

Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli - II

Ekonomi ve Dış Politika
Araştırmalar Merkezi
edam

Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi

NÜKLEER ENERJİYE GEÇİŞTE TÜRKİYE MODELİ - II

Editör : Sinan Ülgen, EDAM

Araştırmacılar :

Sinan Ülgen, EDAM
Prof. Dr. Hasan Saygın, İstanbul Aydın Üniversitesi
Doç. Dr. Gürkan Kumbaroğlu, Boğaziçi Üniversitesi
Doç. Dr. İzak Atiyas, Sabancı Üniversitesi
Aaron Stein, EDAM
Deniz Sanin, Sabancı Üniversitesi

Katkı sağlayanlar :

Nazife Al, EDAM

Çeviri :

Tri-A Dil Hizmetleri, Danışmanlık ve Reklamcılık
Can Selçuki, CEPS



Bu araştırma "The William and Flora Hewlett Foundation"dan elde edilen bir hibe ile gerçekleştirilmiştir.

© EDAM, 2012
Seheryıldızı sokak 23/5
34337 Etiler- İstanbul
Tel : 0212-352 1854
Email : info@edam.org.tr
www.edam.org.tr

1 . Baskı İstanbul, Aralık 2012

ISBN : 978-9944-0133-4-5

Kitap tasarımı : GÜNGÖR GENÇ

Baskı : Tor Ofset Sanayi ve Ticaret Ltd Şti
Akçaburgaz Mahallesi, 116. Sokak No 2 Esenyurt - İstanbul
Tel : 0212- 886 3474

Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli - II

EDAM Hakkında

Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi (EDAM) İstanbul merkezli bağımsız Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi (EDAM) İstanbul merkezli bağımsız bir düşünce kuruluşudur. EDAM'ın temel amaçları,

- Türk dış politikası ve güvenlik politikaları,
- Türkiye-AB ilişkileri ,
- Küreselleşmenin yönetimi ve etkileri,
- Enerji ve iklim değişikliği politikaları.

konularında bilimsel temelli araştırmalar yapmak suretiyle Türkiye içinde ve dışındaki karar alma sürecine katkıda bulunmaktadır. EDAM bu çerçevede bu konu başlıkları altındaki araştırmaların yanısıra, yuvarlak masa toplantıları ve konferanslar düzenlemektedir. EDAM aynı zamanda Avrupa Birliği ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çeşitli kuruluşlar ile ortak araştırma ve yayın konularında işbirliği yapmaktadır.

Kurumsal Yapı

EDAM; akademi, sivil toplum, iş dünyası ve medya gibi Türk toplumunun farklı sektörlerinden oluşan bir üye ağını bir araya getirmektedir. Çeşitlilik arzeden bu yapı, farklı öngörü ve bakış açılarının karşılıklı etkileşimine açık, etkin bir platform oluşturmada EDAM'a önemli bir katkı sağlamaktadır.

EDAM'ın yönetim ve faaliyetleri 14 kişiden oluşan Yönetim Kurulu eliyle gerçekleştirilmektedir. Ayrıca Türk ve Avrupa'lı fikir önderlerinden oluşan bir Danışma Kurulu, merkezin faaliyet ve projelerini desteklemektedir. EDAM aynı zamanda sürekli olarak bünyesinde çalışan profesyonel bir ekip istihdam etmektedir.

EDAM projelerini gerçekleştirmek amacıyla proje bazlı fonlar, kurumsal bağışlar ve ilgili ödenekleri kabul etmektedir. Buna ek olarak, EDAM bir çok farklı sivil toplum örgütü ve uluslararası kuruluşlar ile ortak finanse prensibi temelinde ortak proje ve araştırmalar yapmaktadır.

Yazarlar

Sinan Ülgen

Sinan Ülgen, 1966 yılı doğumludur. 1987 yılında ABD Virginia Üniversitesinden ekonomi ve bilgisayar mühendisliği dallarından mezun oldu. 1989-1990 yılları arasında Brugge Avrupa Kolejinde Avrupa Topluluğu ve ekonomik bütünleşme konusunda yüksek lisans yaptı. Ülgen, 1990 yılında girdiği Dışişleri Bakanlığında iki yıl boyunca Ankara'da Birleşmiş Milletler dairesinde çalıştı. 1992-1996 yılları arasında ise Brüksel'de Avrupa Birliği Nezdindeki Türkiye Daimi Temsilciliğinde görev yapan Sinan Ülgen, bu dönemde Gümrük Birliğini müzakere eden ekip içinde yer aldı. 1996 yılı sonunda Dışişleri Bakanlığından ayrılan Sinan Ülgen, halihazırda İstanbul Ekonomi Danışmanlığın Yönetici Ortağı olarak AB ve ekonomi konularında danışmanlık yapmaktadır. Uzmanlık alanı uluslararası ilişkiler, uluslararası ekonomi, rekabet politikası ve sektörel politikalar ile AB ile ilgili konulardır.

2004 yılında Kemal Derviş ile beraber yazdığı "Çağdaş Türkiye'nin Avrupa Dönüşümü" başlıklı İngilizce ve Türkçe yayınlanan bir kitabı ile 2005 yılında Bilgi Üniversitesi tarafından yayınlanan "AB ile müzakerelerin el kitabı" bulunmaktadır. Sinan Ülgen'in makaleleri yurtdışında International Herald Tribune, Financial Times, European Voice, Wall Street Journal, Le Figaro, Foreign Policy gibi gazete ve dergilerde; araştırmaları ise Center for European Policy Studies, Center for European Reform, German Marshall Fund ve World Economic Forum (WEF) tarafından yayınlanmıştır. Ülgen halen Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Derneği'nin (EDAM) başkanlığını yürütmekte, ayrıca Brüksel'de yerleşik Carnegie Europe'da misafir araştırmacı olarak çalışmaktadır.

Prof. Dr. Hasan Saygın

Yıldız Teknik Üniversitesi'nden Matematik Mühendisi olarak ve daha sonra gittiği İstanbul Teknik Üniversitesi, Nükleer Enerji Enstitüsü'nden Nükleer Enerji Yüksek Mühendisi olarak mezun oldu. Daha sonra, École Polytechnique de Montréal'den Doktor unvanını aldı. İstanbul Teknik Üniversitesi'ne dönerek bu üniversitede sırasıyla, 1994'te Yardımcı Doçent, 1996'da Doçent, 2002'de Profesör oldu. İstanbul Teknik Üniversitesi, Nükleer Enerji Enstitüsü'nde 1994-1999 yılları arasında Müdür Yardımcılığı, 2002-2003 yılları arasında ise Müdürlük ve Nükleer Bilimler Ana Bilim Dalı Başkanlığı yaptı. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda 2003-2007 yılları arasında Atom Enerjisi Komisyonu Üyeliği ve Atom Enerjisi Danışma Kurulu Üyeliği görevlerinde bulundu. 2009-2011 yıllarında İstanbul Aydın Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dekanlığı'nı ve 2010-2011 yıllarında, İstanbul Aydın Üniversitesi Rektör Yardımcılığı'nı yaptı. Daha sonra 2011 yılında kısa bir dönem İstanbul Aydın Üniversitesi Vekil Rektör'ü olarak görev yaptı. 2011 yılından beri İstanbul Aydın Üniversitesi Mütevelli Heyet Başkan Danışmanı olarak görev yapmaktadır. Çoğunluğu uluslararası hakemli dergilerde yayınlanmış ve uluslararası hakemli konferanslarda sunulmuş 144 yayını vardır ve bu yayınlar 258'i uluslararası olmak üzere 344 kez atıf almıştır. Canadian Nuclear Society (CNS) ve World Association of Soil and Water Conservation (WASWC) üyesidir.

Doç.Dr. İzak Atiyas

İzak Atiyas Boğaziçi Üniversitesi Ekonomi Bölümü'nden 1982 yılında mezun oldu. Doktorasını New York Üniversitesi Ekonomi Bölümü'nde tamamladı. 1988-1995 yılları arasında Dünya Bankası Özel Sektörün Gelişmesi bölümünde çalıştı. 1995-1998 yılları arasında Bilkent Üniversitesi Ekonomi Bölümünde misafir öğretim üyesi olarak bulundu. 1998 yılından beri Sabancı Üniversitesi Sanat ve Sosyal Bilimler Fakültesi'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Araştırma alanları arasında sanayi ekonomisi, rekabet hukuku ve ekonomisi, regülasyon, verimlilik ve siyasal ekonomi bulunmaktadır.

Doç.Dr. Gürkan Kumbaroğlu

1969 yılında Trabzon'da doğdu. Endüstri Mühendisliği lisans ve lisansüstü derecelerini aldı. ODTÜ Endüstri Mühendisliği Bölümü'ndeki doktorasından sonra İsviçre'de Zürih Teknik Üniversitesi ETH bünyesindeki Enerji Politikaları ve Araştırma Merkezi'nde ve müteakiben ABD'nin Berkeley Üniversitesi Ulusal Enerji Araştırmaları Merkezi'nde araştırmalarda bulundu. 2003 yılında Türkiye'ye dönerek Boğaziçi Üniversitesi öğretim üyesi olarak akademik kariyerine başladı. 2010-11 eğitim yılında yılında konuk Profesör olarak RWTH Aachen Üniversitesi'nde dersler verdi, aynı üniversitenin Enerji Araştırmaları Merkezi'nde çeşitli araştırmalara katıldı ve yönetti. Yurt içinde ve dışında yürütücülüğünü yaptığı birçok bilimsel ve teknik araştırma projeleri ve çok sayıda uluslararası makale ve kitap bölümleri bulunmaktadır. Halen Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde Doçent olarak görev yapmakta, aynı zamanda Enerji Ekonomisi Derneği'nin Başkanlığı ve Uluslararası Enerji Ekonomisi Birliği'nin Başkan Yardımcılığını yürütmektedir.

Aaron Stein

Üniversite eğitimini ABD'de San Fransisco Üniversitesinde siyaset bilimi üzerine tamamlayan Aaron Stein, yüksek lisansını 2010 yılında Monterey Institute of International Studies'den elde etmiştir. Uzmanlık alanı nükleer silahların yayılmasının önlenmesine dair politikalar. Aaron EDAM'ın güvenlik, silahsızlanma ve nükleer silahların yayılmasının önlenmesi alanında yaptığı çalışmalara da düzenli katkılarda bulunmaktadır. Aaron, Southeast European Times adında İnternet üzerinden yayın yapan uluslararası haber ajansının muhabirliğini de yapmaktadır.

Deniz Sanin

Deniz Sanin Sabancı Üniversitesi Ekonomi Programı son sınıf öğrencisidir. Lisans eğitimi ile birlikte Matematik Yan Dal Onur Programını 2013 yılında tamamlayacaktır. 2010 yılından beri çeşitli konularda araştırma asistanlığı yapmaktadır. Kalkınma ekonomisi ve kamu politikaları alanlarında araştırma yapmaktadır.

İçindekiler

BÖLÜM 1

1. Giriş	6
2. Türkiye’de elektrik üretimi ve ihtiyacı	6
2.1. Elektrik arz ve talep tahminleri	6
2.1.1. Resmi talep tahminleri	6
2.1.2. İnşaat halindeki üretim kapasitesi	8
2.1.3. İlave kapasite ihtiyacı	10
2.2. Teknolojik perspektif	11
2.2.1. Enerji Stratejisi ve Teknolojik Tercihler	11
2.2.2. Yenilenebilir Enerji Potansiyeli	11
2.3. Üretim maliyetleri	12
2.3.1. Enerji üretim maliyetleri	12
2.4. Güvenilir Üretim İhtiyacı	17
2.5. Elektrik fiyatlarının gelişimi	18
2.6. Yenilenebilir Enerji Teşvikleri	19
2.7. Ucuz üretim ihtiyacı	20
2.8. İthalata bağımlılık	21
2.8.1. Birincil enerji kaynaklarının ithalatı	21
2.8.2. İthal enerjinin maliyeti	22
2.8.3. İthalata bağımlılığının azaltılması ihtiyacı	22
3. İleri teknoloji sanayinin gelişimine katkıda bulunabilecek yeni teknoloji. Güney Kore örneği	23
4. Sonuç	24

BÖLÜM 2

1. Giriş	32
2. Türkiye’nin İklim Değişikliği Stratejisi	34
2.1. Kısa Tarihçe	34
2.2. Beklentiler	36
3. Türkiye’nin küresel ısınmaya katkısı	36
3.1. Elektrik üretiminden kaynaklanan seragazı emisyonları	36
3.2. Elektrik üretimine ilişkin emisyon katsayısı	38
3.2.1. İşletme Marj Emisyon Katsayısı	38
3.2.2. Yerleşik Marj Emisyon Katsayısı	40
3.2.3. Kombine Emisyon Katsayısı	42
4. Nükleer enerjinin toplam seragazı emisyonlarına etkisi	43
5. Sonuç	46

BÖLÜM 3

1. Giriş	53
2. Atom Enerjisi ve Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Rejiminin Gelişimi: Manhattan Projesi’nden NPT’ye	54
2.1. Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesinde Ortaya Çıkan Sorunlar: Tedarikçilerin İhracat Kontrollerini Sıkılaştırması ve İkili Nükleer İşbirliği Anlaşmalarına Etkileri	57

2.2. Zenginleştirme ve Yeniden İşleme Tesislerinin Yayılmasının Kontrolü Hakkında Oluşan Mutabakat.....	59
3. Nükleer İhracatların ve İhracat Kontrollerinin Dengelenmesi: Tedarikçi Devletler NSG Kılavuzunu Nasıl Yorumluyor.....	62
3.1. Amerika Birleşik Devletleri	63
3.2. Rusya	66
3.3. Kanada	67
3.4. Almanya	68
3.5. Fransa	69
3.6. Çin	70
4. Türkiye ve Nükleer Müzakereler.....	71
4.1. NSG İlkeleri.....	71
4.2. Türkiye Nükleer İşine Giriyor	72
4.3. Nükleer Mevzuat ve Nükleer Müzakerelerin Tarihçesi.....	72
4.3.1. Kanada ile Nükleer İşbirliği Anlaşması.....	73
4.3.2. Kanada ve Türkiye'nin Nükleer Alanındaki Müzakereleri	75
4.3.3. Türkiye ve Arjantin'in Nükleer İşbirliği Anlaşması	76
4.3.4. Türkiye ve Arjantin'in Nükleer Reaktörlere İlişkin Müzakereleri.....	77
4.3.5. Türkiye ve Güney Kore'nin Nükleer İşbirliği Anlaşması.....	78
4.3.6. Türkiye ve Güney Kore'nin Nükleer Reaktör Müzakereleri	79
4.3.7. Fransa ve Türkiye'nin Nükleer İşbirliği Anlaşması	79
4.3.8. Türkiye ve Fransa'nın Nükleer Müzakereleri	80
4.3.9. Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri	81
4.3.10. Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nin Nükleer Reaktör Müzakereleri	82
4.3.11. Türkiye ve Rusya'nın Nükleer İşbirliği Anlaşması.....	84
4.3.12. Türkiye ve Rusya'nın Nükleer Müzakereleri.....	85
5. Sonuç : Nükleer teknoloji transferine dair kurallar, uygulamalar ve Türkiye	85

BÖLÜM 4

1. Giriş	94
2. Başlıca Mevcut Nükleer Yakıt Çevrimi Seçenekleri	95
2.1. Nükleer Yakıt Çevrimi	95
2.1.1. Nükleer Yakıt Çevriminin Aşamaları	95
2.1.2. Mevcut Nükleer Yakıt Çevrimi Tipleri	97
2.1.3. İleri Nükleer Yakıt Çevrimi Kavramları	98
2.2. Kritik Nükleer Yakıt Çevrimi Teknolojilerine- Uranyum Zenginleştirme ve Yeniden İşleme- İlişkin Dünyadaki Durum	101
2.2.1. Yeniden İşleme stratejileri	102
2.2.2. Uranyum Zenginleştirme Stratejileri.....	107
2.2.3. Kullanılmış Yakıt Yönetimi Stratejileri.....	108
3. Türkiye için Seçenekler ve Genel Bir Karar Analizi	113
3.1. Yakıt Çevrimi Seçimi.....	113
3.2. Ülkenin Kendi Zenginleştirme/Yeniden İşleme Tesisinin Kurulmasına İlişkin Karar Analizi	116
4. Son Değerlendirmeler	120

BÖLÜM 5

1. Giriş ve bazı temel ilkeler	127
2. Uluslararası normlar	130
2.1. Nükleer Güvenlik Sözleşmesi ve Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) kuralları.....	130
2.2. AB Nükleer Güvenlik Direktifi.....	133
3. Ülke örnekleri	134
3.1. Amerika Birleşik Devletleri	135
3.2. Fransa	136
3.3. Kore	137
3.4. Çin	139
3.5. Hindistan	142
3.6. Birleşik Arap Emirlikleri	147
4. Türkiye’de Durum	148
5. Sonuç	153

Tablo ve Şekiller

Bölüm 1

Şekil 1 Puant yük projeksiyonları.....	7
Şekil 2. Talep projeksiyonları.....	7
Şekil 3 İlave kapasite projeksiyonları	9
Şekil 4 İlave üretim projeksiyonları	9
Şekil 5 Yavaş ilerleme varsayımı altında	10
Şekil 6 Hızlı ilerleme varsayımı altında	10
Şekil 7 Faiz oranı varsayımının maliyet hesaplamaları üzerine etkisi.....	13
Şekil 8 Yüzde 5 faiz oranı varsayımı altında elektrik üretim maliyetleri	13
Şekil 9 Yüzde 10 faiz oranı varsayımı altında elektrik üretim maliyetleri	14
Şekil 10 ABD’de Elektrik üretim teknolojilerinin yatırım maliyetleri 2008-12.....	15
Şekil 11 ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin değişken işletme maliyetleri 2008-12	16
Şekil 12 ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin sabit işletme maliyetleri 2008-12	16
Şekil 13 Yüzde 7 faiz oranı varsayımı altında ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin 2008-12 üretim maliyetleri (Kaynak: NREL, 2012)	17
Şekil 14 ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin 2008-12 kapasite faktörleri	18
Şekil 15 Sanayi Elektrik Fiyatları	19
Şekil 16 Konutlarda Elektrik Fiyatları	19
Şekil 17 Türkiye’nin Enerji İthal Bağımlılığının Tarihsel Gelişimi.....	21
Şekil 18 Türkiye’nin ithalat giderleri ve ihracat gelirleri	22
Tablo 1 Puant yük ve talep projeksiyonları	7
Tablo 2 Yıllar bazında ilave talep miktarları	8
Tablo 3 İnşa halindeki üretim tesislerinin dağılımı.....	9

Tablo 4 İşletmede ve inşa halindeki kamu ve özel sektör santralleriyle talebi karşılayacak üretim yedeği (%)	11
Tablo 5 Türkiye Toplam Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli (50 metre)	12
Tablo 6 IEA Maliyet Rakamlarına Göre Nükleer Enerji Üretimine Doğal Gaz veya Kömür ile İkamesi Durumunda Oluşacak Toplam Maliyetlerin Karşılaştırılması (Milyon \$)	15
Tablo 7 Türkiye’de ve OECD ülkeleri ortalaması olarak son kullanıcı elektrik fiyatları tarihsel gelişimi (USD/kWh)	18

Bölüm 2

Şekil 1 Türkiye Toplam Sera Gazı Kompozisyonu 1990-2010 Gelişimi	32
Şekil 2 Türkiye Elektrik Üretiminden Kaynaklanan Sera Gazı Kompozisyonu 1990-2010 Gelişimi ...	33
Şekil 3 2010 Yılı Enerji Kullanımı Kaynaklı CO ₂ Salımlarının Sektörel Dağılımı	34
Şekil 4 Enerji Kullanımından Doğan CO ₂ Salımlarının 1990-2010 Sektörel Gelişimi	37
Şekil 5 Elektrik Üretiminden Doğan CO ₂ Salımlarının 1990-2010 Kaynaklarına Göre Gelişimi.....	37

Tablo 1 Sera Gazları, Atmosferik Konsantrasyonlar ve Işınımsal Zorlama Değerleri.....	33
Tablo 2 Hidroelektrik üretiminin payı , 2006 – 2010	38
Tablo 3 IPCC Emission faktörleri	39
Tablo 4 Elektrik Üretiminden Kaynaklanan Yıllık Karbon (CO ₂) Emisyonları	39
Tablo 5 Termal Kaynaklardan Elde Edilen Net Elektrik Üretimi	40
Tablo 6 İM Emisyon katsayıları 2008 – 2010	40
Tablo 7 Güç santrallerine dair referans verimlilik faktörleri	42
Tablo 8 Akkuyu Nükleer Güç Santrali Elektrik Enerjisi Üretim Miktarları	43
Tablo 9 Türkiye Elektrik Üretimi Kompozisyonu (%).....	44
Tablo 10 Akkuyu Nükleer Güç Santralinin Yıllara Göre Sağlayacağı CO ₂ Emisyon Azaltım Miktarları	45

Bölüm 4

Şekil 1 Yakıt çevriminin ön ucu	96
Şekil 2 : Nükleer yakıt çevrim seçenekleri.....	98
Şekil 3 : Açık ve Kapalı Çevrim	98
Şekil 4 : Muhtelif kullanılmış yakıt yönetimi stratejileri	103
Şekil 5 : Kullanılmış yakıt depolama havuzu ve kuru depolama alanı.....	109

Tablo 1 : Yakıt döngüsüne ilişkin ulusal uygulamalar	104
Tablo 2: Reaktörler ve yakıt tipleri	105
Tablo 3 : Yeniden işleme tesislerinin dağılımı	106
Tablo 4: Savunma programlarından artakalan zenginleştirilmiş uranyum	107
Tablo 5 : Zenginleştirme kapasitesi (bin SWU/sene)	108
Tablo 6: Kullanılmış Yakıt Depolama Uygulamaları	111
Tablo 7: Planlanan nükleer reaktörler	119

Giriş

Türkiye’de nükleer enerjiye geçiş sürecinin somutlaşması, nükleer enerji gibi çok boyutlu ve toplumu da yakından ilgilendiren bir alandaki kamu politikalarının daha yakından incelenmesi gereğini gündeme taşımıştır. EDAM 2011 yılında Türkiye’nin nükleer enerjiye geçiş sürecinin yakından inceleyen kapsamlı bir rapor yayınlamıştır. Bu raporda nükleer enerjiye dair riskler ve Türkiye’nin bu riskleri idare etme kapasitesine dair bir değerlendirme yapılmış, dünyada meydana gelen belli başlı nükleer kazalar incelenmiş, Rusya ile yapılan anlaşmada yeralan elektrik alım fiyatı, uluslararası örnekler ve Türkiye elektrik piyasasındaki gelişmeler ışığında değerlendirilmiş, Akkuyu santralinin inşaat ve işletmesi için öngörülen yatırım modeli incelenmiş ve nükleer enerji ile güvenlik politikası ilişkisi ele alınmıştır.

Raporun içeriğine http://www.edam.org.tr/index.php?option=com_content&view=article&id=135&Itemid=208

adresinden ulaşılabilir.

EDAM’ın Türkiye’nin nükleer enerjiye geçiş sürecine dair yürütmüş olduğu bu ikinci kapsamlı çalışmada ise ilk olarak nükleer enerjinin diğer enerji kaynakları ile karşılaştırmalı olarak fırsat maliyeti analiz yapılmak suretiyle bir ekonomik bilanço çıkarılmaktadır. Bir başka deyişle, nükleer enerjiye geçişin, çeşitli varsayımlar altında, Türkiye’ye sağlaması beklenen maliyet avantajı araştırılmaktadır. Raporunda ayrıca nükleer enerji ile iklim değişikliği stratejisi arasındaki etkileşim incelenmekte, Türkiye’nin nükleer enerjiye yönelik kurumsal altyapısı ve düzenleyici çerçevesi analiz edilmekte, nükleer enerji sürecinin en kritik aşamalarından biri olan nükleer yakıt döngüsüne yönelik ülkemizin tutumu incelenmekte ve son olarak nükleer enerji alanında çeşitli ülkelerle akdedilen işbirliği anlaşmaları çerçevesinde bu alandaki teknoloji transferinin potansiyeline dair bir değerlendirme yapılmaktadır.

Bu çalışma ile amaçlanan da esasen nükleer enerjiye geçiş sürecindeki bir ülkede, ilgili kamu politikalarının mercek altına alınmasıdır. Bu çalışma nükleer enerjiye geçişi destekleme amacını taşımamaktadır. Öte yandan nükleer enerji karşıtlığı da savunulmamaktadır. Nitekim çalışmaya katkıda bulunan yazarlar arasında da nükleer enerjinin Türkiye açısından gerekliliğine dair görüş farklılıkları bulunmaktadır.

Bu çalışma, nükleer enerjinin ve Akkuyu projesinin kamuoyu tarafından tartışılan belli başlı boyutlarına odaklanmaktadır. Bu çalışma EDAM Başkanı Sinan Ülgen’in koordinasyonunda, Boğaziçi Üniversitesinden Doç. Dr. Gürkan Kumbaroğlu, İstanbul Aydın Üniversitesinde Prof. Dr. Hasan Saygın ve Sabancı Üniversitesinden Doç. Dr. İzak Atiyas ile Aaron Stein’in katkıları ile hazırlanmıştır. Bu projenin yürütülmesine EDAM genel sekreter yardımcısı Nazife Al ile Can Selçuki da katkıda bulunmuşlardır. Bu çalışma, ABD Kaliforniya merkezli Hewlett Vakfından elde edilen bir bağış ile finanse edilmiştir.

Bölüm I

Nükleer Enerji ve Türkiye: Bir İhtiyaç Analizi





Gürkan Kumbaroğlu



Yönetici Özeti

Avrupa’da Almanya ve İsviçre halen işletmede olan nükleer enerji santrallerini ekonomik ömürleri dolduğunda kapatıp yerine yenisini kurmayacaklarını açıklarken Fransa ve İsveç gibi başka Avrupa ülkeleri nükleer programlarını devam etme kararlılığını sürdürmektedirler. Asya’da ise Güney Kore ve Çin gibi son yıllarda çok hızlı gelişen ekonomiye sahip ülkelerin nükleer programları yine Asya’da (Fukushima) meydana gelen yakın tarihli nükleer kazadan etkilenmiş gözükmemekte, mevcut nükleer santrallere ilaveten yenilerinin kurulmasına yönelik çalışmalar tüm hızıyla sürmektedir. Bu ülkelerde hızla artan enerji talebini karşılamak ve iktisadi kalkınmayı desteklemek için nükleer enerji bir zorunluluk olarak görülmekte, düşük üretim maliyetlerinin mal ve hizmet üretiminde rekabet gücünü artırıcı rolü olmaktadır.

Türkiye’nin durumu, gelişen ekonomi ile birlikte hızla artan elektrik enerjisi ihtiyacıyla, talebi doyuma ulaşmış Avrupa ülkelerinden çok yükselen Asya ülkelerine benzemektedir. Türkiye’de uzun vadede yılda ortalama %7-8 büyüyen talep nedeniyle elektrik sektöründe yeni yatırımlara ve kapasiteye ihtiyaç vardır. Kişi başı tüketimin Avrupa ülkeleri ortalama seviyesine ulaşabilmesi için yaklaşık 4 kat daha artması gerekmektedir. Dolayısıyla enerji verimliliği ve tasarrufu uygulamaları ne kadar yaygınlaşsa ve kayıp-kaçaklar ne kadar aşağı çekilse de iktisadi olarak gelişen bir Türkiye’de elektrik enerjisinde talep artışının ve ilave kapasite ihtiyacının orta ve uzun vadede sürmesini beklemek gerekir.

Türkiye’de elektrik üretimi ve ihtiyacı

2011 – 2020 dönemini kapsayan üretim kapasite projeksiyon çalışmasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından makroekonomik hedeflere uygun olarak Haziran 2011’de yapılan model çalışması sonucunda elde edilen talep tahmin serileri kullanılırken biri yüksek talep, diğeri de düşük talep olmak üzere talep gelişiminin alt ve üst sınırlarını çizen iki farklı senaryo temel alınmıştır. Yüksek talep serisinin yılda ortalama %7.5, düşük talep serisinin ise %6.5 olarak artacağı öngörülmektedir. Yüksek Talep serisine göre talebin 2011 yılında 227 Milyar kWh, 2020 yılında 433.9 Milyar kWh’e ulaşması beklenmektedir. Buna göre puant güç talebi 2020 yılında açık vermekte olup, enerji üretimi açısından bakıldığında ise; 2016 yılında güvenilir enerji üretimine göre, 2018 yılında proje üretimine göre enerji talebi karşılanamamaktadır.

İnşa halindeki santrallerin inşaatlarının yavaş ilerlemesi durumunda bu santrallerin güvenilir üretim miktarları ilave talebi karşılamaya yetmemektedir. Proje üretimleri ise 2014 ve 2015 yıllarında düşük talep projeksiyonunu karşılamakla birlikte yüksek talep projeksiyonunun altında kalmaktadır. İnşa halindeki santrallerin inşaatlarının hızlı ilerlemesi durumunda ise 2014 ve 2015 yıllarındaki ilave talepler karşılanabilmekte, ancak öncesinde ve sonrasında yine ilave arz açığı bulunmaktadır.



Enerji üretim maliyetleri

Akkuyu nükleer güç santralının yıllık üretim miktarları 2019 yılında 8,935,200 MWh, 2020 yılında 17,870,400 MWh, 2021 yılında 26,805,600 MWh, 2022 yılı ve sonrasında 35,740,800 MWh olmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) raporunda yer alan maliyet rakamlarının ortanca değeri sırasıyla %5 ve %10 faiz oranı varsayımı altında nükleer için 5.9 ve 9.9 cent/kWh, kombine çevrim gaz santrali için 8.6 ve 9.2 cent/kWh, kömür için 6.2 ve 9.0 cent/kWh olarak verilmektedir. Bu rakamlar kullanıldığında nükleer enerji üretiminin maliyeti, aynı miktarda elektrik enerjisi üretiminin doğal gaz ve kömürle gerçekleşmesi durumundaki maliyetleri ile karşılaştırmalı olarak aşağıdaki Tabloda verilmektedir.

