veya eşdeğer

test ve muayeneleri yapması ile gerçekleştirilmektedir. Modül kapsamında onaylanmış kuruluşa sunulacak teknik dosya, B modülündeki belgelere ek olarak basınçlı ekipmanın sabit bağlantıları ve tahribatsız testlerini gerçekleştiren personelin nitelik ve onayları ile imalat ve test işlemlerinin onayı hakkında ayrıntılı bilgileri içermektedir. Modül, onaylanmış kuruluş tarafından basınçlı ekipmanın bütün parçalarının tasarım ve yapımlarının incelenmesini ve uyumlaştırılmış Avrupa standartlarındaki veya eşdeğer standartlardaki test ve muayenelerin yapılmasını gerektirmektedir. Onaylanmış kuruluş, özellikle, teknik dosyayı tasarım ve imalat yöntemleri açısından incelemekte, malzemelerin uyumlaştırılmış standartlara uygunluğunun veya Avrupa malzeme onayı taşıdığının veya diğer malzemeler kullanılmış ise gerekli sertifikalarının kontrolünü yapmakta, sabit bağlantıları onaylamakta veya bunların tanınmış üçüncü taraf kuruluşlar tarafından onaylanmış olduğunu kontrol etmekte, son muayeneleri gerçekleştirmekte ve basınç dayanıklılık testlerini yapmakta veya yaptırmaktadır.

Modül H (Tam Kalite Güvencesi): Bu modül, imalatçı tarafından tasarım, imalat, son denetim ve testler için bir kalite sisteminin onaylanmış kuruluş gözetimine tabi olarak uygulanmasını gerektirmektedir. İmalatçı tarafından, basınçlı ekipmana ilişkin bilgiler ve kalite sistemi dokümantasyonu ile bir onaylanmış kuruluşa başvurulmakta ve kalite sisteminin değerlendirilmeye tabi tutulması sağlanmaktadır. Sunulan kalite sistemi dokümanları; malzemeler, tasarım (tasarım kontrol, tasarım doğrulama teknikleri vb.), imalat, sabit bağlantılar, personele ilişkin gerekler (sabit bağlantılar ve NDT gerçekleştiren personel gibi), test ve muayene planları, son inceleme ve testleri ve organizasyon yapısı gibi ayrıntılı bilgileri kapsar niteliktedir. Basınçlı ekipman teknolojisinin değerlendirilmesi konusunda deneyimli en az bir denetçi ile birlikte, imalatçının kalite sistemi onaylanmış kuruluş tarafından imalat yerinin denetimini de içerecek şekilde değerlendirilmektedir. Kalite sistemi değerlendirilen imalatçılar bu sistemi sürdürdüklerinin anlaşılması amacıyla onaylanmış kuruluş tarafından gözetim altında tutulmakta, en az üç yılda bir periyodik denetimler gerçekleştirilmekte ve analiz, hesaplama ve test sonuçları ile denetim raporları gibi hususlar kontrol edilmektedir.

Modül H 1 (Tasarım İncelemesi ve Son Değerlendirmenin Özel Gözetimi ve Tasarım İncelemesi ile Tam Kalite Güvencesi): Bu modül, H modülü ile belirlenen gerekleri ve ilave olarak ekipman tasarımının incelenmesine yönelik gerekleri içermekte ve onaylanmış

kuruluş tarafından tasarım değerlendirilmesi yapılmasını gerektirmektedir. Basınçlı ekipmanın tasarım, imalat ve işleyişinin anlaşılmasını ve Direktif'in ilgili gereklerine uygunluğunun değerlendirilmesini olanaklı kılacak şekilde bir başvuru, onaylanmış kuruluşa yapılmaktadır. Başvuru ile uygulanmış standartlar da dâhil teknik tasarım ayrıntıları onaylanmış kuruluşa sunulmakta ve kuruluş tarafından Direktif gereklerinin karşılandığı tespit edildiği takdirde tasarım inceleme sertifikası verilmektedir.

3.2 Nükleer Enerji Alanındaki Uluslararası Kaynaklar

Basınçlı ekipmanlara ilişkin nükleer alandaki uluslararası kaynakların mevcudiyetinin belirlenebilmesi amacıyla, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın Güvenlik Standartları Serisi ve Batı Avrupa Nükleer Düzenleyiciler Birliği (WENRA) yayımları gözden geçirilmiş ve nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara özel olarak hazırlanmış herhangi bir kaynağın bulunmadığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte, İngiliz nükleer düzenleyici kurumu ONR tarafından hazırlanan Basınçlı Sistemlerin Güvenliği Kılavuzu'nda (ONR, 2014) da gerek veya tavsiyelerine atıf yapıldığı görülen UAEA Güvenlik Standartları Serisi'nden "Nükleer Santrallerin Güvenliği: Tasarım, Spesifik Güvenlik Gerekleri" ve WENRA Mevcut Reaktörler için Referans Güvenlik Seviyeleri Raporu'nda yer alan ve basınçlı ekipmanlara da uygulanabilecek gerekler/tavsiyeler incelenmiştir. Ayrıca, UAEA'nın "İlk Nükleer Santralin Lisanslanması" adlı raporundan, ekipmanların imalat süreçlerinin düzenleyici gözetimine yönelik tavsiyeler içeren kısımlara da yer verilmiştir.

3.2.1 WENRA güvenlik referans seviyeleri

Avrupa'dan 17 ülke nükleer düzenleyici kurumunun temsil edildiği WENRA tarafından, üye ülkelerde nükleer güvenliğin sağlanmasında ortak bir yaklaşım geliştirilmesi amacı ile güvenlik referans seviyeleri belirlenmektedir. İlk hali 2006 yılında yayımlanan Mevcut Reaktörler için Referans Güvenlik Seviyeleri Raporu (*Report WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors*), WENRA tarafından Fukushima Kazası'ndan çıkarılan dersler kapsamında revize edilmiş ve 2014 yılında günümüzdeki halini almıştır (WENRA, 2014). Rapor ile belirlenen güvenlik referans seviyeleri herhangi teknik veya yasal ayrıntıyı içermeyen konular (İng.: *Issue*) şeklinde verilmektedir. Güvenlik seviyeleri arasından bu çalışma kapsamında ilgili görülenler hakkında bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

Konu G: Yapı, sistem ve bileşenlerin güvenlik sınıflandırması

Nükleer güvenlik açısından önemli tüm YSB'lerin güvenlik için önemlerine göre tanımlanmaları ve sınıflandırılmaları gerekmektedir. Sınıflandırma işlemi her güvenlik sınıfı için tasarım, imalat, yapım ve denetimde uygulanacak uygun kod ve standartları ve uygulanabilir kalite gereklerini belirlemektedir. Güvenlik için önemli YSB'ler sınıfları ile orantılı olacak şekilde tasarlanmalı, imal edilmeli ve korunmalıdır (*maintain*). YSB'lerin tasarımlarında ve malzemelerinin seçimlerinde, tesisin ömrü boyunca işletme koşullarının ve gerektiğinde kaza koşullarının YSB'lerin özelliklerine ve performanslarına olabilecek etkileri hesaba katılmalıdır.

Konu K: Bakım, hizmet içi muayene ve işlevsel testler

Güvenlik açısından önemli YSB'lerin; kullanılabilirlik, güvenilirlik ve işlevselliklerinin tesisin ömrü boyunca tasarımılanmış halleri ile kalmalarının sağlanması için lisans sahibi tarafından bu YSB'ler için bakım, test, gözetim ve denetim programları hazırlanarak uygulanmalıdır. YSB'ler için önleyici bakım, test, gözetim ve denetimlerin sıklığı ve kapsamı;

- YSB'lerin güvenlik açısından önemi,
- YSB'lerin doğasından gelen güvenilirlikleri,
- YSB'lerin bozulma potansiyeline (işletme tecrübesi, araştırma ve tedarikçi tavsiyesine dayanarak),
- İşletme ve diğer ilgili deneyim ve izleme/gözlem sonuçlarına,

dayanılarak sistematik bir yaklaşımla belirlenmelidir. Ayrıca, bileşenlerdeki bozulmanın başarısızlığa neden olmadan önce tespit edilmesini sağlayacak aralıklar belirlenerek hizmet içi denetimler gerçekleştirilmelidir.

Konu Q: Tesis tadilatları

Lisans sahibi, tesisteki tadilatların tesisin güvenli bir şekilde çalışma kabiliyetini düşürmemesini sağlamakla yükümlüdür. Lisans sahibi, tüm kalıcı ve geçici tadilatların doğru bir şekilde tasarlanıp gözden geçirildiği, kontrol edildiği ve uygulandığından ve güvenlik gereklerinin karşılandığından emin olunması için bir süreç oluşturmaktadır. YSB'lerdeki tadilatlar için bu süreç; değişiklik sebebi ve gerekçesi, tasarım, güvenlik

değerlendirmesi, tesis belgelerinin ve eğitimlerin güncellenmesi, imalat, montaj ve testler ile tadilatların başlatılması konularını içermelidir.

3.2.2 UAEA tasarım gerekleri

UAEA Güvenlik Standartları Serisi'nde yer alan SSR-2/1 sayılı “Nükleer Santrallerin Güvenliği: Tasarım, Spesifik Güvenlik Gerekleri (*Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements No. SSR-2/1*)” adlı doküman ile nükleer santrallerde kullanılan YSB'lerin tasarım aşamasına yönelik kurallar “Gerek (*Requirement*)” adı altında numaralandırılarak belirlenmektedir (UAEA, 2016a).

Doğrudan nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için verilmiş bir gerek bulunmamakla birlikte 47 numaralı “Reaktör soğutma sistemi tasarımı” başlıklı Gerek'te “Nükleer santral reaktör soğutma sistemi bileşenleri; yetersiz malzeme kalitesi, tasarım standartları, kapasite veya imalat kalitesi nedenlerinden kaynaklı arıza riskini en aza indirecek şekilde tasarlanmalı ve imal edilmelidir” ifadelerine yer verilmektedir. Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara uygulanabileceği değerlendirilen diğer gerekler hakkında bilgilere aşağıda yer verilmiştir.

Gerek 6: Nükleer santral tasarımı

Nükleer santral tasarımı, güvenlik işlevlerinin gerekli güvenilirlikle yerine getirilmesinin sağlanması amacıyla tesisin ve güvenlik açısından önemli bileşenlerin uygun özelliklere sahip olmasını temin etmelidir.

Gerek 9: Kanıtlanmış mühendislik uygulamaları

Gerek'e göre güvenlik açısından önemli bileşenler uygun ulusal ve uluslararası kod ve standartlar doğrultusunda tasarlanmalıdır. Kod ve standartlar, uygunlukları ve yeterliliklerinin belirlenmesi için değerlendirilmeli ve tasarım kalitesinin ilgili güvenlik işlevine uygun olmasını sağlamak için gerekirse takviye edilmeli veya değiştirilmelidir.

Gerek 11: Konstrüksiyon gereği (*Provision for construction*)

Gerek uyarınca, güvenlik açısından önemli bileşenler, tasarım özelliklerinin ve gerekli güvenlik seviyesinin elde edilmesini sağlayacak proseslere uygun olarak imal, inşa ve monte edilebilecek ve kurulabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Gerek 14: Güvenlik açısından önemli bileşenlerin tasarım esasları

Güvenlik açısından önemli bileşenlerin tasarım esasları, belirlenmiş kabul kriterlerinin tesisin ömrü boyunca karşılanması için işletme ve kaza koşulları ile iç ve dış tehlikelerden kaynaklanabilecek koşullara karşı gerekli yetenek, güvenilirlik ve işlevsellikleri içermelidir.

Gerek 15: Tasarım sınırları

Güvenlik açısından önemli bileşenlerin temel fiziksel özellikleriyle tutarlı tasarım sınırları kümesi, tüm işletme durumları ve kaza koşulları için belirlenmelidir.

Gerek 18: Mühendislik tasarım kuralları

Nükleer santrallerde güvenlik açısından önemli bileşenler için mühendislik tasarım kuralları belirlenmelidir. Bu kuralların, nükleer güç teknolojisi ile uygunluğunun da hesaba katılması ve nükleer enerji alanında kanıtlanmış mühendislik uygulamaları ile ulusal veya uluslararası kod ve standartlara uyumlu olması gerekmektedir.

Gerek 22: Güvenlik sınıflandırması

Güvenlik açısından önemli tüm bileşenlerin işlevleri ve güvenlik için önemlerine göre sınıflandırılmaları konusuna ilişkindir. Bu konu, ekipmanlara uygulanacak gereklerin belirlenmesi açısından arz ettiği önem bakımından tez çalışmasının 2.4 numaralı alt bölümünde ayrıntılı şekilde incelenmiştir.

Gerek 23: Güvenlik için önemli bileşenlerin güvenilirliği

Gerek uyarınca, güvenlik açısından önemli bileşenlerin güvenilirlikleri, güvenlik için önemleri ile orantılı olmalıdır. Bileşenlerin tasarımları, bu bileşenlerin tasarım esaslarında belirtilen tüm koşullara yeterli güvenilirlik ve etkinlik ile karşı koyabilecek nitelikte imal edilmesi, kurulması, devreye alınması ve işletilmelerini sağlamalıdır.

Gerek 29: Güvenlik için önemli bileşenlerin kalibrasyon, test, bakım, onarım, değiştirilme, denetim ve izlenmeleri

Gerek'e göre, işlevlerini yerine getirebilme ve bütünlüklerini tasarım esaslarında belirtilen tüm koşullarda sürdürme yeteneklerinin korunması amacıyla, güvenlik açısından önemli bileşenler; kalibrasyon, test, bakım, onarım, değiştirme, denetim ve izleme faaliyetlerinin yürütülebileceği şekilde tasarlanmalıdır.

Gerek 30: Güvenlik için önemli bileşenlerin vasıfları

Güvenlik açısından önemli bileşenlerin tasarım ömrü boyunca amaçlanan işlevlerini, tesisin bakım ve test esnasındaki durumunun da hesaba katılmasıyla, mevcut çevre koşullarında ve gerektiğinde yerine getirebileceklerini doğrulamak için bir vasıflandırma programı uygulanmalıdır.

3.2.3 İlk nükleer santralin lisanslanmasında UAEA tavsiyeleri

“İlk Nükleer Santralin Lisanslanması (*Licensing the First Nuclear Power Plant, INSAG-26*)” adlı raporda (UAEA, 2012), lisanslama sürecinde ülkelerin düzenleyici kurumlarına UAEA tarafından tavsiyeler verilmektedir.

Rapor'un ana konularından biri olan imalat ve inşaatın gözetimine ilişkin tasarım değerlendirmeleri ve denetimler hakkında tavsiyeler de bulunmaktadır. Rapor'a göre, düzenleyici kurum, nükleer santralin tüm YSB'lerinin tasarımda amaçlanmış işlevlerini normal işletme ve kaza koşullarında yerine getirebileceklerinden emin olmak için YSB'lerin belirlenmiş endüstri ve kalite standartları ve kanıtlanmış mühendislik uygulamaları çerçevesinde imal ve inşa edildiğini doğrulamalıdır. Doğrulama, tasarım dokümanlarının gözden geçirme ve değerlendirilmesi ve yerinde yapılacak uygun gözetim ve denetimler vasıtasıyla gerçekleştirilmeli, imalat ve inşaatın yerli veya yabancı kuruluş tarafından yapılmasına bakılmaksızın kapsamlı bir tasarım incelemesi yapılmalıdır. Denetimler ise güvenliği etkileyen herhangi bir öğenin atlanmaması için sistematik ve organize bir şekilde yerine getirilmeli ve denetimlerde, yüksek nötron ışınlanmasına maruz kalacak ve işletme sırasında bakım, inceleme ve değiştirilmesi zor olacak bileşenlere özel önem verilmelidir.

Yaklaşımına bağlı olarak, düzenleyici kurum, lisans sahibinin tedarik, denetim ve gözetim süreçlerinin sağlamlığına ilişkin güvenceleri sorgulayabilir, bazı durumlarda bağımsız denetim ve gözetim faaliyetleri de yürütebilir (UAEA, 2012). Bağımsız denetimlerin gerçekleştirilmesi için denetçilerin eğitilmesi, vasıflandırılması, denetim prosedürlerinin tanımlanmasının gerektiği belirtilen Rapor'da, düzenleyici kurum adına denetimlerin gerçekleştirilmesinde akredite olmuş yerli veya yabancı denetim kuruluşların da kullanılabileceği vurgulanmaktadır.

4. ÜLKE YAKLAŞIMLARI

Bu bölümde, öncelikle ülkelerin incelenmek üzere seçilmelerine temel teşkil eden bilgilere değinilecek ardından ise nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemelerin olabildiğince ayrıntılı ele alındığı ülke incelemelerine yer verilecektir.

4.1 Ülke Seçimlerine İlişkin Bilgiler

Çalışma kapsamında ABD, Finlandiya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore ve Rusya Federasyonu düzenleme ve yaklaşımları ele alınmıştır. Ülkelerin seçimlerinde, nükleer santraller kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik dünyadaki farklı yaklaşımların görülebilmesi amaçlanmış ve nükleer enerjinin ülkelerdeki yeri, coğrafi dağılım, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara özel düzenlemelerin varlığı gibi ölçütler kullanılarak ülkeler belirlenmiştir. Seçilen ülkeler hakkında bilgiler aşağıda bulunmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri: ABD’de elektrik üretimi amacıyla nükleer enerji santrallerinden yaygın olarak faydalanılmaktadır. Dünyanın en büyük nükleer enerji imalatçısı durumunda olan ABD’de üretilen elektriğin yaklaşık %19’u nükleer enerjiden sağlanmakta ve ülkede işletme halinde 100 nükleer reaktör bulunmaktadır (WNA, 2016a).

Nükleer enerji kullanımındaki köklü geçmişi ve bu alandaki düzenlemelerinin birçok uluslararası uygulamaya örnek teşkil etmiş olması, oluşturduğu nükleeri de içeren standartların birçok ülke tarafından doğrudan kullanılması tez çalışmasında ABD’nin ele alınmasını elzem kılmaktadır.

Finlandiya: Finlandiya’da enerji üretimine ilişkin veriler incelendiğinde üretilen enerjinin büyük bir kısmının, 2015 yılında elektrik üretiminin yaklaşık %66,26’sının, nükleer enerjiden sağlandığı görülmektedir (UAEA, 2016e). Ülkede, ilki 1977 yılında şebeke bağlantısı yapılmış olan 2 ünite PWR ve 2 ünite BWR tipi olmak üzere 4 ünite nükleer reaktör işletmede ve bir ünite PWR tipi nükleer reaktör inşaat halindedir (UAEA, 2016e).

Nükleer güvenliğe ilişkin, arasında basınçlı ekipmanların da olduğu birçok konuda ayrıntılı ve erişilebilir düzenlemelerin varlığı Finlandiya'nın incelenmek üzere seçilmesinde ana unsur olmuştur. Ülkede, kanun, tüzük ve kanunla uyulması zorunlu tutulan kılavuzlarda nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin gerekler yer almaktadır. Başlı başına nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipman ve borular hakkında kuralları belirleyen YVL E.3 sayılı güvenlik kılavuzu (STUK, 2013a) ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Fransa: İşletmede bulunan 58 nükleer reaktör ile ülkede üretilen elektriğin yaklaşık %75'ini nükleer enerjiden sağlayan Fransa, üretim maliyetinin düşüklüğü dolayısıyla dünyanın en büyük elektrik ihracatçısı konumundadır (WNA, 2016b). Nükleer teknoloji geliştirme konusunda da çok aktif durumda olan Fransa'da, reaktörler ihracat kalemleri arasındadır (WNA, 2016b).

Fransa'da, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik hazırlanmış ve bu ekipmanların tasarım, malzeme, imalat, işletme, denetim ve uygunluk değerlendirmelerine ilişkin gerekleri içeren Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi bulunmaktadır (ESPN, 2005). Bu Kararname'nin AB Direktifi gerekleri üzerine bina edilmiş olması, Kararname'nin incelenmesini önemli bir referans haline getirmektedir.

Güney Afrika: Güney Afrika'da ilki 1984'den beri işletmede olan iki adet PWR tipi nükleer reaktör bulunmakta ve bu reaktörler marifetiyle ülkede üretilen elektriğin yaklaşık %6,61'i karşılanmaktadır (UAEA, 2017c). Güney Afrika Enerji Bakanlığı tarafından yayımlanmış 2016 yılı Tümüleşik Enerji Planı Raporu incelendiğinde yeni nükleer santral programlarının bulunduğu da görülmektedir (DoE, 2016).

Güney Afrika'da nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların konvansiyonel basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemelerden hariç tutulmamış olması ve konu hakkında nükleer düzenleme kurumu tarafından yapılan çalışmalar teze aktarılmış böylece farklı yaklaşımlardan birisinin görülmesi sağlanmıştır.

Güney Kore: İşletme halinde 24 ve inşaat halinde 3 reaktörün bulunduğu ülkede, UAEA verilerine göre 2016 yılında elektrik üretiminin yaklaşık %30,30'u nükleer enerjiden

karşılanmıştır (UAEA, 2017d). İşletme halindeki reaktörlerden 4'ü PHWR tipi diğer reaktörler ise PWR tipidir (UAEA, 2017d).

Güney Kore, nükleer enerjinin stratejik bir öncelik olarak belirlendiği, nükleer teknoloji ihraç eden bir ülke konumundadır (WNA, 2017). Nükleer enerjinin ülkedeki konumunun yanı sıra Uzak Doğu ülkelerinden bir örneğe yer verilmesi de amaçlanarak Güney Kore'de nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler incelenmiştir.

Rusya Federasyonu: Dünyanın elektrik üretimi amaçlı ilk nükleer santralini 1954 yılında işletmeye alan ve uzun yıllardan beri nükleer enerjiden yararlanmakta olan Rusya'da, işletmede 36 adet reaktör bulunmakta ve 2015 yılında ülkede üretilen toplam elektriğin %18,6'sı nükleer enerjiden sağlanmış durumdadır (WNA, 2016c).

Basınç altında çalışan ekipmanlar hakkında PNAE G-7-008-89 sayılı "Nükleer güç tesislerinde ekipman ve boruların güvenli işletilmesi için kurallar" adlı düzenleme ile ayrıntılı gerekler belirlenmiştir (Energoatomizdat, 1990). Bu Düzenleme, tez konusu ile ilgisi nedeniyle ayrıntılı olarak incelenmiştir. Öte yandan, Rusya Federasyonu düzenlemelerinin incelenmesini önemli kılan diğer bir husus Akkuyu Nükleer Santrali Projesi'dir. Ülkemiz ve Rusya Federasyonu arasında "Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti arasında Türkiye Cumhuriyeti'nde Akkuyu Sahası'nda Bir Nükleer Güç Santralinin (NGS) Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma" (Resmi Gazete, 2010) imzalanarak ülkemizde ilk nükleer santralin kurulması için çalışmalara başlanmıştır. Anlaşma'ya göre Akkuyu sahasında 4 ünite 1200 MWe VVER-1200 tipi nükleer santral kurulması öngörülmektedir. Nükleer santrallerin lisanslanmasına temel teşkil edecek nükleer güvenliğe ilişkin mevzuatın belirlenmesinde ise TAEK tarafından yayımlanan "Nükleer Güç Santrallerinin Lisanslanmasına Esas Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar ile Referans Santralin Belirlenmesine İlişkin Yönerge" (TAEK, 2014a) kullanılmakta ve Yönerge, ülke mevzuatı ile belirli UAEA standartlarında yeterli şekilde yer almayan konularda tasarımcı ülke mevzuatının kullanılmasına altyapı oluşturmaktadır. Böylece, Rusya Federasyonu düzenlemelerinin incelenmesi ANS'nin lisanslanmasında kullanılması muhtemel düzenlemeleri içermesi bakımından da başvuru kaynağı özelliği gösterebilecektir.

4.2 Amerika Birleşik Devletleri

4.2.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve

ABD’de nükleer alanda düzenleyici kurum Birleşik Devletler Nükleer Düzenleme Komisyonu’dur (*United States Nuclear Regulatory Commission, U.S. NRC veya NRC*). NRC, toplumu ve çevreyi koruyarak yararlı amaçlarla radyoaktif materyallerin güvenli bir şekilde kullanılmasını sağlamak için bağımsız bir ajans olarak kurulmuştur (NRC, 2016b). Ticari nükleer enerji santraller ve nükleer tıp gibi diğer nükleer malzeme kullanımları, NRC tarafından lisanslama, denetim ve yaptırım faaliyetleri vasıtasıyla düzenleyici kontrol altında tutulmaktadır (NRC, 2016b).

NRC internet sitesinde verilen bilgilere göre Atom Enerjisi Yasası (*Atomic Energy Act of 1954*) ile nükleer tesislerin ve malzemelerin sivil kullanımlarının lisanslanması zorunlu tutulmaktadır (NRC, 2017a). Yasa, nükleer enerji kullanımında NRC’ye kural koyma, düzenleme yapma yetkisi vermekte ve NRC’yi sağlık ve güvenliğin korunması ile yaşam ve eşyalar üzerindeki tehlikelerin en aza indirilmesi amacıyla kuralları uygulama konusunda yetkilendirmektedir (NRC, 2017a).

NRC tarafından yürütülen düzenleyici faaliyetlere temel teşkil eden mevzuat, Federal Düzenlemeler Kodu’nun (*Code of Federal Regulations, CFR*) 10’uncu başlığıdır (10 CFR). CFR, ABD’nin tüm federal kurumlarının düzenleyici kurallarını, 10 CFR ise NRC tarafından belirlenenler de dâhil olmak üzere “enerji” ile ilgili düzenlemeleri içermektedir. Yapılan incelemelerde çalışma konusuna ilişkin gereklerin 10 CFR ve buna dayanılarak belirlenmiş olan NRC düzenlemelerinde yer aldığı anlaşılmıştır.

Düzenleyici faaliyetlerde kullanılan temel kılavuz dokümanlar olarak, NRC tarafından; Düzenleyici Kılavuzlar (*Regulatory Guides*), Denetim Elkitabları (*Inspection Manual*), Yaptırım Elkitabları (*Enforcement Manual*) Standart Teknik Şartnameler (*Standard Technical Specifications*), Standart Gözden Geçirme Planları ve Gözden Geçirme Standartları (*Standard Review Plans and Review Standards*) yayımlanmaktadır (NRC, 2017b).

4.2.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler

4.2.2.1 Reaktör soğutucu basınç zarfı tanımı

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin incelemelere geçmeden önce düzenlemelerde sıkça karşılaşılan “reaktör soğutucu basınç zarfı (*reactor coolant pressure boundary*)” ifadesine ilişkin açıklama verilmesinde fayda görülmektedir. 10 CFR Kısım 50.2’de yer alan tanımlar bölümünde söz konusu ifade; kaynar sulu reaktörler ve basınçlı su reaktörlerinin birincil soğutma devresindeki basınçlı kaplar, boru donanımı, pompalar ve valfler gibi basınç içeren bileşenlerin oluşturduğu zarf anlamına gelmekte ve bu bileşenler;

- (1) Reaktör soğutma sisteminin elemanları veya,
- (2) Reaktör soğutma sistemine bağlı aşağıda belirtilen bileşenlere kadar olan kısım (bileşenler dâhil olacak şekilde):
 - (i) Reaktör korunak binasından geçen sistem borularındaki en dış korunak binası izolasyon vanası,
 - (ii) Reaktör korunak binasından geçmeyen sistem borularında normal işletme sırasında kapalı olan iki seri vananın birincil soğutma devresinden dışarı yönde ikincisi,
 - (iii) Reaktör soğutma sistemi emniyet ve rahatlatma vanaları,

şeklinde tanımlanmaktadır (NRC Regulations, 2009a). Tanımdan görüldüğü üzere “reaktör soğutucu basınç zarfı” ifadesi ile PWR ve BWR tip reaktörlerde reaktör korunak binası içinde yer alan birçok basınçlı ekipman kapsamaktadır.

4.2.2.2 10 CFR Kısım 50 Ek-A, Genel tasarım kriterleri

“Enerji” başlıklı 10 CFR altındaki Kısım 50’de “Üretim ve Kullanım Tesislerinin Yerel Lisanslanması (*10 Code of Federal Regulations, Part 50, Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities*)” başlığı altında nükleer tesislerin lisanslanmalarına ilişkin kurallar belirlenmekte, bu kurallar ile lisans sahibi, yüklenici veya alt yüklenicilere ekipman ve malzeme sağlayanlar da kapsamaktadır (NRC Regulations, 2009a). Kısım 50’nin Ek-A bölümünde ise nükleer tesislerin halkın sağlığı ve güvenliği üzerinde risk

oluşturmadan işletilmesi için gerekli olan nükleer güvenlik açısından önemli YSB'lerin tasarım, imalat, inşaat, test ve performanslarına ilişkin asgari gerekleri belirleyen “Nükleer Santraller İçin Genel Tasarım Kriterleri” yer almaktadır (NRC Regulations, 2009b).

Nükleer güvenliğin sağlanmasına yönelik NRC'nin düzenleyici faaliyetlerindeki üst mevzuatı olan 10 CFR'de belirlenen genel tasarım kriterleri, su soğutmalı nükleer santrallerin ilkesel tasarım kriterlerini belirlemekte ancak diğer nükleer santral tiplerine de uygulanabilmekte ve bunlar için temel tasarım kriterlerinin oluşturulmasında rehberlik etmeyi amaçlamaktadır (NRC Regulations, 2009b). Belirlenen kriterler arasında reaktör soğutucu basınç zarfına bir başka deyişle basınçlı ekipmanlara özel belirlenmiş gerekler de yer almaktadır. Genel tasarım kriterlerinden basınçlı ekipmanları da ilgilendirenler hakkında bilgiler aşağıda sunulmaktadır.

“Kalite standartları ve kayıtları” başlıklı 1 numaralı kriter:

Güvenlik açısından önemli YSB'ler, güvenlik işlevlerinin önemi ile orantılı olarak uygulanacak kalite standartlarına göre tasarlanmalı, imal edilmeli, kurulmalı ve test edilmelidir. Genel kabul görmüş kod ve standartlar kullanıldığında bunların uygulanabilirlikleri, uygunlukları ve yeterlilikleri açısından değerlendirilmeleri ve istenen güvenlik işlevi doğrultusunda kaliteli ürün sağlamak için ihtiyaç doğrultusunda takviye veya tadil edilmeleri zorunludur. Güvenlik açısından önemli YSB'lerin güvenlik işlevlerini tatmin edici bir biçimde yerine getireceğinden emin olmak için uygun bir kalite güvencesi programı oluşturulmalı ve uygulanmalı ve söz konusu YSB'lerin tasarım, imalat, montaj ve testlerine ilişkin gerekli kayıtlar, tesisin ömrü boyunca nükleer santral lisans sahibi tarafından veya onun kontrolünde tutulmalıdır.

Bu kriter ile genel tasarım kriterlerinin sağlanmasında zorunlu tutulan “bileşenlerin güvenlik için önemlerine uygun kod ve standartlar kullanılması” şartı yine CFR'de hangi kod ve standartların kullanılabileceğinin belirlenmesi ile daha açık bir duruma getirilmektedir. Konu, çalışmanın 4.2.2.8 alt bölümünde ayrıca incelenmektedir.

“Doğal olgulara karşı koruma için tasarım esasları” başlıklı 2 numaralı kriter:

“Güvenlik açısından önemli YSB’ler güvenlik işlevlerini yerine getirebilme yeteneği kaybı olmaksızın deprem, kasırga, sel ve tsunami gibi doğal olgulardan kaynaklı etkilere dayanacak şekilde tasarlanmalıdır.”

“Reaktör soğutucu basınç zarfı” başlıklı 14 numaralı kriter:

“Reaktör soğutucu basınç zarfı; anormal kaçaklar, hızla yayılan arıza ve ağır bozuklukların son derece düşük olasılıklı olacağı şekilde tasarlanmalı, imal edilmeli, kurulmalı ve test edilmelidir.”

“Reaktör soğutucu sistem tasarımı” başlıklı 15 numaralı kriter:

“Reaktör soğutucu sistemi ve ilgili yardımcı, kontrol ve koruma sistemleri; beklenen işletme olayları da dâhil olmak üzere normal çalışma koşullarında reaktör soğutucu basınç zarfının tasarım şartlarının aşılmamasını sağlayacak şekilde yeterli emniyet payı ile tasarlanmalıdır.”

“Reaktör soğutucu basınç zarfı kalitesi” başlıklı 30 numaralı kriter:

“Reaktör soğutucu basınç zarfının bir parçası olan bileşenler mümkün ve makul en yüksek kalite standartlarına göre tasarlanmalı, imal edilmeli, kurulmalı ve test edilmelidir. Reaktör soğutucu sızıntısının kaynağının yerini saptamak için araçlar sağlanmalıdır.”

“Reaktör soğutucu basınç zarfında kırılmanın önlenmesi” başlıklı 31 numaralı kriter:

Reaktör soğutucu basınç zarfı; işletme, bakım, test ve öngörülen kaza koşullarındaki gerilmeler altında, malzemelerinin gevrek olmayan bir şekilde davranmasını ve hızlı çatlak büyüme olasılığının en aza indirilmesini sağlayacak yeterli pay ile tasarlanmalıdır. Reaktör soğutucu basınç zarfının tasarımında şu hususlar göz önüne alınmalıdır:

- Malzemelerin; işletme, bakım, test ve öngörülen kaza koşulları altındaki servis sıcaklıkları ve diğer durumları ve,
- (1) Malzeme özelliklerinin, (2) radyasyonun malzeme özelliklerine etkisinin, (3) kalıntı, sürekli ve süreksiz gerilmelerin ve (4) kusur boyutlarının belirlenmesindeki belirsizlikler.

“Reaktör soğutucu basınç zarfı denetimi” başlıklı 32 numaralı kriter:

“Reaktör soğutucu basıncı sınırı bileşenleri, (1) önemli alanların ve özelliklerin yapısal ve sızdırmaz bütünlüğünün değerlendirmesi için periyodik denetim ve testlere ve (2) reaktör basınç kabı için uygun bir malzeme izleme programına izin verecek şekilde tasarlanmalıdır.”

4.2.2.3 10 CFR Kısım 21, Kusurların ve uygunsuzlukların bildirilmesi

10 CFR Kısım 21’de (*10 CFR Part 21*) “Kusurların ve Uygunsuzlukların Bildirilmesi” konu edilmektedir (NRC Regulations, 2009c). CFR’nin bu bölümünde, nükleer tesislere tedarik edilen ürün veya hizmetlerin güvenlik tehlikelerine karşı uygulanabilir kurallara, düzenlemelere veya NRC lisanslarına uymadığı veya tesise tedarik edilen ürün veya hizmetin önemli bir güvenlik tehlikesi oluşturabilecek kusurlar içerdiği durumlarda, bu uygunsuzluk veya kusurların derhal NRC’ye bildirilmesine ilişkin gerekler yer almaktadır.

4.2.2.4 10 CFR Kısım 50 Ek-B, Kalite güvence gerekleri

10 CFR Kısım 50 Ek-A bölümünde belirlenen genel tasarım kriterlerinden 1 numaralı kriter ile YSB’lerin güvenlik işlevlerini tatmin edici bir biçimde yerine getireceğinden emin olmak için bir kalite güvencesi programı oluşturulması ve uygulanması zorunlu tutulmaktadır (NRC Regulations, 2009b). Sözü edilen kalite güvence programlarına ilişkin gerekler ise 10 CFR Kısım 50 Ek-B’de (*10 CFR Part 50 Appendix B*) düzenlenmektedir (NRC Regulations, 2009d). “Nükleer santraller ve yakıt yeniden işleme tesisleri için kalite güvence kriterleri” başlıklı bölümün giriş kısmında, nükleer santraller ve yakıt yeniden işleme tesislerinin, halkın sağlığı ve güvenliği için istenmeyen risk oluşturacak öngörülen kazaların önlenmesi veya sonuçlarının hafifletilmesi amacıyla kullanılan yapı, sistem ve bileşenler içerdikleri vurgulanmaktadır. Ek-B ile YSB’lerin tasarım, imalat, inşaat ve işletme aşamalarında uygulanmak üzere kalite güvence gerekleri ortaya konmakta ve söz konusu gerekler tedarik, nakliye, depolama, temizlik, montaj, bakım-onarım, tadilat, yakıt yükleme gibi YSB’lerin güvenlikle ilgili fonksiyonlarını etkileyen tüm süreçlere uygulanabilmektedir. Ek-B’ye göre “kalite güvencesi”, bir yapı, sistem veya bileşenin hizmette tatmin edici bir performans sergileyeceğine dair yeterli güven sağlamak için gerekli olan planlanmış ve sistematik işlemleri kapsamaktadır. Kalite güvence programları için belirlenen kurallar 18 konuyu kapsamaktadır. Bu konular;

- Organizasyon
- Kalite Güvence Programı
- Tasarım Kontrolü
- Tedarik Belge Kontrolü
- Talimatlar, Prosedürler ve Çizimler
- Doküman Kontrolü
- Satın Alınan Malzemelerin, Ekipmanların ve Hizmetlerin Kontrolü
- Malzeme, Parça ve Bileşenlerin Tanımlanması ve Kontrolü
- Özel Süreçlerin Kontrolü
- Denetim
- Test Kontrolü
- Ölçme ve Test Cihazlarının Kontrolü
- Taşıma, Depolama ve Nakliye
- Denetim, Test ve Çalışma Durumu
- Uygunsuz Malzeme, Parça ve Bileşenler
- Düzeltici Eylemler
- Kalite Güvence Kayıtları
- Gözetimler

şeklinde sıralanabilir. Erken saha izni, inşaat izni, işletme lisansı ve birleşik lisans (*combined license*) gibi nükleer santraller için uygulanmakta olan lisanslama adımları için sunulacak güvenlik analizi raporlarında tesisin yapı, sistem ve bileşenlerinin tasarım, imalat, inşaat ve testleri için uygulanan veya uygulanacak kalite güvence programları tanımlanmalıdır (NRC Regulations, 2009d). Örneğin, inşaat izni başvurusu ile NRC'ye sunulması gereken ön güvenlik analizi raporunda tesisin YSB'lerinin tasarım, imalat, inşaat ve testlerine uygulanacak kalite güvence programı tanımlanmalıdır.

4.2.2.5 NRC tedarikçi denetimleri

NRC tarafından, lisans sahibi ya da başvuru sahiplerinin kalite güvence programları üzerinden tedarikçiler (*vendor*) gözetim altında tutulmakta, bunun yanı sıra nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipman imalatçıları da dahil bu tedarikçilere yönelik denetimler de yapılmaktadır. Nükleer tesislere “temel bileşen” sağlayan tedarikçiler;

- 10 CFR Kısım 21 (4.2.2.3 alt bölümünde kısa bir açıklaması verilmiştir)
- 10 CFR Kısım 50.5 "Kasıtlı suistimaller (*Deliberate misconduct*)" ve
- 10 CFR Kısım 50.7 "Çalışanların korunması"

düzenlemelerine ve lisans sahipleri ile yaptıkları sözleşmeler üzerinden de 10 CFR Kısım 50 Ek-B ve 10 CFR Kısım 50.55a "Kod ve standartlar" altında verilen kurallara tabidir (NRC, 2017c). Hangi tedarikçilerin bu kurallara tabi olduğunun anlaşılabilmesi için "temel bileşen" tanımına bakılmalıdır. 10 CFR Kısım 21'e göre bu ifade nükleer güç santralleri için;

- Reaktör soğutucu basınç zarfının bütünlüğünün,
- Reaktörü durdurma ve bu durumu güvenli olarak sürdürme kabiliyetinin,
- Saha dışında istenmeyen sınırların üzerinde doz alımına maruz kalınmasına neden olabilecek kazaların sonuçlarını önleme veya hafifletme kabiliyetinin,

sağlanmasında gerekli olan YSB'ler veya bu YSB'lerin güvenlik fonksiyonlarını etkileyen parçaları anlamına gelmektedir (NRC Regulations, 2009c). Yine aynı tanımın devamında temel bileşenler için "Kısım 50 Ek-B ile belirlenen kalite güvence programları kapsamında tasarlanmış ve imal edilmiş bileşenlerdir" ifadesi kullanılmıştır. Bu bilgiler göz önüne alındığında, basınçlı ekipmanlar da dâhil nükleer güvenlik açısından önemli YSB tedarikçilerinin sözü geçen düzenlemelere tabi oldukları anlaşılmaktadır.

Tedarikçi denetimleri NRC tarafından, temel olarak, 10 CFR Kısım 50 Ek-B ile belirlenen kalite güvence kurallarına uyulup uyulmadığının tedarikçi tesislerinde kontrol edilmesi şeklinde yürütülmekte ayrıca tedarikçilerin 10 CFR Kısım 21 ile belirlenen "Kusurların ve Uygunsuzlukların Bildirilmesi" konusundaki gereklere uyumu da denetlenmektedir (NRC, 2016c). NRC tarafından yayımlanan "Tedarikçi Denetim Programı Planı" adlı dokümanda, tedarikçilere yönelik yürütülen olağan denetimler hakkında şu bilgiler verilmektedir (NRC, 2017c):

"Olağan denetimler; nükleer santrallere 10 CFR Kısım 50 Ek-B ve 10 CFR Kısım 21 gerekleri uyarınca temel bileşen sağlayan tedarikçilerin, endüstriyel kod ve standartlar ile geçerli mevzuat gerekleri de dâhil tedarik belgelerindeki teknik gerekler ve kalite gereklerini karşılayan bir ürün sağladığını doğrulamak amacıyla yürütülmektedir. Düzenli

denetimler, temel bileşenlerin tasarım, imalat ve testleri sırasında tedarikçinin faaliyetlerinin izlenmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Buna ek olarak, tedarikçinin kusur ve uygunsuzlukları raporlamasının, 10 CFR Kısım 21 gereklerine uygunluk kontrolünü de içermektedir. Ticari sınıf ürün tahsis programı¹³ yürüten tedarikçiler için denetimler bu programların etkinliğini de doğrulamaktadır. Ayrıca, denetim personeli tarafından, üst düzey tasarım bilgileri ve performans gereklerinin prosedürlere, şartnamelere, hesaplamalara, çizimlere ve tedarik ve inşaat belgelerine uygulanabilir düzenleyici gereklerle uyumlu bir şekilde aktarıldığını doğrulamak için kalite güvence ve mühendislik tasarım denetimleri de uygulanmaktadır.”

NRC tarafından gerçekleştirilen olağan denetimlerde üzerinde durulan konulardan birisinin de endüstriyel kod ve standartlara olan uyumun doğrulanması olduğu anlaşılmaktadır. Nükleer santrallerde kullanılan bileşenler, 10 CFR Kısım 50.55a uyarınca kalite gruplarına göre belirlenen ilgili ASME BPVC standardı gereklerini karşılamalıdır. Konu hakkında ayrıntılı incelemelere 4.2.2.8 ve 4.2.2.9 alt bölümlerinde yer verilmektedir.

Olağan denetimlerin yanı sıra NRC tarafından; iddialar (*allegations*), önceki denetim bulguları, 10 CFR Kısım 21'e uygun raporlanmış durumlar veya NRC gereklerinin karşılanmadığına ilişkin diğer kaynaklardan elde edilen bilgiler temelinde tepkisel denetimler de yapılmaktadır (NRC, 2013). Bu denetimler, tedarikçilerin olumsuz koşulları değerlendirip düzeltmek için yeterli prosedür geliştirdiklerini ve bunları uygulayacaklarını doğrulamak üzere gerçekleştirilmektedir.

Öte yandan, NRC tarafından üçüncü taraf denetim kuruluşlarının gözetimi de yürütülmektedir. Üçüncü taraf denetim kuruluşlarına NRC tarafından uygulanan gözetimin amacı, Ek-B'deki 7 numaralı "Satın Alınan Malzemelerin, Ekipmanların ve Hizmetlerin Kontrolü" şartlarının yerine getirilmesini sağlamak için denetim sürecinin etkin bir şekilde uygulandığının doğrulanmasıdır (NRC, 2013).

¹³ Ticari sınıf ürün tahsis (*Commercial-Grade Dedication*) programı ticari sınıf bir ürünün temel bileşen olarak kullanılabilmesi amacıyla yürütülen programdır (NRC, 2017d).

4.2.2.6 Ekipmanların kalite grubu sınıflandırmaları

NRC tarafından yayımlanan 1.26 sayılı ve “Nükleer Santrallerin Su, Buhar ve Radyoaktif Atık İçeren Bileşenleri için Kalite Grubu Sınıflandırmaları ve Standartları (*Quality Group Classifications and Standards for Water-, Steam-, and Radioactive-Waste-Containing Components of Nuclear Power Plants*)” adlı düzenleyici kılavuz ile nükleer santral bileşenlerinin “kalite grupları” şeklinde sınıflandırılmalarına ilişkin kurallar belirlenmektedir (NRC, 2007). Kılavuz dört kalite grubu tanımlamakta ve bu kalite gruplarına uygulanacak kalite standartları (kod ve standartlar) da 10 CFR ile uyumlu bir şekilde belirtilmektedir. Ekipmanlara uygulanacak kod ve standartlar konusu çalışmanın 4.2.2.8 numaralı alt bölümünde ayrıca ele alınmaktadır. Kalite gruplarında yer verilmesi gereken bileşenler için örnekler şu şekildedir (NRC, 2007):

- Kalite Grubu A: Reaktör soğutucu basınç zarfı kapsamındaki bileşenler NRC sisteminde bu gruba denk gelmektedir.
- Kalite Grubu B: Acil durum kor soğutma sistemi, kaza sonrası korunak binası ısı atma sistemi, kaza sonrası fizyon ürünlerini alma sistemi, reaktör durdurma veya artık ısı uzaklaştırma sistemlerinin bileşenleri gibi nükleer güvenlik açısından önemli sistem bileşenleri bu gruptadır.
- Kalite Grubu C: Üst gruplarda yer almamakla birlikte; soğutma suyu ve yardımcı besleme suyu sistemleri veya bu sistemlerin güvenlik için önemli bölümleri ve reaktör soğutucu basınç zarfına bağlı sistemler gibi bazı güvenlik açısından önemli sistemlerde yer alan; su, buhar ve radyoaktif atık içeren basınçlı kaplar; ısı değiştiricileri (türbinler ve kondansatörler hariç); depolama tankları; borular ve pompalar gibi ekipmanlar bu gruptadır.
- Kalite Grubu D: Radyoaktif madde içeren veya içermesi muhtemel ve reaktör soğutucu basınç zarfının bir parçası olmayan veya yukarıdaki gruplarda yer almayan sistem elemanları bu gruptadır.

4.2.2.7 Kalite güvence programı açısından kod ve standartların kullanımı

NRC tarafından yürütülen tedarikçi denetimleri, 10 CFR Kısım 50 Ek-B “Kalite güvence programı” başlığı altında belirlenen kalite güvence gereklerine olan uyumun belirlenmesi

esasına dayanmaktadır (NRC, 2016c). Ayrıca, nükleer santral için erken saha izni, inşaat izni, işletme lisansı ve benzeri yetkilendirmeler için sunulacak güvenlik analizi raporlarında, YSB'lerin tasarım, imalat, inşaat ve testlerine uygulanan veya uygulanacak kalite güvence programının tanımlanma gerekliliği bulunmaktadır (NRC Regulations, 2009d). 1.28 sayılı Kalite Güvence Programı İlkeleri (Tasarım ve Konstrüksiyon) adlı düzenleyici kılavuz ile kalite güvence programının tasarım ve imalat aşaması için uygulanmasında ASME NQA-1 “Nükleer Güç Santralleri için Kalite Güvence Programı Gereklileri (*Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Power Plants*)” standardının NRC tarafından kabul edilebilir olduğu açıklanmıştır (NRC, 2010). Kılavuz’a göre, 10 CFR Kısım 50 Ek-B’de belirlenen kalite güvence gereklerinin sağlanmasında anılan standart yeterli bir temel oluşturmaktadır.

ASME NQA-1 standardına olan uyumun belgelenmesi amacıyla, ASME tarafından sertifikasyon programı yürütülmektedir. “Nükleer Kalite Güvencesi (NQA-1) Sertifikası [*Nuclear Quality Assurance (NQA-1) Certification*]” adı üçüncü taraf bir sertifikasyon programı ile nükleer tesisler için güvenlik işlevine sahip ürün veya hizmet sağlayan kuruluşların kalite güvence programlarının ASME NQA-1 standardı ile uygunluğu belgelenmektedir (ASME, 2016a). Sertifikasyon programı ile “kaliteyi anlamayı” ve “yüksek kalitede ürün ve hizmet sunmayı” taahhüt eden kuruluşlarla tedarik zincirini genişleterek nükleer endüstrinin ihtiyaçlarının karşılanması amaçlanmaktadır (ASME, 2016a).

4.2.2.8 Ekipmanlara ilişkin gerekler açısından kod ve standartların kullanımı

Çalışmanın 4.2.2.6 alt bölümünde hakkında bilgiler verilmiş olan 1.26 sayılı Düzenleyici Kılavuz ile uyumlu olarak kalite grupları belirlenen nükleer santral bileşenleri için uygulanacak kurallar, bu kalite gruplarına göre farklılaşmaktadır. 10 CFR’ın Kısım 50.55a “Kod ve Standartlar (*Section 50.55a, “Codes and Standards*)” başlıklı bölümünde PWR ve BWR tip nükleer santrallerin sistem ve bileşenleri için karşılanması gereken kuralları içeren kod ve standartlar belirlenmektedir (NRC Regulations, 2009e). 10 CFR Kısım 50.55a’ya göre;

- Reaktör soğutucu basınç zarfının parçası olan bileşenler (Düzenleyici Kılavuz 1.26 ile bu ekipmanlar Kalite grubu A olarak sınıflandırılmaktadır) ASME BPVC Kısım 3’de verilen birinci sınıf ekipmanlar için gerekleri,
- Kalite grubu B’de yer alan ekipmanlar ASME BPVC Kısım 3’de verilen sınıf 2 bileşenler için gerekleri ve
- Kalite grubu C’de yer alan ekipmanlar ASME BPVC Kısım 3’de yer alan sınıf 3 bileşenler için oluşturulan gerekleri karşılamalıdır (NRC Regulations, 2009e).

Ekipmanların kalite grupları ve ASME standartlarının uygulanacak bölümlerine ilişkin özet bilgiler Tablo 4.1 ile gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Kalite gruplarına uygulanacak nükleer santral bileşenlerine özel standartlar

Bileşen \ Kalite Grubu	Kalite Grubu A	Kalite Grubu B	Kalite Grubu C
Basınçlı kaplar			
Borular	ASME BPVC Kısım 3, Alt bölüm NB: Sınıf 1	ASME BPVC Kısım 3, Alt bölüm NC: Sınıf 2	ASME BPVC Kısım 3, Alt bölüm ND: Sınıf 3
Pompalar			
Vanalar			
Atmosferik depolama tankları	Uygulanabilir değil	ASME BPVC Kısım 3, Alt bölüm NC: Sınıf 2	ASME BPVC Kısım 3, Alt bölüm ND: Sınıf 3

(NRC, 2016d)

Kalite grubu A, B ve C olan ekipmanların tasarım, imalat, kurulum ve testlerinde uygulanmak üzere mevzuat ile atıf yapılan ASME BPVC Kısım 3’te yer alan kurallar nükleer santral bileşenleri için özel gereklerdir. Tablo 4.1’de yer verilmeyen kalite grubu D’de yer alan ekipmanlar ise 1.26 sayılı Düzenleyici Kılavuz’a göre (NRC, 2007), ASME BPVC Kısım 8’de (*ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII*) yer alan (konvansiyonel) basınçlı kapların imalatı için geçerli kuralları karşılamalıdır.

PWR ve BWR tip nükleer santral bileşenleri için ilgili ASME standartlarının kullanılmasının 10 CFR’nin kod ve standartlara ilişkin Kısım 50.55a bölümünde hüküm altına alınmasının yanı sıra aynı bölümde farklı kod ve standartların kullanılabilmesine de izin verilerek bu amaçla izlenecek yöntem de belirlenmektedir. Alternatif kod ve standartların kullanılabilmesi için, bunlar, başvuru sahibi tarafından önerilmeli ve NRC tarafından

kullanılabilirliklerine ilişkin onaylanmalıdır. Alternatif kod ve standart kullanmak isteyen başvuru veya lisans sahibi, önerilen alternatifin kabul edilebilir bir kalite ve güvenlik seviyesi sağladığını veya 10 CFR Kısım 50.55a gereklerine uyulmasının kalitede ve güvenlikte telafi edici bir artış getirmeksizin sıkıntı veya olağan dışı zorluklara sebep olacağını göstermekle mükelleftir (NRC Regulations, 2009e).

Standartların kullanımına ilişkin değinilebilecek bir diğer örneğe ise birleşik lisans (**combined license**) başvurusu ile sunulacak son güvenlik analizi raporunda rastlanmaktadır. Rapor ile tesisin YSB'leri hakkında güvenlik analizi yapılması ve sunulması gerekmekte ayrıca ASME BPVC ve ASME Nükleer Güç Santralleri Bakım ve İşletme Kodu gereklerinin sistem ve bileşenler için karşılandığını gösteren programlara ve bu programların uygulanmalarına ilişkin açıklamalara da yer verilmelidir (NRC Regulations, 2009f).

4.2.2.9 ASME Kazan ve Basınçlı Kaplar Kodu, Kısım 3

18'inci yüzyılın sonlarında, buharlı makinelerin sanayide kullanımına ilişkin fikrin gelişmesi sonrasındaki süreçte özellikle, 19'uncu yüzyılda Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da gerçekleşen ve çok sayıda kişinin ölümüne neden olan binlerce kazan patlaması meydana gelmiş ve bu kazalara karşı toplumun korunması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Canonico, 2011). Bu gereklilik sonucunda, ASME Kazan ve Basınçlı Kaplar Kodu'nun (BPVC) oluşturulması konusunda ilk fikirlerin 1911 yılında ortaya atılmasının ardından, BPVC'nin bir cilt ve 114 sayfadan oluşmakta olan ilk baskısı 1915 yılında yayımlanmıştır (Canonico, 2011). Günümüzde ise nükleer santral bileşenlerine adanmış ciltlerle birlikte 31 ciltten oluşan standart seti olarak BPVC, kazanlar ve basınçlı kapların tasarım, imalat ve denetimleri için kuralları belirlemektedir (ASME, 2017).

10 CFR ile gereklerinin karşılanması zorunlu tutulan ASME BPVC Kısım 3 (**Section III**) kendi içinde üç bölüme (**division**) ayrılmakta ayrıca 1 ve 2'nci bölümler için genel hükümleri içeren NCA adlı alt bölümü kapsamaktadır (ASME, 1998). Bölüm 1 "bileşenler", bölüm 2 "beton reaktör kabı ve korunak binası" ve bölüm 3 ise "kullanılmış yakıt ve yüksek seviyeli radyoaktif madde ve atıkların depolama ve nakliyeleri için muhafaza sistemlerine" yönelik kuralları oluşturmaktadır. Bu bölümlerden, tez çalışmasının konusu nedeniyle üzerinde durulacak olan bölüm 1, nükleer santrallerde kullanılan kaplar, borular, pompalar ve vanalar

gibi basınçlı ekipmanlar için malzeme, tasarım, imalat, muayene, denetim, test, aşırı basınçtan korunma ve sertifikasyon konulara ilişkin gerekleri barındırmaktadır.

“Nükleer Tesis Bileşenleri için Konstrüksiyon Kuralları (*Rules for Construction of Nuclear Facility Components*)” adı verilen BPVC Kısım 3’ün birinci bölümü de kendi içinde alt bölümlere ayrılmakta ve ayrıntılı kurallar bu alt bölümlerde yer almaktadır. Alt bölüm NB sınıf 1 bileşenler için, alt bölüm NC sınıf 2 bileşenler için ve alt bölüm ND sınıf 3 bileşenler için gerekleri kapsamaktadır. Alt bölümler içindeki yapılanma şu şekildedir (ASME, 1998):

- NB/NC/ND - 1000 Giriş
- NB/NC/ND - 2000 Malzeme
- NB/NC/ND - 3000 Tasarım
- NB/NC/ND - 4000 İmalat ve Montaj
- NB/NC/ND - 5000 Muayene
- NB/NC/ND - 6000 Basınç Testi
- NB/NC/ND - 7000 Aşırı Basınçtan Koruma
- NB/NC/ND - 8000 İsim plakaları, Damgalama ve Raporlar

ASME BPVC Kısım 3 içinde genel hükümlerin verildiği NCA kodlu alt bölüm ise tasarımcı, imalatçı, montajcı, malzeme imalatçıları ve tedarikçileri ve nükleer tesis kurucuları için gerekleri içermektedir. Tasarımcı, imalatçı ve kurucunun sorumlulukları, ASME kodu uyarınca faaliyet yürütebilmek için yetkilendirmeler, kalite güvence gerekleri ve yetkilendirilmiş denetime ilişkin gerekler (denetim kuruluşlarının ve denetçilerin görevleri ve yetkilendirilmeleri) gibi konular bu alt bölümde kapsamaktadır (ASME, 1998).

4.2.2.10 ASME sertifikaları ve akreditasyonları

ASME tarafından, kod ve standartlarda yer alan kuralların yeterli ve etkin bir şekilde karşılandığının belgelenmesi amacıyla sertifikasyon ve akreditasyon programları yürütülmektedir. Bu çalışma konusu ilgili olduğu değerlendirilen sertifika ve akreditasyon programları;

- N-tipi Nükleer Bileşen Sertifikasyonu (*Nuclear Component Certification*),

- Nükleer Kalite Güvence Sertifikasyonu (*Nuclear Quality Assurance (NQA-1) Certification*),
- Yetkilendirilmiş Denetim Kuruluşu Akreditasyonu (*Authorized Inspection Agency Accreditation*)

şeklinde verilebilir (ASME, 2016b). Bunlardan, N-tipi Nükleer Bileşen Sertifikasyonu hakkında bilgiler 4.2.2.11 numaralı alt bölümde, Nükleer Kalite Güvence Sertifikasyonu hakkında bilgiler ise 4.2.2.7 numaralı alt bölümde verilmektedir. ASME BPVC gereğince, imal edilecek ekipmanların denetimlerinin Yetkilendirilmiş Denetim Kuruluşları (*Authorized inspection agency*) tarafından yapılması gerekmekte ve Yetkilendirilmiş Denetim Kuruluşu Akreditasyonu ile bu kuruluşların akreditasyonu yapılmaktadır.

ASME sertifikasyon/akreditasyon programları ile başvuru sahibinin kalite el kitabı ve kalite programının uygulanması değerlendirilmektir (ASME, 2016b). ASME tarafından yapılan bu değerlendirme, başvuru sahibinin kalite programının yeterli bir şekilde uygulanmış olduğunun ve ilgili ASME standardındaki gereklerin (örneğin nükleer basınçlı ekipman imalatı için ASME BPVC Kısım 3 altındaki kurallar) yerine getirildiğinin ortaya konulması amacıyla gerçekleştirilmektedir (ASME, 2016b).

4.2.2.11 Nükleer bileşen imali için sertifika

ASME tarafından yürütülen sertifikasyon ve akreditasyon programlarından biri, imalatçıların ASME BPVC Kısım 3 kapsamına giren ekipmanları kurallara uygun olarak üretebildiklerini belgeleyen N-tipi Nükleer Bileşen Sertifikasyonu'dur. Sertifikasyon için başvuru sahibinin kalite programının etkin bir şekilde uygulandığının ve ASME BPVC Kısım 3 gereklerini yerine getirdiğinin anlaşılması amacıyla başvuru sahipleri ASME tarafından incelemeye tabi tutulmaktadır (ASME, 2016c). Başvuru sahibinin kalite güvence programının yeterliliğini ve bunun etkin bir şekilde uygulandığını kanıtlaması halinde ASME tarafından 3 yıl geçerliliği bulunan sertifika verilmekte ve Sertifika Sahipleri, yeni imal edilen basınçlı kaplar, pompalar, valfler, boru sistemleri, depolama tankları, kor destek yapıları ve betonarme muhafazaları gibi ekipmanları N-tipi Sertifikasyon İşareti ile damgalama hakkına sahip olmaktadır (ASME, 2016c).

Uluslararası geçerliliği olan bu sertifikaya sahip kuruluşlar için Sertifika, ekipman imalatının ASME standardı gereklerini karşılaması ve standarda uygunluğu konusunda kanıt niteliği taşımaktadır. Örneğin, 4.5 numaralı alt bölümde incelemesi yapılan Güney Afrika’da, ithal edilecek basınçlı ekipmanların ASME sertifikalı imalatçılar tarafından üretilip damgalanmış olmaları durumunda ülkede geçerli mevzuat gereklerine uygun oldukları kabul edilmektedir.

ASME tarafından yayımlanan ve BPVC Kısım 3 gereklerini temel alarak hazırlanan “ASME Nükleer İnceleme Ekibi için Sertifika Sahipleri (ASME Yetkilendirme Sertifikası) ve Metal Olmayan Malzeme Üreticileri (Bölüm 2 ve 5) Kılavuzu [*Guide for ASME Nuclear Survey Team for Certificate Holders (ASME Certificates of Authorization) and Nonmetallic Material Manufacturers (Division 2 and 5)*]” ile başvuru sahiplerinin kalite programının gözden geçirilmesine ilişkin açıklamalara yer verilmektedir (ASME, 2012a). Kılavuz’da imalatçıların sertifikasyon süreçlerinde gözden geçirilen kalite programının kontrolüne yönelik hazırlandığı anlaşılan Kalite Programı Gözden Geçirme Kontrol Listesi de yer almakta ve kontrol listesi incelendiğinde listenin, 10 CFR Kısım 50 Ek-B ile belirlenen kalite güvence kriterlerine benzer yapılanmaya haiz olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, ilgili kriterlere ek olarak bir madde de “yetkilendirilmiş denetim kuruluşuna” ilişkin eklenmiş durumda ve böylece toplam 19 kriter altında sertifika için başvuru sahibine yönelik gözden geçirme uygulanmaktadır. Kılavuz’a göre;

- NDT personelinin ASME Kodu’nun (NX-5500) gerektirdiği şekilde vasıflı ve sertifikalı olması,
- NDT hariç vasıflı test ve muayene personeli gerektiren faaliyetlerin belirtilmesi,
- Denetim personelinin vasıflı olması ve baş denetçinin sertifikalı olması,
- Tasarım şartnamelerinin; özelliklere, çizimlere, prosedürlere ve talimatlara düzgün bir şekilde aktarılması,
- Tasarım dokümanlarının ASME Kodu ve tasarım şartnameleri ile uyumluluğu ve yeterliliği,
- Tasarım dokümanlarının Yetkilendirilmiş Nükleer Denetçi’ye açık olması,
- Tedarikçinin, ASME Kodu gerekleri (NCA-4000 veya NCA-3800) uyarınca kalite güvence programına sahip olması,

- Kaliteyi etkileyen faaliyetlerde kullanılan araçlar, aletler ve ölçme ve test ekipmanlarının kullanım öncesinde veya belirli periyotlarla kontrol ve kalibre edilmeleri

kalite güvence programlarında gözden geçirilen teknik hususlar arasında yer almaktadır.