\$ Milyon	Nükleer		Doğal gaz		Kömür	
	%5 Faiz Oranı Altında	%10 Faiz Oranı Altında	%5 Faiz Oranı Altında	%10 Faiz Oranı Altında	%5 Faiz Oranı Altında	%10 Faiz Oranı Altında
2019	527	885	768	822	554	804
2020	1,054	1,769	1,537	1,644	1,108	1,608
2021	1,582	2,654	2,305	2,466	1,662	2,413
2022 ve sonrası	2,109	3,538	3,074	3,288	2,216	3,217

Görüldüğü üzere, 4'800 MW gücünde olması öngörülen Akkuyu nükleer güç santrali tam kapasite işletmeye alındığında (2022 ve sonrası) IEA maliyet hesaplamaları ve %5 faiz oranı varsayımı altında doğal gazlı üretime göre her yıl yaklaşık 1 milyar dolar ve kömür santraline göre yaklaşık 100 milyon dolar mali avantaj sağlarken %10 faiz oranı altında doğal gazdan yaklaşık 250 milyon dolar ve kömürden yaklaşık 300 milyon dolar daha pahalı olmaktadır. Bu hesaplamalar fosil yakıtlı santrallerin sera gazı salımları ile iklim değişikliğine etkisini, nükleer santrallerin de radyoaktif atıkları ve risklerini maliyetlendirmemektedir. Risk analizi bir başka 2011 tarihli EDAM çalışmasında, nükleer santrallerin iklim değişikliğine etkisi ise raporun başka bir bölümünde incelenmektedirler.

Ucuz üretim ihtiyacı

Elektrik enerjisi tüm sektörlerde mal ve hizmet üretiminde temel girdilerden birini oluşturduğundan önemli bir maliyet kalemini teşkil etmektedir. Bu nedenle elektrik enerjisinin pahalı olması genel olarak mal ve hizmet fiyatlarının da artan maliyetler ölçüsünde yükselmesi şeklinde yansımakta ve dolayısıyla rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir. Özellikle uluslararası ticarete elektriğin ucuz olduğu ülkelerden üretim yapan şirketler avantajlı durumda olmaktadır. Bu nedenle, elektrik enerjisinin ucuz olması ülke ekonomisi açısından da önem taşımaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ve elektrik talebi hızla artan, dolayısıyla yatırım ihtiyacı yüksek olan, ancak yerli kaynakları kısıtlı olan ülkelerde yatırımcıların teşvik, vergi gibi iktisadi araç ve politikalarla doğru yönlendirilmesi



büyük önem taşımaktadır. Sonuç olarak, özetle, elektrik üretiminin ucuz mal edilmesinin önemi, ekolojik ve ekonomik olarak sürdürülebilir olma gerekliliği ortadadır ve bunu sağlayacak adımlar atılmalıdır. Nükleer enerji üretiminin IEA rakamlarında yansıtıldığı gibi ucuz olup olmadığı, atıkların depolanması ve santral söküm maliyetleri, kaza riski gibi konular kamuoyunda tartışılmaktadır ve tartışılmalıdır.

İthalata bağımlılığının azaltılması ihtiyacı

Türkiye'nin dış borç stoku 2010 yılı sonu itibari ile kısa vadeli 78.2 milyar \$, orta-uzun vadeli ise 211.8 milyar \$ seviyesinde bulunmaktadır. Borcun geri ödenmesi için döviz girdisine ihtiyaç bulunmaktadır. Ancak ihracat gelirleri ithalat giderlerinin altında kaldığından cari ödemeler dengesi açık vermekte, döviz girdisi getirmemektedir. Türkiye'nin 2011 yılındaki 54 milyar \$'lık enerji ithalat faturası dış ticaret açığının yaklaşık yarısına tekabül etmektedir. Ekonominin sürdürülebilir, sağlıklı bir yapıda ilerlemesi ve dış borçların sorunsuz geri ödenebilmesi için dış ticaret açığının kapatılması, ihracat arttırılırken ithal bağımlılığının düşürülmesi gerekmektedir. Enerji ithalatı toplam ithalat içerisinde en büyük paya sahip olduğu için önemli bir rol oynamaktadır.

Sonuç

Nükleer güç üretimi bir taraftan alternatiflerine göre ucuz üretim maliyeti ve yüksek kapasite faktörü ile gelişmiş ülkelerin yönelmiş oldukları cazip bir enerji arz kaynağı, diğer taraftan ürettiği radyoaktif atıklar, sızıntı ve kaza tehlikeleri ile tartışmalı bir teknoloji olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de nükleer güç üretiminin ekonomi, teknoloji ve risk boyutları Akkuyu özelinde yapılan öncü bir çalışmada (EDAM, 2011) incelenmiş, bu çalışmada tamamlayıcı olarak Türkiye'nin artan enerji ihtiyacının karşılanmasında genel olarak nükleer enerjinin rolü arz-talep projeksiyonları, yenilenebilir enerji potansiyeli, elektrik fiyatları ve ithal bağımlılığı üzerine analizler ve uluslararası karşılaştırmalar ortaya konarak irdelenmiştir.

Türkiye'nin en büyük yerli enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji alternatiflerinin daha yaygın şekilde değerlendirilmesinin sağlanması gerekirken bunların başka teknolojilere ihtiyaç bırakmayacak şekilde yaygınlaşarak tümüyle yenilenebilir enerjiye geçilmesi teknik sorunlarla birlikte ekonomiklik ve potansiyele ilişkin kısıtlar nedeniyle mümkün gözükmemektedir. Yenilenebilir enerji üretiminde fiyatların hızla düşmesini sağlayacak ve iletim hatlarını yeterli kılacak bir teknolojik devrim olmadığı ve yatırımları destekleyecek uluslararası fon girişi bulunmadığı sürece termik santralleri tümüyle ikame etmeleri gerçekçi bir beklenti değildir. Yapılan resmi projeksiyonlara göre 2016 yılından itibaren baş gösterebilecek olan arz yetersizliğini önlemek için yapılacak yatırımların teknik ve çevresel olduğu kadar ekonomik açıdan da sürdürülebilirliğini sağlamak gerekir.

OECD ortalamalarına göre zaten yüksek seyreden elektrik enerjisi fiyatlarının daha da artması ile fiyat seviyesi Türkiye'de üretilen mal ve hizmetlerin uluslararası



rekabet gücünü tehdit edebilecek konumda olacaktır. Diğer taraftan enerji arzında %80 düzeyine ulaşmış olan ithal bağımlılığı fiyat istikrarını ve fosil yakıt ithalatının elli milyar doları aşan faturası ödemeler dengesini tehdit eder konumdadır. Bu nedenle, karar vericiler tarafından Türkiye'nin elektrik üretiminin yaklaşık yarısını teşkil eden ithal doğal gazın elektrik üretimindeki payının daha fazla artmaması istenmektedir. Yeni yatırımlarda doğal gaza alternatif olarak güvenilir üretim sağlayacak ekonomik seçenekler olarak kömürle çalışan termik santraller ve nükleer güç santralleri öne çıkmaktadır.



1- Giriş

Avrupa'da Almanya ve İsviçre halen işletmede olan nükleer enerji santrallerini ekonomik ömürleri dolduğunda kapatıp yerine yenisini kurmayacaklarını açıklarken Fransa ve İsveç gibi başka Avrupa ülkeleri nükleer programlarını devam etme kararlılığını sürdürmektedirler. Asya'da ise Güney Kore ve Çin gibi son yıllarda çok hızlı gelişen ekonomiye sahip ülkelerin nükleer programları yine Asya'da (Fukushima) meydana gelen yakın tarihli nükleer kazadan etkilenmiş gözükmemekte, mevcut nükleer santrallere ilaveten yenilerinin kurulmasına yönelik çalışmalar tüm hızıyla sürmektedir. Bu ülkelerde hızla artan enerji talebini karşılamak ve iktisadi kalkınmayı desteklemek için nükleer enerji bir zorunluluk olarak görülmekte, düşük üretim maliyetlerinin mal ve hizmet üretiminde rekabet gücünü arttırıcı rolü olmaktadır.

Türkiye'nin durumu, gelişen ekonomi ile birlikte hızla artan elektrik enerjisi ihtiyacıyla, talebi doyuma ulaşmış Avrupa ülkelerinden çok yükselen Asya ülkelerine benzemektedir. Türkiye'de uzun vadede yılda ortalama %7-8 büyüyen talep nedeniyle elektrik sektöründe yeni yatırımlara ve kapasiteye ihtiyaç vardır. Kişi başı tüketimin Avrupa ülkeleri ortalama seviyesine ulaşabilmesi için yaklaşık 4 kat daha artması gerekmektedir. Dolayısıyla enerji verimliliği ve tasarrufu uygulamaları ne kadar yaygınlaşsa ve kayıp-kaçaklar ne kadar aşağı çekilse de iktisadi olarak gelişen bir Türkiye'de elektrik enerjisinde talep artışının ve ilave kapasite ihtiyacının orta ve uzun vadede sürmesini beklemek gerekir.

Bu çalışmada Türkiye'nin artan enerji ihtiyacında nükleer enerjinin rolü irdelenmektedir. Bundan sonraki kısımlarda önce arz ve talep projeksiyonları, sonra yenilenebilir enerji potansiyeli incelenmekte, farklı teknolojilerin üretim maliyetleri karşılaştırılmakta, elektrik fiyatlarının gelişimi ve OECD ülkeleri ile kıyaslaması sunulmakta, enerjide ithal bağımlılığının gelişimi irdelenmekte ve Güney Kore'nin nükleer tecrübesine ilişkin değerlendirmelere yer verilmektedir.

2- Türkiye'de elektrik üretimi ve ihtiyacı

2.1. Elektrik arz ve talep tahminleri

2.1.1. Resmi talep tahminleri

Türkiye Elektrik İletim AŞ (TEİAŞ) Genel Müdürlüğü tarafından 10 yıllık üretim kapasite projeksiyonları yapılarak her yıl yayınlanmaktadır. Kasım 2011'de yayınlanan en güncel çalışma 2011 – 2020 dönemini kapsamaktadır. Söz konusu

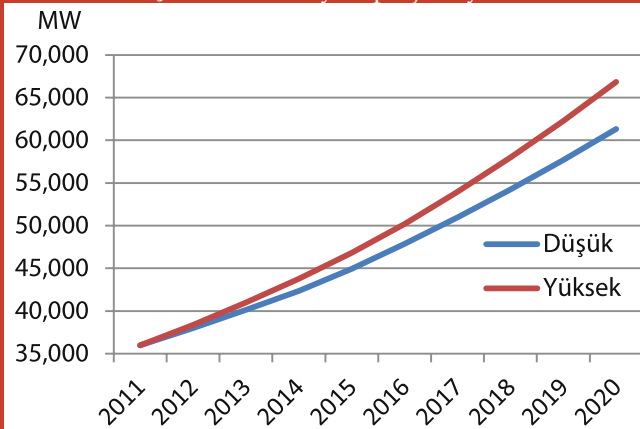
kapasite projeksiyonu çalışması ile elektrik enerjisi talebinin mevcut, inşası devam eden, lisans almış ve öngörülen tarihlerde devreye girmesi beklenen kapasite ile güvenilir bir şekilde yani belli bir yedek ile nasıl karşılanacağı analizi yapılmakta olup söz konusu bu üretim tesislerinin yapabilecekleri üretim miktarları *proje ve güvenilir* üretim kapasitesi olarak dikkate alınmaktadır.

2011 – 2020 dönemini kapsayan üretim kapasite projeksiyon çalışmasında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından makroekonomik hedeflere uygun olarak Haziran 2011’de yapılan model çalışması sonucunda elde edilen talep tahmin serileri kullanılırken biri yüksek talep, diğeri de düşük talep olmak üzere talep gelişiminin alt ve üst sınırlarını çizen iki farklı senaryo temel alınmıştır. Yüksek talep serisinin yılda ortalama %7.5, düşük talep serisinin ise %6.5 olarak artacağı öngörülmektedir. Talep tahminlerinde brüt rakamlar kullanılmış, yani işletim ve dağıtım hatlarındaki kayıplar ve kaçak ile santrallerin iç ihtiyaçları dahil edilmiştir. Ayrıca planlama döneminde yük eğrisi karakteristiğinin değişmeyeceği kabulü ile puant yük serileri elde edilmektedir. Tablo 1’de her iki senaryo için puant yük ve yıllık talep projeksiyonları verilmekte, Şekil 1 ve 2’de de talep aralığının gelişimi gösterilmektedir.

Tablo 1. Puant yük ve talep projeksiyonları Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

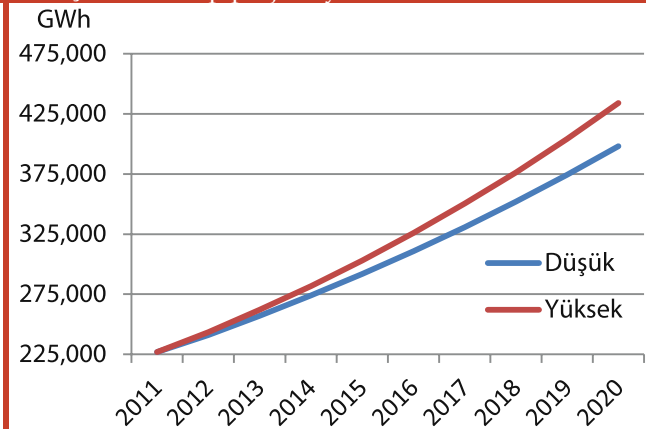
	Düşük Talep Senaryosu				Yüksek Talep Senaryosu			
	Puant yük MW	Artış (%)	Talep GWh	Artış (%)	Puant yük MW	Artış (%)	Talep GWh	Artış (%)
2011	36,000	7.8	227,000	7.9	36,000	7.8	227,000	7.9
2012	38,000	5.6	241,130	6.2	38,400	6.7	243,430	7.2
2013	40,130	5.6	257,060	6.6	41,000	6.8	262,010	7.6
2014	42,360	5.6	273,900	6.6	43,800	6.8	281,850	7.6
2015	44,955	6.1	291,790	6.5	46,800	6.8	303,140	7.6
2016	47,870	6.5	310,730	6.5	50,210	7.3	325,920	7.5
2017	50,965	6.5	330,800	6.5	53,965	7.5	350,300	7.5
2018	54,230	6.4	352,010	6.4	57,980	7.4	376,350	7.4
2019	57,685	6.4	374,430	6.4	62,265	7.4	404,160	7.4
2020	61,340	6.3	398,160	6.3	66,845	7.4	433,900	7.4

Şekil 1. Puant yük projeksiyonları



Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

Şekil 2. Talep projeksiyonları



Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)



TEİAŞ raporunda yer alan bu projeksiyonlara göre 2020 yılına kadar olan ilave talep miktarları iki yıl arasındaki toplam talep farkından hesaplandığında yıllar bazında Tablo 2'deki gibi olmaktadır.

Tablo 2. Yıllar bazında ilave talep miktarları		Düşük Talep	Yüksek Talep
		GWh	GWh
	2012	14,130	16,430
	2013	15,930	18,580
	2014	16,840	19,840
	2015	17,890	21,290
	2016	18,940	22,780
	2017	20,070	24,380
	2018	21,210	26,050
	2019	22,420	27,810
	2020	23,730	29,740

2.1.2. İnşaat halindeki üretim kapasitesi

TEİAŞ'ın üretim kapasite projeksiyon raporunda Türkiye Elektrik Sisteminde mevcut olan üretim tesisleri, inşa halindeki üretim tesisleri ve lisans alarak öngörülen tarihlerde üretime girmesi beklenen üretim tesisleri dikkate alınarak kapasite projeksiyonu oluşturulmuştur. TEİAŞ'ın çalışmasında inşa halindeki santrallere ilişkin ayrıntılı bilgi yer almaktadır. 2010 yılı sonu itibarıyla lisans almış olan üretim tesisi projelerinden inşa halinde olan ve projeksiyon döneminde işletmeye alınması öngörülen özel sektör üretim tesislerinin işletmeye giriş tarihleri itibarıyla yıllara göre kurulu güç, proje ve güvenilir üretim değerleri iki ayrı senaryo halinde EPDK tarafından aşağıda verilen kabuller çerçevesinde hazırlanmıştır.

Senaryo 1 olarak, ilerleme oranı %10 ve altında olan projeler ile ilerleme oranlarına ilişkin oransal bilgi verilmeyen projelerin işletmeye giriş tarihleri belirsiz kabul edilmiş, ilerleme oranı %70'in üzerinde olan tesislerin ise 2011 yılı içerisinde işletmeye geçebilecekleri değerlendirilmiştir. Ek olarak, ilerleme oranı %35 - %70 aralığında olan projelerden kapasitesi

- 100 MW'ın altında olanların 2012 yılında
- 100 MW - 1000 MW olanların 2013 yılında,
- 1000 MW'ın üzerinde olanların 2014 yılında

işletmeye girecekleri varsayılmış, ilerleme oranı %10 - %35 aralığında olanlar için ise, öngörülen bu tamamlanma tarihlerine bir yıl eklenmiştir.

Senaryo 2 ise, Senaryo 1 ile aynı metodoloji kullanılarak %10 yerine %15, %35



yerine %40 ve %70 yerine %80 sınır değerlere esas alınarak hesaplanmıştır.

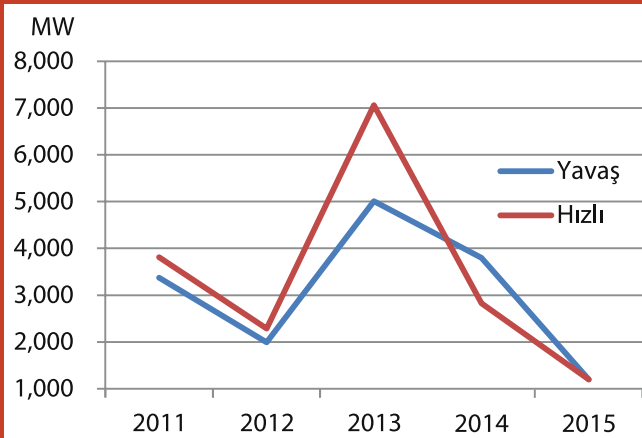
Tesislerin üreteceği elektrik enerjisi miktarı her yıl üretim kompozisyonunu oluşturan santrallerin periyodik bakım, arıza, hidrolojik koşullar ve rehabilitasyon durumları göz önüne alınarak iki senaryo halinde (*Proje Üretim* ve *Güvenilir Üretim* kapasite miktarları ile) hesaplanmaktadır. Tablo 3’de inşa halindeki tesislerin devreye girmesi ile ortaya çıkacak ilave kurulu güç ile üretim miktarları projeksiyonları her iki senaryo için verilmektedir.

Tablo 3. İnşa halindeki üretim tesislerinin dağılımı Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

	Yavaş İlerleme Senaryosu			Hızlı İlerleme Senaryosu		
	Kurulu Güç MW	Proje Üretimi GWh	Güvenilir Üretim GWh	Kurulu Güç MW	Proje Üretimi GWh	Güvenilir Üretim GWh
2011	3,372	7,641	6,180	3,811	8,532	6,709
2012	1,991	11,333	8,426	2,287	12,841	9,584
2013	5,006	19,013	15,400	7,058	25,216	21,058
2014	3,801	20,226	17,241	2,827	24,096	20,812
2015	1,200	13,787	11,587	1,200	12,070	10,130

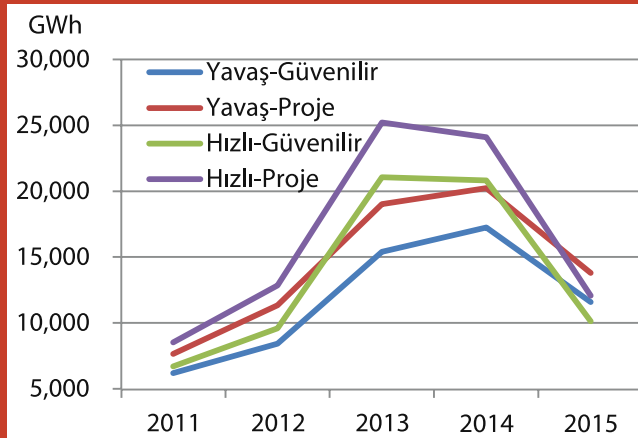
Şekil 3’de görüldüğü üzere inşaatların hızlı ilerlemesi durumunda 2014 ve 2015 yıllarında devreye girecek ilave kapasite ‘yavaş ilerleme’ durumuna göre daha az olmaktadır. Bunun nedeni ‘hızlı ilerleme’ durumunda inşa halindeki santrallerin önceki yıllarda devreye alınmış olmasıdır. Şekil 4’den görüleceği üzere ilave üretim miktarları benzer şekilde ‘hızlı ilerleme’ durumunda ilerki yıllarda ‘yavaş ilerleme’ durumuna göre daha düşük kalmaktadır.

Şekil 3. İlave kapasite projeksiyonları



Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

Şekil 4. İlave üretim projeksiyonları



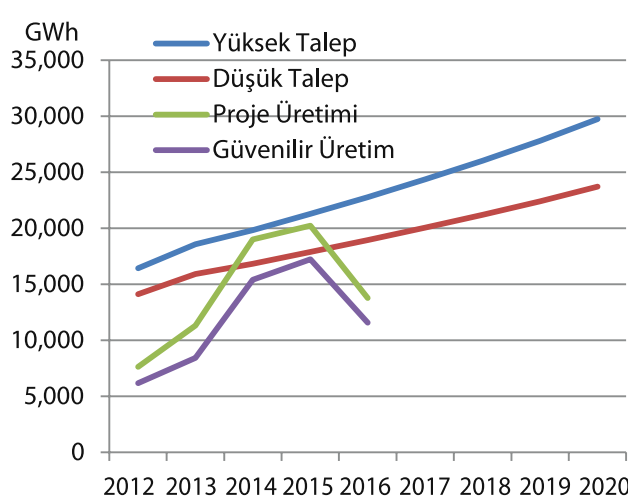
Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

2.1.3. İlave kapasite ihtiyacı

Enerji ve Tabii Kaynaklar tarafınca yapılan model çalışması sonucunda belirlenen Yüksek Talep serisine göre talebin 2011 yılında 227 Milyar kWh, 2020 yılında 433.9 Milyar kWh'e ulaşması halinde arz-talep durumu ve talebin ne şekilde karşılanacağı ile ilgili sonuçlar TEİAŞ raporunda verilmektedir. Buna göre puant güç talebi 2020 yılında açık vermekte olup, enerji üretimi açısından bakıldığında ise; 2016 yılında güvenilir enerji üretimine göre, 2018 yılında proje üretimine göre enerji talebi karşılanamamaktadır.

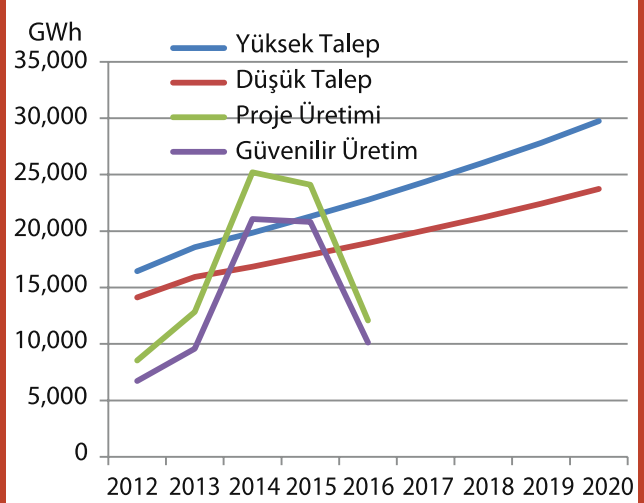
Önceki Bölümlerde verilen talep projeksiyonları ile ilave üretim projeksiyonları karşılaştırması Şekil 5 ve 6'da verilmektedir. Şekil 5'de görüldüğü üzere inşa halindeki santrallerin inşaatlarının yavaş ilerlemesi durumunda bu santrallerin güvenilir üretim miktarları ilave talebi karşılamaya yetmemektedir. Proje üretimleri ise 2014 ve 2015 yıllarında düşük talep projeksiyonunu karşılamakla birlikte yüksek talep projeksiyonunun altında kalmaktadır. Şekil 6'da görüldüğü üzere inşa halindeki santrallerin inşaatlarının hızlı ilerlemesi durumunda ise 2014 ve 2015 yıllarındaki ilave talepler karşılanabilmekte, ancak öncesinde ve sonrasında yine ilave arz açığı bulunmaktadır.

Şekil 5. Yavaş ilerleme varsayımı altında ilave arz ve talep karşılaştırması



Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

Şekil 6. Hızlı ilerleme varsayımı altında ilave arz ve talep karşılaştırması



Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

Tablo 4'de işletmede ve inşa halindeki kamu ve özel sektör santrallerinin üretimleri talebin yüzdesi olarak, yani bir anlatım üretim yedeği olarak, verilmektedir. Burada görüldüğü üzere yüzde otuzları bulan üretim yedeği senaryoya bağlı olarak 2016-2019 yıllarında eksiye düşmekte, 2016 yılından itibaren sisteme yeni üretim tesislerinin ilave edilmesi gerekli görülmektedir. Puant güç talebinin karşılanmasını sağlayacak kurulu güç yedeğinde de benzer bir tablo vardır.

Tablo 4. İşletmede ve inşa halindeki kamu ve özel sektör santralleriyle talebi karşılayacak üretim yedeği (%)

	Düşük Talep				Yüksek Talep			
	Proje Üretimi		Güvenilir Üretim		Proje Üretimi		Güvenilir Üretim	
	Hızlı İlerleme	Yavaş İlerleme	Hızlı İlerleme	Yavaş İlerleme	Hızlı İlerleme	Yavaş İlerleme	Hızlı İlerleme	Yavaş İlerleme
2011	30,3	29,9	11,8	11,6	30,3	29,9	11,8	11,6
2012	28,1	27,1	10,6	9,9	26,9	25,9	9,6	8,9
2013	29,8	26,4	13,0	10,2	27,3	24,1	10,9	8,1
2014	30,0	25,5	14,2	10,2	26,4	21,9	10,9	7,1
2015	26,5	22,8	11,3	8,1	21,7	18,2	7,2	4,0
2016	19,3	15,9	4,9	1,9	13,8	10,5	0,0	-2,9
2017	11,7	8,5	-1,6	-4,5	5,5	2,5	-7,1	-9,8
2018	5,2	2,2	-7,5	-10,2	-1,6	-4,4	-13,5	-16,0
2019	-1,1	-4,0	-13,0	-15,5	-8,4	-11,1	-19,4	-21,8
2020	-7,0	-9,7	-18,2	-20,6	-14,7	-17,2	-24,9	-27,1

Veri Kaynağı: TEİAŞ (2011)

2.2. Teknolojik perspektif

2.2.1. Enerji Stratejisi ve Teknolojik Tercihler

2009 yılında uygulamaya konulan “Elektrik Enerjisi Piyasası Arz Güvenliği Strateji Belgesi” nde yer alan hedeflere göre 2023 yılına kadar yenilenebilir kaynakların elektrik üretimi içerisindeki payı en az %30 düzeyinde olması, doğal gazın payının ise %30un altına düşürülmesi amaçlanırken elektrik enerjisi üretiminin %5inin nükleer enerjiden sağlanması hedeflenmiştir. Bu belgeye göre rüzgar enerjisi kurulu gücünün 2023 yılına kadar 20,000 MW düzeyine çıkartılması, belirlenmiş olan 600 MW’lık jeotermal potansiyelin tümünün ve hidroelektrik potansiyelin tamamının devreye alınması hedeflenmektedir. Ayrıca güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanılması uygulamasını yaygınlaştırarak ülke potansiyelinin azami ölçüde değerlendirilmesini sağlamak hedeflenmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının artması ile başta ithal kaynaklar olmak üzere fosil yakıtların payının azaltılması amaçlanırken bilinen yerli linyit ve taşkömürü kaynaklarının 2023 yılına kadar değerlendirilmiş olacağı ve ithal kömüre dayalı santrallerden de yararlanılacağı belirtilmiştir. Strateji Belgesi’nde yerli ve yenilenebilir kaynakların önceliğine özellikle vurgu yapılmaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji potansiyeline bakmakta fayda bulunmaktadır.

2.2.2. Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

T.C.Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde Kasım 2011’de kurulan Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nün web sitesinde Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ve Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) yayımlanmaktadır. Bu haritalarda rüzgar hızı ve kapasite faktörü ile güneş radyasyonu dağılımı bölgesel bazda verilmektedir. Gerek rüzgar enerjisi, gerekse

güneş enerjisi potansiyeli açısından Türkiye'nin birçok Avrupa ülkesine kıyasla çok şanslı konumda olduğu anlaşılmaktadır. Bakanlığın 2011 yılında yayınladığı ve 'Mavi Kitap' olarak bilinen "Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri" başlıklı yayınında REPA verileri kurulu güç cinsinden sayısallaştırılmış olarak verilmektedir. Buna göre rüzgar enerjisinde toplam 47,849 MW düzeyinde bir potansiyel bulunmaktadır (bkz Tablo 5).

Tablo 5. Türkiye Toplam Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli (50 metre)

Rüzgâr Hızı (M/S)	Rüzgâr Gücü (W/M ²)	Toplam Alan (Km ²)	Rüzgârlı Arazi Yüzdesi (MW)	Toplam Kurulu Güç
7.5- 8	400-500	5.851,87	0.8	29.259,36
8-8.5	500-600	2.598,86	0.4	12.994,32
8.5-9	600-800	1.079,98	0.1	5.399,92
>9	>800	39,17	0	195,84
		9.569,89	1,3	47.849,44

Kaynak: Mavi Kitap (2011)

Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından açıklanan verilere göre Türkiye'nin teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise 216 milyar kWh olarak hesaplanmıştır. DSİ verilerine göre Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelini değerlendirme oranı gelişmiş ülkelere kıyasla çok düşük kalmakta ve henüz inşası başlamayan 20,000 MW düzeyinde bir potansiyel bulunmaktadır.