4.2.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler

ABD'deki nükleer santrallerde sadece en yüksek kaliteyi sağlayan ürün ve hizmetlerin kullanılması NRC tarafından şart koşulmaktadır (NRC, 2017e). Güvenlikle ilgili işlemlere sahip ürünlerin kalitesi, nükleer santraller ve tedarikçiler tarafından, ürünün kritik fiziksel özellikleri üzerine kapsamlı test ve denetimlerin yapılmasıyla gerektiğinde güvenlik işlevlerinin yerine getirileceği konusunda makul bir güvence sağlayacak şekilde doğrulanmalıdır (NRC, 2017e).

CFSI'lara ilişkin mevcut düzenlemeler hakkında farkındalığın artırılması ve düzenlemelerin CFSI'lara nasıl uygulandığının açıklanması amacıyla NRC tarafından "NRC Düzenleyici Konu Özeti, 2015-08, Nükleer Endüstrideki Sahte, Hileli ve Şüpheli Ürünlerin Gözetimi (*NRC Regulatory Issue Summary, 2015-08, Oversight of Counterfeit, Fraudulent, And Suspect Items in The Nuclear Industry*)" adlı doküman yayımlanmıştır (NRC, 2015). Dokümanda, CFSI'ların nükleer santrallere girmesinin önlenmesi açısından, 10 CFR Kısım 50 Ek-B'de yer alan kalite güvence programları ve 10 CFR Kısım 21'de yer alan uygunsuzlukların NRC'ye bildirilmesi hakkındaki gerekler üzerinde durulmaktadır.

NRC, YSB'lerin güvenlik işlevlerini güncellenmiş son güvenlik analizi raporunda tanımlanan şekliyle yerine getirebileceklerine kanaat getirebilmek için kalite güvence programlarına güvenmektedir (NRC, 2015). YSB'lerin güvenlik işlevlerini tatmin edici bir şekilde yerine getireceğinden emin olunması amacıyla bir kalite güvence programı kurulması ve uygulanması 10 CFR Kısım 50 Ek-A bölümünde zorunlu tutulmakta ve bu programlar için temel gerekler daha önce de belirtildiği üzere 10 CFR Kısım 50 Ek-B ile belirlenmektedir (bkz. 4.2.2.4 numaralı alt bölüm). 2015-08 sayılı NRC yayınına göre; toplam 18 kriterden oluşmakta olan Ek-B'deki 6 kriter [(1) tasarım kontrolü, (2) tedarik belge kontrolü, (3) satın alınan malzemelerin, ekipmanların ve hizmetlerin kontrolü, (4)

malzeme, parça ve bileşenlerin tanımlanması ve kontrolü, (5) uygunsuz malzeme, parça ve bileşenler, (6) düzeltici eylemler] doğrudan CFSI'lar konusuna uygulanabilmektedir. Ayrıca, yine Ek-B'de yer almakta olan çeşitli kriterlerin malzeme tedarik sürecinde kalitenin korunmasını sağladığı belirtilerek 4'üncü kriter örnek olarak verilmektedir. Bu kriterde yer alan "yeterli kalitenin sağlanması için gereklerin malzeme tedarik belgelerinde uygun bir şekilde dahil edildiği veya atıf yapıldığı belirtilmelidir" hükmünün yerine getirilmesi amacıyla (1) ekipman veya malzemenin nükleer güvenliğe etkisi, (2) ekipmanın tasarım karmaşıklığı ve uygun bir şekilde test edilme/denetlenme kabiliyeti ve (3) ekipmanın kalite geçmişisi tedarik belgelerinde göz önünde bulundurulmalıdır (NRC, 2015). Bunların dışında, Ek-B gereklerinden; 7, 8, 10 ve 14 numaralı kriterler tedarik sürecine uygulanabilmekte ve 15 numaralı kriter uygunsuzlukların kontrolüne ilişkin şartları belirlemektedir (NRC, 2015). Ayrıca, 2 numaralı "kalite güvence programı" ve 18 numaralı "gözetimler" başlıklı kriterler uyarınca nükleer santral kurucuları ve başvuru sahipleri uyguladıkları kalite güvence programlarının yeterlilik ve etkinliklerini garanti altına almak üzere bu programları düzenli denetimler ve incelemeler yoluyla değerlendirmelidir (NRC, 2015).

NRC tarafından, nükleer santral inşaat ve işletme lisansı sahiplerine hitaben yayımlanan "Sahte ve hileli olarak pazara sunulan ürünlerin tespitin geliştirilmesine yönelik faaliyetler" konulu Genel Mektup'da (*Generic Letter 89-02, Actions to Improve the Detection of Counterfeit and Fraudulently Marketed Products*) ise denetimlerde etkinlikleri tespit edilen tedarik programlarının üç özelliği vurgulanmıştır (NRC, 1989). NRC, bu üç öğeyi ihtiva eden programların, sahte veya hileli pazarlanmış ürünleri tespit etme ve tesisin hem güvenlikle ilgili hem de diğer sistemleri için tedarik edilen ürünlerin kalitesini garanti altına almada genellikle etkili olduğunu belirlemiştir. Bu özellikler şunlardır: (1) mühendislik personelinin tedarik ve ürün kabul süreçlerine katılımı, (2) etkin tedarikçi/taşıeron muayenesi, kabul muayenesi ve test programları ve (3) güvenlikle ilgili uygulamalarda kullanım için uygunluk açısından ticari sınıf ürünlerin gözden geçirilmesi ve test edilmesine yönelik kapsamlı mühendislik temelli programlar (NRC, 1989).

Nükleer santrallerde tespit edilen ve 10 CFR Kısım 21'e göre "güvenlik için önemli tehlike oluşturan vakalar" ve 10 CFR 50.9'a göre "halkın sağlığı ve güvenliği ya da ortak savunma ve güvenlik için önemli sonuç doğuran vakalar" kapsamına giren CFSI vakaları NRC'ye raporlanmalıdır (NRC, 2015). Ancak, şunu da ifade etmek gerekir ki NRC'nin 2015-08 sayılı

yayınına göre, CFSI vakaları çoğu durumda güvenlikle ilgili belirlenen raporlama şartlarını sağlayacak seviyeye ulaşmamakta ancak lisans almak üzere başvuru yapanlar, lisans sahipleri ve tedarikçiler tarafından gönüllü raporlamalar yapılabilmektedir (NRC, 2015).

4.3 Finlandiya

4.3.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve

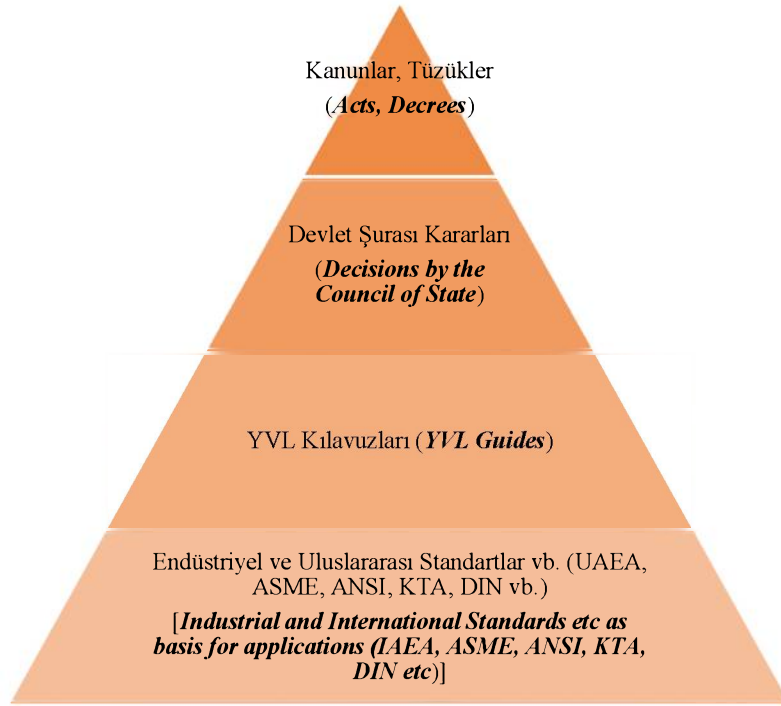
Finlandiya'da radyasyon güvenliği ve nükleer güvenliğin sağlanmasından sorumlu olarak Radyasyon ve Nükleer Güvenlik Kurumu (*Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK*) görev yapmaktadır. Nükleer enerji kullanımının, çalışanlar ve toplum sağlığı için tehlikeli olabilecek veya çevreye veya mülke zarar verecek şekilde radyasyona neden olmadan kullanılabilmesi için nükleer tesislerin tasarımdan işletmeden çıkarma aşamasına kadar düzenlemelere uyumu STUK tarafından izlenmektedir (STUK, 2017).

Ülkede, nükleer enerji kullanımına ilişkin genel ilkeler Nükleer Enerji Kanunu [*Nuclear Energy Act (990/1987)*] ile belirlenmekte, Kanun'un "Genel güvenlik hükümleri" başlıklı 7q maddesi uyarınca genel güvenlik gereklerine ilişkin öneriler STUK tarafından hazırlanmakta ve hükümet kararnameleri (*government decree*) olarak yayımlanmaktadır (Ministry of Trade and Industry, 1987). Nükleer alanda kanundan sonraki üst düzey mevzuat olan Nükleer Enerji Kararnamesi [*Nuclear Energy Decree (161/1988)*] nükleer santrallerin inşaat ve işletme aşamalarının lisanslanmasına ilişkin kuralları kapsamaktadır (Ministry of Trade and Industry, 1988).

Nükleer güvenlik alanında ayrıntılı gerekler, Nükleer Enerji Kanunu'nun 7r maddesinde yer alan "Radyasyon ve Nükleer Güvenlik Kurumu (STUK) bu Kanun'a uygun güvenlik seviyesinin yerine getirilmesine ilişkin ayrıntılı güvenlik gereklerini belirler." hükmüne istinaden STUK tarafından yayımlanan ve YVL kılavuzları olarak adlandırılan nükleer güvenlik kılavuzlarında belirlenmektedir. Kanun'un aynı maddesi gereğince, mevzuat gereklerini karşılamak üzere lisans sahipleri tarafından alternatif bir çözüm yolu önerilmediği müddetçe YVL kılavuzları bağlayıcı niteliktedir (Ministry of Trade and Industry, 1987). Kanun'a göre, lisans sahibinin bu kılavuzlara alternatif bir prosedür veya çözüm kullanabilmesi için lisans sahibi, önerilen çözümde güvenlik standartlarını Kanun'a

uygun olarak uygulayabileceğini inandırıcı bir şekilde göstermeli ve bu prosedür veya çözüm STUK tarafından kabul edilmelidir. YVL kılavuzlarının sözü edilen istisna haricinde bağlayıcılıkları ve kanundan kaynaklı yetki ile ayrıntılı hükümlerin belirlenmesi amacıyla yayımlanmaları göz önüne alındığında, bu kılavuzların ülkemiz mevzuat hiyerarşisindeki yönetmelik seviyesi ile benzer oldukları anlaşılmaktadır. YVL kılavuzları; “A-Nükleer tesislerin güvenlik yönetimi”, “B-Tesis ve sistem tasarımı”, “C-Nükleer tesis ve çevrenin radyasyon güvenliği”, “D-Nükleer malzemeler ve atıklar” ve “E-Nükleer tesislerin ekipman ve yapıları” olmak üzere beş kategoride toplanmaktadır (STUK, 2016a). Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik gerekler, özellikle E kategorisinde yer alan YVL kılavuzlarında yoğunlaşmaktadır. Ülkede nükleer enerji alanındaki düzenleme ve standartların hiyerarşisi Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Şekil 4.1 Finlandiya’da nükleer enerji alanında düzenleme ve standartlar hiyerarşisi



(UAEA, 2017e)

4.3.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler

Ülkede, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik hem kanun ve hem de kararname seviyesinde gerekler bulunmakta ayrıca STUK tarafından yayımlanan YVL kılavuzları ile de bu ekipmanlar için uyulacak ayrıntılı kurallar tanımlanmaktadır. Bu

bölümde, sözü edilen düzenlemelerden nükleer tesislerde kullanılan basınçlı kap ve borulara ilişkin kuralların belirlendiği YVL E.3 sayılı kılavuz üzerinde ayrıntılı olarak durulmuş ve kanun, kararname ve diğer YVL kılavuzlarından basınçlı ekipmanlara yönelik gerekler barındıran düzenlemeler de incelenmiştir.

4.3.2.1 Nükleer Enerji Kanunu

Nükleer enerji kullanımına yönelik genel ilkeleri ortaya koymakta olan 990/1987 sayılı Nükleer Enerji Kanunu'nun 63'üncü kısmı (*section*) 3'üncü fıkrasında, nükleer tesisler için yakıt, yapı ve ekipmanların STUK tarafından onaylanmış bir şekilde imal edilmesi gerektiği belirtilerek bu konuda STUK yetkili kılınmaktadır (Ministry of Trade and Industry, 1987). Ayrıca, aynı madde ile ekipman imalatlarının STUK tarafından kontrol edilebilmesi için lisans ya da başvuru sahibinin gerekli düzenlemeleri yapması zorunlu tutulmaktadır.

Kanun'un 60'ıncı kısmında nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar, nükleer ve konvansiyonel olarak ikiye ayrılarak konu edilmektedir. Nükleer basınçlı ekipmanlar "arızalanmaları durumunda radyoaktif salıma sebep olabilecek özellikle nükleer tesisler için tasarlanmış basınçlı ekipmanlar" şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımın dışında kalan basınçlı ekipmanlar ise konvansiyonel basınçlı ekipmanlar olarak nitelendirilmektedir. Tanımın özüne bakıldığında "özellikle nükleer tesisler için tasarlanmış olmak" ve "arızalanmaları durumunda radyoaktif madde salımına sebebiyet vermek" olguları karşımıza çıkmaktadır. Her ne kadar İngilizce metinlerde bazı farklar olsa da, bu tanım, AB Direktifi kapsamından nükleer kullanım amaçlı basınçlı ekipmanlar hariç tutulurken yapılan tanımla çok benzerlik taşımaktadır.

Nükleer Enerji Kanunu, nükleer tesislerde kullanılan konvansiyonel basınçlı ekipmanların güvenlikleri ve pazara sunulmaları hakkındaki gerekler için (konvansiyonel) Basınçlı Ekipmanlar Kanunu'na [*Pressure Equipment Act (869/1999)*] atıf yapmakta ve bu Kanun'un teknik gereklerinin nükleer tesislerdeki konvansiyonel basınçlı ekipmanlara da uygulanacağını hüküm altına almaktadır. Söz konusu 869/1999 sayılı Kanun, AB Direktifi'nin Finlandiya'daki uyarlamasını oluşturan düzenlemeler arasında bulunmaktadır (AB, 2017).

Nükleer Enerji Kanunu'nun 60a kısmında, STUK'a, nükleer basınçlı ekipman imalatçıları ve bu ekipmanların kontrolüne ilişkin görevleri nedeniyle test ve denetim kuruluşlarını onaylama yetkisi ve görevi verilmektedir. Kanun seviyesinde STUK'a verilen bu yetki ile nükleer tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanların imalat süreçlerinde onaylı imalatçılar ile test ve denetim kuruluşlarının yer alabileceği anlaşılmaktadır. Test ve denetim kuruluşlarının işlevsel ve ekonomik olarak bağımsız kuruluşlar olmaları onay için ön koşul niteliği taşımakta ve imalatçı, test ve denetim kuruluşlarının gelişmiş bir kalite sistemi, yetkin ve deneyimli personel ve uygun niteliklerde yöntem, tesis ve ekipmanlara sahip olmaları gerekmektedir. Bununla birlikte, konu hakkında Kanun'da verilen bir diğer husus ise imal veya test ettikleri nükleer basınçlı ekipmanların güvenlik açısından önemli olmamaları nedeniyle bazı imalatçı ve test kuruluşlarının onaylanmalarının gerekmemesi ve bu kuruluşların lisans sahibi tarafından doğrulanması gereken niteliklerinin ise STUK tarafından belirlenmesidir. Kanun'da verilen bu hükme uygun olarak, YVL E.3 sayılı Kılavuz uyarınca imalatlarında özel süreçler¹⁴ kullanan imalatçılar STUK tarafından onaylanmakta ve diğer imalatçıların yetkinliklerinin incelenmesi ise lisans sahibi tarafından sunulan konstrüksiyon planı¹⁵ üzerinden yapılmaktadır.

4.3.2.2 Nükleer Enerji Kararnamesi

Nükleer malzemelerin çeşitli kullanım alanlarında bulundurulması, kullanılması ve taşınmasına ilişkin ilkeleri tanımlamakta olan 161/1988 sayılı Nükleer Enerji Kararnamesi'nde nükleer tesislerin inşaat ve işletme aşamalarında lisanslanmalarına ilişkin kurallar yer almaktadır (Ministry of Trade and Industry, 1988). Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenlemeler de içermekte olan Kararname'nin tanımlar

¹⁴ YVL E.3 sayılı “Nükleer tesislerin basınçlı kap ve boruları” adlı güvelik kılavuzunda, imalatın akabinde gerçekleştirilecek test ve muayeneler ile sonuçlarının doğrudan doğrulanamayacağı ancak olası sorunların ürünün kullanımı sırasında ortaya çıkabileceği imalat süreçleri “özel süreçler” olarak tanımlanmaktadır (STUK, 2013a).

¹⁵ Basınçlı ekipmanların imalatına başlanabilmesi için YVL E.3 sayılı Kılavuz uyarınca sunulması gereken ve Kılavuz'un İngilizce metninde “*construction plan*” olarak geçen ifade, bu çalışma kapsamında “konstrüksiyon planı” olarak kullanılmaktadır. Konstrüksiyon kelimesi, Türk Dil Kurumu tarafından “yapı, yapım” (TDK, 2017) manasında, bununla birlikte Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) Konstrüksiyon Anabilim Dalı internet sitesinde ise “imalat sürecini de içeren tasarım faaliyetleri” olarak tanımlanmaktadır (YTÜ, 2017). Anılan YVL Kılavuzu kapsamında da sadece imalat değil tasarım faaliyetlerini de içermesi göz önünde bulundurularak İngilizce “*construction*” kelimesi bu alt bölümde “yapı” veya “yapım” olarak değil “konstrüksiyon” olarak çevrilmiş ve kullanılmıştır.

kısımında, bu ekipmanların imalatçıları sadece bunları üretenler değil montaj, onarım veya tadilatlarını yapan kuruluşlar olarak tanımlanmaktadır. Kararname, STUK'u;

- Nükleer basınçlı ekipmanların güvenliği için ayrıntılı gerekleri belirleme,
- Nükleer basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, yerleştirme, montaj, işletme, bakım ve onarımlarında güvenlik gereklerine ve düzenlemelere uyulduğunu görmek için kontrol ve denetim yürütme,
- Basınçlı ekipmanların imalatı ve ilgili kalite güvencesi için daha ayrıntılı gerekleri belirleme,
- Konvansiyonel basınçlı ekipmanların yerleşim, montaj, işletme, bakım ve onarımlarında güvenlik gereklerine ve düzenlemelere uyulduğunu görmek için kontrol ve denetim yürütme,
- Nükleer tesislerde basınçlı ekipmanların güvenliği için lisans sahibinin eylem ve prosedürlerine ilişkin gerekleri belirleme ve gereklerin uygulanmasını izleme,

faaliyetleri ile görevlendirmektedir. Görevler incelendiğinde, nükleer basınçlı ekipmanların yanı sıra konvansiyonel basınçlı ekipmanların nükleer tesisteki yerleşim, montaj, işletme, bakım ve onarımının güvenlik gerekleriyle uyumunun da STUK tarafından izlenmekte olduğu dikkat çekmektedir. Nükleer basınçlı ekipmanlardan farklı olarak konvansiyonel basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolünde tasarım ve imalat faaliyetleri için STUK'a kontrol ve denetim yetkisi verilmemektedir. Konu, Nükleer Enerji Kanunu'nda konvansiyonel basınçlı ekipmanlar için Basınçlı Ekipmanlar Kanunu'na yapılan atıfla birlikte değerlendirildiğinde, bu ekipmanların tasarım ve imalatlarının atıf yapılan kanun uyarınca yürütüleceği anlaşılmaktadır.

Ayrıca, Kararname, nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin süreçlerde yer alacak denetim kuruluşları ve tahribatsız muayeneleri de kapsayan kontrol faaliyetlerini yürütecek test kuruluşlarının STUK tarafından onaylandıklarında, bu kuruluşların denetim haklarının tanımlanacağı ve faaliyetleriyle ilgili koşulların belirleneceği hükmünü haizdir. Test ve denetim kuruluşlarının yetkilendirilmeleri ayrı YVL kılavuzları uyarınca gerçekleştirilmekte ve konular çalışmanın ilerleyen kısımlarda ele alınmaktadır.

4.3.2.3 Nükleer güvenliğe ilişkin düzenleyici kılavuzlar (YVL Kılavuzları)

STUK tarafından yayımlanan ve kanun hükmünce bağlayıcı statüsü olan YVL kılavuzları; UAEA Güvenlik Standartları Serisi, WENRA referans güvenlik seviyeleri ve Fukushima Kazası'ndan çıkarılan dersler göz önüne alarak geçtiğimiz yıllarda güncellenmiştir. Yenilenen YVL kılavuzlarında belirlenen gerekler yeni nükleer santral projeleri için zorunlu tutulmakla birlikte, bu gereklerin işletme ve inşaat halindeki tesislere uygulanması STUK tarafından düzenlenmektedir (STUK, 2016b). "Nükleer Basınç Zarfı Kod ve Standartlarının Kullanımı için Düzenleyici Çerçeveler" adlı Çokuluslu Tasarım Değerlendirme Programı (MDEP) raporunda, yenilenen YVL kılavuzlarında içerik bakımından büyük değişiklikler olmadığı daha ziyade kılavuz gruplandırmalarının değiştirildiği belirtilmektedir (MDEP, 2013).

Yenileme öncesindeki YVL kılavuzlarına göz atıldığında basınçlı ekipmanlar hakkında, YVL 3.0 sayılı "Nükleer tesislerin basınçlı ekipmanları (*Pressure equipment of nuclear facilities*)" ve YVL 3.4 sayılı "Nükleer basınçlı ekipman imalatçılarının onaylanması (*Approval of the manufacturer of nuclear pressure equipment*)" kılavuzları başta olmak üzere işletmeye alma denetimleri, NDT yöntemleri ile hizmet içi denetimler, yapı ve kaynak dolgu malzemeleri gibi çeşitli konulara ilişkin ayrı güvenlik kılavuzları olduğu görülmektedir (STUKLEX, 2017). Yeni yapılanma sonrası ise 5 kategori altında toplam 45 YVL kılavuzu oluşturulmuştur. "Bir nükleer tesisin ekipman ve yapıları" adlı E kategorisi altında nükleer tesislerde kullanılan ekipmanlara ilişkin ayrıntılı düzenlemeleri barındıran YVL kılavuzları yer almaktadır. Bu kategori altındaki E.3 sayılı "Bir nükleer tesisin basınçlı kap ve boruları" adlı YVL Kılavuzu (STUK, 2013a), nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin ayrıntılı gerekleri içermekte ayrıca bu Kılavuz, güncelleme öncesi ayrı bir kılavuz ile belirlenmiş olan imalatçıların onaylanmalarına ilişkin gerekleri de barındırmaktadır. Basınçlı ekipmanlar hakkında, E.4 sayılı "Nükleer güç santrali basınçlı ekipmanının güç analizleri" ve E.5 sayılı "Nükleer tesis basınçlı ekipmanlarının tahribatsız muayene yöntemleri ile hizmet içi denetimleri" YVL kılavuzları da bulunmaktadır (STUK, 2016a).

4.3.2.4 Nükleer tesislerin yapı, sistem ve bileşenlerinin sınıflandırılması hakkında YVL kılavuzu

Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar, YVL E.3 sayılı Kılavuz uyarınca güvenlik sınıfları temel alınarak "nükleer basınçlı ekipman" veya "konvansiyonel basınçlı ekipman" olarak nitelendirilmektedir. Hem basınçlı ekipmanlara ilişkin böylesi bir ayrımın güvenlik sınıfı temelinde yapılması hem de basınçlı ekipmanlar da dâhil tüm ekipmanlara uygulanması nedeniyle YVL B.2 sayılı “Nükleer tesislerin yapı, sistem ve bileşenlerinin sınıflandırılması” (*Classification of systems, structures and components of a nuclear facility, 15 November 2013*) adlı kılavuzun incelenmesinde fayda görülmüştür (STUK, 2013b).

Kılavuz ile nükleer tesislerdeki yapı, sistem ve bileşenler; güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 olmak üzere üç nükleer güvenlik sınıfı ve bir de nükleer olmayan sınıf (EYT) olmak üzere 4 sınıfa ayrılmaktadır. Kılavuz’a göre, yapılar, sistemler ve bileşenlerin sınıflandırılmasında farklı yaklaşımlar kullanılmalıdır. Basınçlı ekipmanlar göz önüne alınarak bileşenler için uygulanan sınıflandırılma ilkesine değinilebilir. Bileşenlerin güvenlik sınıflandırması iki farklı kriter ile yapılmaktadır. Buna göre, bileşen sınıflandırmaları güvenlik işlevlerini yerine getirmek veya radyoaktif maddelerin yayılmasını önlemek için gerekli işlevlerine veya bunların gerektirdiği yapısal mukavemet, bütünlük ve sızdırmazlığa dayanmalı ve güvenlik sınıfı, bu unsurların gerektirdiği en yüksek güvenlik sınıfı olarak belirlenmelidir.

Sistemler, güvenlik işlevlerinin güvenilirlikleri açısından önemlerine dayalı olarak 2, 3 ve EYT sınıflarına ayrılmakta, sistemin güvenlik işlevinin gerçekleştirilmesi için gerekli olan veya sistemin güvenlik açısından önemine temel seviyede etkileri olan yapı ve bileşenler de sistemle aynı güvenlik sınıfına atanmaktadır. Yapısal mukavemet, bütünlük ve sızdırmazlığa dayalı sınıflandırma ilkesi kapsamındaki kriterler ve Kılavuz’da ilgili sınıflarda yer verileceği belirtilen bileşenlerden bazı örnekler ise aşağıdadır:

- **Güvenlik sınıfı 1**, nükleer yakıtı ve arızalanmaları reaktör bütünlüğünü tehlikeye düşürecek ve güvenlik işlevlerinin harekete geçmesini gerektirecek kazalar ile sonuçlanabilecek yapı ve bileşenleri kapsamaktadır. Reaktör basınç kabı ve

arızalanmaları durumunda oluşabilecek kaçak normal işletme sistemleri ile telafi edilemeyecek olan birincil çevrim bileşenleri bu sınıfta yer almaktadır.

- **Güvenlik sınıfı 2**, güvenlik sınıfı 1’de yer almayan (1) kırılması halinde normal işletme sistemleri ile durdurulamayacak kaçaklara yol açmayacak küçük çaptaki borular, (2) reaktör soğutma sistemine pasif akış sınırlandırıcı cihazlar ile bağlanan ve kırılmaları (*rupture*) durumunda tesisin normal işletme sistemlerinin yönetebileceğinden daha büyük bir kaçağa neden olmayacak bileşenler ve (3) kırılmaları durumunda güvenli bir reaktör kapatma ve soğutma süresini sağlayacak kadar kısa bir kapanma süresine sahip otomatik kapanan sıralı iki valf ile reaktör soğutma sisteminden izole edilebilen bileşenleri içermektedir. Örneğin, acil durum kor soğutma sisteminin ana bileşenleri ve borularının güvenlik sınıfı 2’dir.
- **Güvenlik sınıfı 3** içinde ise daha yüksek güvenlik sınıfında belirlenmemiş olanlardan Kılavuz’da belirtilen bazı bina ve yapılar ile arızalanmaları durumunda sahaya veya çevreye önemli miktarda radyoaktivite salımına yol açabilecek radyoaktif maddelerin dağılımlarının engellenmeleriyle ilgili yapı ve bileşenler yer almaktadır.

Güvenlik sınıflarının yanı sıra sismik sınıflandırma gerekleri de Kılavuz’un kapsamında bulunmakta ve yapı, sistem ve bileşenlerin atanacakları üç sismik kategori belirlenmektedir. Belirlenen gereklere göre basınçlı su reaktörlerindeki reaktör basınç kabı, birincil çevrim boru ve vanaları, basınçlandırıcı, birincil çevrim pompaları, buhar üreteçleri ve ikincil çevrim boruları gibi ana basınçlı ekipmanlar birinci sınıf sismik kategori olan “sismik kategori S1” içinde yer almaktadır.

4.3.2.5 Nükleer tesislerin basınçlı kap ve boruları hakkında YVL kılavuzu

STUK tarafından yayımlanan YVL E.3 sayılı “Bir Nükleer Tesisin Basınçlı Kap ve Boruları (*Pressure vessels and piping of a nuclear facility*)” adlı kılavuz nükleer tesislerde kullanılan basınçlı kap ve boruların; malzeme, tasarım, imalat, denetim, montaj, işletmeye alma, işletme, işletmeden çıkarma safhalarına ve imalatçılarına yönelik ayrıntılı kuralları içermektedir (STUK, 2013a). Çalışmanın konusu ile doğrudan ilgisi nedeniyle ayrıntılı olarak incelenen Kılavuz gerekleri, gruplandırmalar halinde aşağıda ele alınmıştır.

Kapsam

Kılavuz gerekleri nükleer tesislerin basınçlı kap ve borularına ve bunların imalatı ve yeterlilikleri için ihtiyaç duyulan malzeme ve test parçalarına uygulanmaktadır. Reaktör basınç kabı, buhar üretici ve basınçlandırıcı iç yapılarının da kapsamakta olduğu özellikle belirtilmektedir. Ayrıca, basınçlı kaplar için belirlenen kurallar çelik korunak zarfı ve beton korunak binasının çelik geçişleri için de uygulanmaktadır.

Kapsama ilişkin “Bir nükleer basınç kabındaki sıvı seviyesinin üstündeki iç basınç veya boru hattındaki basınç 0,5 bar gösterge basıncına eşit veya daha düşükse, bu Kılavuz’un uygulanmasında basıncın boyutlandırma faktörü olmadığı dikkate alınır.” ifadelerine yer verilmektedir. Bu ifadeyi göz önüne alarak, belirtilen değerlerde basınca sahip kap ve boruların Kılavuz kapsamında basınçlı ekipman sayılmayacakları şeklinde bir değerlendirme yapılması mümkündür.

Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik gerekler, Nükleer Enerji Kanunu’nda da belirtildiği üzere nükleer ve konvansiyonel olarak iki grupta düzenlenmekte ve bu gruplandırma güvenlik sınıflarına göre yapılmaktadır. Güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 olan basınçlı ekipmanlar “nükleer basınçlı ekipman”, nükleer güvenlik açısından önemli olmayan (EYT) sınıfta yer alan ekipmanlar ise “nükleer olmayan basınçlı ekipmanlar” olarak değerlendirilmektedir.

Lisans sahibinin ekipman için genel şartnamesi (*requirement specification*)

Her bir ekipman grubu ve güvenlik sınıfına yönelik tasarım ve denetim gereklerini içerecek ve yönetim sistemine dayalı olacak genel şartnamenin, lisans sahibi tarafından nükleer tesisin basınçlı kap ve borularının tedariki için hazırlanması gerekmektedir. Ekipmanın genel şartnamesi, lisans sahibinin tedarik sürecinde satın alma belgelerinde sunacağı temel tasarım ve denetim gerekleri niteliği taşımalı ve bunlar, ekipmanın kullanım yerinden kaynaklanan ve benzeri diğer gereklerle takviye edilmelidir.

Basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, test ve montaj aşamalarında kullanılacak standart setleri, YVL kılavuzları temelinde lisans sahibi tarafından belirlenerek ortaya konulmalı ve her bir tesis için kullanılacak ayrı standart setlerine ilişkin STUK'tan onay alınmalıdır.

Lisans sahibinin genel denetim planı

Kılavuz, lisans sahibi tarafından ekipmanların denetim ve kontrolüne ilişkin genel bir denetim planı hazırlanmasını ve hazırlanacak denetim planının STUK'a onay için inşaat lisansı başvurusu ile sunulmasını zorunlu tutmaktadır. Plana göre, STUK veya STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşlarının, lisans sahibi ve diğer üçüncü taraf kuruluşların denetim ve gözetim dizileri durma veya şahitlik noktaları olarak tanımlanmalıdır. Genel denetim planı nükleer olmayan basınçlı ekipmanlar da dâhil olmak üzere tüm güvenlik sınıfları için malzeme tedarikinden işletmeye almaya kadar bütün aşamaları içermelidir. Ayrıca planın, test ve denetimler için raporlama gereklerini ve prosedür referanslarını bulundurması ve tesis talimat el kitaplarında yer alan test ve denetim prosedürlerinin de plana ek olarak sunulması zorunlu tutulmaktadır.

Finlandiya ile benzer şekilde, ülkemizde de ekipman imalatları üzerinde yürütülecek düzenleyici denetim faaliyetleri çerçevesinde, imalatına başlanacak ekipmanlar için durma ve şahitlik noktalarının işlendiği kalite ve imalat planları lisans sahibi tarafından hazırlanmalı ve imalatına başlanacak ekipmanlar için TAEK'e sunulmalıdır (TAEK, 2015). Ancak, ülkemizde genel bir denetim planının hazırlanarak inşaat lisansı başvurusu ile sunulmasını gerektirecek bir hüküm bulunmamaktadır.

İmalatçıların yetkinlikleri hakkında genel şartlar

Kılavuz ile imalatçıların uymaları gereken; alt yüklenici seçme, değerlendirme ve izleme konularında sistematik ve belgelendirilmiş prosedürlere sahip olma, alt yüklenicilerin yönetim sistemi etkinliklerini değerlendirme, uygun nitelikli prosedür, araç ve ekipmanlara sahip olma ve tecrübeli uzman personel istihdam etme gibi genel şartlar belirlenmiştir. İmalatçıların sağlayacakları genel şartların özellikle yönetim sistemleri konusunda oluşturulan kurallar yönüyle ele alınması gerektiği değerlendirilmektedir. Kılavuz'a göre, nükleer basınçlı ekipman imalatçıları, YVL A.3 sayılı "Nükleer Tesisler için Yönetim

Sistemi” adlı Kılavuz’un 6.2.4. bölümüne uygun bir şekilde sertifikalandırılmış veya bağımsız olarak değerlendirmesi yapılmış bir yönetim sistemine sahip olmalıdır. Ancak, güvenlik sınıfı 1 ve 2 olan nükleer basınçlı ekipman imalatçıları ayrı olarak değerlendirilmekte ve bunların herhangi bir madde numarası verilmeden YVL A.3 sayılı Kılavuz gereklerini karşılaması zorunlu tutulmaktadır. Bu durumda, güvenlik sınıfı 1 ve 2 basınçlı ekipman imalatçılarının nükleer tesis işleticilerine benzer şekilde yönetim sistemi gereklerine tabi oldukları anlaşılmaktadır.

Yönetim sistemleri hakkındaki gerekler imalatlarında özel süreçler uygulayan reaktör basınç kabı, buhar üretici, basınçlandırıcı ve ana soğutma boruları imalatçıları açısından ise daha özel bir şekilde belirlenmektedir. Bahis konusu imalatçılar, ASME NQA-1 standardında yer alan kalite yönetim sistemi gereklerini karşılamalıdır. İmalat süreçlerinde kaynak ve ısıtma işlemi uygulayan imalatçılar açısından da ilave gerekler belirlenmiştir. ASME NQA-1 standardına uymaları zorunlu tutulanlar haricindeki güvenlik sınıfı 1 basınçlı ekipman imalatçıları ile kaynak işlemi yapılan güvenlik sınıfı 2 ve 3 ekipmanların imalatçıları ISO 3834 standardı ve bu işlemlerle bağlantılı ısıtma işlemi uygulayan imalatçılar da ISO 17663 standardı gereklerini karşılamalıdır.

Finlandiya’da imalatçıların yönetim sistemlerine ilişkin belirlenen kurallar konunun önemini ortaya koymaktadır. Yönetim sistemlerinin uygun ve vasıflı olmasına özel önem verilmekte, dereceli bir yaklaşım neticesinde imal edilen ekipmanların güvenlik sınıflarına veya ısıtma işlemi/kaynak gibi uygulanan işlemlere göre kurallar değişmektedir. Ülkemizde ise imalatçıların yönetim sistemlerine ilişkin gerekler oldukça genel seviyede belirlenmiştir. Nükleer tesislere ekipman sağlayabilmek için TAEK’den onay alma zorunluluğu bulunan imalatçıların ISO 9001 veya uluslararası düzeyde geçerli bir kalite yönetim sistemi belgesine sahip olmaları yeterli olmaktadır (TAEK, 2015). Konu, genel bulgu ve önerilere yer verilen 6.3 numaralı alt bölümde ayrıca ele alınmaktadır.

Nükleer basınçlı ekipman imalatçısının özel süreçler için onaylanması

Daha önce de ifade edildiği gibi, nükleer basınçlı kaplar veya borular için imalat sürecinde olabilecek sorunların ancak ürünün kullanımı sırasında ortaya çıktığı ve imalat sonrasında yapılacak test ve muayeneler ile sonuçların doğrudan doğrulanamayacağı imalat süreçleri

"özel süreçler" olarak tanımlanmaktadır. İncelemesi yapılmakta olan Kılavuz'da bu tanımın anlaşılmasını kolaylaştıracak örneklere rastlanmamış olmakla birlikte YVL E.9 sayılı "Bir nükleer tesisin pompaları" adlı Kılavuz'dan (STUK, 2013c) bazı bilgiler elde edilebilmekte ve kaynak, ısıtma işlemi, sıcak veya soğuk şekil verme gibi faaliyetlerin özel süreçler olarak değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. İmalatlarında sözü edilen özel süreçlerin kullanıldığı basınçlı ekipman imalatçıların onaylanması için lisans sahibi tarafından STUK'a başvuru yapılmakta ve uygun bulunması halinde imalatçılar lisans sahibine özgü (*licensee-specific*) olarak 5 yıl için onaylanmaktadır. Bununla birlikte, özel süreçler kullanılsa bile güvenlik açısından öneminin az olduğu değerlendirilen ekipman imalatçıları için STUK onaya gerek olmadığına karar verebilmektedir.

İmalatın, ASME BPVC Kısım 3 veya başka standartlar (nükleer düzenleyiciler tarafından kabul edilmiş) uyarınca yapılması durumunda da imalatçı onayı başvurusunda, incelenmekte olan YVL E.3 sayılı Kılavuz hükümlerinin karşılandığı gösterir bilgiler STUK'a sunulmalıdır.

İmalat süreçlerinde kullanılacak prosedürlerin ve kalıcı bağlantılar (kaynak gibi) yapan personel vasıflandırılmış olmalıdır. AB Direktifi uyarınca onaylanmış kuruluşlar veya tanınmış üçüncü taraf kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen vasıflandırmalar da kabul edilmektedir.

İmalatçıların onaylanmalarına temel olacak belgeler güvenlik sınıfı 1 ve 2 için ve sınıf 3 ekipman imalatçıları için ayrı iki gruba ayrılmıştır. Bunlar Tablo 4.2'de gösterilmektedir.

Tablo 4.2 Basınçlı ekipman imalatçıların onaylanmaları için gerekli belgeler

Güvenlik sınıfı 1 ve 2 basınçlı ekipman imalatçıların onayı için lisans sahibinin sunması gereken belgeler	Güvenlik sınıfı 3 basınçlı ekipman imalatçıların onayı için lisans sahibinin sunması gereken bilgi ve belgeler
1) İmalatçı ile ilgili idari bilgiler, imalat yeri ve imalatla kullanılan tesis ve teçhizat 2) Yönetim sistemi ve kalite yönetim sistemi, bunların sertifikaları ve diğer bağımsız değerlendirmeler ile değerlendirmelerin sonuçları	1) Basınçlı ekipman imalatı için onaylanmış kuruluş ya da başka bir üçüncü tarafça onaylanmış kalite yönetim sistemi

Güvenlik sınıfı 1 ve 2 basınçlı ekipman imalatçılarının onayı için lisans sahibinin sunması gereken belgeler	Güvenlik sınıfı 3 basınçlı ekipman imalatçılarının onayı için lisans sahibinin sunması gereken bilgi ve belgeler
3) Personel eğitimleri, organizasyon ve kaynaklar, ayrıntıları ilerleyen kısımda verilecek olan "imalattan sorumlu personele" ve vekiline ilişkin bilgiler 4) İmalatçının, nükleer tesisler için ekipman imalatı deneyimleri 5) Başvuru konusu imalata ilişkin ekipman grubu (basınçlı kap, boru, güvenlik aksesuarı veya basınç aksesuarı gibi) 6) İmalatçının kullandığı dış hizmetler, işçilik veya ekipmanlar 7) İmalat süreçlerinin kalite yönetimi 8) Basınçlı ekipmanların imalatı ile ilgili teknik uzmanlık deneyimi 9) Gerçekleştirilen imalat prosedürlerinin testleri ve bunların gözetimi ile söz konusu imalatın kabul edilebilirliği ve uygunluğuna ilişkin lisans sahibinin görüşü 10) Kalıcı bağlantılar yapan kişilerin vasıfları, vasıflandırılmış imalat ve kaynak prosedürleri 11) Malzeme izlenebilirliklerinin doğrulamasına yönelik prosedürler	2) Nükleer Enerji Kanunu'nun 60a maddesinde belirtilen genel imalatçı gereklerinin karşılanmasına ilişkin bilgi 3) İmalat ile ilgili ekipman grubu 4) İmalattan sorumlu personel ve vekili 5) Gerçekleştirilen imalat prosedürlerinin testleri ve bunların gözetimi ile lisans sahibinin söz konusu imalatın kabul edilebilirliği ve uygunluğuna ilişkin görüşleri 6) Kalıcı bağlantılar yapan kişilerin vasıfları

(STUK, 2013a)

Onaylanan imalatçılar, lisans sahibine kalite yönetim sistemi (KYS) performansı ve bağımsız periyodik değerlendirme sonuçlarına ilişkin yıllık rapor sunmalı; lisans sahibi tarafından ise imalatçının KYS'sine ilişkin bağımsız denetim sonuçları takip edilmeli, KYS'ye bağlı kaldığının görülmesi amacıyla belirli aralıklarla denetim yapılmalı ve konu hakkında STUK bilgilendirilmelidir.

İmalatçıların onaylanması konusunda Finlandiya ve ülkemiz uygulamaları açısından bir karşılaştırılma yapıldığında öncelikle vurgulanması gereken konu imalatçıların onaylanması sürecinde lisans sahibinin rolüdür. Finlandiya'da imalatçıların onaylanması lisans sahibi vasıtasıyla ve lisans sahibine özgü olarak yapılmakta iken ülkemizde, Nükleer Tesisler İçin

Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik (TAEK, 2015) ile belirlenen süreçte ise imalatçılar TAEK’e doğrudan başvurabilmekte ve lisans sahiplerinin bir işlevi olmadan onaylanmaktadır. Ayrıca, ülkemiz düzenlemesinde nükleer güvenlik açısından önemli ekipman sağlayan imalatçıların onaylanmasına temel teşkil edecek belgeler açısından bir ayırım yapılmamakta, Finlandiya’da ise dereceli bir yaklaşım kullanılarak güvenlik sınıfı 1-2 ve güvenlik sınıfı 3 ekipman imalatçıları için iki farklı grupta ilgili belgeler belirlenmektedir.

İmalattan sorumlu personel

Kılavuz’da dikkati çeken hususlardan birisi “imalattan sorumlu personel” tayin edilmesidir. Ekipmanın imalatının gözetimini yürütecek olan bu personelin sağlaması gereken nitelikler Kılavuz’da belirlenmektedir. Söz konusu personele ilişkin bilgiler STUK’a imalatçı onayı başvurusu ile sunulmakta ve STUK tarafından bu personelin yeterliliği kontrol edilmektedir. İmalattan sorumlu personelden beklenen nitelikler arasında temel teknik bilgiye sahip olması, imalat alanında ileri eğitim almış olması, YVL kılavuzlarına ve Finlandiya nükleer enerji sistemine hâkim olması ve basınçlı ekipmanların tasarım, imalat veya denetimi konularında en az iki yıl tecrübeye sahip olması yer almaktadır. Güvenlik sınıfı 1 ve 2 ekipmanlar için imalattan sorumlu personelin, imalata ilişkin güvenlik kültürü gereklerine hâkim olması beklenmektedir. Ayrıca, herhangi bir çıkar çatışmasına mahal verilmemesi amacıyla imalattan sorumlu personel, sorumlu olduğu ekipmana ilişkin denetim ve test süreçlerinde yer alamamaktadır.

İmalatın konstrüksiyon planı, YVL kılavuzları ve STUK kararlarına uygun şekilde yapılmasında, kalıcı bağlantıların uygun sertifikalara sahip personel tarafından gerçekleştirilmesinde, iş talimatlarının uygun olarak geliştirilmesinde ve benzeri konularda imalattan sorumlu personelin sorumluluğu bulunmaktadır. İmalatın tamamlanmasının ardından, basınçlı ekipmanın onaylı konstrüksiyon planına ve YVL kılavuzları gereklerine uygun imal edildiğine dair beyan imalattan sorumlu personel tarafından düzenlenmektedir.

Standart bileşenler ve malzemelerin imalatı

Basınçlı ekipmanlar için malzeme ve standart bileşen (dirsekler, redüktörler gibi) imalatçıları, imalatçılar için belirlenen genel şartlara uymak zorunda ancak bir onay almakla yükümlü bulunmamaktadır. Öte yandan, güvenlik sınıfı 1 ve 2 basınçlı kaplarının kaynaklı tapaları (*welded ends*) ve ısı değiştiricilerinin kaynaklı ısı taşıyıcı tüplerinin imalatçıları bu kural için istisna olarak verilmekte ve bu kuruluşların onaylı olmaları zorunlu tutulmaktadır.

Malzemeler

Basınçlı ekipmanların imalatlarında bu ekipmanlarda kullanılmak üzere onaylanan malzemeler kullanılabilir. Örneğin, uyumlaştırılmış Avrupa standartlarında yer alan malzemeler ve Malzemeler için Avrupa Onayı kapsamında onaylanmış malzemelerin kullanılmasına izin verilmektedir. Özel nedenlerden dolayı, standartlarda belirlenenler dışında malzeme kullanılması gerektiğinde STUK'tan onay alınmalıdır. Onay için sunulması gereken bilgilere Ek-1'de değinilmiştir.

Kullanılacak malzemelerin teknik özellikleri güvenlik sınıfı 1 ekipmanlar için ekipman bazında, diğer sınıflar için ise ekipman veya tesis bazında belirlenebilmektedir. Malzeme özelliklerine ekipmanın konstrüksiyon planında yer verilmeden önce bu özellikler için STUK'tan onay alınmalıdır.

Güvenlik sınıfı 1 basınçlı ekipmanlar için malzeme seçimlerinin uygunluğu, araştırma verisi ve işletme deneyimlerini de içeren bir inceleme/analiz ile dayandırılmalıdır. Kılavuz'da verilen malzeme seçimine ilişkin temel özelliklerden bazıları; kimyasal bileşim, uygun sıcaklıklardaki mekanik özellikler, yaşlanma dayanımı ve kaynak kabiliyeti ve denetlenebilirliği şeklinde sıralamak mümkündür. Güvenlik sınıfı 2 ve 3 için ise seçilen malzemelerin uygunlukları için ayrı bir analiz yapılması gerekmekte, bu malzemelere ilişkin bilgiler konstrüksiyon planı ile birlikte STUK'un değerlendirmesine sunulmaktadır.

Kaynak sarf malzemeleri ise uygulanabilir sınıflandırma standartlarına göre sınıflandırılmalı, kullanılacak kaynak malzemesi özellikleri ekipman ve/veya tesis bazında

oluşturulmalı ve bunlar konstrüksiyon planlarının sunulmasından önce STUK'a onay için iletilmelidir.

Tasarım

Nükleer tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanların tasarım süreçleri için Kılavuz geniş kapsamlı kuralları haizdir. Öncelikle, tasarıma ilişkin sağlanması gereken genel şartlar belirlenmekte ve daha sonra ise hidrodinamik tasarım, basınçlı kaplar, borular ve malzeme seçimi konularında kurallara yer verilmektedir. Belirlenen tüm gereklere değinilmeyecektir ancak Kılavuz uyarınca ekipman tasarımlarında dikkate alınması gereken tedbirler arasında;

- Nükleer tesislerin normal işletme, geçiş ve kaza durumları da dahil bütün durumların ekipman tasarımlarında kapsanması,
- Basınçlı kaplar ve iç yapılarının akış, titreşim ve sıcaklık değişimleri gibi etkenlerden herhangi bir zarar görmeyecek şekilde tasarlanmaları,
- Kaynak yerleri ve geometrilerinin imalat denetimlerine gerekli yer bırakacak şekilde tasarlanmaları ve kaynak sayılarının mümkün olduğunca az tutulması,
- Tasarım ve malzeme seçiminin radyasyonda gerçekleştirilen çalışma sayısını ve radyasyona maruz kalma süresini mümkün olduğunca sınırlaması,
- Uygulanabilir standartlar temelinde mukavemet analizleri yapılması,
- Reaktör basınç kabında kaynakların yerleşimi için yüksek nötron radyasyonu olan bölgelerden kaçınılması ayrıca nötron radyasyonu gevrekliğinin önlenmesi için reaktör basınç kabının, nükleer yakıt ile kap yüzeyi arasında yeterli mesafeyi bırakacak şekilde tasarlanması,
- Isıl hareketler, mekanik dayanım, korozyon dayanımı, hidrolik yükler ve sıcaklık değişimleri gibi hususların reaktör basınç kabı iç yapılarının tasarımında hesaba katılması,

ve benzeri konular bulunmaktadır. “Hidrodinamik tasarım” başlığı altında ise ekipmanın geometri, ölçü ve kapasite gibi özelliklerinin hidrolik işletmeyi engellemeyecek şekilde belirlenmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Basınca maruz kalan bileşenler için ölçülendirme veya mukavemet analizleri; güvenlik sınıfı 1 için ASME BPVC Kısım 3 NB 3200 veya NB 3300 bölümünde ve güvenlik sınıfı 2 ve 3 ekipmanlar için SFS-EN 13445-3 standardında verilen kurallara göre gerçekleştirilmelidir. Ancak, STUK tarafından kabul edilirse bunlar harici diğer standartlar da kullanılabilir. Boru tasarımlarına ilişkin de boruların güvenlik sınıfları, sıcaklıkları ve çap değerlerine göre esneklik ya da gerilme analizi gibi yapılması gereken analizler ve izlenmesi gereken standartlar Kılavuz'da belirlenmiş durumdadır.

Konstrüksiyon Planı (*Construction plan*)

Basıncılı ekipmanların imalatı için ekipmanın tasarım ve imalat sürecine yönelik geniş kapsamlı bilgi ve belgeleri barındırması öngörülen konstrüksiyon planı lisans sahibi tarafından hazırlanmalı ve onaylanmalıdır. Konstrüksiyon planının, ekipmanların güvenlik sınıfına göre, STUK'a veya STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşuna (denetim sorumluluklarının belirlenmesi hakkındaki ayrıntılı bilgiler 4.3.2.7 numaralı alt bölümde yer almaktadır) onay için imalatın başlamasından önce makul bir birim (*logical entity*) olarak sunulması esastır. Ancak, tedariki uzun süren ekipmanlar gibi bazı istisnalar için konstrüksiyon planı parçalar halinde sunulabilmektedir. Bu durumda, lisans sahibi tarafından yapılan her onay başvurusunda planı oluşturan parçaların onay ve tamamlanma durumlarının da belirtilmesi icap etmektedir.

Konstrüksiyon planında yer verilmesi gereken bilgi ve belgeler şunlardır:

- Uygulanmış YVL kılavuzları ve standartları,
- Güvenlik sınıflandırmaları,
- Tasarım temelinin nasıl karşılandığına ilişkin tasarımcı tarafından hazırlanmış özet,
- Genel tasarım,
- Konstrüksiyon malzemeleri, kaynak ve kaplama malzemeleri,
- Tip testi sonuçları ve işletme deneyimi sonuçları,
- Hesaplamalar,
- Konstrüksiyon çizimleri ve imalat çizimleri,
- İmalat, imalatın kontrolü ve denetimler hakkında bilgiler ve
- İmalatta yer alan kuruluşlar hakkında bilgiler.

Konstrüksiyon planının içeriğini teşkil edecek; tasarım temeli (*design basis*), hesaplamalar, malzemeler, çizimler, imalatçılar, alt yüklenicileri, test kuruluşları ve üçüncü taraf kuruluşlar, imalatın tanımı ve imalatın test, denetim ve kontrolü konularına ilişkin ayrıntılı gerekler Kılavuz ile belirlenmiş durumdadır.

İmalat

Nükleer basınçlı ekipmanların imalat aşamalarında uyulacak kurallar aşağıdaki konu başlıkları altında toplanmaktadır:

- Lisans sahibine ilişkin gerekler,
- Üçüncü taraf kuruluşlar (denetim kuruluşları),
- Konstrüksiyon planının onaylanmasından önce imalatın başlaması,
- İmalat gerekleri,
 - Malzemelerin temini, testleri ve idaresi (*handling*),
 - İmalatta kullanılan makine ve teçhizat,
 - İmalat prosedürleri ve yeterlilikleri,
 - İmalat,
 - Test ve muayene
- Alt yükleniciler ve
- İmalat kayıtları

Geniş kapsamlı bir şekilde belirlenen bu gereklerin tümüne tez çalışmasında değinilmesi uygun bulunmamakla birlikte vurgulanmak istenen hususlar aşağıda yer almaktadır.

Kılavuz uyarınca, lisans sahibi tarafından, imalat başlamadan önce (imalatçı, denetim ve test kuruluşu onayları gibi) gerekli onay ve izinler tamamlanmalı ve imalatın başlayabilmesi için konstrüksiyon planı onayı ekipmanın güvenlik sınıfına göre STUK veya yetkilendirilmiş denetim kuruluşundan alınmalıdır.

İmalat sürecinde prosedür ve personel vasıflandırılması ve tahribatsız muayenelerin onaylanması gibi konularda üçüncü taraf denetim kuruluşları rol alabilmektedir. AB

Direktifi uyarınca onaylanmış kuruluşlar veya tanınmış üçüncü taraf kuruluşlar da bu faaliyetlerde görev yapabilmektedir. Bu kuruluşların, denetimin bağımsızlığı ve tarafsızlığı açısından denetimi yapılan ekipmanın tasarımcısı, imalatçısı, tedarikçisi ve benzeri olamayacakları da ayrıca hüküm altına alınmaktadır.

İmalatçı, konstrüksiyon planı uyarınca test ve denetimlerin gerçekleştirilebilmesi için yetkin ve nitelikli personel istihdam etmekle yükümlüdür. İmalatta yer alacak test kuruluşları YVL E.12 sayılı kılavuz uyarınca onaylı olmalı ve NDT personeli ise SFS-EN ISO 9712 standardı uyarınca 2'nci seviye vasıflandırılmış olmalıdır.

Daha öncede belirtildiği gibi “onaylanmış bir konstrüksiyon planı” imalatın başlaması için önkoşuldur. Fakat, güvenlik nedeniyle acil değişmesi gereken veya imalat süreci uzun olan ekipmanlarda konstrüksiyon planının tümünün onayı öncesi imalatın başlamasına izin verilebilmektedir. Bu durumlarda, lisans sahibi tarafından konstrüksiyon planının ön imalle (*prefabricate*) ilgili bölümleri ile STUK'a başvuru yapılmakta ve STUK tarafından ekipmanın tasarım temelini yerine getirebildiği ve ön imal bileşenlerin boyutlandırılma, geometri, imalat ve denetiminin kabul edilebilirliği değerlendirilmektedir. Öte yandan, inşaat lisansı alınmadan önce ekipman imalatına başlama konusunda ise YVL A.5 sayılı Kılavuz'a atıf yapılmaktadır. YVL A.5 sayılı Kılavuz (STUK, 2014a) hükümleri uyarınca tesisin önemli yapı ve sistemlerinin imalatını başlatmaya uygun durumda olduğunu gerekçelendirerek STUK'a onaylatan ilke kararı (*decision-in-principle*) sahibinin isteği üzerine, STUK, inşaat lisansı alınmadan imalatına başlanacak yapı ve bileşenlere ilişkin planları gözden geçirip ve onaylayabilmektedir. Söz konusu Kılavuz'a göre, STUK tarafından önceden denetlen ve kabul edilen bu tür ekipmanlar inşaat lisansı ile uyumlu olmaları durumunda tesiste kullanılabilir.

Konstrüksiyon denetimleri (*Construction inspection*)

Konstrüksiyon denetimleri, nükleer basınç ekipmanının, onaylanmış konstrüksiyon planına ve onaylanmış prosedürlere uygun olarak imal edildiği, kurulduğu, tadil edildiği veya onarıldığını ve denetim ve testlerin konstrüksiyon planına uygun olarak gerçekleştirildiğinden emin olunması amacıyla güvenlik sınıflarına göre STUK veya STUK

tarafından onaylanmış denetim kuruluşları tarafından icra edilmektedir. Konstrüksiyon denetimlerine ilişkin gerekler,

- Konstrüksiyon denetimleri ön koşulları,
- Basınçlı kap ve boruların konstrüksiyon denetimleri,
 - Konstrüksiyon denetimi kapsamı,
 - İmalat ve kalite kontrol dokümantasyonu (denetimi),
 - Ekipman veya yapının görsel veya boyutsal denetimi,
 - Basınç testi,
 - Basınç testinden sonra ekipmanın veya yapının muayene edilmesi,
- Gözlemlenen uygunsuzlukların işlenmesi,

konularında ayrıntılandırılmaktadır. Konular arasında yer aldığı üzere imalatı tamamlanmış basınçlı ekipmanın bütünlüğü ve mukavemetinin sınanması amacıyla bir basınç/sızıntı testi yapılması gerekmekte ve ayrıntılı kurallar belirtilmektedir. Fakat, konstrüksiyon denetimleri kapsamında yapılması istenen testin hangi değerlerde gerçekleştirileceğine dair herhangi bir hükme yer verilmemiştir. Basınç testinin tamamlanması sonrasında, ekipmanın boşaltılıp temizlenmesinin ardından ekipman kontrol edilmeli ve basınç testinin, basınç tutma yapısında deformasyona veya başka hasarlara neden olmadığı gösterilmelidir.

Denetimlerde, ekipmanların konstrüksiyon planı gereklerini karşılamadığı veya güvenliği etkileyen kusur veya eksiklikler olduğu tespit edildiğinde denetçi tarafından bu hususlar imalatçı ve lisans sahibine bildirilmekte ve gerekiyorsa ekipmanın kullanımı yasaklanabilmektedir. Malzeme testlerinde veya imalat dokümantasyonunda tespit edilen kusurlar için ise denetçi tarafından ekipmanın reddedilmesi yerine ek testler yaptırılması mümkün olmaktadır.

Montaj/Kurulum

Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların montaj aşamasında uyulacak kurallar üç safha için ayrı olarak düzenlenmektedir. Bunlar, montaj konstrüksiyon planının onaylanması, montajın gerçekleştirilmesi ve montaj konstrüksiyon denetimidir. Öncelikle, nükleer basınçlı kap ve boruların montaj aşaması için bir konstrüksiyon planı hazırlanmalı

ve bu plan, ekipmanların güvenlik sınıfına göre STUK'a veya onaylı denetim kuruluşuna imalat aşamasında sunulan konstrüksiyon planı ile birlikte veya münferit olarak sunulmalıdır. Montaj faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için planın, STUK veya onaylı denetim kuruluşu tarafından kabul edilmiş olması zorunludur. Onaylanan montaj konstrüksiyon planı uyarınca montaj faaliyetlerinin tamamlanmasının ardından ekipmanın güvenlik sınıfına göre STUK veya onaylanmış denetim kuruluşu tarafından montaj konstrüksiyon denetimleri gerçekleştirilmektedir.

İşletmeye alma

Basınçlı ekipmanların işletmeye alma aşamaları da ayrıntılı bir şekilde düzenlenmektedir. İşletmeye alma aşamasında yürütülecek denetimlere özel önem verilmekte ve;

- İşletmeye alma denetimi önkoşulları,
- İşletmeye alma denetim prosedürü,
- İşletmeye alma denetiminin ilk aşaması,
 - Basınçlı ekipman dosyasının veya eşdeğer belgelerin incelenmesi,
 - İşletme süpervizörü (işletmeden sorumlu personel),
 - Yerleşim ve ekipmanların denetimi,
 - Aksesuarların denetimi,
 - Test programı,
- İşletmeye alma denetiminin ikinci aşaması (işlevsellik testleri),
 - Genel gerekler,
 - Güvenlik aksesuarları,
 - Ölçme ve regülasyon cihazları,
 - Borular, boru destekleri, ısı genleşme ve titreşimler,
- Basınç ekipman tescili (**registration**),

konularında uyulması gereken kurallar belirlenmektedir. Basınçlı ekipmanlar işletmeye alma sürecinde iki aşamada tamamlanan denetimler vasıtasıyla düzenleyici kontrol altında tutulmaktadır. Denetimler, planlanan işletmeye alma tarihinden en az iki hafta önce lisans sahibi tarafından başvuruda bulunulmasının akabinde ekipmanların güvenlik sınıfına göre

STUK veya STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşları tarafından gerçekleştirilmektedir.

İşletmeye alma denetiminin ilk aşaması aşağıdaki faaliyetleri kapsamaktadır:

- Temel tasarım bilgileri, konstrüksiyon ve montaj konstrüksiyon planları, çizimler, malzeme sertifikaları, denetim prosedürü, ısıl işlem bilgileri, işletme ve bakım talimatları, periyodik denetim ve gözlem programı, varsa ilgili yedek parçalara ilişkin ayrıntılar gibi bilgilerin yer aldığı bileşene ait basınçlı ekipman dosyası üzerinden denetim yürütülmekte,
- Lisans sahibi, alanında deneyimli, konusunda eğitilmiş ve basınçlı ekipman hakkında bilgi sahibi olan işletmeden sorumlu personel görevlendirmekle yükümlü olmakta ve kişiye ait bilgileri STUK'a sunmakta,
- Herhangi bir arıza durumunda basınç nedeniyle insanların, eşyaların ve çevrenin zarar görmesinin engellenmesi ve basınçlı ekipmanın düzgün şekilde çalıştırılabilir, bakımı yapılabilir, onarılabilir, test edilebilir, denetlenebilir ve periyodik ve hizmet içi denetimler sırasında erişilebilir olması amacıyla, basınçlı ekipmanlar ve çevre yapıların konumlandırılmalarının onaylanmış planlar uyarınca yapıldığı gösterilmekte,
- Basınçlı ekipman dosyasında STUK'a listesi sunulan basınç ve güvenlik aksesuarlarının (vanalar, ölçüm ve regülasyon cihazları, ısıl genleşme ve titreşime karşı destekler gibi) montajlarının, STUK veya STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşu tarafından onaylanmış prosedürler ve montaj planı uyarınca yapıldığı doğrulanmakta ve
- Sistemler bazında test programlarının STUK'a onay için sunulmaları gerekmektedir.

İşletmeye alma denetiminin ikinci aşamasını oluşturan işlevsellik testlerinde ise basınçlı ekipmanın üzerinde kurulu olan güvenlikle ilgili tüm aksesuarların (güvenlik vanaları, ölçme ve regülasyon cihazları, filtreler gibi) kontrolleri yapılmaktadır. İşlevsellik testlerinin sonuçları, işletme aşamasında yapılacak periyodik işlevsellik testleri için kullanılmak üzere kayıt altına alınmaktadır.

İşletme

Kılavuz ile nükleer basınçlı ekipmanların işletme süreciyle ilgili ayrıntılı gerekler belirlenmekte ve basınçlı ekipmanların; imalatçının (veya ithalatçının) işletme ve bakım talimatlarına ve mevzuata uygun olarak işletilmesi, muhafaza edilmesi ve izlenmesinin sorumluluğu lisans sahibine verilmektedir. İşletme aşamasına yönelik gerekler;

- Genel gerekler,
- Basınçlı ekipman tescili,
- Periyodik denetimler ve diğer durum izlemeleri,
- Tescile tabi basınçlı ekipmanların periyodik denetimleri,
 - Periyodik denetim aralıkları,
 - Periyodik denetimin basınçlı ekipman durum izleme (*monitoring*) sistemi ile değiştirilmesi,
 - Periyodik denetimin basınçlı ekipman takibi (*follow-up*) değiştirilmesi,
 - İç denetim,
 - İşlevsel denetim,
 - Periyodik basınç testi,
- Nötron radyasyonunun mekanik özelliklere etkisi ve
- Bakım

başlıkları altında toplanmış durumdadır.

Basınçlı ekipmanlar, işletme aşamasında periyodik denetimlerle izlenmektedir. Periyodik denetimler, 4.3.2.7 alt bölümünde yer alan Tablo 4.3 ile gösterildiği gibi ekipmanların güvenlik sınıflarına göre STUK, STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşu veya lisans sahibinin kendi denetim organizasyonu tarafından gerçekleştirilebilmektedir.

İşletme aşaması için “basınçlı ekipmanların tescilleri” konusu, üzerinde durulması gereken diğer bir husustur. 869/1999 sayılı (konvansiyonel) Finlandiya Basınçlı Ekipmanlar Kanunu uyarınca önemli oranda tehlike arz eden basınçlı ekipmanların tescillenmesi gerekmekte ve bu ekipmanlar üzerinde periyodik denetim uygulanması zorunlu tutulmaktadır (Ministry of Trade and Industry, 1999). Basınçlı ekipmanlar hakkında işletmeye alma denetimleri ile elde

edilen bilgilerle takviye edilen bilgilerin STUK veya STUK tarafından onaylanmış kuruluşa sunulması ile ekipmanlar tescil edilmektedir. Tescile tabi ekipmanların periyodik denetimleri konusu hâlihazırda incelemesi yapılmakta olan Kılavuz ile ayrıntılandırılmış durumdadır. Tescile tabi basınçlı ekipmanların periyodik denetimleri; iç denetim, işletme denetimleri ve periyodik basınç testini içermektedir. Buna göre, nükleer tesislerdeki tescile tabi basınçlı ekipmanların iç denetimleri dört yılda bir, periyodik basınç testleri her iki iç denetimde bir ve işletme denetimleri de buhar kazanları için her iki yılda, diğer basınçlı ekipmanlar için ise her dört yılda bir yapılmaktadır. Uygulanması gereken periyodik denetimlerin alternatif olarak “basınçlı ekipman durum izleme” ve “basınçlı ekipman takibi” adı verilen farklı uygulamalar ile lisans sahibinin başvurusu ve STUK’un onayı ile değiştirilebilmesine olanak sağlanmıştır.

Tescile tabi ekipmanlara yönelik periyodik basınç testleri zorunludur ve konstrüksiyon denetimlerinde de gerçekleştirilmesi gereken ve basınç ve sıcaklık değerleri verilmeyen basınç testleri için bu bölümde basınç değerleri belirlenmiş durumdadır. Buna göre, tescile tabi ekipmanlara yönelik gerçekleştirilecek periyodik hidrostatik basınç testi maksimum izin verilebilir işletme basıncının 1,3 katından az olmayacak şekilde, pnömatik basınç testi ise maksimum izin verilebilir işletme basıncının 1,1 katında gerçekleştirilmektedir.

İşletme aşamasında ekipmanın mekanik özellikleri üzerinde nötron radyasyonun etkileri, konstrüksiyon planında onaylanmış olan prosedür uyarınca lisans sahibi tarafından izlenmelidir. Ayrıca lisans sahibi, basınçlı kap ve borularda yapacağı bakım ve onarım faaliyetlerini YVL A.8 sayılı “Nükleer tesislerin yaşlanma yönetimi” adlı Kılavuz uyarınca yürütmekle yükümlüdür.

Tadilatlar

Basınçlı ekipmanlarda gerçekleştirilecek tadilatlar için bir konstrüksiyon planı hazırlanmalı ve bu plan ekipmanın güvenlik sınıfına göre STUK veya STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşunun onayından geçirilmelidir. Planın onaylanması ile birlikte gerekli görülen denetimler STUK veya onaylı denetim kuruluşu tarafından gerçekleştirilmektedir. Tadilatların yapılmasından sonra da basınçlı ekipmanın çalışabilirliğinin görülmesi için en azından işlevsellik testleri yapılmalı ve sonuçları STUK'a sunulmalıdır.

İşletmeden çıkarma

Kılavuz'a göre nükleer tesislerde işletmeden çıkarılan basınçlı ekipmanlar hakkında STUK'a bilgi notu sunulmalı ancak bu ekipmanların işletmeden çıkarılmaları ve radyoaktif atık olarak kontrol altında tutulmaları konularında ayrıntılar için YVL D.4 ve YVL D.5 sayılı düzenleyici kılavuzları uyarınca hareket edilmelidir.

4.3.2.6 Denetim kuruluşlarının ve lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonunun onaylanması hakkında YVL kılavuzu

Nükleer tesislerde kullanılan veya kullanılacak ekipmanların denetimleri için denetim kuruluşları ve lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonu YVL E.1 sayılı "Onaylı denetim kuruluşları ve lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonu (*Authorised inspection body and the licensee's in-house inspection organisation*)" adlı Kılavuz kuralları çerçevesinde STUK tarafından onaylanmaktadır (STUK, 2013d).

Kılavuz'a göre 5 yıllık bir süre için onaylanan denetim kuruluşları, güvenlik sınıfı 2 ve 3 nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin konstrüksiyon planlarının onaylanmasında ve imalat, montaj, işletmeye alma ve işletme aşaması denetimlerinde "kamu idari görevlerini yerine getiren bir ajans kapasitesine/gücüne sahip (*in the capacity of an agency performing public administrative duties*)" olarak görev alabilmekte ve ayrı bir onay gerekmeden EYT sınıf ekipman denetimlerine de katılabilmektedir.

Lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonunun onaylanabilmesi için organizasyon, kuruluş içerisinde bağımsız bir bölüm olmalıdır. EYT sınıf basınçlı ekipmanların montaj, işletmeye alma, onarım ve tadilatları sırasındaki denetimlerin ve işletme aşamasındaki periyodik denetimlerin kurum içi denetim organizasyonunca yürütülebilmesine izin verilmektedir.

Denetim kuruluşlarının STUK tarafından onaylanması için Kılavuz'da sayılan diğer şartlarla birlikte Finlandiya Akreditasyon Servisi (*Finnish Accreditation Service*, FINAS) veya SFS-EN ISO / IEC 17020 standardı uyarınca eşdeğer bir yabancı akreditasyon kuruluşundan akredite olmaları bir ön koşul niteliğindedir. Denetim kuruluşları, SFS EN ISO/IEC EN

17020 (Uygunluk değerlendirmesi- çeşitli tipteki muayene kuruluşlarının çalışmalarına ilişkin genel şartlar) standardı uyarınca Tip-A ve lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonu ise Tip-B denetim kuruluşu gereklerini yerine getirmelidir. STUK, nükleer güvenlik uzmanı olarak akreditasyon kuruluşunun yaptığı değerlendirmelere katılmaktadır.

Onaylanmış denetim kuruluşları tarafından STUK'a yıllık ve üçer aylık raporlar sunulmalıdır. Yıllık rapor, kuruluşların çalışmaları ile akreditasyon kuruluşunun periyodik değerlendirmelerin sonuçları ve uygulanması; üçer aylık dönem raporları ise gerçekleştirilen denetimler ve güvenlik açısından önemli gözlemleri içeren nükleer tesis denetim faaliyetleri hakkında olmalıdır. STUK, yetkilendirdiği kuruluşların, yetkilendirme koşullarını ve faaliyetlerini, bu raporlar ve sahada da dâhil gerçekleştirdiği denetimler üzerinden gözetim altında tutmaktadır.

STUK tarafından, 4 denetim kuruluşu denetim yapabilecekleri güvenlik sınıfları ve nükleer santral ünitelerinin adları belirtilerek 5 yıllık süre için yetkilendirilmiştir (STUK, 2016c).

4.3.2.7 Basınçlı ekipmanların denetim sorumluluklarının belirlenmesi

STUK, YVL E.1 sayılı Kılavuz uyarınca onayladığı denetim kuruluşlarına veya lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonuna nükleer tesislerin basınçlı ekipmanları için denetim ve gözetim hakkı verebilmektedir (STUK, 2013a). Lisans sahibinin kurum içi denetim organizasyonunun denetim ve gözetim hakları, güvenlik sınıfı 3 ekipmanlar için bazı uzmanlık görevlerini (bunların ne olduğu belirtilmemektedir) yapabilmeleri istisnası ile birlikte sadece nükleer olmayan sınıfla (EYT) kısıtlanmıştır (STUK, 2013a). STUK, STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşları ve kurum içi denetim organizasyonlarının nükleer güvenlik sınıfı basınçlı kaplar ve borular için denetim sorumluluklarının paylaşımı Tablo 4.3'de sunulmaktadır.

Tablo 4.3 Nükleer güvenlik açısından önemli basınçlı kaplar ve borular için denetim sorumlulukları paylaşımı

Onay veya Gözetim	Güvenlik sınıfı		
	1	2	3
Lisans ve diğer ön onaylar			
“Özel süreçler” için imalatçıların onaylanması	STUK	STUK	STUK
Konstrüksiyon planının bir parçası olarak imalatçının onayı ^A	STUK	STUK/IO ^B	IO
Test ve denetim kuruluşlarının onaylanması	STUK	STUK	STUK
Sistem ve yerleşim planlaması	STUK	STUK	STUK
Konstrüksiyon planı ^C	STUK	STUK veya IO ^{B, D}	IO ^D
İmalat ve konstrüksiyon denetimi			
İmalatın kontrolü	STUK	STUK/IO ^B	IO
Konstrüksiyon denetimi ^C	STUK	STUK/IO ^B	IO
Montaj ve işletmeye alma			
Montaj konstrüksiyon planı	STUK	STUK/IO ^{B, D}	IO ^D
Montaj konstrüksiyon denetimi	STUK	STUK/IO ^B	IO
Test programı	STUK	STUK	STUK
İşletmeye alma ve tadilat denetimi	STUK	STUK	IO
Basınçlı ekipman tescili	STUK	STUK	STUK
İşletme sırasında gözetim ve denetim			
Bakım, onarım ve tadilatlar	STUK	STUK/IO ^{B, D}	IO ^D
Hizmet içi tahribatsız muayene programları (YVL E.5)	STUK	STUK	STUK
Hizmet içi tahribatsız muayenelerin gerçekleştirilmesi (YVL E.5)	LH	LH	LH
Hizmet içi tahribatsız muayenelerin sonuçları (YVL E.5)	STUK	STUK	STUK
Tescile tabi basınçlı ekipmanların periyodik denetim prosedürleri	STUK	STUK	STUK
Tescile tabi basınçlı ekipmanların periyodik denetimleri	STUK	STUK	IO ^E

(STUK, 2013a)

IO = YVL E.1 Kılavuz'u uyarınca STUK tarafından onaylanmış yetkili denetim kuruluşu

LH = Lisans sahibi

A: İmalatlarında özel süreçler kullanılmayan ekipman imalatçıları için ayrı bir onay gerekmemesi nedeniyle bunların konstrüksiyon planı dahilinde yeterliliklerinin gösterilmesi gerekmektedir.

B: STUK / IO: Onaylı denetim kuruluşu, güvenlik sınıfı 2 olmasına rağmen güvenlik sınıfı 3 teknik gereklerinin uygulanabileceği artık ısı uzaklaştırma sistemi bileşenlerini denetlemektedir. Bununla birlikte, bu sistemlerin ısı değiştiricileri STUK tarafından denetlenmektedir.

C: Buhar üreticinin ve iç yapılarının denetimi STUK tarafından yürütülmektedir.

D: Konstrüksiyon planında YVL kılavuzlarından sapmalar var ise STUK'a sunulmaktadır.

E: İşletme lisansının varlığı STUK tarafından teyit edilmektedir.

Tablo 4.3’de görüldüğü gibi, güvenlik sınıfı 1 ekipmanlar için konstrüksiyon planlarının onaylanması, imalatın kontrolü ve konstrüksiyon denetimleri, aynı şekilde montajın kontrolü ve montaj konstrüksiyon denetimleri ve işletme sırasında bakım, onarım ve tadilatların gözetimi bizzat STUK tarafından yapılmakta diğer güvenlik sınıfları için de yine STUK tarafından yürütülen onay ve gözetimler olmakla birlikte birçok faaliyet onaylanmış denetim kuruluşları ve lisans sahibinin denetim organizasyonu tarafından yürütülebilmektedir.

Nükleer tesislerde kullanılan ancak güvenlik açısından önemli olmayan (EYT sınıf) basınçlı ekipmanların denetim, gözetim ve onay faaliyetleri için AB Direktif’i uygulamaları da kullanılabilmektedir (STUK, 2013a). Bu ekipmanların denetim sorumluluklarının paylaşımı konusunda YVL E.3 sayılı Kılavuz’da (STUK, 2013a) bilgilere yer verilmiştir. Buna göre, EYT sınıf basınçlı ekipmanlara ilişkin; imalat süreci, bu süreçteki test ve denetimler ve bunları gerçekleştiren kuruluşlara ilişkin işlemler AB Direktif’inde tanımlı prosedürler uyarınca yürütülmektedir. Diğer yandan, nükleer tesis sahasındaki denetim ve gözetim faaliyetleri ise STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşları veya lisans sahibinin denetim organizasyonu tarafından yerine getirilmektedir. EYT sınıf ekipmanlar için tescile tabi olanların tescilleri, hizmet içi NDT programlarının, bunların sonuçlarının ve periyodik denetim programlarının gözetimi gibi bazı faaliyetler ise STUK tarafından yürütülmektedir.

4.3.2.8 Nükleer santrallerde basınçlı ekipmanların mukavemet analizleri hakkında YVL kılavuzu

YVL E.4 sayılı ve “Nükleer Güç Santrali Basınçlı Ekipmanlarının Mukavemet Analizleri (*Strength analyses of nuclear power plant pressure equipment*)” adlı Kılavuz ile nükleer santrallerin birincil çevrim ekipmanları ve güvenlik açısından önem taşıyan diğer basınçlı ekipmanlar için yükler ve mukavemet analizleri hakkında kurallar oluşturulmuştur (STUK, 2013e).

YVL E.4’e göre "yükler", nükleer santrallerde normal işletme, tasarıma esas koşullar ve genişletilmiş tasarım koşullarında ortaya çıkan ve basınçlı ekipman tasarımının yeterli emniyet paylarını sağlayacağı mukavemet analizleri ile belirlenen mekanik ve ısı gerilme unsurlarını içermektedir. Gerçekleştirilecek mukavemet analizleri ise şunlardır:

- Gerilme analizleri (*Stress analysis*)
- Gevrek kırılma analizleri (*Brittle fracture analysis*)
- Kırık öncesi sızıntı analizleri (*Leak before break analysis*)

Bunların haricinde; sistemlerin işletilmesi, yapıların davranışı veya yerel olaylar sonucu basınçlı ekipmanı etkileyebilecek yük koşullarının hesaplanmasıyla ortaya çıkacak yüklerin de analizlere konu edilmesi gerekmektedir. YVL E.4; mukavemet analizlerinin yapılması, bunların kalite yönetimleri ve STUK'un bunlar üzerindeki düzenleyici gözetimine ilişkin kuralları kapsamaktadır.

Lisans sahibi, basınçlı ekipmanlar için yukarıda belirtilen analizleri kapsayan mukavemet analizi raporlarını hazırlanmakla yükümlüdür. Ekipmanların konstrüksiyon planlarının bir parçası olarak STUK'a onay için sunulması gereken mukavemet analizi raporları, analizlerin yanı sıra ekipmanların tasarım ve çalışma yükleri, taşıma kaynaklı yükler, basınç testleri ve dayanıklılık ile ilgili diğer testlere ilişkin bilgileri de içermelidir. STUK, lisans başvurularının ve konstrüksiyon planlarının gözden geçirilmesi sırasında basınçlı ekipmanların yük ve mukavemet analizlerinin belirlenen gereklere uygunluğunu incelemektedir. STUK tarafından, bu analizlerinin doğruluğunun belirlenebilmesi için ilgili analiz ve testlerin gözetimi de yapılmaktadır.

Gerilme analizleri öncelikli olarak;

- Ana çevrim pompaları dâhil olmak üzere güvenlik sınıfı 1 birincil çevrim bileşenleri,
- Basınçlı su reaktör tesisleri için buhar üreticinin ikincil tarafı ile korunak binası içindeki ve korunak binası dışındaki izolasyon vanalarına kadar (vanalar dahil) buhar ve besleme suyu sistemi ana bileşenleri,
- Birincil çevrimin destek yapıları,
- Reaktör basınç kabının koru destekleyen iç yapıları (bu yapıların soğutma kapasitesine olan önemli etkileri nedeniyle),
- Yorulma yüklerine maruz kalan korunak binası sızdırmaz boru geçişleri,

için yapılmalıdır. Bu ekipmanların yanı sıra diğer ekipmanlar arasından gerilme analizleri uygulanacak olanlar kullanılan tasarım standardı uyarınca belirlenmelidir.

Kılavuz'a göre, basınçlı ekipmanların gerilme analizlerinin yapılmasında genel kural olarak ASME Kazan ve Basınçlı Kaplar Kodu Kısım 3 gerekleri uygulanmalıdır. Alternatif olarak ise güvenlik sınıfı 1 basınçlı ekipmanlar için bir nükleer düzenleme kurumu tarafından kabul edilmiş tasarım ve mukavemet analizi standardı da STUK'a onay için sunulabilmektedir.

Gevrek kırılma analizleri ise güvenlik sınıfı 1 basınçlı ekipmanların en çok gerilime maruz kalan ferritik çelik kısımları üzerinde gerçekleştirilmelidir. Reaktör basınç kabının kor alanı, en büyük boru nozulları ve sökülebilir kapağının flanşlı birleşimleri bu analizlerin yapılacağı en önemli kısımlar olarak ön plana çıkarılmaktadır. Analizlerin yapılması muhtemel diğer ekipmanlar ise buhar üretici, çelik koruma zarfı ile ana çevrim pompalarının milleri ve volanlarıdır.

Kırık öncesi sızıntı (LBB), YVL E.4'e göre, tesiste borular için tam kopma/kırık olasılığı meydana getiren hata mekanizmaları tanımlanamadığı ve arızaların denetimlerde saptanmadığı durumlarda küçük/yerel sızıntıların tespit edilerek tesisin, borularda tamamen kopma riskinin bulunmadığı bir duruma getirilmesi ilkesini ifade etmektedir. Kırılmanın engellenmesi (*break preclusion*) ilkesi ise boruların; imalat, işletme ve bakımlarında LBB ilkesinin uygulanabileceği şekilde gelişmiş teknik ve örgütsel prosedürlerin kullanımını ve böylece santral tasarımının komple ve ani bir boru kırılmasının sonuçlarına karşı güvenli olmasını belirtmektedir. Kırılmanın önlenmesi ilkesinin uygulanmasına ilişkin bilgiler tesisin tasarım dokümantasyonunda, LBB analizlerinin uygulanmasına ilişkin bilgiler ise mukavemet analizi raporunda STUK'a sunulmalıdır. Hangi borulara LBB ilkesinin uygulanacağı bilgisine YVL E.4'de yer verilmemekte ve konu hakkında YVL B.5 sayılı düzenleyici kılavuza atıf yapılmaktadır. YVL B.5 sayılı Kılavuz (STUK, 2013f) incelendiğinde, basınçlı su reaktörleri ve kaynar sulu reaktörlerinin birincil çevrim boruları, ana buhar boru hattı ve besleme suyu hattı borularına LBB prensibinin uygulanabileceği görülmektedir.

4.3.2.9 Nükleer tesislerin mekanik bileşenleri ve yapıları için test kuruluşları hakkında YVL kılavuzu

Daha önce de belirtildiği gibi STUK, Nükleer Enerji Kanunu'nun 60a kısmı uyarınca imalatçıların yanı sıra ekipman test ve denetim kuruluşlarını da onaylamakla görevli ve

yetkili kılınmıştır. Bu çerçevede, YVL E.12 sayılı “Bir nükleer tesisin mekanik bileşen ve yapıları için test kuruluşları (*Testing organisations for mechanical components and structures of a nuclear facility*)” adlı Kılavuz ile (STUK, 2014b) nükleer tesislerde bileşen ve yapıların bütünlüklerinin doğrulanmasında görev yapan tahribatlı (DT) veya tahribatsız muayene (NDT) kuruluşları tarafından uyulacak şartlar belirlenmiştir.

Test kuruluşlarında öncelikle, FINAS ya da eşdeğer organizasyonlar tarafından ISO 17025 veya 17020 uyarınca akredite olma bunun yanı sıra imalatçı, lisans sahibi ve test edilen ürünün uygunluğunu değerlendiren denetim kuruluşlarından işlevsel ve mali olarak bağımsız olma şartları aranmaktadır. Takip eden maddelerde kapsanan kuruluşlar onaya tabidir:

- Güvenlik sınıfı 1 ve 2 basınçlı ekipman, mekanik bileşen ve çelik yapıların NDT kuruluşları,
- Güvenlik sınıfı 1 ve 2 basınçlı kaplar, ana bileşenlerin iç kısımları, boru tesisatları, valfler ve pompalar için malzeme imalatı ile ilgili tahribatsız muayene yapan NDT kuruluşları,
- Hizmet içi denetimlerde görev alan NDT kuruluşları,
- Güvenlik sınıfı 3 ekipmanlar için test kuruluşları ISO 9712 (NDT konulu standart) ya da eşdeğer bir standart uyarınca vasıflandırılmadı ise bu ekipmanlar için NDT kuruluşları.

Test kuruluşlarının onaylanması amacıyla lisans sahibi tarafından STUK'a başvurulmakta ve onaylanması uygun bulunan kuruluşlara en fazla 5 yıllık bir süre için onay verilmektedir.

Basınçlı ekipmanların tahribatlı muayeneleri ise akredite DT kuruluşlarınca gerçekleştirilebilmekte ve bunların akreditasyon bilgisinin STUK'a sunulması yeterli olmaktadır. Ayrıca, imalatçının akredite olmayan fakat STUK tarafından onaylanmış kendisine ait NDT veya DT test organizasyonları da güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 ekipmanın NDT ve DT faaliyetlerinde yer alabilmektedir.

4.3.2.10 Tahribatsız muayene yöntemleri ile nükleer tesis basınçlı ekipmanlarının hizmet içi denetimleri hakkında YVL kılavuzu

Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara uygulanacak tahribatsız muayenelerin planlanma, vasıflandırılma, raporlanma ve gözetimlerine ilişkin kurallar YVL E.5 sayılı “Tahribatsız Muayene Yöntemleri ile Nükleer Tesis Basınçlı Ekipmanlarının Hizmet İçi Denetimleri (*In-service inspection of nuclear facility pressure equipment with non-destructive testing methods*) adlı Kılavuz ile düzenlenmektedir (STUK, 2014c).

Hizmet içi denetimlerin, güvenlik sınıfı 1 ve 2 ekipmanlar ile nükleer güvenlik açısından önemli diğer basınçlı ekipmanlar ve ana çevrim pompalarının volanları (*flywheels*) üzerinde yürütülmesi gerekmektedir. Borular için hizmet içi denetim programlarının ise boru çapları ve güvenlik sınıflarından bağımsız bir şekilde risk temelli olarak (*risk-informed manner*) tüm tesis sistemlerinin analiz edilmesi sonucu hazırlanması zorunlu tutulmaktadır. Kılavuz’a göre hizmet içi denetimlerinin uygulanmasında ASME BPVC’nin ilgili kısmı (*Section XI, Rules for In-service Inspection of Nuclear Power Plant Components, Division 1*) temel olarak kullanılmalıdır.

Kılavuz’da, Nükleer Enerji Kararnamesi (161/1988) uyarınca inşaat lisansı başvurusu ile birlikte hizmet içi denetim ilkeleri hakkında bir planın ve işletme lisansı başvurusu ile birlikte de periyodik denetimler hakkında özet programın STUK'a sunulması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu plan ve programların; basınçlı kaplar, pompalar, borular, vanalar ve bunların destekleri, reaktör basınç kabı iç yapıları, ana soğutucu pompaların volanları ve boru tesisatının risk açısından bilinçli olarak seçilmiş denetim alanları gibi güvenlik sınıfı 1, 2 ve güvenlik açısından önem taşıyan diğer yapı ve sistemleri kapsamı gerekmekte ve bu plan ve programlar, STUK tarafından ilgili lisans başvurularının değerlendirilmeleri sırasında yeterlilikleri bakımından değerlendirilmektedir. Hizmet içi denetimler, STUK tarafından, denetim programları ve bunların sonuçları üzerinden gözetim altında tutulmakta ve STUK, bakım (*outage*) sırasında yapılan denetimleri izleyebilmektedir.

4.3.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler

OECD tarafından yayımlanan İşletme Deneyimi Raporu: Sahte, Şüpheli ve Hileli Ürünler (*Operating Experience Report: Counterfeit, Suspect and Fraudulent Items*) adlı rapora

göre CFSI veya kalitesi düşürülmüş bileşenler konusu, özellikle Olkiluoto Nükleer Santrali'ndeki tasarım standartlarını karşılamayan yedek parçalardan kaynaklanan sorunlar nedeniyle Finlandiya'da üzerinde durulan bir durum haline gelmiştir (NEA, 2011). Olkiluoto Nükleer Santrali'ndeki sorunlar sonucu STUK, denetimlerini, lisans sahiplerinin yedek parça tedarikine yönelik düzenleme ve prosedürlere odaklamış ve yedek parçaların kalite güvencesi/kalite kontrolü konusunu dikkate alarak lisans sahiplerinden daha iyi bir gözetim uygulanmasını talep etmiştir (NEA, 2011). Rapor'da, imalatın kontrolü, personel yeterliliği ve imalatçı, test ve denetim kuruluşlarının yetkilendirilmesi konularında tedarikçi ve lisans sahibi ile düzenleyici kurumun kendisine yönelik gereklerin belirlendiği vurgulanmakta ve bunlar, CFSI'ların nükleer santrallere girişinin engellenmesine yönelik süreçler olarak belirtilmektedir.

Finlandiya'da, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların, santralin ömrü boyunca kendilerinden beklenen işlevleri yerine getirmelerinin sağlanması amacıyla ekipmanların tedarik sürecinde uygulanacak kapsamlı kurallar belirlendiği gözlemlenmiştir. Bu kuralların, CFSI'ların nükleer santrallere girmesinin ve santrallerde kullanılmasının engellenmesindeki rolünün göz ardı edilemeyeceği değerlendirilmektedir. Öte yandan, doğrudan CFSI konusuna yönelik bir gereğe YVL A.3 sayılı Kılavuz'da (STUK, 2014d) rastlanmakta ve Kılavuz'da lisans sahipleri sahte ve hileli ürünlerin alımını güvenilir bir şekilde önlemeye yönelik prosedürlere sahip olmakla yükümlü tutulmaktadır.

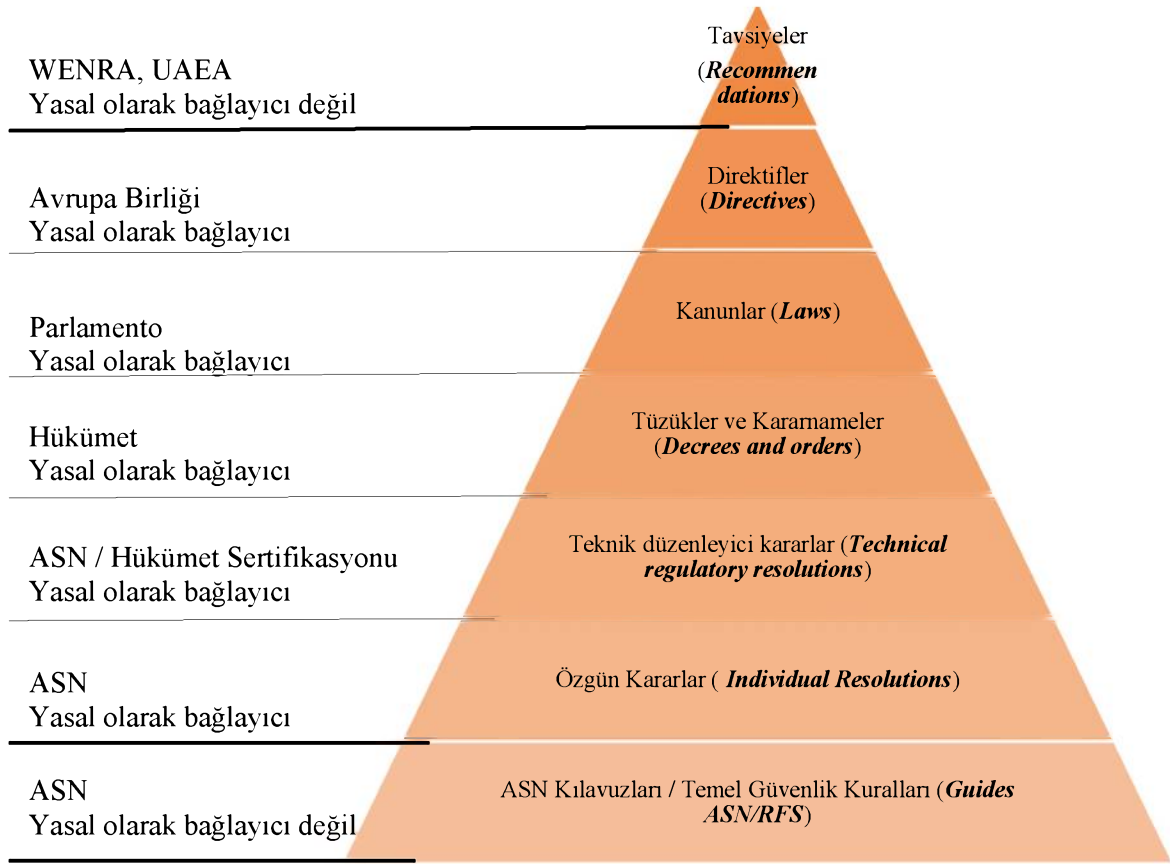
4.4 Fransa

4.4.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve

Fransa'da radyasyon güvenliği ve nükleer güvenlikle sorumlu düzenleyici otorite Nükleer Güvenlik Kurumu'dur (*Nuclear Safety Authority, ASN*). ASN'nin görev ve sorumlulukları 2006-686 sayılı Nükleer Alanda Şeffaflık ve Güvenlik Hakkında Kanun ile belirlenmektedir (Act, 2006). Kanun, ASN'yi radyasyondan korunma ve nükleer güvenliğin sağlanması amacıyla nükleer alandaki faaliyetlerin gözetimi ve konu hakkında halkın bilgilendirmesi için görevlendirmiştir. Kanun uyarınca, ASN nükleer güvenlik ve radyasyondan korunma alanlarında taslak düzenleyici kararname ve tüzükler hakkında görüş vermekte ve bu taslaklar ilgili bakanlıklar (nükleer güvenlikle veya radyasyondan korunmadan sorumlu)

tarafından onaylanarak yayımlanmaktadır. Ayrıca, nükleer güvenlik veya radyasyondan korunma alanında kabul edilen kararname ve tüzükler için uygulamaların ayrıntılarını belirlemek amacıyla, yine ilgili bakanlıkların onayına tabi olarak ASN tarafından teknik nitelikteki düzenleyici kararlar çıkarılmaktadır. Bunlara ek olarak, ASN tarafından yasal olarak bağlayıcı olmayan düzenleyici kılavuzlar da yayımlanmaktadır. Fransa’da nükleer alandaki mevzuat hiyerarşisine ilişkin bilgiler Şekil 4.2’de gösterilmektedir.

Şekil 4.2 Fransa’da nükleer enerji alanında mevzuat hiyerarşisi



(Fransa Raporu, 2016)

ASN tarafından yayımlanan “Fransa’da Nükleer Güvenlik ve Radyasyondan Korunma Durumu Hakkındaki 2015 yılı Raporu”nda Çevre, Enerji ve Deniz Bakanlığı’nın nükleer güvenlikten, Toplumsal İşler ve Sağlık Bakanlığı’nın ise radyasyondan korunmadan sorumlu olduğu belirtilmektedir (ASN, 2016). Aynı konudaki 2014 yılı raporunda hükümet ve ASN arasındaki görev dağılımına ilişkin bilgilere yer verilmekte ve buna göre nükleer

güvenlikten sorumlu bakanlık, temel nükleer tesisler¹⁶ ve bu tesisler için özel olarak tasarlanmış basınçlı ekipmanların imalatı ve kullanımı ile ilgili genel düzenlemeleri ASN'nin önerileri üzerine kabul etmektedir (ASN, 2015). Nükleer güvenlikten sorumlu bakanlık tarafından, temel nükleer tesislerin tasarım, inşa, işletme, işletme çıkarılma ve devre dışı bırakılmalarına ilişkin ASN'den gelecek tavsiye üzerine kararlar alınmaktadır (ASN, 2015).

4.4.2 ASN Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Dairesi

ASN bünyesinde Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Dairesi'nin yer alması, nükleer basınçlı ekipmanların güvenliğine ilişkin izleme sorumluluğu nedeniyle öne çıkarılması anlamlı olan konular arasındadır. “Fransa'da Nükleer Güvenlik ve Radyasyondan Korunma Durumu Hakkındaki 2015 Yılı Raporu”nda, denetim kuruluşlarının yetkinliklerine ilişkin ISO 17020 standardı uyarınca Daire'nin akredite olduğu belirtilmekte ve görevleri hakkında bilgiler verilmektedir (ASN, 2016). Rapor'da verilen bilgilere göre, Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Dairesi, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların tasarım, imalat ve işletme aşamalarını izlemekte ve bu ekipmanlarla ilgili imalatçılar, alt yükleniciler ve lisans sahiplerinin düzenlemelere uyumunu gözetim altında tutmaktadır. Benzer şekilde, nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin denetimleri gerçekleştirmek üzere yetkilendirilen onaylı kuruluşlar da Daire tarafından izlenmektedir. Daire, ASN bünyesindeki 8 daireden birisi olarak Nükleer Güç Santralleri Dairesi'nden ayrı olarak yapılanmış durumdadır ve “Tasarım”, “İmalat”, “Hizmet İçi İzleme (*In-service Monitoring*)” ve “Bölümler ve Operasyon ile İlişkiler” isimli şubelerden oluşmaktadır (ASN, 2016).

¹⁶ Düzenlemelerde sıkça karşılaşılmakta olan ve “temel nükleer tesisler (*basic nuclear installations*)” olarak anılmakta olan tesisler, 2006-686 Sayılı Nükleer Alanda Şeffaflık ve Güvenlik Hakkında Kanun'a (*Act No. 2006-686 on Transparency and Security in the Nuclear Field*) göre şunlardır:

- Nükleer reaktörler,
- Nükleer yakıt hazırlanma, zenginleştirilme, üretim, işleme veya depolama veya radyoaktif atık işleme, depolama veya bertaraf tesisleri,
- Radyoaktif ya da bölünebilir maddeler içeren tesisler,
- Parçacık hızlandırıcıları (Act, 2006).

4.4.3 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler

AB Basınçlı Ekipmanlar Direktifi, Fransa’da nükleer basınçlı ekipman düzenlemelerinin geliştirilmesinde, konvansiyonel endüstri uygulamaları ile uyum sağlanması ve nükleer basınçlı ekipman denetimlerinin Direktif ile oluşturulan yeni yaklaşıma dayandırılması amacıyla temel alınmıştır (ASN, 2010). Bu kapsamda oluşturulan 12 Aralık 2005 tarihli Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi (ESPN, 2005); AB Direktifi’nde yer alan temel güvenlik gereklerinin üzerine ek gerekleri ve radyasyondan korunma gereklerini belirlemekte ve Fransa’da nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne temel teşkil etmektedir. Fransa’da Nükleer Güvenlik ve Radyasyondan Korunma Durumu Hakkındaki 2015 Yılı Raporu’nda verilen bilgilere göre söz konusu Kararname’de, 30 Aralık 2015 tarihinde esasen imalatçılardan ürünlerin kalitesine ilişkin istenen belgeler ve onaylı denetim kuruluşlarının müdahillikleri hakkında değişiklikler yapılmış ve 31 Aralık 2018’e kadar geçiş dönemi belirlenmiştir (ASN, 2016). Bununla birlikte, resmi İngilizce çevirisi AB internet sitesinde¹⁷ ulaşılabilir durumda olan 2005 tarihli Kararname tez çalışması ile ilgisi ve konu hakkındaki uygulamalar için önemli bir referans teşkil etmesi açısından ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ayrıca, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara uygulanabileceği değerlendirilen diğer düzenlemelere de ele alınmıştır.

4.4.3.1 Nükleer Alanda Şeffaflık ve Güvenlik Hakkında Kanun

2006-686 Sayılı Nükleer Alanda Şeffaflık ve Güvenlik Hakkında Kanun (*Act No. 2006-686 on Transparency and Security in the Nuclear Field*) ASN’nin kuruluşu ve görevlerini ve temel nükleer tesisler için genel kuralları düzenlemektedir (Act, 2006).

Temel nükleer tesislerin tasarım, inşaat, işletme ve işletmeden çıkarılması gibi tüm aşamalarının ve bu tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanların imalat ve kullanımlarının bakanlık kararnamesi ile yayımlanacak genel kurallara tabi olduğu Kanun’da belirtilmektedir.

¹⁷ http://f4e.europa.eu/downloads/procurements/itercalls/315/Order_2005.pdf

Kanun'un 4'üncü maddesinin nükleer basınçlı ekipmanlar ile ilgili kısmı bu ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulmalarında ASN'yi yetkilendirmektedir. Ekipman imalatçılarının onaylanmasına yönelik bir hüküm bulunmamakla birlikte aynı maddede verilen bir diğer hüküm ile nükleer güvelik ve radyasyondan korunma ile ilgili kontrol ve gözetim süreçlerinde yer alacak kuruluşların ASN tarafından onaylanmaları zorunlu tutulmaktadır. Hüküm gereğince, 5 denetim kuruluşu ASN tarafından nükleer basınçlı ekipman denetimleri gerçekleştirmek üzere onaylanmış durumdadır (ASN, 2017). ASN tarafından onaylanan bu kuruluşlar (ayrıntılar bkz. 4.4.3.5 numaralı alt bölüm) nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirme süreçlerinde görev yapabilmektedir.

4.4.3.2 Temel nükleer tesislere ilişkin genel kurallar

“Temel Nükleer Tesislere İlişkin Genel Kuralları Belirleyen Kararname (*Order of 7 February 2012 Setting the General Rules Relative to Basic Nuclear Installations*)” nükleer tesislerde güvenlik yönetimi, kamunun bilgilendirilmesi, kaza risk kontrolü, atık yönetimi ve acil durumlar gibi geniş bir alanı kapsamaktadır (JORF, 2012). Kararnamede, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için belirlenmiş kurallara yer verilmemekte ve bu kurallar için 10 Kasım 1999 ve 12 Aralık 2005 tarihli kararnamelere atıf yapılmaktadır.

Atıf yapılan kararnamelere, 10 Kasım 1999 tarihli Kararname (*The Order of 10 November 1999 Relative to the Monitoring of Operation of the Main Primary System and the Main Secondary Systems of Pressurized Water Nuclear Reactors*) işletmedeki basınçlı su reaktörlerinde birincil ve ikincil çevrim sistemlerinin gözetimine ilişkindir (ASN, 2016). Atıf yapılan diğer kararname ise nükleer basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, işletme ve uygunluk değerlendirmeleri süreçlerinde uyulacak kuralları kapsayan Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi'dir ve 4.4.3.4 numaralı alt bölümde bu kararnamenin ayrıntılı incelemesi yapılmıştır.

4.4.3.3 Konvansiyonel basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenlemeler

13 Aralık 1999 tarihli ve 99-1046 sayılı Basınçlı Ekipmanlara İlişkin Kararname (*Decree No. 99-1046 dated 13 December 1999 concerning pressure equipment*) maksimum izin verilen basıncı 0,5 bardan yüksek olan konvansiyonel basınçlı ekipmanların tasarım, imalat,

pazara sunulma, temel güvenlik gerekleri ve uygunluk değerlendirmeleri ile ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak denetim ve test kuruluşlarına ilişkin kuralların düzenlenmesini amaçlamaktadır (French Decree, 1999). Bu Kararname'nin, 97/23/EC sayılı AB Direktifi'nin Fransa'daki uyarlaması olduğu, üye ülkelerdeki uyarlamaların gösterildiği AB internet sitesinde belirtilmektedir (AB, 2017). Kararname ile belirlenen sınıflandırma ve uygunluk değerlendirmelerine ilişkin gerekler 21 Aralık 1999 tarihli Basınçlı Ekipmanların Sınıflandırılmaları ve Uygunluk Değerlendirmeleri Hakkında Kararname (*Order of 21 December 1999 on classification and conformity assessment of pressure equipment*) ile tamamlanmaktadır (French Order, 1999).

99-1046 sayılı Basınçlı Ekipmanlara İlişkin Kararname'nin yetkilendirilmiş kuruluşlara ilişkin bölümü nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanları da kapsamına almaktadır. Ancak, Kararname uyarınca onaylanan kuruluşların nükleer basınçlı ekipmanların kontrol ve denetimlerini yürütebilmeleri için ASN tarafından yetkilendirilmeleri gerektiği hüküm altına alınmaktadır.

4.4.3.4 Nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenleme (2005)

Kısaca ESPN olarak tanımlanmakta olan 12 Aralık 2005 tarihli Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi [*Nuclear Pressure Equipment Order of 12 December 2005*] özellikle nükleer kullanım için tasarlanan ve arızalanmaları durumunda radyoaktif madde salımına yol açabilecek basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenlemeler içermektedir (ESPN, 2005). ESPN, söz konusu ekipmanlara yönelik tasarım, imalat, uygunluk değerlendirmeleri, temel güvenlik gerekleri, montaj, işletmeye alma, gözetim, bakım ve hizmet içi kontrol faaliyetlerini kapsamaktadır. AB Direktifi gereklerini temel alan ve nükleere özgü riskleri de içerecek şekilde genişletilen ESPN ile belirlenen gerekler, konular halinde gruplanmış olarak aşağıda incelenmiştir.

Nükleer basınçlı ekipmanların belirlenmeleri, sınıf ve kategorilere ayrılmaları

Nükleer basınçlı ekipmanların tasarım, imalat ve uygunluk değerlendirmelerine uygulanacak gerekler bu ekipmanların sınıf ve kategorilerine göre belirlenmekte ve farklılaşmakta bu nedenle ekipmanlar sınıflara ve kategorilere ayrılmaktadır. Ancak, nükleer

basınçlı ekipmanların kendi içinde ayrılmasından önce herhangi bir ekipmanın “nükleer basınçlı ekipman” olarak değerlendirilebilmesi için gerekli koşullar ESPN ile belirlenmiştir. Ekipmanların “nükleer basınçlı ekipman” addedilebilmeleri için;

- Yukarıda kısa bir incelemesi yapılan konvansiyonel basınçlı ekipmanlara ilişkin 99-1046 sayılı Kararname uyarınca basınçlı ekipman sayılma,
- Temel nükleer tesislerde kullanılma,
- Radyoaktif maddelerin muhafazasının sağlanmasında doğrudan rol alma ve
- Arızalanmaları durumunda 370 MBq'den fazla radyoaktivite salımına neden olma

şartlarını birlikte sağlamaları gerekmektedir. Verilen tanımlamayı bir araya getirip özetleyecek olursak, 99-1046 sayılı Kararname ile basınçlı ekipman olarak kabul edilen (tasarım basıncı 50 kPa ve üzeri olan) ekipmanlardan temel nükleer tesislerde kullanılan ve arızası halinde 370 MBq'den fazla salıma neden olacaklar “nükleer basınçlı ekipman” olarak değerlendirilmektedir.

Nükleer basınçlı ekipman olarak belirlenen ekipmanların ise arızalanmaları durumunda oluşabilecek muhtemel radyoaktif madde salım miktarlarına göre sınıflara ve içerdikleri akışkanın basınç ve sıcaklığı ile orantılı riskler temelinde de kategorilere ayrılmaları gerekmektedir. Nükleer basınçlı ekipmanların arızalanmaları durumunda sebep olabilecekleri radyoaktivite salım miktarına göre atanabilecekleri N1, N2 ve N3 şeklinde 3 sınıf mevcuttur. Bu sınıflardan;

- N1 sınıfı: Arızalanmaları sonucu, üzerinde kurulu olduğu tesisi güvenli duruma getirecek önlemlerin olmadığı durumlara yol açabilecek veya kurulacağı nükleer tesisin güvenlik raporu ve ilgili dosyalarında tesisi güvenli duruma getirmeye ilişkin kesin bir önlemin öngörülmediği nükleer basınçlı ekipmanlar ve buhar sağlama sistemlerinin ana birincil ve ikincil çevrim sistemlerini (*main primary circuit and the main secondary circuits of nuclear steam supply systems*) oluşturan nükleer basınçlı ekipmanları,
- N2 sınıfı: N1 sınıfında yer almayan ve arızası durumunda 370 GBq üzerinde bir radyoaktivite salımına neden olacak nükleer basınçlı ekipmanları ve
- N3 sınıfı: Yukarıdaki sınıflarda yer almayan nükleer basınçlı ekipmanları

kapsamaktadır.

Nükleer basınçlı ekipmanların belirlenmesinde ve sınıflara ayrılmasında kullanılan salım miktarlarına ilişkin değerlerin (370 MBq ve 370 GBq) tespit edilmesinde kullanılacak hesaplama yöntemi ESPN ile tanımlanmaktadır. Örneğin, basınçlı bir kap için kabın hacmi ve içerdiği akışkanın aktivite yoğunluğunun çarpımı muhtemel salım miktarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Aktivite yoğunluğunun hesaplanması amacıyla çeşitli elementler ve katsayılar da belirlenmiş durumdadır.

Nükleer basınçlı ekipmanlar için sınıfların belirlenmesinde ayırıcı unsur olarak muhtemel radyoaktif madde salım miktarlarının (370 MBq ve 370 GBq) kullanılması ile incelemesi yapılan diğer ülkelerdeki ekipman sınıflandırmalarına göre önemli bir farklılık oluşturulmuştur. Nicel değerler üzerinden yapılan bu sınıflandırma yaklaşımının, sınıflandırmalara temel teşkil eden hesaplamaların uygun bir şekilde yapılabilirdiği müddetçe sınıflandırma işlemlerindeki belirsizlikleri veya öznel değerlendirmeleri azaltabileceği düşünülmektedir.

Nükleer riskler temelinde yapılan sınıflandırmanın (N1, N2 ve N3) yanı sıra nükleer basınçlı ekipmanlar teşkil ettikleri endüstriyel risklere (özellikle basınç ve sıcaklık temelli) ve akışkan özelliklerine göre AB Direktifi kapsamında uygulandığı gibi kategorilere ayrılmaktadır. Ekipmanlar, kategori 0 tehlike düzeyi en az ve kategori 4 ise en yüksek tehlike seviyesine sahip olmak üzere teşkil edilen riskle orantılı olarak 5 kategoride toplanmaktadır. Kategorilendirme işleminin uygulanmasına yönelik gerekler için AB Direktifi uyarlaması olan konvansiyonel basınçlı ekipmanlara ilişkin 99-1046 sayılı Kararname'ye çok sayıda atıf yapılmakta dolayısıyla AB Direktifi gereklerinden faydalandığı açıkça görülmektedir.

ESPN, temel nükleer tesislerde kullanılan nükleer basınçlı ekipmanların sınıf ve kategorilerinin doğru şekilde belirlenmesi ve temellendirilmesinden lisans sahibini sorumlu tutmaktadır. Tablo 4.4 ve 4.5 ile nükleer basınçlı ekipmanların sınıf ve kategorilerine ilişkin özet bilgiler sunulmaktadır.

Tablo 4.4 Fransa'da nükleer basınçlı ekipmanların sınıflandırılmaları

Radyoaktivite salım riski temelinde ekipmanların sınıflandırılması (N1 sınıf en riskli)	N3 Sınıf (370 MBq ile 370 GBq arasında salım riski)
	N2 Sınıf (370 GBq üzerinde salım riski)
	N1 Sınıf

Tablo 4.5 Fransa'da nükleer basınçlı ekipmanların kategorileri

Endüstriyel riskler (özellikle basınç ve sıcaklık riskleri) temelinde ekipmanların kategorilendirilmesi (Kategori 4 en riskli)	Kategori 0
	Kategori 1
	Kategori 2
	Kategori 3
	Kategori 4

Sınıf ve kategorilere göre gerekler

1. N1, N2 ve N3 sınıf ve kategori 0 nükleer basınçlı ekipmanların tasarım ve imalatları

Düşük seviye tehlike arz etmekte olan kategori 0 nükleer basınçlı ekipmanların, tasarım ve imalatlarında “iyi uygulamalar (*good practice*)” kullanılması ve ilerleyen kısımda değinilecek olan radyasyondan korunma gereklerinin karşılanması gerekmektedir. Bu ekipmanlardan N1 veya N2 sınıf olanlar için söz konusu iyi uygulamalar "profesyonel kılavuzlar (*professional guide*)" ile oluşturulmalı ve nükleer güvenlikten sorumlu bakanlığa gönderilmelidir. ASN tarafından ESPN'nin uygulanmasında yol göstermek amacıyla yayımlanan 19 numaralı Kılavuz'a göre nükleer tesis işleticileri, ekipman imalatçıları veya süreçte yer alan ilgili diğer kuruluşlar tarafından hazırlanabilecek profesyonel kılavuzlar;

- Ekipmanın kalitesini sağlamak için gerekli hükümleri,
- Ekipmanlarla ilgili belgeleri (çizimler, hesaplamalar, ekipman listeleri vb.),
- Malzeme seçimi için gerekli hükümleri (dolgu malzemeleri dahil), bunların tabi olduğu ısı işlemleri ve denetimleri,
- Tüm tasarım gerekleri ve tasarım doğrulamasını (*design justification*) ve
- İmalat (kesme, şekillendirme, kaynak vb.) ve süreç kontrol gereklerini

kapsamalıdır (ASN, 2013).

2. N1, N2 ve N3 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanların tasarım ve imalatları

Kategori 1-4 arası nükleer basınçlı ekipmanların tasarım ve imalatlarında temel güvenlik ve radyasyondan korunma gereklerine uyulması zorunlu tutulmaktadır. ESPN ile belirlenen temel güvenlik gerekleri hakkında vurgulanması gereken önemli nokta, bu gereklerin AB Direktifi uyarlaması olan 99-1046 sayılı Kararname’de yer alan temel güvenlik gereklerine ek niteliğinde olmalarıdır.

Temel güvenlik gerekleri, güvenlik açısından önemlerinin düşük olmaları nedeniyle bir alt sınıfta değerlendirilen ekipmanlar için bazı istisnalar bulunmakla birlikte, basınçlı ekipman sınıfları esas alınarak belirlenmektedir. Söz konusu istisna kapsamında, N1 sınıf olmasına rağmen “birincil çevrim borularından anma çapı 50 ve altı olanlar” ile “diğer N1 sınıf borulardan kategori 1, 2 ve anma çapı 100 ve altı olanlar” bulunmakta ve bu ekipmanlar N2 sınıf ekipmanlar için verilen temel güvenlik gereklerine tabi olmaktadır.

Nükleer basınçlı ekipmanlar için ESPN ile belirlenen temel güvenlik gereklerine ilişkin bilgiler alt maddelerde sıralanmaktadır.

2.1. N1 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipman için temel güvenlik gerekleri

- **Birincil ve genel hususlar**

Basınçlı ekipmanın kullanılacağı nükleer tesisin güvenlik raporu ve ilgili diğer dosyalarda yer alan ve dikkate alınması gereken yükler de dahil ekipman için uygulanabilecek tüm durumları kapsayan bilgiler lisans sahibi tarafından imalatçıya sunulmalıdır. İmalatçı ise bu bilgileri ve ekipmanın barındıracağı akışkanın radyoaktivitesini göz önünde bulundurarak ekipmanın risk analizini gerçekleştirmekle yükümlüdür.

- **Tasarım**

Ekipmanlar, öngörülebilir malzeme değişimlerini de göz önüne alarak bütünlük kaybı riskini en aza indirecek şekilde tasarlanmalı ve tasarım, arıza riskini azaltmaya yönelik önlemlere ve gereken güvenlik seviyesinin doğrulanması amacıyla yapılan hesaplama yöntemine dayandırılmalıdır.

Arıza riskini azaltmaya yönelik önlemlerin; çok sayıda döngüden dolayı ısıl yorulma, kaynakla birleştirilmiş malzemelerin farklı ısıl davranışları, titreşim yorulması, yerel basınç yükseklikleri, sürünme, gerilme yoğunlukları, korozyon, istenmeyen yerel termohidrolik olaylar ve boruların kopması/yırtılması durumunda akışkanın fışkırması ile ilişkili riskler için uygulanması zorunludur. Sıralanan endüstriyel risklerin yanı sıra tasarımın radyasyon nedeniyle meydana gelen yaşlanmayı da hesaba katması beklenmektedir.

Tasarımda kullanılacak hesaplama yöntemi tasarıma ilişkin deneysel bir doğrulama yöntemi ile desteklenebilmektedir.

- **İmalat**

Nükleer basınçlı ekipmanların imalat süreçlerine yönelik gerekler; dövme ve döküm, teknik yeterlilik, kalıcı montajlar ve kaynaklı kaplamalar, tahribatsız muayene (NDT), izlenebilirlik, son kontrol, markalama ve etiketleme, servis talimatları konularını kapsamaktadır.

“Kalıcı montajlar ve kaynaklı kaplamalar” başlığı altında ekipmanların kullanımları sırasında önemli ışınlamaya maruz kalan alanlardaki kaynak sayısının mümkün mertebede sınırlandırılarak az tutulması gerektiği ve borular üzerindeki kaynaklı bağlantılara izin verilmediği belirtilmektedir [Not: Kararname’nin İngilizce tercümesinde “***Welded connections on pipework shall be prohibited.***” şeklinde verilen cümledeki “***welded connections*** (kaynaklı bağlantılar)” ifadesi ile spiral veya boyuna kaynaklı imal edilen boruların kastedilmiş olabileceği düşünülmektedir. Nitekim ESPN’de kaynak işlemleri için gerekler de bulunmaktadır]. Kaynak işlemleri ve bunları uygulayan personelin, AB Direktifi’nin 12’nci maddesi uyarınca onaylanmış kuruluş tarafından yetkilendirilmiş olması

gerekmektedir. Ayrıca “Tahribatsız muayene (NDT)” başlıklı bölümde, kalıcı bağlantıların tahribatsız muayenelerinin AB Direktifi’nin 13’üncü maddesine göre tanınmış üçüncü taraf kuruluşları tarafından yeterliliği belgelenmiş kişilerce yapılabileceği hüküm altına alınmıştır. “İzlenebilirlik” başlığı altında verilen hüküm uyarınca da kaynak ve diğer montaj malzemelerinin izlenebilirlikleri sağlanmalıdır.

“Son kontrol” başlığı altında verilen gereklere göre, her bir ekipman için hidrostatik basınç testi veya basınç dayanıklılık testi gerçekleştirilmeli ve bu testin başarılı addedilmesi için herhangi bir kaçak, sızıntı veya ekipmanda deformasyon olmamalıdır. “Servis talimatları” başlığı altında verilen kurallara göre bu talimatların, örneğin, sürünme için verilen sıcaklıklarda teorik olarak çalışma saati ve yorulma için verilen gerilme seviyelerinde teorik olarak döngü sayısı gibi ekipmanın ömrünü belirleyen kendine has özelliklerini içermesi beklenmektedir.

- **Malzemeler**

Malzemeler, imalat ve işletmedeki olumlu deneyimlere dayanılarak seçilmeli ve imalat ve işletme aşamalarında gerçekleştirilecek denetimlerde istenmeyen ölçekte sınırlayıcı etki oluşturmamalıdır. Malzeme üreticileri, basınç dayanımını etkileyen tüm malzeme bileşenlerinin (malzeme kompozisyonu) gereklere uygunluğunu gösteren sertifikaları düzenlemekle yükümlüdür. ESPN ile malzemeler hakkında karşılanması ayrıntılı teknik gerekler belirlenmiştir. Malzemelerden beklenen özelliklere ilişkin bilgiler Ek-1’de yer almaktadır.

2.2. N2 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanlar ve istisnai olarak bu bölümde yer alan gereklere tabi olan N1 sınıf borular için temel güvenlik gerekleri

N2 sınıf nükleer basınçlı ekipmanlar, bir üst sınıf ekipmanlarda olduğu gibi “Birincil ve genel hususlar”, “tasarım”, “imalat” ve “malzemeler” başlıkları altında ancak dereceli yaklaşım sonucu N1 sınıf için verilenlerden farklı olarak daha az zorlayıcı temel gereklere tabidir. Örneğin, imalat gerekleri bir üst sınıf ekipmanlardan farklı olarak alt başlıklarla ayrıntılandırılmamış, tasarım ve malzemeler için karşılanması istenen gerekler de

daraltılmıştır. Verilebilecek bir diğer örnek ise kaynak ve NDT konularında N1 sınıf ekipmanlar için istenen sertifika ve onay gibi şartların N2 sınıfı için uygulanmamasıdır.

2.3. N3 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanlar için temel güvenlik gerekleri

N3 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanlar için ESPN ile belirlenen temel güvenlik gerekleri arasında malzemelere ilişkin herhangi bir gerek bulunmamakta ayrıca tasarım ve imalat aşamaları için olanlar daha genel seviyede yer almaktadır. Ekipmanların tasarımı hakkında "Ekipmanlar, malzemelerde öngörülebilir değişiklikleri göz önüne alarak, bütünlük kaybı riskini en aza indirecek şekilde tasarlanacaktır" ifadesi buna bir örnek olarak verilebilir.

3. Radyasyondan korunma gereklerinin belirlenmesine ilişkin gerekler

ESPN ile nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin radyasyondan korunma gereklerinin belirlenmesine temel olacak gerekler tanımlanmaktadır. Bu çerçevede, radyasyondan korunma gereklerini içerecek profesyonel kılavuzlar hazırlanarak gerekli durumlarda güncellenmeli ve görüşleri alınmak üzere nükleer güvenlikten sorumlu bakanlığa gönderilmelidir.