Türkiye'nin güneş kuşağı içinde yer aldığı ve bu konuda önemli bir potansiyele sahip olduğu GEPA' dan anlaşılmaktadır. Bu potansiyel sıcak su üretiminde kısmen kullanılmakla birlikte elektrik üretiminde yok denecek seviyededir. Güneş enerjisi ile elektrik üretimi rüzgar, hidro gibi diğer yenilenebilir kaynaklara kıyasla pahalı olduğundan potansiyelin kurulu güç cinsinden sayısallaştırılmış bilgisi bulunmamaktadır. Ancak, güneş enerjisi potansiyeli en yüksek bölgesi Türkiye'nin potansiyeli en düşük bölgesi olan Karadeniz'den daha kötü durumda olan Almanya'da bugün güneşe dayalı kurulu gücün 20,000 MW düzeyini aştığı belirtmekte fayda vardır.

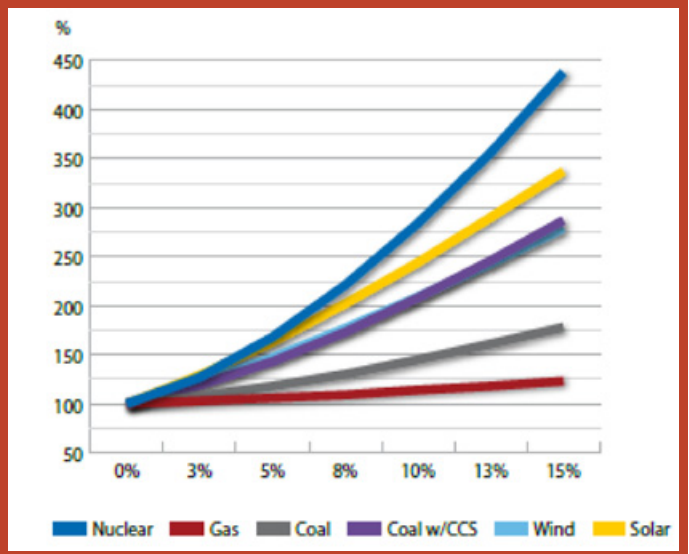
2.3. Üretim maliyetleri

2.3.1. Enerji üretim maliyetleri

Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2010 yılında yayınladığı "Projected Costs of Generating Electricity" başlıklı raporda farklı teknolojilerin üretim maliyetleri hesaplanmıştır. 21 farklı ülkeye ait verilerin derlendiği 48i kömür (34u karbon yakalama ve tutma teknolojisi CCS olmadan, 14 CCS'li), 27si doğal gaz, 20si nükleer, 26si rüzgar (18i karada, 8i denizde), 17si güneş, 14u hidroelektrik, 20si kojenerasyon ve 18i diğer olmak üzere toplam 190 santrale ait verilerden maliyetler ortak metodoloji ve varsayımlar altında hesaplandığından farklı teknolojilere ait rakamların karşılaştırma olanağı sunmaktadır. Hesaplanan rakamlar net üretim maliyeti rakamları olup iletim ve dağıtım maliyetlerini içermemektedir. Yapılan

çalışmada geleceğe ilişkin maliyet tahmini yer aldığından karbon vergisi de dahil edilmiştir: 30 USD/ton CO₂ tutarında bir vergi miktarı içselleştirilmiştir. IEA çalışmasına göre Avrupa'da sırasıyla nükleer, kömür ve doğal gaz santralleri göreceli olarak en ucuz üretim alternatifleri olmaktadır. IEA çalışmasının varsayımları raporlarında verilmektedir. Ancak maliyet hesaplamalarının faiz oranı varsayımına çok hassas olduğu vurgulanmaktadır. Şekil 7'de gösterildiği gibi özellikle de nükleer enerji teknolojisine ait maliyet hesaplamaları faiz oranı varsayımından yüksek derecede etkilenmektedir.

Sekil 7. Faiz oranı varsayımının maliyet hesaplamaları üzerine etkisi

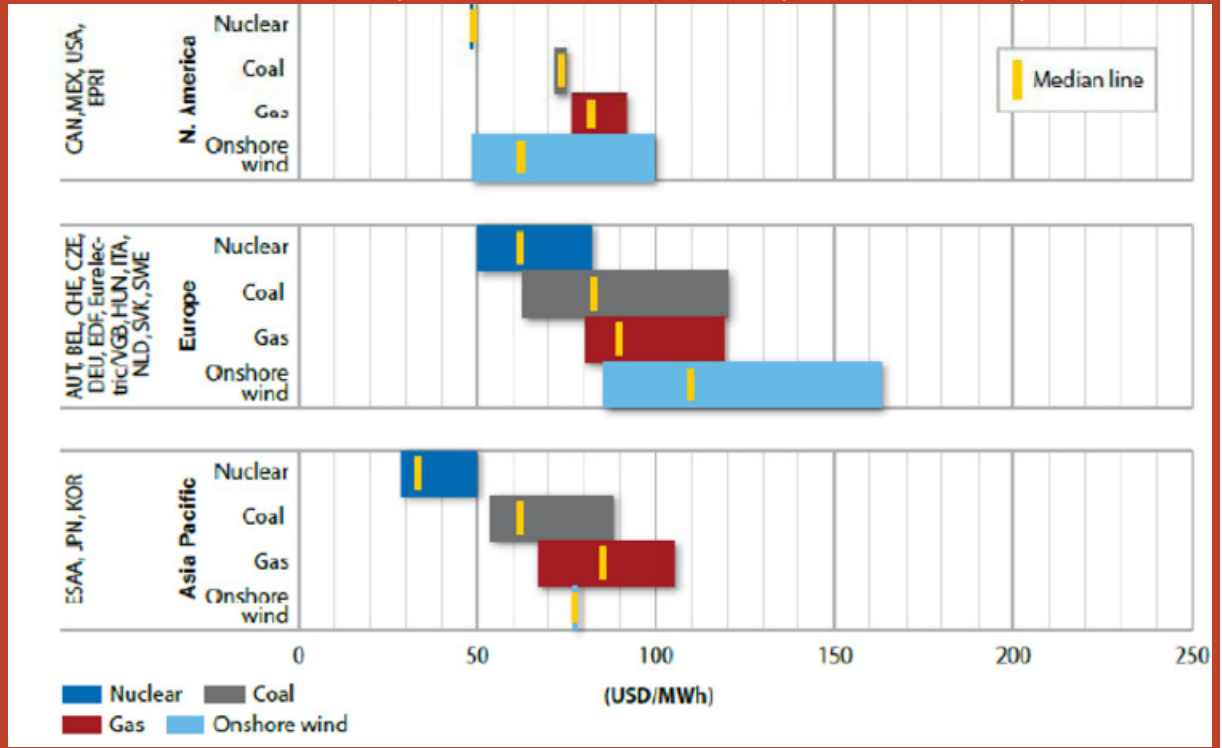


(Kaynak: IEA, 2010)

Sekil 8 ve 9'da iki farklı faiz oranı varsayımı altında bölgesel maliyetler gösterilmektedir.

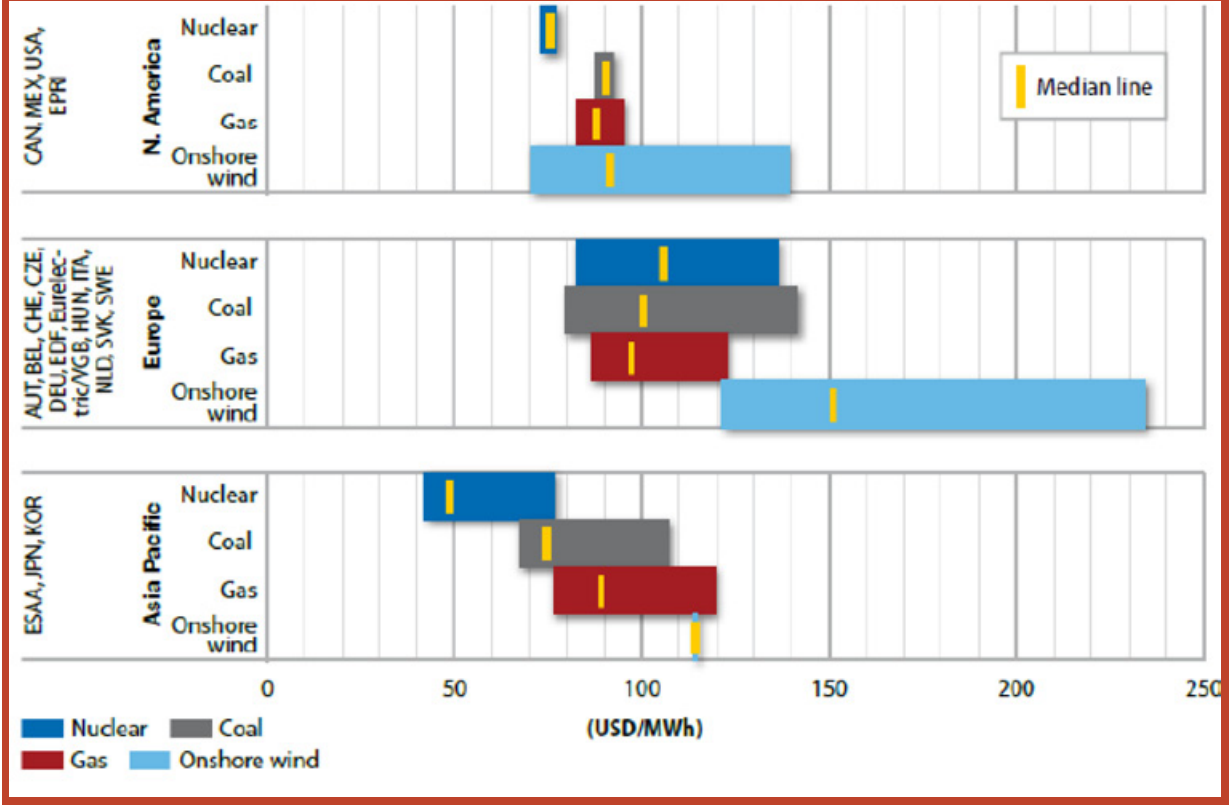
Sekil 8. Yüzde 5 faiz oranı varsayımı altında elektrik üretim maliyetleri

(Kaynak: IEA, 2010)



Şekil 9.Yüzde 10 faiz oranı varsayımı altında elektrik üretim maliyetleri

(Kaynak: IEA, 2010)



Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) yukarıda sunulan bölgesel maliyet rakamları yenilenebilir enerji teknolojileri içerisinde sadece karada kurulan rüzgar enerjisini dahil etmekte, bunlar içerisinde sadece ABD'de bazı rüzgar santrallerinin üretim maliyetlerinin nükleer ile rekabet edecek düzeyde olduğu görülmektedir. Daha kapsamlı güncel bir maliyet analizi ABD'nin Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafınca derlenen veritabanı ile ortaya konmaktadır. 2008-2012 arasında santral işletmelerinin gerçekleşen verilerine dayalı olarak oluşturulan maliyet aralıkları Şekil 10-13'de verilmiştir. Buradan görüleceği üzere nükleer santraller görece yüksek yatırım maliyetlerine karşılık görece düşük işletme maliyetleri sayesinde toplam üretim maliyetleri düşük seviyede bulunmaktadır. Ancak NREL rakamlarına göre, IEA sonuçlarından farklı olarak, rüzgar enerjisi ile nükleer enerji üretim maliyetleri aynı seviyede gözükmektedir. Buradan, uygun hava koşulları altında, rüzgar enerjisinin maliyet olarak nükleer enerji ile rekabet edebilecek durumda olduğu görülmektedir. Ancak enerji üretimine uygun rüzgar koşulları süreklilik göstermediği için rüzgar enerjisi yıl boyunca temel yükü karşılamak için yeterli olmamakta, bir sonraki kısımda irdelenen güvenilirlik konusu önem kazanmaktadır.

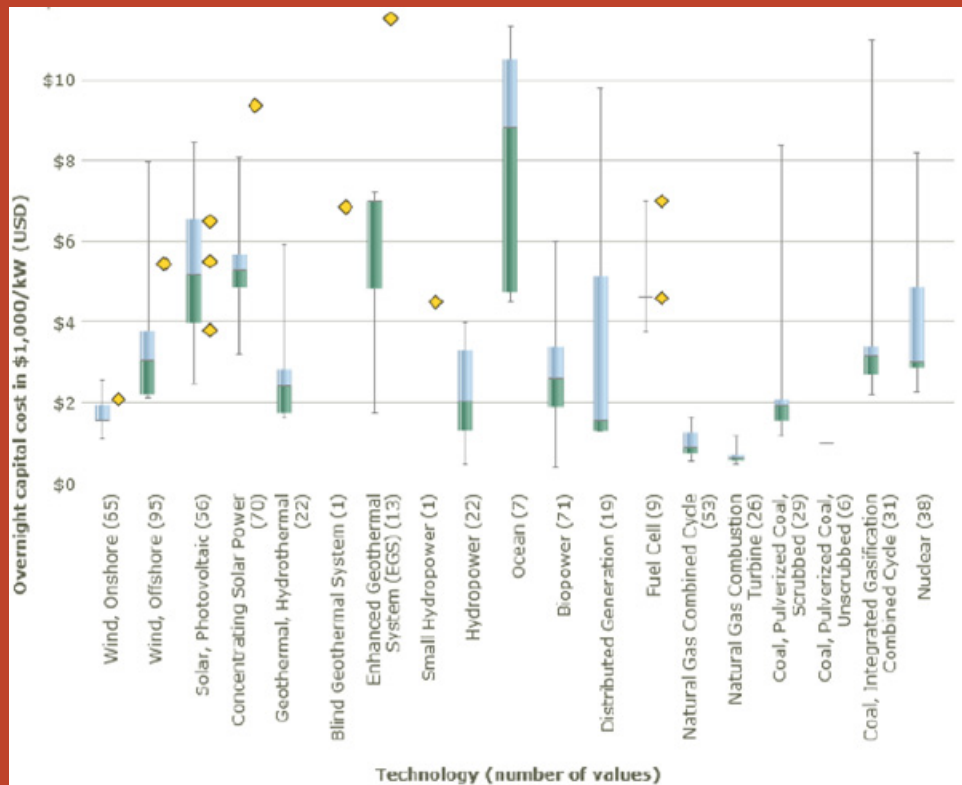
Akkuyu nükleer güç santralinin üretmesi öngörülen elektrik enerjisi miktarları bu raporun İklim Değişikliği Stratejisi kısmında hesaplanmıştır. Buna göre yıllık üretim miktarları 2019 yılında 8,935,200 MWh, 2020 yılında 17,870,400 MWh, 2021 yılında 26,805,600 MWh, 2022 yılı ve sonrasında 35,740,800 MWh olmaktadır. IEA raporunda yer alan maliyet rakamlarının ortanca değeri sırasıyla %5 ve %10 faiz oranı varsayımı altında nükleer için 5.9 ve 9.9 cent/kWh, kombine çevrim

gaz santrali için 8.6 ve 9.2 cent/kWh , kömür için 6.2 ve 9.0 cent/kWh olarak verilmektedir. Bu rakamlar kullanıldığında nükleer enerji üretiminin maliyeti, aynı miktarda elektrik enerjisi üretiminin doğal gaz ve kömürle gerçekleşmesi durumundaki maliyetleri ile karşılaştırmalı olarak Tablo 6' da verilmektedir. Görüldüğü üzere, 4'800 MW gücünde olması öngörülen Akkuyu nükleer güç santrali tam kapasite işletmeye alındığında (2022 ve sonrası) IEA maliyet hesaplamaları ve %5 faiz oranı varsayımı altında doğal gazlı üretime göre her yıl yaklaşık 1 milyar dolar ve kömür santraline göre yaklaşık 100 milyon dolar mali avantaj sağlarken %10 faiz oranı altında doğal gazdan yaklaşık 250 milyon dolar ve kömürden yaklaşık 300 milyon dolar daha pahalı olmaktadır. Bu hesaplamalar fosil yakıtlı santrallerin sera gazı salımları ile iklim değişikliğine etkisini, nükleer santrallerin de radyoaktif atıkları ve risklerini maliyetlendirmemektedir. Risk analizi bir başka çalışmada (EDAM, 2011), nükleer santrallerin iklim değişikliğine etkisi ise raporun başka bir bölümünde incelenmektedirler.

Tablo 6. IEA Maliyet Rakamlarına Göre Nükleer Enerji Üretiminin Doğal Gaz veya Kömür ile İkamesi Durumunda Oluşacak Toplam Maliyetlerin Karşılaştırılması (Milyon \$)

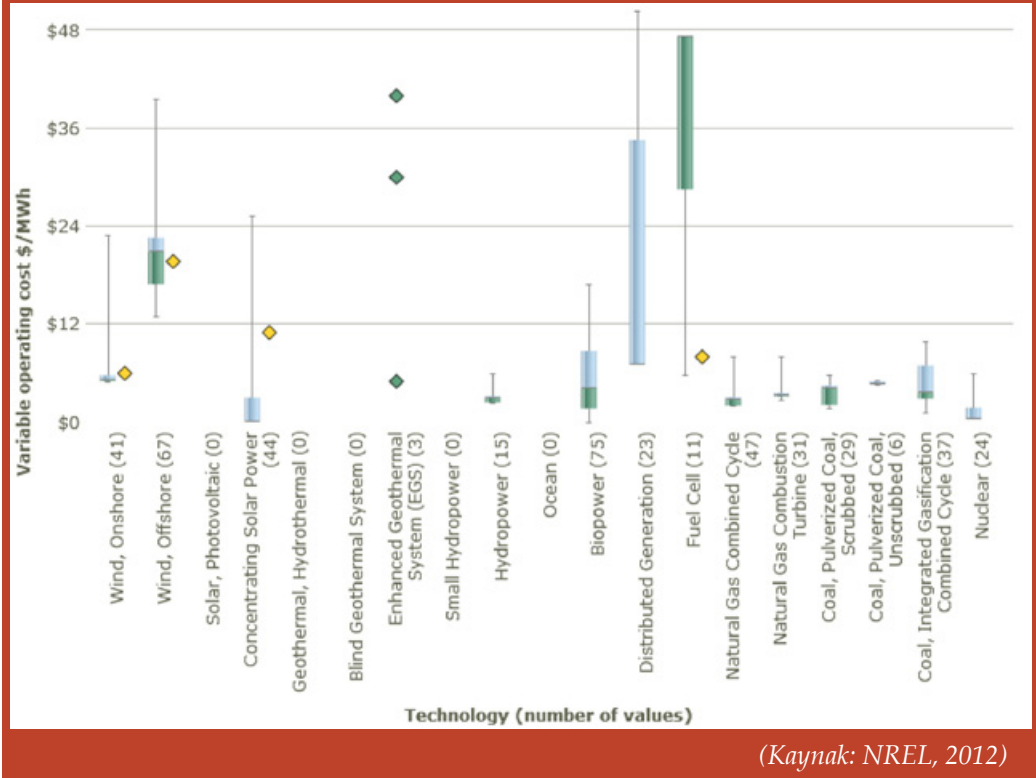
	Nükleer		Doğal gaz		Kömür	
	%5 Faiz Oranı Altında	%10 Faiz Oranı Altında	%5 Faiz Oranı Altında	%10 Faiz Oranı Altında	%5 Faiz Oranı Altında	%10 Faiz Oranı Altında
2019	527	885	768	822	554	804
2020	1,054	1,769	1,537	1,644	1,108	1,608
2021	1,582	2,654	2,305	2,466	1,662	2,413
2022 ve sonrası	2,109	3,538	3,074	3,288	2,216	3,217

Sekil 10. ABD'de Elektrik üretim teknolojilerinin yatırım maliyetleri 2008-12

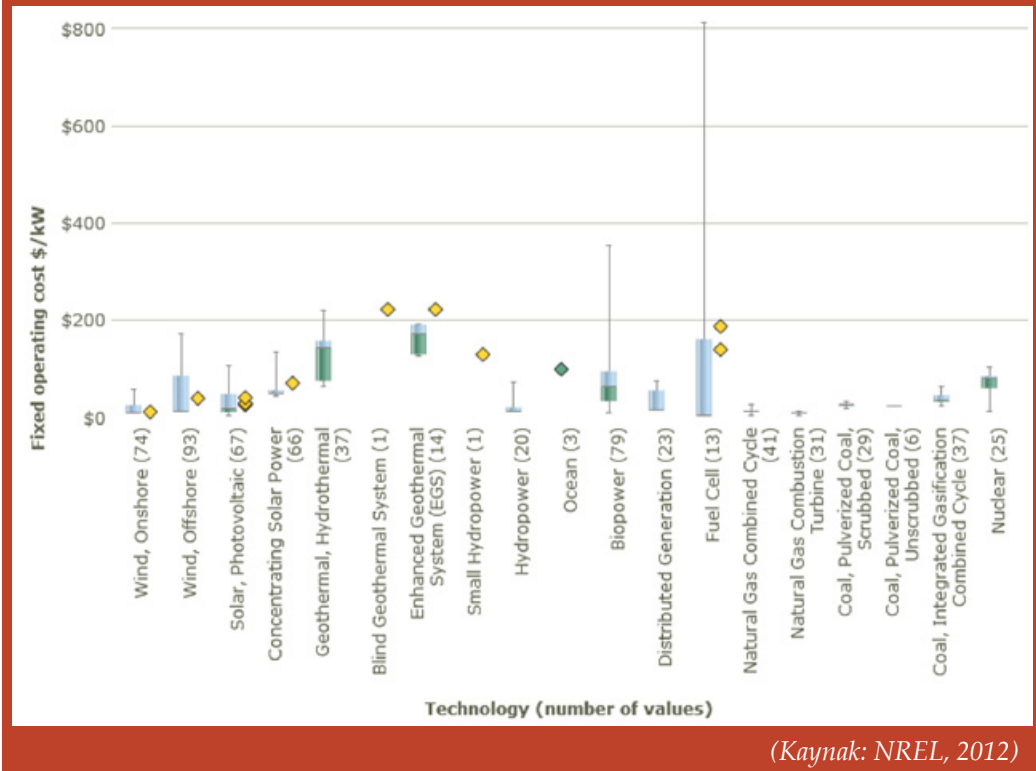


(Kaynak: NREL, 2012)

Sekil 11. ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin değişken işletme maliyetleri 2008-12

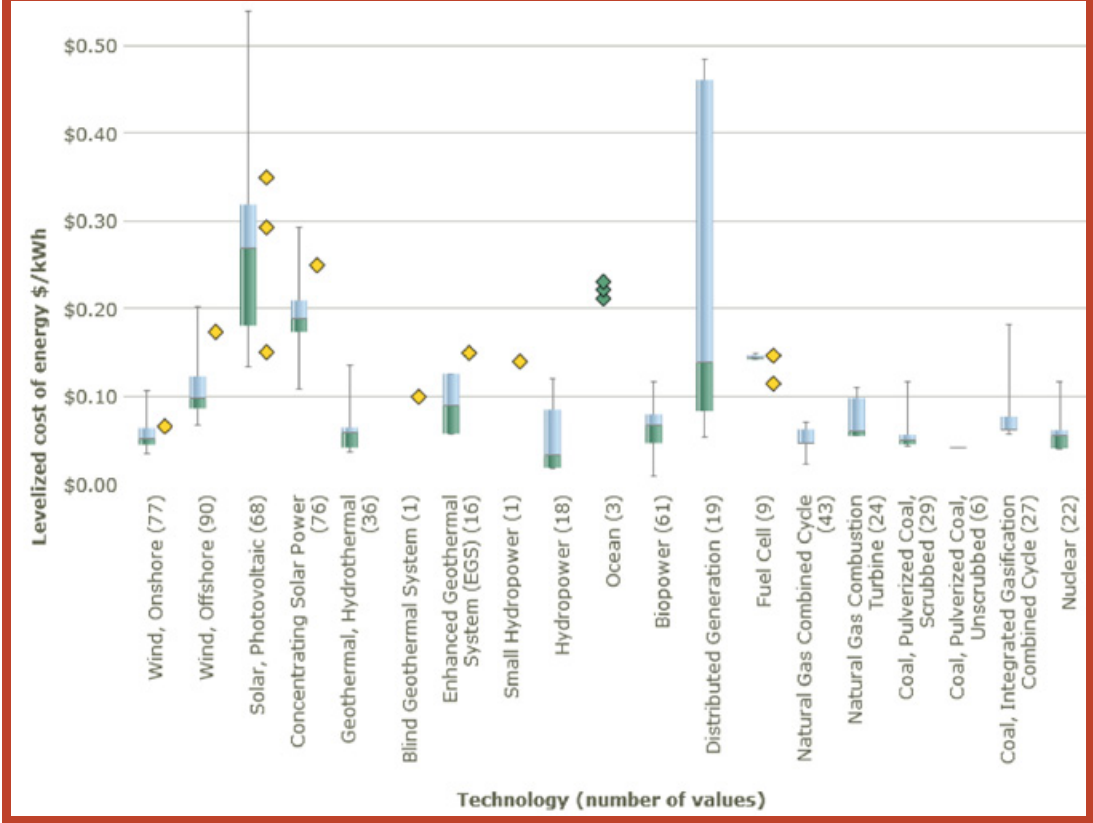


Sekil 12. ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin sabit işletme maliyetleri 2008-12



Sekil 13. Yüzde 7 faiz oranı varsayımı altında ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin 2008-12 üretim maliyetleri

(Kaynak: NREL, 2012)

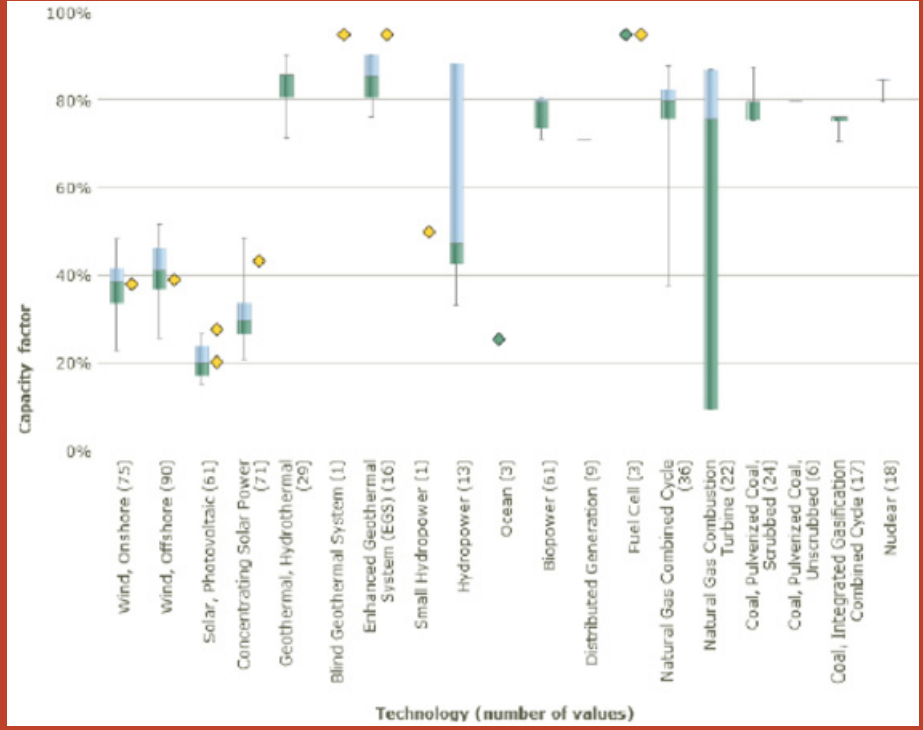


2.4. Güvenilir Üretim İhtiyacı

Güvenilir enerji arzının sağlanmasında dışa bağımlılığın azaltılması ve çeşitliliğin artırılması iki temel unsur olarak görülmektedir. “Elektrik Enerjisi Piyasası Arz Güvenliği Strateji Belgesi” uzun vadeli hedeflere yer vermekte, bu kapsamda 2023 yılına kadar yerli kömür, hidrolik, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarının potansiyelleri ölçüsünde elektrik arzında yaygın şekilde kullanılmasının yanısıra elektrik enerjisi üretiminin %5inin nükleer enerjiden sağlanmasını hedeflemektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2010-2014 Stratejik Planı’nın ilk stratejik teması olarak yer alan “Enerji Arz Güvenliği” başlığı altındaki ilk amaç olan “Yerli Kaynaklara Öncelik Verilmek Sureti ile Kaynak Çeşitlendirmesini Sağlamak” amacının hedefleri arasında nükleer santral inşasının 2014 yılına kadar başlanmasının sağlanacağı yer almaktadır. Farklı elektrik üretim teknolojilerinin kapasite faktörleri ve emre amadelik oranları karşılaştırması Kumbaroğlu ve diğerleri (2008a) çalışmasında yer almaktadır. Buna göre bir nükleer güç santralinin kapasite faktörü %90ın üzerinde seyrederken fosil yakıt kullanan teknolojilerde %60-80 aralığında seyretmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinde ise jeotermal %90lık kapasite faktörüne ulaşmakta, biyokütle %80lerde olmakta ve diğer alternatifler %50nin altında gerçekleşmektedir. Jeotermal enerji ile birlikte nükleer güç üretimi, %90lar seviyesindeki yüksek kapasite faktörleri ile, güvenilirlik açısından öne çıkan üretim seçeneklerinden birini oluşturmakta, temel yük üretimine katkı sağlayarak kesintisiz enerji arzının temininde etkin bir rol oynamaktadır. Şekil 14’de 2008-12 döneminde ABD’deki santrallerin kapasite

faktörleri gösterilmektedir. Sonuçlar Kumbaroğlu ve diğerleri (2008a) çalışmasına benzer seviyede bulunmaktadır.

Şekil 14. ABD’de elektrik üretim teknolojilerinin 2008-12 kapasite faktörleri



(Kaynak: NREL, 2012)

2.5. Elektrik fiyatlarının gelişimi

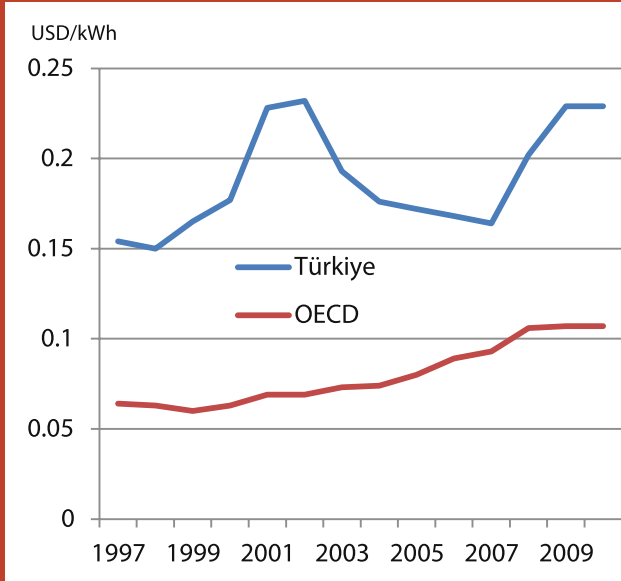
Uluslararası Enerji Ajansının yayınladığı enerji fiyatları karşılaştırmaları Türkiye’de elektrik enerjisi fiyatlarının hem sanayi hemde konutlar için OECD ülkeleri ortalamalarının üstünde seyrettiğini göstermektedir. Son 15 yılın verileri fiyatların tarihsel olarak hep OECD ortalamalarının çok üstünde (yaklaşık iki kat ve zaman zaman daha da yüksek) seyrettiğini göstermektedir (bkz Tablo 7).