Ekipmanların haiz oldukları sıcaklık ve basınç kaynaklı risklere karşı belirlenerek uyulması zorunlu tutulan temel güvenlik gerekleri dereceli bir yaklaşım sonucu ekipman sınıfları arasında farklılaşmakta iken benzer bir yaklaşım radyasyondan korunma gereklerinin belirlenmesine temel olacak gerekler için benimsenmeyerek kategori ve sınıf ayrımı yapılmaksızın bu gerekler bütün olarak verilmektedir. Bu çerçevede, radyasyondan korunma gereklerinin belirlenmesine temel teşkil eden gerekler şöyledir:

- Malzemeler

Malzemeler maruz kalacakları olası aktivasyon ve aktivasyon sonrası radyasyondan korunma önlemlerini gerekli kılan korozyon ürünü salımları dikkate alarak seçilmelidir.

- Tasarım

İşletme esnasında korozyon, erozyon, iç aşınma veya diğer kimyasal tepkimelere maruz kalması olası ekipmanların tasarımlarında, bu olaylar sonucu en az ürün salımına sebep olacak tedbirler alınmalıdır.

- Muayene ve bakım yöntemleri

Ekipman tasarımlarında, muayene ve bakım işlemleri yapan veya izleyen kişilerin radyasyondan korunmasına yönelik tedbirler bulunmalıdır.

Ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri

Uygunluk değerlendirme işlemlerine tabi olmasına gerek görülmeyen kategori 0 dışındaki (kategori 1-4) nükleer basınçlı ekipmanlar, ESPN ile belirlenmiş olan ve AB Direktifi uyarlaması olan 99-1046 sayılı Kararname’de verilen modülleri kullanan prosedürlere göre uygunluk değerlendirmelerine tabi tutulmak zorundadır. Fransa’da, kendi adları altında pazara sunulacak nükleer basınçlı ekipmanların tasarım, imalat ve denetimleri açısından sorumluluklarını “imalatçılar” taşımakta ve ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde izlenecek prosedür, ekipman imalatçısı tarafından ekipmanın sınıfı, kategorisi ve tipine (kap, boru gibi) göre belirlenmektedir (ASN, 2012).

Nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde, AB Direktifi uyarınca onaylanmış denetim kuruluşları ve kullanıcı denetmenleri belirli şartlar dâhilinde görev alabilmektedir. Bu kuruluşların uygunluk değerlendirmelerinde görev alabilmesine ilişkin gerekler 4.4.3.5 numaralı alt bölümde “Denetim kuruluşlarının onaylanması” başlığı altında ayrıca ele alınmaktadır.

N1 sınıf ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri ASN’nin yetkisi altında G ve H modüllerinin birlikte uygulanması ile yapılmaktadır. Bu ekipmanlar için imalatçı tarafından tasarım, imalat, son denetim ve test aşamalarında kalite yönetim sistemi uygulanmakta ve bu kalite yönetim sistemi bir onaylanmış kuruluş tarafından AB Direktifi uyarlaması 99-1046 sayılı Kararname’de yer alan uygunluk değerlendirme modülü H’de belirlenen şartlar uyarınca değerlendirilmekte ve izlenmektedir. Onaylı denetim kuruluşu imalatçı tesislerinde

gerçekleştireceği denetim tarihlerini ASN'ye bildirmekte ve ASN denetimlere katılmakta veya temsilci gönderebilmektedir. Ayrıca imalatçı, AB Direktifi uyarlaması 99-1046 sayılı Kararname'de tanımlanan G modülüne göre birimin (ekipman) denetimi için ASN'ye başvuruda bulunmakta ve başvuru, ASN tarafından veya ASN tarafından gerekli işlemlerin bir kısmını veya tamamını yapmak üzere atanacak onaylı denetim kuruluşu vasıtasıyla modülde tanımlı prosedür uyarınca incelenmektedir. Birim değerlendirilmesi sırasında gerçekleştirilen muayene ve testler ile imalatçının kalite yönetim sisteminin değerlendirilmesi ve izlenmesi sonucunda uygun bulunan ekipmanlara ASN tarafından mühür vurulmakta ve uygunluk değerlendirme raporu hazırlanmaktadır.

N1 sınıf ekipmanlar için, birincil çevrim borularından anma çapı 50 ve altı olanlar ile bunların dışındaki borulardan kategori 1, 2 ve anma çapı 100 ve altı olanlar istisna olarak verilerek bunların uygunluk değerlendirmelerinde kategori 4 konvansiyonel basınçlı ekipmanlar için belirlenen modüllerden (G; B+F; B+D; H1) birinin kullanılabilmesine olanak sağlanmıştır.

N1 sınıf dışındaki nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde kullanılabilecek modüller aşağıda verilmektedir:

- **N2 sınıf ve kategori 3-4** olanların (alt madde kapsamında olan borular dışında) uygunluk değerlendirilmelerinde, kategori 4 konvansiyonel basınçlı ekipmanlar için belirlenen modüllerden (G; B+F; B+D; H1),
- Yukarıda belirtilen sınıf ve kategori borular ile **N2 sınıf ve kategori 1-2** nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirilmelerinde, kategori 3 ve 4 konvansiyonel basınçlı ekipmanlara uygulanan modüllerden (G; B+F; B+C1; B1+F; B+D; B1+D; B+E; H; H1) ve
- **N3 sınıf ve kategori 1-4** olanların uygunluk değerlendirilmelerinde ise konvansiyonel basınçlı ekipmanlara uygulanan uygunluk değerlendirme modüllerinden ekipman kategorisine uygun olarak herhangi birinin kullanılabilmesine izin verilmektedir.

Uygunluk değerlendirmelerine ilişkin ESPN ile belirlenen gereklerin ayrıntılandırılması ve ilgili kuruluşlara yol gösterilmesi amacıyla 2012 yılında 8 sayılı "Nükleer basınçlı

ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri” adlı kılavuz (ASN, 2012) ASN tarafından yayımlanmıştır. Kılavuz’da ekipmanların sınıf ve kategorilerine göre uygulanacak modüller ile tanımlanan uygunluk değerlendirme süreçlerinde yürütülecek işlemler ve uygunluk değerlendirme başvurularında gerekli belgeler ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Kılavuz uyarınca, uygunluk değerlendirme başvuruları, uygulanacak modüle göre imalatçı tarafından; ASN, onaylı denetim kuruluğu veya kullanıcı denetmenine yapılabilmektedir. Uygunluk değerlendirmelerine temel teşkil edecek bilgi ve belgeler açısından örnek olarak N1 sınıf nükleer basınçlı ekipmanlar ele alındığında (G ve H modülleri uygulanacaktır) uygunluk değerlendirme başvurusu için sunulması gereken belgeler şöyledir:

- Başvurunun başka bir kuruluğa yapılmadığını belirten yazılı beyan,
- İmalatçı ve alt yüklenici tesislerine denetçilerin serbest erişiminin sağlanması için anlaşma,
- Ekipmanın, tipin veya kurulumun/montajın (*assembly*) genel tanımı,
- Değerlendirme için teknik dokümanlar (sunulacakları zamanlara göre değerlendirme öncesi, sırasında ve tamamlanmadan önce olmak üzere üç kategoride belirlenmektedir),
- Kalite sistemi ile ilgili belgeler.

Bu bilgi ve belgelerden son üç madde de yer alanların kapsamı sözö geçen Kılavuz ile ayrıntılı olarak açıklanmaktadır. Buna göre, düzenleyici kuruma sunulması gereken birçok bilgi arasında; imalatçıya ait bilgiler, altyüklenici listeleri, uygulanacak kod ve standartlar, basınç ve akışkanın radyoaktivitesi üzerine risk analizleri, hizmet içi denetimler hakkında bilgiler, tasarım ve imalat çizimleri, denetim planlarının oluşturulmasına temel teşkil edecek bileşen diyagramları, malzeme bilgileri, test prosedürleri vb. bulunmaktadır.

İşletmedeki nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin gerekler

ESPN, nükleer basınçlı ekipmanlar kurulum, işletmeye alma, işletme aşamaları ve işletme sırasındaki izlenme ve bakım faaliyetleri açısından uyulması gereken kurallar için AB Direktifi uyarlaması olan basınçlı ekipmanlara ilişkin 99-1046 sayılı Kararname’nin (French Decree, 1999) 17’nci maddesine atıf yapmaktadır. Söz konusu maddeye göre basınçlı ekipmanların güvenli işletilmeleri ve bakım, denetim ve onarımlarına ilişkin bilgilerin

toplanma, korunma ve hazır bulundurulmasından ve bu ekipmanların güvenlik seviyelerinin korunması için bakım, izleme ve onarımlarının yapılmasından işletici sorumlu tutulmaktadır. Bu amaçla, işletici, kendi yeterliliği varsa gerekli işlemleri yapmalı veya nitelikli kişilerce yapılmasını sağlamalı, ekipmanın güvenlik seviyesi korunmuyorsa ekipmanı işletmeden çıkarmalıdır (French Decree, 1999). Bu gerekler, bazı istisnalar [N2, N3 sınıf ve kategori 0 ve 1 nükleer basınçlı ekipmanlar; buhar basıncı maksimum izin verilen sıcaklıkta normal atmosfer basıncının (1013 mbar) 0,5 bar üstüne eşit veya daha düşük olan sınıflar için N2, N3 sınıf ve kategori 2-4 ekipmanlar; 10 Kasım 1999 tarihli Kararnameye tabi olan birincil çevrim ve ikincil çevrim nükleer buhar sağlama sistemleri] ile birlikte nükleer basınçlı ekipmanlar için ESPN ile ayrıntılandırılmaktadır. Bu kapsamda, nükleer basınçlı ekipmanların bakım, izleme ve periyodik denetimlerine ilişkin ESPN ile belirlenen gereklere aşağıda değinilmektedir.

- **Nükleer basınçlı ekipmanların bakım ve izlenmeleri**

İmalatçılar, nükleer basınçlı ekipmanların bakım ve izlenmeleri için bir program hazırlamak ve uygulamakla mükelleftir. N1 sınıf nükleer basınçlı ekipmanlar için bakım ve izleme programının uygulanması ekipmanın arızalanmasına neden olabilecek kusurların ve bozulmaların önlenmesi amacını taşımaktadır. Bakım ve izleme programı, ekipman üzerinde tespit edilen kusurların ve bozulmaların doğasını, kökenini ve gelişimini anlamaya yönelik araçları içermeli ayrıca ekipmanlardaki kusur ve bozulmalar, ekipmanın arızalanmasına neden olmayacakları kanıtlanmadığı sürece ortadan kaldırılmalıdır. N2 ve N3 sınıf basınçlı ekipmanlar için ise bakım ve izleme programı, ekipmanın tasarım esnasında belirlenen güvenlik seviyesini muhafaza etmesi amacıyla yürütülmelidir.

Bakım ve izleme programlarının; ekipmanın fiili kullanımı, çalışma sırasında meydana gelen değişiklikler (özellikle malzeme özelliklerinde değişiklikler ve tespit edilen kusurlar ve bozulmalar) ile periyodik yapılacak yeniden vasıflandırma (*requalification*) sonuçlarının dikkate alınarak güncellenmesi işletici tarafından yapılmalıdır.

Bakım ve izleme programlarında ya da denetim planlarında yer alan NDT'lerin, AB Direktifi uyarlaması Kararname'ye göre onaylanmış kuruluşlar tarafından yetkilendirilen vasıflı personel tarafından yerine getirilmesine izin verilmektedir. Buna ek olarak, N1 sınıf ve

kategori 1-4 ekipmanlar için NDT prosedürlerinin de kullanımları öncesinde akredite bir kuruluş tarafından vasıflandırılması gerekmektedir.

- **Nükleer basınçlı ekipmanların periyodik denetimleri**

ESPN gereğince, periyodik denetimlerin; (1) N1 sınıf ve kategori 1-4 basınçlı kaplar, (2) N2 sınıf ve kategori 2-4 basınçlı kaplar ve borular ile (3) N3 sınıf ve kategori 2-4 basınçlı kaplara ve tüm sınıflardaki söz konusu kap ve borularla bağlantılı basınçlı güvenlik aksesuarlarına yönelik uygulanması zorunludur. Bu denetimler, tespit edilmesi olası kusur ve bozulmaları tanıyabilen ve bunların ciddiyetlerini değerlendirebilen yetkili bir kişi tarafından, işletici sorumluluğunda gerçekleştirilmelidir. Periyodik denetim kapsamındaki kap ve borular için denetim sıklığı da kurala bağlanmış durumdadır. Örneğin, iki periyodik denetim arasındaki süre, basınçlı kaplar ve N1 seviye borular ve bunlarla bağlantılı güvenlik aksesuarları için 40 aydan fazla olmamalıdır. Bunlara ek olarak periyodik denetimlerin gerçekleştirilmesine ilişkin gereklere de ESPN’de yer verilmiştir.

İşletmedeki nükleer basınçlı ekipmanların denetimleri

Nükleer basınçlı ekipmanların, işletmeye alma denetimleri ve periyodik yeniden vasıflandırılmaları tabi olduğu belirtilerek konu hakkında uyulması gereken kurallar ESPN ile belirlenmiştir. Bu kurallardan, buhar basıncı maksimum izin verilen sıcaklıkta normal atmosfer basıncının (1013 mbar) 0,5 bar üstüne eşit veya daha düşük olan sıvılar için N2 ve N3 sınıf nükleer basınçlı ekipmanlar hariç tutulmaktadır. Denetimler, AB Direktifi uyarlaması olan Kararname uyarınca özel olarak yetkilendirilen denetim kuruluşlarının istisnası ile birlikte, yalnızca ESPN uyarınca onaylanmış kuruluşlar tarafından yürütülebilmektedir.

- **Nükleer basınçlı ekipmanların işletmeye alma denetimleri**

N1 sınıf ve kategori 1-4 ile N2 sınıf ve kategori 4 nükleer basınçlı ekipmanlar zorunlu olarak işletmeye alma denetimine tabi olmaktadır. İşletmeye alma denetimleri;

- Nükleer basınçlı ekipmanın kurulmasına ilişkin gereklere uygunluğunun,
- Uygunluk beyanlarının varlığının,
- Güvenlik aksesuarlarının işlevselliklerinin,
- Bakım ve izleme programlarının varlığının,
- Bakım ve izleme programlardaki işlemlerinin uygulanabileceğinin ve bu uygulamanın Halk Sağlığı Kanunu ve İstihdam Yasası tarafından belirlenen radyasyondan korunma ilkelerine ve kurallarına uygunluğunun,

doğrulanması amacıyla yürütülmektedir. İşletmeye alma denetimleri sonrasında, onaylanmış kuruluşlar veya tanınmış denetim kuruluşları tarafından işletmeye alma denetim sertifikası işleticiye verilmektedir.

- **Nükleer basınçlı ekipmanların periyodik yeniden vasıflandırılmaları (*periodic requalification*)**

Aşağıdaki maddelerin kapsamına girmekte olan nükleer basınçlı ekipmanlar periyodik olarak yeniden vasıflandırmaya tabidir:

- N1 sınıf ve kategori 1-4 ekipmanlar,
- N2 ve N3 sınıf ve kategori 2-4 kaplar, güvenlik aksesuarları ve bağlantılı basınç aksesuarları,
- N2 ve N3 sınıf ve kategori 3 borular, güvenlik aksesuarları ve bağlantılı basınç aksesuarları.

13 Aralık 1999 tarihli Kararname uyarınca vali (*prefect*) tarafından izin verilenler hariç, iki periyodik yeniden vasıflandırma arasındaki azami süre; metal dışı malzemeler için 2 yıl (5 yıla kadar uzatılabilmektedir), toksik ve aşındırıcı akışkan içeren ekipmanlar için 5 yıl ve diğer ekipmanlar için 10 yıl olarak belirlenmiştir. ESPN uyarınca, ekipmanların periyodik yeniden vasıflandırma süreci;

- Periyodik yeniden vasıflandırma denetimini,

- Normalde bir hidrolik testi ya da su içermeyecek ekipmanlar için sudan başka bir sıvı kullanılarak yapılan bir basınç testini (ekipmanın maksimum izin verilen çalışma basıncının %120'sine eşit bir basınç altında yapılmalıdır) ve
- Koruyucu güvenlik aksesuarlarının kontrolünü

içermektedir.

4.4.3.5 Denetim kuruluşlarının onaylanması

Nükleer basınçlı ekipmanlar için ESPN ile belirlenen gereklerin karşılandığının anlaşılması amacıyla yürütülen uygunluk değerlendirme faaliyetlerinde onaylanmış denetim kuruluşları yer alabilmektedir. Denetim kuruluşlarının onaylanmalarındaki yetkili otorite, ESPN'de, nükleer güvenlikten sorumlu bakanlık olarak yer almaktadır (ESPN, 2005). Ancak, ESPN'den daha sonra yayımlanmış olan 2006-686 Sayılı Nükleer Alanda Şeffaflık ve Güvenlik Hakkında Kanun (Act, 2006) ile denetim kuruluşlarının onaylanmalarında, nükleer güvenlik kurumu ASN yetkili kılınmıştır. Denetim kuruluşlarının onay başvuruları, bunların üstlenmek istedikleri faaliyetler ve radyasyondan korunma konusundaki yetkinlikleri ile edindikleri tecrübeleri etkin bir şekilde kullanabilmelerini sağlayacak organizasyonları hakkında bilgileri içermelidir (ESPN, 2005). Yetkilendirme süreci EN ISO/IEC 17020 standardı gereklerini temel almaktadır (WENRA, 2012).

Nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak olan denetim kuruluşları için vurgulanması gereken önemli bir husus ise bu kuruluşların ASN tarafından onaylanmadan önce hâlihazırda AB Direktifi uyarınca onaylı olmaları gerekliliğidir. ASN tarafından yayımlanan 8 numaralı Kılavuz'da bu kuruluşlar “Bildirilmiş ve onaylanmış kuruluşlar (*Notified and approved body*)” olarak anılmaktadır (ASN, 2012). Bu kuruluşlar arasında yer alan kullanıcı denetmenleri, AB Direktifi ile benzer şekilde, AB Direktifi uyarlaması 99-1046 sayılı Kararname'de yer alan A1, C1, F ve G uygunluk değerlendirme modüllerini ait oldukları endüstri grubu içinde yer alan tesislerde kullanılacak ekipmanlar için uygulayabilmektedir.

Onaylanan kuruluşların gözetimi ise daha önce de belirtildiği gibi nükleer düzenleyici kurum (ASN, Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Dairesi) tarafından yürütülmektedir (ASN, 2016).

Nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri için 5 kuruluş onaylanmış durumdadır (ASN, 2017). Onaylanmış denetim kuruluşları tarafından, Flamanville 3 nükleer santralinde kullanılacak nükleer basınçlı ekipmanların imalatının izlenme faaliyetleri kapsamında, tasarımla ilgili belgelere dayalı 1.687 denetim dâhil toplam 10.141 denetim gerçekleştirilmiştir (ASN, 2017).

4.4.4 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler

Fransa’da hem nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar hem de daha genel olarak nükleer güvenlikle ilgili ekipmanlar göz önüne alındığında CFSI’ların nükleer santrallere girmesinin ve kullanılmasının engellenmesine yönelik bir gereğe rastlanmamıştır. Nükleer Güvenlik Sözleşmesi gözden geçirme toplantıları için hazırlanan ülke raporları hakkında, 2014 yılında Fransa’ya yöneltilen sorulardan birisi ile özellikle yeni nükleer santrallerin yapımında sahte veya hileli ürünlere yönelik yürütülen düzenleyici kontrol ve süreçlerin tanımlanması istenmiştir (ASN, 2014). Fransa tarafından verilen cevapta özgün bir düzenlemenin mevcudiyetinden bahsedilmemekte, ASN ve denetim kuruluşlarının birincil ve ikincil çevrim sistemlerinde kullanılan malzeme ve ekipmanlar üzerindeki gözetimleri ile diğer ekipmanlar için lisans sahibinin tedarik sürecinde uyguladığı önlemler konu edilmektedir.

Lisans sahibi tarafından tespit edilecek önemli olayların ASN’ye raporlanmasına ilişkin yaklaşımlar ise 2005 yılında yayımlanan düzenleyici kılavuz ile tanımlanmakta ve CFSI vakalarının ASN’ye bildirimi de bu kapsamda yapılmaktadır (NEA, 2011). Kılavuzun adı “Temel Nükleer Tesisler ve Radyoaktif Maddelerin Taşınması için Geçerli Olan Güvenlik, Radyasyondan Korunma veya Çevre ile İlgili Önemli Olaylara Dair Kriterler için Bildirim Prosedürü ve Kodlama Sistemi Hakkında Kılavuz (*Guide to the declaration procedure and coding system for criteria concerning significant events related to safety, radiation protection or the environment, applicable to basic nuclear installations and the transport of radioactive materials*)” şeklindedir (ASN, 2005). Kılavuz’a göre temel nükleer tesislerde meydana gelen olaylar düzenleyici kuruma bildirilmelidir. Bildirime tabi olaylar “kriterler” adı altında sınıflandırılmaktadır. Tespit edilen CFSI’ların ASN’ye bildirilmesi, PWR’lerin güvenliğine ilişkin önemli olayların bildirilmesi hakkındaki 8 ve 9 numaralı kriterler kapsamındadır (NEA, 2011). Bu kriterler şu şekildedir:

- Kriter 8: Tasarımda dikkate alınmayan veya mevcut işletme talimatları kapsamında olmayan bir işletme durumuyla sonuçlanan veya sonuçlanabilecek ana birincil sistem, ikincil sistem veya bağlı basınçlı ekipmanlara özgü olay veya anomaliler.
- Kriter 9: Kriter 8 kapsamında olmayan ekipman ve işlevsel sistemlerin yer aldığı ve tasarımda veya mevcut işletme koşullarında dikkate alınmayan veya kapsanmayan işletme durumlarına yol açan veya açabilecek tesisin; tasarım, tesis içi imalat, yerinde montaj veya işletimi ile ilgili anomaliler (ASN, 2005).

4.5 Güney Afrika

4.5.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve

Güney Afrika'da nükleer alanda düzenleyici ve denetleyici faaliyetler Ulusal Nükleer Düzenleyici Kurum (*National Nuclear Regulator, NNR*) tarafından yürütülmektedir. NNR'nin, Ulusal Nükleer Düzenleyici Kanunu [*National Nuclear Regulator Act 1999, Act 47 of 1999*] ile belirlenen kurulma amaçları arasında güvenlik standartları ve düzenleyici gereklerin belirlenmesi ve nükleer malzeme kullanımından kaynaklanabilecek zararlara karşı toplumun, varlıkların ve çevrenin korunması yer almaktadır (NNR Act, 1999).

Ülkede nükleer alandaki mevzuat yapısının anlaşılması amacıyla NNR internet sitesi incelendiğinde;

- Kanunlar,
- Yönetmelikler ve Hükümet Genelgeleri (*Regulations and Government Notices*),
- Düzenleyici dokümanlar [Gerek dokümanları (*Requirement documents*), Kılavuz dokümanlar (*Guidance documents*) ve Görüş belgeleri (*Position papers*)]

adları altındaki düzenlemeler karşımıza çıkmaktadır (NNR, 2017).

4.5.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler

NNR tarafından yayımlanan "PP-0016 sayılı Nükleer Hizmetteki Basınçlı Ekipmanların Uygunluk Değerlendirmeleri (*Conformity Assessment of Pressure Equipment in Nuclear Service*)" adlı Görüş Belgesi'nin giriş kısmında;

Ulusal Nükleer Düzenleyici Kanunu'nun temel güvenlik amacı toplumun, varlıkların ve çevrenin iyonlaştırıcı radyasyonun zararlı etkilerinden korunmasıdır. Bu amaç, öncelikle, basınçlı ekipmanların yüksek seviyede güven verecek tutucu tasarımı, güvenilir işletmeleri ve yüksek seviyede bütünlüklerinin korunması ile nükleer tesislerdeki kazaların önlenmesi sayesinde başarılır. Sağlıklı ve tutucu tasarım, imalat, inşaat ve işletmede yüksek kalite ve tasarıma uygun imalatı sağlayan kalite yönetimine ilişkin gerekler güvenli bir nükleer işletmenin temeli ve anahtar unsurudur.

ifadelerine yer verilmektedir (NNR, bt1). Nükleer santrallerde kazaların önlenmesinde basınçlı ekipmanların bütünlüklerinin korunması konusunun NNR tarafından öncelikli bir husus olarak değerlendirildiği açıktır. Bu bölümde, Güney Afrika'da nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik düzenleme ve yaklaşımlar ele alınmaktadır.

4.5.2.1 Ulusal Nükleer Düzenleyici Kanunu

Ulusal Nükleer Düzenleyici Kanunu ile nükleer tesislerin saha, tasarım, inşaat, işletme, işletmeden çıkarma, dekontaminasyon ve kapatma aşamalarına ve bu tesisler için ekipman imalatına ilişkin yetkilendirmeler yapılması ve bu yetkilendirme faaliyetlerine yönelik teknik ve idari şartların belirlenmesi için NNR görevlendirilmiştir (NNR Act, 1999). Kanun'da nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara özgü bir hüküm bulunmamakta, bu ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulması ekipmanlara ilişkin verilen genel yetkiye dayanmaktadır.

4.5.2.2 Nükleer tesisler için kalite ve güvenlik yönetimi gerekleri

RD-0034 sayılı "Nükleer tesisler için kalite ve güvenlik yönetimi gerekleri (*RD-0034 Quality and Safety Management Requirements for Nuclear Installations*)" adlı düzenleme hem lisans sahipleri hem de tasarımcı ve tedarikçiler için kalite ve güvenlik yönetimi

konusunda NNR gereklerini içermektedir (NNR, 2008). Düzenleme ile lisans sahiplerinin yanı sıra nükleer güvenlikle ilgili saha, tasarım, imalat, inşaat gibi faaliyetlerde yer alan tüm kuruluşların yönetim sistemi kurmaları ve sürdürmeleri zorunlu tutulmaktadır. Kurulacak yönetim sisteminin kapsamına ilişkin gerekler, ilgili kuruluş tarafından sağlanacak ürün ve hizmetlerin güvenlik açısından önemine uygun olarak belirlenmektedir.

Belirlenen gereklerin uygulanabilirliği için ekipmanlar nükleer güvenlik açısından önemlerine göre sınıflandırılmalıdır. RD-0034'e göre, güvenlik sınıflandırmaları, bir YSB güvenlik işlevini yerine getirmede başarısız olursa veya bir hizmet hatalı bir şekilde gerçekleştirilirse, temel güvenlik işlevleri (reaktivitenin kontrolü, ısının uzaklaştırılması ve radyoaktivitenin sınırlandırılması) açısından olası nükleer sonuçları dikkate alınmalıdır. Alt bileşenlerin güvenlik sınıflandırmasında ise, YSB'nin güvenlik işlevlerinin yerine getirilmesinde alt bileşenin göreceli önemi göz önünde bulundurulmalıdır. Dokümanda bu gerekler dışında sınıflandırma işlemi için ayrıntı verilmemektedir.

RD-0034 ile tümleşik yönetim sistemi gerekleri üç seviyede düzenlenmekte ve tümleşik yönetim sisteminin doğrudan kalite ve güvenlik yönetimi ile ilgili olduğu ancak diğer unsurların da (ekonomi, emniyet, sağlık ve çevre) bu sisteminin bir parçası olabileceği ifade edilmektedir. Yönetim sistemine ilişkin üç seviye olarak belirlenen gerekler şu şekildedir:

- Birinci seviye (nükleer tesisin güvenlik performansına doğrudan etki): Bu seviye gerekler lisans sahibine ve tesisin güvenlik performansında doğrudan etkisi olacak ürün sağlayan tedarikçilere yöneliktir. Tümleşik kalite yönetim sistemi içinde güçlü bir güvenlik kültürü anlayışını destekleyen, kuran ve sürdürülmesini sağlayan güvenlik yönetim sisteminin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca, hem lisans sahibi, hem de güvenlik açısından yüksek önemi haiz ekipmanların tedarikçileri tarafından güvenlik kültürü geliştirme programı uygulanması zorunlu tutulmakta ve bunun izlenmesi için de lisans sahibine sorumluluk verilmektedir.
- İkinci seviye (nükleer güvenlik açısından önemli ürünler): Nükleer güvenlik açısından önemli ekipman tedarikçileri ISO 9001 veya eşdeğeri bir KYS uygulamakla mükelleftir. Ayrıca, kapsamdaki kuruluşlar tarafından, nükleer tesislere özgü tasarım kod ve standartlarının kullanılması gerekmektedir.

- Üçüncü seviye (nükleer tesisteki tüm ürünler): Bu seviyede, tesisin tüm ürünlerinin tedarikçileri tarafından uygun KYS uygulanması zorunlu tutulmaktadır. Nükleer güvenlik açısından önemli olmayan ürünler için kalite yönetimi/güvencesi gereklerinin belirlenmesi lisans sahibine bırakılmıştır.

Özellikle, nükleer güvenlik açısından yüksek önemi haiz reaktör basınç kabı ve basınçlandırıcı gibi basınçlı ekipman tedarikçilerinin, RD-0034 ile belirlenen birinci seviye yönetim sistemi gereklerine tabi olacakları ve bu tedarikçilerin, güvenlik yönetim sistemini uygulamaları gerekeceği değerlendirilmektedir.

4.5.2.3 Basınçlı ekipmanlara ilişkin yönetmelikler

734 sayılı Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği [*Pressure Equipment Regulations, (PER)*] ile tasarım basıncı 50 kPa ve üstü olan basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, işletme, onarım, test ve bakım konuları kapsamaktadır (DoL, 2009a). Güney Afrika Çalışma Bakanlığı tarafından yayımlanmış olan PER'in üçüncü maddesinde kapsam dışı tutulan ekipmanlar sayılmakta fakat bu ekipmanlar arasında nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar yer almamaktadır. Dolayısıyla nükleer düzenleyici tarafından yayımlanmamış olan bu düzenleme nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin gerekleri de içermektedir.

PER ile öncelikle “genel gerekler” verilmekte daha sonra ise basınçlı ekipman imalatçı, ithalatçı, tedarikçi ve kullanıcılarının görevleri sıralanmaktadır. Genel gerekler altında, basınçlı ekipmanların SANS 347 numaralı standart gereklerine göre sınıflandırılmaları ve uygunluk değerlendirmelerinin yapılması zorunlu tutulmuştur.

Basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirme süreçlerinde yer alacak denetim kuruluşlarının onaylanmalarına ilişkin kurallar da PER ile belirlenmektedir. Buna göre, yerli denetim kuruluşlarının SANS 10227 ve SANS/ISO 17020 standartları, yabancı denetim kuruluşlarının ise Yönetmelik'te gösterilen kurallar dâhilinde ISO/IEC 17020 standardı uyarınca akredite olmaları mecburiyeti bulunmaktadır. Bu standartların isimleri şu şekilde verilmektedir: SANS 10227, Basınçlı Ekipmanlar Yönetmelikleri kapsamında denetim icra eden denetim kuruluşlarının işleyişlerine ilişkin şartlar (*Standard Specification for the*

criteria for the operation of inspection authorities performing inspection in terms of the Pressure Equipment Regulations) ve SANS/ISO 17020, Çeşitli tipteki muayene kuruluşlarının çalışmalarına ilişkin genel şartlar (*Standard Specification for general criteria for the operation of various types of bodies performing inspection*)".

NNR tarafından yayımlanan PP-0016 sayılı Görüş Belgesi'nde; Güney Afrika'da denetim kuruluşlarının akreditasyonunda kullanılmak üzere uyumlaştırılan SANS/ISO 17020 standardının, bu kuruluşların onay süreçleri, faaliyet alanları ve yeterliliklerine ilişkin gerekler içeren SANS 10227 ile takviye edildiği ve bu standartlar uyarınca denetim kuruluşlarında; bağımsızlık, tarafsızlık, dürüstlük, kalite sistemleri ve gizlilik şartlarının aranacağı ifade edilmektedir (NNR, bt1).

PER hükümleri arasında vurgulanması gereken önemli bir husus, ASME kodu kullanımına ilişkin olandır. ASME yetkili imalatçısı tarafından, ASME kodu uyarınca damgalanmış ithal basınçlı ekipmanların PER hükümlerini karşılamış sayılacakları hüküm altına alınmıştır.

PER'de yukarıda sayılanlar dışında, buhar üreteçlerinin tescilleri, basınçlı ekipmanların etiketlenmeleri, basınç ve güvenlik aksesuarları, test ve denetimler, risk temelli denetimler, onarım ve tadilatlar gibi konularda uyulması gereken kurallar belirlenmiştir. Basınçlı ekipmanlar için gerçekleştirilecek hidrolik testlere ilişkin gereklere de yer verilmektedir.

PER ile birlikte yayımlanmış olan 735 sayılı Yönetmelik'te ise PER kapsamında uygulanmak üzere yetkilendirilen standartların listesi yer almaktadır (DoL, 2009b).

PER ile uygulanması zorunlu tutulan SANS 347 Standardı hakkında bilgi

Basınçlı ekipmanların sınıflandırılmaları ve bunların uygunluk değerlendirme işlemleri için "SANS 347, Sınıflandırma ve uygunluk değerlendirmeleri" adlı standardın uygulanması PER ile zorunlu tutulmuştur (DoL, 2009a). NNR tarafından yayımlanan PP-0012 sayılı görüş belgesinde, bu standardın 97/23/EC sayılı AB Direktifi'ni temel aldığı ancak Güney Afrika İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve PER gereklerinin karşılanması için standartta bazı değişikliklerin yapıldığı belirtilmektedir (NNR, 2011).

SANS 347'de, AB Direktifi ile benzer şekilde imalatçı veya yetkili temsilcilerinin kullanacağı, basınçlı ekipmanların düzenlemeler ile uyumunun belirlenebilmesi için ekipmanın tehlike kategorisine göre taşıdığı konvansiyonel risklerle orantılı şekilde belirlenen ve onaylı denetim kuruluşları tarafından gerçekleştirilecek uygunluk değerlendirme modülleri tanımlanmaktadır (SANS, 2007). Ayrıca PER, ekipmanların imalat, tadilat, denetim, test ve onarımlarının geçerli sağlık ve güvenlik standartları gereklerine göre gerçekleştirilmesini gerektirmekte ve SANS 347'de onaylanmış sağlık ve güvenlik standartlarının bir listesi yer almaktadır (NNR, bt1).

NNR tarafından PP-0016 sayılı Görüş Belgesi'nde verilen bilgilere göre, nükleer kullanım amaçlı ekipmanlar, SANS 347 standardı kapsamında kalmasına rağmen nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların arızalanmalarından kaynaklanabilecek olası iyonlaştırıcı radyasyon salımı risk ve sonuçları Standartta göz önüne alınmamaktadır (NNR, bt1).

4.5.2.4 Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler kapsamında NNR tarafından yapılan işbirlikleri

Güney Afrika Çalışma Bakanlığı'nın kazanlar ve basınçlı kapların tescili, düzenlemelerin uygulanması ve denetim kuruluşlarının onaylanması ve izlenmeleri konularında nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanları da kapsayacak şekilde düzenleyici yetkisi bulunmaktadır (NNR, 2011). Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar üzerindeki yetkileri nedeniyle Çalışma Bakanlığı ile nükleer düzenleyici kurum NNR arasında nükleer tehlikelerin etkin bir şekilde izlenmesi ve kontrolünün sağlanması, bu izleme ve kontrol faaliyetlerinin yerine getirilmesinde tekrarların ve prosedürlerin en aza indirgenmesi, koordinasyon ve tutarlılık sağlanması amaçlarıyla işbirliği anlaşması yapılmıştır (NNR, 2011).

Bir diğer işbirliği ise NNR tarafından, Ulusal Akreditasyon Sistemi (*South African National Accreditation System, SANAS*) ile yapılmıştır (NNR, 2011). Bölüm 4.5.2.3 ile incelenen PER uyarınca ekipmanların uygunluk değerlendirme süreçlerinde yer alacak kuruluşların akredite olmaları gerekmekte ve bu akreditasyon Güney Afrika'da yetkili kuruluş olan SANAS tarafından yapılmaktadır. SANAS tarafından gerçekleştirilen akreditasyon ve sertifikasyonlara ilişkin; nükleer denetçilerin vasıflandırma program ve kayıtları, yetkili

denetim kuruluşları ve imalatçıların belgelendirme süreçleri ve belgelendirme/onay kayıtları NNR tarafından gözetim altında tutulmaktadır (NNR, 2011). Ayrıca, Pebble Bed Modüler Reaktörü (*Pebble Bed Modular Reactor*) lisanslama sürecinde; NNR, Çalışma Bakanlığı ve SANAS arasındaki anlaşmaya dayanılarak nükleer tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak kuruluşların onaylanması için NNR ek gerekleri uygulanmıştır (NNR, 2006). Bu ek gerekler, denetim kuruluşlarında; ASME QAI-1:2003 standardı gereklerini karşılayan kalite programının uygulanması, yetkilendirilmiş nükleer denetçi ve nükleer denetçi süpervizörünün istihdamı gibi ASME standardı uygulamalarını içermektedir. Bunlarla birlikte NNR, Çalışma Bakanlığı ve SANAS arasındaki yapılan bir diğer işbirliği ile nükleer tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanların konvansiyonel basınçlı ekipmanlar için belirlenen en üst seviye uygunluk değerlendirme gereklerini karşılamaları zorunlu tutulmuştur (NNR, bt1).

4.5.2.5 Nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerine ilişkin NNR görüşü

Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri konusunda NNR tarafından PP-0016 sayılı Görüş Belgesi (*Conformity Assessment of Pressure Equipment in Nuclear Service*) yayımlanmıştır (NNR, bt1). Görüş Belgesi'ne göre, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanları da kapsamına alan konvansiyonel ekipmanlara yönelik düzenlemeler, NNR yaklaşımları ile çok çelişkili olmamakla birlikte nükleer basınçlı ekipmanlar açısından bazı belirsizlik ve karışıklıklara (imalatçı ve denetim kuruluşu yeterlilikleri, düzenleyiciler arasındaki mükerrer işler gibi) yol açmaktadır. Bunların bertaraf edilerek nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenleyici çerçevede tutarlılığın sağlanması amacıyla NNR tarafından iki alternatif üzerinde durulmaktadır: Birinci seçenek, SANS 347 standardına nükleer basınçlı ekipmanlara ilişkin yapılacak eklemelerle, nükleer enerjiye özel hususların dikkate alınmalarının sağlanması veya ikinci seçenek ise AB Direktifi benzeri bir hariç tutma ile nükleer basınçlı ekipmanlar için ayrı bir düzenleme yapılmasıdır (NNR, bt1). Aynı bir düzenleme yapılması durumunda, uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak kuruluşlar için gerekleri belirleyen standartlarda da (SANS 10227 ve SANS 17020) değişiklikler yapılması ihtiyacı olacaktır (NNR, bt1).

Bu seçenekler arasından, NNR'nin konu hakkında görüşü "nükleer tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanlara yönelik olarak SANS 347 standardının eşdeğerinin oluşturulması"

şeklindedir (NNR, bt1). Böyle bir düzenlemenin yapılması durumunda, basınçlı ekipmanlardan kaynaklı riskler için yönetim sistemleri konulu RD-0034 sayılı düzenlemede veya Fransız Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi'nde (ESPN) olduğu gibi dereceli bir yaklaşım kullanılarak gereklerin belirlenebileceği ve ön koşul olarak ASME ve RCC-M kodlarında yer alan uygunluk değerlendirmelerine ilişkin gereklerin Güney Afrika SANS standartları ile karşılaştırılmalarının yararlı olacağı vurgulanmaktadır (NNR, bt1).

4.5.2.6 Ekipmanların tasarım ve imalat süreçlerinde kod ve standartların kullanımı

Nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanların tasarım ve imalatları için NNR tarafından herhangi bir kod ve standardın kullanımı zorunlu tutulmamakta, bununla birlikte, SANS 347 standardı ile belirlenen onaylı standartlar listesinde yer alan Amerikan ASME BPVC Kısım 3 veya Fransız RCC-M kodlarının nükleer basınçlı ekipmanların tasarım ve imalatı için kullanılabileceği NNR tarafından belirtilmektedir (NNR, bt1). NNR kuralları gereğince, kullanılacak kod ve standartların uygulama şartları çerçevesinde doğrulamaları yapılmalı, kod gerekleri tutarlı bir şekilde uygulanmalı ve uygulamalarda çeşitli kodlar farklı yönleriyle birleştirilmemelidir (NNR, bt1). Kod kullanımı ile ilgili belirtilebilecek diğer husus ise, ithal basınçlı ekipmanların ASME yetkili imalatçıları tarafından üretilerek ASME kodu damgası taşımalarının daha önce belirtildiği gibi PER uyarınca yeterli sayılmalarıdır (DoL, 2009a).

4.5.2.7 Ekipman imalatlarına ilişkin durum

Ulusal Nükleer Düzenleyici Kanunu uyarınca NNR tarafından ekipman imalatı için yetkilendirme yapılmaktadır (NNR Act, 1999). NNR tarafından yayımlanan PP-0009 sayılı "Nükleer tesisler için yetkilendirmeler" başlıklı Görüş Belgesi'nin ekinde verilen "faaliyetler ve asgari nükleer yetkilendirmeler" başlıklı tablo gözden geçirildiğinde bileşen imalatına yönelik yetkilendirmenin "nükleer tesisin inşaat lisansı" ile yapıldığı görülmektedir (NNR, bt2). Buna göre normal koşullarda ekipman imalatının inşaat lisansı sonrasında başladığı anlaşılmaktadır. Görüş Belgesi'nde, ekipman imalatına ilişkin ayrı bir yetkilendirme normalde zorunlu tutulmamakta ancak tedariki uzun süren ekipmanlar için istisna verilerek PP-0012 sayılı Görüş Belgesi'ne gönderme yapılmaktadır.

PP-0012 sayılı "Nükleer tesisler için bileşenlerin imalatı" başlıklı Görüş Belgesi'nde, inşaat lisansının verilmesi öncesinde ekipman imalatının başlayabilmesi için uyulacak koşullar açıklanmaktadır (NNR, 2011). Buna göre, imalat yetkilendirmesinin yapılabilmesi için NNR'ye inşaat lisansı başvurusunun yapılmış ve NNR tarafından değerlendirmeye alınmış olması, ayrıca lisans sahipleri, tasarımcı ve tedarikçiler için gerekler içeren RD-0034 sayılı düzenleme ile verilen kalite ve güvenlik yönetimi gereklerine de uyum sağlanması ön şart olarak belirtilmektedir. İmalat yetkilendirmesi, ekipmana özel değil genel bir nitelik taşımakla birlikte yetkilendirme sonrası ele alınması ve değerlendirilmesi gereken konular ve imalatına başlanacak ekipmana özel olarak NNR'ye sunulması gereken belgeler ayrıca belirlenmektedir. Bu çerçevede, Görüş Belgesi'nde, imalat sürecine ilişkin NNR'ye sunulacak belgeler "yetkilendirme öncesi", "yetkilendirme sonrası imalatın başlaması öncesi" ve "imalat sonrası" aşamaları için ayrıntılı olarak düzenlenmekte ayrıca, NNR'nin imalat sırasındaki düzenleyici denetim yetkileri vurgulanmaktadır. Ekipman imalat sürecinde NNR'ye sunulması gereken belgeler Tablo 4.6'da gösterilmektedir.

Tablo 4.6 Ekipmanların imalat aşamalarında NNR'ye sunulması gereken belgeler

Yetkilendirme öncesi	Yetkilendirme sonrasında (imalata başlanmasından önce imalatına başlanacak ekipmana özel olarak)	İmalat Sonrası
• Kalite ve güvenlik yönetimi belgeleri • Satın alma süreci belgeleri • Tedarikçi yeterlilik ve kontrol süreci belgeleri • Sınıflandırma (güvenlik, kalite, sismik ve çevresel) süreç dokümanları • Nükleer tesisin güvenlik özellikleri ve bariyerleri de dâhil olmak üzere temel tasarım bilgileri • Tasarım için kabul edilen saha parametreleri ve bu saha parametreleri açısından bileşen tasarımının analizi ve değerlendirmesi • Kod ve standartların kullanılış dokümantasyonu • Geçerli kod ve standartların listesi • Üretilcek bileşenlerin ayrıntılı listesi, güvenlik sınıflandırması	• Güvenlik değerlendirme belgeleri ○ Performans gerekleri ve tasarım temeli ○ Teknik dayanaklarıyla birlikte performans gereklerinin sağlandığını gösteren temeller ○ Güvenlik fonksiyonlarının yerine getirileceğini gösteren değerlendirmeler • Tasarım girdi belgeleri ○ Tasarım özellikleri ○ Yük listeleri ○ Arayüz belgeleri ○ Malzeme seçim raporu ○ Kullanılan kodların gerekçelendirilmesi • Tasarım belgeleri, ○ Tasarım raporları ○ Tasarım çizimleri	Asgari olarak aşağıdakileri içeren bir imalat (veya uygunsa montaj sonu) raporu: • Nihai tasarım raporu • Uygunluk sertifikası • Denetim ve test sonuçları • Uygunsuzluk raporları • Tedarik kayıtları • Depolama, taşıma, montaj ve test talimatları • İşletme ve bakım el kitapları • İşletme koşul ve sınırları • Uygulanmış imalat çizimleri

Yetkilendirme öncesi	Yetkilendirme sonrasında (imalata başlanmasından önce imalatına başlanacak ekipmana özel olarak)	İmalat Sonrası
- ve uygulanabilir kod ve standartlar - Tasarımın imalatçı tarafından yapılması durumunda bileşenlerin detaylı tasarımı veya taslak tasarım özellikleri - Bileşenlerin tesis ile uyumluluk ve arayüzlerinin gerekçelendirilmesi - Başvuru sahibinin teknik kaynakları, nitelikleri ve deneyiminin ayrıntıları - İmalat planı (en erken aşamada) - Muayene ve test planı (en erken aşamada) - Mevcut eğitim tesisleri ile birlikte nükleer güvenlik açısından önemli bileşenlerin imalatıyla uğraşan personel için organizasyonun eğitim ve öğretim gerekleri	- Genel imalat belgeleri, - Kaynak listesi - Kalite kontrol planı - Satın alma (temel tasarım ve boyutlandırma) belgeleri ve çizimleri - Satın alma emri ve şartnameler - Alt tedarikçilerin imalat belgeleri - İmalat planı - Test (NDT) prosedürleri - Çizimler - Tedarikçinin imalat belgeleri - İmalat sırası ve takvimi - Kalite planı - Denetim ve test planı - Denetim ve test prosedürleri - Çizimler	

(NNR, 2011)

Tablo 4.6’da sayılanların dışında, imalat ve inşaat sırasında NNR tarafından uygulanacak düzenleyici denetimlerin (durma ve şahitlik noktaları olarak) YSB’lerin güvenlik ve kalite sınıflandırmaları temelinde belirlenmesi nedeniyle gerektiğinde uygun planlama ve müdahalelere izin verecek bir kalite veya denetim planının ilgili faaliyetlerden önce NNR’ye sunulması gerekmektedir. NNR tarafından imalatçı tesislerine denetçiler gönderilebilmektedir.

NNR, ekipman imalat sürecinin düzenleyici kontrol altında tutulması amacıyla birçok konuda ayrıntılı belgenin oluşturulmasını ve kendisine sunulmasını öngörmektedir. Ülkemizde de nükleer tesislere ekipman tedarik sürecinin düzenleyici kontrol altında tutulmasına yönelik özellikle tedariki uzun süren ekipmanlar için uyulması gereken kuralları belirleyen düzenleme yürürlüktedir. Söz konusu düzenleme “Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik” (incelemesi tez çalışmasının 5.2.4 numaralı alt bölümünde yer almaktadır) hükümleri gereğince

tedariklerinin uzun sürmeleri nedeniyle Sİ ncesi imalatına başlanacak ekipmanların imalatları için yetkilendirme yapılmaktadır. Güney Afrika uygulamasında görülen imalat yetkilendirmesinin (yetkilendirme öncesi sunulan belgeler ışığında) lkemizdeki tedarike başlama izniyle ve imalat öncesi ekipmana özel olarak NNR’ye belge sunulan aşamanın ise imalat onayı ile benzer olduğu söylenebilir. Ekipman imalatları sonrası için ise ülkemiz ve Güney Afrika’da benzer nitelikteki belgelerin oluşturulması gerekmekte ancak oluşturulan kayıt ve belgelerin düzenleyici kuruma sunulup/sunulmaması bakımından farklılık bulunmaktadır. Bu kayıt ve belgelerin, Güney Afrika’da NNR’ye sunulması gerekmekte ülkemizde ise tedarik sürecine ilişkin kayıtlar olarak kurucu tarafından saklanmakta ancak düzenleyici kuruma sunulmasına ilişkin gereklilik bulunmamaktadır.

4.5.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler

Güney Afrika’da nükleer enerjinin kullanım alanında, CFSI’ların durumu ve bunların nükleer santrallere girişinin nlenmesine ilişkin bilgi sağlayacak bir kaynağa rastlanmamıştır. Ancak, alışmanın Güney Afrika bölümünde yapılan incelemede, nükleer santrallerde kullanılacak ekipmanların tedarik sürecine dair ayrıntılı kuralların belirlendiği görülmektedir. Bunlardan, zellikle RD-0034 sayılı “Nükleer tesisler için kalite ve güvenlik yönetimi gerekleri” adlı düzenlemede nükleer santrallere ekipman sağlayan tüm tedarikçilerin sahip olması gereken yönetim sistemlerine ilişkin gerekler dereceli bir yaklaşımla yer almakta, ayrıca, PP-0012 sayılı "Nükleer tesisler için bileşenlerin imalatı" adlı düzenlemede de ekipman imalatına ilişkin tedarikçilerin sağlaması gereken yeterlilikler belirlenmektedir. Sözü edilen düzenlemeler ile benimsenen kuralların CFSI’ların nükleer santrallerde görülmesini engellemeye yönelik tedbirler olarak da düşünülebileceği değerlendirilmektedir. Öte yandan, ülkedeki taslak düzenlemelerin yayımlanmasından önce bu düzenlemelere göre hazırlanan RG-0012 sayılı İnşaat Yönetimi Hakkında Geçici Kılavuz’da (*Interim Guidance On Construction Management*), “tedarikçilerin ve tedarik zincirinin yönetimi” bölümünde, lisans sahibinin sahte ve hileli ürünlerin satın alınmasını engellemeye yönelik prosedürlere sahip olması gerektiği ifade edilmektedir (NNR, bt3).

4.6 Güney Kore

4.6.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve

Güney Kore’de nükleer güvenlik, nükleer emniyet ve nükleer silahların yayılmasını önlemeden sorumlu düzenleyici kurum olarak 2011 yılında kurulan Nükleer Güvenlik ve Emniyet Komisyonu (*Nuclear Safety and Security Commission, NSSC*) görev yapmaktadır. NSSC’nin kuruluşundan önce ise nükleer güvenliğin sağlanması görevini Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı yürütmüştür (Güney Kore Raporu, 2016). Kuruluş kanununa (*Act on the Establishment and Operation of Nuclear Safety and Security Commission, Act No. 10912, Jul. 25, 2011*) göre Kore Cumhuriyeti Başbakanı’na bağlı olan NSSC’nin çalışma ilkesi; bağımsızlığını ve tarafsızlığını korumak, nükleer enerjinin araştırılma, geliştirilme, üretilme ve kullanılmasında güvenliğin sağlanması için gerekli önlemleri almak ve uygulamak şeklindedir (NSSC Act, 2011). NSSC, nükleer tesislere izin ve lisans verilmesi de dâhil nükleer tesislerle ilgili düzenleyici kontrol açısından tam yetki ve sorumluluğa sahiptir (Güney Kore Raporu, 2016).

Ülkede, nükleer güvenlik açısından karar alıcı olan NSSC’ye teknik ve idari destek sağlayan kuruluşlar da görev yapmaktadır (Güney Kore Raporu, 2016). 4.6.2.1 numaralı alt bölümde ele alınmakta olan Nükleer Güvenlik Kanunu’nun “Yetki Devri (*Delegation of Authority*)” başlıklı 111’inci maddesinde tanımlanan faaliyetler, verilen yetki uyarınca NSSC tarafından teknik destek kuruluşlarına yaptırılabilir. Bu faaliyetler arasında;

- İnşaat izni ve işletme lisansı da dâhil olmak üzere yetkilendirme, izin ve lisanslar için güvenlik değerlendirmeleri,
- Yapı ve ekipmanların karşılaması gereken teknik standartlar da dâhil olmak üzere ölçüt ve standartların araştırılması, bunların açık ve kesin ifadesi (*formulation*) ve
- İnşaat izni ve işletme lisansı kapsamında yürütülecekler de dâhil olmak üzere denetim, doğrulama ve incelemeler

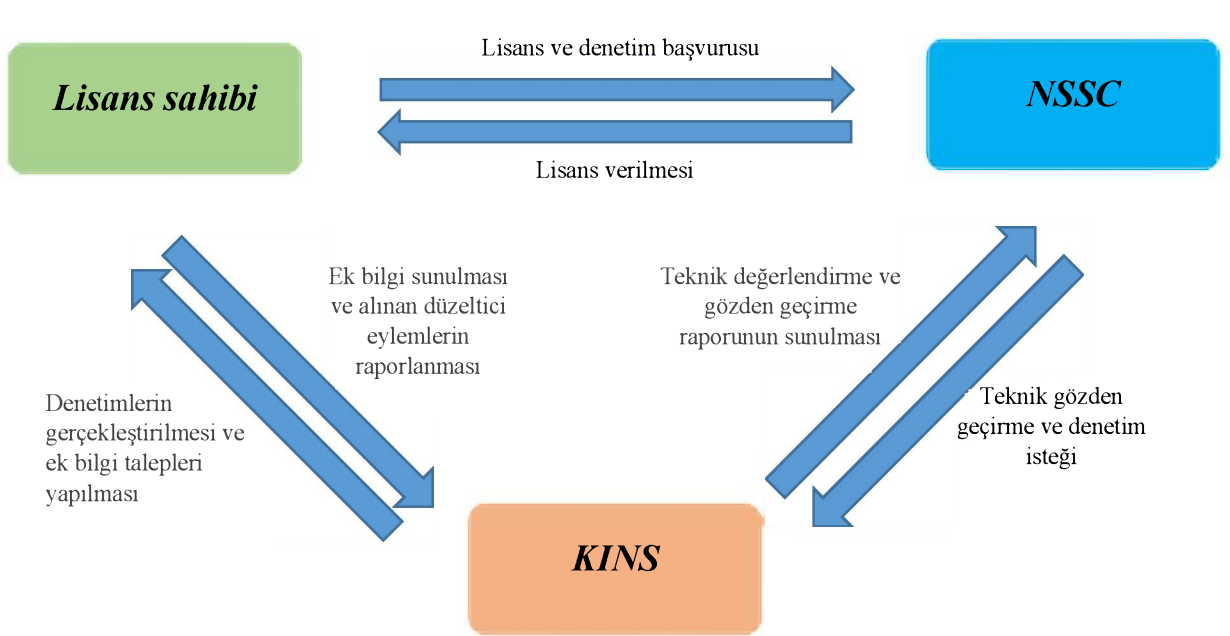
yer almaktadır (NSA, 2011). Tez konusu itibariyle ağırlıklı olarak üzerinde durulması gereken teknik destek kuruluşu, devlet tarafından kurulan ve nükleer güvenlikle ilgili denetim ve değerlendirme faaliyetlerinde NSSC’nin görevlendirmesiyle rol alabilen Kore

Nükleer Güvenlik Enstitüsü'dür (*Korea Institute of Nuclear Safety*, KINS) (KINS, 2017a). Nükleer santraller ele alındığında KINS tarafından yürütülen şu faaliyetler şeklindedir (Güney Kore Raporu, 2016):

- Lisans ve onay faaliyetlerinde güvenlik değerlendirmeleri,
- İmalat, inşaat ve işletme aşamalarında güvenlik denetimleri,
- Güvenlik düzenlemeleriyle ilgili teknik ölçütlere yönelik araştırma-geliştirme çalışmaları,
- Nükleer madde veya radyoizotopların kullanımında ve nükleer reaktör tesislerinin işletilmesinde düzenleyici kontrol,
- Kalite güvence faaliyetlerinin değerlendirme ve denetimleri.

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar da dâhil olmak üzere değerlendirme ve denetim süreçlerinde lisans sahibi, NSSC ve KINS arasındaki etkileşimi gösteren akış şeması Şekil 4.3'de gösterilmiştir.

Şekil 4.3 Düzenleyici değerlendirme ve denetim süreçleri akış şeması



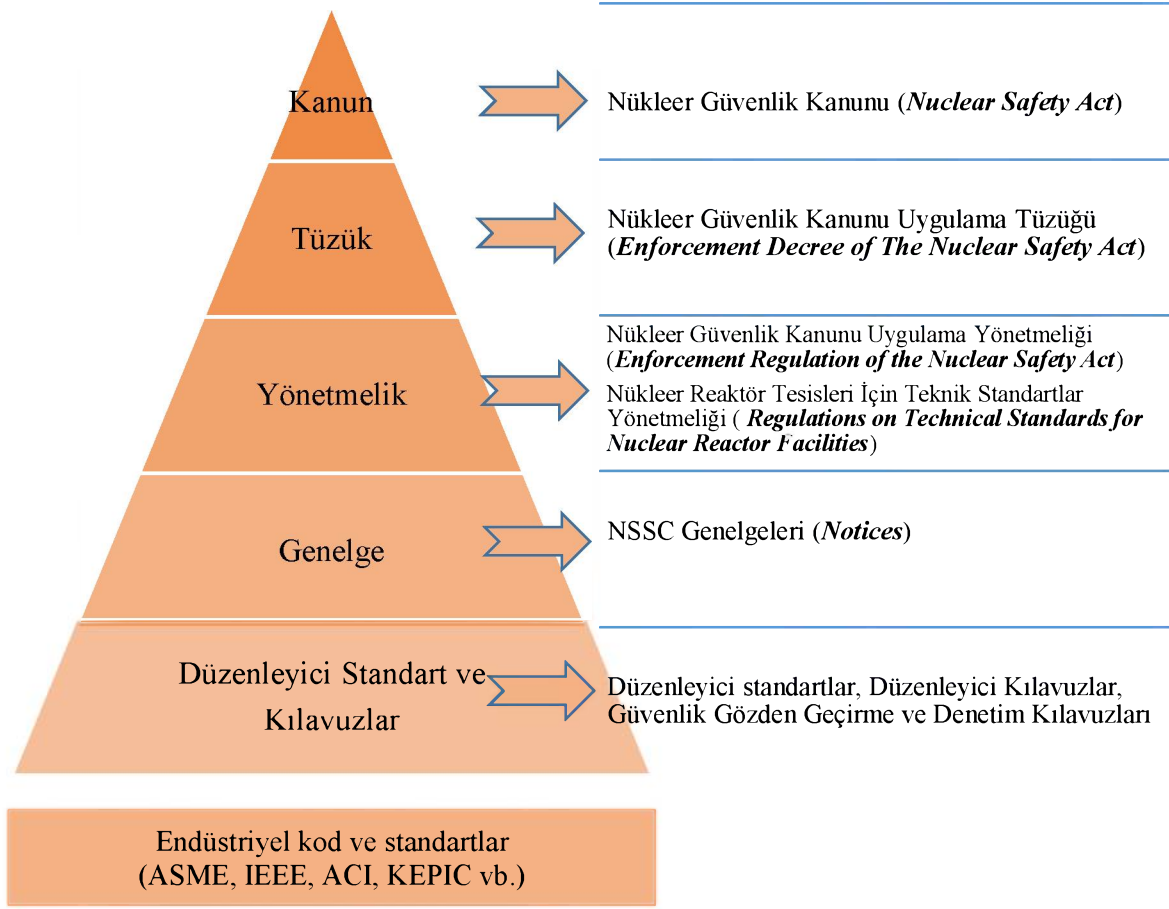
(KINS, 2017a)

KINS'in yanı sıra, nükleer güvenliğe ilişkin faaliyetlerin yürütülmesinde NSSC'nin desteklenmesi amacıyla iki kuruluş daha görev yapmaktadır. Bu kuruluşlardan, Kore Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme ve Kontrol Enstitüsü (*Korea Institute of Nuclear Non-Proliferation and Control*), nükleer güvence, ithalat ve ihracat kontrolü ve fiziksel koruma faaliyetlerini ve nükleer maddelerin kontrolüne ilişkin araştırma-geliştirme faaliyetlerini gerçekleştirmektedir (NSA, 2011). NSSC'nin idari çalışmalarını desteklemek üzere kurulan Kore Nükleer Güvenlik Vakfı (*Korea Foundation of Nuclear Safety*) ise nükleer güvenlik alanında araştırma-geliştirme faaliyetlerinin planlanması ve gözetimi, NSSC'nin nükleer güvenlikle ilgili politika oluşturma sürecini desteklemek için temel veri araştırmaları, nükleer santral bileşenleri için test kuruluşlarının yetkilendirilmesi, radyasyonla çalışanların eğitimleri, çalışanların aldıkları dozların ve tıbbi kayıtlarının kontrolü ve benzeri görevleri yürütmektedir (Güney Kore Raporu, 2016).

Güney Kore'nin Nükleer Güvenlik Sözleşmesi için hazırladığı 7'nci Ulusal Rapor'a göre; Nisan 2016 itibarıyla ülkenin nükleer düzenleyici işgücü, NSSC'den 140, KINS'den 501, KINAC'dan 83 ve Kore Nükleer Güvenlik Vakfı'ndan 42 olmak üzere toplam 766 kişidir (Güney Kore Raporu, 2016).

Nükleer güvenlik alanında düzenleyici mevzuat çerçevesi, başta Nükleer Güvenlik Kanunu olmak üzere kanun, tüzük, yönetmelik ve daha alt dokümanlardan oluşmaktadır. Şekil 4.4'de nükleer güvenlik alanında mevzuat hiyerarşisi gösterilmektedir.