Tablo 7. Türkiye’de ve OECD ülkeleri ortalaması olarak son kullanıcı elektrik fiyatları tarihsel gelişimi (USD/kWh)

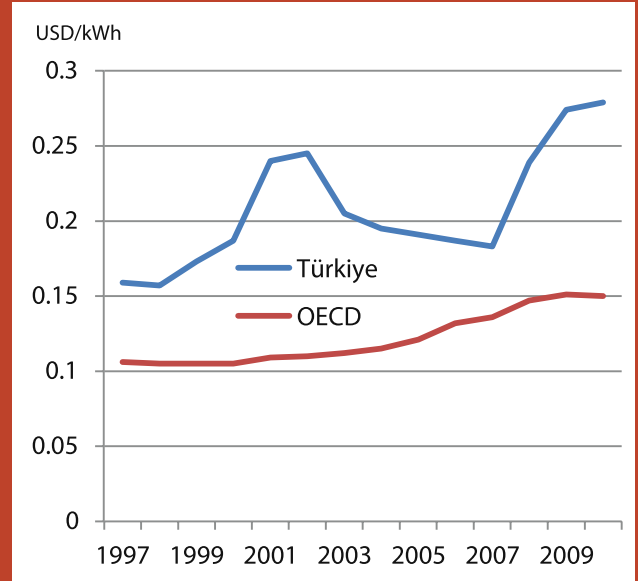
	Sanayi		Konut	
	Türkiye	OECD	Türkiye	OECD
1997	0.154	0.064	0.159	0.106
1998	0.150	0.063	0.157	0.105
1999	0.165	0.060	0.173	0.105
2000	0.177	0.063	0.187	0.105
2001	0.228	0.069	0.240	0.109
2002	0.232	0.069	0.245	0.110
2003	0.193	0.073	0.205	0.112
2004	0.176	0.074	0.195	0.115
2005	0.172	0.080	0.191	0.121
2006	0.168	0.089	0.187	0.132
2007	0.164	0.093	0.183	0.136
2008	0.202	0.106	0.239	0.147
2009	0.229	0.107	0.274	0.151
2010	0.229	0.107	0.279	0.150

Şekil 15 ve 16'dan görüleceği üzere OECD ülkeleri ortalama elektrik fiyatları yavaşça artan düzgün bir trend sergilemesine karşın Türkiye'de artan genel trend etrafında fiyatlarda hızlı iniş-çıkışlar olmuştur. Yüksek volatilité temel nedenleri arasında doğal gaz fiyatları ve döviz kurlarında yaşanan değişimler yer almakta olup yüksek derecedeki ithal bağımlılığının bir yansıması olarak ortaya çıkmaktadır.

Şekil 15. Sanayi Elektrik Fiyatları



Şekil 16. Konutlarda Elektrik Fiyatları



Veri Kaynağı: Uluslararası Enerji Ajansı (IEA)

2.6. Yenilenebilir Enerji Teşvikleri

10 Mayıs 2005 tarih ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretim Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'a 29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanun hükmü ile getirilen teşvik cetveline göre «Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi» (YEK Belgesi) almış üretim lisansı sahipleri için 10 yıl süreyle geçerli olacak olan garantili alım fiyatları aşağıdaki gibidir:

- Hidroelektrik üretim tesisi 7.3 dolar sent
- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi 7.3 dolar sent
- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi 10.5 dolar sent
- Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil) 13.3 dolar sent
- Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi 13.3 dolar sent

2005 yılında 5346 sayılı kanun çıktığında yenilenebilir enerji teknolojilerinin yaygınlaşması için yeterli olmayacağı, teknoloji bazında ayırım yapılarak daha yüksek seviyelerde teşvik sağlanması gerektiği bir bilimsel modelleme çalışması sonucunda da öngörülerek yayınlanmıştı (Kumbaroğlu, 2008a). 2010 yılının sonunda getirilen yeni teşvik rakamları birçok Avrupa ülkesine kıyasla düşük kalmakla birlikte yerli üretim teknolojilere yönelik ilave desteklerle birlikte

potansiyelin yüksek olduğu bölgelerde ilgili yenilenebilir enerji teknolojilerinin gelişmesine imkan sağlayabilecek düzeyde olduğu düşünülmektedir. Buna ilave olarak karbon vergisi veya salım kısıtlamaları altında yatırımcıların bu teknolojilere daha yaygın şekilde yönelmesi sağlanabilir. Ancak, yenilenebilir enerji teknolojilerinin sürekliliğinin olmaması nedeniyle güvenilirliği sağlamak için üretim sisteminin çok iyi planlanması, bir yandan artan yedek kapasite ihtiyacının karşılanması diğer yandan iletim hatlarının yeterli hale getirilmesi için ilave yatırım harcamaları sözkonusu olmaktadır. Oysa önceki kısımda görüldüğü üzere OECD ülkelerine kıyasla elektrik fiyatları Türkiye’de halen yüksek bir seviyede bulunduğundan fiyatları daha da yükseltecek adımlardan, yatırımlar için özel bir finansman imkanı ortaya çıkmadığı sürece, kaçınılmalıdır. Bu nedenle Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınma hamlesinde özellikle elektrik sektöründeki artan talep ile ortaya çıkan yatırım ihtiyacının tümüyle yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanması pahalı bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyeli Avrupa ülkelerine kıyasla yüksek ve bu yerli kaynağın kullanım düzeyi yeterince gelişmiş değildir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin Türkiye’de yaygınlaşmasının gerekliliği tartışmaya yer bırakmayacak şekilde açıktır. Ancak bunun yanısıra hızla artan talebin karşılanması için ucuz ve güvenilir üretim yapacak başka teknolojilere de ihtiyaç bulunmaktadır.

2.7. Ucuz üretim ihtiyacı

Elektrik enerjisi tüm sektörlerde mal ve hizmet üretiminde temel girdilerden birini oluşturduğundan önemli bir maliyet kalemini teşkil etmektedir. Bu nedenle elektrik enerjisinin pahalı olması genel olarak mal ve hizmet fiyatlarının da artan maliyetler ölçüsünde yükselmesi şeklinde yansımakta ve dolayısıyla rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir. Özellikle uluslararası ticarete elektriğin ucuz olduğu ülkelerden üretim yapan şirketler avantajlı durumda olmaktadır. Enerji fiyatlarının makroekonomik göstergeler üzerine etkisini araştıran ve bağlantılarını ortaya koyan çeşitli bilimsel çalışmalar mevcuttur (Akkemik 2011, Kumbaroğlu ve diğerleri., 2008). Bu nedenle, elektrik enerjisinin ucuz olması ülke ekonomisi açısından da önem taşımaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan ve elektrik talebi hızla artan, dolayısıyla yatırım ihtiyacı yüksek olan, ancak yerli kaynakları kısıtlı olan ülkelerde yatırımcıların teşvik, vergi gibi iktisadi araç ve politikalarla doğru yönlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtlara dayalı bir elektrik üretim sisteminde üretime sera gazı kısıtları getirilmesi durumunda ortaya çıkan teknolojik yenileme ihtiyacının getireceği ilave yatırım harcamaları nedeniyle maliyetlerin yükselmesi ve ekonomik kayıpların meydana gelmesi kaçınılmazdır. Teknolojik yenileme fosil yakıtlardan vazgeçilmesi anlamına gelmemektedir zira önceki kısımda anlatıldığı üzere karbon vergisinin içselleştirildiği IEA senaryolarında kömür ve doğal gaz kullanan teknolojiler görece olarak ucuz konumlarını gelecekte de sürdürmektedirler. Ancak daha verimli ve temiz teknolojik yenileme sözkonusudur. Örneğin kömürle çalışan santraller ağırlıklı olarak CCS teknolojilerinden ve gazifikasyon yönteminden yararlanmaktadır. Sonuç olarak, özetle, elektrik üretiminin ucuza mal edilmesinin önemi, ekolojik ve ekonomik olarak sürdürülebilir olma gerekliliği ortadadır ve bunu sağlayacak adımlar atılmalıdır. Nükleer enerji üretiminin IEA rakamlarında yansıtıldığı gibi

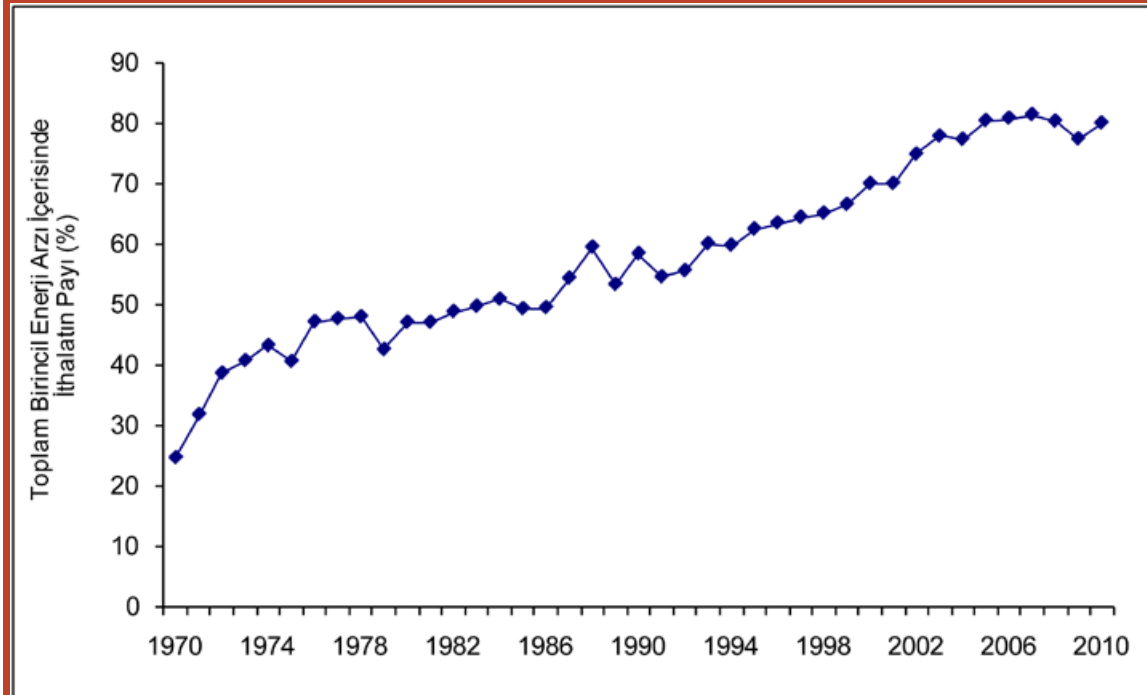
ucuz olup olmadığı, atıkların depolanması ve santral söküm maliyetleri, kaza riski gibi konular kamuoyunda tartışılmaktadır ve tartışılmalıdır. Bu tartışmalara ilişkin Akkuyu'da kurulacak olan nükleer güç santrali özelinde ve Dünya'daki uygulamalarla karşılaştırmalı olarak tarafsız ve bilimsel değerlendirmeler içeren ilk ve halen tek kapsamlı çalışma 2011 yılında EDAM tarafından yayımlanmıştır (EDAM, 2011).

2.8. İthalata bağımlılık

2.8.1. Birincil enerji kaynaklarının ithalatı

Türkiye'nin enerji arzında ithal bağımlılığı zaman içerisinde artarak günümüzde %80 düzeyine ulaşmıştır (bkz. Sekil 17). Elektrik üretiminin neredeyse yarısının (2010 yılı itibari ile %46 seviyesinde) doğal gaz ile gerçekleşmesi elektrik enerjisinde yakıtı dayalı olarak önemli ölçüde ithal bağımlılığı yaratmaktadır çünkü kullanılan doğal gazın %98i ülkeye ithal edilmektedir. İthal bağımlılığının bu derece yüksek olması güvenilirlik ve fiyat istikrarı bakımından endişeleri beraberinde getirmekte, ülkenin yerli kaynaklarının daha geniş biçimde değerlendirilmesini sağlayarak dışa bağımlılığın azaltılması önem taşımaktadır.

Sekil 17. Türkiye'nin Enerji İthal Bağımlılığının Tarihsel Gelişimi



(Veri Kaynağı: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi İstatistikleri)

2.8.2. İthal enerjinin maliyeti

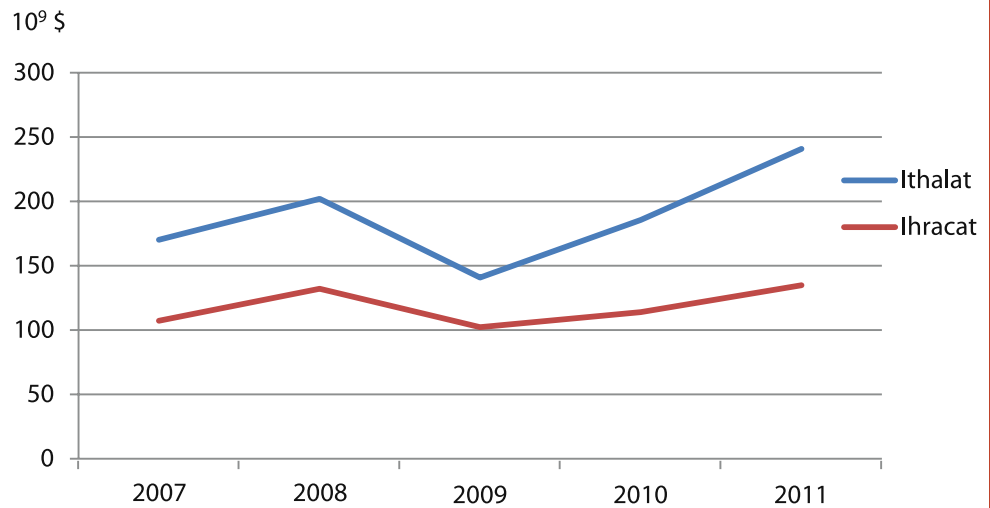
Türkiye’de mineral yakıtlar, yağlar ve mustahsalları ithalatı 2009 yılında 29.9 milyar \$ seviyesinden 2010 yılında 38.5 milyar \$ ve 2011 yılında 54.1 milyar \$ seviyesine ulaşmıştır. Büyük kısmı petrol ve doğal gaz ithalatı olan bu kalemin ayrıntıları, uluslararası ticari anlaşmaların gizliliği nedeniyle olsa gerek, fasıllara göre ithalat istatistiklerinde görülememektedir. İthalatın sektörel dağılımına ilişkin istatistiklere göre kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri ithalatı 2009 yılındaki 10.4 milyar \$ seviyesinden 2010 yılında 13.8 milyar \$ ve 2011 yılında 18.3 milyar \$ seviyesine ulaşmış, ‘madencilik ve taşocakçılığı’ sektöründe ise 2009 yılında 18.3 milyar \$, 2010 yılında 23.5 milyar \$ ve 2011 yılında 34.4 milyar \$ tutarında ‘gizli veri’ ithalatı yapılmıştır. Dolayısıyla gizli veri ithalatı ile kömür ve petrol ürünleri ithalatının toplamı mineral yakıtlar, yağlar ve mustahsalları ithalatının yaklaşık %98ine tekabül etmekte olup enerji kaynakları ithalatının maddi tutarını vermektedir. Bu tutar ülkenin toplam ithalat tutarının yaklaşık olarak %21’ine denk gelmektedir. Özetle, 2011 yılı itibari ile yaklaşık 54 milyar \$ tutarını bulan yüksek bir enerji ithalat faturasının bulunduğu, ülke ekonomisi üzerinde önemli bir yük teşkil ettiği görülmektedir.

2.8.3. İthalata bağımlılığının azaltılması ihtiyacı

Türkiye’nin dış borç stoku 2010 yılı sonu itibari ile kısa vadeli 78.2 milyar \$, orta-uzun vadeli ise 211.8 milyar \$ seviyesinde bulunmaktadır. Borcun geri ödenmesi için döviz girdisine ihtiyaç bulunmaktadır. Ancak Şekil 18’den de görüleceği gibi ihracat gelirleri ithalat giderlerinin altında kaldığından cari ödemeler dengesi açık vermekte, döviz girdisi getirmemektedir. Türkiye’nin 2011 yılındaki 54 milyar \$’lık enerji ithalat faturası dış ticaret açığının yaklaşık yarısına tekabül etmektedir. Ekonominin sürdürülebilir, sağlıklı bir yapıda ilerlemesi ve dış borçların sorunsuz geri ödenebilmesi için dış ticaret açığının kapatılması, ihracat artırılırken ithal bağımlılığının düşürülmesi gerekmektedir. Enerji ithalatı toplam ithalat içerisinde en büyük paya sahip olduğu için önemli bir rol oynamaktadır.

Sekil 18. Türkiye’nin ithalat giderleri ve ihracat gelirleri

(Veri Kaynağı: Temel Ekonomik Göstergeler 2012, Kalkınma Bakanlığı)



Nükleer enerji üretimi gerek teknoloji gerekse zenginleştirilmiş uranyum olarak yakıt ihtiyacı itibari ile Türkiye için bir miktar dışa bağımlılık yaratacak olmakla birlikte yakıt maliyetinin üretim maliyeti içerisinde küçük bir pay teşkil etmesi ve uzun vadeli yakıt ihtiyacının önceden temin edilebilmesi dolayısıyla çok düşük seviyede olmaktadır.

3- İleri Teknoloji Sanayinin Gelişimine Katkıda Bulunabilecek Yeni Teknoloji: Güney Kore Örneği

Güney Kore'nin nükleer programının başlangıcı olarak Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığının 1956 yılında Atomik Enerji Dairesini kurması alınabilir. İlk nükleer araştırma reaktörü 1962 yılında faaliyete geçmiştir. Bugün Güney Kore'nin 23 nükleer santralinden elde ettiği elektrik üretimi 20.5 GW'a ulaşmıştır. Bu miktar Güney Kore'nin elektrik üretim kapasitesinin % 30'una ve üretilen elektriğin % 45'ine tekabül etmektedir. 2021 yılına kadar toplam kapasiteye 13.8 GW ekleyecek 11 ilave santralin inşaatı öngörülmektedir.

Valentine ve Sovacool tarafından 2010 yılında yayınlanan bir araştırma, Japonya ve Güney Kore'nin nükleer enerjiye geçişlerinde varolan sosyo-kültürel, siyasi ve ekonomik şartları incelemiştir. Bu araştırma nükleer enerjiye geçişi destekleyen 6 ortak unsuru şu şekilde tadat etmektedir : (1) Ekonomik kalkınmaya yön veren güçlü devlet anlayışı (2) ulusal enerji planlaması ve politika geliştirmesinin merkezileşmiş olması (3) teknolojik atılımın ulusal düzeyde yeniden kalkınma ile bağlantılandırılan kampanyalar (4) politika oluşturma sürecine etki eden teknokrat ideoloji (5) siyasi otoriteye itiraz kültürünün yüzeyselliği (6) sivil toplum aktivizminin zayıflığı.

Kim/Chang (2012a) ise şeffaflık ve toplumsal kabulü Güney Kore'nin nükleer programını başarısının temel nedenleri olarak sıralamaktadır. Güney Kore Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı, Atom Enerjisi Yasası uyarınca Nükleer Enerjinin Promosyonu Programını (NEPP) oluşturmuş ve bu sayede ulusal düzeyde nükleer enerji politikasının uygulanmasını sağlamıştır. Her 5 yılda bir yenilenen bu Programın en sonucusu 2012-2017 dönemine yöneliktir. Bu 4. NEPP'de özellikle teşvik edilecek alanlar olarak nükleer kullanım, sürdürülebilirlik, ihracat, radyasyon, emniyet ve toplumsal kabul ile uluslararası işbirliği yer almıştır. Sözkonusu Program muhtelif sosyal, ekonomik, siyasi, kültürel ve teknik paydaşlar tarafından tartışılmak suretiyle ülkenin kısa ve uzun vadeli gelecek

vizyonu ile uyumlaştırılacaktır. Bu süreç nükleer emniyeti güçlendirecek, şeffaflığı iyileştirecek ve ulusal nükleer teknolojinin promosyonunda etkinlik kazanılmasına katkıda bulunacaktır.

Kim/ Chang (2012b) ayrıca Güney Kore'nin net karbon emisyonlarının sınırlanacağı bir ekonomiye geçmesi gerektiğini ileri sürmektedir. Bunun için alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir. Ancak yenilenebilir enerjilerde ölçek ekonomileri pazar ve politiklardan ziyade yerel şartlara bağlıdır (doğal kaynaklar, toplumsal bakış açıları vs). Bu saptama Güney Kore'de fosil yakıtların birincil alternatifinin nükleer enerji olacağını ifade etmektedir.

Güney Kore 2013 yılında dünyadaki en kaydedeğer enerji toplantılarından ikisine ev sahipliği yapacaktır: 22. Dünya Enerji Kongresi ve Uluslararası Elektrik Mühendisleri Derneği'nin 36. Oturumu (IAEE) . Bu toplantılar ülkemizde nükleer enerji ile ilgili enerji uzmanları, şirket temsilcileri, akademisyen ve araştırmacılar ile politika yapımcılarının başta Güney Koreli olmak üzere uluslararası düzeydeki muhataplarıyla bu konuları ele almalarını sağlayacak önemli bir fırsat olarak görülmelidir.

4- Sonuç

Nükleer güç üretimi bir taraftan alternatiflerine göre ucuz üretim maliyeti ve yüksek kapasite faktörü ile gelişmiş ülkelerin yönelmiş oldukları cazip bir enerji arz kaynağı, diğer taraftan ürettiği radyoaktif atıklar, sızıntı ve kaza tehlikeleri ile tartışmalı bir teknoloji olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de nükleer güç üretiminin ekonomi, teknoloji ve risk boyutları Akkuyu özelinde yapılan öncü bir çalışmada (EDAM, 2011) incelenmiş, bu çalışmada tamamlayıcı olarak Türkiye'nin artan enerji ihtiyacının karşılanmasında genel olarak nükleer enerjinin rolü arz-talep projeksiyonları, yenilenebilir enerji potansiyeli, elektrik fiyatları ve ithal bağımlılığı üzerine analizler ve uluslararası karşılaştırmalar ortaya konarak irdelenmiştir.

Türkiye'nin en büyük yerli enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji alternatiflerinin daha yaygın şekilde değerlendirilmesinin sağlanması gerekirken bunların başka teknolojilere ihtiyaç bırakmayacak şekilde yaygınlaşarak tümüyle yenilenebilir enerjiye geçilmesi teknik sorunlarla birlikte ekonomiklik ve potansiyele ilişkin kısıtlar nedeniyle mümkün gözükmemektedir. Yenilenebilir enerji üretiminde fiyatların hızla düşmesini sağlayacak ve iletim hatlarını yeterli kılacak bir teknolojik devrim olmadığı ve yatırımları destekleyecek uluslararası fon girişi bulunmadığı sürece termik santralleri tümüyle ikame etmeleri gerçekçi bir beklenti değildir. Yapılan resmi projeksiyonlara göre 2016 yılından itibaren baş gösterebilecek olan arz yetersizliğini önlemek için yapılacak yatırımların teknik ve çevresel olduğu kadar ekonomik açıdan da sürdürülebilirliğini sağlamak gerekir.

OECD ortalamalarına göre zaten yüksek seyreden elektrik enerjisi fiyatlarının daha da artması ile fiyat seviyesi Türkiye’de üretilen mal ve hizmetlerin uluslararası rekabet gücünü tehdit edebilecek konumda olacaktır. Diğer taraftan enerji arzında %80 düzeyine ulaşmış olan ithal bağımlılığı fiyat istikrarını ve fosil yakıt ithalatının elli milyar doları aşan faturası ödemeler dengesini tehdit eder konumdadır. Bu nedenle, karar vericiler tarafından Türkiye’nin elektrik üretiminin yaklaşık yarısını teşkil eden ithal doğal gazın elektrik üretimindeki payının daha fazla artmaması istenmektedir. Yeni yatırımlarda doğal gaza alternatif olarak güvenilir üretim sağlayacak ekonomik seçenekler olarak kömürle çalışan termik santraller ve nükleer güç santralleri öne çıkmaktadır.

Bu iki seçeneği Avrupa’da yaygın olarak kullanan, 2011 yılı itibari ile elektrik üretiminde ilk sırada %43’lük pay ile kömürle çalışan santralleri ve üçüncü sırada %18’lik pay ile nükleer santralleri olan Almanya örneği bulunmaktadır. Almanya’da 1980 öncesi inşa edilen nükleer santraller Fukushima’da yaşanan nükleer kazadan sonra (kazadan kısa bir süre önce ömürlerinin uzatılması kararı alınmış olmasına rağmen bu karar değiştirilerek) kapatılmış ve diğer nükleer enerji santralleri ekonomi ömürleri bitince kapatma ve yerine yenilerini kurmama kararı alınmıştır. Bu kararın alınmasında kamuoyunda nükleer enerjiye karşı tepkinin Fukushima kazası sonrası iyice büyümesi etkili olmuştur. Ancak bununla birlikte nükleer enerjiden çıkma kararının sürdürülebilir olmadığı, ulusal ekonomiye büyük zarar verebileceğine ilişkin değerlendirmeler de basında geniş yer bulmaktadır (Financial Times Deutschland, 2011). Bunların yanısıra Almanya, Türkiye’ye kıyasla çok daha düşük olan yenilenebilir enerji potansiyeline karşın, yenilenebilir enerji teknolojilerinden daha yaygın şekilde faydalanmaktadır. 2011 yılı itibari ile yenilenebilir enerji teknolojileri Almanya’nın elektrik üretiminde %20’lik pay ile ikinci sırada yer almakta olup özellikle nükleer enerjiden çıkma kararı sonrasında bu santrallerin üretimini ikame etmek üzere daha da yaygınlaşması için çalışmalar yapılmaktadır. Almanya’daki gelişmeler kamuoyu görüşünün enerji politikası üzerine etkisini, nükleer enerjinin riskleri ile ekonomik avantajları arasındaki ikilemi sergilemektedir. Bu ikilem ve tartışmalar genel olarak her ülke için geçerli olmakla birlikte ihtiyaç noktasında Almanya’nın durumu Türkiye’den farklıdır: bu ülkede, Türkiye’nin aksine, elektrik enerjisine olan talep doyum noktasına ulaşmış ve artık artmamaktadır.

Çin, Güney Kore gibi Asya ülkeleri hızla artan elektrik enerjisi talebi ve yatırım zorunluluğu ile ihtiyaç noktasında Türkiye’dekine daha benzer bir durum arz etmektedirler. Çin’in nükleer enerji üretimini yaygınlaştırma çalışmaları 2020 yılında 40 GW kurulu nükleer güce ulaşma hedefi ile birlikte tüm hızıyla sürmekte, gelecek için tek ‘sürdürülebilir’ alternatif olduğuna ilişkin değerlendirmeler yapılmaktadır (China Daily, 2012). Benzer şekilde Güney Kore’de de nükleer enerjinin yaygınlaştırılmasına ilişkin çalışmalar hızla sürmekte olup Mayıs 2012’de iki yeni santral inşasına başlanmıştır. Güney Kore Başbakanı nükleer enerjinin bir seçenek değil zorunluluk ve fosil yakıtların tek alternatifi olduğunu belirtmektedir (The Korea Herald, 2012). 1962 yılında ilk nükleer santralin devreye alınmasından sonra Güney Kore’de nükleer enerji üretiminin hızla yaygınlaşmasında sağlıklı bir kurumsal yapı ile halkın güvenini ve desteğini sağlayan şeffaf bir süreç etkili olmuştur. 2012 Aralık ayında yapılacak seçimlerin arifesinde iki yeni nükleer santralin inşaatına başlanması nükleer enerjinin Güney Kore kamuoyundaki olumlu algısının genel olarak sürdürüldüğü izlenimini vermektedir.

Fukushima kazasından sonra güvenlik denetimleri yapmak üzere tüm nükleer santrallerini kapatan Japonya'da ilk nükleer santral Temmuz 2012'de tekrar devreye alınmıştır. Japon Başbakanı insanların hayat standartlarının nükleer enerji olmadan sürdürülemeyeceğini açıklamıştır (The Independent, 2012).

Nükleer enerji karşıtlığı özellikle Fukushima kazasından sonra Dünya genelinde yaygınlaşırken bu enerji alternatifine özellikle gelişen ekonomilerde duyulan ihtiyaç da birçok ülkede yüksek sesle dile getirilmektedir. Farklı görüş ve değerlendirmeler Dünya Enerji Konseyi'nin ve Uluslararası Enerji Ekonomisi Birliği'nin oluşturduğu bağımsız uluslararası platformlarda ilgili uzmanlarca tartışılmaktadır.

Nükleer enerji üretimine girme kararının alınmış olduğu Türkiye'de konuyla ilgili tartışmalar yetersiz ve genellikle ideolojik boyutta kalmakta, objektif bilimsel çalışmalara dayandırılmamaktadır. Bu açığın kapatılmasına katkı sağlaması ümit edilen çalışmamızın bu kısmında Türkiye özelinde arz ve talep projeksiyonları, yenilenebilir enerji potansiyeli, elektrik üretim maliyetleri ve fiyatları, ithal bağımlılığı konuları irdelenerek nükleer enerjiye olan ihtiyaca yönelik bilgiye dayalı sağlıklı değerlendirmeler yapılmasına olanak sağlayacak bir çerçeve ortaya konulmaktadır.

Kaynaklar

Ali Akkemiki, 2011. "Potential impacts of electricity price changes on price formation in the economy: a social accounting matrix price modeling analysis for Turkey." *Energy Policy*, Volume 39, Issue 2, February 2011, Sayfa 854-864

Kumbaroğlu ve diğerleri

- 2008b. "CO₂, GDP and RET: An aggregate economic equilibrium analysis for Turkey." *Energy Policy*, Volume 36, Issue 7, July 2008, Pages 2694-2708
Kumbaroğlu ve diğerleri
- 2008a. "A real options evaluation model for the diffusion prospects of new renewable power generation technologies." *Energy Economics*, Volume 30, Issue 4, July 2008, Sayfa 1882-1908

EDAM, 2011. *Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli*. www.edam.org.tr/EDAMNukleer/edamreport.pdf.

Scott Victor Valentine& Benjamin K. Sovacool, 2010. "The socio-political economy of nuclear power development in Japan and South Korea." *Energy Policy*, Volume 38, Issue 12, December 2010, Pages 7971-7979

Yong-Min Kim& Sunyoung Chang

- 2012a. "The comprehensive nuclear promotion plan of the Republic of Korea." *Progress in Nuclear Energy*, Volume 58, July 2012, Pages 58-63
- 2012b. "Experience curve analysis on South Korean nuclear technology and comparative analysis with South Korean renewable technologies." *Energy Policy*, Volume 40, January 2012

Dimitrios A. Georgakellos, 2012. "Climate change external cost appraisal of electricity generation systems from a life cycle perspective: the case of Greece." *Journal of Cleaner Production*, Volume 32, September 2012, Pages 124-140

Financial Times Deutschland, 2011, Pressestimmen "Merkels Atomwende beschleunigt ihren politischen Abstieg", 10 Haziran 2011.
<http://www.ftd.de/politik/deutschland/:pressestimmen-merkels-atomwende-beschleunigt-ihren-politischen-abstieg/60063638.html>

The Independent, 2012, Japan powered by nuclear energy again, blamed anew , 5 Temmuz 2012.
http://www.theindependent.com/news/world/st-japan-reactor-goes-online-since-nuclear-crisis/article_2d56aeb9-b395-5e47-9ce8-53dbff308ff4.html

China Daily, 2012, Only viable option for future, 16 Temmuz 2012.
http://www.chinadaily.com.cn/cndy/2012-07/16/content_15583220.htm

The Korea Herald, 2012. New nuclear plants, 6 Mayıs 2012.
<http://view.koreaherald.com/kh/view.php?ud=20120506000047>

NREL, 2012. Transparent Cost Database, National Renewable Energy Laboratory,
<http://en.openei.org/apps/TCDB/>

Bölüm II

Türkiye'nin İklim Değişikliği Stratejisi ve Nükleer Enerjiye Geçiş





Gürkan Kumbaroğlu

Yönetici Özeti

Türkiye Cumhuriyeti 2010 yılının Mayıs ayında Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi'ni yayınlamış, Temmuz ayında da 6007 sayılı kanunla Akkuyu sahasında bir nükleer güç santralının tesisine ve işletimine dair anlaşmayı onaylamıştır. Bu iki gelişme iki ay farkla birbirinden bağımsız olarak ortaya çıkmış olsa da dolaylı bir etkileşim sözkonusudur: nükleer güç santralleri elektrik üretimi esnasında sera gazı salımlarına yol açmadığı bilinmekte, bu nedenle nükleer yakıt kaynaklı elektrik enerjisi fosil yakıt kaynaklı elektrik üretimini ikame ettiği oranda sera gazı salım azaltımı sağlanmaktadır. Türkiye'de kurulacak bir nükleer güç santralının ülkenin sera gazı salımlarının azaltılmasında ne kadar etkin olacağının belirlenmesi için öncelikle elektrik üretiminden doğan ulusal emisyon faktörünün (birim elektrik üretimi başına ortaya çıkan salım miktarı) uluslararası metodolojiye uygun bir şekilde hesaplanması gerekmektedir.

Elektrik üretiminden kaynaklanan seragazı emisyonları

Elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarından ortaya çıkan CO₂ salımları 1990–2010 döneminde %252.3 oranında yükselerek salımları en hızlı büyüyen sektör olmuştur. Elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ salımlarındaki hızlı yükselme, artan elektrik talebini karşılamak için arz miktarlarının artması ile ilgili olmakla birlikte esas olarak belirleyici unsur arzın üretim kompozisyonu, yani elektrik üretiminin karbon yoğunluğu olmaktadır. Elektrik üretiminde CO₂ salımları en çok termik santrallerden kaynaklanırken rüzgâr ve hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi esnasında CO₂ salımı meydana gelmez. Bu nedenle elektrik arz sisteminin teknolojik kompozisyonundaki değişimlerin salımlar üzerinde önemli etkisi olmaktadır. Türkiye'de 1990-2010 döneminde hidroelektrik enerjinin toplam elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payı %40'dan %25'e düşerken termik santrallerin payı %60'dan %74'e çıkmıştır, rüzgâr enerjisi de %1'lik bir pay elde etmiştir. Hidroelektrik enerjinin payı düşerken 20 yıllık süre içerisinde kurulu gücü 2.3 kat artarak 6,764 MW'dan 15,831 MW kapasite değerine ulaşmıştır. Ancak aynı dönemde termik santrallerin kurulu gücü 3.4 kat artarak 9,536 MW'dan 32,279 MW kapasite değerine çıkmıştır. Bu gelişmeler elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ salımlarındaki artışların belirleyicisi olmuştur.

Nükleer enerjinin toplam seragazı emisyonlarına etkisi

Türkiye'nin elektrik üretiminden kaynaklanan emisyon katsayısı, UNFCC'nin en son metodolojisine dayalı olarak hesaplandığında, 0.5459 tCO₂/MWh olarak bulunmaktadır. Akkuyu nükleer güç santralının toplam 4,800 MW kurulu güce sahip dört üniteli bir tesis olması öngörülmektedir. Dört üniteli Akkuyu nükleer güç santrali tümüyle devreye alındığında gerçekleşecek üretim miktarı

$$= 4,800 \text{ MW} \times 8,760 \text{ saat/yıl} \times 0.85 = 35,740,800 \text{ MWh/yıl}$$

olarak hesaplanabilmektedir.

Emisyon faktörü ile nükleer güç santralının üretimleri çarpılarak beklenen emisyon azaltımı aşağıdaki Tabloda gösterildiği şekilde hesaplanmaktadır.

Tablo : Akkuyu Nükleer Güç Santralının Yıllara Göre Sağlayacağı CO₂ Emisyon Azaltım Miktarları

Yıl	CO ₂ Emisyon Azaltım Miktarı
2019	8,935,200 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 4,877,726 tCO ₂
2020	17,870,400 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 9,755,451 tCO ₂
2021	26,805,600 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 14,633,177 tCO ₂
2022	35,740,800 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 19,510,903 tCO ₂
2023 ve sonrası	19,510,903 tCO ₂ /yıl

Oran olarak bakıldığında Akkuyu nükleer güç santralının 2023 yılında elektrik üretimi kaynaklı emisyonların yaklaşık %6.6-7.5 i kadar bir azaltım sağlayacağı görülmektedir. Akkuyu santraliniğine eşdeğer bir kurulu güze sahip iki santral daha kurulması durumunda rakamlar üçe katlanarak, elektrik üretiminde bugünkü karbon yoğunluğunun sabit kalması varsayımı altında, elektrik üretimi kaynaklı emisyonlarda yaklaşık %20 seviyesinde bir azaltım sağlayacaktır.

Sonuç

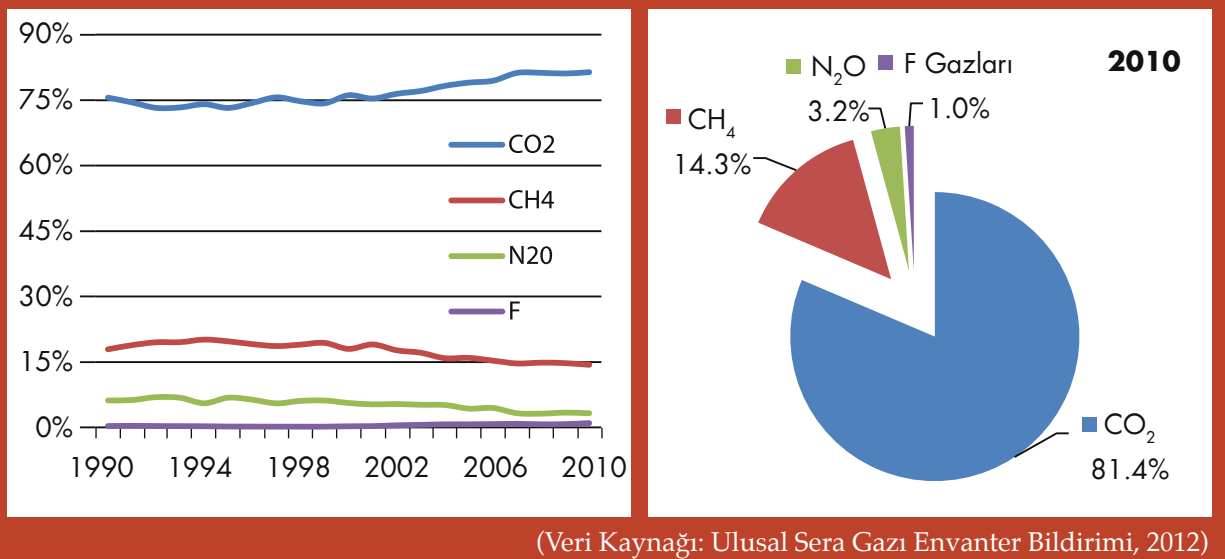
Akkuyu nükleer güç santrali tüm üniteleri ile işletmeye alındığında yılda yaklaşık 19.5 Mton CO₂ emisyon tasarrufu sağlayacağı belirlenmiştir. Bu rakam elektrik üretimi kaynaklı emisyonların yaklaşık olarak %7sine tekabül ediyor olacağı hesaplanmıştır. Bu çalışmada ortaya konulduğu üzere elektrik üretimi kaynaklı emisyonların Türkiye'nin toplam emisyon hacmi içerisinde %40a varan oran ile en yüksek paya sahip olan sektör olduğu düşünüldüğünde sağlanacak emisyon tasarrufunun önemli bir miktar teşkil edeceği daha iyi anlaşılabilir. Nükleer enerji ile sağlanan emisyon azaltımı Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları kapsamında değerlendirilemiyor olmakla birlikte elektrik üretiminde karbon yoğunluğunu ve salımları azaltıcı etkisi ile Türkiye'nin emisyon hacmindeki artışın sınırlandırılması üzerinde etkili olacağı görülmektedir.

1- Giriş

Türkiye Cumhuriyeti 2010 yılının Mayıs ayında Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi'ni yayınlamış, Temmuz ayında da 6007 sayılı kanunla Akkuyu sahasında bir nükleer güç santralının tesisine ve işletimine dair anlaşmayı onaylamıştır. Bu iki gelişme iki ay farkla birbirinden bağımsız olarak ortaya çıkmış olsa da dolaylı bir etkileşim sözkonusudur: nükleer güç santralleri elektrik üretimi esnasında sera gazı salımlarına yol açmadığı bilinmekte, bu nedenle nükleer yakıt kaynaklı elektrik enerjisi fosil yakıt kaynaklı elektrik üretimini ikame ettiği oranda sera gazı salım azaltımı sağlanmaktadır. Türkiye'de kurulacak bir nükleer güç santralının ülkenin sera gazı salımlarının azaltılmasında ne kadar etkin olacağıın belirlenmesi için öncelikle elektrik üretiminden doğan ulusal emisyon faktörünün (birim elektrik üretimi başına ortaya çıkan salım miktarı) uluslararası metodolojiye uygun bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. Elektrik üretiminden doğan sera gazları içerisinde karbondioksit (CO₂) gazı dışındaki CH₄ ve N₂O gibi iklim değişikliğine neden olan diğer sera gazlarının salımlarının ihmal edilebilir ölçüde düşük olması dolayısıyla bu çalışma CO₂ salım azaltım miktarları üzerine odaklanmaktadır.

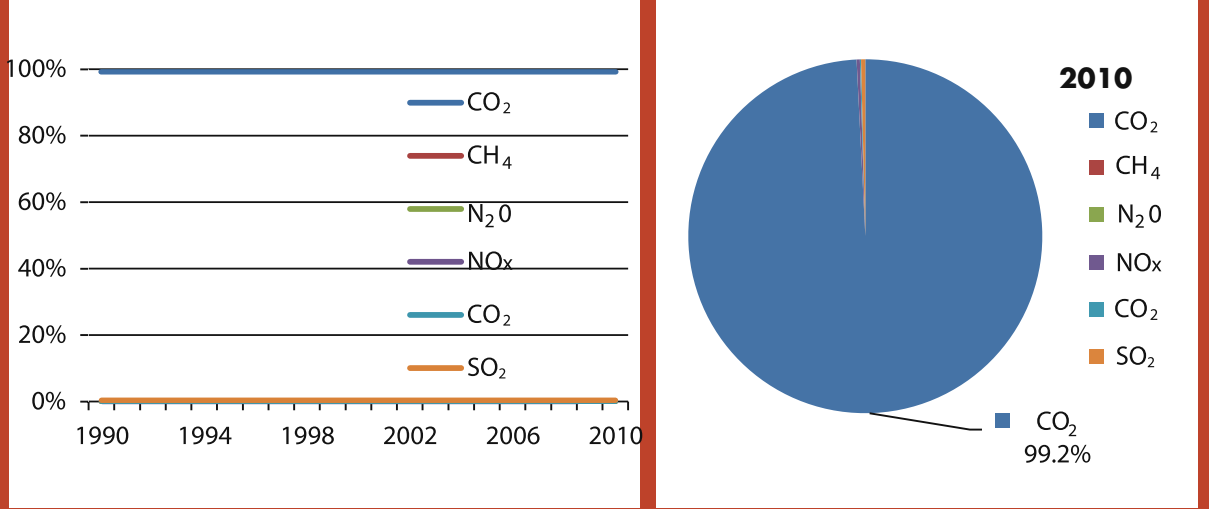
Türkiye'nin toplam sera gazı salımlarının kompozisyonu tarihsel gelişimi ile birlikte Şekil 1'de gösterilmektedir. Görüldüğü üzere Türkiye'de sera gazı salımları içerisinde 2010 yılında CO₂'nin payı %81.4, CH₄'ün payı ise %14.3 dür. Bunları %3.2 ile N₂O ve %1.0 ile F gazları izlemektedir. CO₂ salımları, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamındaki bildirimlerde referans kabul edilen 1990 yılındaki %75.6 oranından son yıllarda oran olarak artan bir trend izlemektedir.

Şekil 1 Türkiye Toplam Sera Gazı Kompozisyonu 1990-2010 Gelişimi



Elektrik üretiminden kaynaklanan gazlar içerisinde ise, Şekil 2'de görüldüğü üzere, CO₂'nin payı 2010 yılı itibarı ile %99.2 olmuş, tarihsel gelişim içerisinde de neredeyse sabit kalmış ve diğer tüm sera gazlarının toplamının oranı hep %1'in altında kalmıştır.

Şekil 2 Türkiye Elektrik Üretiminden Kaynaklanan Sera Gazı Kompozisyonu 1990-2010 Gelişimi



(Veri Kaynağı: Ulusal Sera Gazı Envanter Bildirimi, 2012)

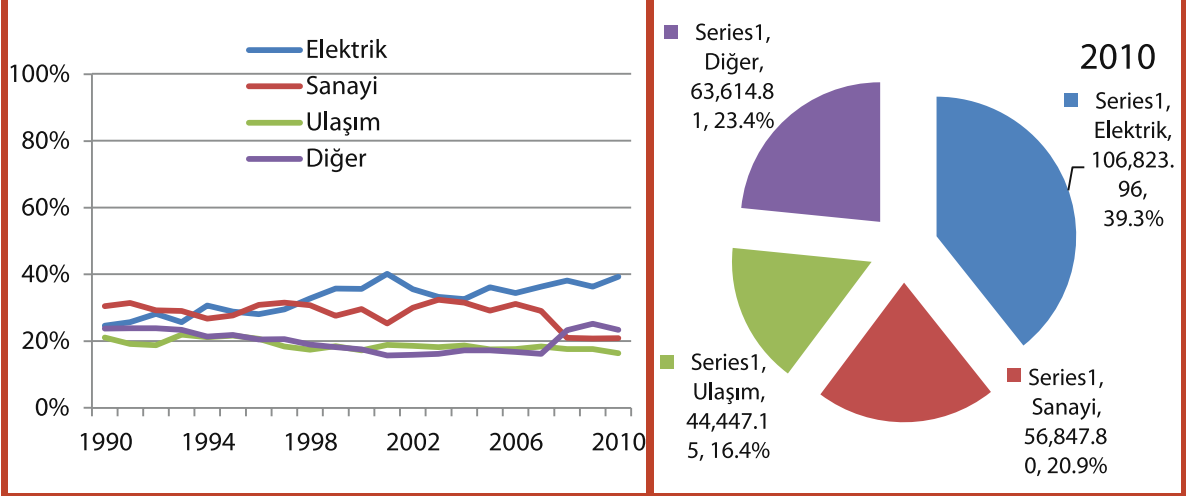
CO₂ gazı, sera gazı salımlarında en büyük pay ile dikkat çekerken Tablo 1'de verilen değerlerden görüldüğü üzere atmosferde de açık farkla en yüksek konsantrasyon ve Işınım Zorlama değerlerine sahip bulunmaktadır. CO₂'nin atmosferdeki uzun ömrü ve yüksek konsantrasyonu nedeniyle ışınım zorlama değeri tüm sera gazları içerisinde açık farkla en yüksektir. Bu nedenle iklim değişikliği ile mücadele çalışmaları özellikle CO₂ gazının salımlarının azaltılması üzerine odaklanmaktadır.

Tablo 1 Sera Gazları, Atmosferik Konsantrasyonlar ve Işınım Zorlama Değerleri

	Konsantrasyon (Milyarda bir)	1998-2005 Artış	Işınım Zorlama (W/m ²)	1998-2005 Değişim (%)
CO ₂	379 ± 0.65 (Milyarda bir)	+ 13 (Milyarda bir)	1.66	+%13
CH ₄	1774 ± 1.8 (Milyarda bir)	+11 (Milyarda bir)	0.48	-
N ₂ O	319 ± 0.12 (Milyarda bir)	+5 (Milyarda bir)	0.16	+%11

(Veri Kaynağı: IPCC Fourth Assessment Report, Climate Change 2007: The Physical Science Basis, 2007)

CO₂ salımlarının kaynağı büyük büyük ölçüde fosil yakıt kullanımı oluşmaktadır; en güncel veri olan 2010 yılında Türkiye'de CO₂ salımlarının %85i enerji kullanımından, bunun da %39.3 ü elektrik üretiminden kaynaklanmıştır. Şekil 3'den görülebildiği gibi sektörel dağılımda elektrik üretimi CO₂ salımlarında yıllar içinde artan en yüksek paya sahiptir.

Şekil 3 2010 Yılı Enerji Kullanımı Kaynaklı CO₂ Salımlarının Sektörel Dağılımı

(Veri Kaynağı: Ulusal Sera Gazı Envanter Bildirimi, 2012)

Tüm sektörlerde gelecekte artması beklenen elektrifikasyon (ulaşımda elektrikli araçların yaygınlaşması, sanayi ve hizmet sektöründe otomasyon ve bilişim teknolojilerinin yaygınlaşması vb) ile ulusal iklim değişikliği stratejisinde elektrik sektörünün önem ve payının artacağı öngörülebilir. Bu kapsamda CO₂ salımı olmayan bir elektrik üretim teknolojisi olarak nükleer enerjinin de elektrik üretiminden kaynaklanan salımları ve salım yoğunluğunu aşağı çekerek ulusal iklim değişikliği stratejisine yapacağı katkının boyutlarının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Türkiye'nin İklim Değişikliği Stratejisi tarihsel gelişimi ve geleceğe ilişkin beklentilerle bir sonraki bölümde ele alınmaktadır. Ondan sonraki bölümde Türkiye'nin elektrik üretimi kaynaklı CO₂ salımları incelenmekte, uluslararası metodolojiye uygun olarak emisyon faktörü hesaplanmaktadır. Ardından emisyon faktörüne dayalı olarak nükleer güç santrallerinden ortaya çıkacak üretimin CO₂ salım azaltımına etkisi gösterilmektedir.

2- Türkiye'nin İklim Değişikliği Stratejisi

2.1. Kısa Tarihçe

Türkiye, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü OECD üyesi olarak Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (BMİDÇS) gelişmiş ülke eklerine (Ek-I ve Ek-II) konulmuş ve bunun gerektireceği yükümlülükleri yerine getiremeyeceği gerekçesiyle Sözleşme'nin yürürlüğe girdiği 21 Mart 1994 tarihinde taraf olmamıştır. Sözleşmeye göre Ek-I ülkelerinin sera gazı salımlarını kısıtlayıcı

önlemler alması ve politikalar benimsemesi beklenirken Ek-II ülkelerinin ayrıca gelişme yolundaki ülkelere mali kaynak sağlaması öngörüldü. Türkiye bu eklerden çıkmak üzere girişimlerde bulunurken 1997 yılında BMİDÇS tarafları, Ek-I ülkelerine sayısal salım azaltım yükümlülüğü getiren Kyoto Protokolü'nü kabul ettiler. Protokol, gerekli çoğunluk olan küresel emisyon hacminin % 55'ini temsili şartını Rusya'nın da onaylaması ile 8 yıl sonra sağlayarak 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe girdi. Bu arada Türkiye'nin BMİDÇS nezdindeki gelişmiş ülke konumu 2001 yılında değişti: BMİDÇS 7. Taraflar Konferansında (COP7) alınan 26/CP.7 sayılı karara göre, Türkiye Ek-II'den çıkartılmış ve Ek-I de yer alan diğer ülkelerden farklı bir durumda bulunduğu oy birliği ile kabul edilerek taraf ülkeler Türkiye'nin özgün koşullarını dikkate almaya davet edildi. 26/CP.7 no'lu karar 28 Haziran 2002 tarihinde yürürlüğe girdi. Türkiye Ek-II listesinden çıkartılması ile birlikte gelişmekte olan ülkelere, BMİDÇS madde 4.3 uyarınca yeni ve ilave finansman sağlama, Madde 4.4 uyarınca iklim değişikliğine uyum, Madde 4.5 uyarınca da Teknoloji Transferi zorunluluğundan çıkmış oldu ve bunun üzerine Türkiye 24 Mayıs 2004 tarihinde BMİDÇS'ye, 26 Ağustos 2009 tarihinde de Ek-B dışı ülke olarak (sayısal salım azaltım yükümlülüğü bulunmadan) Kyoto Protokolü'ne taraf oldu.

Türkiye'nin 2004 yılında BMİDÇS'ne taraf olmasını takiben aynı yıl İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu (İDKK) oluşturulmuştur. İDKK, Çevre ve Orman Bakanı'nın Başkanlığında,

- Dışişleri Bakanlığı Müsteşarı
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Müsteşarı
- Ulaştırma Bakanlığı Müsteşarı
- Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Müsteşarı
- Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Müsteşarı
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Müsteşarı
- Çevre ve Orman Bakanlığı Müsteşarı
- Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarı
- Türkiye Ticaret, Sanayi, Deniz Ticaret Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği (TOBB) Başkanından

oluşmaktadır.

İDKK, 2007 yılında Endonezya'nın Bali adasında gerçekleştirilen COP13 Taraflar Konferansında benimsenen ve bu nedenle "Bali Yol Haritası" olarak adlandırılan yapı taşları "Azaltım", "Uyum", "Teknoloji Transferi" ve "Finans" başlıklarına uygun olarak görev dağılımı ile müzakere süreçlerine yönelik çalışmalar gerçekleştirmektedir.

Diğer yandan 28 Temmuz 2009 tarihinde gerçekleştirilen 2009/2 sayılı İDKK toplantısında; 2007 yılında BMİDÇS Sekretaryasına gönderilen İklim Değişikliği I. Ulusal Bildiriminde yer alan 2020 yılı toplam sera gazı salımından %11 azaltım yapılmasına yönelik yaklaşımın benimsenmesine karar verilmiştir. Birinci Ulusal Bildirim'de yer alan projeksiyona göre Türkiye'nin CO₂ salımlarının 2005 yılında 240.7 milyon ton düzeyinden 2020 yılında 604.6 milyon ton düzeyine çıkacaktır; buna göre benimsenen salım azaltım hedefi ile Türkiye'nin salım artışının 2005-2020 döneminde %151 yerine %124 düzeyinde kalması öngörülmektedir.

Çevre ve Orman Bakanlığının koordinasyonunda 28 Şubat 2009 tarihinde Bolu Abant'ta başlatılan çalıştaylar süreciyle birlikte ilgili kurum ve kuruluşların görüşleri de alınarak, "Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi" hazırlanmış, İDKK toplantılarında görüşüldükten sonra Başbakanlık Yüksek Planlama Kuruluna sunulmuş ve Mayıs 2010'da yayınlanmıştır. T.C. Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi 2010-2020 içerisinde sıfır emisyon teknolojisi olarak nükleer enerjinin özendirilmesi orta vadeli eylemler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte Temmuz 2011'de yayınlanan T.C. İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı 2011-2023 belgesinde nükleer enerjinin özendirilmesine ilişkin bir eylem yer almamaktadır.

2.2. Beklentiler

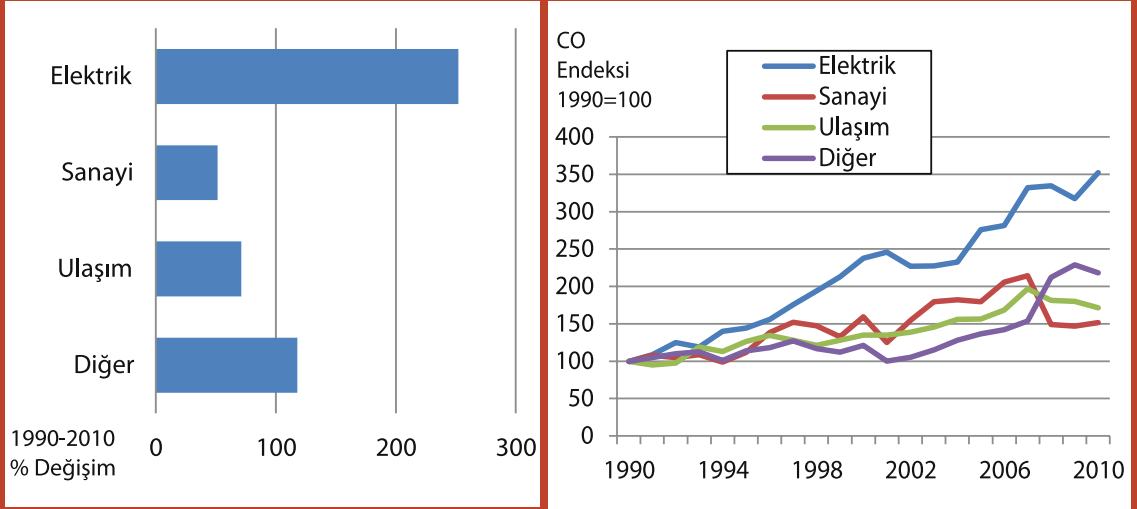
2011 Aralık ayında Güney Afrika'nın Durban kentinde yapılan BMİDÇS 17. Taraflar Konferansı (COP17) ve Kyoto Protokolü'nün 7. Taraflar Buluşması (COP/MOP7) geleceğe bir miktar ışık tutmaktadır. Bu toplantıların en temel çıktısı Kyoto Protokolü'nün ikinci yükümlülük döneminin 2013-2017 olarak olması yönünde alınan karar teşkil etmektedir. Bununla birlikte Durban Platformu adında yeni bir çalışma grubunun kurulması ve bu çalışma grubunun yeni bir anlaşmanın oluşturulması için resmi bir metin hazırlaması kararlaştırılmıştır. 2012 Mayıs ayında yapacağı ilk toplantı çalışmalarına başlayacak olan bu çalışma grubunun en geç 2015 yılına kadar yeni bir anlaşma metninin hazırlıklarını tamamlaması beklenmekte, bu metnin 2020 yılında yürürlüğe girecek bir Protokolü ülkelere sunulması öngörülmektedir.

Türkiye'nin bir yandan AB'ye aday ülke statüsü konumundan kaynaklanan durumu, bir yandan tanımlanmamış ülke özel koşulları (26/CP.7 ve 1/CP.16 kararları), bir yandan kapasite gelişimini henüz tamamlamamış olması ve yeni bir anlaşma üzerine müzakerelerin dinamik değişen yapısından kaynaklı olması geleceğe yönelik bir miktar belirsizlik yaratıyor olsa da İklim Değişikliği Ulusal Strateji Belgesi ve Ulyusal Eylem Planı ile uyumlu olarak emisyon yoğunluklarının azalacağı bir sürdürülebilir kalkınma sürecinin içerisinde olacağı öngörülebilir. Strateji Belgesi ile uyumlu olarak elektrik enerjisi üretimi için kullanılacak ükleer enerjinin de sera gazı salım yoğunluklarının düşürülmesinde etkili olması karar vericiler tarafından hedeflenmektedir.