Şekil 4.4 Güney Kore’de nükleer enerji kullanımı alanında mevzuat hiyerarşisi



(KINS, 2017b)

4.6.2 Nükleer enerji alanında basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler

Güney Kore’de; Fransa ve Finlandiya’da örnekleri görülenlere benzer kapsamda doğrudan nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulması amacıyla hazırlanmış bir düzenleme bulunmamaktadır. Sözü geçen ekipmanlarda dâhil nükleer santrallerde kullanılan ekipmanlar için yürütülecek gözden geçirme, değerlendirme ve denetim faaliyetlerine ilişkin gerekler Nükleer Güvenlik Kanunu ve bu Kanun’un uygulamalarına yönelik hazırlanan tüzük ve yönetmeliklerle belirlenmektedir. Ayrıca, düzenleyici kurum NSSC tarafından genelgeler yayımlanmaktadır. Ekipmanlara ilişkin uyulacak ayrıntılı kuralları içeren endüstriyel kod ve standartlar da bu genelgeler ile nükleer santrallerde kullanılmak üzere belirlenmektedir.

4.6.2.1 Nükleer Güvenlik Kanunu

2011 yılında yayımlanan ve en son 2015 yılında değiştirilen Nükleer Güvenlik Kanunu'nun (NSA) amacı; radyasyondan kaynaklı afetlerin önlenmesini sağlamak ve kamu güvenliğine katkıda bulunmak için nükleer enerjinin araştırılması, geliştirilmesi, üretimi, kullanımı vb. konularda güvenlik yönetimiyle ilgili hususları belirlemektir (NSA, 2011). Nükleer enerjinin çeşitli kullanım alanlarında (nükleer güç reaktörü¹⁸, araştırma reaktörleri, nükleer yakıt çevrim tesisleri, radyoizotop ve radyasyon üretim araçları gibi) izin ve lisanslara ilişkin hükümler NSA ile belirlenmektedir.

NSA'nın 10'uncu maddesi inşaat izinlerine (*construction permits*) ilişkin gerekleri içermektedir. Maddeye göre, nükleer güç reaktörü ve ilgili tesislerin¹⁹ (bu bölüm içinde nükleer santral olarak kullanılacaktır) inşaatı için NSSC'den izni almak gerekmektedir. İnşaat izninin verilebilmesi için nükleer santrallerin yapı ve ekipmanları NSSC tarafından belirlenen teknik kriterleri karşılamalıdır. Söz konusu teknik kriterler "Nükleer Reaktör Tesisleri İçin Teknik Standartlar Yönetmeliği'nde (*Regulations on Technical Standards for Nuclear Reactor Facilities, etc.*)" ortaya konmuştur. Kanun'un 20'nci maddesi ise nükleer santrallerin işletme lisanslarına ilişkin gerekleri belirlemektedir. İnşaat izni ve işletme lisansına başvuran kişiler bu izin ve lisanslar çerçevesinde denetimlere tabi olmaktadır.

Kanun'un 15-2 ve 15-3 maddelerinde ekipmanları ilgilendiren bazı hükümler yer almaktadır. 15-2'nci maddeye göre nükleer santraller için inşaat izni başvurusunda bulunmuş kişi veya izni almış kişi (*installer*); güvenlikle ilgili YSB'lerin (*safety related installation*)²⁰ tasarımı (imalat tasarımı dâhil), imalatı ve uygunluk testleri için sözleşme imzaladığında (yüklenici

¹⁸ Güney Kore düzenlemelerinin İngilizce çevirilerinde "*nuclear power reactor*" ifadesi kullanılmaktadır. Sözü edilen ifade bu bölümde "nükleer güç reaktörü" olarak kullanılmıştır.

¹⁹ NSA'da geçmekte olan "ilgili tesisler" ifadesi Nükleer Güvenlik Kanunu Uygulama Tüzüğü'nde açıklanmaktadır. Buna göre ilgili tesisler ifadesi ile nükleer reaktör soğutma; enstrümantasyon ve kontrol; nükleer yakıt muamele ve depolama; radyoaktif atık işleme, salım ve depolama; radyasyon kontrol; nükleer reaktör korunak binası; nükleer reaktör güvenlik ve Komisyonun belirleyeceği diğer sistemlere ilişkin tesisler belirtilmektedir (Enforcement Decree, 2011).

²⁰ Kanun'un "Tanımlar" başlıklı 2'nci maddesine göre, nükleer santrallerde NSSC tarafından belirlenmiş güvenlik sınıfları ölçütlerine göre güvenlik için önemli olarak belirlenen yapı, sistem ve ekipmanlar "*safety related installation*" olarak tanımlanmaktadır. Bu ifade nükleer tesislerde kullanılan güvenlik açısından önemli tüm basınçlı ekipmanları da kapsamaktadır.

tarafından yapılan alt sözleşmeler de dâhil) bu durumu sözleşmenin imzalanmasından itibaren 30 gün içinde NSSC'ye bildirmekle yükümlü kılınmıştır. 15-3 numaralı madde ise uygunsuzlukların raporlanması hakkındadır ve maddeye göre;

- Nükleer santraller için inşaat izni başvurusunda bulunmuş kişi,
- Nükleer santral inşaat izni almış kişi,
- Güvenlikle ilgili YSB'lerin tasarımcı veya imalatçıları (bu kuruluşlar “tedarikçi” olarak tanımlanmaktadır) ve
- Güvenlikle ilgili YSB'ler için performans testleri gerçekleştiren kuruluşlar

tarafından güvenlikle ilgili YSB'lerin herhangi bir bileşeninin NSA ile tanımlanmakta olan izin ve lisans kriterlerine uymadığının tespit edilmesi halinde bu durumun NSSC'ye bildirilmesi zorunlu tutulmaktadır. Bu maddeler ile düzenlenen hükümler CFSI konusunda alınan tedbirler arasında yer almaktadır ve CFSI'ların nükleer santrallerde kullanılmasının engellenmesine ilişkin ayrıntılar 4.6.3 numaralı bölümde ele alınmıştır.

4.6.2.2 Nükleer Güvenlik Kanunu Uygulama Tüzüğü

Nükleer Güvenlik Kanunu Uygulama Tüzüğü (*Enforcement Decree of the Nuclear Safety Act*), Nükleer Güvenlik Kanunu tarafından tüzükle belirleneceği hüküm altına alınan hususlar için gerekli ayrıntıları içermektedir (Enforcement Decree, 2011). Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar göz önünde bulundurulduğunda, Tüzük'ün denetimlere ilişkin hükümleri üzerinde durulmalıdır.

Tüzük'ün “İşletme öncesi denetimler” başlıklı 27'nci maddesi ile nükleer santrallerin, inşaat ve performanslarına ilişkin denetimden geçmeden kullanılamayacakları hüküm altına alınmaktadır. 28'inci maddeye göre işletme öncesi denetimden geçmek isteyen kişilerce NSSC'ye başvuru yapılmakta ve 29'uncu madde ise denetimlerin gerçekleştirileceği durumları belirlemektedir. Ekipmanlarla ilgili olarak;

- Nükleer santrallerin inşaatı tamamlandıktan sonra her sistem için herhangi bir işlevsellik testinin yapılması mümkün olduğunda,

- İşletme sıcaklığında hidrolik basınç testinin ve yüksek sıcaklıklarda işlevsellik testlerinin yapılması mümkün olduğunda,

denetimler gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, NSSC tarafından gerekli görülürse, nükleer reaktör tesislerinin ana donanım, bileşen, ekipman ve sistemlerinin mukavemet, iç basınç ve performansları nükleer reaktör tesislerinin yapımı tamamlanmadan da denetlenebilmektedir.

NSSC, “Tedarikçilerin²¹ denetimi” başlıklı madde uyarınca tasarımcı ve imalatçı kuruluşları da denetleyebilmektedir. Bu denetimler, (1) güvenlikle ilgili YSB’lerin tasarım, imalat ve uygunluk testlerinin inşaat izinleri uyarınca belirlenen kriterlere uygun olup olmadığı, (2) NSA’nın 15-2 maddesinde öngörülen güvenlikle ilgili YSB’ler için yapılan sözleşmelerin bildirilmesi ve (3) NSA’nın 15-3 maddesinde öngörülen uygunsuzlukların raporlanmasına ilişkin konularda ve NSSC tarafından gerekli görülen diğer durumlarda gerçekleştirilmektedir. Böylece nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar da dâhil güvenlikle ilgili tüm ekipmanların tasarım ve imalat süreçleri denetimlere tabi olmaktadır.

Tüzük uyarınca nükleer güç reaktörlerinin çalışma ve performansı düzenli olarak denetime tabidir. Düzenli denetimlerde, reaktör tesislerinin işletme için belirlenen teknik ölçütlere uyumu aranmakta ve tesislerin basınca ve radyasyona dayanıklılık ve diğer özelliklerin 27’nci madde uyarınca tabi tutuldukları işletme öncesi denetimdeki durumlarını korumaları beklenmektedir.

Tüzük hükümlerinden değinilebilecek son husus ise nükleer santrallerin periyodik olarak gözden geçirilmesine ilişkindir. 36’ncı maddeye göre işletme lisansı alan tüm nükleer güç reaktörleri on yılda bir yapılacak kapsamlı gözden geçirmeye tabidir. Güvenlik için önemli yapı, sistem ve ekipmanların güncel durumu da periyodik güvenlik gözden geçirmelerin gerçekleştirileceği alanlar arasındandır.

²¹ NSA’nın 15-3’üncü maddesine göre güvenlikle ilgili donanımların tasarımcı ve imalatçıları tedarikçiler olarak tanımlanmaktadır.

4.6.2.3 Nükleer Güvenlik Kanunu Uygulama Yönetmeliği

Nükleer Güvenlik Kanunu Uygulama Yönetmeliği (*Enforcement Regulation of the Nuclear Safety Act*) ile Nükleer Güvenlik Kanunu ve Uygulama Tüzüğü'nde yönetmelikle belirlenmesi hüküm altına alınan konuları ve Kanun ve Tüzük'ün uygulaması için gerekli hususları belirlemek amaçlanmaktadır (Enforcement Regulation, 2011).

Yönetmelik'in 5'inci maddesinde inşaat izni başvurusu ile sunulan ön güvenlik analizi raporunda yer alması gereken hususlar açıklanmaktadır. Maddeye göre, ön güvenlik analizi raporunda nükleer reaktör soğutucu sistemiyle ilgili olarak nükleer reaktör soğutma sistemi ve bileşenleri, nükleer reaktör soğutma sisteminin basınç sınırı, reaktör basınç kabı, bileşen tasarımı ve alt sistem tasarımlarına yer verilmelidir.

Yönetmelik'in 23'üncü maddesinde periyodik denetimlere tabi olan tesisler belirtilmektedir. Nükleer reaktör soğutma sistemi tesisi ve reaktör güvenlik sistemi tesisleri gibi birçok basınçlı ekipmana sahip tesisler de periyodik denetimlere tabi durumdadır. Sonraki madde de ise periyodik gözden geçirme konusunda ayrıntılı gerekler belirlenmekte ve madde uyarınca periyodik gözden geçirmeye tabi alanlardan birisini de ekipmanların güncel durumları oluşturmaktadır. Gözden geçirme tarihinden itibaren 10 yıl boyunca reaktör tesislerinin güvenlikle ilgili ana ekipmanlarının beklenen güvenlik işlevlerini yerine getirebileceğinin görülmesi amacıyla doğrulamalar yapılmaktadır. Doğrulama gerçekleştirilen konular şöyledir:

- Ekipman vasıflandırma programında yer alan ekipman listesi ve kontrol prosedürleri,
- Ekipman vasıflandırma yöntemi ve kalite güvencesi,
- Ekipman arızalarının ekipman vasıflarına etkisi ve ekipman vasıflarını garanti altına alacak uygun düzeltici önlemler,
- Vasıflı ekipmanlar için olumsuz çevre koşullarına karşı koruyucu önlemler,
- Fiziksel koşullar ve vasıflı ekipmanların işlevleri ve
- Ekipmanın kullanım ömrü boyunca alınan tüm vasıflandırma önlemlerinin kayıtları.

4.6.2.4 Nükleer santraller için teknik standartlar

Nükleer Güvenlik Kanunu'nun ilgili maddelerinde öngörülen, nükleer santraller ve yakıt çevrimi tesislerinin yer, yapı, ekipman, performans, işletme ve kalite güvencesi ile ilgili teknik standartların belirlenmesi amacıyla Nükleer Reaktör Tesisleri için Teknik Standartlar Yönetmeliği (*Regulations on Technical Standards for Nuclear Reactor Facilities*) yayımlanmıştır (Regulations on Technical Standards, 2000).

Yönetmelik ile ABD incelemesinde de üzerinde durulan (bkz. bölüm 4.2.2.1) “reaktör soğutucu basınç zarfı (*reactor coolant pressure boundary*)” tanımı yapılmaktadır. Söz konusu ifade ile birincil soğutucu çevrimi basıncına maruz kalan ve içerdikleri radyoaktif maddeler ve basıncın bileşimiyle nükleer güvenlik açısından yüksek önem sahip kap, pompa ve borular gibi basınçlı ekipmanlar kapsamaktadır. Reaktör korunak binasından geçen sistem borularındaki en dış korunak binası izolasyon vanası, reaktör korunak binasından geçmeyen sistem borularında normal işletme sırasında kapalı olan iki vananın birincil soğutma sisteminden dışarı yönde ikincisi ve birincil soğutma sisteminin emniyet ve rahatlatma vanaları dahil olmak üzere birincil çevrim basıncına maruz kalan ekipmanlar bu tanım kapsamına girmektedir.

“Reaktör soğutucu basınç zarfı” başlıklı 21’inci maddede reaktör soğutucu basınç zarfı kapsamındaki basınçlı ekipmanların sağlayacakları gerekler sıralanmaktadır. Buna göre;

- Reaktör soğutucu basınç zarfı; olağan dışı kaçak, arızanın hızla yayılması veya büyük ölçekte göçme/kırık olasılığının son derece düşük olacağı şekilde tasarlanmalı, imal edilmeli, kurulmalı ve test edilmeli,
- Reaktör soğutma sıvısı kaçağını belirlemek ve uygulanabilir ölçekte yerini saptamak için çözümler sağlanmalı,
- Reaktör basınç kabı ile ilgili olarak, ışınlama nedeniyle malzeme özelliklerinde meydana gelen değişimlerin yapısal bütünlüğe etkilerini periyodik olarak değerlendirmek için bir malzeme gözetim programı oluşturulmalı ve basınç kabının içine test numuneleri yerleştirilmelidir.

“Güvenlik sınıfları ve standartlar” başlığı altında verilen gereklere göre güvenlik açısından önemli YSB’ler yerine getirecekleri güvenlik işlevlerinin önemi ile orantılı olarak güvenlik sınıfları ve standartlarına göre tasarlanmalı, imal edilmeli, kurulmalı, test edilmeli ve denetlenmelidir. Ekipmanların güvenlik sınıflarına ilişkin gerekler ve uygulanabilir standartlar NSSC tarafından genelgelerle belirlenmektedir.

İç basınca maruz kalan sistem ve bileşenlerde, bu sistem ve bileşenlerin aşırı basınçtan korunmaları amacıyla emniyet ve rahatlatma vanaları kullanılması zorunlu tutulmaktadır. Reaktör tesislerinde “vasıflandırılmış ekipmanların kullanılması” gerekliliği de ayrıca hüküm altına alınmakta ve ekipmanların; işletme deneyimleri, analizler, testler veya bunların bileşimi ile çalıştırılması gereken çevre koşulları altında işlevlerini yerine getirebilme kabiliyeti belirlendikten sonra nükleer santrallerde kurulmasına izin verilmektedir. Yönetmelik’ten ekipmanlara ilişkin üzerinde durulabilecek son hususlar ise “test edilebilirlik, izlenebilirlik, denetlenebilirlik ve bakım yapılabilirlik” hakkındadır. İlgili gerekler şu şekilde sayılabilir:

- Güvenlik için önemli YSB’ler yapısal bütünlüklerinin, sızdırmazlıklarının, işlevsel kabiliyetlerinin ve çalışabilirliklerinin nükleer santralin ömrü boyunca korunması için güvenlik işlevlerinin önemine uygun olarak test, izleme, denetim ve bakım faaliyetlerinin yapılabileceği şekilde tasarlanmalı,
- Periyodik test, izleme, denetim ve bakım faaliyetlerinin, bileşenlerin muhtemel hatalarını tespit etmek için sınırlı imkân sağladığı veya bunların mümkün olmadığı durumlarda, beklenen arızalarla başa çıkmak için tasarımda güvenlik önlemleri alınmalı ve
- Basınçlı kaplar (yardımcı kazanlar hariç), borular, büyük pompalar ve büyük valfler NSSC tarafından belirlenen basınç dayanıklılık testi kabul kriterlerini karşılamalıdır.

4.6.2.5 İnşaat ve işletme aşamalarında kalite güvencesi

Nükleer Reaktör Tesisleri için Teknik Standartlar Yönetmeliği’nde nükleer santrallerin inşaat ve işletme aşamalarında uygulanacak kalite güvencesi programları için teknik gerekler de belirlenmektedir (Regulations on Technical Standards, 2000). Nükleer santraller için inşaat izni ve işletme lisansı başvuru belgeleri arasında kalite güvence programları da yer

almaktadır (NSA, 2011). Güvenlik açısından önemli YSB'lere de uygulanacak birçok husus içermekte olan kalite güvence gereklerinin, ABD mevzuatında 10 CFR Kısım 50 Ek-B ile belirlenen kalite güvence gerekleri ile benzer şekilde yapılandırıldığı anlaşılmaktadır. Kalite güvence programlarında uyulması gereken kurallar şu konular altında toplanmaktadır: (1) Kalite güvence organizasyonu, (2) kalite güvence programı, (3) tasarım kontrolü, (4) tedarik belge kontrolü, (5) talimatlar, prosedürler ve çizimler, (6) satın alınan ürün ve hizmetlerin kontrolü, (7) ürünlerin kontrolü ve tanımlanması, (8) özel süreçlerin kontrolü, (9) denetim, (10) doküman kontrolü, (11) test kontrolü, (12) ölçme ve test ekipmanlarının kontrolü, (13) bulundurma, depolama ve taşıma, (14) denetim, test ve çalışma durumu, (15) uygunsuz ürünlerin kontrolü, (16) düzeltici eylemler, (17) kalite güvence kayıtları ve (18) gözetimler.

Nükleer güvenlikle ilgili kalite güvencesi gereklerinin karşılanması amacıyla lisans sahipleri, Kore Elektrik Topluluğu (*Korea Electric Association*, KEA) tarafından geliştirilen KEPIC QAP (2000 Edition) standardını uygulamaktadır (Güney Kore Raporu, 2016). Sözü edilen standardın kullanımına, 2014-23 sayılı Nükleer Reaktör Tesislerinin Kalite Güvencesi için Ayrıntılı Gerekler ve 2015-13 sayılı Nükleer Reaktör Tesislerinin Teknik Standartları Olarak Kore Elektrik Enerjisi Endüstrisi Kodu'nun (KEPIC) Uygulanmasına İlişkin İlkeler adındaki genelgeler ile düzenleyici kurum tarafından izin verilmiş durumdadır (Güney Kore Raporu, 2016).

4.6.2.6 Ekipmanların imalat sürecinde endüstriyel standartların kullanımı

Güney Kore'de, düzenleyici kurum tarafından yayımlanan genelgeler ile nükleer santrallerin inşaat ve işletme aşamalarında kullanılabilecek endüstriyel kod ve standartlar belirlenmektedir. Tablo 4.7'de nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik kuralları içeren standartlar ile bu standartların ekipmanlarda kullanılmak üzere yetkilendirildiği NSSC genelgeleri gösterilmektedir.

Tablo 4.7 Nükleer santral ekipmanlarına uygulanacak standartlar ve ilgili NSSC genelgeleri

Sıra	Yetkilendirmenin yapıldığı NSSC genelgesi	Standart
1	Genelge No: 2012-13, Nükleer Reaktör Tesislerinde Teknik Standartlar Olarak Kore Elektrik Enerjisi Endüstrisi Kodu'nun (KEPIC) Uygulanmasına Yönelik İlkeler	KEPIC 2000 baskısı ve yıllık ekleri, KEPIC 2005 baskısı ve 2006 1. ve 2. ekleri ve MFA/ENA 2007 eki
2	Genelge No: 2012-9, Nükleer Reaktör Tesisleri için Güvenlik Sınıflandırmaları ve Uygulanabilir Kod ve Standartlar	KEPIC-MN
3	Genelge No: 2012-14, Nükleer Reaktör Tesislerinde Kullanılan Emniyet ve Tahliye Vanaları için Standartlar	KEPIC-MN
4	Genelge No: 2012-10, Nükleer Reaktör Tesislerinin Hizmet İçi Denetimleri	KEPIC-MI
5	Genelge No: 2012-23, Güvenlikle İlgili Pompa ve Vanaların Hizmet İçi Denetimleri	KEPIC-MO

(KEPIC, 2013)

KEPIC, elektrik enerjisi tesisleri ve bunların bileşenlerinin güvenlik ve güvenilirliklerini sağlamak için tasarım, imalat, montaj, işletme, test, kontrol ve bakım faaliyetlerine uygulanabilir durumda olan ve KEA tarafından yayımlanmış tümleşik standartlar setidir (KEPIC, 2013). KEPIC, Kore'de enerji tesislerine uygulanan yabancı referans standartların uyarlanmaları yoluyla geliştirilmiştir ve kendi sınıflandırma ve numaralandırma sisteminin kullanımı gibi bazı değişiklikler haricinde referans standartlarla özdeştir (*identical*) (KEPIC, 2013). KEPIC standartları kendi içinde alt gruplara ayrılarak KEPIC-M kodu “mekanik” alanda kuralları teşkil etmekte ve daha alt bölümlerde ise KEPIC-MN nükleer mekanik bileşenlere, KEPIC-MI hizmet içi denetimlere, KEPIC-MO hizmet içi testlere ilişkin kuralları ve KEPIC-MNA ise genel gerekleri kapsamaktadır (KEPIC, 2013).

İlgili kuruluş ve kişilerce nükleer güvenlikle ilgili ekipmanlar için yürütülen faaliyetlerin KEPIC kodu gereklerine uygun olarak yerine getirilip getirilmediğinin düzenleyici kurum ve işleticiler dışında üçüncü taraf olarak değerlendirmesi amacıyla KEPIC sertifikasyon programı yürütülmektedir (KEPIC, 2017). Tesis kurucusu ve ekipman tasarım, imalat ve montaj kuruluşlarını, malzeme tedarikçilerini, yetkilendirilmiş denetim kuruluşu, ekipman test kuruluşu ile yetkilendirilmiş nükleer denetçi ve kayıtlı profesyonel mühendis gibi kuruluş ve kişileri kapsamakta olan sertifikasyon programı vasıtasıyla:

- Tasarımcı kuruluşların sertifikasyonunda, tasarım özellikleri (*specifications*) ve tasarım raporları da dâhil olmak üzere önemli tasarım belgelerinin KEPIC'e göre yapılmış olup olmadığı kayıtlı profesyonel mühendis tarafından teyit edilmekte,
- Basınçlı kapların imalat ve yapım aşamasında; yetkilendirilmiş denetici tarafından malzeme, kaynak, ısıtma işlemi, tahribatsız muayene ve hidrolik test süreçlerinin KEPIC gereklerine uyup uymadığı doğrulanmaktadır (KEPIC, 2017).

ASME tarafından MDEP çalışmaları için hazırlanan “Birinci Sınıf Nükleer Güç Santrali Bileşenleri için Kod Karşılaştırma Raporu” adlı çalışmaya göre, KEPIC standardının mekanik bölümleri temel olarak ASME BPVC ile uyumlu olacak şekilde geliştirilmiştir ve standart içi yapılanma ve teknik içerik ASME BPVC ile aynıdır (ASME, 2012b). Bununla birlikte, İngiliz Ölçü Birimi’nin kullanıldığı ASME BPVC’den farklı olarak KEPIC’de Uluslararası Birimler Sistemi (SI) kullanılmaktadır (ASME, 2012b). Rapor’da, genel gereklerin yer aldığı KEPIC-MNA ve ASME BPVC Kısım 3 NCA bölümlerinin eşit (*equivalent*) ve 1, 2 ve 3’üncü sınıf bileşenler için kuralların yer aldığı bölümlerin ise özdeş (*identical*) olduğu belirtilmektedir. Sınıf 1 bileşenler için KEPIC MN ve ASME BPVC’nin standart içi yapılanmaları Tablo 4.8’de sunulmaktadır (ASME, 2012b).

Tablo 4.8 Sınıf 1 bileşenler için KEPIC-MNB ve ASME NB standartlarının yapılanması

KEPIC-MNB	ASME - NB	İçerik
MNB 1000	NB-1000	Giriş
MNB 2000	NB-2000	Malzeme
MNB 3000	NB-3000	Tasarım
MNB 4000	NB-4000	İmalat ve montaj
MNB 5000	NB-5000	Muayene
MNB 6000	NB-6000	Test
MNB 7000	NB-7000	Aşırı basınçtan koruma
MNB 8000	NB-8000	İsim plakaları, damgalama ve raporlar

(ASME, 2012b)

4.6.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler

Yakın tarihte nükleer santrallerde sahte raporlara sahip ekipmanlar tespit edilmesi ve bu durum neticesinde alınan tedbirler nedeniyle CFSI’lar hakkında Güney Kore’nin

incelenmesi önem arz etmektedir. KINS tarafından verilen bilgilere göre, 2012 yılında nükleer santrallerde sahte test raporlarına sahip ürünler tespit edildiğine dair yapılan bildirim neticesinde, NSSC tarafından soruşturma başlatılmış ve nükleer sınıf ürünler de dâhil ekipmanların test raporlarında tahrifata rastlanmıştır (KINS, 2017c). Ayrıca, ekipman yeterlilik raporlarına ilişkin NSSC'ye gelen ihbar nedeniyle yapılan incelemede, bu raporlarda da tahrifat yapıldığı anlaşılmıştır (KINS, 2017c). Soruşturmalar neticesinde; tahrif edilmiş test raporları ile tedarik edilen ürünlerin tesislerdeki kurulum durumlarının belirlenmesi, bunların güvenlik üzerine etkilerinin analiz edilmesi ve güvenlik üzerine etkileri olan ürünlerin değiştirilmesi istenmiş, orijinalliği doğrulanamayan test raporlarına sahip ürünler için tedarikçiler tarafından raporların orijinalliklerini gösteren kanıtların sağlanması, ürünlerin değiştirilmesi veya tekrar test edilmesi zorunlu tutulmuştur (KINS, 2017c).

Güney Kore'nin Nükleer Güvenlik Sözleşmesi için hazırladığı 7'nci Ulusal Raporu'na göre nükleer güvenlik üzerine endişeleri arttıran CFSI'lar konusu nedeniyle Nükleer Güvenlik Kanunu'nda değişiklik yapılmış ve lisans sahibi, güvenlikle ilgili bileşenlere ilişkin sorunları raporlamak ve bu sorunlar hakkında tedarikçi denetimlerini gerçekleştirmekle yükümlü kılınmıştır (Güney Kore Raporu, 2016). Nükleer santrallerde güvenliğin sağlanmasına yönelik düzenleyici denetimler, 2014 yılına kadar sadece nükleer santral kuran ve işleten lisans sahiplerine yönelik uygulanmakta iken bu kuruluşlar, güvenlikle ilgili ekipman tasarımcı, imalatçı ve test kuruluşları ile yaptıkları sözleşmeleri NSSC'ye bildirmekle yükümlü tutulmuş ve denetimler, sözü edilen kuruluşları da içerecek şekilde genişletilmiştir (Güney Kore Raporu, 2016). Güvenlikle ilgili ekipmanların tasarımcı, imalatçı ve test kuruluşlarının denetimi, inşaat izni ve işletme lisansı başvuruları kapsamında yürütülmektedir ve 2015 yılında 14 kuruluşun denetimi gerçekleştirilmiş durumdadır (Güney Kore Raporu, 2016). Bunların haricinde, CFSI'ların nükleer santrallerde kullanılmasının önlenmesi için alınan diğer düzenleyici tedbirlerden bu çalışmada üzerinde durulabilecekler şu şekilde sıralanabilir: (1) Nükleer Güvenlik Ombudsmanı Sistemi kurulması, (2) ekipman test kuruluşlarının gözetiminin güçlendirilmesi, (3) lisans sahibinin kalite güvence programının sahteciliği önleme açısından güçlendirilmesi ve (4) nükleer güvenlikle ilgili tüm ürünler için bilgisayarlı konfigürasyon yönetim sistemi kurulması (KINS, 2017c). Sözü geçen Rapor'da (Güney Kore Raporu, 2016) bu tedbirlere ilişkin şu bilgilere ulaşılmaktadır:

- Nükleer Güvenlik Ombudsmanı Sistemi

Nükleer santrallerde, nükleer güvenlikle ilgili mevzuatı ihlal eden eylemlerin önlenmesi ve ortadan kaldırılması için bu tür faaliyetlerin bildirilmesini teşvik etmek amacıyla NSSC tarafından Nükleer Güvenlik Ombudsmanı Sistemi başlatılmıştır. Bu çerçevede, NSSC'ye yapılan ihbarlarda, ihbar sahibi anonim kalmakta ve ilgilinin kişisel bilgilerinin korunması garanti edilmektedir. Ayrıca daha fazla bildirim yapılması için teşvikler sağlanmaktadır.

- Ekipman test (vasıflandırma) kuruluşlarının sertifikasyonu

Nükleer Güvenlik Kanunu'nda 2015 yılında yapılan değişikliklerle ekipman test kuruluşlarının akredite olmaları şartı getirilmiştir. Bu kuruluşların akreditasyonlarına ilişkin görev Kore Nükleer Güvenlik Vakfı'na verilmiştir. Test kuruluşları ancak uzman personel, yeterlilik tesisleri ve kalite güvencesi sistemi alanlarındaki akreditasyon kriterlerine uyum sağlayarak akredite olabilmektedir. 2016 itibarıyla toplam 12 akredite edilmiş kuruluş bulunmaktadır ve ilave olarak 10 kuruluşun akreditasyonu gözden geçirme sürecindedir. Bu kuruluşlar akreditasyon sonrasında da düzenli kontrollere tabidir.

- Kalite güvence denetimlerinin güçlendirilmesi

Kalite güvence denetimleri, lisans sahibinin kalite güvence planının ve gerçekleştirdiği işlerin yapı izni ve işletme lisansı gereklerine uygun olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yürütülmektedir. KINS tarafından bu denetimleri yönetmek için yeni bir ekip kurulmuş, işletme aşamasındaki santraller için 18 kriter olarak belirlenen kalite güvence gereklerinin doğrulanmasını içeren kalite güvencesi denetim aralığı 2 yıldan 1 yıla düşürülmüş ve denetimler, bakım konusu ile hassas alanlara yoğunlaştırılmıştır.

- Ekipman ve parçalar için izleme ve yönetim sistemi kurulması

Nükleer santral işleticisi **Korea Hydro & Nuclear Power**, farklı aşamalardaki ekipman ve parçaların izlenmesine olanak sağlayan radyo frekansı ile tanımlama tabanlı (**radio frequency identification based**) ekipman ve malzeme takip sistemi uygulamasını başlatmıştır. Buna ek olarak, 2015 Ocak ayında Nükleer Parçalar için Entegre Bilgi Sistemi kurulmuştur. Bu sistemler ile nükleer santrallerde kullanılan ekipman ve parçalar için bunların tasarım, imalat ve montajından imha etme aşamasına kadar tüm işlemler ve ilgili kişiler gibi bütün bilgilere ulaşılabilir durumdadır.

4.7 Rusya Federasyonu

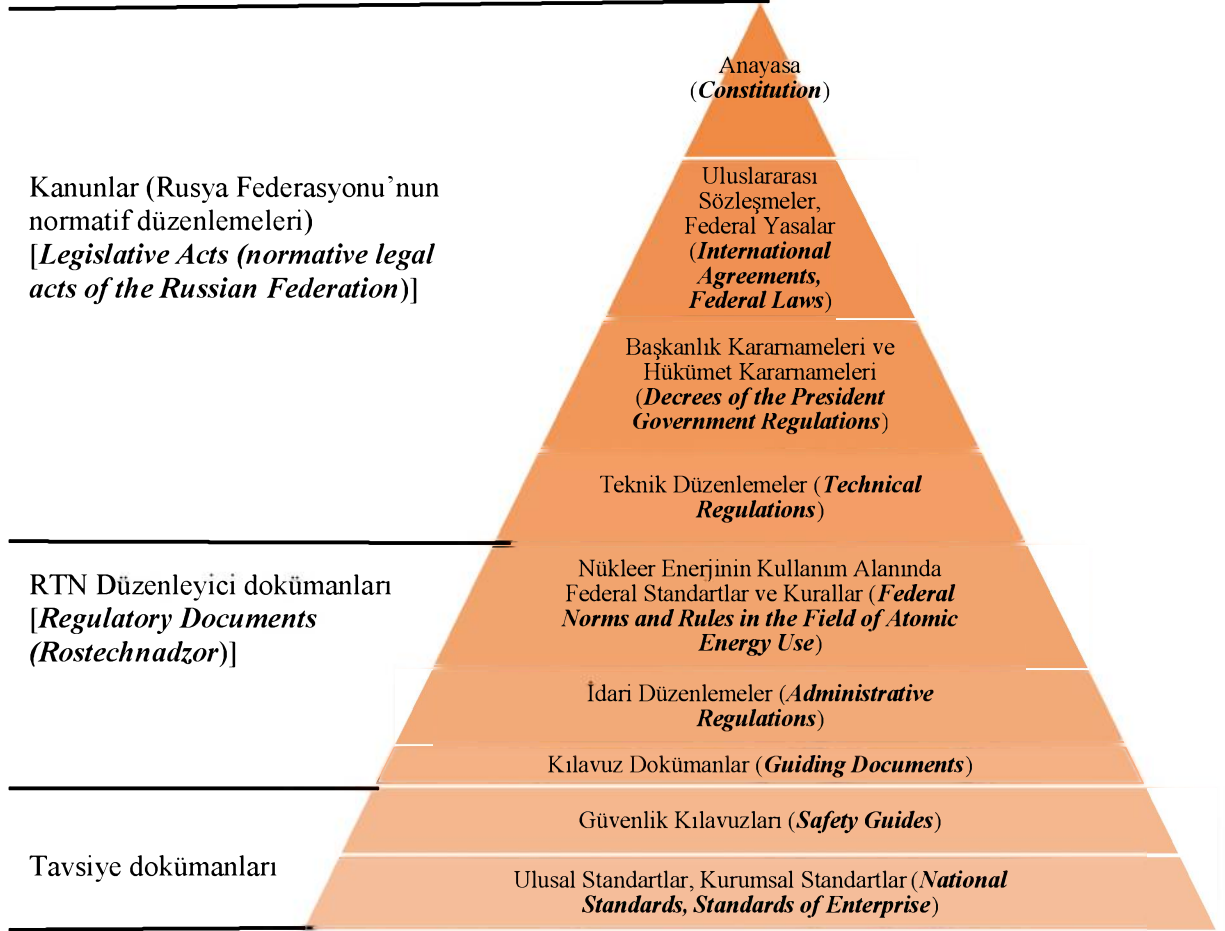
4.7.1 Nükleer güvenlik ve düzenleyici çerçeve

Rusya'da nükleer güvenlik ve radyasyon güvenliği alanında düzenleyici ve denetleyici kurum, 2004 yılında yayımlanan 401 sayılı Rusya Federasyonu Hükümet Kararnamesi (*Ordinance of the Government of the Russian Federation No. 401*) ile yetkilendirilen Federal Çevresel, Endüstriyel ve Nükleer Gözetim Servisi'dir [*Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service, (Rostekhnadzor, RTN)*]. Nükleer enerjinin kullanımına ilişkin düzenleyici kontrol faaliyetlerinde yetkili olarak merkez ofis, bölgesel ofisler ve teknik destek kuruluşları şeklinde yapılanmış olan RTN, sadece nükleer enerji alanında değil çevresel ve endüstriyel alanlarda da düzenleyici kurum olarak görev yapmaktadır (RF Raporu, 2013). RTN, konusunda düzenleme yapan, ilgili faaliyetleri izin ve lisanslarla yetkilendiren ve yetkilendirmelere yönelik denetim ve gözetim faaliyetlerini sürdüren bir kuruluştur. Çalışmada, RTN'nin sadece nükleer düzenleyici rolü göz önüne alınmıştır.

Nükleer düzenleyici kurum tarafından teknik ve bilimsel destek kuruluşlarının kullanılmasına, 170 sayılı Nükleer Enerjinin Kullanımına İlişkin Rusya Federasyonu Federal Kanunu (*Russian Federation Federal Law on the Use of Atomic Energy No.170-FZ*) ile yetki verilmektedir. Kanun'un 37.1'inci maddesinde; bilimsel, teknik ve deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesi ve koordinasyonu, güvenlik değerlendirmeleri de dâhil olmak üzere uzman değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesi ve nükleer enerji alanında düzenleyici mevzuatın geliştirilmesi ve iyileştirilmesi teknik destek kuruluşlarının yürütebileceği faaliyetler olarak belirlenmektedir. RTN, nükleer ve radyasyon güvenliği alanında "*Scientific and Engineering Center for Nuclear and Radiation Safety*" (*SEC NRS*) ve "*VO Safety*" olmak üzere iki teknik ve bilimsel destek kuruluşuna sahiptir (RF Raporu, 2016). Bu kuruluşlardan, Federal Devlet Kuruluşu VO Safety, RTN'ye, nükleer santrallere tedarik edilen ekipman, bileşen, malzeme ve yarı mamullerin uygunluk değerlendirme faaliyetlerinde teknik destek sağlamaktadır (RF Raporu, 2016).

Rusya Federasyonu'nda nükleer enerji alanında düzenleyici çerçeve; kanunlar, kararnameler, federal norm ve kurallar ve diğer ilgili düzenlemelerden oluşmaktadır. Mevzuat hiyerarşisi Şekil 4.5'de gösterilmektedir.

Şekil 4.5 Rusya Federasyonu'nda nükleer enerji alanında mevzuat hiyerarşisi



(RTN, 2011)

4.7.2 Nükleer alanda basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler

Rusya Federasyonu'nda, PNAE G-7-008-89 sayılı "Ekipman ve boruların güvenli işletilmesi için kurallar" adlı düzenleme ile nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için uygulanması gereken kurallar ortaya konmuştur. Söz konusu düzenleme çalışma konusu ile ilgisi nedeniyle ayrıntılı olarak incelenmiş, ayrıca nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara uygulanabilen diğer düzenlemelerin incelemelerine de yer verilmiştir.

4.7.2.1 Nükleer enerji kullanımına ilişkin kanun

170 sayılı Nükleer Enerjinin Kullanımına İlişkin Rusya Federasyonu Federal Kanunu, halkın sağlığı ve çevrenin korunması amacıyla nükleer enerji kullanımına yönelik ilke ve esasları belirlemektedir (RF Federal Law, 1995).

Kanun'da nükleer enerji kullanımına ilişkin izin ve lisanslama faaliyetlerinin işletici kuruluşların yanı sıra işleri gerçekleştiren kuruluşlara da uygulanacağı belirtilerek nükleer tesisler için ekipman imalat ve yapımları (*construction*) lisanslanması gereken faaliyetler arasında sayılmaktadır. Ayrıca, nükleer tesisler, radyasyon kaynakları veya depolama tesislerinde kullanılacak ekipman, bileşen (*item*) ve teknolojilerin uygunluk değerlendirmelerine tabi tutulacakları da hüküm altına alınmaktadır.

4.7.2.2 Nükleer enerjinin kullanım alanında lisanslama faaliyetleri

280 sayılı Nükleer Enerjinin Kullanım Alanında Lisanslama Faaliyetlerine İlişkin Rusya Federasyonu Hükümet Kararnamesi (*Government of the Russian Federation Resolution No. 280 Of March 29, 2013 On Licensing Activities in the Field of Atomic Energy Use*) ile nükleer enerjinin kullanım alanlarındaki lisanslama işlemlerinde izlenecek prosedür ve genel şartların belirlenmesi amaçlanmıştır (RF Resolution, 2013). Lisanslama faaliyetleri hakkındaki diğer düzenleme ise 453 sayılı Nükleer Enerjinin Kullanım Alanında RTN Tarafından Sağlanacak Lisanslama Faaliyetleri için Kamu Hizmeti Hakkında Kararname'dir (*Administrative Procedures for the Public Service of Licensing Activities in the Field of Atomic Energy Use to be Provided by the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service*) (RTN, 2014). 453 sayılı Kararname ile lisanslama faaliyetlerinde yürütülecek işlemler ayrıntılandırılmakta ve gerekli başvuru belgeleri belirlenmektedir.

Lisanslama faaliyetleri prosedürünü belirleyen 280 sayılı Kararname'nin tanımlar kısmında "ekipman" ifadesi ile güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 ekipmanlar kapsama alınmaktadır. Hüküm sonucunda sadece nükleer güvenlik açısından önemli olan bu ekipmanların tasarım ve imalat faaliyetlerinin lisanslama işlemine tabi oldukları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, verilecek lisans sürelerine ilişkin "10 yıldan fazla verilemez" ifadesi Kararname'de yer almaktadır.

453 sayılı Kararname ile ekipman imalatçıların lisanslanmasına temel teşkil etmek üzere belirlenmiş olan bilgi ve belgeler Tablo 4.9’da gösterilmektedir. Ekipman imalatçı ve tasarımcıları için lisanslanma faaliyetleri RTN merkez ofisi tarafından yürütülmekte ve lisans verilen kuruluşların isimleri de Kararname’de belirtilmiş durumdadır.

Tablo 4.9 Ekipman imalatçılarının lisanslanmasına temel teşkil edecek belgeler

• İmal edilecek ekipmanın adı, amacı ve güvenlik sınıfını içeren liste • Ekipman kalitesi ve güvenilirliği için kullanılacak düzenleyici dokümanlar listesi (kod ve standartlar, RTN düzenlemeleri, ulusal standartlar ve başvuru sahibi tarafından kullanılmakta olan düzenlemeler) • Teşkilat yapısı ve görev tanımlarına yönelik için mevcut düzenlemeler de dâhil kuruluşun imalat sürecine dâhil olacak bölümlerine ilişkin bilgileri içeren belgeler • Başvuru sahibinin belirtilen faaliyeti gerçekleştirebilmesi için mevcut KYS’sinin tanımı, ekipman imalatı için kalite güvence programları (RTN’nin isteği üzerine sunulacaktır) • Ekipman imalatı için kalite planlarının geliştirilmesi hakkında bilgi (hâlihazırda lisansı olan kuruluşlar açısından) • Başvuru sahibinin benzer ekipman imalatında tecrübesini de tanımlayan iş tecrübesi hakkında bilgi • Mühendislik belgelerinin sorumluluk, bakım, muhafaza ve tadilat prosedürleri hakkında bilgi ve bu işlerin sürdürülmesi hakkında bilgi • Ekipman imalatı ve kontrolü için süreç dokümanlarının geliştirilme, değiştirilme, sorumluluk, muhafaza edilme, uygulama ve saklanması ilişkin prosedürler ve bu işlerin sürdürülmesi hakkında bilgi • Ekipman imalatının başlatılma prosedürü hakkında bilgi • Metrolojik destek bilgisi • İşleme teçhizatı, test tesisleri, araçları, laboratuvar ve ölçü aletlerinin tamlığına ilişkin bilgiler • Tedarikçi seçimi, tedarik uygunluk değerlendirmesi, kabul kontrolü, malzemelerin ve bileşenlerin tanımlanma, depolanma ve imalata alınmaları hakkında bilgi • Tahribatsız muayeneler hakkında bilgi • Test ekipmanlarının teftişleri, teçhizatın muayene prosedürü, üçüncü taraf test laboratuvarlarıyla (eğer dâhil edilirse) etkileşim prosedürü hakkında bilgi • Ekipman kalitesine ilişkin iddiaların analizi prosedürü ve gelecekte oluşabilecek hataların önlenmesine yönelik tedbirler hakkında bilgi • Ekipman imalatında görev alacak vasıflı personel istihdamı ve ilgili personelin yetkinlikleri ve eğitimi hakkında bilgi • Kaynakçıların ve NDT denetçilerinin eğitimi ve değerlendirilmesi, çalışma kayıtları ve kişisel işaretlerine ilişkin belgelerinin sorumlulukları, periyodik değerlendirme ve bilgi değerlendirme tarihlerine uyulmasına ilişkin bilgi (eğer böyle bir değerlendirme yapılmadıysa değerlendirme işlemi için idari belgeler ekipman imalatının başlamasından önce sağlanmalıdır) • Ekipman imalatına dahil olan uzman ve yöneticilerin bilgi değerlendirme prosedürü, ekipman imalatında kullanılan kod ve standartlar hakkında bilgi değerlendirme, bilgi değerlendirme programlarının uygulanması ve bilgi değerlendirmelerinin gerçekleştirildiği gösterir dokümantasyonun mevcudiyetine ilişkin bilgi • İmal edilen ekipmanın kod ve mevzuat, tasarım ve süreç gereklerine uygunluğunun değerlendirmesine ilişkin prosedür ve formlar hakkında bilgi

- Gerekli lisansların varlığı da dahil olacak şekilde, nükleer malzeme ve radyoaktif maddelerin ekipman imalatı için uygulanabilirliği hakkında bilgi
- Ekipmanın “İhracat kontrolünde olacak nükleer malzeme, ekipman, özel nükleer olmayan malzemeler ve ilgili teknolojilerin listesi” kapsamında olması durumunda nükleer teknoloji, ekipman ve malzemelerin, yetkisiz dağıtımından kaçınmaya yönelik koşulların mevcudiyetine ilişkin bilgi
- Ekipman, RF mevzuatı uyarınca zorunlu sertifikasyona tabi ekipmanlara ilişkin düzenleme kapsamında ise ekipmanın sertifikalandırılmasına ilişkin faaliyetlerin yürütülmesi hakkında bilgi
- Hâlihazırda lisans sahibi olan imalatçı kuruluşlar için lisans koşullarının sağlandığına ilişkin denetim hakkında bilgi
- Raporlama ve hesap verme belgelerin kayıtları ve korunması

(RTN, 2014)

Ülkemizde de Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik uyarınca nükleer güvenlik açısından önemi haiz ekipman imalatçılarının düzenleyici kontrol altında tutulması amacıyla bu imalatçılar onaylanmaktadır (TAEK, 2015). Konu hakkında, ülkemiz ile Rusya Federasyonu uygulamaları açısından bir karşılaştırma yapıldığında, imalatçı onayı için düzenleyici kuruma sunulması gereken ve imalatçıların başvurdukları faaliyet için yeterliliklerini gösteren başvuru dokümanlarının yetkilendirmenin özü itibarıyla benzerlikler taşıdıkları ancak gerekli belgelerin Rusya Federasyonu’nda daha ayrıntılı bir şekilde tanımlandığı söylenebilir. Örneğin; ülkemizde olmayan bazı uygulamalar nedeniyle gerekli belgeler (zorunlu sertifikasyon, ihracat kontrolü, personelin düzenlemeler hakkındaki bilgilerine ilişkin dokümantasyon gibi) haricinde, ekipman kalitesine ilişkin iddiaların analizi ve alınan tedbirlere, uygunluk değerlendirmelerine, malzemelere, ekipman imalatının başlatılmasına, DT ve NDT düzenlemelerine, metrolojik desteğe ilişkin bilgiler gibi Rusya Federasyonu’nda imalatçıların onaylanması için gerekli olan ancak ülkemiz uygulamasında olmayan veya açıkça belirtilmemiş olarak nitelendirilebilecek hususlar bulunmaktadır.

4.7.2.3 Nükleer güç santrallerinin güvenliği için genel kurallar

OPB-88/97 sayılı “Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliğinin Sağlanmasına İlişkin Genel Düzenlemeler” [*General regulations on ensuring safety of nuclear power plants OPB-88/97, NP-001-97 (PNAE G-01-011-97)*] adlı düzenleme ile nükleer güvenliğin sağlanmasına yönelik temel amaç, hedef ve güvenlik kriterleri belirlenmektedir (Gosatomnadzor, 1997).

Bu çalışma bakımından, Düzenleme’de üzerinde durulması gereken konu ekipmanların güvenlik sınıflandırmalarına ilişkin gereklerdir. Nükleer santrallerde kullanılan sistem ve bileşenler (*elements*); işlevlerine (normal işletme sistem ve bileşenleri ve güvenlik sistemleri ve bileşenleri) ve güvenlik açısından önemlerine göre (güvenlik açısından önemli veya değil) gruplandırılmaktadır. Güvenlik sistemleri ve bileşenleri de kendi içerisinde işlevlerine göre (koruyucu, sınırlandırıcı, destek ve kontrol sistemleri) alt gruplara ayrılmaktadır. Bu gruplandırmalarla birlikte bileşenlerin güvenlikle ilişkileri açısından dâhil olması gereken dört güvenlik sınıfı oluşturulmuştur. Bileşenlerin güvenlik sınıfları Düzenleme gereklerine uygun olarak nükleer santral tasarımcıları tarafından belirlenmektedir. Buna göre, anılan güvenlik sınıflarında yer alacak bileşenler şu şekildedir:

- Güvenlik sınıfı 1: (1) Yakıt elemanları ve (2) arızalanmaları ile güvenlik sistemlerinin normal işlevi altında, yakıt elemanlarının tasarıma esas kazalar için belirlenen sınırların aşıldığı hasarına neden olacak tasarım ötesi kazaları başlatan bileşenler.
- Güvenlik sınıfı 2:
 - Tasarıma esas kazalar için belirli sayıda arızalarına izin verilmesi ile birlikte, arızalanmaları sonucu güvenlik sistemlerinin normal işlevi altında yakıt elemanlarının tasarıma esas kazalar için belirlenen sınırlar dâhilinde hasarına yol açacak olayları başlatan bileşenler,
 - Tek hataları durumunda ilgili sistemlerin işlevsiz kalmasına yol açacak güvenlik sistemi bileşenleri.
- Güvenlik sınıfı 3:
 - Güvenlik sınıfı 1 veya 2 olmayan güvenlik açısından önemli sistem bileşenleri,
 - Arızalanmaları durumunda, çevreye (nükleer santral odaları dâhil) radyasyon güvenliği standartlarında belirlenen değerlerin üzerinde salıma neden olabilecek radyoaktif madde içeren nükleer santral bileşenleri,
 - Çalışanların ve toplumun radyasyondan korunması için kontrol işlevleri yürüten bileşenler.
- Güvenlik sınıfı 4:
 - Güvenliği etkilemeyen ve güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 içinde yer almayan normal işletme bileşenleri,

- Kaza yönetimi için kullanılan ve güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3’de yer almayan bileşenler.

İşlevleri belirlenen ve sınıflara ayrılan bileşenlere bu sınıf ve işlevlerini gösteren bir kodlama sistemi uygulanmalıdır. Örneğin; güvenlik sınıfı 2 olan bir normal işletme bileşeni 2N olarak, yine güvenlik sınıfı 2 olan koruyucu işleve sahip bir bileşen ise 2P olarak kodlanmalıdır. Birden fazla işlevi olan bileşenler de aynı şekilde gösterilebilmektedir. Örneğin, güvenlik sınıfı 2 ve koruyucu güvenlik ve normal işletme işlevine sahip bileşen kodlaması 2NP olarak yapılmaktadır.

Güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 olarak belirlenen sistem ve bileşenlerin tasarım, imalat ve tedarik dokümanlarında güvenlik sınıflarının belirtilmesi zorunlu tutulmaktadır.

4.7.2.4 Nükleer santrallerde kullanılan ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri

170 sayılı Atom Enerjisinin Kullanımı Üzerine Federal Kanunu’nun 37’nci maddesinde "Nükleer tesisler, radyasyon kaynakları ve depolama tesisleri için ekipman, madde ve teknolojiler Rusya Federasyonu mevzuatı uyarınca uygunluk değerlendirmelerine tabidir." ifadeleri yer almaktadır (RF Federal Law, 1995). NP-071-06 sayılı “Nükleer Santrallere Sağlanan Ekipman, Bileşen, Malzeme ve Yarı Mamullerin Uygunluk Değerlendirmelerine İlişkin Federal Norm ve Kurallar (*Rules to Perform the Conformity Assessment Applied to the Equipment, Components, Materials and Semi-Products, Supplied to the Nuclear Power Objects*)” adlı düzenleme ile nükleer tesislerde güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 ekipmanlar ile bunların bileşen, malzeme ve yarı mamullerinin uygunluk değerlendirmelerine ilişkin kurallar belirlenmiştir (RF Rules, 2007).

NP-071-06; ekipman, bileşen, malzeme ve yarı mamullerin imal ve tedarik edilmeleri süreçlerinde federal norm ve kurallar ile teknik şartname ve gereklere uyumun görülebilmesi amacıyla yürütülecek dört farklı uygunluk değerlendirilme yöntemi ortaya koymaktadır. Ancak, uygunluk değerlendirme yöntemlerinin tümünün kullanılmasının gerekmediği durumlar için böylesi bir zorunluluk aranmamaktadır. Nükleer tesislerde kullanılmak üzere tasarlanmış ve imal edilmiş ekipmanlar Düzenleme’de "özel ekipman" olarak

adlandırılmaktadır. Bunların uygunluk değerlendirmelerinde ekipman pasaportlarına iliştirilmiş, ekipmana ilişkin gerçekleştirilen çalışma ve faaliyetler hakkında kayıtları içermesi gereken ve tavsiye edilen içeriği Düzenleme ile belirlenmiş olan kalite planlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. NP-071-06 ile belirlenmiş olan ve ekipman, bileşen, malzeme ve yarı mamuller için kullanılabilecek uygunluk değerlendirme yöntemleri ve bunlar hakkında bilgilere aşağıda yer verilmektedir.

- **Devlet kontrolü (izleme)**

Bu uygunluk değerlendirme işlemi; ekipman, bileşen, malzeme ve yarı mamullerin nükleer enerji alanında federal norm ve düzenlemeler ile uyumunun izlenmesi ve gözetim altında tutulması faaliyetlerinin bir parçası olarak tanımlanmaktadır. İmalat faaliyetlerinin yürütülebilmesine dair nükleer düzenleyici kurum tarafından verilen lisanslar için lisans koşulları karşılanmalıdır.

- **Testler**

Ekipman, bileşen, malzeme ve yarı mamullerin; kabulleri esnasında, imalat süreçlerinde, imalat tamamlandığında ve bir veya daha fazla imalatçı tarafından üretilen çok parçalı ekipmanlar için nükleer tesiste montaj ve işletmeye alma esnasında yapılacak testler ile uygunluk değerlendirmesi gerçekleştirilmektedir.

Testler sonucunda, teste tabi tutulan ürünün teknik gereklerde belirtilen şartları sağlamadığı ortaya çıkarsa belirlenen sapmalar için işletici veya onun adına hareket eden kuruluş tarafından kabul edilen, uygun düzeltici faaliyetler geliştirilmelidir. Bu tür test sonuçları nükleer düzenleyici kurum tarafından da gözden geçirilmektedir.

- **Kabul (acceptance)**

Kabul şeklindeki uygunluk değerlendirme yöntemi “zel ekipman” olarak addedilen ekipmanlar için zorunlu tutulmaktadır. Kabul prosedürünün sonucunda;

- Teknik dokümanlarda öngörülen usul ve süreçlerin uygulandığı,
- İmalat süreci boyunca denetim ve test prosedürlerinin tam olarak uygulandığı,
- Denetim ve test sonuçları da dâhil olmak üzere belgelerin mevcudiyeti,
- Tespit edilen uygunsuzlukların giderildiği,

teyit edilmektedir. Gereklere uygunluğu sertifikasyon sistemine göre bir uygunluk sertifikası ile belgelenen ekipmanlar için kabul işleminin yapılma zorunluluğu bulunmamaktadır.

- **Doğrulama (sertifikasyon)**

Nükleer tesisler, radyasyon kaynakları ve depolama alanlarında kullanılan ekipman, ürün ve teknolojilere zorunlu sertifikasyon şeklinde uygulanan sertifikasyon sürecindeki doğrulama işlemi bir uygunluk değerlendirme yöntemi olarak kabul edilmektedir. Sertifikasyon uygulaması ile nükleer tesisler için ekipman, bileşen, malzeme ve yarı mamul özelliklerinin; federal norm ve düzenlemeler, teknik şartnameler, teknik gerekler ve diğer belgeler ile uygunluğu kontrol edilmektedir.

Açıklamaları verilen NP-071-06 sayılı düzenleme ile belirlenen gereklerin karşılanması ve sahte ve düşük kaliteli ürünlerin kullanılmasının önlenmesi amacıyla Rusya Devlet Nükleer Enerji Şirketi Rosatom ve RTN tarafından 06-4421 sayılı “Nükleer santrallere tedarik edilen ekipman, ürün, bileşen, malzeme ve yarı mamullerin uygunluk değerlendirme prosedürü ve kapsamı” adlı karar yayımlanmıştır (Rosatom ve RTN, 2007). Karar ile ekipman kabulü şeklinde yürütülecek uygunluk değerlendirmesi işlemlerini yürütmek üzere *FGUP VPO Zarubezhatomenergostroy ve FGUP VO Bezopasnost (VO Safety)* adlı kuruluşlar yetkilendirilmiştir. Ayrıca, yetkilendirilmiş kuruluşların katılımlarının zorunlu olduğu “test şeklinde uygunluk değerlendirme” işlemleri de bulunmaktadır. Söz konusu Karar ile “kabul”, “test” ve “sertifikasyon” şeklinde yürütülecek uygunluk değerlendirme işlemleri ayrıntılandırılmakta ve uygunsuzluk yönetimine ilişkin gerekler belirlenmektedir.

Karar kapsamında; güvenlik sınıfı 1, 2 ve “Zorunlu sertifikaya tabi ürünlerin birleştirilmiş listesi (*Unified list of products subject to obligatory certification*)” kapsamında yer almayan güvenlik sınıfı 3 ekipmanların, kalite planları üzerinden kabul şeklinde yürütülecek uygunluk değerlendirme işlemine tabi olacakları hüküm altına alınmıştır. Uygunluk değerlendirme işlemlerine zorunlu olarak tabi olacak diğer malzeme, bileşen ve ürünler de belirlenmiş durumdadır.

Ürünlerin ilk örneklerine ve yetkilendirilmiş kuruluş tarafından belgeleri daha önce değerlendirilmemiş ürünlere yönelik uygunluk değerlendirmelerinde, yetkilendirilmiş

kuruluş tarafından aşağıdaki teknik belgeler, nükleer enerjinin kullanım alanındaki normatif düzenlemelere uygun olarak değerlendirilmektedir (Rosatom ve RTN, 2007):

- Şartnameler (*specifications*),
- Genel (montaj) çizimleri,
- Kalite kontrol çizelgeleri,
- Kabul ve/veya işletmeye alma testlerinin program ve yöntemleri,
- Mukavemet analizleri (mevcudiyet kontrolü),
- Süreç (kontrol noktalarının seçimi ve tayini amacıyla).

Yetkilendirilmiş kuruluş tarafından daha önce belgeleri değerlendirmeye tabi tutulmuş ürünler için ise yukarıda sayılan belgelere yapılan eklemelerin analiz edilmesi yetmektedir.

Karar’da ekipmanların güvenlik sınıfları uyarınca uygulanacak kontrol noktalarının asgari sayısının belirlenme yöntemi olarak süreç ve referans işlemlerin (*process and reference operations*) belirli yüzdeleri tanımlanmaktadır.

Yetkilendirilmiş kuruluşların katılımları ile gerçekleştirilmesi gereken test şeklindeki uygunluk değerlendirme işlemlerinin zorunlu olarak yürütülmesi gereken ekipmanlar ve bu testlerin hangi dokümanlar uyarınca (standartlar, tasarım belgeleri ve test programları gibi) gerçekleştirilecekleri de Karar’da belirlenmiş durumdadır. “Zorunlu sertifikaya tabi ürünlerin birleştirilmiş listesi (*Unified list of products subject to obligatory certification*)” kapsamında yer alan ve nükleer tesisler, radyasyon kaynakları ve depolama tesislerinde kullanılan ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri ise sertifikasyon kuruluşları tarafından yürütülmektedir (Rosatom ve RTN, 2007).

4.7.2.5 Ekipman ve boruların güvenli işletilmesi için kurallar

“Nükleer Güç Tesisleri Ekipman ve Borularının Güvenli İşletilmesi ve Düzenlemesi İçin Kurallar [*Rules for Arrangement and Safe Operation of Equipment and Piping of Nuclear Power Installations (PNAE G-7-008-89)*]” adlı düzenleme ile güvenlik açısından önemli ekipman ve boruların; tasarım, malzeme, imalat, montaj, hidrolik test, hizmet içi denetim, tescil ve işletilmelerine yönelik kurallar belirlenmektedir (Energoatomizdat, 1990). Bu

düzenlemenin NP-089-15 sayısı ile 2016 yılının başlarında yenilendiği anlaşılmakla birlikte (SEC NRS, 2016) düzenleyici kurum RTN'nin “Nükleer mevzuat ve düzenleyici belgeler” başlıklı internet sayfasında (RTN, 2016) PNAE G-7-008-89 sayılı düzenlemenin İngilizce çevirisine erişilebiliyor olması nedeniyle bu düzenleme incelenerek teze yansıtılmıştır.

PNAE G-7-008-89 sayılı düzenleme, Rusya Federasyonu’nda nükleer enerjinin kullanım alanında federal standart ve kuralların belirlendiği PNAE G-7 kodu kapsamında oluşturulan dokümanlardandır (ASME, 2012b). ASME tarafından MDEP çalışmaları için hazırlanan “Birinci Sınıf Nükleer Güç Santrali Bileşenleri için Kod Karşılaştırma Raporu” adlı çalışmada (ASME, 2012b) ASME standartları ile karşılaştırılması yapılan PNAE G-7 kodunun bir parçası olan bu düzenleme ile ekipman ve borular için uyulması gereken ayrıntılı kurallar belirlenmektedir. Birçok teknik hususta kuralları haiz olan PNAE G-7-008-89’un bu çalışmaya yansıtılabileceği değerlendirilen gerekleri konular halinde gruplandırma yapılarak incelenmiştir.