3- Türkiye'nin küresel ısınmaya katkısı

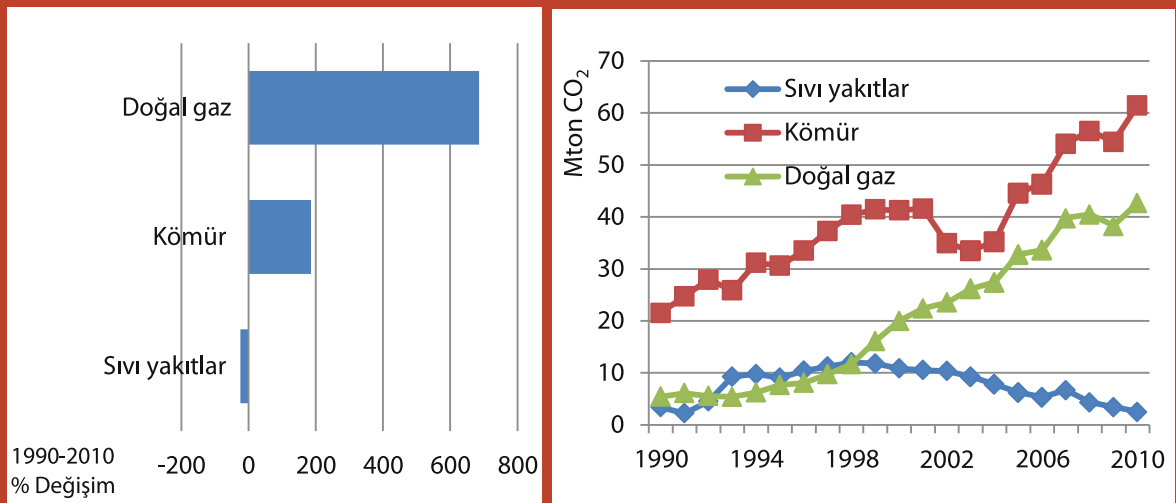
3.1. Elektrik üretiminden kaynaklanan seragazı emisyonları

Elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji kaynaklarından ortaya çıkan CO₂ salımları 1990-2010 döneminde %252.3 oranında yükselerek salımları en hızlı büyüyen sektör olmuştur (bkz.Şekil 4).

Şekil 4 Enerji Kullanımından Doğan CO₂ Salımlarının 1990-2010 Sektörel Gelişimi

(Veri Kaynağı: Ulusal Sera Gazı Envanter Bildirimi, 2012)

Elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ salımlarındaki hızlı yükselme, artan elektrik talebini karşılamak için arz miktarlarının artması ile ilgili olmakla birlikte esas olarak belirleyici unsur arzın üretim kompozisyonu, yani elektrik üretiminin karbon yoğunluğu olmaktadır. Elektrik üretiminde CO₂ salımları en çok termik santrallerden kaynaklanırken rüzgâr ve hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi esnasında CO₂ salımı meydana gelmez. Bu nedenle elektrik arz sisteminin teknolojik kompozisyonundaki değişimlerin salımlar üzerinde önemli etkisi olmaktadır (bkz.Şekil 5). Türkiye'de 1990-2010 döneminde hidroelektrik enerjinin toplam elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payı %40'dan %25'e düşerken termik santrallerin payı %60'dan %74'e çıkmıştır, rüzgâr enerjisi de %1'lik bir pay elde etmiştir. Hidroelektrik enerjinin payı düşerken 20 yıllık süre içerisinde kurulu gücü 2.3 kat artarak 6,764 MW'dan 15,831 MW kapasite değerine ulaşmıştır. Ancak aynı dönemde termik santrallerin kurulu gücü 3.4 kat artarak 9,536 MW'dan 32,279 MW kapasite değerine çıkmıştır. Bu gelişmeler elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ salımlarındaki artışların belirleyicisi olmuştur.

Şekil 5 Elektrik Üretiminden Doğan CO₂ Salımlarının 1990-2010 Kaynaklarına Göre Gelişimi

(Veri Kaynağı: Ulusal Sera Gazı Envanter Bildirimi, 2012)

3.2. Elektrik üretimine ilişkin emisyon katsayısı

Türkiye'nin elektrik üretiminden kaynaklanan emisyon katsayısı, UNFCC'nin en son metodolojisine dayalı olarak hesaplanmıştır (Bir Elektrik Sistemi için Emisyon Katsayısının Hesaplanması İçin Araç - UNFCC 2011). Türk elektrik iletim sistemi enterkonektedir. Bu nedenle İşletme Marjı (Operating Margin – İM) ile Yerleşik Marj (Built Margin – YM) hesaplamalarında, elektrik şebekesi, birçok elektrik santrali tarafından güç verilen tek bir sistem olarak ele alınmıştır.

3.2.1. İşletme Marjı Emisyon Katsayısı

UNFCC'nin "Bir Elektrik Sistemi için Emisyon Katsayısının Hesaplanması İçin Araç"ına göre, İM emisyon katsayısını hesaplamak için dört farklı yöntem bulunmaktadır.

- (a) Basit İM; veya
- (b) Ağırlıklandırılmış İM; veya
- (c) Veri analizine dayalı İM; veya
- (d) Ortalama İM.

İM'nin hesaplanması için kullanılacak yöntemin seçilmesinde, "Ağırlıklandırılmış İM" , "Veri analizine dayalı İM" ve "Ortalama İM" yöntemlerine, bu yöntemlerin elektrik şebekesine bağlı santral bilgilerini gerektirmeleri ve bu bilgilerin kamuya açık olmaması nedeniyle başvurulamamaktadır. Dolayısıyla bu hesaplamada "Basit İM" yöntemi kullanılacaktır. "Basit İM" elektrik şebekesine güç veren bütün santrallerin toplam elektrik üretimini esas almaktadır. Bu yöntem en düşük maliyetli ve/veya başvurulması zorunlu elektrik üretim kapasitesinin son 5 yılda toplam kapasitenin % 50'sinden az bir oranına tekabül ettiğinde kullanılabilir. Öte yandan Türkiye'de en düşük maliyetli ve/veya başvurulması zorunlu elektrik üretim teknolojisi hidro santrallerdir. Diğer yenilenebilir enerji üretiminin payı çok düşüktür. Aşağıdaki Tablodan görüleceği üzere, son 5 yılda, hidro kaynakların payı toplam üretim içinde % 50'den az kalmıştır.

Tablo 2 Hidroelektrik üretiminin payı , 2006 – 2010

	2006	2007	2008	2009	2010
Türkiye'nin Brüt Elektrik Üretimi (GWh)	176,300	191,558	198,418	194,813	211,208
Hidroelektrik üretimi (GWh)	44,244	35,851	33,270	35,958	51,796
Hidroelektriğin Payı (%)	25%	19%	17%	18%	25%

Basit İşletme Marjı Emisyon Katsayısı üretim kapasitesi ile ağırlıklandırılmış, en düşük maliyetli/zorunlu olarak kullanılan güç santralleri hariç tutulmak suretiyle net elektrik üretimi başına ortalama karbon emisyonunun (tCO_2 / MWh) hesaplanmasını esas almaktadır. Formülü şu şekildedir

$$EF_{grid,OMsimple,y} = \frac{\sum_i FC_{i,y} \times NCV_{i,y} \times EF_{CO_2,i,y}}{EG_y}$$

- $EF_{grid,OMsimple,y}$ = y yılındaki Basit İşletme Marjı Emisyon Katsayısı (t CO₂/MWh)
 $FC_{i,y}$ = Elektrik sisteminde y yılında tüketilen i tipi fosil yakıt miktarı
 $NCV_{i,y}$ = Y yılında tüketilen i tipi fosil yakıtın net kalorifik değeri (GJ / ağırlık)
 $EF_{CO_2,i,y}$ = Y yılında tüketilen i tipi fosil yakıtın karbon emisyon faktörü (tCO₂/GJ)
 EG_y = Y yılında en düşük maliyetli/zorunlu olarak kullanılan güç santralleri hariç net elektrik üretimi (MWh)
i = Y yılında elektrik üretim sisteminde tüketilen bütün fosil yakıt tipleri
y = Resmîyet kazanmış en güncel veri yılı

Yakıt spesifik emisyon faktörlerinin hesaplanmasında Tablo 3'de yer alan IPCC emisyon faktörleri kullanılmıştır. Daha muhafazakar bir yaklaşım uyarınca, asgari değerler kullanılmıştır. Bu doğrultuda Türkiye'deki elektrik üretiminden kaynaklanan karbon emisyon katsayısı Tablo 4'de gösterildiği şekilde hesaplanmıştır.

Tablo 3 IPCC Emission faktörleri

	kg CO ₂ /GJ			Referans Karbon Oksitlenme Faktörü
	min	orta	max	
Kömür	92,8	96,1	100,0	1,0
Linyit	90,9	101,0	115,0	1,0
Fuel oil	75,5	77,4	78,8	1,0
Dizel	72,6	74,1	74,8	1,0
Doğal Gaz	54,3	56,1	58,3	1,0
LGP	61,6	63,1	65,6	1,0
Nafta	69,3	73,3	76,3	1,0

(Veri Kaynağı: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)

Tablo 4 Elektrik Üretiminden Kaynaklanan Yıllık Karbon (CO₂) Emisyonları

	2008	2009	2010
Elektrik Üretiminden Kaynaklanan Yıllık Karbon (CO ₂) Emisyonları (tons)	104,062,368	98,532,497	99,128,859

Net elektrik üretiminin hesabına ise Tablo 5'de yer verilmiştir. Brüt üretimden net üretime geçiş için gerekli verimlilik katsayısı termal kaynaklar için bilinmediğinden, diğer kaynaklar için hesaplanan ortalama değer termal kaynaklar için de geçerli olduğu varsayımında bulunulmuştur.

Tablo 5 Termal Kaynaklardan Elde Edilen Net Elektrik Üretimi

	2008	2009	2010
Brüt Elektrik Üretimi [GWh] (a)	198,418	194,813	211,208
Net Elektrik Üretimi [GWh] (b)	189,762	186,619	203,046
Net/Brüt (c=a/b)	0.956	0.958	0.961
Termal kaynaklardan elde edilen brüt elektrik üretimi [GWh] (d)	163,919	156,583	155,370
Termal kaynaklardan elde edilen net elektrik üretimi [GWh] (cxd)	156,768	149,998	149,366

Termal kaynaklar ile diğer elektrik üretim teknolojileri için aynı verimlilik katsayısını kullanmak basitleştirilmiş bir yaklaşıma tekabül etmektedir. Ancak bu yaklaşım aynı zamanda daha muhafazakar sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır. Zira termal kaynaklar genel olarak diğer elektrik üretim tesislerine oranla oldukça daha düşük bir dönüşüm verimliliğine sahiptirler. Basit İM emisyon faktörü, toplam emisyonların termal kaynaklardan elde edilen net elektrik üretimine bölünmesi suretiyle bulunmaktadır.

Tablo 6 İM Emisyon katsayıları 2008 – 2010

	2008	2009	2010
EF _{Grid, OM, simple} [tCO ₂ /MWh]	0.6638	0.6569	0.6637

2008-2010 dönemi için üretime göre ağırlıklandırılmış ortalama İM emisyon katsayısı **0.6603 tCO₂ / MWh olarak bulunmuştur.**

3.2.2. Yerleşik Marj Emisyon Katsayısı

YM emisyon katsayısı örnek bir dizi üretim tesisi için iki farklı şekilde hesaplanabilmektedir :

- En son inşa edilen 5 elektrik üretim tesisi veya
- Elektrik üretim kapasitesinde % 20 artışı sağlayan ve en son devreye giren santraller

Bu iki opsiyon arasında en yüksek kapasiteye tekabül eden yöntem kullanılmalıdır. Elektrik sistemine en son eklenen santrallere dair muhtelif bilgiler TEİAŞ'ın kapasite projeksiyon raporlarında bulunmaktadır. Buna göre

- En son inşaat edilen 5 santralin toplam üretim kapasitesi 5,271 GWh dir. Bu seviye Türkiye'nin toplam üretim kapasitesinin yaklaşık % 2.7'sine tekabül etmekte ve % 20'lik eşiğin oldukça altında kalmaktadır.
- Toplam üretim kapasitesinin % 20'sine tekabül eden son yatırımlar ise 42.1 TWh'lik bir kapasiteye tekabül etmektedir.

Metodolojiye göre YM emisyon katsayısı EF_{BM} , belirli bir yıl için örnek bir set oluşturacak şekilde m sayıdaki güç santralının üretimle ağırlıklandırılmış ortalama emisyon katsayısının hesaplanmasını gerektirmektedir.

$$EF_{grid,BM,y} = \frac{\sum_{i,m} EG_{m,y} \times EF_{EL,m,y}}{\sum_m EG_{m,y}}$$

$EF_{grid, BM, y}$ y yılındaki YM emisyon katsayısı (tCO_2 / MWh);

$EG_{m,y}$ Y yılında m santrali tarafından sağlanan net elektrik üretimi (MWh)

$EF_{EL,m,y}$ M santralının y yılındaki CO_2 emisyon faktörü (tCO_2 / MWh)

m YM hesaplamasına dahil olan güç santralleri

y Resmi verilerin mevcut olduğu en güncel yıl

Bazı daha küçük çaplı santrallere dair üretim verileri bulunmadığından, bu santrallerin üretimleri şu şekilde hesaplanmıştır

$EG_{m,y} = \text{Tam Kapasite Çalışma Saatleri} \times \text{Yerleşik Kapasite}$

$EF_{grid, BM, y}$ hesaplanmasında öncelikle $EF_{EL,m,y}$ değerleri şu formül aracılığıyla hesaplanmıştır.

$$EF_{EL,m,y} = \frac{EF_{CO_2,m,i,y} \times 3.6}{\eta_{m,y}}$$

$EF_{EL, m, y}$ M santralının y yılındaki CO_2 emisyon faktörü (tCO_2 / MWh);

$EF_{CO_2,m,i,y}$ M santralının y yılındaki ortalama enerji dönüşüm verimliliği (tCO_2 / GJ)

$\eta_{m,y}$ M santralının y yılındaki ortalama enerji dönüşüm verimliliği (oran)

m Y yılında elektrik üretiminde bulunan bütün santraller (düşük maliyetli / zorunlu olarak kullanılan üniteler hariç)

y İlgili sene

Bu hesaplama için enerji dönüşüm verimlilik faktörlerine dair aşağıdaki Tablo kullanılmıştır.

Tablo 7 Güç santrallerine dair referans verimlilik faktörleri

Güç Santralleri		
Üretim Teknolojisi	2000 yılı öncesi üniteler	2000 yılı sonrası üniteler
Kömür	-	-
Subcritical	37%	39%
Supercritical	-	45%
Ultra-supercritical	-	50%
IGCC	-	50%
FBS	35.5 %	-
CFBS	36.5 %	40%
PFBS	-	41.5 %
Petrol	-	-
Gaz türbini	37.5 %	39%
Open cycle	30%	39.5%
Combined cycle	46%	46%
Doğal gaz	-	-
Gaz türbini	37.5 %	37.5 %
Open cycle	30%	39.5 %
Combined cycle	46%	60%

Kaynak: "Tool to calculate the emission factor for an electricity system" (UNFCCC, 2011)

Bu yöntem uyarınca YM emisyon katsayısı **0.4315 tCO₂/MWh** olarak bulunmaktadır.

3.2.3. Kombine Emisyon Katsayısı

Kombine Emisyon Katsayısı şu şekilde bulunmaktadır

$$EF_{grid, CM, y} = EF_{grid, OM, y} \times w_{OM} + EF_{grid, BM, y} \times w_{BM}$$

$$EF_{grid, BM, y} = Y \text{ yılındaki YM CO}_2 \text{ faktörü (tCO}_2\text{/MWh)}$$

$$EF_{grid, OM, y} = Y \text{ yılındaki İM CO}_2 \text{ emisyon faktörü (tCO}_2\text{/MWh)}$$

$$w_{OM} = \text{İM emisyon faktörüne verilen ağırlık (\%)}$$

$$w_{BM} = \text{YM emisyon faktörüne verilen ağırlık (\%)}$$

IPCC yaklaşımı, rüzgar ve güneş enerjisi haricinde İM ile YM emisyon faktörlerine aynı ağırlığın verilmesini önermektedir. Aynı ağırlığın kullanılması durumunda

$$EF_{grid, CM, y} = 0.6603 \times 0.5 + 0.4315 \times 0.5$$

$$EF_{grid, CM, y} = 0.5459 \text{ tCO}_2\text{/MWh} \text{ olarak hesaplanabilmektedir.}$$

4- Nükleer Enerjinin Toplam Seragazi Emisyonlarına Etkisi

Rusya Federasyonu Hükümeti ile Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti arasında Türkiye Cumhuriyeti'nde 'Akkuyu Sahası'nda bir Nükleer Güç Santralini tesisine ve işletimine dair imzalanmış olan İşbirliği Anlaşması'ndan sonra Sinop'a yapılacak ikinci bir nükleer santral için Çin, Güney Kore, Japonya ve Kanada ile görüşmeler yürütüldüğü bilinmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yetkililerince yapılan açıklamalara göre enerji çeşitliliği ve arz güvenliği için 2023 yılına kadar toplam 15,000 MW kapasiteli üç nükleer santralini devreye alınmasının hedeflenmektedir. Ancak bu aşamada anlaşması imzalanmış tek proje Akkuyu santraline ilişkin olduğu için bu çalışmada özellikle Akkuyu sahasında kurulacak santralini sera gazı emisyonlarına etkisi üzerine odaklanılmıştır.

Akkuyu nükleer güç santralini toplam 4,800 MW kurulu güce sahip dört üniteli bir tesis olması öngörülmektedir. Nükleer enerjiye geçişte Türkiye modelini incelendiği öncü çalışmada (EDAM, 2011) yer alan nükleer enerji ekonomisi ile ilgili kısımda yapılan analiz doğrultusunda %85'lik kapasite faktörü varsayımının gerçekçi bir kabul olacağı görülmektedir. Bu kabul ile birlikte Akkuyu nükleer güç santralini bir yılda üretmesi beklenen toplam elektrik enerjisi miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

Dört üniteli Akkuyu nükleer güç santrali tümüyle devreye alındığında gerçekleştirilecek üretim miktarı

$$= 4,800 \text{ MW} \times 8,760 \text{ saat/yıl} \times 0.85 = 35,740,800 \text{ MWh/yıl}$$

olarak hesaplanmaktadır. Her biri 1,200 MW gücünde olacak ünitelerden ilkinin 2019 üretime başlaması, diğer üç ünitenin de ardarda birer yıl aralıklarla ticari işletmeye alınması öngörülmektedir.¹ Buna göre Akkuyu santralinden sağlanması beklenen üretim miktarları yıllar bazında Tablo 8'de verilmektedir.

Tablo 8. Akkuyu Nükleer Güç Santrali Elektrik Enerjisi Üretim Miktarları

Yıl	Üretim Miktarı
2019	1200 MW x 8760 saat x 0.85 = 8,935,200 MWh
2020	2400 MW x 8760 saat x 0.85 = 17,870,400 MWh
2021	3600 MW x 8760 saat x 0.85 = 26,805,600 MWh
2022	4800 MW x 8760 saat x 0.85 = 35,740,800 MWh
2023 ve sonrası	35,740,800 MWh/yıl

1_ 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanan "Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyeti'nde Akkuyu Sahası'nda Bir Nükleer Güç Santralini Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşmaya göre nükleer güç santralini inşasının başlaması için gerekli tüm belgeler, izinler, lisanslar, rızalar ve onayların verilmesinden itibaren yedi yıl içinde ilk ünitenin ticari işletmeye alınması ve diğer üç ünitenin ardarda birer yıl aralıklarla devreye girmesi gerekmektedir.

Tablo 8'de gösterilen üretim miktarlarının bugün için karşılık geldiği emisyon azaltım değerleri, bir önceki kısımda hesaplanmış olan Türkiye'nin ortalama elektrik üretim emisyon faktörünün kullanılması ile hesaplanabilir. Ancak bu şekilde hesaplanan emisyon rakamlarının arkasındaki varsayım elektrik üretiminde teknolojik kompozisyonun bugünkü şekilde olacağıdır. Ancak uzun vadeli projeksiyonlara, 2009 yılının Mayıs ayında kabul edilen Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'ne bakıldığında özellikle yenilenebilir enerji kaynak kullanımının yaygınlaşmasının öngörüldüğü görülmektedir. Buna göre 2023 yılına kadar tüm yerli kömür ve hidroelektrik potansiyelimizin kullanılması, rüzgar kurulu gücünün 20,000 MW'a, jeotermal kurulu gücünün 600 MW'a ulaştırılması, üretimde doğal gazın payının %30'un altına inmesi hedeflenmektedir. 2011 yılının Kasım ayında TEİAŞ tarafından yayınlanan "Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2011-2020)" raporuna (TEİAŞ, 2011) göre 2020 yılındaki üretim kompozisyonu, elektrik santrallerinin proje ve güvenilir üretim miktarlarına göre değişen varsayımlar altında, aşağıdaki aralıklar içerisinde olması öngörülmektedir. 2010 yılı kompozisyonuna bakıldığında da bu aralıklar dahilinde yer aldığı görülmektedir. Tablo 9'da verilmekte olan bu karşılaştırmadan hareketle, TEİAŞ'ın sunduğu projeksiyonların güvenilir olduğu varsayımı ve hidrolik santrallerin de diğer yenilenebilir kaynaklar gibi elektrik üretimi esnasında sera gazı salımı olmadığı dikkate alınarak, 2010 yılı için hesaplanan ortalama emisyon faktörünün 2020 yılı için de kullanılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır.²

Tablo 9. Türkiye Elektrik Üretimi Kompozisyonu (%)

	2010	2020 Projeksiyonu (TEİAŞ)
Termik santraller	% 74	%73 - %80
Hidrolik santraller	% 24	%16 - %23
Diğer yenilenebilir	% 2	%4

2020 yılına kadar teknolojiye göre kapasite projeksiyonlarını içeren TEİAŞ raporunda nükleer enerji santralının devreye alınması öngörülmemektedir. Söz konusu raporda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hesaplanan talep serileri kullanılmakta, buna göre düşük ve yüksek talep serisi olmak üzere iki farklı senaryo halinde 2020 yılındaki talebin 398,160 GWh – 433,900 GWh arasında oluşması beklenmektedir. Bu talep rakamlarına göre, 2020 yılında Akkuyu nükleer güç santralının devreye girmiş olması beklenen iki ünitesinin gerçekleştireceği üretim miktarı Türkiye'nin o yıldaki toplam talebinin yaklaşık %4 lük bir kısmını karşılayacaktır. Santralin diğer iki ünitesinin de devreye girmesi ile bu oran ikiye katlanarak yaklaşık %8'e tekabül edecektir.

² TEİAŞ projeksiyon çalışmasında işletmede, inşa halindeki kamu santralleri ile lisans almış ve öngörülen tarihlerde devreye girmesi beklenen özel sektör santralleri gözönüne alınırken ilerki yıllarda oluşacak yeni lisans başvurularına ilişkin bir tahmin yer olmadığı için Arz Güvenliği Strateji Belgesi ile uyum içerisinde olmadığı belirtilmelidir. Örneğin rüzgar enerjisi için TEİAŞ'ın projeksiyonlarında 2020 yılında 3.3 GW kurulu güç öngörülmekte iken Arz Güvenliği strateji Belgesi'nde 2023 yılı için 20 GW hedeflenmektedir.

Bir önceki bölümde hesaplanan emisyon faktörü ile nükleer güç santralının üretimleri çarpılarak beklenen emisyon azaltımı Tablo 10'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

Tablo 10. Akkuyu Nükleer Güç Santralının Yıllara Göre Sağlayacağı CO₂ Emisyon Azaltım Miktarları

Yıl	CO ₂ Emisyon Azaltım Miktarı
2019	8,935,200 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 4,877,726 tCO ₂
2020	17,870,400 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 9,755,451 tCO ₂
2021	26,805,600 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 14,633,177 tCO ₂
2022	35,740,800 MWh x 0.5459 tCO ₂ /MWh = 19,510,903 tCO ₂
2023 ve sonrası	19,510,903 tCO ₂ /yıl

2020 yılı için talep tahmininin 398,160 GWh – 433,900 GWh aralığında olması nedeniyle bu veri ile birlikte 0.5459 tCO₂/MWh değerindeki emisyon faktörü kullanılarak elektrik enerjisi üretiminden kaynaklanan toplam CO₂ salımlarının 217,355,544 – 236,866,010 tCO₂/yıl düzeyinde olacağı hesaplanmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı talep tahmin çalışmasında kullanılan artış hızları son yıllar için düşük talep senaryosunda yıllık %6.3 ve yüksek talep senaryosunda yıllık %7.4 olarak alınmıştır. Bu oranlar kullanılarak 2020 yılı projeksiyonları 2023 yılına kadar uzatıldığında talep tahmini 478,253 GWh – 537,529 GWh aralığında çıkmaktadır. Buna karşılık gelen 2023 yılı toplam elektrik üretimi kaynaklı CO₂ emisyonları 261,078,313 – 293,437,081 tCO₂/yıl olarak hesaplanmaktadır. Oran olarak bakıldığında Akkuyu nükleer güç santralının 2023 yılında elektrik üretimi kaynaklı emisyonların yaklaşık %6.6-7.5 i kadar bir azaltım sağlayacağı görülmektedir. Akkuyu santraliniğine eşdeğer bir kurulu güze sahip iki santral daha kurulması durumunda rakamlar üçe katlanarak, elektrik üretiminde bugünkü karbon yoğunluğunun sabit kalması varsayımı altında, elektrik üretimi kaynaklı emisyonlarda yaklaşık %20 seviyesinde bir azaltım sağlayacaktır.³

3_ Emisyonlardaki % azaltım miktarı ile nükleer enerjinin toplam elektrik enerjisi içerisindeki payı eşit olmaktadır çünkü emisyon hacmini hesaplarken toplam elektrik üretiminin çarpıldığı emisyon faktörü ile nükleer elektrik ile sağlanan emisyon azaltımının hesaplanması için nükleer enerji üretimi de aynı emisyon faktörü ile çarpılmaktadır.

5- Sonuç

Bu çalışmada elektrik üretiminden kaynaklanan CO₂ emisyonları incelenerek emisyon azaltıcı projelerin Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları kapsamında değerlendirilmesini sağlamak üzere BMİDÇS tarafından yayınlanan ve projelerin emisyon azaltımlarının belgelendirilmesi için emisyon hesaplamalarında kullanılması gereken metodolojiye uygun olarak Türkiye'de elektrik üretiminin emisyon faktörü hesaplanmıştır. Hesaplanan emisyon faktörü Akkuyu nükleer güç santralının üreteceği elektrik enerjisi miktarı ile çarpılarak nükleer enerji üretiminin sağlayacağı emisyon azaltım miktarı hesaplanmıştır. Burada bir parantez açarak fosil yakıtlı elektrik enerjisini ikame edecek nükleer enerji üretiminin bu sayede neden olacağı emisyon azaltımının Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları kapsamında belgelendirilerek ticari bir değere dönüştürülmesinin mümkün olmadığı belirtilmelidir. Mekanizmalarla ilgili uygulama kurallarının belirlendiği 2001 yılında Marrakesh'de gerçekleştirilen 17. Taraflar Toplantısında alınan 17/CP7 sayılı kararda nükleer enerji üretimi ile sağlanacak emisyon azaltımlarının belgelendirilip satın alınarak Ek-1 ülkelerinde emisyon hedeflerini tutturmak üzere kullanılmayacağı belirtilmektedir. Onun dışında BMİDÇS içerisinde ve Kyoto Protokolü'nde nükleer enerji ile ilgili olarak olumlu veya olumsuz herhangi bir değerlendirme veya tavsiye yer almamakta, konuyla ilgili tarafsız bir konunun tercih edildiği görülmektedir.

Akkuyu nükleer güç santrali tüm üniteleri ile işletmeye alındığında yılda yaklaşık 19.5 Mton CO₂ emisyon tasarrufu sağlayacağı belirlenmiştir. Bu rakam elektrik üretimi kaynaklı emisyonların yaklaşık olarak %7sine tekabül ediyor olacağı hesaplanmıştır. Bu çalışmada ortaya konulduğu üzere elektrik üretimi kaynaklı emisyonların Türkiye'nin toplam emisyon hacmi içerisinde %40a varan oran ile en yüksek paya sahip olan sektör olduğu düşünüldüğünde sağlanacak emisyon tasarrufunun önemli bir miktar teşkil edeceği daha iyi anlaşılabilir.

Nükleer enerji ile sağlanan emisyon azaltımı Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları kapsamında değerlendirilemiyor olmakla birlikte elektrik üretiminde karbon yoğunluğunu ve salımları azaltıcı etkisi ile Türkiye'nin emisyon hacmindeki artışın sınırlandırılması üzerinde etkili olacağı görülmektedir.



Bölüm III

Atomun Kontrolüne Yönelik Çabalar ve Nükleer

Teknoloji Transferi: Türkiye Açısından Bir Değerlendirme





Sinan Ülgen – Aaron Stein

Yönetici Özeti

Türkiye, enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla, on yıllardan beri nükleer reaktör peşinde koşmuştur. Kronik enerji açığının çözümü için nükleer enerjinin cazibesine kapılan Ankara, 1950'li yılların sonlarında nükleer enerji reaktörlerinin hayata geçirilmesine imkan verecek hukuki altyapıyı hazırlamaya başlamıştır. Buna paralel olarak, müteakip hükümetler de Akdeniz ve Karadeniz sahillerinde reaktör inşası için ihaleler açmıştır. Ankara'nın nükleer enerji programının geliştirilmesine yönelik uzun zamandan beri sergilediği öncelik çok sayıda yabancı tedarikçinin ilgisini çekmiş, ancak, ülke içindeki bir dizi sorun ve finansman konusundaki anlaşmazlıklar nedeniyle yavaş ilerlenebilmiştir. 1980'lerin başından itibaren, Türkiye'nin nükleer enerji alımına yönelik çabaları hızlanmıştır. Ankara, Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması'nı (NPT) onaylamış, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ile tam kapsamlı bir tedbir anlaşması imzalamış ve nükleer reaktörlerin inşa edilmesi için yeniden bir ihale sürecine girmiştir. İhale süreci ilerledikçe, Türkiye ve potansiyel tedarikçileri ile bu kez nükleer işbirliği anlaşmalarını müzakere etmeye başlamıştır. Söz konusu anlaşmalar nükleer teknoloji transferinin hukuki zemini oluşturmakta olup işbirliği ve teknoloji kullanıma ilişkin şart ve koşulları belirlemektedir. Türkiye, bugüne kadar, Kanada, Arjantin, Güney Kore, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya ile nükleer işbirliği anlaşmaları imzalamış ve onaylamıştır. Ankara, Almanya, Ürdün ve Çin ile de anlaşma imzalamış, ancak bunlar henüz onaylanmamıştır.