Kapsam ve ekipman gruplandırmaları

Düzenleme ile belirlenen kurallar, nükleer santrallerde basınç altında ve vakumda çalışan kaplar (reaktör basınç kabı, buhar üreteçleri ve ısı değiştiricileri de dâhil), pompa, vana ve sistem boruları gibi ekipmanlara uygulanmaktadır.

4.7.2.3 numaralı alt bölümde ele alınan OPB-88/97 sayılı düzenleme uyarınca güvenlik sınıfı 1, 2 ve 3 olarak belirlenen ve PNAE G-7-008-89 kapsamına giren ekipman ve borular, bir parçası oldukları sistemlerin nükleer santralin güvenliği üzerindeki etkileri açısından A, B ve C olarak gruplara ayrılmalıdır. Gruplandırmaların yapılmasına yönelik bilgiler ve standart listelerden örnekler verilerek gruplandırmaların tasarımcılar tarafından yapılması hüküm altına alınmaktadır. Gruplarda yer alacak ekipman ve borular ile VVER tipi reaktörler için ekipman gruplandırmasından örnekler aşağıda sıralanmıştır.

- **Grup A:** Hasarları, güvenlik sistemlerinin çalıştığı durumda, tasarıma esas kazalar için belirlenen yakıt elemanı hasarına ilişkin sınırların aşılmasına neden olacak ekipman ve borular. VVER tip reaktörler için örnek: Reaktör basınç kabı.

- **Grup B:** Hasarlanmaları durumunda normal izolasyon vanaları ile engellenemeyen ve/veya güvenlik sistemlerinin çalışmasını gerektiren soğutucu kaybına yol açan ekipman ve borular. VVER reaktör tipi için örnekler ise şu sistemlerin ekipman ve borularıdır:
 - Ana soğutma pompası, basınçlandırıcı, buhar üretici ve borular dâhil birincil çevrim,
 - Basınç rahatlatma sistemi de dâhil olmak üzere reaktör soğutucu basınçlandırma sistemi,
 - Reaktör borik asit kontrol sistemi,
 - Koruma kabı içerisinde kurulu olan ve ana soğutma çevriminin tam basıncı altında çalışan özel su arıtma sistemleri,
 - Buhar üreticine acil durum besleme suyu temin sistemleri,
 - Yüksek ve düşük basınç acil durum kor soğutma sistemi.
- **Grup C:** (1) A ve B gruplarında yer almayan ve hasarları sonucunda soğutucu akışkan sızıntısına sebep olacak ekipman ve borular, (2) hasarları sonucu bir güvenlik sisteminin veya bunun bir kolunun arızalanmasına sebep olacak ekipman ve borular ve (3) hasarlanmaları ile yüksek ve orta seviye radyoaktif madde salımına sebep olacak ekipman ve borular. VVER reaktör tipi için örnekleri:
 - Besleme suyu gaz alma sistemi ekipman ve boruları, ana soğutma çevrimi gaz alma ve boşaltma sistemleri ekipman ve boruları, ana soğutma çevrimi hava alma valfleri ve ayırıcı-tekrar ısıtıcı sistemleri (*separators-reheaters*) ekipman ve boruları.

ASME tarafından MDEP çalışmaları için hazırlanan “Birinci Sınıf Nükleer Güç Santrali Bileşenleri için Kod Karşılaştırma Raporu” adlı çalışmada (ASME, 2012b), PNAE G-7-008-89 sayılı Düzenleme ile belirlenen ekipman gruplandırmaları ve ASME standartlarında yer alan sınıflandırmalar karşılaştırılmakta ve her ne kadar iki düzenlemede de üç sınıf veya grup görülse de bu sınıf ve grupların tam karşılık gelmedikleri belirtilmektedir. Rapor’a göre, hali hazırda incelenmekte olan PNAE G-7-008-89 sayılı Düzenleme ile ASME sınıflandırmalarına göre daha dar bir yaklaşım benimsenmekte ve sadece nükleer adanın basınçlı alanı kapsamaktadır. Rapor’da söz konusu PNAE G-7-008-89 ile belirlenen A, B ve C grup ekipman ve boruların yaklaşık olarak ASME BPVC Kısım 3’de yer alan birinci sınıf (NB) ekipman ve borulara karşılık geldiği vurgulanmaktadır.

İmalatçılara ilişkin bazı genel hususlar

Ekipmanların imalat, montaj ve onarım süreçlerinde; nitelikli personel, süreç ve muayene hizmetleri ve ilgili faaliyetlerin uygulanması için gerekli teknolojik araçlara sahip kuruluşlar yer alabilmektedir. Bölüm 4.7.2.2’de yapılan incelemelerde de görülebileceği gibi ekipman imalatçılarının RTN’den lisans almaları gerekmektedir.

İmalatçılar, basınçlı ekipmanların görünür yerlerine ekipman özelliklerini gösteren bir plaka (etiket) iliştiirmekle yükümlüdür. Bu plakalarda; imalatçının adı veya ticari markası, ekipmanın seri numarası, üretim yılı, tasarım basıncı (kabın içinde, borularda, odalarda), tasarım sıcaklığı (kabın içinde, borularda, odalarda), hidrolik (pnömatik) basınç testleri ve çalışma ortamı (sıvı, gaz, sıvı metal) türüne ilişkin bilgilere yer verilmelidir.

Personele ilişkin gerekler

Nükleer tesis ekipman ve borularının tasarım, imalat, işletme ve onarımlarında görev alan tüm yöneticiler, mühendisler ve diğer personel PNAE G-7-008-89’un gereklerini karşılamalıdır. Bunlardan, yönetici ve mühendisler en az her üç yılda bir bu Düzenleme’nin karşılık gelen bölümleri ve diğer ilgili mevzuat ve standartların uygun bölümleri hakkında sınava tabi tutulmalıdır. 4.7.2.2 alt bölümde yapılan incelemede de görülebileceği gibi personelin mevzuat hakkındaki bilgileri, ekipman imalat faaliyetlerinin lisanslanması amacıyla düzenleyici kuruma sunulması gereken belgeler arasındadır.

Tasarım

Ekipman ve boruların tasarım aşamalarında uyulacak kurallar, alt bölümler halinde ayrıntılı olarak düzenlenmektedir. Öncelikle genel gerekler daha sonra ise ekipman, boru ve kaynaklı bağlantılar için tasarım kuralları belirlenmektedir. Düzenleme uyarınca, ekipman ve boruların tasarımları, nükleer santrallerde ekipman ve boruların mukavemet hesaplamalarına ilişkin kuralları içeren PNAE G-7-002-86 sayılı standart gereklerini de karşılamalıdır.

Düzenleme’ye göre, ekipman ve boruların tasarımları, bunların tanımlayıcı sertifikalarında ve teknik şartnamelerinde belirtilen kullanım ömürleri süresince işlerlik, güvenilirlik ve

güvenlik sağlamalıdır. Tasarım ve yerleşimler, imalat sonrasında ve işletme aşamasında gerekecek denetim, onarım, hidrolik testler ve tahribatsız muayenelerin yapılmasını olanaklı kılmalıdır. Tasarımda, tesisin öngörülen ömrü boyunca, çalışma ortamlarında (temizlik, yıkama ve dekontaminasyon için kullanılan ortamlar da dâhil olmak üzere) ekipmanların çalışabilir olmasını temin eden malzemelerin kullanımı sağlanmalıdır. Radyoaktif soğutucu içeren ekipman ve boruların tasarımında; soğutma sıvısının boşaltılması, soğutucu ve yüzeylerin dekontamine edilmesi ve dekontamine çözeltilerin uzaklaştırılmasına olanak sağlanmalıdır. Nükleer santral tasarımı, reaktör koruma sisteminin erken çalışmasını da göz önünde bulundurarak ortamın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimi ve ısı atma ve kütle kaybı neticesinde oluşan aşırı basınç veya sıcaklığa karşı ekipman ve boruları koruyan sistem veya düzenlemeler sağlamalıdır.

Ekipmanların tasarım süreçlerinde uyulacak kurallar; alt ve üst kapaklar (*heads and bottoms*), servis giriş çıkışlarının yeri (*location of hatches*), boşluklar arası mesafe (*distance between apertures*) ve sökülebilir bağlantılar konularında özelleştirilerek verilmektedir. Belirlenen kurallar için ayrıntı seviyesinin görülebilmesi için bazı örnekler şu şekilde verilebilir: “Alt ve üst kapaklar” başlığı altında “A ve B grubu ekipmanlar için küresel, elips, toroid-küresel (vanalar hariç) ve plaka [flanşa kaynaklı küresel dilim (*segment*) şeklinde] tipi alt ve üst kapaklar kullanılabileceği” ve “Boşluklar arası mesafe” başlığı altında “İki bitişik deliğin merkezleri arasındaki orta hat boyunca minimum mesafe bu açıklıkların çapları toplamının yarısının 1,4 katından daha az olamayacağı” kurala bağlanmaktadır.

Kaynaklı bağlantılara ilişkin kurallar “genel gerekler”, “kaynaklı bağlantıların yerleşimi” ve “kaynaklar arası uzaklık” başlıkları altında ayrıntılı olarak düzenlenmektedir. Bu kurallarla birlikte, kaynak ve kaplama işlemlerinin "Nükleer Güç Tesisleri Ekipman ve Boruları. Kaynaklar ve Kaplamalar, Temel Gerekler (*Equipment and Piping of Nuclear Power Installations. Welding and Overlaying, Basic Provisions, PNAE G-7-009-89*)" adlı düzenleme uyarınca gerçekleştirilmesi gerektiği hüküm altına alınmıştır. Atıf yapılan PNAE G-7-009-89 sayılı Düzenleme’de, ekipman ve boruların kaynak, kaplama ve ısıt işlemleri konularındaki kurallar yer almakta ve Düzenleme’ye göre kaynak işlemlerinde görev alan personel vasıflandırılmış ve "kaynakçı sertifikası" ile belgelendirilmiş olma şartı aranmaktadır (Gosatomnadzor, 2000).

Malzemeler

Malzemeler için karşılanacak genel gerekler belirlenmiş ayrıca yarı mamuller, bağlantı elemanları ve yeni malzemeler konularında uyulacak kurallar ayrıntılandırılmıştır. Ekipman ve boruların imalatlarında kullanılacak malzemeler, hizmet ömrü boyunca gerekli fiziksel-kimyasal özellikleri, işlenebilirlikleri, kaynaklanabilirlikleri ve işletme koşulları altında çalışabilirlikleri dikkate alınarak seçilmelidir. Temel malzemelerin kalitesi ve özellikleri, bunların standartlar ve teknik şartnameler ile uyumlu olduğunu göstermek amacıyla tedarikçiler tarafından sertifika ile onaylanmalıdır. İlaveten, temel malzemelerin kalite kabul kontrolü imalatçı tarafından yapılmalı ve malzeme kalitesi; standartlar ve teknik şartnamelerin gerekliliklerine göre değerlendirilmelidir.

Ekipman ve boruların imalat, montaj ve onarımlarında kullanılabilecek temel malzemeler PNAE G-7-008-89'un ekinde verilen liste ile belirlenmekte ve söz konusu faaliyetlerde sadece belirlenen temel malzemeler kullanılabilmektedir. Temel malzeme listesine yeni malzemelerin eklenebilmesi için bu amaçla yapılan test ve çalışmalar ile yarı mamullerin ve kaynak (kaplama) malzemelerinin standartları ve teknik özellikleri hakkında bilgileri kapsayan bir rapor (bkz. Ek-1) hazırlanmalı ve onay için RTN'ye başvuru yapılmalıdır.

İmalat ve montaj

Basınçlı ekipman ve boruların imalat, montaj ve onarımları, PNAE G-7-008-89 sayılı bu Düzenleme ve ilgili diğer düzenlemeler kapsamında oluşturulan işlem prosedürleri ve süreç diyagramları gibi dokümanlar üzerinden imalatçıların (montaj veya onarım kuruluşu dahil) teknik kontrolü altında icra edilmektedir. Ekipmanların imalat ve montaj süreçleri için imalat ve montaj yöntemleri, toleranslar, ısı işlemler, temel malzemelerin kalite kontrolü konularında uyulması gereken kurallar ve birçok nicel değerin de yer aldığı teknik gereklerle belirlenmektedir.

Hidrolik (pnömatik) testler

Basınçlı ekipmanlar ve borular ile bu ekipman ve boruların bileşenleri ve birleştirilmiş ünitelerin dayanım ve sızdırmazlıklarının sınanması amacıyla; (1) imalat sonrasında, (2)

montaj sonrasında ve (3) işletmeye alma için basınç ile yüklendiklerinde hidrolik (pnömatik) testler gerçekleştirilmelidir. Hidrolik (pnömatik) basınç testlerinin ekipman ve borular için hangi durumlarda ve en az hangi periyotlarda yapılacağı Düzenleme'nin teknik muayene bölümünde kurala bağlanmıştır. Gerçekleştirilecek testlere ilişkin sıcaklık ve basınç değerleri Düzenleme'de verilen kurallar ve formüller çerçevesinde belirlenmelidir. Hidrolik testler, test basıncı altında 10 dakikadan az sürede gerçekleştirilmemelidir.

Ayrıca, "Hidrolik (pnömatik) test programları" başlığı altında hazırlanacak programlar hakkında gerekler ortaya konmaktadır. Bu çerçevede, (1) testlerin uygulanması öncesinde imalatçı tarafından testlere ilişkin bir proses programı (el kitabı), (2) tasarımcı tarafından montaj sonrası ve işletme sırasında testlerin uygulanmasına yönelik kapsamlı bir test programı ve (3) ekipman kullanıcısı tarafından ise tasarımcı tarafından hazırlanan program üzerine yapılacak ilavelerle bir çalışma programı hazırlanmalıdır. Her üç programda yer alması gereken bilgiler belirlenmiş durumdadır. Örneğin, imalatçı tarafından hazırlanacak programda; testler için belirlenen sıcaklık ve basınç değerleri, ekipmanların basınç altında tutulma süreleri, tasarım basınçları, gerekli ise ısıtma yöntemi, basınç kaynağı ve benzeri birçok bilgiye yer verilmesi gerektiği hüküm altına alınmıştır.

Testlerin başarılı sayılma kriteri "Hidrolik (pnömatik) test sonuçlarının değerlendirilmesi" başlığında, test sırasında sızıntı ve metal kırıklarının ve test sonrasında görünür kalıcı deformasyonların oluşmaması olarak belirlenmiştir. Testler esnasında ekipman ve boruların sızdırmazlık elemanlarından (*process seals*) oluşan kaçaklar arıza veya hata olarak kabul edilmemektedir.

Ekipman ve boruların çeşitli bileşenler ile donatılması

Ekipman ve boruların vanalar (armatürler), emniyet cihazları ve kontrol ve ölçme cihazları ile donatılmalarına ilişkin kurallar ayrı bir konu olarak düzenlenmektedir. Ekipman ve borularda kullanılacak vanalar ile kontrol ve ölçme cihazlarının sayısı, tip, montaj yeri ve diğer özelliklerinin, Düzenleme ile belirlenen kurallar ve özel işleme şartları temelinde tasarımcılar tarafından tanımlanması gerekmektedir.

Üzerlerinde oluşan fiziksel ve kimyasal süreçler ve basıncın yükselmesinin beklendiği dış olaylar neticesinde, basıncın çalışma basıncını aşabileceği ekipman ve boruların emniyet cihazları ile donatılmaları zaruridir. Cihazların sayıları, kapasiteleri ve açılıp-kapanma ayarları ilgili ekipman ve borulardaki basıncın, çalışma basıncının %15 fazlasını geçmemesi ve emniyet cihazları üzerinde uygun olmayan dinamik yüklere sebep olmaması koşulları çerçevesinde tasarımcılar tarafından belirlenmelidir. Bu cihazların aktivasyonu sonrasında basınç, çalışma basıncının 0,9 katının altına düşmeden cihazların kapanması sağlanmalıdır.

Ölçme ve kontrol cihazları; (1) ekipman ve boruların hareketleri ve bütünlüklerinin (2) sıcaklığın, (3) ortam sıvısının seviyesi ve debisinin, (4) basıncın ve (5) soğutucu ve gazın kimyasal değerlerinin kontrolü amacıyla kullanılmalıdır.

Ekipman ve boruların hizmet içi denetimleri

A ve B grubu ekipman ve boruların periyodik olarak denetime tabi tutulması verilen hüküm ile zorunlu tutulmakta, C grubu ekipman ve borular için ise denetim gereklilikleri ve kapsamı tasarımcı tarafından belirlenebilmektedir. Hizmet içi denetimlerin amacı; (1) metal kusurlarının saptanması ve kayıt altına alınması, (2) metalin fiziksel-kimyasal özelliklerinde ve yapısında meydana gelen değişikliklerin saptanması ve kayıt altına alınması ve (3) metal durumunun değerlendirilmesi olarak belirlenmiştir. Düzenleme gereğince denetimler, ekipman ve boruların kullanıcıları tarafından ve gerekli ise uzman kuruluşların katılımı ile gerçekleştirilmekte, denetim sonuçları kayıt altına alınmakta, raporlanmakta ve denetimlere ilişkin belgeler tesisin ömrü boyunca saklanmaktadır.

Hizmet içi denetimler; işletmeye alma öncesi, periyodik ve ekstra denetimler olmak üzere 3 kategori altında düzenlemeye konu edilmektedir. Bunlardan, periyodik denetimler planlanmış bir şekilde işletme esnasında yürütülmeli, ekstra denetimler ise örneğin tasarımda öngörülen depreme eşit veya daha şiddetli bir deprem meydana gelmesi halinde gerçekleştirilmelidir.

Denetimlerde, tahribatlı (DT) ve tahribatsız muayene (NDT) yöntemlerinin kullanılmasına izin verilmektedir. Buna göre, NDT ve DT uygulanması gereken boru ve ekipmanlar, her tip denetim için denetim periyodu ve denetim araçları ve teknikleri gibi bilgileri içermesi içeren

bir “standart denetim programı” oluşturulmalıdır. Ekipman ve borular için standart denetim programında yer alması zorunlu olan, Düzenleme ile belirlenmiş denetim alanları bulunmaktadır. Zorunlu denetim alanlarından bazı örnekler şu şekilde verilebilir:

- A grubu ekipmanların (VVER reaktörlerde basınçlı kaplar) kaynaklı bağlantıları ve anti korozyon kaplamaları, boru branşmanlarında kaynaklı bağlantılar ve yarıçap geçişleri, kaplarda ve kapaklarda sökülebilir bağlantıların sızdırmaz yüzeyleri,
- A grubu (yukarıdaki gösterilenler dışında) ve B grubu ekipmanlarda gövde ve kapağa yapılan branşmanların kaynakları, buhar jeneratörlerinin başlıklarının veya boru plakalarının kaynaklı bağlantıları, buhar-su bölgelerinde kapların iç yüzeyleri,
- B grubu borular için kaynaklı bağlantılar ve anti korozyon kaplamalar, T tipi bağlantı kaynakları, destek bağlantıları.

Standart denetim programı temelinde gerçekleştirilecek denetimler için ekipman ve boruların kullanıcıları tarafından bir çalışma programı hazırlanması da zorunlu tutulmaktadır.

Denetimlerin periyodu konusu da arz ettiği önem nedeniyle düzenlemeye konu olmuştur. Buna göre, periyodik NDT’ler işletmeye alma sonrası ilk olarak en fazla 20.000 saat sonra, ilerleyen denetimler için ise A ve B grubu için en fazla 30.000 işletme saatinde bir ve diğer ekipman ve borular için 45.000 işletme saatinde bir yapılmalı ve reaktör kabına yerleştirilen numuneler kabın hizmet süresi boyunca en az 6 kez test edilmelidir.

Ekipmanların belirli şartlar altında durumlarının anlaşılması amacıyla kullanılmakta olan referans numunelerinin (*specimens*); yerleri, sayıları, bunlar üzerinden incelenecek hususlar ve benzeri kurallar da düzenlenmiş durumdadır.

Ekipman ve boruların tescili (*registration*), tanımlayıcı sertifikalar ve teknik muayene

A ve B grubu tüm basınçlı ekipmanlar, A grubu borular ve bazı özel şartları haiz diğer B ve C grubu ekipman ve borular RTN bölgesel ofislerince yürütülecek tescile tabidir. Bu kapsama girmeyen ekipman ve boruların tescilleri ise kurucu tarafından atanan işletme mühendisince (süpervizör) yapılmaktadır.

Ekipmanların tescil işlemleri için; (1) ekipmanın tanımlayıcı sertifikası (*certificate-descriptor*, içeriği ileride verilmektedir), (2) çalışma ortamı parametreleri, basınç kaynakları ve parametreleri, vanalar, emniyet cihazları, kontrol ve ölçüm cihazları ve doldurma-boşaltma cihazlarını içeren bağlantı şeması ve (3) montajın, incelemesi yapılmakta olan Düzenleme ve tasarıma uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini ve ekipmanın çalışma koşulları içinde olduğu gösteren rapor gerekmektedir. Belgelerin incelenmesinin ardından, RTN tarafından, ekipmanın güncel durumuna ilişkin denetim icra edilmektedir.

Tescil işlemleri için değerlendirmeye tabi olan “tanımlayıcı sertifikalar”, basınçlı kaplar, pompalar ve boruların; imalat ve montajlarının kalitesini, işletme sırasındaki her durumda çalışabilirliklerini ve imalat süreci ile ilgili gerek dokümanlarına uyumluluklarını kanıtlayan temel belge niteliğindedir. İmalatçılar tarafından hazırlanan tanımlayıcı sertifikalarda; imalatçıya, ekipmanın teknik özelliklerine, malzemelere, kimyasal bileşimlere, testlere, kaynaklara, ısıtma işlemlere, vanalara (valfler) ve hidrolik testlere ilişkin bilgilere yer verilmelidir. Bir basınçlı kabın tanımlayıcı sertifikasında aranan bilgiler şu şekilde sıralanabilir:

- Ekipmanın; (1) tasarım gerekleri ile uyumunun, (2) ana ölçülerinin ve (3) vanalar ve emniyet cihazlarının bulunup bulunmadığının kontrolüne imkân sağlayacak çizim seti,
- Basınca maruz kalan bileşenlerin mukavemet analizleri,
- Temel malzemeler ve kaynak bağlantıları için kalite kontrol tabloları,
- Kap ile kullanılan vanalar için tanımlayıcı sertifikalar,
- İşletmeye alma, depolama ve benzeri bilgileri içeren işletme el kitabı ve teknik tanımlar,
- Tasarım dokümantasyonundan sapmalara ilişkin belgeler (RTN ile koordine edilmiş olmalıdır).

Tanımlayıcı sertifikalar ile kapsanan dokümanların değerlendirilmesi ve gerçekleştirilen denetim sonuçlarına göre RTN tarafından ekipmanların tescilleri yapılmakta ve ekipmana ait tanımlayıcı sertifika ve diğer belgeler iade edilmektedir. Tanımlayıcı sertifikalar işletici tarafından denetim sonuçları ile birlikte ekipmanın hizmet ömrü sonuna kadar saklanmalıdır.

Tescilleri tamamlanan ekipman ve borular, tescil işlemleri sonrası işletmeye alınmadan önce;

- Belgelerin kontrol edilmesi;
- Ekipman ve boruların dış yüzeylerinin ulaşılabilir yerlerde görsel olarak incelenmesi;
- Ekipman ve boruların iç kısımlarının ulaşılabilir yerlerde görsel olarak incelenmesi;
- Ekipman ve boruların hidrolik (pnömatik) testleri;
- Teknik muayene sonuçlarının kaydedilmesi

işlemlerini içeren “teknik muayene”den geçirilmelidir. Bu işlemlerin uygulanacağı ekipman ve borular, uygulama şartları ve periyotları kurala bağlanmış durumdadır. Tescil işlemleri RTN ofislerinde yapılması mecburi olan ekipman ve boruların teknik muayenesi, RTN deneticisi gözetiminde gerçekleştirilmektedir.

Teknik muayene sonrası, tescilleri RTN tarafından yapılan ekipman ve borular için RTN deneticisi, tescilleri işletme tarafından yapılan ekipman ve borular için ise bunların güvenli işletilmesinden sorumlu kişi tarafından, gerekli kontrollerin tamamlanması ile izin verilen parametreler (basınç ve sıcaklık) ve sonraki teknik muayene tarihi tamamlayıcı sertifikalarda kayıt altına alınmalıdır. Ekipman ve boruların işletmeye alınmalarına bu işlemler sonrası müsaade edilmektedir.

Ekipman ve boruların işletme aşaması

Nükleer tesislerde; ekipman ve boruların güvenli işletilmelerinin sağlanması ve gözetim, denetim ve onarımlarının yapılmasından tesis yönetimi sorumlu tutulmaktadır. Nükleer tesis yönetimi tarafından bu amaçlarla uygun yapısal birimler kurulmalı ve ekipman ve borular tescil işlemleri öncesi bu birimlerin sorumluluğuna verilmelidir. Söz konusu birimlerin yöneticileri arasından ekipman ve boruların çalışabilirliği ve güvenli işletilmesinden sorumlu kişiler nükleer tesis yönetimi tarafından belirlenmelidir. Bununla birlikte ekipman ve boruların genel yönetimi ve güvenli işletilmelerinin sorumluluğu, tesis yöneticisi ve baş mühendise verilmiş durumdadır.

Genel kurallarla birlikte ekipman ve boruların; işletme prosedürlerinde bulunması gerekenler, acil olarak durdurulması (*shutdown*) gereken durumlar, tekrar işletmeye alınmaları, önleyici bakım işlemleri, onarımlar ve karakteristik özelliklerinin (tasarım basıncı ve sıcaklığı gibi) değiştirilmesi ve benzeri işletme aşamasında uyulması gereken kurallar bütünü de PNAE G-7-008-89 sayılı Düzenleme ile belirlenmiştir.

4.7.3 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler

2011 yılında OECD tarafından yayımlanan “İşletme Deneyimi Raporu: Sahte, Şüpheli ve Hileli Ürünler (*Operating Experience Report: Counterfeit, Suspect and Fraudulent Items*)” adlı rapora göre, CFSI’lar konusu Rusya Federasyonu’nda düzenleyici kurum tarafından önemli uyarı işaretleri alınan bir konu teşkil etmemektedir ve CFSI’ların tespiti, güvenlik açısından önemli ekipmanlar için gerekli sertifikalarının varlığı da dâhil düzenlemelere uyumun kontrolü ile yükümlü olan yerleşik denetçilerin rutin görevlerinin bir parçasıdır (NEA, 2011). Düzenleyici kurum RTN tarafından, sahte ve hileli faaliyetleri önleme, tespit etme, raporlama ve kavuşturmaya yönelik yazılı bir politika veya prosedür geliştirilmemiştir ancak CFSI’ların nükleer santrallere girişini önlemeye yönelik yeterli engellerin olduğuna inanılmaktadır (NEA, 2011). Öte yandan, nükleer santrallerde CFSI riskinin azaltılmasına yönelik öneriye de Rapor’da yer verilmektedir. Öneriye göre; ekipman, yedek parça ve malzemeleri için yeni bir tedarikçi olduğunda, lisans sahibi bu ürünleri güvenlik ile ilgili YSB’lerde kullanmadan önce diğer sistem ve ekipmanlarda kullanmalı, bunun mümkün olmaması halinde ise bu tür ürünlerin kullanımını, örneğin bir yıl boyunca, yalnızca bir güvenlik takımı (*safety train*) sınırlandırmaya çalışmalı ve ilk takımda olumlu bir deneyim elde ettikten sonra ürünlerin kullanımı diğer takımlara genişletmelidir.

Rusya Federasyonu’nda ekipmanların kurallara uyumunu sağlamaya yönelik, bu çalışmada da ele alınmış olan düzenlemeler mevcuttur. 170 sayılı Nükleer Enerjinin Kullanımına İlişkin Rusya Federasyonu Federal Kanunu uyarınca nükleer santrallerde kullanılan ekipmanlara yönelik uygunluk değerlendirmelerinin gerçekleştirilmesi zorunlu tutulmuş ve konu hakkındaki ayrıntılar NP-071-06 sayılı düzenleme ile belirlenmiştir. Ekipmanların uygunluk değerlendirme süreçlerinde yetkilendirilmiş kuruluşlar yer almakta ayrıca nükleer tesislerde kullanılacak güvenlik açısından önemli ekipman imalatçıları da RTN tarafından onaylanmaktadır.

5. ÜLKEMİZDEKİ MEVCUT DURUM ANALİZİ

5.1 Nükleer Güvenlik ve Düzenleyici Çerçeve

Ülkemizde, 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu'nun 4'üncü maddesinde yer alan nükleer enerji kullanımının düzenlenmesi ve denetlenmesine yönelik görevleri yapmak üzere Türkiye Atom Enerjisi Kurumu yetkilendirilmiştir (Kanun, 1982). Nükleer güvenliğin sağlanması amacıyla kanunla verilen görev ve yetkiler çerçevesinde, Kurum tarafından düzenlemeler yapılmakta ve bu düzenlemelere uyum izlenmektedir.

5.2 Ekipmanlara Yönelik Düzenlemeler

Ülkemizde, özellikle “nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar” için düzenlenmiş bir mevzuat bulunmamaktadır. Ancak, bu ekipmanları da kapsayacak şekilde nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanlar hakkında düzenlemeler mevcuttur. Ayrıca, hali hazırda ülkemizde konvansiyonel uygulamalar için geçerli olan ve aynı zamanda Fransa ve Finlandiya'nın tez içerisinde incelemeleri yapılmış nükleer düzenlemelerine temel teşkil eden veya uygulamalarında faydalanan AB Direktifi'nin Türkiye'deki uyarlaması olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği de yürürlüktedir. Bu bölümde, ülkemizdeki nükleer alandaki düzenleme ve yaklaşımların incelenecek, bunun yanı sıra konvansiyonel ekipmanları kapsayan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği hakkında da bilgi verilecektir.

5.2.1 Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük

18/11/1983 tarihli ve 83/7405 sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla yürürlüğe konulan Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük'ün amacı nükleer tesislere lisans verilmesine ilişkin esasları düzenlenmektedir (Tüzük, 1983). Tüzük ile nükleer tesislerin yer, inşaat ve işletme aşamaları için lisans verilmesi kurala bağlanmakta ancak ekipmanlar açısından ayrı bir lisans veya onay faaliyeti tanımlanmamaktadır. Diğer taraftan, Tüzük, nükleer santrallerde kullanılan ekipmanlar için üzerinde durulabilecek hükümleri haizdir.

Tüzük'ün 17'nci maddesinde “Sınırlı çalışma izni alan kurucu, reaktör ve çevre güvenliğiyle ilgili bina ve tesisler için temel yapımına, bunların dışındaki yapıların, sistemlerin ve

bileşenlerin yapımına başlayabilir” hükmü ve 2015 yılında yayımlanan Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik’in 4’üncü maddesinde “Bu Yönetmelik kapsamına giren ekipmanın imalatına Tüzüğün 17 nci maddesi uyarınca sınırlı çalışma izni alındıktan sonra başlanır” hükümleri yer almaktadır. Bu hükümler birlikte ele alındığında, söz konusu Yönetmelik kapsamına girmeleri nedeniyle nükleer tesisteki tüm sistem ve bileşenlerin imalatına SÇİ alınmasının ardından başlanabileceği kurala bağlanmaktadır.

Tüzük uyarınca, SÇİ, nükleer tesislere inşaat lisansı verilmesini oluşturan iki adımdan (SÇİ ve inşaat lisansı) ilkidir. SÇİ alabilmek amacıyla nükleer tesis kurucusu tarafından ön güvenlik analizi raporu (ÖGAR) sunulmaktadır. Tüzük uyarınca ÖGAR’da bulunması gereken bilgiler arasında özellikle nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik bir husus bulunmamakla birlikte, aşağıda alıntı yapılan Tüzük hükümlerinin, tesisin tüm ekipmanlarına yönelik bilgi talebi için gerek/dayanak oluşturabileceği değerlendirilmektedir:

- Projelendirme, inşaat, kalite temini, tesisin hizmete sokulması, işletilmesi ve hizmetten çıkarılması için uygulanması önerilen güvenlik ilkeleri, kriterleri ve standartları,
- Tesisin genel karakteristikleriyle yapıların, sistemlerin, bileşenlerin yerleşim planları ve projelendirme esasları,
- Yapıların, sistemlerin ve bileşenlerin sismik, güvenlik ve kalite sınıflandırmalarını gösteren listeler,
- Tesisin ana ve güvenlik sistemlerinin projelendirilmeleriyle ilgili bilgiler.

Ekipmanların imalatları sonrasında sunulması gereken belgeler açısından ise Tüzük ile belirlenen ve işletme lisansının adımlarından biri olan “hizmete sokma izni” kapsamındaki gereklere atıf yapılabilir. Tüzük’ün 23’üncü maddesindeki;

- Bileşen ve sistemlerin son projeleri,
- Bileşen ve sistemlerin işletme yönerge ve yöntemleri,
- Söz konusu bileşen ve sistemlerin kalite kontrolü ve teminiyle ilgili belgeler,

lisanslamanın ihtiyacına göre, ekipmanlara yönelik olarak TAEK tarafından en geniş anlamıyla yorumlanabilir. Buna ilave olarak işletme lisansı sürecinin bir sonraki adımı olan “Yakıt yükleme ve deneme işletmelerine başlama izni” başvurusu ile de “Nükleer güvenlik ve çevre güvenliğiyle ilgili bileşen ve sistemlerin hizmete sokulmaları sırasında yapılan denemelerin sonuçları ve değerlendirilmeleriyle ilgili bilgiler” TAEK’e sunulmalıdır.

Bu bilgiler ışığında, Tüzük ve Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik hükümleri birlikte değerlendirildiğinde, SÇİ sonrasında tüm ekipmanların imalatına başlanmasına izin verilmektedir. Ancak, SÇİ kapsamında ekipmanlar için yapılacak değerlendirme ve denetimlere temel teşkil edecek bilgi ve belgelerin açık ve net bir şekilde tanımlanmadığı değerlendirilmektedir. Bunların dışında, Tüzük’ün “Denetim” başlıklı 51’inci maddesi uyarınca nükleer tesislerin lisans aşamalarının tüm adımlarında, çalışmaların güvenlik standartları ve mevzuatına uygun yapılması zorunlu tutulmakta ve imalat aşaması dâhil bütün aşamalarda, TAEK’e, çalışmaları görme, ilgili tesislere girme, ilgili belgeleri isteme ve inceleme yetkisi verilmektedir. Bu yetkiler, doğal olarak nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanları da kapsamaktadır.

5.2.2 Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Özel İlkeler Yönetmeliği

Nükleer güç santrallerinde nükleer güvenlik hedeflerine ulaşılabilmesi için yetkilendirilen kişi tarafından uyulması gereken özel güvenlik ilkelerini düzenleyen 17/10/2008 tarihli ve 27027 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Özel İlkeler Yönetmeliği, nükleer tesislerde kullanılan bileşenlere uygulanacak bazı genel kuralları da belirlemektedir (TAEK, 2008a). Yönetmelik’in 9’uncu maddesi ikinci fıkrası “Santralde yer alan yapı, sistem ve bileşenler fonksiyonları ve güvenlik açısından önemlerine göre sınıflandırılarak ilgili standartlara uygun olarak tasarımlanır.” ve “Kalitenin Sağlanması” başlıklı 14’üncü maddesinin birinci fıkrası “Tasarımda yer alan tüm yapı, sistem ve bileşenler, kalite yönetimi programı ile desteklenen kanıtlanmış ve kabul görmüş teknik yöntem ve prosedürler kullanılarak güvenlik sınıfına uygun kalitede imal ve inşa edilir.” hükümlerini haizdir. Ancak, ekipmanların tasarım ve imalatlarında kullanılabilecek “standartlar” ve “teknik yöntem ve prosedürler” genel ifadeleri söz konusu Yönetmelik’te veya diğer düzenlemeler ile açıklığa kavuşturulmuş değildir. Benzer şekilde, Yönetmelik’in

“işletmeye alma” ve “işletme” başlıklı bölümlerde de bileşenleri de kapsayacak şekilde bazı hükümler yer almaktadır. Yönetmelik’in 14’üncü maddesi ikinci fıkrasında ise “Güvenlikle ilgili önemli ekipmanların tedarikçileri, yeterlilikleri bağımsız uzman kuruluşlarca kontrol edilmiş ve belgelendirilmiş olanlar arasından seçilir.” hükmü verilmektedir. Öte yandan, ekipman tedarikçilerinin yetkinlikleri konusu, Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına ilişkin Yönetmelik ile genişletilerek düzenlenmiş ve güvenlik açısından önemli ekipmanların tedarik sürecinde, sadece TAEK tarafından onaylanmış imalatçıların yer almasına izin verilmiştir.

5.2.3 Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Tasarım İlkeleri Yönetmeliği

17/10/2008 tarihli ve 27027 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Tasarım İlkeleri Yönetmeliği ile nükleer güvenlik hedeflerine ulaşılabilmesi için nükleer santral tasarımında uyulması gereken güvenlik ilkelerinin düzenlenmesi amaçlanmaktadır (TAEK, 2008b). Yönetmelik’te güvenlik sistem ve bileşenlerinin seçiminde ve tasarımında dikkate alınması gereken hususlar ayrıntısına girilmeden belirlenmiş ve güvenlikle ilgili YSB’lerin tesisin ömrü boyunca denetlenebilir olmaları zorunlu tutulmuştur. İlgili maddelerden; “ekipman vasıflandırması” kenar başlıklı 9’uncu maddede “Güvenlik sistem ve bileşenleri, çalışırken maruz kalacakları sıcaklık, basınç, radyasyon, titreşim ve nem gibi çevresel koşullara uygun olarak ve dış olaylar ile yaşanmanın etkileri de dikkate alınarak seçilir ve tasarımlanır.” ve “Güvenlik ekipmanlarının denetlenebilirliği” başlıklı 10’uncu maddede “Güvenlikle ilgili yapı, sistem ve bileşenler, yeterli bir güvenlik payı ile işlevlerini yerine getirebildiklerinin doğrulanması amacıyla, işletme ömürleri boyunca denetlenebilecek şekilde tasarımlanır.” hükümleri yer almaktadır. Bu çerçevede, Yönetmelik “nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanları” da kapsamakta ancak bu ekipmanlara ilişkin hükümler genel nitelikte kalmaktadır.

5.2.4 Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik

Nükleer güvenlik açısından önemli ekipman imalatı ve bunların imalatçılarına yönelik düzenlemeleri barındırması nedeniyle, 28/05/2015 tarihli ve 29369 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların

Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik (TAEK, 2015) üzerinde durulması gereken ayrı bir öneme sahiptir. Başta reaktör basınç kabı, buhar üreteçleri ve ana soğutma pompaları gibi en önemli nükleer basınçlı ekipmanlar olmak üzere nükleer güvenlik açısından önemli tüm basınçlı ekipmanlar bu Yönetmelik hükümlerine tabidir.

Yönetmelik, hem kurucular²² hem de nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanların imalatçıları için yükümlülükler getirmektedir. Yönetmelik'e göre nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanın tedarik sürecinde TAEK tarafından onaylanmış imalatçılar yer alabilmektedir. Yönetmelik'in 9'uncu maddesi uyarınca imalatçıların onaylanmasına ilişkin başvuruda istenen belgeler (idari nitelikte olanlar hariç) şu şekildedir:

- İmalatçının ISO 9001 veya uluslararası düzeyde geçerli bir kalite yönetim sistem belgesi,
- Türk Akreditasyon Kurumundan alınan, kalite yönetim sistem belgesinin Türk Akreditasyon Kurumu tarafından akredite edilen belgelendirme kuruluşları veya Uluslararası Akreditasyon Forumu Karşılıklı Tanınma Antlaşmasında yer alan akreditasyon kurumlarınca akredite edilmiş belgelendirme kuruluşları tarafından düzenlenmiş olduğunu gösterir yazı,
- İmalatçının; organizasyon yapısı, birimlerinin görev, yetki ve sorumlulukları, teknik personelinin yeterlilikleri ve vasıflandırma gerekleri ile tedarik yönetim ve kontrol sistemine ilişkin düzenlemeleri içeren kalite el kitabı ve ilgili prosedürleri,
- Başvurulan onay kapsamında yer alması talep edilen ekipman listesi,
- Listede yer alan ekipmanın tipi, özellikleri ve güvenlik sınıfını, bu ekipmanın imalat sürecinde kullanılan yürürlükteki mevzuat, kod ve standartların listesini, varsa sertifika ve işaretlerini, imalat yapılacak tesise ilişkin bilgileri, yapılacak iş kapsamında imalatçının altyapısının yeterliliğini, yazılım da dâhil olmak üzere üretim sistemlerini, teçhizatını ve geçmiş tecrübesini içeren bir rapor,

²² Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik ile “kurucu” ifadesi “Nükleer tesis kurmak üzere Kurum tarafından tanınmış olan tüzel kişilik” şeklinde tanımlanmaktadır (TAEK, 2015).

- Varsa imalatçının ilgili faaliyete ilişkin diğer ülkelerin düzenleyici kurumlarından almış olduğu yetki belgeleri.

Sözü edilen belgeler imalatçının onay almak için başvurduğu faaliyeti gerçekleştirebilme yeterliliği açısından değerlendirilmekte ve başvurusu uygun bulunan imalatçılar, onay başvurusunda listesini verdikleri ekipmanların imalatı için TAEK tarafından 5 yıllık bir süre için onaylanmaktadır. Nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanların tedarik sürecinde sadece onaylı imalatçılar yer alabilmekte, kurucular onaylı olmayan imalatçılarla sözleşme imzalayamamaktadır.

Yönetmelik, imalatçıların onaylanmasına dair içerdiği hükümlerin yanı sıra ekipmanın imalat sürecinin düzenleyici kontrol altında tutulması amacıyla Kurucu tarafından uyulması gereken “tedarike başlama izni”, “imalat bildirimi” ve “imalat onayı” uygulamalarını da düzenlemektedir.

Nükleer santral kurucusu olarak tanınan tüzel kişi ekipman tedarikine başlayabilmek için TAEK’den “tedarike başlama izni” almak zorundadır. Bu amaçla, kurucu, kalite yönetim sisteminin bir parçası olan tedarik yönetimine ilişkin dokümanlarını TAEK’e sunmakta ve bu dokümanlar, TAEK tarafından tedarik sürecinin yeterli ve net bir şekilde tanımlı olup olmadığı açısından değerlendirilmektedir. Değerlendirme sonucu başvurusu uygun bulunan kurucuya tedarike başlama izni verilmektedir.

Tedarike başlama izni alan kurucu, imalatına başlanacak güvenlik açısından önemli her bir ekipman için koşullu olarak TAEK’e bildirim yapmalı veya TAEK’den onay almalıdır. Yönetmelik’in 4’üncü maddesinde verilen “Bu Yönetmelik kapsamına giren ekipmanın imalatına Tüzüğün 17 nci maddesi uyarınca sınırlı çalışma izni alındıktan sonra başlanır.” hükmü ile ekipman imalatına başlanabilmesinde ayırıcı unsur SÇİ olarak belirlenmektedir. Buna göre, Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük uyarınca SÇİ almış olan kurucu nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanların imalatına başlayabilmek için “imalat bildirimi” yapacaktır. Kurucunun imalat bildirimi ile TAEK’e sunması gereken belgeler Yönetmelik’in 6’ncı maddesinde tanımlanmaktadır. Bunlar şu şekildedir:

- İmzalanmış sözleşme ve teknik şartnamelerin mali hususları karartılmış kopyaları,

- İmalat sürecinde uygulanacak olan mevzuat, kılavuz ve standartların listesi ile bu listede belirtilen mevzuat ve kılavuzlar,
- İmalatçının bu Yönetmelik hükümleri uyarınca almış olduğu imalatçı onay belgesinin bir kopyası,
- İmalatçı tarafından hazırlanan, Kurucunun bu ekipman için uygulayacağı denetimleri de içeren ve Kurucu tarafından onaylı kalite planı ve planda atıfta bulunulmuş prosedürler ile muayene ve test planları gibi ilgili tüm dokümanları,
- Ekipmanın imalat sürecinde yer alacak olan test, muayene ve gözetim kuruluşlarının, Türk Akreditasyon Kurumu tarafından veya Uluslararası Akreditasyon Forumu Karşılıklı Tanınma Anlaşmasında yer alan ulusal akreditasyon kurumları tarafından ilgili faaliyet alanında akredite edildiğini gösterir belge.

Tedarik sürecinin uzun olması nedeniyle SÇİ alınmadan önce imalatına başlanması gereken nükleer güvenlik açısından önemli ekipmanlar için ise TAEK'den “imalat onayı” alınmalıdır. İmalat onayı alabilmek için imalat bildirimi ile sunulan belgelere ek olarak;

- Ekipmanın tasarımını belirleyen sınırlayıcı unsurları ve bunların sayısal değerlerinden oluşan tasarım çerçevesi,
- Ekipmanın bu çerçeve içerisinde olduğunu gösteren tasarım bilgileri,
- Ekipmanın güvenlik fonksiyonlarını yerine getirebildiğini gösteren bir rapor

bilgi ve belgeleriyle birlikte kurucu tarafından TAEK'e başvuru yapılmaktadır. İmalat onayı başvurusu, ekipmanların tasarım çerçevesi ve güvenlik fonksiyonlarının yeterliliği açısından değerlendirilmekte ve başvuru uygun bulunursa ekipmanın imalatına başlanmasına izin verilmektedir. Yönetmelik uyarınca hem imalat bildirimi hem de imalat onayı sonrasında ekipmana ilişkin nükleer güvenlik denetimleri gerçekleştirilecektir.

Yönetmelik'te, ekipmanların test, muayene ve gözetim süreçlerinde yer alan kuruluşların onaylanmasını zorunlu kılan bir hükme yer verilmemektedir. Ancak, verilen hüküm gereğince, bu kuruluşların; ekipman imalatçıları ve tasarımcılar ile herhangi bir kurumsal bağı olmaması, belgelendirilmiş kalite yönetim sistemine ve benzer iş tecrübesine sahip olması ve yeterli sayıda nitelikli uzman çalışan bulundurması hususları kurucular tarafından dikkate alınmalıdır.

5.2.5 Nükleer santrallerde yapı denetimi

2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu'na 04/06/2016 tarihinde eklenen Ek Madde-1'e göre, nükleer santral sahalarındaki yapı denetimleri Kurum tarafından yetkilendirilecek tüzel kişiliğe sahip yapı denetim kuruluşları tarafından, bu kuruluşlar ile nükleer santralin lisans sahibi arasında akdedilen hizmet sözleşmesi çerçevesinde yapılacaktır (Kanun, 2016). Madde ile yetkilendirme ve denetime ilişkin usul ve esaslar ve diğer hususların, maddenin yürürlüğe girmesinden itibaren bir sene içerisinde Kurum tarafından çıkarılacak yönetmelikle düzenlenmesi öngörülmüştür.

Kanun ile verilen yetki ve görev neticesinde Kurum tarafından hazırlanan Nükleer Santrallerin Yapı Denetimi Yönetmeliği 31/03/2017 tarihli ve 30024 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (TAEK, 2017a). Yönetmelik'te nükleer santraldeki tüm YSB'lerin imalat, inşaat ve montaj işlerine yönelik denetimleri yapmak üzere denetim kuruluşlarının yetkilendirilmesine yönelik hususlar, nükleer yapı denetimi kuruluşunun görev, yetki ve sorumlulukları, Kurucunun sorumlulukları ve yapı denetimlerinin gerçekleştirilmesine ilişkin gerekler belirlenmiştir.

5.2.6 Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği

Ülkemiz mevzuatı açısından değinilmesi gereken bir diğer husus ise konvansiyonel basınçlı ekipmanların tasarım, imalat ve uygunluk değerlendirmelerine ilişkin gerekleri düzenleyen Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği'dir (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007). Yönetmelik, 3.1 numaralı alt bölümde incelenmiş olan AB Direktifi'nin ülkemiz mevzuatına uyarlamasıdır ve benzer gerekler içermektedir.

Yönetmelik'in 2'nci maddesinin 2'nci fıkrasında kapsam dışında tutulan ekipmanlar sayılmaktadır. Nükleer santrallerde kullanılacak basınçlı ekipmanlardan "Yanlış kullanım sonucunda radyoaktif yayıma sebep olabilecek, özellikle nükleer amaçlı kullanım için tasarlanan ekipmanlar" Yönetmelik'in kapsamı dışındadır. AB Direktifi ile aynı şekilde, basınçlı ekipmanların malzeme, tasarım ve imalat süreçlerinde uyulması gereken temel gerekler, ekipmanların kategorilere ayrılmasına ilişkin gerekler ve belirlenen kategorilere göre gerçekleştirilecek uygunluk değerlendirme işlemleri ile uygunluk değerlendirme

süreçlerinde yer alacak kuruluşlara ilişkin gerekler düzenlenmektedir. Ekipmanların uygunluk değerlendirme süreçlerinde sadece belirli modülleri (A1, C1, F ve G modülleri) gerçekleştirebilmek üzere yetkilendirilen “kullanıcı denetmenleri” ve tüm modülleri gerçekleştirebilecek “onaylanmış kuruluşlar” yer alabilmektedir. Uygunluk değerlendirme kuruluşları, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Yönetmeliğin yayımlandığı tarihte: Sanayi ve Ticaret Bakanlığı) tarafından yetkilendirilmekte ve yetkilendirilen kuruluşlar AB’ye bildirilmektedir. AB üyesi ülkelerde yerleşik “onaylanmış kuruluşlar”, karşılıklılık esası gözetilerek, “Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ve Onaylanmış Kuruluşlar Yönetmeliği” uyarınca Türkiye’de yerleşik olanlara denk kabul edilmektedir (Bakanlar Kurulu, 2012).

5.2.7 Sahte, hileli ve şüpheli ürünlere karşı tedbirler

Ülkemizde, CFSI’ların nükleer santrallere girmesinin ve bu santrallerde kullanılmasının önlenmesi amacıyla özel olarak hazırlanmış bir düzenleme bulunmamaktadır. Ancak, nükleer santrallerde kullanılan ekipmanların, belirli kalite seviyesini sağlamasına yönelik çeşitli düzenlemeler yapılmıştır ve bu düzenlemelerin, CFSI’ların nükleer santrallere girişine engel oluşturan yönlerini göz önüne almak mümkündür. Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik uyarınca nükleer güvenlik açısından önemli ekipman imalatçılarının onaylanması ve ekipman imalatına başlanmadan önce imalat onayı alınması veya imalat bildirimi yapılması gerekmekte ve ekipman imalat sürecinin düzenleyici kontrol altında tutulması amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, 08/04/2017 tarihli ve 30032 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Nükleer Tesislerde Yönetim Sistemi Yönetmeliği ile nükleer tesislerde kurulacak ve uygulanacak yönetim sistemlerine ilişkin gerekler belirlenmektedir (TAEK, 2017b). Yönetmelik, nükleer tesislerde tedarik edilecek her türlü hizmet ve ürünün yeterliliğini garanti altına almak üzere, kurucu tarafından tedarik sürecinin yönetilmesine ilişkin gerekleri de içermektedir.

6. DEĞERLENDİRME VE TÜRKİYE İÇİN ÖNERİLER

6.1 Değerlendirme

Haiz oldukları yüksek enerji nedeniyle doğaları gereği bir risk unsuru barındırmakta olan basınçlı ekipmanlar nükleer santrallerde kullanıldıklarında radyoaktivite olgusundan dolayı daha riskli hale gelmektedir. Bu ekipmanların yapısal bütünlüklerini ömürleri boyunca kaza koşulları da dâhil olmak üzere tüm işletme koşulları altında korumaları ve bunun sağlanacağı şekilde tasarlanmaları, imal edilmeleri ve işletilmeleri büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar üzerinde yürütülecek düzenleyici kontrol faaliyetlerine ayrı bir önem addedilmektedir. Örneğin, Fransa nükleer düzenleyici kurumu ASN bünyesinde “Nükleer Santraller Dairesi” ile aynı seviyede ve nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların güvenliğinin izlenmesinden sorumlu olan “Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Dairesi” bulunmaktadır (ASN, 2016). Nükleer basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, montaj/kurulum ve işletme aşamaları Daire tarafından gözetim altında tutulmakta ve lisans sahipleri, ekipman imalatçıları ve alt yüklenicileri ile denetim süreçlerinde rol alan kuruluşların düzenlemelere uyumu izlenmektedir (ASN, 2016). Nükleer enerji kullanımı açısından önde gelen ülkelerden olan Fransa’nın nükleer düzenleyici kurumunda görülen bu yapılanma nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için yürütülecek düzenleyici kontrol faaliyetlerinin önemini göz önüne sermektedir.

Bu çalışma ile nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne ilişkin dünyadan çeşitli yaklaşımlar incelenmiştir. Uluslararası kuruluşlar (IAEA ve WENRA) tarafından yayımlanan ve doğrudan sözü edilen ekipmanlara yönelik hazırlanmış herhangi bir kaynağa rastlanmamıştır. Ancak, bu kuruluşlar tarafından belirlenen ve bu ekipmanlara da uygulanacağı değerlendirilen tavsiye ve gereklere çalışma içerisinde değinilmiştir. Ülkelerde, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulmasında farklı yaklaşımlar benimsenebilmektedir. Bu ekipmanlara yönelik düzenlemelerin kapsamı, her ülkede farklılaşmakla birlikte, ekipmanların malzemelerine, tasarım, imalat, montaj, işletmeye alma ve işletme aşamalarına, uygunluk değerlendirme, test, muayene ve denetimlerine ve imalatçıları ile test, muayene, denetim kuruluşlarına yönelik gerekleri içermektedir. Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne ilişkin ülke yaklaşımları aşağıda özetlenmektedir.

ABD’de mevzuat ile (10 CFR) genel tasarım kriterleri ve kalite güvence gerekleri belirlenmiştir. Nükleer santrallerde kullanılacak ekipmanların kalite gruplarına ayrılması, NRC tarafından yayımlanan düzenleyici kılavuz uyarınca yapılmaktadır (NRC, 2007). PWR ve BWR tip nükleer santrallerde sistem ve bileşenlerin kalite gruplarına göre uygulanacak ayrıntılı kurallar (malzeme, tasarım, imalat, test, muayene ve aşırı basınçtan koruma) için ASME BPVC standardının ilgili bölümlerinin uygulanması mevzuat ile zorunlu tutulmaktadır (NRC Regulations, 2009e). Düzenleyici kurum NRC tarafından gerçekleştirilen değerlendirme ve denetimlerin yanı sıra nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların sözü geçen standartlarda yer alan kurallara uygunluğunun belgelendiği sertifikasyon faaliyetleri de ASME tarafından yürütülmektedir. Güney Kore’de de ABD ile benzer bir yaklaşım benimsenmiş durumdadır. Kanun, tüzük ve yönetmelikler ile genel kurallar belirlenmekte ve uyulması istenen ayrıntılı kuralları haiz kod ve standartların (KEPIC) uygulanması düzenleyici kurum genelgesi ile zorunlu tutulmaktadır. Kod ve standartlarda yer alan kurallara uyumun belgelenmesi amacıyla KEPIC sertifikasyon programı uygulanmaktadır. Düzenleyici kurum NSSC ve teknik destek kuruluşu KINS tarafından lisans sahibi ve ekipman tasarım ve imalatçıları denetlenmektedir.

Finlandiya ve Fransa’nın nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolündeki yaklaşımları benzerlik göstermektedir. Bu ülkelerde, temel kurallar²³ niteliğindeki gereklerin, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara özel hazırlanmış düzenlemelerle oluşturduğu anlaşılmaktadır. Temel kuralların karşılanması amacıyla ekipmanlara uygulanacak ayrıntılı kurallar için, bazı istisnalar dışında (örneğin, Finlandiya’da mukavemet analizleri için ASME standardına atıf yapılması), herhangi bir

²³ “Temel kurallar” veya “temel gerekler” ifadesi ile ASME veya benzeri herhangi bir kod ve standardın ayrıntılı teknik gereklerinden ziyade daha genel seviyede belirlenerek karşılanması istenen kurallar belirtilmektedir. Örneğin, AB Direktifi ve ülkemizdeki uyarlaması olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği’nde temel gerekler belirlenmekte (bkz. bölüm 3.1.4) ve herhangi bir standart zorunlu tutulmadan bunların karşılanması istenmektedir. Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği’nin dayandığı 29/06/2001 tarihli ve 4703 sayılı Ürünlerle İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun (Kanun, 2001) temel gerekler ifadesini “Ürünün; insan sağlığı, can ve mal güvenliği, hayvan ve bitki yaşam ve sağlığı, çevre ve tüketicinin korunması açısından sahip olması gereken asgari güvenlik koşulları” olarak tanımlamaktadır. Konu hakkındaki bir örnek de Finlandiya’dan verilebilir. Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin kuralların belirlendiği YVL E.3 sayılı Kılavuz’da, imalatın ASME BPVC veya bir nükleer düzenleyici tarafından onaylanmış başka bir standart uyarınca yapılması halinde söz konusu Kılavuz gereklerinin nasıl karşılandığının lisans sahibi tarafından gösterilmesi gerekmektedir. Bu durumda, YVL E.3 Kılavuz’u gereklerinin temel gerekler olduğu, ayrıntılı kuralları içeren standartların zorunlu tutulmadığı ve temel gerek niteliğindeki gereklerinin karşılandığının gösterilmesinin yeterli olduğu şeklinde bir değerlendirme yapılabilir.

endüstriyel kod ve standardın uygulanması zorunlu tutulmamaktadır. Her iki ülkede de bağımsız denetim kuruluşları yetkilendirilmekte ve böylece, bu kuruluşlar ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde ve bu kapsamda gerçekleştirilecek denetimlerde görev alabilmektedir. Nükleer güvenlik açısından en yüksek seviyede sınıflandırılan basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmeleri Fransa’da ASN sorumluluğunda ve denetim kuruluşlarının katılımıyla, Finlandiya’da ise STUK tarafından yerine getirilmektedir. Öte yandan, Fransa’nın yaklaşımı üzerinde ayrıca durmak uygun olacaktır. Fransa’da Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararname’si (ESPN, 2005) bu ekipmanları kapsamayan AB Basınçlı Ekipmanlar Direktifi ile oluşturulan düzenleyici altyapının son derece benzer bir şekilde nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için de hayata geçirilmesini sağlamaktadır. Kararname, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların malzeme, tasarım ve imalatları için sağlanması gereken temel güvenlik ve radyasyondan korunma gereklerini ve bu gereklere uyumun görülmesi amacıyla kullanılacak uygunluk değerlendirme prosedürlerini belirlemektedir. Nükleer dışı endüstriyel uygulamalardan farklı olarak, onaylanmış kuruluşlar nükleer alanda uygunluk değerlendirme faaliyetleri yürütmek için ASN tarafından ayrıca yetkilendirilmektedir (ASN, 2012).

Güney Afrika’da nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, sınıflandırma ve uygunluk değerlendirmelerinde uyulacak kurallar konvansiyonel basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenlemeler kapsamında çıkarılmamıştır (NNR, bt1). Basınçlı ekipmanlara uygulanacak sınıflandırma ve uygunluk değerlendirmelerine ilişkin kurallar AB Direktifi’ni temel almaktadır (NNR, 2011). Bununla birlikte nükleer düzenleyici kurum tarafından, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara konvansiyonel basınçlı ekipmanlar için kullanılan en üst seviye uygunluk değerlendirme gereklerinin uygulanmasının sağlanması gibi bazı ek tedbirler alınmış durumdadır (NNR, bt1).

Rusya Federasyonu’nda, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için uyulması gereken tasarım, malzeme, imalat, montaj, işletme, test, muayene ve denetim kuralları uyulması zorunlu düzenlemelerle ayrıntılı bir şekilde oluşturulmuştur (Energoatomizdat, 1990). Ekipmanların uygunluk değerlendirme faaliyetleri de ayrı bir düzenleme (RF Rules, 2007) ile belirlenen kurallar uyarınca yürütülmektedir. Uygunluk değerlendirme yöntemlerinden olan “ekipman kabulü” şeklinde yürütülecek faaliyetlerde sadece yetkilendirilmiş iki kuruluş yer alabilmektedir (Rosatom ve RTN, 2007). Düzenleyici kurum

RTN, nükleer santrallere tedarik edilen ekipman, bileşen, malzeme ve yarı mamullerin uygunluk değerlendirme faaliyetleri de dahil değerlendirme ve denetim faaliyetlerinde teknik destek kuruluşlarından destek almaktadır (RF Raporu, 2016).

Ülkemizde ise 2015 yılında yayımlanan Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik ile “tedarike başlama izni”, “imalat onayı” ve “imalat bildirimi” aşamaları tanımlanmış ve bu aşamalarda nükleer tesislere ekipman tedarik sürecinin ve ekipman imalatlarının başlatılabilmesi için TAEK’e sunulması gereken bilgi ve belgeler düzenlemiştir. Bu aşamalarda sunulan bilgi ve belgelerle, TAEK tarafından ekipman tedarik sürecinin denetlenmesi ve düzenleyici gözetim altında tutulması amaçlanmaktadır. Ancak, anılan Yönetmelik dâhil ülkemizde yürürlükte olan düzenlemelerde, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların tasarım, imalat, montaj, işletmeye alma ve işletme aşamalarına, kullanılacak malzemelere ve uygunluk değerlendirmelerine ilişkin gereklerin, örnek ülke incelemelerinde görülenlere benzer düzeyde kapsamadığı saptanmıştır. Örneğin ülkemizde, YSB’lerin imal ve inşa faaliyetlerinin güvenlik sınıflarına uygun kalite seviyesinde, kanıtlanmış ve kabul görmüş teknik yöntem ve prosedürler ile yürütülmesi gerekliliği hüküm altına alınmış fakat bu genel hükmü daraltan kurallar ve bunlara uyulduğunun anlaşılmasında kullanılacak kurallar belirlenmemiş durumdadır. Bir başka deyişle, ülkemizde nükleer basınçlı ekipmanlar için tasarım ve imalat süreçlerinde uyulması gereken temel kurallar belirlenmediği için bunlara uygunluğun değerlendirmesine yönelik herhangi bir düzenleme de mevcut değildir.

Bu noktada, ülkemizde uygulanmakta olan lisanslama yaklaşımından bahsedilebilir. "Nükleer Güç Santrallerinin Lisanslanmasına Esas Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar ile Referans Santralin Belirlenmesine İlişkin Yönerge" uyarınca, ülkemizde nükleer santralin lisanslanması sürecinde uygulanacak olan mevzuat, kılavuz ve standartları içeren listenin Kurucu tarafından hazırlanması ve TAEK tarafından bu listenin onaylanması gerekmektedir (TAEK, 2014a). Yönerge uyarınca, ülkemiz mevzuatında ve ilgili UAEA dokümanlarında yeterli bir şekilde düzenlemediği değerlendirilen konular için tasarımcı ülke mevzuatı da kullanılabilir. Buna göre, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara uygulanacak kurallar ve ekipmanların bu kurallara uygunluklarının değerlendirilmesi açısından da tasarımcı ülke mevzuatı kullanılabilir. Ancak, özellikle ilk nükleer santralin lisanslanmasında fayda sağlayacak bu uygulamanın süreklilik arz etmesinin, farklı

nükleer santral tasarımlarında farklı mevzuatların kullanılmasına sebep olacağı ve düzenleyicinin etkinliği üzerinde riskler barındırdığı söylenebilir. Böylesi bir uygulamanın yerini elde edilecek tecrübeler ışığında geliştirilecek ulusal düzenlemelere bırakmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Diğer taraftan, ülkemizde, nükleer dışı uygulamalarda kullanılacak basınçlı ekipmanlar için oluşturulmuş kurallar yürürlükte ve ekipmanların kurallara uygunluk değerlendirmelerinin onaylanmış kuruluşlar tarafından yerine getirilmesinin zorunlu olduğu altyapı da mevcuttur. Konu hakkında, Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği olarak uyarlaması ülkemizde de yürürlükte olan AB Direktifi (AB, 1997) kapsamında yürütülen faaliyetlerden kısaca bahsedilebilir. Direktif, AB'nin ürünlerin pazara sunulmasına ilişkin yaklaşımı çerçevesinde, ürünlere ilişkin temel güvenlik gereklerinin belirlenmesi ve bu gereklerin karşılanma durumunun tanımlı prosedürler ile değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Direktif, basınçlı ekipmanların arz ettikleri tehlike seviyelerine göre kategorilere ayrılmasında kullanılacak kuralları; malzeme, tasarım ve imalatları için temel güvenlik gereklerini; farklı kategorilerdeki ekipmanların tabi olacakları uygunluk değerlendirme prosedürlerini (modüller) ve uygunluk değerlendirme kuruluşlarının yetkilendirilmelerine ilişkin kuralları içermektedir. Kategorileri belirlenen basınçlı ekipmanların belirlenen temel güvenlik gereklerine uyumun imalatçılar tarafından sağlanması gerekmekte, gereklerin karşılandığının anlaşılması amacıyla Direktif uygunluk değerlendirme modülleri tanımlamakta ve uygunluk değerlendirme faaliyetleri onaylanmış kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu kuruluşların yetkilendirilmesi ve Direktif kapsamındaki basınçlı ekipmanların piyasa gözetimi ve denetimi²⁴ ise ülkelerdeki yetkili kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde, yetkili kuruluş²⁵ olarak Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği kapsamındaki ekipmanların piyasa gözetimi ve denetiminden Bilim, Sanayi ve

²⁴ Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği'nin dayanağı olan 4703 sayılı Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun'a (Kanun, 2001) göre "piyasa gözetimi ve denetimi" ifadesi "Yetkili kuruluşlar tarafından, ürünün piyasaya arzı veya dağıtımı aşamasında veya ürün piyasada iken ilgili teknik düzenlemeye uygun olarak üretilip üretilmediğinin, güvenli olup olmadığının denetlenmesi veya denetletirilmesi" anlamına gelmektedir.

²⁵ 4703 sayılı Kanun'a göre yetkili kuruluş ifadesi "Ürünlere ilişkin mevzuat hazırlamaya ve yürütmeye yasal olarak yetkili bulunan ve bu Kanun hükümlerini kendi görev alanına giren ürünler itibarıyla uygulayacak olan kamu kurum veya kuruluşunu" belirtmektedir (Kanun, 2001).

Teknoloji Bakanlığı (Yönetmelik'in yayımlandığı tarihteki adıyla Sanayi ve Ticaret Bakanlığı) sorumludur (Ekonomi Bakanlığı, 2017).

Önceki paragrafta bahsedilen AB Direktifi'nde, Direktif'in uyarlaması olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği'nde geçen şekliyle “yanlış kullanım sonucunda radyoaktif yayıma sebep olabilecek, özellikle nükleer amaçlı kullanım için tasarlanan ekipmanlar” kapsam dışı bırakılmaktadır. Nükleer basınçlı ekipmanların radyoaktivite kaynaklı tehlikeler nedeniyle arz ettikleri risk seviyesinin yüksekliği ve bunun sonucunda daha katı kurallara tabi olmaları ve bu kurallara uyumun da nükleer enerji alanındaki düzenleyici kurumlar tarafından gözetilmesi gerekliliklerinin bahsedilen kapsam dışı tutmadaki ana fikri oluşturduğu değerlendirilebilir. Bunun göstergesi olarak nükleer enerjiyi kullanan ve tez kapsamında ele alınan AB ülkelerinde, nükleer basınçlı ekipmanların tabi olacakları kuralların Direktif'te belirtilenlerden daha zorlayıcı olduğu saptanmıştır.

6.2 Türkiye’de Nükleer Santrallerde Kullanılan Basınçlı Ekipmanların Düzenleyici Kontrolüne Yönelik Model Önerisi

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulmasına yönelik çeşitli ülkelerde kullanılmakta olan yaklaşımlar çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmış ve 6.1 numaralı alt bölümde de bu yaklaşımların benzer ve farklı yönleri özetlenerek aktarılmıştır. İncelemelerde elde edilen bilgiler ışığında, ülkemizde nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolü için kullanılabilecek model önerisi bu bölümde yapılacaktır. Model önerisi kapsamında, öncelikle temel düzenleme önerisi sunulacak ardından ise önerilen düzenleme ile oluşturulacağı düşünülen düzenleyici altyapının etkin bir şekilde uygulanabilmesi için önerilerde bulunulacaktır.

6.2.1 Temel düzenleme önerisi

Ülkemizde nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne temel teşkil edecek, incelenen ülkelerde görülenlerle benzer kapsamda bir düzenlemenin mevcut olmadığı değerlendirilmektedir. Konvansiyonel basınçlı ekipmanlar için kuralların belirlendiği AB Direktifi'nin uyarlaması olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği'nin varlığına rağmen nükleer alandaki tespit edilen bu eksikliğin giderilmesi büyük önem arz etmektedir.

Genel olarak bakıldığında ekipmanlar için endüstriyel kod ve standartların kullanılmasının mevzuat ile zorunlu tutulup tutulmaması açısından iki farklı yaklaşım bulunmaktadır. Kod ve standartlar, nükleer santrallerin güvenli bir şekilde kurulması ve işletilmesi için kullanılan gerekler kümesinin temel teknik parçasını oluşturmakta ve başta basınçlı ekipmanlar olmak üzere YSB'lere uygulanacak malzeme, tasarım, imalat, test, muayene ve benzeri gerekleri ayrıntılı ve tutarlı bir şekilde sağlamaktadır. Kod ve standartların mevzuat ile zorunlu tutulması, tez kapsamında incelenen ülkelerden ABD ve Güney Kore'de uygulanan yaklaşımdır. ABD'de nükleer enerjinin kullanımına ilişkin kuralları da içeren gelişmiş kod ve standartların (ASME) varlığı buna izin vermektedir. Güney Kore'de de mekanik ekipmanlar için uygulanacak kuralların ASME ile uyumlu olarak geliştirildiği kod ve standartlar benzer şekilde kullanılmaktadır (ASME, 2012b). Ancak, ABD ve Güney Kore'de örneğine rastlandığı gibi ekipmanlar için uyulacak kuralları içeren kod ve standartların düzenleyici kurum tarafından belirlenmesinin, hem içinde bulunan aşama hem de örneğin ASME standartları ve buna bağlı uygunluk değerlendirme ve sertifikasyon sistemine benzer nitelikte bir altyapının bulunmaması nedeniyle ülkemiz için uygun olmayacağı değerlendirilmektedir. İlk nükleer santrallerin kurulma aşamasında olduğu ülkemizde; ASME, RCC-M veya Rusya Federasyonu standartları gibi tasarım ve imalat kurallarını içeren herhangi bir standardın nükleer santral projelerinde kullanılmasının zorunlu tutulması halinde, zorunlu tutulandan farklı menşeli standart kullanan nükleer santral tasarımlarının ülkemizde uygulanmasında zorluklarla karşılaşılacağı düşünülmektedir. Öte yandan, kurucuların seçimiyle kullanılacak kod ve standartlar konusunda dikkat edilmesi gereken husus ise çeşitli kod ve standartların farklı yönleriyle birleştirilmeden kendi içinde tutarlı bir şekilde kullanılması gerekliliğidir.

Önceki paragraftaki bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için uyulması gereken temel kuralların ve bu kurallara uyulduğunun belirlenebilmesi amacıyla yürütülecek test, muayene ve uygunluk değerlendirmelerine yönelik gereklerin belirlenmesi uygun olacaktır. Ülkemizde mevcut olmayan ve yönetmelik seviyesinde oluşturulabileceği değerlendirilen bu kapsamdaki düzenleme ile nükleer basınçlı ekipmanların ömür döngülerinde uyulacak kurallar ülke koşulları çerçevesinde belirlenebilecektir. Bunun sonucunda ülkemizde kurulması muhtemel farklı nükleer santrallerde kullanılacak ekipmanlar için aynı temel kuralların uygulanacak olması ile farklı nükleer santral tasarımlarına göre farklı tasarımcı ülke mevzuatının uygulanmasından

kaynaklanabilecek belirsizliklerin ortadan kalkacağı ve düzenleyici kontrolün etkinliğinin artacağı düşünülmektedir.

Nükleer basınçlı ekipmanların radyoaktivite olgusu nedeniyle arz ettikleri tehlike seviyelerinin yüksekliği göz önüne alındığında bu ekipmanlara uygulanacak gerekler için, ülkemizde de yürürlükte olan, konvansiyonel basınçlı ekipmanlara uygulanacak gereklerin bir referans noktası veya diğer bir deyişle asgari bir temel oluşturması gerektiği düşünülebilir. Bu düşünce, Avrupa Birliği'nde basınçlı ekipmanlara uygulanan düzenleme olan Basınçlı Ekipmanlar Direktifi'nin tez içinde ayrıntılı olarak incelenmesi fikrine temel teşkil eden hususlardan birisidir. Direktif, ekipmanların malzeme, tasarım ve imalatlarına ilişkin temel güvenlik gereklerini tanımlamakta ve hem tasarım hem de imalat aşamalarını kapsamayı amaçlanan uygunluk değerlendirmelerine tabi tutulmalarını gerektirmektedir. Ülkemizde nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin oluşturulması önerilen muhtemel düzenleme için, nükleer basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemesinde bu Direktif'i temel alan Fransa'nın yaklaşımı iyi bir örnek teşkil edebilir. Fransız Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararname'sinde, Direktif gerekleri nükleer kaynaklı riskler göz önünde bulundurularak güçlendirilmiş ancak ekipman sınıflandırmaları, temel güvenlik gerekleri, onaylanmış kuruluşlar ve yürütülecek uygunluk değerlendirmeleri gibi Direktif'in ana unsurlarına benzer şekilde yer verilerek Direktif'in genel yapısı korunmuştur. Özellikle, Direktif ile belirlenen uygunluk değerlendirme prosedürlerinin nükleer alanda da kullanımına olanak sağlanmasının, benzer altyapının kullanılabilmesi açısından avantaj getirmesi nedeniyle önemli olduğu düşünülmektedir.

Ülkemiz mevzuatına Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği olarak uyarlanmış olan ve uzun yıllardır uygulanmakta olan Direktif gereklerinin, Fransa örneğine benzer şekilde ek gereklerle güçlendirilmesi ve nükleer basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulması amacıyla ülkemizde yapılacak düzenlemelerde de temel olarak kullanılması anlamlı görülmektedir. Ülkemizde, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için bu yaklaşımla hazırlanacak bir düzenleme ile;

- Ekipmanların arz ettikleri tehlike seviyelerine göre sınıflandırılmalarına ilişkin gerekler,

- Ekipmanların malzemelerine ve tasarım ve imalat aşamalarına uygulanacak temel gerekler,
- Radyasyondan korunma gereklerinin belirlenmesine ilişkin gerekler,
- Dereceli yaklaşımla güvenlik sınıflarına göre yürütülecek ve ekipmanların tasarım ve imalat aşamalarının kurallara uygunluğunun anlaşılması amacıyla gerçekleştirilecek uygunluk değerlendirme prosedürleri,
- Ekipmanların montaj ve işletmeye alma aşamaları ile bu aşamalarda yürütülecek başta basınç sızdırmazlık testi olmak üzere test ve denetimlerine ilişkin gerekler,
- Ekipmanların işletme aşamalarına ve bu aşamalarda yürütülecek tadilat, bakım, izleme ve hizmet içi denetimlere ilişkin gerekler

belirlenebilecektir. Böylesi bir düzenleme hazırlanması halinde, imalatçılar tarafından kullanılan kod ve standartlardan bağımsız olarak oluşturulan temel gereklerin karşılanması ve bu durumun uygunluk değerlendirme prosedürleri ile gösterilmesi gerekecek ve böylece uygulanabilirliği tecrübe edilmiş bir altyapı nükleer alanda oluşturulabilecektir. Bunun sonucu olarak, ülkemizde kurulması muhtemel farklı nükleer santrallerde kullanılacak basınçlı ekipmanlara uygulanacak gerekler ve uygunluk değerlendirmeleri için farklı tasarımcı ülke mevzuatının kullanılmasının meydana getirebileceği zorlukların da önüne geçilebilecektir. Ayrıca, Direktif'in genel yapısına ve zorunlu kıldığı gereklere imalatçılar ve uygunluk değerlendirme kuruluşları gibi süreçlerde yer alan kuruluşlarca aşına olunduğu varsayıldığında bu durumun, benzer kapsamda hazırlanacak düzenleme ile nükleer basınçlı ekipmanlara yönelik uygulamalar açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Önerilen kapsamda bir düzenlemenin hayata geçirilmesi, Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik'in imalatçıların onaylanmasına ilişkin hükümleri hariç nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara uygulanan hükümlerinde bazı değişiklikler yapılması gerekliliğini doğuracaktır. Sözü edilen ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik gereklerin, önerilen düzenleme kapsamında olacak olması nedeniyle basınçlı ekipmanlara uygulanacak imalat onayı, bildirim ve benzeri hükümlerin anılan Yönetmelik kapsamından çıkarılması gerekecektir.

Öte yandan, düzenlemelerin oluşturulmasında bir hususu da vurgulamak gerekmektedir. Ülkemizde düzenlemelerin geliştirilmesi amacıyla Fransa veya benzeri belirli bir ülke

düzenlemesi örnek olarak alınması halinde, sadece örnek alınan düzenleme değil ülkedeki ilgili düzenlemelerin ayrıntılı olarak incelenmesinin ve ülkeye has koşulların ülkemiz koşullarıyla birlikte iyi anlaşılmasının önemi de göz ardı edilmemelidir.

6.2.2 Temel düzenleme önerisinin uygulanmasına yönelik öneriler

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik model önerisi kapsamında oluşturulması muhtemel altyapı, ekipmanların tasarım ve imalat süreçlerine ilişkin kurallara uyumunun gözetileceği uygunluk değerlendirme faaliyetlerinin etkin ve sorunsuz bir şekilde uygulanabilmesi bakımından bazı önerilerin yapılmasını da gerektirmektedir. Bunlar, nükleer santrallerde kullanılan ekipmanların imalatlarının başlatılmasına temel teşkil edecek değerlendirmelerin lisanslama sürecindeki yeri ve ekipmanların uygunluk değerlendirme süreçlerinde yetkilendirilmiş kuruluşların yer alması konularına ilişkindir.

6.2.2.1 Ekipmanların imalatlarına başlanabilmesine ilişkin yetkilendirmenin lisanslama sürecindeki yeri

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar hakkında yürütülecek ve imalatlarının başlamasına yönelik izne temel teşkil edecek değerlendirmelerin nükleer santrallerin lisanslanma süreci içindeki yerinin örnek ülke incelemeleri ile birlikte ele alınması uygun olacaktır. Finlandiya’da, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin ayrıntılı teknik bilgi (hesaplamalar, konstrüksiyon ve imalat çizimleri, malzemeler, imalat yöntemleri ve ilgili prosedürler vb.) içeren konstrüksiyon planının ekipmanların güvenlik sınıfına göre STUK veya STUK tarafından onaylanmış denetim kuruluşlarına sunulması gerekmekte ve ekipman imalatlarına, konstrüksiyon planlarının STUK veya denetim kuruluşu tarafından değerlendirilerek onaylanması sonrasında başlanabilmektedir (STUK, 2013a). Konstrüksiyon planının inşaat lisansı almış olan lisans sahibi tarafından sunulması gerektiği de göz önüne alındığında, değerlendirme sürecinin ekipmanların kullanılacağı tesisin inşaat lisansı değerlendirmesinden ayrı olarak inşaat lisansı verilmesi sonrasında yürütüldüğü sonucu ortaya çıkmaktadır.

Fransa’da, nükleer basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolü bu ekipmanlara özel düzenleme kapsamında yürütülmekte, düzenleme ile söz konusu ekipmanların malzeme,

tasarım ve imalatları açısından uyulacak kurallar ve bu kurallara uyumun anlaşılması amacıyla yürütülen uygunluk değerlendirmelerinde kullanılacak prosedürler belirlenmiş durumdadır. Finlandiya’da olduğu gibi ekipmanlara ilişkin birçok teknik bilginin değerlendirildiği ve denetimlerin gerçekleştirildiği uygunluk değerlendirme süreçlerinin, tesisin inşaat lisansı değerlendirmesi içinde yürütüldüğüne dair herhangi bir bilgiye rastlanmamakla birlikte, ASN’nin Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Dairesi ve onaylı denetim kuruluşları tarafından inşaat lisansı değerlendirmelerinden ayrı olarak yürütüldüğü anlaşılmaktadır.

Ülkemizde ise ekipman imalatlarına başlanabilmesi için iki ayrı süreç uygulanabilmektedir. Ekipmanların kullanılacağı tesis için inşaat lisansı başvurusu ile sunulan belgeler üzerinden yapılan değerlendirmeler sonucunda, inşaat lisansı öncesi verilen SÇİ, söz konusu süreçleri ayıran unsur durumundadır. Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik uyarınca SÇİ alınmadan önce ekipman imalatlarının başlatılabilmesi için ekipmana ilişkin tasarım çerçevesi ve güvenlik fonksiyonlarının yeterliliği TAEK tarafından değerlendirilmektedir. SÇİ alındıktan sonra ise ekipmanlar için söz konusu değerlendirmeler yapılmamakta ve ekipmanların imalatlarına anılan Yönetmelik uyarınca yapılan imalat bildirimleri ile başlanabilmektedir. Temel öneri olarak sunulan ve nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için uyulacak kuralları içermesi önerilen düzenleme ile belirlenecek kurallara uyumun anlaşılması amacıyla yürütülecek uygunluk değerlendirme faaliyetlerinin ekipmanların imalatlarına başlanabilmesi için gerçekleştirilecek değerlendirmeleri de içereceği göz önüne alındığında, SÇİ’nin ekipmanlar için yürütülecek değerlendirmelerin kapsamını daraltan durumunun ortadan kaldırılması yerinde olacaktır. Ayrıca, ekipmanların inşaat lisansı ile uyumluluğunun sağlanabilmesi amacıyla tedariki uzun süren ekipmanların istisnası ile birlikte ekipman imalatlarına inşaat lisansı sonrasında başlanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bu önerilerin gerçekleştirilebilmesi için ise Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük ve Nükleer Tesisler için Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik’in ekipman imalatlarına başlanması hakkındaki hükümlerinde değişiklik gerekecektir.

6.2.2.2 Uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak kuruluşlar

Bir nükleer santralde kullanılmak üzere imal edilecek nükleer güvenlik açısından önemli basınçlı ekipmanların sayısındaki fazlalık dikkate alındığında, bu ekipmanların tümü için gerçekleştirilecek uygunluk değerlendirme faaliyetlerinin büyüklüğü sezilebilir. Örneğin, sadece Flamanville nükleer santralinin 3'üncü ünitesinde kullanılacak nükleer basınçlı ekipmanların imalat faaliyetleri kapsamında;

- 2014 yılında, ASN ve onaylanmış denetim kuruluşları tarafından 5.654 adam-güne denk gelen 3.490 denetim (ASN, 2015),
- 2015 yılında, ASN ve onaylanmış denetim kuruluşları tarafından 10.133 adam-güne denk gelen 4.483 denetim (ASN, 2016) ve
- 2016 yılında, onaylanmış denetim kuruluşları tarafından 14.639 adam-güne denk gelen tasarımıla ilgili belge üzerinden yapılan 1.687 denetim dâhil 10.141 denetim (ASN, 2017)

gerçekleştirilmiştir. Aynı kaynaklara göre, bu denetim sayıları sadece nükleer basınçlı ekipmanların tasarım ve imalatına ilişkin uygunluk değerlendirme faaliyetleri kapsamındadır ve işletmedeki reaktörler için birincil ve ikincil sistemlerin ekipman yedek parçalarının tasarım ve imalatına yönelik uygunluk değerlendirmeleri kapsamındaki denetimleri içermemektedir. Düzenleyici kurum tarafından ülkemizdeki mevcut koşullarda kabaca bu sayılarda denetimlerin gerçekleştirileceği, bir uzmanın her denetim başına denetim öncesi hazırlık ve sonrasındaki raporlama dâhil yaklaşık 10 iş günü harcayarak yılda 25 denetim yapabileceği, her denetimin sadece bir uzmanla gerçekleştirileceği, denetçilerin konularında son derece uzman oldukları, denetimle ilgili prosedürlerin hazır olduğu ve uzmanların denetimi bitirir bitirmez diğer denetime başlayacakları varsayıldığında, bahsi geçen yıllara ilişkin sırasıyla yaklaşık 140, 180 ve 400 uzman denetçi sayısı elde edilmektedir. Doğal olarak bu koşulların gerçekte sağlanabilmesi pek olası görünmemekle birlikte sadece sınırların anlaşılması için irdelenmektedir. Aynı zamanda bir nükleer santralin gerçekleştirilmesi ve işletmeye geçmesi sürecinde, yıllara bağlı olarak denetim sayılarının büyük oranda değişim göstereceği de görülmektedir. Birden fazla ünitenin denetim faaliyetlerinin çakışması durumunda bu değişimin daha da artacağı düşünüldüğünde, kurumsal anlamda nispeten kararlı bir yapısı olması gereken düzenleyici

kurumların, bu derece fazla sayıda ve aynı zamanda ihtiyacın kısa sürelerde değişkenlik gösterdiği bir insan kaynağını barındırmalarının anlamlı olup olmayacağı sorusu karşımıza çıkmaktadır. Dünya üzerindeki uygulamalara bakıldığında, ASME ve KEPIC örneğinde olduğu gibi bu organizasyonların ekipman vasıflandırılmalarında etkin rol aldığı bir sistemin kullanılabildiği veya düzenleyici kurumların uygunluk değerlendirme ve buna bağlı denetim faaliyetlerini sadece belirli sayıda ve güvenlik açısından yüksek önemi haiz ekipmanla sınırlandırabildikleri ve bunun dışındakiler için yetkilendirilmiş kuruluşlardan yararlanabildikleri görülmektedir.

Finlandiya’da, STUK, onayladığı denetim kuruluşlarına nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik denetim ve gözetim hakkı tanımaktadır (STUK, 2013a). STUK tarafından onaylanmış 4 denetim kuruluşu mevcut durumdadır (STUK, 2016c). Denetim sorumluluklarının paylaşımına ilişkin hususlar STUK tarafından belirlenmekte ve paylaşımına göre, onaylanmış kuruluşlar güvenlik sınıfı 2 ve 3 ekipmanların STUK tarafından yürütülmeyen değerlendirme ve denetim süreçlerinde rol almaktadır (STUK, 2013a). Ülkedeki sınıflandırmaya göre en üst sınıfta yer alan ekipmanların imalat, montaj ve işletmeye alma aşamasındaki tüm değerlendirme ve denetimleri ise STUK tarafından gerçekleştirilmektedir.

Fransa’da nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde, Finlandiya örneğindeki gibi, sadece ASN tarafından onaylanmış kuruluşlar görev yapabilmektedir. ASN tarafından onaylanmış 4 denetim kuruluşu ve bir kullanıcı denetmeni (bkz. bölüm 4.4.3.5) yetkilendirilmiştir (ASN, 2017). Ülkedeki sınıflandırmaya göre en üst sınıf olan N1 sınıf²⁶ nükleer basınçlı ekipmanlar için uygunluk değerlendirmeleri ASN sorumluluğunda yapılmakta ve ihtiyaca göre onaylanmış kuruluşlardan da destek alınmaktadır (ESPN, 2005). N2 ve N3 sınıf ekipmanlar için ise denetim kuruluşları düzenleyici faaliyetlerden sorumlu olarak bağımsız bir şekilde denetimlerini gerçekleştirmekte ve ASN bu kuruluşların eylemlerini denetlemektedir (WENRA, 2012). Onaylanmış denetim kuruluşları; Finlandiya’da kurucu, Fransa’da imalatçı ve diğer bir örnek olarak benzer bir

²⁶ Bölüm 4.4.3.4’de tanımlanan ve asgari olarak buhar sağlama sistemlerinin ana birincil ve ikincil çevrim sistemlerini oluşturan nükleer basınçlı ekipmanları içereceği anlaşılan N1 sınıfının, genel sınıflandırma yaklaşımlarına göre daha fazla ekipman içerdiği değerlendirilmektedir.

yetkilendirmenin yapıldığı İsviçre’de ise düzenleyici kurum ile sözleşme yaparak çalışabilmektedir (WENRA, 2012).

AB Direktifi’nin uyarlaması olarak ülkemizde yürürlükte olan Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği hükümleri çerçevesinde de Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (Yönetmelik’in yayımlandığı tarihteki Sanayi ve Ticaret Bakanlığı) tarafından uygunluk değerlendirmelerinde görev yapacak kuruluşlar yetkilendirilmekte ve ekipmanların Yönetmelik ile belirlenen kurallara uyumunun anlaşılması amacıyla gerekli işlemler bu kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Bu nedenlerle, konularında uzman denetim kuruluşlarının yetkilendirilerek ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde görev alabilmelerine yönelik Finlandiya ve Fransa’da benzerleri görülen ve AB Direktifi uygulamaları çerçevesinde hâlihazırda ülkemizde kullanılan yaklaşımın, nükleer alanda da uyarlanarak uygulanabileceği düşünülmektedir.

Bu bağlamda:

- Güvenlik açısından yüksek önemi haiz ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinin düzenleyici kurum kontrolünde gerçekleştirilmesi,
- Nükleer güvenlik açısından önemli diğer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirme faaliyetleri için kuruluşların yetkilendirilmesi ve bu kuruluşların kurucu veya imalatçı ile çalışarak faaliyetlerini gerçekleştirmesi,
- Yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından uygunluk değerlendirme faaliyetlerinin uygun bir şekilde yürütülmesinin sağlanması amacıyla, bu kuruluşların düzenleyici kurumun gözetimine ve yaptırımına tabi olması,

ile nükleer basınçlı ekipmanlar üzerinde düzenleyici kontrolün sağlanması önerilmektedir.

Öneri, uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak kuruluşların yetkilendirilmelerini gerektirmektedir. Denetim kuruluşlarının onaylanması hakkında ülkemizde de düzenleme yapılmış ve Nükleer Santrallerin Yapı Denetimi Yönetmeliği (TAEK, 2017a) ile ekipman imalat süreçlerini de kapsayacak şekilde görev yapacak yapı denetim kuruluşlarının onaylanmasına ilişkin kurallar belirlenmiştir. İncelemesi yapılan ülkelerde de görülebilen

denetim kuruluşlarının onaylanması konusunda ülkemizde de uygulamaya geçilmiş olması önemli bir gelişmedir. Yönetmelik'e göre bu kuruluşlar tarafından gerçekleştirilen denetimler, kurucu tarafından yaptırılmakta ve Kurum'un düzenleyici denetimleri yerine geçmemektedir. Kurum tarafından anılan Yönetmelik çerçevesinde yetkilendirilen kuruluşların, ekipmanlar için oluşturulması önerilen uygunluk değerlendirmesi süreçlerinde görev yapmasının önünde bir engel bulunmadığı düşünülmektedir. Ancak, nükleer basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde yer alacak kuruluşlar için anılan Yönetmelik uygulamaları dışında bir yetkilendirme yapılması uygun görülürse Fransa'nın konuya yaklaşımının örnek olarak alınabileceği düşünülmektedir. Fransa'da, endüstriyel basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde yer almak üzere AB Direktifi uyarınca onaylanmış kuruluşlar için ASN tarafından ayrıca bir yetkilendirme yapılmakta (ASN, 2012) ve bu kuruluşlar nükleer santrallerde kullanılacak basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirme faaliyetlerinde görev alabilmektedir. Benzer nitelikte bir uygulama ile nükleer santrallerde kullanılacak basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde yer almak üzere yetkilendirilecek kuruluşların Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği veya daha genel bir şekilde AB Direktifi uyarınca onaylanmış olmalarının ön koşul olarak kullanılarak TAEK tarafından ayrı bir yetkilendirme yapılabileceği değerlendirilmektedir.

Diğer taraftan, ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde görev almak üzere yetkilendirilecek kuruluşların yetkinlikleri ve gözetimine ilişkin Finlandiya'da uygulanan yaklaşım üzerinde durulabilir. Finlandiya'da, STUK tarafından onaylanacak kuruluşlar, bir ön koşul niteliğinde, SFS EN ISO/IEC EN 17020 (Uygunluk değerlendirmesi- Çeşitli tipteki muayene kuruluşlarının çalışmalarına ilişkin genel şartlar) standardı ile belirlenen Tip A muayene kuruluşu gereklerini sağlamalıdır (STUK, 2013d). STUK, kendi onay sürecinden ayrı olarak akreditasyon sürecindeki değerlendirmelere de nükleer güvenlik uzmanı olarak katılmaktadır. Onaylanan kuruluşlar, kurumsal işleyişleri hakkında yıllık rapor; gerçekleştirdikleri denetimler ve güvenlik açısından önemli bulguları hakkında da üçer aylık rapor sunmakla yükümlüdür (STUK, 2013d). Ülkemizde ise hâlihazırda Nükleer Santrallerin Yapı Denetimi Yönetmeliği ile oluşturulan altyapıda benzer kapsamlı gerekler bulunmamaktadır. Bu çerçevede, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların uygunluk değerlendirmelerinde yer almak üzere onaylanacak kuruluşların akreditasyon ve raporlama gereklerine, Nükleer Santrallerin Yapı Denetimi Yönetmeliği'nde veya bu

kuruluşlar onaylanmalarına ilişkin yeni bir düzenleme yapılması halinde o düzenlemede yer verilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

6.3 Genel Bulgu ve Öneriler

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik ortaya konan temel öneri ve temel önerinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesine yönelik önerilerle birlikte incelemeler sonucunda ön plana çıkarılabileceği değerlendirilen bulgular ve ülkemiz uygulamalarında da kullanılabileceği düşünülen çeşitli öneriler belirlenmiştir. Söz konusu bulgu ve öneriler, birbirinden bağımsız çeşitli konulara ilişkin olmaları nedeniyle herhangi bir gruptandırma yapılmadan maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

- İncelemelerde, nükleer santrallerde kullanılan ekipmanların tedarik sürecinin kurucu, tedarikçi ve imalatçılara yönelik sıkı kurallar ile düzenleyici kontrol altında tutulmasının CFSI'ların nükleer santrallere girmesini engellemeye yönelik tedbirler arasında sayıldığı tespit edilmiştir. Öte yandan, CFSI'lara özgü düzenlemelere de rastlanmakta ve bunlar arasında Güney Kore'nin uygulamaya koyduğu tedbirler ön plana çıkmaktadır. Nükleer santrallerde tahrifata uğramış raporlara sahip ekipmanların belirlenmesi nedeniyle yakın zamanda santral faaliyetlerinin durdurulmasına kadar uzanan süreçlerin yaşandığı Güney Kore'de CFSI'lara karşı alınan tedbirler kapsamında, lisans sahibinin güvenlikle ilgili sorunları raporlaması ve bu sorunlar nedeniyle tedarikçilere yönelik denetimler yürütmesi Kanun (NSA, 2011) ile zorunlu tutulmuştur. Ülkede, daha önce sadece lisans sahiplerine yönelik gerçekleştirilen düzenleyici denetimler; tasarımcı, imalatçı ve test kuruluşlarını da içerecek şekilde genişletilmiş, Nükleer Güvenlik Ombudsmanı sistemi ile nükleer tesislerde saptanan sorunlar hakkında ihbar sistemi kolaylaştırılmış ve ihbarlarda bulunulması teşvik edilmiş, ekipman test kuruluşlarının akredite olması zorunlu tutulmuş ve lisans sahiplerine yönelik yürütülen kalite güvence denetimleri güçlendirilmiş ve sıklaştırılmıştır (Güney Kore Raporu, 2016). İncelemelere konu diğer ülkelerden ABD ve Fransa'da nükleer santrallerde tespit edilen CFSI'ların düzenleyici kuruma bildirilmesine ilişkin düzenlemeler bulunmaktadır. Finlandiya ve Güney Afrika'da ise lisans sahiplerinin, sahte ve hileli ürünlerin tedarik edilmesini önlemeye yönelik prosedürlere sahip olmaları gerekliliğine düzenlemelerde yer

verilmiştir. Konu hakkındaki uygulamalar dikkate alındığında ülkemizde de, nükleer santrallerde tespit edilen CFSI'ların düzenleyici kuruma bildirilmesini ve lisans sahiplerinin sahte ve hileli ürünlerin nükleer santrallere tedarik edilmesinin önlenmesine ilişkin prosedürlere sahip olmasını gerektirecek hükümlere düzenlemelerde yer verilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, ülkemizde de, CFSI'lar konusunda yoğun endişeye mahal veren bir durumun oluşması halinde Güney Kore'de uygulamaya konulan ekipman test kuruluşlarının akreditasyonu ve Nükleer Güvenlik Ombudsmanı gibi önlemlerin benzer şekilde uygulanmak üzere göz önünde bulundurulabileceği düşünülmektedir.

- AB Direktifi'nde ve Finlandiya Nükleer Enerji Kanunu'nda basınçlı ekipmanların “nükleer” ve “konvansiyonel” basınçlı ekipmanlar şeklinde ayrılması ekipmanlarda bulunması gereken iki koşul üzerinden yapılmaktadır. Bunlar, basınçlı ekipmanların “özellikle nükleer tesisler için tasarlanmış olmaları” ve “arızalanmaları durumunda radyoaktif madde salımına yol açmaları”dır. Finlandiya'da Kanun ile belirlenen tanımın yanı sıra, YVL E.3 sayılı güvenlik kılavuzu uyarınca basınçlı ekipmanların nükleer ve nükleer olmayan olarak ayrılması güvenlik sınıfları uyarınca yapılmakta ve güvenlik açısından önemli sınıflarda yer alan basınçlı ekipmanlar “nükleer basınçlı ekipman” olarak addedilmektedir. Fransa'da ise basınçlı ekipmanların “nükleer” veya “konvansiyonel” olarak belirlenmelerinde farklı bir yöntem benimsenerek ekipmanların arızalanmaları durumunda ortaya çıkabilecek muhtemel salım değerlerine ilişkin bir sınır değerin belirlendiği ve bu hususun nükleer basınçlı ekipmanların belirlenmesinde ana unsur olarak kullanıldığı görülmüştür. Ülkemizde nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin kuralları belirleyecek bir düzenleme yapılması durumunda basınçlı ekipmanların nükleer ve nükleer olmayan olarak ayırımına ilişkin gerekler belirlenirken bu yaklaşımların göz önünde bulundurulması faydalı olacaktır.
- Nükleer basınçlı ekipman olarak belirlenen ekipmanların sınıflandırmaları ise ayrıca ele alınmalıdır. Fransa'da Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların hem arızalanmaları durumunda ortaya çıkabilecek nükleer kaynaklı riskler hem de içerdikleri akışkanın basınç ve sıcaklığı nedeniyle oluşan endüstriyel riskler temelinde sınıflandırılmalarını gerektirmektedir.

Finlandiya’da ise nükleer tesis YSB’leri için uygulanan genel yaklaşıma göre nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar güvenlik sınıflarına (1, 2, 3 ve nükleer olmayan sınıf) ayrılmaktadır. Rusya Federasyonu ve ABD’de de ekipmanlara ilişkin sınıflandırma ve gruplandırma yapıldığı ve bu ekipmanlara uygulanacak gereklerin de sınıflar temelinde değiştiği görülmüştür. Ülkemizde ise nükleer tesislerin tüm YSB’leri için ekipman sınıflandırmalarına ilişkin bir düzenleme yapıldığı takdirde Finlandiya’ya benzer bir yaklaşımın kullanılabileceği bu kapsamda öncelikle ekipmanların güvenlik sınıflarına göre “nükleer” ve “konvansiyonel” olarak belirlenebileceği ve “nükleer basınçlı ekipmanların” da kendi içerisinde güvenlik sınıflarına göre ayrılabilmesi düşünülmektedir. Ekipman sınıflandırmalarına ilişkin genel bir düzenleme yapılmasına karar verilmesi durumunda, UAEA tarafından yayımlanan SSG-30 numaralı Nükleer Güç Santrallerinde Yapı, Sistem ve Bileşenlerin Güvenlik Sınıflandırması Hakkında Özel Güvenlik Kılavuzu hazır bir rehber olarak kullanılabilir durumdadır.

- İncelenen ülkelerde, nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin süreçlerde uygulanacak kuralların düzenlemelerde çeşitli standartlara atıf yapılması ve standart gereklerinin karşılanmasının zorunlu tutulması şeklinde belirlenebildiği görülmüştür. ABD ve Güney Kore’de örneği görülen tüm yönleriyle ekipmanların uyacakları kuralları içeren kod ve standartların düzenleyici kurum tarafından belirlenmesinin ülkemiz için uygun olmayacağına ilişkin değerlendirme 6.2 numaralı alt bölümde yapılmıştır. Bununla birlikte, bazı münferit hallerde standartlara atıflar yapılması ise karşılaşılabilen bir durumdur. Örneğin, Finlandiya’da nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin düzenlemelerde çeşitli konular için (imalatçıların yönetim sistemlerine, mukavemet analizlerine, NDT uygulayacak personele ilişkin gerekler vb.) ilgili ASME veya ISO standartlarının uygulanmasına yönelik atıflar bulunmaktadır. Düzenlemelerde yer alan benzer gerekleri karşılamada, uluslararası kabul görmüş standartlara olan uyumun yeterli sayılması hususunun, ülkemizde de nükleer santrallerde kullanılacak basınçlı ekipmanlara ilişkin hazırlanması muhtemel düzenlemelerde göz önüne alınabileceği düşünülmektedir.

- Nükleer tesislerde kullanılan ancak bu tesislerde kullanım için özel olarak tasarlanmamış ve arızalanmaları durumunda radyoaktif madde salımına yol açmayacak (konvansiyonel) basınçlı ekipmanlara ilişkin tasarım, imalat ve uygunluk değerlendirme süreçlerinin, TAEK tarafından aksi belirtilmediği sürece Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği uyarınca yürütüleceği değerlendirilmektedir. Yapılacak bir düzenlemede olası atıflar ile bahis konusu Yönetmelik'in nükleer tesislerde kullanılan konvansiyonel basınçlı ekipmanlar için uygulanabilirlik durumunun açıkça belirtilmesi uygun olacaktır. Ancak, Finlandiya'da örneğine rastlandığı gibi bu ekipmanlara ilişkin nükleer tesis sahasında gerçekleştirilecek yerleşim, montaj, işletme, bakım ve onarım gibi faaliyetlerin düzenleyici kurum gözetiminde olmasının gerekliliği de göz ardı edilmemelidir.
- Nükleer santrallere ekipman sağlayan imalatçıların yönetim sistemlerine ilişkin aranan şartlar üzerinde durduğumuzda ABD, Finlandiya, Güney Afrika ve Güney Kore uygulamaları örnek olarak değerlendirilebilir durumdadır. ABD'de mevzuat ile zorunlu tutulan kalite güvence gereklerinin tasarım ve imalat aşamaları için karşılanmasında, güvenlik işlevi olan ürün veya hizmet sağlayan tedarikçilere uygulanan ASME NQA-1 standardının yeterli bir temel oluşturduğu NRC'nin 1.28 sayılı Düzenleyici Kılavuz'u (NRC, 2010) ile kabul edilmektedir. Finlandiya'da, esas olarak tüm nükleer basınçlı ekipman imalatçılarının sertifikalandırılmış veya bağımsız olarak değerlendirilmesi yapılmış bir yönetim sistemine sahip olmaları zorunlu tutulmakta ve konu hakkındaki gerekler dereceli yaklaşım kullanılarak imalatçılar tarafından üretilen ekipmanların nükleer güvenlikle ilgileri doğrultusunda değişmektedir. YVL E.3 sayılı Kılavuz (STUK, 2013a) ile nükleer güvenlik sınıfı 1 ve 2 basınçlı ekipman imalatçılarının nükleer tesislerin yönetim sistemlerine ilişkin kuralların belirlendiği güvenlik kılavuzu (YVL A.3) gereklerini; reaktör basınç kabı, buhar üretici, basınçlandırıcı ve ana soğutma boruları imalatçılarının ASME NQA-1 standardı gereklerini ve imalatlarında kaynak ve ısıtma işlem uygulayan imalatçıların da ilgili ISO standartları gereklerini karşılamaları istenmektedir. Benzer bir dereceli yaklaşım ile ekipman tedarikçilerinin yönetim sistemlerine ilişkin gerekler Güney Afrika'da da farklılaşmakta ve RD-0034 sayılı düzenleme ile nükleer tesislerin güvenlik performansında doğrudan etkisi olacak ürün sağlayan tedarikçilerin güvenlik kültürü yaklaşımını içeren bir tümleşik kalite sistemi uygulaması zorunlu

tutulmaktadır. Ülkemizde ise nükleer güvenlik açısından önemi haiz ekipman imalatçıların onaylanarak düzenleyici kontrol altında tutulmaları mevzuatla zorunlu tutulmakta ve söz konusu imalatçıların onaylanmaları sürecinde imalatçıların yönetim sistemlerinin ISO 9001 veya eşdeğer bir standart uyarınca belgelendirilmiş olma şartı aranmaktadır (TAEK, 2015). Özellikle nükleer güvenlik açısından önemli ekipman sağlayan imalatçıların yönetim sistemlerine ilişkin yine nükleere özgü standart veya gereklerin kullanılabileceği ülke örneklerinde rastlanan bir durumdur. Konunun, Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik'in değiştirilmesi durumunda veya imalatçılara ilişkin gereklere yer verilmesi halinde basınçlı ekipmanlara ilişkin hazırlanması muhtemel düzenlemede göz önünde bulundurulabileceği düşünülmektedir.

- Ekipman imalatçıların onaylanmalarının doğrudan imalatçıların başvurusu ile lisans sahibinden bağımsız olarak veya bu sürecin lisans sahibi üzerinden yürütülmesi hususu üzerinde durulabilecek konular arasındadır. Finlandiya'da onaylanması gereken nükleer basınçlı ekipman imalatçılarına ilişkin belgeler lisans sahibi tarafından STUK'a sunulmakta ve imalatçılar lisans sahibine özgü olarak onaylanmaktadır (STUK, 2013a). Onaylanan imalatçılar tarafından uygulanan KYS performansı ve bağımsız periyodik değerlendirme sonuçlarına ilişkin lisans sahibine yıllık rapor sunulmaktadır (STUK, 2013a). Ülkemizde ise onaylanmaları zorunlu olan ekipman imalatçıları, kurucudan bağımsız olarak doğrudan TAEK'e başvuru yapmakta ve başvuru uygun bulunursa herhangi bir santral veya lisans sahibine özgü olmadan onaylanmaktadır (TAEK, 2015). Sürecin doğrudan imalatçılarla yürütülmesinde; nükleer santral projelerinde yer almayacak olanların da onaylanmalarını talep etmeleri halinde düzenleyici kurum kaynaklarının gereksiz yere kullanımı söz konusu olabilecektir. İmalatçıların lisans sahibi üzerinden onaylanmaları durumunda ise sadece projelerde yer alacak imalatçılar onaylanacak ve oluşabilecek gereksiz iş yükünün önüne geçilebilecektir. Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik'te değişiklik yapılması durumunda bu hususların göz önünde bulundurulabileceği düşünülmektedir.

- Ülkelerde, ekipman imalatlarında kullanılabilecek temel malzemeler düzenlemelerde listelenmekte veya standartlar ile belirtilebilmekte, ekipman imalatlarında kullanılabilecek yeni malzemelerin belirlenmesi süreci de düzenleyici kurumlar tarafından gözetim altında tutulabilmektedir. Finlandiya’da nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların imalatında belirli onay süreçlerinden geçmiş malzemeler kullanılabilmekte ve yeni malzeme kullanılacağı durumlarda bu malzemelerin düzenleyici kurum tarafından onaylanması gerekmektedir (STUK, 2013a). Ayrıca, ekipmanların imalatında kullanılacak malzemelerin seçimlerinde göz önünde bulundurulması gereken kurallar da düzenlenmiş durumdadır. Rusya Federasyonu’nda da ekipmanların imalat, montaj ve onarımlarında kullanılabilecek temel malzemeler mevzuat ile belirlenmiş ve kullanılabilecek temel malzeme listesine yeni malzemelerin eklenebilmesi ve bu malzemelerin kullanılabilmesi için ise rapor hazırlanması ve RTN’ye başvuru yapılması kurala bağlanmıştır (Energoatomizdat, 1990). Ülkemizde de nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin önerilen muhtemel düzenleme ile ekipman imalatlarında kullanılabilecek malzemeler ve bu malzemelerin seçilmesinde uyulacak kuralların belirlenmesi uygun olacaktır, konu hakkında sözü edilen ülke düzenlemelerinden faydalanılabileceği düşünülmektedir.
- Ekipmanların imalat ve işletme süreçlerinde yer alan personele ilişkin incelemelerde görülen kurallara değinilmesinde fayda görülmektedir. Örneğin, basınçlı ekipmanların kaynaklı bağlantılarını yapan ve bu ekipmanlara ilişkin tahribatsız muayene süreçlerinde yer alan personelin ilgili konularda vasıflandırılmış ve sertifikalı olma şartı aranabilmektedir. Finlandiya’da, imalattan ve işletmeden sorumlu personel belirlenmesine yönelik gerekler de dikkat çekmektedir. Nükleer tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanların imalat ve işletme süreçlerinde bu süreçlerden sorumlu yetkin kişilerin (örneğin; imalattan sorumlu personel) yer alması gerekmekte ve bu kişilere ilişkin gerekler düzenlemelerde belirlenmektedir (STUK, 2013a). Rusya Federasyonu’nda ise ekipmanların tasarım, imalat, montaj, işletme ve onarımında görev alan yetkililer ile mühendislerin ilgili mevzuat ve standartları iyi derecede bilmeleri ve bunlara ilişkin sınav/değerlendirmeye tabi tutulmaları zorunlu tutulmaktadır (Energoatomizdat, 1990). Ülkemizde nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik hazırlanması önerilen düzenleme ile personele ilişkin

belirlenecek gerekler açısından bahsi geçen hususların göz önünde bulundurulabileceği düşünülmektedir.

- Basıncılı ekipmanların sızdırmazlıklarının ve yapısal bütünlüklerinin değerlendirilmesinde önemli bir konu, hidrolik veya pnömatik basınç (dayanıklılık) testleridir. Hem incelemeleri yapılan ülkelerdeki nükleere özgü düzenlemelerde, hem de AB Direktifi'nde bu konuda gerekler yer almaktadır. Düzenlemelerde testlerin uygulanması gereken basınç ve sıcaklık değerleri belirlenmekte ve testlerin uygulanmasına yönelik gereklere yer verilmektedir. Ayrıca, basınçlı ekipmanlara ilişkin mukavemet analizleri de düzenlemelere konu olan önemli hususlardandır. Özellikle Finlandiya'da olan uygulamada, konu hakkında ayrıntılı gerekler ayrı bir güvenlik kılavuzu (STUK, 2013e) ile kapsamakta ve ekipmanlar için yürütülecek zorunlu mukavemet analizleri ve düzenleyici kuruma sunulması gereken bilgi ve belgeler belirlenmektedir. Ülkemizde nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara ilişkin hazırlanması önerilen düzenlemede test ve mukavemet analizlerine ilişkin gereklere de yer verilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir.
- Ülkelerde, özellikle tedariki uzun süren ekipmanlar için ayrı bir değerlendirme süreci belirlenebilmektedir. Ülkemizde mevcut olan böylesi bir uygulamanın örneklerine, normal durumlarda ekipman imalatının inşaat lisansının alınması sonrasında başlayabildiği Güney Afrika ve Finlandiya'da da rastlanmaktadır. Uygulamalar arasında bir karşılaştırma yapıldığında Güney Afrika'nın konu hakkındaki gerekleri üzerinde durulmalıdır. Tedariki uzun süren ekipmanların imalatına başlanabilmesine yönelik onayın verilmesi amacıyla yürütülecek değerlendirmeler için düzenleyici kuruma sunulması gereken belgelerin, Güney Afrika'da ülkemizde göre daha geniş kapsamlı belirlendiği anlaşılmıştır. Örneğin, Güney Afrika'da düzenleyici kuruma sunulması gereken malzeme seçim raporu, kullanılan kodların gerekçelendirilmesi, yapılacak kaynakların listesi ve tasarım çizimleri gibi bilgi ve belgeler, ülkemizde konu hakkındaki gerekleri içeren Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik ile açıkça düzenlenmemiş durumdadır. Ekipmanlar için yürütülecek düzenleyici denetimlere de girdi sağladığı değerlendirilen bilgi ve belgeler hakkındaki bu konunun, model önerisi kapsamında

önerilen veya benzer nitelikte düzenlemelerin oluşturulması öncesinde, anılan Yönetmelik'te değişiklik yapılması durumunda göz önünde bulundurulması uygun olacaktır.

- Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların montaj, işletmeye alma, işletme süreçleri ve bu süreçlerde uygulanacak denetim faaliyetlerinin de üzerinde durulması gerekmektedir. Her ne kadar ülkemizde nükleer santral projelerinin mevcut durumu nedeniyle öncelikle tasarım ve imalat aşamalarına yönelik hususlar üzerinde yoğunlaşılması gerekse de ilerleyen aşamalarda işletmeye alma ve işletme süreçlerini de kapsayan düzenlemelere ihtiyaç doğacaktır. Temel öneri olarak sunulan düzenleme önerisinde yer verilebileceği değerlendirilen bu konular hakkındaki gereklerin oluşturulmasında çalışmada incelenen düzenlemelerden yararlanılması mümkündür. Örneğin, Finlandiya'da ekipmanların montaj (*installation*) aşaması için bir konstrüksiyon planı hazırlanması, bunun imalat konstrüksiyon planı içinde veya ayrı bir plan olarak STUK veya onaylı denetim kuruluşuna sunulması değerlendirilmeye tabi tutulması ve onaylanması gerekmektedir (STUK, 2013a). Ayrıca, nükleer tesislerde kullanılacak basınçlı ekipmanlar için işletmeye alma aşamasında yürütülecek test (işlevsellik testleri) ve denetimler de ayrıntılı olarak düzenlenmiştir. Finlandiya'nın yanı sıra hem Rusya Federasyonu hem de Fransa incelemelerinde de nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların işletmeye alma ve işletme aşamalarında yürütülecek test ve denetimlere ilişkin birçok konunun kurala bağlandığı görülmektedir.
- Düzenleyici kurumlar tarafından basınçlı ekipmanlara ilişkin yürütülen tescil işlemleri de vurgulanmalıdır. Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için hem Finlandiya'da hem de Rusya Federasyonu'nda örnekleri görülen ekipman tescil işlemleri uygulanabilmektedir. Finlandiya'da önemli tehlike arz ettiği belirtilen ve mevzuatla belirlenen basınçlı ekipmanların tescilleri STUK tarafından (STUK, 2013e), Rusya Federasyonu'nda ise ülkedeki ekipman gruplandırmasına göre A ve B grubu ekipman ve borular ile mevzuatta özellikleri belirlenen olan bazı C grubu ekipman ve boruların tescil kayıtları RTN bölgesel ofislerince (Energoatomizdat, 1990) yapılmaktadır. Ekipmanların işletmeye alınmaları öncesinde, söz konusu aşamaya kadar ekipman hakkında oluşan tüm bilgilerin değerlendirildiği tescil veya

kayıt işlemlerine ilişkin gereklere nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için önerilen düzenlemede yer verilebileceği düşünülmektedir.

- Nükleer Güç Santrallerinin Lisanslanmasına Esas Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar ile Referans Santralin Belirlenmesine İlişkin Yönerge (TAEK, 2014a) uyarınca, ülkemiz mevzuatında ve ilgili UAEA dokümanlarında yeterli bir şekilde düzenlemediği değerlendirilen konular için tasarımcı ülke mevzuatı da kullanılabilir. Bu çalışmada incelenmiş olan PNAE G-7-008-89 sayılı “Nükleer Güç Tesisleri Ekipman ve Borularının Güvenli İşletilmesi ve Düzenlemesi İçin Kurallar” adlı Rusya Federasyonu düzenlemesi ANS projesi için TAEK tarafından onaylanmış mevzuat, kılavuz ve standartlar listesinde²⁷ yer almaktadır. Söz konusu Düzenleme, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipman ve boruların tasarım aşamalarından işletme aşamasındaki periyodik denetimlere kadar bir çok konuyu kapsamakta ve gerekleri belirlemektedir. Tez çalışması içinde sayılan tüm bulgu ve önerilerle birlikte, nükleer güvenlik açısından önemli basınçlı ekipmanlar için benzer kapsamda bir mevzuatın ülkemizde de hazırlanmasına kadar sözü edilen Düzenleme gereklerinin, ANS projesi kapsamında ekipmanlar için yürütülecek denetleme ve değerlendirme faaliyetlerinde göz önünde bulundurulması uygun olacaktır.

²⁷ Akkuyu Nükleer Santralinin Lisanslanmasında Esas Alınacak Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar Listesi'nin 2. Sürümü (TAEK, 2014b)

SONUÇ

Nükleer santrallerin, özellikle basınçlı su reaktörlü olanların, enerji üretiminde kullanılmasında verimin yüksek tutulması amacıyla çıkılan yüksek sıcaklıklarda suyun kaynamadan tutulabilmesi için yüksek basınç ve bu basınç altında çalışan ekipmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde sürdürülmekte olan Akkuyu ve Sinop Nükleer Santral Projeleri göz önüne alındığında basınçlı su reaktörü tipi reaktörler karşımıza çıkmakta ve bu tip reaktörlerde başta birincil soğutma çevrimi bileşenleri olmak üzere yüksek basınç maruz kalan kap, boru, vana, pompa ve benzeri gibi birçok basınçlı ekipman bulunmaktadır.

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların birçoğu herhangi bir kaza, arıza veya yanlış kullanım neticesinde yüksek miktarlarda radyoaktif salıma sebep olma ve bunun sonucunda toplum ve çevrenin üzerinde zararlı etkilere yol açma riski barındırmaktadır. Bu nedenle, nükleer enerji kullanımının çalışanlar, toplum ve çevre için güvenilir olmasının sağlanması ve bu ekipmanlara ait risklerin azaltılması amacıyla, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenlemeler yapılmaktadır. Düzenlemelerde nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik düzenleyici kuralların belirlenmesi, bu ekipmanların tüm ömür döngüleri boyunca bütünlüklerini koruyarak nükleer santrallerin güvenliği açısından kabul edilebilir risk ile işletilebilmeleri için tasarımdan başlayarak bertaraf etme aşamalarına kadar geçen tüm süreçlerde yer alan tasarımcı, imalatçı, işletici ve denetim kuruluşları gibi tüm kuruluşların bu kurallara bağlı kalmalarının sağlanması ve uyumsuzluk durumlarında yaptırımların tanımlı olması büyük önem arz etmektedir.

Nükleer tesislerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrol altında tutulmalarına yönelik ülkemiz ve örnek ülkelerin düzenleme ve yaklaşımlarının incelenerek bir değerlendirme yapılmasını ve ülkemiz için olası önerilerin belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada;

- İncelenen ülkelerde, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların, tesisin ömrü boyunca bütünlüklerinin korunması ve güvenlik işlevlerini yerine getirebilmelerinin sağlanması amacıyla değişik yaklaşımlar vasıtasıyla düzenleyici kontrole tabi oldukları,

- Ülkeler için çeşitli değişiklikler göstermekle birlikte nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların; malzemelerine, tasarım, imalat, montaj, işletmeye alma, işletme ve işletmeden çıkarma aşamalarına, test, denetim ve uygunluk değerlendirme faaliyetlerine ve ekipmanlarla ilgili faaliyetlerde yer alan imalatçı, test ve denetim kuruluşları gibi kuruluşlara ilişkin kuralların belirlenmiş olduğu,
- Ülkemizde, konvansiyonel basınçlı ekipmanlara ilişkin gereklerin beklenenin aksine nükleer santrallerde kullanılanlara uygulanacak gereklere göre daha açık ve ayrıntılı tanımlanmış olduğu, son yıllarda yapılan bazı düzenlemelere rağmen nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara uygulanacak mevzuatın yetersiz olduğu ve bu ekipmanların düzenleyici kontrolüne yönelik düzenleme yapılması gereken alanlar bulunduğu,

saptanmıştır. Elde edilen bilgiler ışığında, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolü için ülkemizde uygulanabilecek ve ayrıntıları bölüm 6.2’de verilen bir model önerisi geliştirilmiştir. Değerlendirme ve denetimlere temel teşkil edecek yönetmelik seviyesinde bir düzenlemenin yapılması önerilen modelin anahtar parçasını oluşturmaktadır. Böylesi bir düzenleme ile nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için;

- Sınıflandırmalara,
- Malzemelere,
- Tasarım, imalat, montaj, işletmeye alma ve işletme aşamalarına,
- Uygunluk değerlendirme, test, denetim, tadilat, bakım, izleme ve benzeri faaliyetlere,

yönelik gerekler belirlenebilecektir.

İlk nükleer santrallerinin kurulma aşamasında olduğu ülkemizde, nükleer santrallerde kullanılacak basınçlı ekipmanların malzeme, tasarım ve imalatlarına yönelik belirlenecek gereklere uygun imal edilmeleri önem arz etmektedir. Yapılması önerilen düzenleme ile ekipmanların güvenlik sınıflarına göre dereceli bir şekilde belirlenebilecek prosedürler uyarınca yürütülecek ve ekipmanların gereklere uyumlu olduğunun anlaşılması amacını taşıyan uygunluk değerlendirme faaliyetleri ise modelin diğer önemli parçasını teşkil etmektedir. Uygunluk değerlendirme faaliyetlerinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için;

- Ekipmanların kullanılacağı nükleer santralin lisanslama faaliyetleri kapsamında gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucu verilen SÇİ'nin, ekipmanlar için yürütülecek değerlendirmelerin kapsamını daraltan durumunun ortadan kaldırılmasının,
- Uygunluk değerlendirme faaliyetlerinde yetkilendirilmiş kuruluşların kullanılabilmesinin, bu kuruluşların yetkilendirilme koşullarının ve düzenleyici kuruma karşı sorumluluklarının belirlenmesinin,

uygun olacağı değerlendirilmektedir. Önerilen bu hususların hayata geçirilmesinde yukarıda bahsedilen yeni düzenleme çalışmalarının yanı sıra var olan düzenlemelerde de değişikliğe gidilmesi ihtiyacı belirecektir.

Nükleer santrallerde kullanılacak basınçlı ekipmanların düzenleyici kontrolü için yapılan model önerisi ile birlikte,

- Sahte, hileli ve şüpheli ürünler,
- Basınçlı ekipmanların nükleer ve konvansiyonel olarak ayrılması ve sınıflandırılmaları,
- Nükleer santrallerde kullanılan ancak konvansiyonel basınçlı ekipmanlara ilişkin kurallara tabi olacak basınçlı ekipmanlar,
- Ekipman imalatçılarının onaylanmalarında lisans sahibinin rolü,
- Ekipman imalatçılarının yönetim sistemleri,
- Ekipman imalatlarında kullanılabilecek malzemelerin ve kullanılacak malzemelere ilişkin gereklerin belirlenmesi,
- Ekipmanların imalat ve işletme süreçlerinde yer alacak personele ilişkin gerekler,
- Testler ve uygulanacak mukavemet analizlerine ilişkin gerekler,
- Tedariki uzun süren ekipmanlara ilişkin özel hükümler,
- İşletmeye alma ve işletme aşamaları ile bu aşamalardaki denetimler,

konularına ilişkin, model önerisi kapsamında önerilen düzenlemenin oluşturulmasında veya ülkemizdeki mevcut mevzuatın geliştirilmesinde göz önüne alınabilecek hususlar olduğu da değerlendirilmektedir. Söz konusu bulgu ve önerilere 6.3 numaralı bölümde yer verilmiştir.