AKP hükümeti de yabancı tedarikçiler ile yapılacak işbirlikleri aracılığıyla ülkenin nükleer enerjiyi geliştirme arzusunu vurgulamış ve Türkiye'ye reaktör tedarik edebilecek yabancı tedarikçi arayışına devam etmiştir. Nükleer endüstrisinin mevcut durumu göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'nin yakın gelecekte yabancı tedarikçilere bağımlı kalması muhtemeldir. Dolayısıyla, Ankara'nın gelecekte nükleer enerji geliştirmesi, çok taraflı ihracat kontrolü kılavuzlarıyla yönlendirilen ve devletlerarası nükleer işbirliği anlaşmalarındaki koşullar ile çerçevelendirilen teknoloji transferlerine bağlıdır. Türkiye'nin bu program dahilinde elde edebileceklerini daha iyi değerlendirebilmek için nükleer silahların yayılmasına yönelik mevcut kuralların kökenini ve nükleer teknoloji ihracatçıları arasında uranyum zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin yayılmasının sınırlandırılmasına ilişkin oluşmakta olan mutabakatı incelemek gerekmektedir.

Nükleer enerji alanında işbirliği anlaşmaları

Türkiye de nükleer enerjiye geçişte iddialı bir programa sahip ülkeler arasındadır. Nükleer silahların yayılmasını önleme kurallarının gelişimi dikkate alındığında, Türkiye'de hayata geçirilecek nükleer tesisler muhtemelen yurtdışından tedarik edilen nükleer yakıtı dayanacaktır. Tüketilmiş yakıt muhtemelen tedarikçi devlete geri gönderilecek veya yeniden işleme ve depolama için halihazırda işler durumda olan yeniden işleme tesislerine sahip bir ülkeye transfer edilecektir. Türkiye'nin mevcut nükleer işbirliği anlaşmaları, NSG tedarikçi kılavuzundaki dili yansıttığından, Türkiye'nin nükleer teknoloji ithalatında karşılaşılabilecek engelleri ve fırsatları analiz etmek mümkündür.

Türkiye'nin çok sayıdaki nükleer işbirliği anlaşmalarının tümü barışçıl nükleer işbirliğinin derecesi ve kapsamına ilişkin benzer hükümler içermektedir. Bu anlaşmalarda nükleer enerji ve araştırma reaktörünün bakımı, işletilmesi, devreden çıkarılması ve güvenliği, uranyum ve toryumun çıkarılması ile nükleer teknoloji transferine dair hükümler yer almaktadır. Söz konusu anlaşmalar ayrıca, Türkiye'nin radyoizotop üretimi ve araştırması ile bilimsel değişimler ve materyal transferlerinden bahsetmektedir. Her durumda, taraflar veri ve bilimsel personel değişiminde bulunmaya, düzenli olarak sempozyum ve toplantı düzenlemeye ve ortak projelerde işbirliği yapmaya karar vermiştir. Bu hükümler NPT Madde IV kurallarını yansıtmakta ve tedarikçilerin NPT yükümlülüklerini nasıl gördüklerine ışık tutmaktadır.

Anlaşmalar, ayrıca, çekirdeği parçalanabilir maddelerin nükleer silah üretimi için amaç dışı kullanımı veya kullanım amacından saptırılmasını son derece zor kılmak üzere yazılmıştır. Anlaşmalar, materyallerin veya teknolojilerin hiçbirinin barışçıl olmayan amaçlar için kullanılmayacağını spesifik olarak belirtmektedir. Bir anlaşma hariç, diğer hepsinde uranyumun yüzde 20'nin üzerinde zenginleştirilmesi ve tüketilen yakıtın yeniden işlenmesine karşı somut hükümler vardır. Söz konusu hükümler NSG kurallarını yansıtmaktadır. Biri hariç tüm anlaşmalarda, tedarikçilerin zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerini transfer etmeye ne derece istekli olduklarını belirtmemeleri dikkat çekicidir. Bunun yerine yakıt döngüsünün öğelerine referans yapan muğlak bir dil kullanılmıştır.

Bir istisna, Türk-Arjantin nükleer işbirliği anlaşmasıdır. Anlaşma, Arjantin NSG'ye katılmadan önce imzalanmıştır. Her ne kadar anlaşmanın uygulanmasında fazla ilerleme kaydedilmemiş olsa da, anlaşma yakıt döngüsünün başlangıç aşamasındaki işbirliğine ve büyük ölçekli elektrik üretimi için kuşku uyandıran küçük reaktörlerin üretimine yönelik işbirliğinden bahsetmiştir. Buna rağmen, anlaşmada halen çekirdeği parçalanabilir maddelerin ana amacından sapmaması gerektiğine ilişkin somut hükümler ve nükleer silahların üretimini yasaklayan açık bir hüküm yer almaktadır. Ancak, anlaşmanın koşulları, NSG ve nükleer silahların yayılmasını önlemeye yönelik kurallar ile uyumlu değildir.

Herhalvekarda, materyallerin barışçıl olmayan amaçlarla kullanılmamasını sağlamak üzere IAEA'ya rol verilmektedir. Anlaşmalar özellikle ana uygulama mekanizması olarak Türkiye'nin 1981 tarihli tam kapsamlı tedbir anlaşmasına referans yapmakta ve IAEA'nın kendi görevlerini yerine getirmediklerinin saptanması üzerine iki taraflı bir tedbir anlaşmasının akdedilmesine şart koşan ayrı hükümler içermektedir. Buna ek olarak, Türkiye'nin nükleer tesislerini denetlemesi için IAEA'ya daha fazla yetki veren ek protokolü imzalama kararı Ankara'nın nükleer silah üretimine yönelebileceği iddialarını da zayıflatmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Önümüzdeki dönemde, uluslararası şirketlerin Türkiye'ye nükleer reaktör satmaya yönelik ilgilerinin devam etmesi beklenmelidir. Ancak, tedarikçi devletlerin Türkiye'ye zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojisini doğrudan transfer etme olasılıkları düşüktür. Dolayısıyla, Ankara, IAEA ile iyi bir ilişki içinde olan tüm ülkelerin NPT'den kaynaklanan zenginleştirme ve yeniden işleme haklarına halel getirilmemesi yönündeki ilkesel pozisyonu ile tedarikçi devletlerin hassas yakıt

döngüsü teknolojilerinin satışından imtina etmek isteyen tutumları arasında bir orta yol bulmaya çalışmalıdır. Eğer Türkiye'nin Rusya ile nükleer müzakereleri bir referans noktası olarak alınır, Ankara'nın gayri resmi olarak nükleer yakıt garantilerine ve geri alma hükümlerine dayalı bir politika izlemiş olduğu ortaya çıkmaktadır. BAE stili hükümleri kabullenmeye istekli olmayan Türkiye, nükleer yakıt döngüsüne ilişkin stratejisini açıklığa kavuşturarak nükleer hedefleri hakkındaki süregelen bazı kaygıları gidermeye yardımcı olmalıdır. Ankara, Türkiye'nin nükleer hedefleri, bu reaktörlere nasıl yakıt sağlamayı planladığı, atık ve tüketilmiş yakıtı dair planları ve Türkiye'nin zenginleştirme ve yeniden işlemeyi ne koşullarda uygulamayı düşündüğüne ilişkin ayrıntılar içeren kapsamlı bir strateji raporu yayınlamalıdır .

Ankara, bu çabalara, nükleer bilimlerdeki uzmanların ve öğrencilerin değişimi için ikili anlaşmaların müzakeresinde daha proaktif bir çabayla karşılık vermelidir. Öte yandan Ankara, nükleer teknoloji transferinin "kara kutu" kuralları uyarınca yapılması şartına karşı çıkmaya devam etmelidir. Zira Türkiye'ye yapılacak teknoloji transferi ancak bu şartlarda yayılım kazanabilecektir. Ancak, bu çabalar reaktör satışları için YİSO modelinin benimsenmesiyle zora girmiştir. Türkiye-Rusya anlaşmasına göre, reaktör Türkiye'de inşa edilecek, bunun mülkiyeti ve işletmesi Rus şirketin sorumluluğunda olacaktır. Bu nükleer projede Türkiye'ye nükleer teknoloji konusunda bilgi birikimini geliştirmesi için ne derece faydalı olacağı belirsizdir. Bu aşamada yatırımcı grup içinde herhangi bir Türk şirketi yer almamaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de inşa edilecek bu nükleer reaktöre dair tasarım bilgilerine olası Türk yatırımcı şirketlerin erişip erişmeyecekleri henüz net değildir. Akkuyu santralının orta veya uzun vadede, yerli bir şirketin ortak olacağı bir işletme modeline geçip geçemeyeceğine dair belirsizlikler, bu projeden Türkiye'ni teknoloji transferi ve bunun yayılımı anlamında elde edebileceği kazanımları somutlaştırılmamasına neden olmaktadır.

YİSO ile ilgili sorunlar, Türkiye'nin nükleer enerjiye geçiş arayışını gölgeleyen daha büyük bir sorunun göstergesidir. Ankara'nın nükleer teknoloji transferinde karşılaştığı zorluklar bir ölçüde de YİD ve YİSO finansman modelleri üzerindeki ısrarının sonucu olarak görülmelidir. Tedarikçiler, düşük fiyat garantilerine dayalı elektrik satışları vasıtasıyla yatırımın geri dönüşünün temin edilmesi yaklaşımına genelde şüpheli yaklaşmışlardır. Her ne kadar Türkiye'nin yaklaşık 60 yıllık nükleer enerjiye geçiş serüveni bu modelle yakın bir tarihte belirli bir başarı kazanmış olsa da, genel tablo Akkuyu sonrasında hükümetin aynı modelle ilave nükleer enerji santralleri inşa etme hedefini yerine getirmekte zorlanacağını göstermektedir. Nükleer enerjinin tarihi, Türkiye'nin nükleer enerji endüstrisini genişletebilmesi için yaklaşımını değiştirmesi ve daha geleneksel anahtar teslim yaklaşımı değerlendirmesi gerektiğini göstermektedir.

Nihayet Türk hükümeti nükleer enerjinin Türkiye'ye bir bütün olarak nasıl ve neden yarar sağladığına dair daha yaygın ve etkin bir çaba sergilemelidir. Söz konusu çabalar yalnızca enerji reaktörlerinin yararlarıyla sınırlı kalmamalı, ancak transfer edilen teknolojiden ve bunun çift kullanımından elde edilen bilgi birikimi ve becerilerin, nükleer tıp ve tarım gibi sektörlerde Türkiye'nin daha da gelişmesine nasıl yardımcı olacağını da dikkate almalıdır. Sonuçta Türkiye öğrenilen becerileri toplum yararına nasıl kullanmayı hedeflediğini daha net bir şekilde ortaya koymalıdır.

1- Giriş

Türkiye, enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla, on yıllardan beri nükleer reaktör peşinde koşmuştur. Kronik enerji açığının çözümü için nükleer enerjinin cazibesine kapılan Ankara, 1950'li yılların sonlarında nükleer enerji reaktörlerinin hayata geçirilmesine imkan verecek hukuki altyapıyı hazırlamaya başlamıştır. Buna paralel olarak, müteakip hükümetler de Akdeniz ve Karadeniz sahillerinde reaktör inşası için ihaleler açmıştır. Ankara'nın nükleer enerji programının geliştirilmesine yönelik uzun zamandan beri sergilediği öncelik çok sayıda yabancı tedarikçinin ilgisini çekmiş, ancak, ülke içindeki bir dizi sorun ve finansman konusundaki anlaşmazlıklar nedeniyle yavaş ilerlenebilmiştir.

1980'lerin başından itibaren, Türkiye'nin nükleer enerji alımına yönelik çabaları hızlanmıştır. Ankara, Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması'nı (NPT) onaylamış, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ile tam kapsamlı bir tedbir anlaşması imzalamış ve nükleer reaktörlerin inşa edilmesi için yeniden bir ihale sürecine girmiştir. İhale süreci ilerledikçe, Türkiye ve potansiyel tedarikçileri ile bu kez nükleer işbirliği anlaşmalarını müzakere etmeye başlamıştır. Söz konusu anlaşmalar nükleer teknoloji transferinin hukuki zemini oluşturmakta olup işbirliği ve teknoloji kullanıma ilişkin şart ve koşulları belirlemektedir. Türkiye, bugüne kadar, Kanada, Arjantin, Güney Kore, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya ile nükleer işbirliği anlaşmaları imzalamış ve onaylamıştır. Ankara, Almanya, Ürdün ve Çin ile de anlaşma imzalamış, ancak bunlar henüz onaylanmamıştır.

AKP hükümeti de yabancı tedarikçiler ile yapılacak işbirlikleri aracılığıyla ülkenin nükleer enerjiyi geliştirme arzusunu vurgulamış ve Türkiye'ye reaktör tedarik edebilecek yabancı tedarikçi arayışına devam etmiştir. Nükleer endüstrisinin mevcut durumu göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'nin yakın gelecekte yabancı tedarikçilere bağımlı kalması muhtemeldir. Dolayısıyla, Ankara'nın gelecekte nükleer enerji geliştirmesi, çok taraflı ihracat kontrolü kılavuzlarıyla yönlendirilen ve devletlerarası nükleer işbirliği anlaşmalarındaki koşullar ile çerçevelendirilen teknoloji transferlerine bağlıdır. Türkiye'nin bu program dahilinde elde edebileceklerini daha iyi değerlendirebilmek için nükleer silahların yayılmasına yönelik mevcut kuralların kökenini ve nükleer teknoloji ihracatçıları arasında uranyum zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin yayılmasının sınırlandırılmasına ilişkin oluşmakta olan mutabakatı incelemek gerekmektedir. Bunun için, rapor, Türkiye'nin nükleer teknolojisini geliştirme amacına ilişkin sınırlamalar ve fırsatlar hakkında bir değerlendirmede bulunabilmek adına nükleer silahların yayılmasını önleme anlaşmalarının ve çok taraflı ihracat kontrolü kılavuzlarının gelişimini inceleyecektir. Ayrıca Türkiye'nin nükleer işbirliği alanında imzalamış olduğu farklı anlaşmalar incelenmek suretiyle, önümüzdeki dönemde ikili işbirlikleri vasıtasıyla Türkiye'nin nükleer teknoloji transferinin güçlendirmesine yönelik önerilere yer verilecektir.

2- Atom Enerjisi ve Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Rejiminin Gelişimi: Manhattan Projesi'nden NPT'ye

Türkiye'nin nükleer programının kökenleri, 1940'larda ve 50'lerde nükleer enerjinin yayılmasının en iyi nasıl kontrol edileceğine ilişkin tartışmalara dayanmaktadır. Bu tartışmaların temeli Soğuk Savaş ve gelişen süper güç dinamiğinden oluşmaktadır. İkinci Dünya Savaşı'nın bitiminden kısa bir süre sonra, Manhattan projesindeki bilim adamlarının birçoğu atom bombalarının yıkıcı gücü ve nükleer silahların/enerji tesislerinin kaçınılmaz yayılması karşısında Amerika'nın silahsızlanmanın ve kritik nükleer tesisleri denetleyecek uluslararası bir ajansın kurulmasının şart olduğunu öne sürmüştür. Ancak, ilk öneriler Amerikan bürokrasisinde yol alırken, Amerika Birleşik Devletleri nihayetinde nükleer materyallerin ve tesislerin mülkiyetinin kendisine ait olacağını belirten bir politikada karar kılmıştır. Nükleer tesisleri kamulaştırma kararı, uluslararası denetimler ve barışçıl niyet beyanları karşılığında, ulusal mülkiyet ve devletlerarası işbirliğini kapsayan mevcut sistemi etkin hale getirmiştir.

İlk aşamada, Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Birleşik Krallık, barışçıl amaçlarla atom enerjisini teşvik eden politikaları destekleyen bir Uzlaşma Metni imzalamıştır.¹ Başkan Truman, Uzlaşma Metni'ndeki temaların ve hükümlerin nasıl uygulanacağını inceleyen bir rapor hazırlayacak bir komite atamıştır. İki ay süren müzakerelerin ardından, uzman heyet Acheson-Lilienthal raporunu tamamlamıştır. Yazarlar, tavsiyelerin, atom enerjisinin yayılmasını kontrol etmeye yönelik somut bir önerinin "temelini" oluşturmayı amaçladığını net bir şekilde belirtmişlerdir. Raporunda, hassas yakıt döngüsü faaliyetlerinin kontrolünün ve işletmesinin uluslararası bir atom enerjisi komisyonuna devredilmesi çağrısında bulunulmuş², ancak yakıt döngüsü tesislerinin coğrafi dağılımına dair bir önerinin dışında uygulamaya ilişkin herhangi bir hükme yer verilmemiştir. Her ne kadar açıkça ifade edilmiş olmasa da, Acheson-Lilienthal planı Amerika'da nükleer silahsızlanmayı savunmuştur.

Raporun son rötuşları yapılırken, ABD Başkanı Truman raporu uluslararası camiaya sunması için finansör Bernard Baruch'un başkanlık ettiği bir delegasyon atamıştır. Raporu okuduktan sonra Baruch ilk yapılan önerilerin bazılarını kısa

1_ Richard Rhodes, *Dark Sun: The Making of the Hydrogen Bomb* (New York: Simon and Schuster, 1995), s. 229.

2_ Lilienthal Raporu, ABD Dışişleri Bakanlığı Atom Enerjisi Komitesi için Hazırlanmıştır, 16 Mart 1946, http://www.fissilematerials.org/ipfm/site_down/ach46.pdf.

sürede değiştirmiştir. Daha da önemlisi, Baruch planı, uluslararası mülkiyet fikrinden vazgeçerek ulusal mülkiyet, denetim ve nükleer silah peşinde olan ülkeleri cezalandıracak yaptırımları savunmuştur.³ Baruch planı, yaptırım uygulama kararının Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi'nin daimi üyeleri tarafından veto edilmemesi konusunda ısrarcı olmuştur. Plan, ayrıca, Amerika'da silahsızlanmayı savunmuş, ancak bunun denetim rejiminin uygulamaya koyulmasının ve uluslararası camianın Amerikan planını kabullenmesinin ardından olabileceğini belirtmiştir.⁴

Amerika'nın nükleer tesislerini kamulaştırma adımı Baruch planının Birleşmiş Milletlere sunulmasından bile önce yasalaştırılmıştır. 1946 Atom Enerjisi Yasası Amerikan hükümetine nükleer silahlara sahip olma yetkisi vermiş, atom araştırmalarında sınıflandırma ve gizlilik kurallarını getirmiş ve sivil ve askeri araştırma ve geliştirmeleri gözetmesi için sivil Atom Enerjisi Komisyonu'nu kurmuştur.⁵

Henüz kendi nükleer silahlarını geliştirmemiş olan Sovyetler Birliği, ABD yaklaşımını reddetmiş ve denetimsiz evrensel silahsızlanma çağrısının yapıldığı bir plan sunmuştur. Önceki önerilerin başarısızlığı nükleer teknolojinin yayılmasını kontrol etmeye yönelik daha önceki çabaların tonunu değiştirerek nihayetinde Başkan Eisenhower'ın Barış için Atom konuşmasının yapılmasına neden olmuştur. Eisenhower'ın tarihi konuşmasında nükleer yakıt tedarikinden ve barışçıl kullanımın sağlanmasından sorumlu olacak uluslararası bir ajansın oluşturulması önerisi yer almıştır.⁶ IAEA 1957 yılında kurulmuş, ancak yakıt bankası önerisi hiçbir zaman gerçekleşmemiştir. Barış için Atom, nükleer tesislerin uluslararası kontrolünü savunanlar ile Amerika Birleşik Devletleri'nin nükleer teknolojiyi tekelinde tutmasını savunanlar arasında bir uzlaşma noktası olmuştur.

Nükleer işbirliğini kolaylaştırmak üzere Amerikan Kongresi 1946 Atom Enerjisi Yasası'nı değiştirmiştir. 1954 tarihli Atom Enerjisi Yasası nükleer gizliliği azaltmış, nükleer tesislerin özel mülkiyetine ve Bölüm 123 uyarınca ikili nükleer işbirliğine⁷ izin vermiştir. Teknoloji transferleri aşağıdaki koşullara bağlanmıştır:

1. İşbirliği yapılan tarafın, tedbirlerin transfer edilen tüm materyallerde geçerli olacağına ve tesis ve materyallerin alıcı devletin yetki alanında kaldığı sürece geçerli olmaya devam edeceğine ilişkin vereceği garanti,
2. Nükleer silahı olmayan ülkelerde, IAEA tedbirlerinin alıcı devletin sınırları içerisinde kalan barışçıl nükleer faaliyetlerin tamamındaki tüm nükleer materyallerde uygulanacağı koşulu,

3_ Baruch Planı, Birleşmiş Milletler Atom Enerjisi Komisyonu'na Sunulmuştur, 14 Haziran 1946, <http://streitcouncil.org/uploads/PDF/The%20Baruch%20Plan.pdf>.

4_ Adı geçen eser

5_ 1946 tarihli Atom Enerjisi Yasası, Kamu Yasası No. 585, 79. Kongre, 1946 tarihli Enerji Yasası'nın Hukuki Tarihçesinden alınmıştır, <http://www.osti.gov/atomicenergyact.pdf>.

6_ Amerika Birleşik Devletleri Başkanı Dwight D. Eisenhower'ın Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nun 470. Genel Oturumunda Yaptığı Konuşma, 8 Aralık 1953, Uluslararası Atom Enerjisi, http://www.iaea.org/About/history_speech.html.

7_ Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Güvenlik Konseyi, "Cooperation with other nations in the uses of peaceful of atomic energy," 13 Ağustos 1954, Dwight D. Eisenhower Kütüphanesi. Beyaz Saray Ulusal Güvenlik İşleri Özel Asistanı Ofisi. NSC Serisi. Politika Serisi Altserisi. Box 12. NSC 5431/1

3. Materyal ve tesislerin üçüncü taraflara yeniden transfer edilmeyeceği ve alıcı devletin herhangi bir patlayıcı cihaz için üretilmiş olan özel nükleer materyalleri veya herhangi bir nükleer patlayıcı cihazın araştırması ya da geliştirmesi için, veya diğer herhangi bir askeri amaç için kullanmayacağına ilişkin garanti,
4. Nükleer silahı olan ülkelerle işbirliği yapılan durumlar haricinde, ABD kökenli teknolojilerin kullanımı aracılığıyla üretilen özel nükleer materyallerin bir nükleer patlayıcı cihazın ateşlenmesinde kullanımı, veya alıcı devletin IAEA tedbir anlaşmasını sona erdirmesi ya da bunu iptal etmesi durumunda, Amerika Birleşik Devletleri'nin transfer edilen bir nükleer materyal ve ekipmanın iade edilmesini şart koşma hakkına sahip olacağını belirten bir hüküm,
5. İşbirliği yapılan tarafın, işbirliği anlaşması uyarınca transfer edilen herhangi bir materyalin veya Kısıtlı Verileri Amerika Birleşik Devletleri'nin rızası olmadan yetkisiz kişilere ya da işbirliği yapılan tarafın yetki alanının ya da kontrolünün dışına çıkarılmayacağına ilişkin vereceği garanti,
6. Bu anlaşma uyarınca transfer edilen herhangi bir nükleer materyal, veya bu anlaşma uyarınca transfer edilen herhangi bir materyal, üretim tesisi ya da kullanım tesisinde kullanılan veya bunların kullanımı aracılığıyla üretilen herhangi bir özel nükleer materyal için uygun fiziksel güvenliğin sağlanacağına ilişkin garanti,
7. İşbirliği anlaşması uyarınca transfer edilen herhangi bir materyalin ve işbirliği anlaşması uyarınca transfer edilen herhangi bir materyal, üretim tesisi veya kullanım tesisinde kullanılan ya da bunların kullanımı aracılığıyla üretilen herhangi bir materyalin önceden Amerika Birleşik Devletleri'nden onay alınmadan yeniden işlenmeyeceğine, zenginleştirilmeyeceğine veya (plütonyum, uranyum 233 ya da yüzde yirminin üzerinde zenginleştirilmiş uranyum durumunda) başka şekilde biçim veya içerikte değiştirilmeyeceğine ilişkin garanti
8. İşbirliği anlaşması uyarınca transfer edilen veya bu şekilde transfer edilmiş olan herhangi bir kaynaktan ya da özel bir nükleer materyalden çıkarılmış olan plütonyum, uranyum 233 ve yüzde yirmiden fazla zenginleştirilmiş uranyumun önceden Amerika Birleşik Devletleri tarafından onaylanmamış herhangi bir tesiste depolanmayacağına ilişkin garanti,
9. Transfer edilen herhangi bir hassas nükleer teknolojinin kullanımı ile veya aracılığıyla işbirliği yapılan tarafın yetki alanında üretilen herhangi bir özel nükleer materyalin veya inşa edilmiş olan bir kullanım tesisinin bu alt bölümde belirtilen tüm koşullara tabi olacağına ilişkin garanti.⁸

Amerika'nın tutumundaki değişikliklerin ardından, Amerika Birleşik Devletleri ve Sovyetler Birliği çok yıllık nükleer işbirliği anlaşmaları imzalamaya ve bir dizi yabancı ülkede araştırma reaktörlerinin inşasını sübvansetmeye başlamıştır.

8_ Nükleer Düzenleyici Mevzuatta 1954 tarihli Atom Enerjisi Yasası (P.L. 83-703), Baş Hukuk Müşaviri Ofisi, Nükleer Düzenleyici Komisyon, 111. Kongre, 2. Oturum, Cilt 1, No.9, Ocak 2011, 7-231, <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr0980/v1/sr0980v1.pdf#page=13>.

Araştırma reaktörlerini ihraç etme rekabeti her iki tarafın dünya çapında etki yaratmaya yönelik çabalarına bağlı olmuştur. Sovyetler Birliği'nin nükleer ihracat politikası son derece merkezileştirilmişti ve nükleer teknoloji ihracatına dair benzer bir mevzuat bulunmamaktaydı. Moskova nükleer transferleri bireysel vaka olarak ele almış ve genelde dostane ülkelere nükleer materyal, ekipman ve teknik bilgi ihraç etmiştir. Sovyet liderliği, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki benzerleri gibi, çift kullanımlı atom tesislerinin iyi niyet doğuracağını ve yurtdışında siyasi destek oluşturulmasına yardımcı olacağını varsaymıştır.

Sovyetler Birliği'nin tutumu Sino-Sovyet bölünmesi ve "sonuncu" ülke sorununa ilişkin karşılıklı kaygıların ardından değişmeye başlamıştır. "Sonuncu" ülke sorunu, Amerika Birleşik Devletleri Merkezi İstihbarat Teşkilatı tarafından açıklanan ve 1980'lerin sonlarına doğru on kadar yeni ülkenin birinci nesil nükleer patlayıcı üretebileceği yönünde uyarıda bulunan bir dizi istihbarat tahminleriyle ilgilidir.⁹ Benzer sonuçlara varmış olan SSCB, Batı Almanya'nın bir nükleer silah geliştirebileceği ve böyle bir fiilin Soğuk Savaş'taki güç dengesi üzerindeki etkisi konusunda özellikle kaygı duymuştur. Buna benzer kaygılar nihayetinde iki süper gücün biraraya gelmesine ve NPT hakkında müzakere etmesine neden olmuştur.

2.1. Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesinde Ortaya Çıkan Sorunlar: Tedarikçilerin İhracat Kontrollerini Sıkılaştırması ve İkili Nükleer İşbirliği Anlaşmalarına Etkileri

NPT'nin 1. ve 2. Maddeleri nükleer silahların yayılmasını önlemek üzere tasarlanmıştır. Daha spesifik olarak, nükleer silaha sahip olmayan ülkeler (NSSOÜ) nükleer silahları geliştirmemeyi veya almamayı kabul ederken resmen nükleer silaha sahip olan ülkeler¹⁰ (NSSÜ) NSSOÜ ülkelerine nükleer silah ve silah üretimine yarayacak teknik bilgi transfer etmemeyi kabul etmiştir. NPT'nin 3. Maddesi, nükleer silaha sahip olmayan ülkelerin IAEA ile bir tedbir anlaşmasının imzalanmasını şart koşturmaktadır. Bir ülkenin nükleer silahlar konusundaki tutumunu doğrulama görevi başlangıçta ikili nükleer işbirliği anlaşmalarında yer almıştır. IAEA'nın kurulmasının ardından, doğrulama ve denetim görevleri tedricen yeni uluslararası ajansa transfer edilmiştir. O dönemde bir ülkenin kaçak bir şekilde zenginleştirme veya yeniden işleme teknolojilerini geliştiremeyeceğine inanılıyordu. Dolayısıyla, tedbir sistemi ülkenin beyanına dayandırılıyordu. Bu uygulama özünde nükleer materyallerin barışçıl olmayan kullanıma saptırılmasını engellemeyi amaçlamaktaydı.

9_ "Nuclear Weapons Production in Fourth Countries: Likelihood and Consequences," Ulusal İstihbarat Tahmini 100-6-57, Merkezi İstihbarat Teşkilatı, 18 Haziran 1957.

10_ NPT anlaşmasında resmi nükleer silah ülkeler 1 Ocak 1967'den önce bir nükleer cihazı test etmiş ülkeler şeklinde tanımlanmıştır. Beş resmi nükleer silah ülkesi, 1) Amerika Birleşik Devletleri, 2) Rusya, 3) Birleşik Krallık, 4) Fransa ve 5) Çin'dir.

Hindistan, Pakistan ve İsrail'in de nükleer silaha sahip olduğu bilinmektedir. Ancak, söz konusu ülkeler NPT Anlaşması'nı imzalamamıştır.

Her ne kadar Anlaşma'nın hükümleri nükleer silahların yayılması konusunda oldukça net olsa da, Anlaşma'nın nasıl uygulanacağına ilişkin ayrıntılar belirsiz kalmaktadır. NPT'nin 3.2. Maddesi'ne göre:

Anlaşmaya Taraf Her Devlet (a) kaynak veya çekirdeği bölünebilen özel bir materyali ya da (b) çekirdeği bölünebilien özel bir materyalin işlenmesi, kullanılması veya üretimi için özel olarak tasarlanmış ya da hazırlanmış cihaz ya da materyali, kaynak ya da çekirdeği bölünebilecek özel materyal, işbu maddenin gerektirdiği güvenlik denetimine bağlı kılınmadıkça, nükleer silaha sahip olmayan bir Devlete, kullanma amacı barışçıl olsa da, sağlamamayı taahhüt eder.