Sonuç olarak, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlar için uyulacak temel gereklerin belirlenmesini ve ekipman imalatlarının uygunluk değerlendirme faaliyetlerine tabi tutulmasını sağlayacak altyapının oluşturulması ile bu ekipmanlar üzerindeki düzenleyici kontrolün etkinliğinin artacağı ve olası sorunların azaltılacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

AB, 1985, Council Resolution of 7 May 1985 on a new approach to technical harmonization and standards (85/C 136/01), Official Journal C 136, 04/06/1985 P. 0001 - 0009

AB, 1997, Directive 97/23/EC of the European Parliament and of the Council of 29 May 1997 on the approximation of the laws of the Member States concerning pressure equipment

AB, 2014a, Directive 2014/29/EU of The European Parliament and of The Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of simple pressure vessels

AB, 2014b, Directive 2014/68/EU of the European Parliament and of the Council of 15 May 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of pressure equipment (recast)

AB, 2017, EUR-Lex - 31997L0023 - EN, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?uri=CELEX:31997L0023&qid=1488040251316> (25.02.2017)

Act, 2006, Act No. 2006-686 of 13 June 2006 on Transparency and Security in the Nuclear Field, Paris

ASME, 1998, American Society of Mechanical Engineers, ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section III, Division I, Nuclear Power Plant Components, New York

ASME, 2012a, American Society of Mechanical Engineers, Guide for ASME Nuclear Survey Team for Certificate Holders (ASME Certificates of Authorization) and Nonmetallic Material Manufacturers (Division 2 and 5), https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/ResourceFiles/Shop/Certification%26Accreditation/NC-Certification/NC-Certification_Forms_Checklist.pdf, (13.11.2016)

ASME, 2012b, American Society of Mechanical Engineers, Code Comparison Report for Class 1 Nuclear Power Plant Components, STP-NU-051-1, New York

ASME, 2016a, American Society of Mechanical Engineers, Nuclear Quality Assurance (NQA-1) Certification, <https://www.asme.org/shop/certification-and-accreditation/nuclear-quality-assurance-nqa1-certification>, (28.11.2016)

ASME, 2016b, American Society of Mechanical Engineers, Certification and Accreditation, <https://www.asme.org/shop/certification-accreditation>, (25.11.2016)

ASME, 2016c, American Society of Mechanical Engineers, Nuclear Certification Program Applicant Information Handbook, http://www.asme.org/wwwasmeorg/media/ResourceFiles/Shop/Certification%26Accreditation/NMO-Certification/NuclearCert_AppInfoHandbook.pdf, (13.11.2016)

ASME, 2017, American Society of Mechanical Engineers, 2017 Boiler and Pressure Vessel Code An International Code, <https://www.asme.org/wwwasmeorg/media/ResourceFiles/Shop/Standards/New%20Releases/ASME-BPVC-Brochure-webview.pdf>, (05.11.2017)

ASN, 2005, Nuclear Safety Authority (ASN), Guide to the declaration procedure and coding system for criteria concerning significant events related to safety, radiation protection or the environment, applicable to basic nuclear installations and the transport of radioactive materials, <http://www.french-nuclear-safety.fr/References/ASN-Guides-non-binding/Guide-to-the-declaration-procedure-and-coding-system>, (27.08.2017)

ASN, 2010, Nuclear Safety Authority (ASN), Contrôle review No. 186 - Inspection of pressurised nuclear reactor equipment, <http://www.french-nuclear-safety.fr/Information/Publications/Controle-review/Controle-review-No.-186-Inspection-of-pressurised-nuclear-reactor-equipment> (01.12.2016)

ASN, 2012, Nuclear Safety Authority (ASN), Conformity assessment of nuclear pressure equipment, 04/09/2012, Guide No:8

ASN, 2013, Application of the French Order dated 12/12/2005 on Nuclear Pressure Equipment Guide No. 19, Version dated 21/02/2013, Translation For Guidance

ASN, 2014, Nuclear Safety Authority (ASN), Convention on Nuclear Safety Questions Posted To France in 2014, http://www.french-nuclear-safety.fr/Media/Files/00-Publications/140303_Reponses-aux-Questions-posees-a-la-France_AIEA, (21.09.2017)

ASN, 2015, Nuclear Safety Authority (ASN), ASN Report on the state of nuclear safety and radiation protection in France in 2014, Montrouge, <http://www.french-nuclear-safety.fr/content/download/97092/699949/version/32/file/ASN+Report+on+the+state+of+nuclear+safety+and+radiation+protection+in+France+in+2014.pdf>, (27.11.2016)

ASN, 2016, Nuclear Safety Authority (ASN), ASN Report on the state of nuclear safety and radiation protection in France in 2015, Montrouge, <http://www.french-nuclear-safety.fr/content/download/103003/758456/version/10/file/ASN+Report+on+the+state+of+nuclear+safety+and+radiation+protection+in+France+in+2015.pdf>, (09.10.2016)

ASN, 2017, Nuclear Safety Authority (ASN), ASN Report on the state of nuclear safety and radiation protection in France in 2016, Montrouge, https://www.asn.fr/annual_report/2016gb/files/assets/common/downloads/files/rapport-asn-2016-complet.pdf, (12.10.2017)

Bakanlar Kurulu, 2001, Ürünlerin Piyasa Gözetimi ve Denetimine Dair Yönetmelik, 17.01.2002 tarihli ve 24643 sayılı Resmi Gazete

Bakanlar Kurulu, 2012, Uygunluk Değerlendirme Kuruluşları ve Onaylanmış Kuruluşlar Yönetmeliği, 23 Şubat 2012 tarihli ve 28213 sayılı Resmi Gazete

Canonico, D., 2011, American Society of Mechanical Engineers, The History of ASME's Boiler and Pressure Vessel Code, <https://www.asme.org/engineering-topics/articles/boilers/the-history-of-asmes-boiler-and-pressure> (17.09.2017)

CNSC, 2017, Canadian Nuclear Safety Commission, Counterfeit, Fraudulent and Suspect Items, <http://nuclearsafety.gc.ca/eng/resources/educational-resources/feature-articles/counterfeit-fraudulent-and-suspect-items.cfm>, (17.09.2017)

DoE, 2016, Department of Energy, Integrated Energy Plan, <http://www.energy.gov.za/files/IEP/2016/Integrated-Energy-Plan-Report.pdf>, (29.12.2016)

DoL, 2009a, Department of Labour, Pressure Equipment Regulations, Regulation 734 of 2009, Published in the Republic of South Africa Government Gazette, No. 32395, 15 July 2009

DoL, 2009b, Incorporation of Health and Safety Standards into the Pressure Equipment Regulations, Regulation 735 of 2009, Published in the Republic of South Africa Government Gazette, No. 32395, 15 July 2009

Ekonomi Bakanlığı, 2017, Yetkili PGD Kuruluşları ve Sorumlu Oldukları Ürün Grupları, https://www.ekonomi.gov.tr/portal/faces/home/urun-guvenligi/pgvd/yetkili-pgd-kuruluslari?_afLoop=8801956744218752&_afWindowMode=0&_afWindowId=7n76znvdd&_adf.ctrl-state=v5lrti80u_103#!%40%40%3F_afWindowId%3D7n76znvdd%26_afLoop%3D8801956744218752%26_af, (01.11.2017)

Energoatomizdat, 1990, Rules for Arrangement and Safe Operation of Equipment and Piping of Nuclear Power Installations (PNAE G-7-008-89) 2-d edition as amended, Moscow

Enforcement Decree, 2011, Enforcement Decree of the Nuclear Safety Act, Presidential Decree No. 23248, Oct. 25, 2011, Son Değişiklik: Presidential Decree No. 27947, Mar. 20, 2017

Enforcement Regulation, 2011, Enforcement Regulation of the Nuclear Safety Act, Enacted by Regulation of the Prime Minister No. 2, Nov. 11, 2011, (Entered into force, Nov. 11, 2011), Amended by Presidential Decree No. 24689, Aug. 16, 2013

ENS, 2016, European Nuclear Society, Reactor pressure vessel, <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/r/reactor-pressure-vessel.htm>, (15.11.2016)

ESPN, 2005, Order 2005 December 12 for nuclear pressurised equipment (ESPN) FR (24FF4V), Official English translation provided for guidance

European Commission, 2016a, Pressure Equipment Directive, http://ec.europa.eu/growth/sectors/pressure-gas/pressure-equipment/directive_en, (16.10.2016)

European Commission, 2016b, 2016/C 272/01 The 'Blue Guide' on the implementation of EU product rules 2016, <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/18027/attachments/1/translations/en/renditions/pdf>, (16.03.2017)

Fransa Raporu, 2016, Convention on Nuclear Safety, Seventh National Report for the 2017 Review Meeting, France

French Decree, 1999, Decree No. 99-1046 dated 13 December 1999 concerning pressure equipment, Translation for guidance

French Order, 1999, Order of 21 December 1999 on classification and conformity assessment of pressure equipment

Gosatomnadzor, 1997, Federal Regulations and Rules in The Field of Use of Nuclear Energy, General regulations on ensuring safety of nuclear power plants OPB-88/97, NP-001-97 (PNAE G- 01 011-97), Moscow

Gosatomnadzor, 2000, PNAE G-7-009-89 Equipment and Piping of Nuclear Power Installations, Welding and Overlaying Welding, Basic Provisions Amendment № 1. Moscow

Güney Kore Raporu, 2016, Seventh National Report for the Convention on Nuclear Safety, The Republic of Korea

IEA, 2017, International Energy Agency, Key world energy statistics, 2017, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf>, (25.09.2017)

JORF, 2012, Order of 7 February 2012 setting the general rules relative to basic nuclear installations, JORF (Official Journal of the French Republic) No. 0033 of 8 February 2012, page 2231

Kanun, 1982, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu, Kabul Tarihi: 9/7/1982, Kanun Numarası: 2690

Kanun, 2001, Ürünlere İlişkin Teknik Mevzuatın Hazırlanması ve Uygulanmasına Dair Kanun, Kabul Tarihi: 29/6/2001, Kanun Numarası: 4703

Kanun, 2016, Elektrik Piyasası Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, Kabul Tarihi: 4/6/2016, Kanun Numarası: 6719

KEPIC, 2013, Korea Electric Power Industry Code, Brochure, [http://www.kepic.org/admincenter/files/board/13/KEPIC Brochure.pdf](http://www.kepic.org/admincenter/files/board/13/KEPIC%20Brochure.pdf), (15.09.2017)

KEPIC, 2017, Korea Electric Power Industry Code, What is the KEPIC Certification Program?, http://www.kepic.org/en/sub2/2_1.php, (16.09.2017)

KINS, 2017a, Korea Institute of Nuclear Safety (KINS), Regulatory Framework, <http://www.kins.re.kr/en/reference/RegulatoryF.jsp> (09.09.2017)

KINS, 2017b, Korea Institute of Nuclear Safety (KINS), Legislative Framework, <http://www.kins.re.kr/en/reference/LegislativeF.jsp>, (12.09.2017)

KINS, 2017c, Korea Institute of Nuclear Safety (KINS), CFSI (Counterfeit, Fraudulent, Suspect Item) Investigation, <http://www.kins.re.kr/en/ourwork/cfsi.jsp>, (23.09.2017)

MDEP, 2013, Multinational Design Evaluation Programme (MDEP), Technical Report TR-CSWG-01, Technical Report: Regulatory Frameworks for the Use of Nuclear Pressure Boundary Codes and Standards in MDEP Countries

Ministry of Trade and Industry, 1987, Nuclear Energy Act (990/1987, amendments up to 342/2008 included), Finland

Ministry of Trade and Industry, 1988, Nuclear Energy Decree (161/1988; amendments up to 732/2008 included), Finland

Ministry of Trade and Industry, 1999, Pressure Equipment Act (869/1999; amendments up to 1160/2003 included), Finland

NEA, 2011, Nuclear Energy Agency, NEA/CNRA/R(2011)9, Operating Experience Report: Counterfeit, Suspect and Fraudulent Items

NNR, 2006, P-0694-C. PBMR: NNR Requirements for Authorised Inspection of Nuclear Pressure Equipment according to ASME Section III. National Nuclear Regulator, 21 November 2006, Aktaran: PP-0012, Manufacturing of Component Parts for Nuclear Installations

NNR, 2008, National Nuclear Regulator (NNR), RD-0034, Quality and Safety Management Requirements for Nuclear Installations, Rev 0

NNR, 2011, National Nuclear Regulator (NNR), Position Paper, PP-0012, Manufacturing of Component Parts for Nuclear Installations

NNR, 2017, National Nuclear Regulator (NNR), Regulatory Documents, <http://www.nnr.co.za/acts-regulations/regulatory-documents/>, (25.01.2017)

NNR Act, 1999, Act No. 47 of 1999, National Nuclear Regulator Act, 1999, published in Republic of South Africa Government Gazette, Vol. 414, No. 20760, 23. December 1999

NNR, bt1, National Nuclear Regulator (NNR), Position Paper, PP-0016, Conformity Assessment of Pressure Equipment in Nuclear Service, Rev 0

NNR, bt2, National Nuclear Regulator (NNR), Position Paper, PP-0009, Authorisations for Nuclear Installations, Rev 0

NNR, bt3, National Nuclear Regulator (NNR), Interim Guidance On Construction Management, RG-0012, Rev 0

NRC 1989, Nuclear Regulatory Commission, Generic Letter 89-02, Actions to Improve the Detection of Counterfeit and Fraudulently Marketed Products, <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/gen-comm/gen-letters/1989/gl89002.html>, (15.10.2017)

NRC, 2007, Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.26, Quality Group Classifications and Standards for Water-, Steam-, and Radioactive-Waste-Containing Components of Nuclear Power Plants

NRC, 2010, Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.28, Quality Assurance Program Criteria (Design and Construction), Revision 4

NRC, 2013, Nuclear Regulatory Commission, NRC Inspection Manual, Manual Chapter 2507, Vendor Inspections, Issue Date: 10/03/13

NRC, 2014, Nuclear Regulatory Commission, Backgrounder on Steam Generator Tube Issues. <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/steam-gen.pdf>, (04.03.2017)

NRC, 2015, Nuclear Regulatory Commission, 24/06/2015, NRC Regulatory Issue Summary 2015-08 Oversight of Counterfeit, Fraudulent, And Suspect Items in The Nuclear Industry

NRC, 2016a, Nuclear Regulatory Commission, Reactor Concepts Manual, Pressurized Water Reactor Systems, <http://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/students/for-educators/04.pdf>, (15.10.2016)

NRC, 2016b, Nuclear Regulatory Commission, About NRC, <http://www.nrc.gov/about-nrc.html>, (05.12.2016)

NRC, 2016c, Nuclear Regulatory Commission, Vendor Quality Assurance (QA) Inspections, <https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/oversight/quality-assurance/vendor-insp.html>, (13.11.2016)

NRC, 2016d, Nuclear Regulatory Commission, NUREG-0800 Standard Review Plan, 3.2.2 System Quality Group Classification, Revision 3 – July 2016

NRC, 2017a, Nuclear Regulatory Commission, Governing Legislation, Atomic Energy Act of 1954, as Amended in NUREG-0980, <https://www.nrc.gov/about-nrc/governing-laws.html#aea-1954>, (10.02.2017)

NRC, 2017b, Nuclear Regulatory Commission, Basic References, Key Guidance Documents, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref.html>, (10.02.2017)

NRC, 2017c, Nuclear Regulatory Commission, Vendor Inspection Program Plan, Revision 17

NRC, 2017d, Commercial-Grade Dedication, <https://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/oversight/quality-assurance/vendor-insp/comm-grade-dedication.html>, (05.11.2017)

NRC, 2017e, Nuclear Regulatory Commission, Counterfeit, Fraudulent, and Suspect Items, <https://www.nrc.gov/about-nrc/cfsi.html>, (22.08.2017)

NRC Regulations, 2009a, 10 Code of Federal Regulations, Part 50, Domestic Licensing of Production and Utilization Facilities, Revised as of January 1, 2009

NRC Regulations, 2009b, 10 Code of Federal Regulations, Part 50, Appendix A to Part 50-General Design Criteria for Nuclear Power Plants, Revised as of January 1, 2009

NRC Regulations, 2009c, 10 Code of Federal Regulations, Part 21, Reporting of Defects and Noncompliance, Revised as of January 1, 2009

NRC Regulations, 2009d, 10 Code of Federal Regulations, Part 50, Appendix B to Part 50-Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants, Revised as of January 1, 2009

NRC Regulations, 2009e, 10 Code of Federal Regulations, Part 50.55a Codes and standards, Revised as of January 1, 2009

NRC Regulations, 2009f, 10 Code of Federal Regulations, Part 52-Licenses, Certifications, and Approvals for Nuclear Power Plants, Revised as of January 1, 2009

NRC Regulations, 2009g, 10 Code of Federal Regulations, Appendix G to Part 50-Fracture Toughness Requirements, Revised as of January 1, 2009

NSA, 2011, Nuclear Safety Act, Enacted by Act No.10911, Jul. 25, 2011, (Entered into force, Oct. 7, 2011), Amended by Act No. 11715, Mar. 23, 2013; As amended by other Acts

NSSC Act, 2011, Act on the Establishment and Operation of Nuclear Safety and Security Commission, Act No. 10912, Jul. 25, 2011

ONR, 2014, Office for Nuclear Regulation, Guide Pressure Systems Safety, NS-TAST-GD-067, Revision 0

Regulations on Technical Standards, 2000, Regulations on Technical Standards for Nuclear Reactor Facilities, Etc., Enacted by Ordinance of the Ministry of Education, Science and Technology No. 16, Apr. 18, 2000, Son Değişiklik: Regulation of the Nuclear Safety and Security Commission No.3, Nov. 1

Resmi Gazete, 2010, Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyeti'nde Akkuyu Sahası'nda Bir Nükleer Güç Santralinin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma, 6 Ekim 2010 tarihli ve 27721 sayılı Resmi Gazete

RF Federal Law, 1995, Russian Federation Federal Law on the Use of Atomic Energy, No.170-FZ, 21 November 1995, Moscow

RF Raporu, 2013, Sixth National Report of the Russian Federation on the Fulfillment of Commitments Resulting from the Convention on Nuclear Safety, Moscow

RF Raporu, 2016, The Seventh National Report of the Russian Federation on the Fulfillment of Commitments Resulting from the Convention on Nuclear Safety, Moscow

RF Resolution, 2013, Government of the Russian Federation Resolution No. 280 of March 29, 2013, On Licensing Activities in the Field of Atomic Energy Use

RF Rules, 2007, NP-071-06 The Federal Norms and Regulations in a Field of the Nuclear Power, Rules to Perform the Conformity Assessment Applied to the Equipment, Components, Materials and Semi-Products, Supplied to the Nuclear Power Objects

Rosatom ve RTN, 2007, Resolution on the procedure and scope of the conformity assessments of equipment, products, components, materials and semi-finished products supplied to the nuclear power plant, No: 06-4421, June 05, 2007

RTN, 2011, "State Regulation of Nuclear and Radiation Safety in the Russian Federation" adlı sunum, https://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/WTS-Networks/IDN/idnfiles/Presentations-in-pdf-Necsa/Country_presentations/Russian-Federation-1.pdf, (18.01.2017)

RTN, 2014, Rostekhnadzor (RTN), Administrative Procedures for the Public Service of Licensing Activities in the Field of Atomic Energy Use to be Provided by the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service, 08 October 2014, No:453, Moscow

RTN, 2016, Rostekhnadzor (RTN), Nuclear legislation and regulatory documents, <http://en.gosnadzor.ru/framework/nuclear/>, (24.12.2016)

Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 2007, Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği (97/23/AT), 22 Ocak 2007 tarihli ve 26411 sayılı Resmi Gazete

SANS, 2007, SANS 347, Categorisation and Conformity Assessment Criteria for all Pressure Equipment, Standards South Africa, 2007, Aktaran: National Nuclear Regulator (NNR), PP-0016 Conformity Assessment of Pressure Equipment in Nuclear Service

SEC NRS, 2016, Regulatory Documents Approved, <http://www.secnrs.ru/en/science/development/normd/>, (24.12.2016)

STUK, 2013a, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Pressure vessels and piping of a nuclear facility, Guide YVL E.3, Helsinki

STUK, 2013b, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Classification of systems, structures and components of a nuclear facility, YVL B.2, Helsinki

STUK, 2013c, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Pumps of a nuclear facility, YVL E.9, Helsinki

STUK, 2013d, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Authorised inspection body and the licensee's in-house inspection organisation, Guide YVL E.1, Helsinki

STUK, 2013e, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Strength analyses of nuclear power plant pressure equipment, Guide YVL E.4, Helsinki

STUK, 2013f, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Reactor coolant circuit of a nuclear power plant, Guide YVL B.5, Helsinki

STUK, 2014a, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Construction and Commissioning of A Nuclear Facility, Guide YVL A.5, Helsinki

STUK, 2014b, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Testing organisations for mechanical components and structures of a nuclear facility, Guide YVL E.12, Helsinki

STUK, 2014c, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), In-service inspection of nuclear facility pressure equipment with non-destructive testing methods, Guide YVL E.5, Helsinki

STUK, 2014d, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Management system for a nuclear facility, YVL A.3, Helsinki

STUK, 2016a, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), Regulatory Guides on nuclear safety (YVL), <http://www.stuk.fi/web/en/regulations/stuk-s-regulatory-guides/regulatory-guides-on-nuclear-safety-yvl->, (05.12.2016)

STUK, 2016b, Finnish report on nuclear safety, Finnish 7th national report as referred to in Article 5 of the Convention on Nuclear Safety, Helsinki

STUK, 2016c, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), STUK approves inspection organisations for nuclear facilities, <http://www.stuk.fi/web/en/stuk-supervises/nuclear-safety/stuk-s-duties-in-the-supervision-of-nuclear-safety/stuk-approves-inspection-organisations-for-nuclear-facilities>, (22.11.2016)

STUK, 2017, Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK), STUK's duties in the supervision of nuclear safety. 02 18, 2017 tarihinde <http://www.stuk.fi/web/en/stuk-supervises/nuclear-safety/stuk-s-duties-in-the-supervision-of-nuclear-safety>, (18.02.2017)

STUKLEX, 2017, Regulation, Regulatory Guides on nuclear safety (YVL), <https://www.stuklex.fi/en/yvl-ohje#replaced>, (20.02.2017)

TAEK, 2008a, Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Özel İlkeler Yönetmeliği, 17 Ekim 2008 tarihli ve 27027 sayılı Resmi Gazete

TAEK, 2008b, Nükleer Güç Santrallerinin Güvenliği İçin Tasarım İlkeleri Yönetmeliği, 17 Ekim 2008 tarihli ve 27027 sayılı Resmi Gazete

TAEK, 2009a, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Güvenlik, <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-guvenlik/426-nukleer-guvenlik.html>, (15.01.2017)

TAEK, 2009b, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Basıncılı Su Reaktörü Tipi (PWR: Pressurized Water Reactor), <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/170-nukleer-reaktorler/464-basincli-su-reaktoru-tipi.html>, (15.11.2016)

TAEK, 2009c, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Kaynar Sulu Reaktör Tipi (BWR: Boiling Water Reactor), <http://taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/170-nukleer-reaktorler/463-kaynar-sulu-reaktor-tipi.html>, (04.03.2017)

TAEK, 2009d, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Basıncılı Ağır Su Reaktörü (Pressurized Heavy Water Reactor), <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/170-nukleer-reaktorler/462-basincli-agir-su-reaktoru.html>, (15.11.2016)

TAEK, 2010a, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Santralin Kurulması Neden Önemlidir?, <http://www.taek.gov.tr/nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler/649-nukleer-santralin-kurulmasi-neden-onemlidir.html>, (22.01.2017)

TAEK, 2010b, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Bölüm 09. Nükleer Enerji ve Sürdürülebilir Kalkınma, <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/166-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/443-bolum-09-nukleer-enerji-ve-surdurulebilir-kalkinma.html>, (14.02.2017)

TAEK, 2010c, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Bölüm 02. Nükleer Enerjinin Temel Prensipleri, <http://www.taek.gov.tr/nukleer-guvenlik/nukleer-enerji-ve-reaktorler/166-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/436-bolum-02-nukleer-enerjinin-temel-prensipleri.html>, (15.10.2016)

TAEK, 2014a, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Güç Santrallerinin Lisanslanmasına Esas Mevzuat, Kılavuz ve Standartlar İle Referans Santralin Belirlenmesine İlişkin Yönerge

TAEK, 2014b, Akkuyu Nükleer Santralının Lisanslanmasında Esas Alınacak MKS Listesi - Sürüm 2, <http://www.taek.gov.tr/belgeler-formlar/ngd-belgeleri/Akkuyu-N%C3%BCklee-Santralının-Lisanslanmas%C4%B1nda-Esas-Al%C4%B1nacak-MKS-Listesi---S%C3%BCr%C3%BCm-2/>, (13.02.2017)

TAEK, 2015, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Tesisler İçin Ekipman Tedarik Sürecine ve İmalatçıların Onaylanmasına İlişkin Yönetmelik, 28 Mayıs 2015 tarihli ve 29369 sayılı Resmi Gazete

TAEK, 2017a, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Santrallerin Yapı Denetimi Yönetmeliği, 31 Mart 2017 tarihli ve 30024 sayılı Resmi Gazete

TAEK, 2017b, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Nükleer Tesislerde Yönetim Sistemi Yönetmeliği, 08/04/2017 tarihli ve 30032 sayılı Resmi Gazete

TDK, 2017, Türk Dil Kurumu, Büyük Türkçe Sözlük, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori=veritbn&kelimesec=203770, (13.02.2017)

Tüzük, 1983, Nükleer Tesislere Lisans Verilmesine İlişkin Tüzük, Bakanlar Kurulu Kararının Tarihi: 18/11/1983, Sayısı: 83/7405

IAEA, 2006, International Atomic Energy Agency, Fundamental Safety Principles, Safety Fundamentals, No: SF-1, Vienna

IAEA, 2007, International Atomic Energy Agency, IAEA Safety Glossary Terminology Used in Nuclear Safety and Radiation Protection 2007 Edition, Vienna

IAEA, 2012, International Atomic Energy Agency, Licensing the First Nuclear Power Plant, INSAG-26, Vienna

IAEA, 2014, International Atomic Energy Agency, Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide No. SSG-30, Vienna

IAEA, 2016a, International Atomic Energy Agency, Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements No. SSR-2/1 (Rev. 1), Vienna

IAEA, 2016b, International Atomic Energy Agency (IAEA), IAEA Safety Standards, <http://www-ns.iaea.org/standards/default.asp?s=11&l=90&w=1>, (01.02.2017)

IAEA, 2016c, International Atomic Energy Agency, Application of the Safety Classification of Structures, Systems and Components in Nuclear Power Plants, IAEA-TECDOC-1787, IAEA TECDOC Series, Vienna

IAEA, 2016d, International Atomic Energy Agency, Procurement Engineering and Supply Chain Guidelines in Support of Operation and Maintenance of Nuclear Facilities, IAEA Nuclear Energy Series, No. NP-T-3.21, Vienna

IAEA, 2016e, International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System, Finland, <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FI>, (23.10.2016)

IAEA, 2017a, International Atomic Energy Agency, Power Reactor Information System (PRIS), <https://www.iaea.org/pris/>, (08.11.2017)

UAEA., 2017b, International Atomic Energy Agency, Operational & Long-Term Shutdown Reactors, <https://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByType.aspx>, (08.11.2017)

UAEA, 2017c, International Atomic Energy Agency, PRIS Power Reactor Information System, South Africa, <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=ZA>, (19.03.2017)

UAEA, 2017d, International Atomic Energy Agency, PRIS Power Reactor Information System, Korea, Republic of, <https://www.iaea.org/PRIS/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=KR>, (29.08.2017)

UAEA, 2017e, International Atomic Energy Agency, Hierarchy and development of regulatory guidance in Finland, <https://www.iaea.org/ns/tutorials/regcontrol/legis/legis1412.htm>, (20.01.2017)

WENRA, 2012, Benchmarking the European inspection practices for components and structures of nuclear facilities, 02.03.2012, http://www.wenra.org/media/filer_public/2012/08/30/wig_final_report_2_3_2012.pdf, (12.10.2017)

WENRA, 2014, Western European Nuclear Regulators Association, Report WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors Update in Relation to Lessons Learned from Tepco Fukushima Dai-Ichi Accident

WNA, 2016a, World Nuclear Association, Nuclear Power in the USA, <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/usa-nuclear-power.aspx>, (25.10.2016)

WNA, 2016b, World Nuclear Association, Nuclear Power in France, <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-a-f/france.aspx>, (12.11.2016)

WNA, 2016c, World Nuclear Association, Nuclear Power in Russia, <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/russia-nuclear-power.aspx>, (26.10.2016)

WNA, 2017, World Nuclear Association, Nuclear Power in South Korea, <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/south-korea.aspx>, (24.09.2017)

YTÜ, 2017, Konstrüksiyon Nedir?, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Konstrüksiyon Anabilim Dalı, <http://konstruk.mkm.yildiz.edu.tr/>, (13.02.2017)

EKLER

Ek-1 Basınçlı Ekipman İmalatlarında Kullanılabilecek Malzemelerden Beklenen Özellikler

Ülkelerde, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların imalatlarında kullanılabilecek malzemelerin;

- Düzenlemelerde listelenebildiği,
- Standartlara yapılan atıflarla belirlenebildiği,
- “Malzemeler için Avrupa Onayı” gibi özel bir onay sürecinden geçmiş olma şartı aranabildiği,

belirlenmiştir. Öte yandan, ekipman imalatlarında kullanılmak üzere bahsedilen kapsamdakiler dışında malzemelerin kullanılması gerektiğinde yeni malzemelerin belirli nitelikleri sağlamaları beklenmekte ve böyle bir yaklaşım, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların malzemeleri için Finlandiya ve Rusya Federasyonu’nda ve konvansiyonel basınçlı ekipmanlar açısından ise AB Direktifi uygulamaları çerçevesinde görülebilmektedir. Fransa’da, Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi uyarınca (ESPN, 2005), AB Direktifi uyarlaması olan 99-1046 sayılı Kararname ile belirlenen temel güvenlik gerekleri nükleer basınçlı ekipmanlar için de geçerlilik kazanmakta ayrıca bu ekipmanların imalatında kullanılacak malzemeler için bazı ek gerekler de belirlenmektedir. ABD’de ise nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların imalatında kullanılacak malzemelerden beklenen kırıma tokluğu değerleri 10 CFR belirlenmiş durumdadır. Sözü geçen ülkelerde ekipman imalatlarında kullanılabilecek malzemeler için belirlenen gereklere bu bölüm altındaki tablolarda yer verilmektedir.

Finlandiya’da, nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların imalatlarında, YVL E.3 sayılı Kılavuz uyarınca, uyumlaştırılmış Avrupa standartlarına uygun malzemeler veya Malzemeler için Avrupa Onayı kapsamında onaylanmış malzemeler gibi bu ekipmanlarda kullanılmak üzere kabul edilmiş malzemeler kullanılabilmektedir (STUK, 2013a). Diğer taraftan, söz konusu Kılavuz ile belirlenen kapsamdaki malzemeler haricinde, malzeme imalatçısının fabrika standardına uygun malzemeler gibi bazı malzemeler özel nedenlerden

ötürü ekipmanların imalatında kullanılmak üzere kabul edilebilmektedir. Böylesi durumlarda malzemeler için asgari olarak Tablo Ek-1.1’de gösterilen bilgilerin sunulması gerekmektedir.

Tablo Ek-1.1 Malzemeler hakkında STUK'a sunulması gereken bilgiler

Gerekli bilgi	Varsa ayrıntılı işlemler
Malzemenin imalat yöntemi	Ergitme süreci, deoksidasyon yöntemi, vakumlu işlemler
Malzemenin kimyasal bileşimi ve en yüksek kabul edilebilir kirlilik (<i>impurities</i>) konsantrasyonu	-
Malzemenin teslim durumu	Şekillendirme, kaynak, ısıtma işlem ve yüzey işlemleri koşulları
İzin verilen limitler ile birlikte malzemenin mekanik özellikleri	Örneğin; akma mukavemeti, gerilme mukavemeti, kırılma uzaması, darbe ve kırılma tokluğu, yorulma direnci, sıcak çekme mukavemeti, sürtünme mukavemeti
Garanti edilen diğer malzeme özellikleri	Örneğin; fiziksel özellikler, gerilim yaşlanma direnci ve malzemenin iç bütünlüğüne ilişkin özel gereklilikler
Malzeme için izin verilen ve teslim durumunu (Şekillendirme, kaynak, ısıtma işlem, yüzey işlemleri) değiştirebilecek işlemler ve bu işlemlere ilişkin usul ve sınırlamalar	-
Malzemenin kullanımına ilişkin kısıtlamalar	-
Malzemeyi ilgilendiren diğer bilgiler	-

(STUK, 2013a)

Fransa’da nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanlara yönelik kuralları içeren Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi (ESPN, 2005), ülkedeki AB Direktifi uyarlaması olan 99-1046 sayılı Kararname’de belirlenen temel güvenlik gereklerinin üzerine ek gerekler oluşturmaktadır. Bu nedenle, öncelikle AB Direktifi ile malzemeler için belirlenen gereklerden bahsedilmelidir. Direktif’e göre ekipman imalatlarında, uyumlaştırılmış standartlara uygun malzemeler kullanılabilen ancak bu malzemeler dışında özel malzeme değerlendirilmesi yapılan malzemeler de kabul edilmektedir (AB, 1997). Özel malzeme değerlendirilmesi yapılacak malzemelerde eşdeğer bir güvenlik seviyesinin sağlanabilmesi için gerekler de AB Direktifi’nde belirlenmiştir (AB, 1997). Buna göre, AB Direktifi uyarınca basınçlı ekipmanların imalatlarında kullanılacak malzemelerden beklenen dayanım, süreklilik ve kaynak faktörü gibi özellikler Tablo Ek-1.2’de gösterilmektedir. Ayrıca, özel malzeme değerlendirilmesi, Finlandiya’da da nükleer santraller için basınçlı

ekipman imalatlarında kullanılacak malzemelerin kabul edilebilirliğini göstermekte kullanılabilmektedir (STUK, 2013a).

Tablo Ek-1.2 AB Direktifi uyarınca malzemelerin karşılaması beklenen nicel gerekler

Özellik	Beklenen değer
İzin verilen gerilimler Temel olarak statik yükler ve sürünme önemli olan aralığın dışındaki sıcaklıklar için izin verilen genel membran gerilmesi kullanılan malzemeye göre yandaki değerlerin en küçük değerini aşmamalıdır: Semboller: $R_{m/20}$ nihai dayanımın 20 °C'deki asgari değeri $R_{m/t}$ hesaplama sıcaklığında nihai dayanım $R_{e/t}$ akma sınırı hesaplama sıcaklığındaki aşağıdaki değerleri gösterir: - Alt ve üst akış sınırlarını gösteren bir malzeme için üst akış sınırı - Östenit çeliği ve alaşımsız alüminyum için %1,0 dayanıklılık (<i>proof strength</i>) - Diğer durumlarda %0,2 dayanıklılık	Ferritik çelik: (Haddelenmede normalize edilmiş) Normalize çelikler dâhil - İnce taneli çelik ve özel ısıtıl işlem görmüş çelik hariç $R_{e/t}$ 'nin 2/3'ü ve $R_{m/20}$ 'nin 5/12'si
	Östenit çeliği: - Kopma sonrası uzama %30'u geçerse $R_{e/t}$'nin 2/3'ü - Alternatif olarak, kopma sonrası uzama %35'i geçerse $R_{e/t}$'nin 5/6'sı ve $R_{m/t}$'nin 1/3'ü
	Alaşımsız veya düşük alaşımlı dökme çelik: $R_{e/t}$ 'nin 10/19'u ve $R_{m/20}$ 'nin 1/3'ü
	Alüminyum: $R_{e/t}$ 'nin 2/3'ü
	Çökelme ile sertleştirilmişler hariç alüminyum alaşımları: $R_{e/t}$ 'nin 2/3'ü ve $R_{m/20}$ 'nin 5/12'si
Kaynak Faktörü (Bağlantı katsayıları) Kaynaklı bağlantılarda, bağlantı katsayıları yandaki değerleri aşmamalıdır: Gerektiğinde, gerilme tipleri ile bağlantının mekanik ve teknolojik özellikleri de hesaba katılmalıdır.	Bütün kaynak yerlerinin önemli bir hasar göstermediğini teyit eden, tahribatlı ve tahribatsız muayeneye tabi tutulan ekipmanlar: 1
	Rastgele tahribatsız muayeneye tabi tutulan ekipmanlar: 0,85
	Görsel muayene dışında tahribatsız muayeneye tabi tutulmayan ekipmanlar: 0,7
Malzeme özellikleri Diğer kriterler uyarınca dikkate alınması gereken başka değerler olmadıkça, bir çelik yandaki gerekleri sağlıyorsa yeterince sünek kabul edilmektedir:	- Standart bir prosedürle gerçekleştirilen çekme testinde kopma sonrası uzama %14'den az değilse 20 °C'de veya belirlenen işletme sıcaklığının en düşüğünden yüksek olmayan sıcaklıkta ISO V parça testinde ölçülen darbe enerjisi 27 J'den az değilse

(AB, 1997)

Fransa'da, nükleer santrallerde kullanılan N1 ve N2 sınıf basınçlı ekipmanların imalatlarında kullanılacak malzemeler için Nükleer Basınçlı Ekipmanlar Kararnamesi ile AB Direktifi

gereklerine ek olarak belirlenen ve malzemelerin sağlaması beklenen özellikler ise sınıflara göre Tablo Ek-1.3 ve Tablo Ek-1.4’de gösterilmektedir.

Tablo Ek-1.3 Fransa’da N1 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanlarda kullanılan malzemelerin sağlaması beklenen özellikler

Özellik	Malzemeler ve karşılanacak değerler
Kopma uzaması (<i>breaking strain</i>)	Ferritik yüzey alanı olan malzemeler (somun ve cıvatalar hariç): Oda sıcaklığında %20'ye eşit veya daha fazla (kaynaklar da dâhil)
	Somun ve cıvata dışında östenit veya östenit-ferritik yapıya sahip malzemeler: Oda sıcaklığında %35'e eşit veya daha fazla (kaynaklar hariç) (Dolgu metali için %35 ölçütü %25'e düşürülür)
	Somut ve cıvatalar haricinde martensitik yapıya sahip malzemeler: Oda sıcaklığında %14'e eşit ya da daha fazla
	Somunlar ve cıvatalar: Oda sıcaklığında %12'ye eşit veya daha fazla
	Oda sıcaklığında kopma uzaması %14'ün altında ise 0,45'den büyük ya da eşit kesit alanı daralmasına sahip olmalıdır.
Darbe enerjisi (<i>shock flexural energy</i>)	Ferritik yüzey alanı olan malzemeler (somun ve cıvatalar hariç): ISO V test parçasında, 0° C'de 40 J'den büyük veya eşit (kaynaklar dâhil) (Oda sıcaklığında gerilme mukavemeti 600 MPa'a eşit veya daha fazla olan malzemeler için 40 J sınırı 60 J'e yükseltilir.)
	Somun ve cıvata dışında östenit veya östenit-ferritik yapıya sahip malzemeler (kaynaklar hariç): Oda sıcaklığında ISO V test parçasında 100 J'den büyük veya eşit (Kopma uzaması % 45'e eşit veya daha fazlaysa, darbe enerjisinin doğrulanması gerekli değildir.) (Dolgu metali için 100 J ölçütü yeterlilikleri tanımlanmak şartıyla işlem kapasitelerine göre belirlenen bir değerle değiştirilebilir. Bu değer, formül için 60 J, test numuneleri için 50 J'den az olamaz.)
	Somut ve cıvatalar haricinde martensitik yapıya sahip malzemeler: 0 °C'de ISO V test parçasında 40 J'den büyük veya eşit
	Somun ve cıvatalar: 0 °C'de ISO V test parçasında 40 J'den büyük veya eşit
	Östenit yapıya sahip malzemeler için 0° C'de 40 J ölçütü, oda sıcaklığında 50 J ölçütüyle değiştirilebilir.
Gerilme mukavemeti (<i>tensile strength</i>)	Ferritik yüzey alanı olan malzemeler (somun ve cıvatalar hariç): Özellikle, süneklik, kaynaklanabilirlik ve işlenebilirlik ile ilgili özel gerekçeler olmadıkça oda sıcaklığında 800 MPa ile sınırlanmış (kaynaklar dâhil)
	Somun ve cıvata dışında östenit veya östenit-ferritik yapıya sahip malzemeler (kaynaklar hariç): Özellikle süneklik, kaynaklanabilirlik ve işlenebilirlik ile ilgili özel gerekçeler olmadıkça oda sıcaklığında 800 MPa ile sınırlanmış

Özellik	Malzemeler ve karşılanacak değerler
	Somun ve cıvatalar haricinde martensitik yapıya sahip malzemeler: Özellikle süneklik ve kaynaklanabilirlik ile ilgili spesifik gerekçeler olmadıkça, oda sıcaklığında elastikiyet sınırı ve gerilme mukavemetleri arasındaki oran en az 0,85'e eşit olmalıdır.

(ESPN, 2005)

Tablo Ek-1.4 Fransa'da N2 sınıf ve kategori 1-4 nükleer basınçlı ekipmanlarda kullanılan malzemelerin sağlaması beklenen özellikler

Özellik	Malzemeler ve karşılanacak değerler
Kopma uzaması (<i>breaking strain</i>)	Ferritik yapıya sahip malzemeler (Somun ve cıvatalar hariç): Standart prosedürlere uygun olarak gerçekleştirilen çekme testinde en az %14'e eşit
	Östenit yapıya sahip malzemeler (Somun ve cıvatalar hariç): Standart prosedürlere uygun olarak gerçekleştirilen çekme testinde en az %25'e eşit
	Somun ve cıvatalarda: Oda sıcaklığında %12 veya daha fazla Oda sıcaklığında kopma uzaması %14'den az ise 0,45'den büyük ya da eşit kesit alanı daralmasına sahip olmalıdır.
Darbe enerjisi (<i>shock flexural energy</i>)	Ferritik yapıya sahip malzemeler (Somun ve cıvatalar hariç): 0 °C'de bir ISO V test parçasında en az 27 J
	Östenit yapıya sahip malzemeler (Somun ve cıvatalar hariç): 20 °C'de bir ISO V test parçasında en az 60 J veya dolgu metali için test numunelerinde en az 50 J Kopma uzaması en az %45'e eşit olduğunda ve nikel bazlı alaşımlarda darbe enerjisinin doğrulanması gerekli değildir.
	Somun ve cıvatalarda: 0 °C'de bir ISO V test parçasında 40 J'den büyük veya eşit Östenit yapıya sahip malzemeler için 0 °C'de 40 J'lük darbe enerjisi ölçütü, oda sıcaklığında 50 J ölçütüyle değiştirilebilir.

(ESPN, 2005)

Rusya Federasyonu'nda, nükleer santrallerde basınç altında çalışan ekipman ve boruların imalat, montaj ve onarımlarında kullanılabilecek temel malzemeler, PNAE G-7-008-89 sayılı Düzenleme'nin (Energoatomizdat, 1990) ekinde listelenmiştir. Ekipman imalatlarında kullanılmak üzere listelenen malzemeler haricinde malzemelerin kullanılabilmesi için düzenleyici kuruma öneride bulunulmalı ve yeni malzemeler hakkındaki test ve çalışmalar ile yarı mamuller ve kaynak (kaplama) malzemelerinin teknik özellikleri ile ilgili verileri

içeren bir rapor öneriye eşlik etmelidir (Energoatomizdat, 1990). Malzemelere ilişkin söz konusu raporda bulunması gereken verilerin bir listesi Tablo Ek-1.5’de gösterilmektedir.

Tablo Ek-1.5 Rusya Federasyonu’nda ekipman imalatlarında kullanılabilecek yeni malzemelerde aranan nitelikler

Özellikler	Sağlanması gereken veriler
Genel Özellikler	1.1 Temel malzemeler için aşağıdaki veriler sunulmalıdır: 1) Kimyasal bileşim (zararlı bileşimler belirtilmelidir) 2) Yarı mamul imalatının türü ve yöntemi 3) Malzemenin kullanımına izin verilen maksimum sıcaklık, T_{max} 4) Malzemenin kullanımına izin verilen çalışma ortamı (<i>working media</i>) 5) Isıl işlem 6) Malzemenin en fazla soğurabileceği nötron akısı (0,5 MeV’dan daha yüksek enerjili ve 10^{22} nötron/m ² den fazla nötrona maruz kalınacaksa), ek olarak testler sırasındaki soğurulan nötron akısı ve enerjisi 7) Testlerde kullanılan yarı mamuller için sertifika verileri, ergime kayıt numaraları 8) Numunelerin yarı mamullerden kesilmesine ilişkin şema 9) Yarı mamuller için teknik özellikler veya standartlar listesi 10) Malzemenin amacı
	1.2 Kaynak ve kaplama malzemeleri için aşağıdaki veriler sunulmalıdır: 1) Kaynak yöntemi 2) Kaynak (kaplama) ve temel malzemelerin (sınıflarına göre) birleşimi 3) Dolgu malzemesinin (kaynak metali) kimyasal bileşimi (elementlerin ve istenmeyen maddelerin sınır değerleri belirtilmelidir) 4) Ön ve eşzamanlı ısıtmanın gerekliliği ve modları; 5) Kaynaklı bileşimler ve erimiş ürünler için ısıl işlemin gerekliliği, türü ve modları 6) Malzemenin en fazla soğurabileceği nötron akısı (0,5 MeV’dan daha yüksek enerjili ve 10^{22} nötron/m ² den fazla nötrona maruz kalınacaksa), ek olarak testler sırasındaki soğurulan nötron akısı ve enerjisi
	1.3 Sıvı metal soğutucusu ile temas içinde çalışmak üzere tasarlanmış malzemelerin karbondan arındırma ve yerel kırılma eğilimini tanımlayan veriler sunulmalıdır.
Fiziksel-mekanik özellikler	2.1 Temel malzemeler ve dolgu (kaynak) malzemeleri için testler sonucu elde edilen ve sağlanması garanti edilen aşağıdaki özelliklere ilişkin veriler sunulmalıdır: 1) Nihai dayanım R_m 2) Akma sınırı $R_{p0,2}$ 3) Bağıl uzama A_5 4) Bağıl azalma z
	2.2 Kaynaklı bağlantılarda testler sırasında elde edilen ve garanti edilen nihai dayanım ve büküm açısı (<i>angle of bending</i>) değerleri sunulmalıdır.
	2.3 Madde 2.1 ve 2.2’de bahsedilen özellikler 20 °C’den T_{max} ’a kadar olan aralıkta her 50 °C’de ve ($T_{max}+25$) °C ve ($T_{max}+50$) °C sıcaklıkta belirlenmelidir. Kaynaklı bağlantının büküm açısı sadece 20 °C sıcaklığın altında tanımlanır.

Özellikler	Sağlanması gereken veriler
	2.4 Temel malzemeler, dolgu (kaynak) malzemeler ve nötron ışınlaması altında çalışmak üzere tasarlanmış kaynaklı bağlantılar ve antikorozyon kaplamalar için; Madde 2.1 ve 2.2'de bahsedilen mekanik özelliklerin (büküm açısı hariç), 20 °C, 270 °C ve T_{max} sıcaklıklarında ve malzeme için izin verilen azami nötron akıcılığı altında değişimlerine ilişkin veriler sunulmalıdır. 2.5 Tüm işletme ömrü boyunca mekanik özelliklerde bozulmanın garanti edilmiş seviyenin altında olduğu doğrulanmalı (nötron radyasyonu olmadığında) veya mekanik özelliklerin zaman içindeki değişimini karakterize eden nicelik verileri sunulmalıdır. 2.6 Testler sırasında elde edilen aşağıdaki fiziksel parametrelerin değerleri temel malzeme ve dolgu (kaynak) malzemesi için sunulmalıdır: 1) Esneklik katsayısı E 2) Doğrusal genleşme katsayısı α 3) Isıl iletkenlik katsayısı λ 4) Yoğunluk γ 2.7 Madde 2.6'da bahsedilen parametreler, 20 °C'den T_{max}'a kadar sıcaklık aralığında her 100 °C'de ve $(T_{max}+50)$ °C'de tanımlanmalıdır.
Gevrek kırılma dayanımı parametreleri	3.1 Temel malzeme, kaynak metali ve kaynak bölgesi için aşağıdaki özellikler tanımlanmalıdır: 1) (T_k-100) °C ile (T_k+50) °C arasındaki sıcaklık aralığında kırılma tokluğu-sıcaklık ilişkisi (Kontur integral I_{IC}'nin kritik değerlerinin dönüştürülmesiyle elde edilen K_{IC} değerlerinin sunulmasına T_k üzerindeki sıcaklıklarda izin verilir) 2) Başlangıçta malzeme sünek-kırılgan geçiş kritik sıcaklığı T_{ko} 3) Isıl yaşlanmaya bağlı olarak sünek-kırılgan geçiş kritik sıcaklığı kayması ΔT_T 4) Yorulma etkisiyle sünek-kırılgan geçiş kritik sıcaklığı kayması ΔT_N 5) Nötron soğrulma etkisiyle oluşan sünek-kırılgan geçiş kritik sıcaklığı kayması ΔT_F 3.2 Yeni önerilen malzemenin çalışma ortamıyla olan etkileşiminin, gevrek kırılma direnci özelliklerini garanti edilen seviyenin altında düşürmeyeceği doğrulanmalı veya bu etkileşimin niteliklerini yansıtan nicel veriler sunulmalıdır. Söz konusu verilerin, 20 °C sıcaklıkta 590 MPa'dan (60 kgf/mm²) fazla olmayan bir nihai dayanıma sahip ve nötron radyasyonuna maruz kalmayan ($E \geq 0,5$ MeV ve $F \leq 10^{22}$ nötron/m²) malzemeler ve çalışma ortamından korozyon önleyici kaplama ile korunan malzemeler için sunulması gerekli değildir. 3.3 Nötron radyasyonuna maruz kalmayan (0,5 MeV'dan daha yüksek enerjili ve 10^{22} nötron/m² den az nötrona maruz kalan) malzemeler için aşağıdaki durumlarda 3.1 ve 3.2 numaralı maddelerde bahsedilen özelliklerin sunulması gerekmemektedir: 1) 20 °C'nin altında akma sınırı 295 MPa'a (30 kgf/mm²) eşit ya da az olan malzemelerde için bileşen kalınlığı 25 mm'den fazla değilse 2) 20 °C'nin altında akma sınırı 295 MPa'dan (30 kgf/mm²) fazla olan malzemelerde bileşen kalınlığı 16 mm'den fazla değilse 3) Östenitik sınıf ve demir dışı alaşımların korozyona dayanıklı çeliklerinden yapılmış malzemeler
Uzun vadeli dayanım, esneklik	4.1 Yeni malzemenin kullanılabileceği maksimum sıcaklık (bundan böyle T_1 olarak tanımlanmaktadır) aşağıdaki değerleri aştığında uzun vadeli dayanım, esneklik ve sürünme hakkındaki veriler sunulmalıdır:

Özellikler	Sağlanması gereken veriler
ve sürünme parametreleri	Östenitik korozyona dayanıklı çelikler, nikel-krom alaşımları ve ısıya dayanıklı krom-molibden çelikler için 450 °C; karbon ve alaşımlı çelikler için 350 °C; zirkonyum alaşımları için 250 °C; alüminyum ve titanyum alaşımları için 20 °C. 4.2 Temel malzeme ve dolgu (kaynak) malzemesi için testler esnasında sağlanmış ve elde edilmiş olan uzun vadeli dayanım ve esneklik değerleri sunulmalıdır. 4.3 Kaynaklı bağlantılar için yalnızca testlerde sağlanan ve gerçekten elde edilen uzun vadeli dayanım sınır değerleri sunulmalıdır. 4.4 Madde 4.2 ve Madde 4.3'te belirtilen özellikler, T_1'den T_{max}'a kadar sıcaklık aralığında her 50 °C'de ve $(T_{max}+25)$ °C ve $(T_{max}+50)$ °C için sunulmalıdır. Uzun vadeli dayanım özellikleri, $2 \cdot 10^4$ saate kadar olan testler ile sunulmalıdır. Elde edilen değerler $10^4 - 2 \cdot 10^5$ saat aralığında sunulmalıdır. 4.5 Sabit hacimde gerilme-uzama eğrisi, Madde 4.4'te belirtilen sıcaklıklarda temel malzemeler ve kaynak metali için 10, 30, 10^2, $3 \cdot 10^2$, 10^3, $3 \cdot 10^3$, 10^4, $3 \cdot 10^4$, 10^5, $2 \cdot 10^5$ saat süreyle sunulmalıdır. 4.6 Nötron radyasyonu altında çalışmak üzere tasarlanmış malzemeler için radyasyonun uzun süreli dayanım, esneklik ve sürünme özelliklerine etkilerini gösteren katsayılar veya ilişkiler sunulmalıdır. 4.7 Malzemenin çalışma ortamıyla temasının; uzun vadeli dayanım, esneklik ve sünme özellikleri için garanti edilen değerleri kötüleştirmede değerlendirilmeli veya çalışma ortamının etkilerini yansıtan veriler sunulmalıdır.
Döngüsel dayanım parametreleri	5.1 Temel malzemenin sağlanan dayanım ve esneklik değerleri için yorulma eğrileri ile kaynaklı bağlantıların 20 °C ve T_{max} sıcaklığındaki döngüsel dayanım bozulma katsayıları; temel malzemeler, kaynaklı bağlantılar ve T_1'den (bkz. Madde 4.1) daha düşük sıcaklık altında çalışacak antikorozyif kaplamalar için sunulmalıdır. 5.2 T_1'nin üzerindeki sıcaklıklarda çalışması amaçlanan temel malzemeler, bunların kaynaklı bağlantıları ve antikorozyif kaplamalar için malzemenin 10^2'den 10^7'ye kadar döngüsel aralıktaki çalışma süresini göz önünde bulundurarak yorulma eğrileri ve döngüsel dayanım bozulma katsayıları verilmelidir (kısa ve uzun vadeli dayanım ve esnekliğin sağlandığının gösterilmesi). Sözü edilen eğriler, T_1 ve $(T_{max}+50)$ °C sıcaklık aralığında her 50 °C'de sunulmalıdır. 5.3 Çalışma ortamıyla temas, deformasyon yaşanması, hidrojen birikmesi ve nötron radyasyonu nedeniyle döngüsel dayanım bozulmasının olmadığı doğrulanmalıdır.
Korozyon dayanımı parametreleri	6.1 Çalıştığı ortamda tüm işletme modlarında (kesinti modları dâhil), temel malzeme ve kaynaklı bağlantılar için toplam korozyon hızı, çukurcuk korozyonunun oluşmasına karşı direnci (çukurcuk derinliğinin gelişimi) ve gerilme korozyonunun değerleri sunulmalıdır. 6.2 Korozyona dirençli çelikler ve kaynaklı bağlantılar için tanelerarası korozyon direnci doğrulanmalıdır.

(Energoatomizdat, 1990)

ABD’de nükleer santrallerde kullanılan ekipmanlar için ayrıntılı kurallar (malzeme, tasarım, imalat, test, muayene ve aşırı basınçtan koruma) içeren ASME BPVC kurallarına uyulması 10 CFR (NRC Regulations, 2009e) ile zorunlu tutulmaktadır. ASME BPVC ile ekipman imalatlarında kullanılabilecek malzeme özellikleri de belirlenmektedir (ASME, 1998). Öte yandan, ASME tarafından hazırlanan “Birinci Sınıf Nükleer Güç Santrali Bileşenleri için

Kod Karşılaştırma Raporu” adlı çalışmaya (ASME, 2012b) göre, Rusya Federasyonu’nun yeni malzemelerin ekipman imalatlarında kullanılmasına ilişkin prosedürüne (bkz. Tablo Ek-1.5) benzer bir yaklaşım ASME standardı kapsamında da uygulanabilmektedir. Rapor’da, özellikle bileşen kompozisyonu, izin verilen katkı miktarı limitleri, yarı mamul üretim prosedürleri, servis sıcaklık aralığı, ısıtılma işlem ve izin verilen dış etki (nötron ışınlaması) gibi özellikler dikkate alındığında yeni malzemelerle ilgili verilerin sağlanmasına ilişkin usullerin Rusya Federasyonu’ndaki uygulama ile ASME standardı arasında tutarlı olduğu vurgulanmaktadır.

ABD’de, 10 CFR Kısım 50 Ek-G (NRC Regulations, 2009g) ile reaktör soğutucu basınç zarfı bileşenlerinin ferritik malzemeleri için belirlenen kırılma tokluğu gerekleri belirlenmiş durumdadır. Bu gerekler Tablo Ek-1.6’da gösterilmektedir.

Tablo Ek-1.6 10 CFR Kısım 50 Ek-G uyarınca malzemeler için kırılma tokluğu gerekleri

Malzemeler	Kırılma tokluğu gerekleri
1. En küçük akma mukavemeti; • 345 MPa’dan fazla olmayan ve • 345 MPa ve 621 MPa arasında olanlardan ise belirli vasıflandırmaya tabi tutulmuş olan, Karbon ve düşük alaşımlı ferritik çelik; • Levha • Dövme • Döküm • Bonular 2. Yukarıdaki malzemelerin kaynakları ve kaynak ısısından etkilenen bölgeleri 3. En küçük akma mukavemeti 896 MPa’dan fazla olmayan cıvatalar ve diğer bağlantı elemanları için malzemeler	Reaktör basınç kabı malzemeleri (<i>beltline materials</i>), temel malzemeler için enine uzanan doğrultuda (<i>transverse direction</i>) ve kaynak malzemesi için kaynak boyunca (daha düşük değerlerin kırılmaya karşı güvenlik marjı sağlayacakları NRC tarafından onaylanacak şekilde gösterilmedikçe); • Başlangıçta 102 J’den az olmamak üzere ve • Basınç kabının ömrü boyunca 68 J’den az olmayacak şekilde Charpy üst kabuk enerjisine (<i>Charpy upper-shelf energy</i>) sahip olmalıdır. Analizler ASME BPVC’nin 10 CFR ile belirlenen en yeni baskısına göre yapılmalıdır. Nötron radyasyonuna maruz kalan malzemelerinin kırılma tokluklarına ilişkin ilave bulgular, analizlerde kullanılmak üzere ek kırılma tokluğu testlerinden elde edilebilir.

Değerlendirme

Nükleer santrallerde kullanılan basınçlı ekipmanların imalatlarında, bu bölümün başında da belirtildiği gibi daha önce çeşitli onay süreçlerinden geçmiş veya standartlarla belirlenmiş

malzemelerin kullanılabildiği anlaşılmıştır. Yeni malzemelerin ekipman imalatlarında kullanılabilmeleri için ayrı bir onay süreci tanımlanabilmektedir. Ekipman imalatlarında kullanılabilecek yeni malzemeler için;

- Akma mukavemeti, gerilme mukavemeti, kopma uzaması, darbe ve kırılma tokluğu, yorulma direnci, sıcak çekme mukavemeti, sürünme mukavemeti gibi mekanik özellikler,
- Kimyasal bileşimleri,
- Korozyon dayanımları

ve benzeri özelliklerin belirlenmesi gerektiği görülmüştür. Yeni malzemeler için belirlenerek düzenleyici kuruma sunulması gereken nitelikler özellikle Rusya Federasyonu'nda, Tablo Ek-1.5'de görülebileceği gibi ayrıntılı bir şekilde belirlenmiş durumdadır. Bununla birlikte, ekipman imalatlarında kullanılabilecek malzemelerden beklenen mekanik ve metalürjik değerlere doğrudan düzenlemelerde yer verilmesine bazı durumlarda rastlanabilmektedir. Örneğin, AB Direktifi uyarınca konvansiyonel basınçlı ekipmanlardan;

- Çekme testinde kopma sonrası uzamanın %14'den ve
- 20 °C'de veya belirlenen işletme sıcaklığının en düşüğünden yüksek olmayan sıcaklıkta ISO V parça testinde ölçülen darbe enerjisinin 27 J'den

az olmaması istenirken, Fransa'da nükleer santrallerin ana birincil ve ikincil devre bileşenlerinde kullanılabilecek olan N1 sınıf basınçlı ekipmanların malzemelerinden;

- Ferritik yüzey alanı olan malzemeler (somun ve cıvatalar hariç) için %20 ve somun ve cıvatalarda ise oda sıcaklığında %12'ye eşit veya daha fazla kopma uzaması ve,
- Ferritik yüzey alanı olan malzemeler için ISO V test parçasında 0° C'de 40 J'den büyük veya eşit (kaynaklar dâhil) darbe enerjisinin

sağlanması gerekmektedir. Fransa'da, Tablo Ek-1.3'de görülebileceği gibi N1 sınıf ekipmanlarda kullanılabilecek malzemelerin gerilme mukavemetleri, ferritik yüzey alanı

olan malzemeler (somun ve cıvatalar hariç, kaynaklar dâhil) için özellikle, süneklik, kaynaklanabilirlik ve işlenebilirlik ile ilgili özel gerekçeler olmadıkça oda sıcaklığında 800 MPa ile sınırlandırılmıştır (ESPN, 2005).

ABD’de ise düzenleyici mevzuat 10 CFR ile reaktör soğutucu basınç zarfı bileşenlerinde kullanılabilecek malzemelerden beklenen kırılma tokluğu değeri belirlenmiş durumdadır. Tablo Ek-1.6’da gösterildiği gibi belirli akma mukavemetlerine sahip çeliklerin, kullanım ömürlerinin başında 102 J, işletme esnasında ise 68 J’den az olmayacak şekilde kırılma tokluğuna sahip olması gerekmektedir.

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Uzmanlık tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynak listesinde gösterilenlerden oluştuğunu, bunlardan her seferinde değinme yaparak yararlandığımı ve Atom Enerjisi Uzmanlığı Yönetmeliğine ve Atom Enerjisi Uzmanlığı Tez Hazırlama Kılavuzuna uygun olarak hazırladığımı belirtir ve bunu doğrularım.

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

.../11/2017

Erdem ÇAKIR

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Kırşehir'in Kaman ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İzmir'de tamamladıktan sonra 2007 yılında Celal Bayar Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2011 yılının Nisan ayında mühendis olarak görev yapmaya başladığı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda açılan yarışma sınavı sonucunda başarılı olarak Atom Enerjisi Uzman Yardımcısı olarak atandı. Halen Atom Enerjisi Uzman Yardımcısı olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.