Tedbirlerin nasıl uygulanacağına dair belirsizliklerin ortadan kaldırılması amacıyla nükleer tedarikçiler 1971'de biraraya gelerek ortak bir ihracat kontrolü listesinin koşullarını tartışmıştır.¹¹ Bu tartışmalar nihayetinde Zangger Komitesi'nin kurulmasına karar kılınmıştır– söz konusu komite, ihraç edildiği zaman kontrol edilmesi gereken ortak bir madde listesini kabul etmeyi taahhüt eden gayri resmi bir ülke grubudur. Eylül 1974'te, Avustralya, Danimarka, Kanada, Finlandiya, Norveç, SSCB, Birleşik Krallık ve Amerika Birleşik Devletleri (otomatikman IAEA tedbirlerini tetikleyecek ihracatlardan oluşan) bir "tetikleyici liste" hazırlamıştır. Ayrıntılar IAEA INFCIRC/209 belgesinde yayımlanmıştır.¹² Söz konusu belgenin ekleri o tarihten beri güncellenmiş olup Zangger Komitesi'nin üye sayısı da artmıştır. Taraflar geniş kapsamlı bir liste üzerinde müzakere ederken, Hindistan, Amerika'nın tedarik ettiği ağır suyu moderatör olarak kullanan ve Kanada tarafından tedarik edilmiş bir nükleer reaktörden çıkan plütonyumu kullanan bir nükleer bomba denemesinde bulunmuştur.

Hindistan'ın nükleer testi başlıca nükleer tedarikçilerin tekrar biraraya gelerek ihracat kontrolü kısıtlamalarını sıkılaştırmanın yollarını tartışmalarına neden olmuştur. 1975'ten itibaren, yeni bir tedarikçi grubu Londra'da toplanmaya başlamıştır. Grup gayri resmi olarak "Londra Grubu" şeklinde adlandırılmış ve daha sonra resmi Nükleer Tedarikçiler Grubu (NSG) adını almıştır. Orijinal yedi üye – Amerika Birleşik Devletleri, Sovyetler Birliği, Birleşik Krallık, Fransa, Batı Almanya, Japonya ve Kanada – 1976'da "Nükleer Transferler Kılavuzu"nun ilk versiyonu üzerinde anlaşmıştır. Söz konusu metin daha sonra – Belçika, Çekoslovakya, Doğu Almanya, İtalya, Hollanda, Polonya, İsveç ve İsviçre'den

11_ Fritz Schmidt, "NPT Export Controls the Zangger Committee," *The Nonproliferation Review*, (Sonbahar/Kış, 2000), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/73schmi.pdf>.

12_ Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, *Communication Received from Members Regarding the Export of Nuclear Material and of Certain Categories of Equipment and Other Material*, Bilgi Genelgesi 209, 3 Eylül 1974, <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/inf209.shtml>.

13_ Tadeusz Strulak, "The Nuclear Suppliers Group," *The Nonproliferation Review*, (Sonbahar/Kış, 1993), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/strula11.pdf>.

14_ Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, *Communication Received from Certain Member States Regarding Guidelines for the Export of Nuclear Material, Equipment or Technology*, Bilgi Genelgesi 254, Şubat 1978, <http://www.fas.org/nuke/control/nsg/text/inf254.htm>.

oluşan – sekiz yeni üye tarafından tartışılmış ve 1977’de kabul edilmiştir.¹³ Belge daha sonra IAEA’ya gönderilmiş ve INFCIRC / 254 metninde yayımlanmıştır.¹⁴

NSG ilkeleri, Zangger tetikleyici listesini içermekte olup ithalatçı ülkenin barışçıl bir taahhütte bulunmasını, (tam kapsamlı olmasa da) IAEA tedbirlerine kabul etmiş olmasını ve transfer edilen tesislerin yeniden transfer edilmeyeceğine ilişkin taahhütte bulunmasını şart koşan hükümleri içermektedir.¹⁵ Zangger Komitesi’nden farklı olarak, NSG yalnızca NPT’ye bağlı değildir. Bundan ziyade, nükleer silahı olmayan her bir ülkeye nükleer transferler hakkındaki daha katı kısıtlamalar getirmiştir. Üyeler NSG tedarikçi kılavuzunu yansıtmak üzere iç mevzuatı değiştirmeye karar vermiştir. Ancak, kılavuzun IAEA’ya sunulmasının ardından, NSG etkinlik göstermemiş ve üye ülkeler onüç yıl boyunca toplanmamıştır.

Kılavuz ve Zangger tetikleyici listesine rağmen, bazı tedarikçi ülkeler çift kullanım teknolojisinin üçüncü taraflara transferi hakkında daha esnek bir yaklaşım sergilemiştir. Hesaplar, Soğuk Savaşın sonunda ve Irak’ın bir nükleer silah programı için yasal olarak satın aldığı nükleer materyal ve tesislerin amacını saptırıldığı keşfedilmesiyle değişmiştir. Irak, tesisleri IAEA denetimlerine tabi olan bir NPT üyesi idi. Bağdat bu denetimleri atlatmış ve birinci nesil bir nükleer silah için gereken HEU miktarını neredeyse satın almıştır. Körfez Savaşı sonrası yapılan keşifler NSG’nin duyarlı çift kullanım ekipmanlarının transferine ilişkin daha katı bir kılavuzu benimsemesine neden olmuştur.¹⁶ Güncellenmiş kılavuz alıcı ülkenin IAEA’nın tam kapsamlı tedbir anlaşmasına sahip olmasını ve tedarikçi ülkenin ithal eden ülkenin transfer edilen ekipmanın barışçıl olmayan kullanım için kullanma ihtimalinin olup olmadığını dikkate almasını talep etmiştir.¹⁷

2.2. Zenginleştirme ve Yeniden İşleme Tesislerinin Yayılmasının Kontrolü Hakkında Oluşan Mutabakat

Nükleer silah çağının başlangıcından bu yana , politika belirleyiciler nükleer teknolojinin çift kullanım özelliğinin beraberinde getirdiği sorunlar ile uğraşmışlardır. Zenginleştirme ve yeniden işlemeye yönelik süreçlerin aynuları nükleer reaktörler veya nükleer silahlar için kullanılabilir. 1970’li yılların

15_ NSG Kılavuzuna göre: Transfer kılavuzu “Doğrudan tedarikçi tarafından transfer edilmiş veya transfer edilen tesisten ya da bunun başlıca kritik bir parçasından alınmış bir teknolojiyi kullanan yeniden işleme, zenginleştirme veya ağır su üretimi tesisleri için de geçerli olmalıdır. (b) Bu gibi tesislerin veya bunların başlıca kritik parçalarının ya da ilgili teknolojilerin transferi, (1) IAEA tedbirlerinin, alıcı ülkede üzerinde uzlaşmaya varılmış bir dönemde inşa edilen aynı türdeki tesislerde geçerli olacağını (yani, tasarım, inşaat veya işletme süreçleri tetikleyici listesinde tanımlandığı gibi aynı veya benzer fiziksel veya kimyasal süreçlere dayanıyorsa) ve (2) her zaman, alıcı tarafından veya alıcı ile istişare halinde, tedarikçi tarafından transfer edilen teknolojinin kullanıldığının tespit edildiği bu gibi tesislerle ilgili olarak IAEA’nın Ajansın tedbirlerini uygulamasına imkan tanıyan ve daima geçerli olacak bir tedbir anlaşmasının olacağını taahhüt etmelidir.

16_ Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı, *Communication Received from Certain Member States Regarding Guidelines for the Export of Nuclear Material, Equipment and Technology*, Bilgi Genelgesi 254, Temmuz 1992, <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infcircs/Others/inf254r1p1.shtml>.

17_ Adı geçen eser.

sonuna doğru gaz santrifüjlerinin yayılması ile sorun daha da çok tırmanmıştır. 1970'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin yayılmasını anlamlı oranda azaltmaya yönelik çabalara önderlik etmeye başlamıştır. Buna paralel olarak zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin yaygınlaşmasının anlamlı oranda kısıtlanması amacıyla ilişkin tedarikçi ülkeler arasında yeni bir uzlaşmaya varılmıştır. Buna karşılık, başlıca nükleer tedarikçiler ve gelişmekte olan ülkeler/bağılantısız ülkeler hareketi (NAM) içerisindeki bazı ülkeler arasında nükleer teknolojilerin yayılmasına dair ağırlaştırılmak istenen kurallara ilişkin anlaşmazlıklar devam etmektedir.

NSG kılavuzu, NPT'yi imzalamış bütün ülkelerin barışçıl nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımına yönelik araştırma yapma hakkı ile hassas çift kullanımlı teknolojilerin yayılmasını kısıtlamaya yönelik pratik politikalar arasında bir denge kurmaya çalışmıştır. Nükleer silahların yayılmasının önlenmesine yönelik çabalar ile NPT'nin IV. Maddesi'nin taraf ülkelere sağladığı hakların yorumuna dair NSSO'lar ile NSSOÜ arasında önemli görüş farklılıkları var olmaya devam etmektedir. Örneğin 2000'li yıllarda, Türkiye ve diğer bazı NSG üyeleri Amerika'nın desteklediği ve zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin halihazırda bu nitelikteki teknolojilere sahip olmayan devletlere transferinin yasaklanması girişimine karşı çıkmışlardır. Bu görüş ayrılığının giderilmesi amacıyla, Fransa, zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerinin tedarikini, NPT'ye, Ek Protokol'e ve tedbir yükümlülüklerine uyum, Birleşik Milletler Güvenlik Konseyi'nin 1540 sayılı Kararının¹⁸, uygulanması, tedarikçi ülke ile tesislerin nükleer patlayıcı cihazlar için kullanılacağına ilişkin anlaşmalar, uluslararası güvenlik taahhütlerine uyum ve IAEA standartlarına¹⁹ uygun fiziksel koruma gibi spesifik koşullara dayandıran bir kriter öne sürmüştür. Ayrıca, tedarikçilerden tesisleri/materyalleri transfer etmeden önce aşağıdaki hükümleri dikkate almaları talep edilmiştir:

- Transferin ithalatçı devletin istikrarı üzerinde olumsuz bir etki yaratıp yaratmayacağı (Yayımla zincirine ve devletlerin reaktif olarak yayılmayı tercih edecekleri görüşüne referans)
- İthalatçı devletin zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerine sivil bir nükleer programın bir parçası olarak ihtiyaç duyup duymadığı²⁰

Ancak, Amerika Birleşik Devletleri objektif kriterleri tam olarak desteklememiş ve tedarikçiler için bir dizi "sübjektif" kılavuz ilke önermiştir. Sözkonusu ilkeler

18_ Bağlayıcı Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi Kararı tüm devletlerin nükleer, kimyasal, biyolojik ve füzele ilgili parçaların devlet dışı aktörleri yayılmasını önleyecek tedbirleri benimsemelerini gerektirmektedir.

Birleşmiş Milletler Güvenlik Konseyi, 1540 Sayılı Karar, 28 Nisan 2004'te kabul edilmiştir, <http://daccess-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N04/328/43/PDF/N0432843.pdf?OpenElement>.

19_ Fred McGoldrick, "Limiting Transfer of Enrichment and Reprocessing Technologies: Issues, Constraints, and Options," Atomu Yönetme Projesi, Belfer Bilim ve Uluslararası İlişkiler Merkezi, Mayıs 2011, <http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/MTA-NSG-report-color.pdf>.

20_ Adı geçen eser.

aşağıda sunulmuştur:

- Zenginleştirme ve yeniden işleme transferleri, teknolojinin tekrar edilmesine izin vermeyecek koşullar altında gerçekleştirilmelidir (buna "kara kutu" kriteri denmektedir)
- Transferin bölgedeki diğer devletlerin benzer bir teknoloji arayışına girmelerini teşvik edip etmeyeceği
- Tedarikçiler hassas tesisleri geçmişte bu gibi faaliyetlerden vazgeçmeyi kabul etmiş devletlere transfer etmeyecektir.²¹

Arjantin, Brezilya, Kanada, Güney Kore, İspanya, İsviçre, Türkiye ve Güney Afrika sübjektif önerilere itiraz etmiştir. Brezilya ve Arjantin Ek Protokolün dahil edilmesine itiraz ederken, Kanada ve Hollanda, transferlerin, ithalatçı devletin sivil bir nükleer programın bir parçası olarak zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerine meşru bir ihtiyacının olup olmasına bağlı olmasına karşı çıkmıştır. Güney Kore tedarikçilerin zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerini geçmişte bunlardan vazgeçmiş olan devletlere transferini önleyen koşulu kabul etmemiştir. (1992 tarihli Güney ve Kuzey Kore'nin Kore Yarımadasında nükleer silahların yok edilmesine ilişkin Ortak Beyanı'nın bir parçası olarak, Güney Kore zenginleştirme ve yeniden işlemeden vazgeçmiştir).²² Türkiye hem kara kutu kriterine, hem de tedarikçilerin zenginleştirme tedarikinin ve tedarikçi devletin yeniden işleme teknolojilerinin komşu devletlerin benzer teknolojiler arayışına girmelerini teşvik edip etmeyeceğini dikkati almalarını öngören koşula karşı çıkmıştır. Ankara, İran ve Suriye'ye bölgesel yakınlığının nükleer tesis ve teknolojilere erişimini daima engelleyeceğini öne sürmüştür.

Aylar süren müzakerelerin ardından, NSG üyeleri düzeltilmiş bir Metin üzerinde anlaşmaya varmıştır. Fred McGoldrick zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerine ilişkin raporunda gizli taslağı yayımlamıştır. Yayımlanan taslağa göre zenginleştirme ve yeniden işleme transferlerine ilişkin koşullar şunlardır:

- NPT yükümlülüklerine uyum,
- IAEA güvenlik tedbirlerinin uygulanması ve yürürlükteki Ek Protokolün, veya bunun hükümlerini yansıtan ve IAEA tarafından onaylanmış bir bölgesel anlaşmanın olması (Bölgesel anlaşmadan bahsedilmesi Arjantin ve Brezilya için bir ayrıcalıktı),
- IAEA tedbirlerinin ihlal edilmemiş olması,
- İhracat kontrolünün NSG ve BMGK 1540 sayılı kararının yükümlülükleri uyarınca yapılması,
- Tesislerin yalnızca barışçıl amaçlarla kullanılacağına, tedbirlerin daima geçerli olacağına ve yeniden transfere ilişkin garantiler içeren bir ikili anlaşmanın olması,
- Uygun fiziksel koruma standartlarının olması,
- Nükleer emniyet alanındaki uluslararası konvansiyonlara taraf olması.

21_ Adı geçen eser

22_ Güney ve Kuzey Kore'nin, Kore Yarımadasında Nükleer Silahların Yok edilmesine İlişkin Ortak Açıklama, Ortak Açıklama Metni, 19 Şubat 1992'de Yürürlüğe Girmiştir, <http://cns.miis.edu/inventory/pdfs/aptkoreanuc.pdf>.

Nihayetinde, NSG üyeleri 2011’de yeni kılavuz üzerinde anlaşmaya varmıştır. Yeni kılavuz büyük ölçüde 2008’deki düzeltilmiş metni baz almıştır. Amerika’nın önerdiği “sübjektif” kriterlere yapılan referanslar ihracatlara ilişkin koşullarda belli belirsiz ima edilmiş olsa da, bunlar, ABD’nin başta öne sürdüğü kadar açık değildir. Kılavuz, zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojisinin transferini IAEA’nin tam kapsamlı güvenlik tedbirlerinin uygulanmasına veya IAEA tarafından onaylanmış benzer bir bölgesel anlaşmaya bağlamaktadır. Bir alıcının Madde 6’da belirtilen spesifik koşulları yerine getirmesi durumunda (en son NSG kılavuzunun tam metni için Ek 1’e bakınız), tedarikçiler, tesislerin uranyumun yüzde 20’nin üzerinde zenginleştirilmesine imkan tanıyacak şekilde değiştirilmeyeceğine ilişkin alıcılardan yasal güvence almalıdır. Daha önce belirtilen “kara kutu” önerilerine ilişkin olarak, yeni kılavuz, tedarikçilerin “hassas zenginleştirme ekipmanlarını, kolaylaştırıcı teknolojileri veya işler durumdaki bir zenginleştirme tesisini, ilgili tesislerin tekrarına izin vermeyecek veya bunu sağlamayacak koşullar altında kabul etmesi için alıcılardan uygun bir anlaşması talep etmesi gerektiğini” belirtmektedir.

Nükleer silahların yayılmasının önlenmesi rejimindeki bu gelişme Türkiye’nin nükleer teknoloji almaya yönelik çabaların anlaşılmasında kritik bir önem taşımaktadır. Her halükarda, Türkiye’nin nükleer işbirliği anlaşmaları NSG kılavuzunda kullanılan dilin doğrudan bir yansımasıdır. Dolayısıyla, spesifik olarak ihracat kontrolüne odaklanan bir kılavuzun gelişimi Ankara’nın neredeyse 40 yıldan beri süregelen reaktör satın alma çabalarının şekillendirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Türkiye’nin nasıl etkilendiğini anlamak için tedarikçilerin nükleer silahın yayılmasını önleme çabalarına geçmişte nasıl baktıklarına ve NSG taahhütlerini ne derece yerine getirdiklerini daha ayrıntılı olarak incelemek gerekmektedir.

3- Nükleer İhracatların ve İhracat Kontrollerinin Dengelenmesi: Tedarikçi Devletler NSG Kılavuzunu Nasıl Yorumluyor?

NSG üyeleri kılavuz ilkelerinin ulusal mevzuata uyarlanması konusunda anlaşmaya varmıştır. NSG üyesi devletler, özellikle de Soğuk Savaşın sona ermesinin ardından, 1970’li ve 80’li yıllarda zenginleştirmenin ve yeniden işlemenin transferine ilişkin kısıtlamaların küreselleştirilmesine yönelik

adımlar atmış olsalar da kılavuzun nasıl yorumlanacağına dair temel farklılıklar devam etmekteydi. Genel olarak, Amerika Birleşik Devletleri ihracat kontrollerine yönelik daha katı bir yaklaşım sergilerken bazı Avrupa ülkeleri NSG kılavuzunun uygulanmasında biraz daha esnek davranmışlardır. Bu farklılıklar Türkiye'nin nükleer işbirliği anlaşmalarına da yansıtılmıştır (ayrıntılar raporun ilerleyen bölümlerinde ele alınacaktır). Türkiye'nin nükleer işbirliği anlaşmalarını incelemeye başlamadan önce, bazı tedarikçi devletlerin NSG kılavuzunu nasıl yorumladıklarına daha yakından bakmak faydalı olacaktır.

3.1. Amerika Birleşik Devletleri

Amerika Birleşik Devletleri, 1950'lerden ve 60'lı yılların başlarında önce, nükleer teknolojinin yayılmasının "dost" ve "muhtemelen dost" devletlerde etkisini arttırmanın kritik bir yolu olduğunu düşünmüştür. Barış için Atom girişimi bir Amerikan politikasıydı ve müteakip Yönetimler tarafından da şevkle takip edilmişti. Amerika Birleşik Devletleri, önleyici tedbirlere ve söz verilen kullanımdan sapılmayacağına dair taahhütlere güvenmiş ve nükleer silah üretimi için uygun olan zenginleştirilmiş uranyumun küresel çapta yayılması konusunda pek de kaygılanmamıştır. Amerika'da nükleer silahların yayılmasını önlemenin savunucuları arasındaki gerçek kaygı tüketilmiş yakıtın yeniden işlenmesiydi. O dönemde gaz santrifüjü halen geliştirilme aşamasındaydı ve yetkililer gaz difüzyonunun zenginleştirme için çok daha ekonomik olduğuna inanıyordu.²³ Öte yandan gaz difüzyon tesisleri büyük çaplı ve dikkat çekici olup teknik yollardan kolaylıkla bulunabilmekteydi.

Plütonyum ayrımı tehdidine karşılık vermek üzere, Amerika Birleşik Devletleri "reaktörde kullanımın ardından bu tür çekirdeği parçalanabilir materyalleri yeniden kazanma hakkını saklı tutmuştur."²⁴ Ayrıca, reaktörde yaratılan çekirdeği parçalanabilir materyalin "önemsiz olduğu" ve elde edilen yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyum miktarının "silah üretilecek kalitede olmadığı" varsayılmıştır.²⁵ Alıcı devletin çekirdeği parçalanabilir materyali barışçıl olmayan kullanımlar için amacından saptırmak istemesi durumunda, yüksek kontaminasyon oranı, yakıt çubuğunun "yalnızca Amerika Birleşik Devletleri, Birleşik Krallık ve Sovyetler Birliği'nin" o dönemde sahip olduğu düşünülen "özel tesislerde yeniden işlenmesini" gerektirecektir.²⁶ Amerika Birleşik Devletleri bu gibi tesislerin yayılmasının en azın 25 yıl daha gerçekleşmeyeceğine ve dolayısıyla yayılma riskinin minimum indirildiğine inanmaktaydı.

Ancak, giderek daha fazla sayıda devlet, nükleer silah gelişimi için teknik eşige yaklaşılmaya başladıkça bakış açıları da değişmeye başlamıştır. 1960'lı yılların başında başkan olan John F. Kennedy'nin tutumu nükleer politikadaki değişimi

23_ Scott Kemp, "Gas Centrifuge Theory and Development: A Review of U.S. Programs," *Science and Global Security*, Cilt. 17, No. 1 (2009), <http://www.princeton.edu/sgs/publications/sgs/archive/17-1%20Kemp-Gas-Centrifuge.pdf>.

24_ Ulusal Güvenlik Konseyi, "Cooperation with other nations in the peaceful uses of atomic energy," 13 Ağustos 1954.

25_ Adı geçen eser.

26_ Adı geçen eser.

de tetiklemiştir. Kennedy, nükleer silahların kontrol altına alınamayan şekilde yayılmasının istikrarı bozduğu ve bir nükleer savaşı tetikleme potansiyelini taşıdığından endişe duymuştur. Bunun sonucunda – aynı kaygıların çoğunu paylaşan – Amerika Birleşik Devletleri ve Sovyetler Birliği nükleer silahların yayılmasını önleme kurallarını güçlendirecek ve ihracat kontrollerini sıkılaştıracak bir süreci başlatmıştır. Bu süreç bilindiği üzere NPT'nin ortaya çıkması ile sonuçlanacaktır. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi, evrensel ihracat kontrolleri için minimum bir standard üzerinde bir uzlaşmaya varılmasına hala ihtiyaç duyulmaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri 1970'li yıllarında sonlarında üçüncü ülkelerdeki ABD kökenli çekirdeği parçalanabilir materyalleri yönetecek mevzuat üzerinde çalışmaya başlamıştır. 1970'li yılların ortalarına doğru ABD, Batı'nın araştırma reaktörlerinin yüzde 90'ından fazlasını sağlamış ve reaktörler için başlıca zenginleştirilmiş uranyum tedarikçisi olmuştur.²⁷ ABD tarafından zenginleştirilmiş yakıtı bağımlılığı azaltmak amacıyla; İngiltere, Hollanda ve Almanya URENCO zenginleştirme tesisini kurmaya karar vermiştir (Aşağıda Almanya ve Fransa'ya bakınız).

Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Yasası'nın (NNPA) ilk taslaklarında, ABD kökenli çekirdeği parçalanabilir materyallerin üçüncü ülkelerde yeniden işlenmesini veya daha çok zenginleştirilmesini yasaklayan hükümler yer almış ve zenginleştirme ve yeniden işleme gerçekleştiren alıcı devletlere nükleer ihracatlar koşula bağlanmıştır. Nihayetinde, söz konusu yasa, NPT'ye uyumu şart koşan ve ABD'den nükleer ihracat alımı için IAEA tedbir anlaşmasına taraf olunmasını koşul olarak öngören hükümlerle geçirilmiştir. (NSG tedarikçi kılavuzunu tam kapsamlı tedbir hükmüyle 1991'de değiştirmiştir 1991).²⁸ ABD, Amerikan kökenli reaktör yakıt teminatı vermek suretiyle ilgili ülkeleri yeniden işleme uygulamasından vazgeçirmeye çalışmıştır. Hal böyle olmakla beraber söz konusu yasanın tüketilmiş yakıt için geri alma kolaylığını içermemesi dikkat çekicidir.

1980'lerde, Amerika Birleşik Devletleri, tedarikçi ülkenin kontrol listelerine dahil olmasa bile nükleer silahların yayılmasına katkıda bulunabilecek nükleer ihracatları düzenlemesini sağlayan, herşeyi kapsayıcı (catch all) bir hükmü iç mevzuatına eklemiştir. Bu çabalar Amerika'nın nükleer silahlarının yayılmasını önleme politikasının temel özelliği haline gelmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, alıcı ülkelerde zenginleştirme ve yeniden işlemeyi yasaklamaya yönelik öneriler Amerika'nın yeni NSG kılavuzuyla ilgili müzakerelerin bir parçası olmuştur. 1991'den beri başlıca tedarikçiler arasında zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerinin tedarikinin sınırlı olması gerektiği yönünde genel bir uzlaşma vardır. Bununla birlikte, nükleer reaktörlerin İran gibi ülkelere tedarik edilmesi konusunda halen görüş ayrılıkları devam etmekte olup devletlerin hassas nükleer teknolojileri ithal etmek yoluyla gizlice nükleer silah kapasitesi elde edebilmelerinden endişe duyulmaya devam edilmektedir.

27_ Sharon Squassoni, "Looking Back: The 1978 Nuclear Nonproliferation Act," *The Arms Control Association*, Aralık 2008, http://www.armscontrol.org/act/2008_12/lookingback_NPT.

28_ Nükleer Düzenleme Mevzuatı, Genel Danışman Ofisi, Nükleer Düzenleme Komisyonu, 111. Kongre, 2. Oturum, Cilt 1. 1, No. 9, Ocak 2011, s. 1029-1063, <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/staff/sr0980/v1/sr0980v1.pdf#page=13>.

2005 yılında ABD'nin nükleer silahların yayılmasının önlenmesi politikalarında bir kırılma yaşanmıştır. Hindistan'a NSG'ye ilişkin bir ticari istisna verilmesine yönelik girişim, Amerika Birleşik Devletleri'nin nükleer silahların yayılmasının önlenmesine ilişkin on yıllara dayanan eski yaklaşımı ile çelişki yaratmıştır. uymamıştır. 2008'de, Amerika Birleşik Devletleri NPT üyesi olmayan Hindistan'a zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin transferine imkan tanıyan bir muafiyet tanımıştır.²⁹ ABD'nin kararı diğer NSG devletlerinin davranışını da derinden etkilemiştir (Aşağıda Rusya Federasyonu'na ve Çin' bakınız.) Hindistan'a tanınan muafiyet, tedarikçi devletlerin ticari ve siyasi yararlar uğruna nükleer silahların yayılmasını önleme kurallarını çiğneme eğiliminde olmaya devam ettiklerini göstermektedir.

Öte yandan 2008'de Bush yönetimi Birleşik Arap Emirlikleri'yle (BAE) nükleer enerjiye ilişkin bir mutabakat muhtırası imzalamıştır. BAE, 2006'da nükleer reaktörlerin inşaatına ilişkin yeni duyuran birkaç devletten biri olmuştur. Mutabakat muhtırasının imzalanmasının ardından, ABD ve BAE bir nükleer işbirliği anlaşmasının koşullarını görüşmeye başlamıştır. O dönemde, Bush yönetimi NSG'de zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerinin transfer edilmemesine yönelik bir tutum izlemekteydi. BAE'nin açıklaması, Abu Dhabi'nin İran'ın nükleer programına karşı kendi nükleer altyapısını oluşturacağı yönünde kaygılara yol açmıştır. Ancak, BAE en baştan itibaren uluslararası kaygıları yatırtmaya çalışmıştır. Kraliyet, BAE'nin ek protokolü imzalayacağını ve zenginleştirme ve yeniden işlemeden vazgeçeceğini belirten kapsamlı bir resmi rapor hazırlamıştır. 2009'da Bush Yönetimi nükleer işbirliği anlaşmasını imzalamış ve onay için Kongre'ye sunulmuştur.

Orijinal belgeye göre, BAE bir yakıt tedariki garantisinden faydalanacak ve tüketilen yakıt yeniden işlenmek üzere Fransa'ya veya Birleşik Krallığa gönderilecekti. Buna karşılık BAE zenginleştirme ve yeniden işlemeye girişmemeyi taahhüt etmekteydi, BAE'nin zenginleştirme ve yeniden işleme konusundaki taahhüdünü ihlal etmesi durumunda Amerika Birleşik Devletleri'nin anlaşmayı feshetmesi öngörülmüştür. Obama'nın seçilmesinin ardından, ABD, BAE'nin kendi ülkesinde zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerinin bulunmasını açıkça yasaklayan bir madde ekleyerek nükleer işbirliği anlaşmasının nükleer silahların yayılmasını önleme hükümlerini güçlendirmiştir.³⁰ Obama Yönetimi işbirliği anlaşmasını 21 Mayıs 2009'da Kongre'ye sunmuş ve anlaşma 5 ay sonra yürürlüğe girmiştir. BAE'nin Amerika Birleşik Devletleri'nin zenginleştirme ve yeniden işleme koşullarını kabul etmesinin ardından, Amerika Birleşik Devletleri sonraki tüm nükleer işbirliği anlaşmaları için bunu bir model olarak kullanmayı hedeflemiştir.

Ancak, halihazırda Amerika Birleşik Devletleri ile işbirliği anlaşmalarının koşullarını görüşen diğer devletler bu çabalara direnç göstermiştir. Spesifik olarak,

29_ Javier Serrat, "NSG's India Waiver Highlights Flawed U.S. Approach," *World Politics Review*, 7 Temmuz 2011, <http://www.worldpoliticsreview.com/articles/9399/nsgs-india-waiver-highlights-flawed-u-s-approach>.

30_ Aaron Stein, "U.S. – UAE Nuclear Cooperation," *Nuclear Threat Initiative*, 13 Ağustos 2009, <http://www.nti.org/analysis/articles/us-uae-nuclear-cooperation/>.

Amerika Birleşik Devletleri, Ürdün ve Vietnam'ın benzer koşullarını kabul etmeye ikna edememiş nükleer işbirliği anlaşmalarının zenginleştirme veya yeniden işleme yapılmaması taahhüdüne bağlayan önceki çabalarından vazgeçmiştir.³¹

3.2. Rusya

Amerika Birleşik Devletleri'nden farklı olarak, Sovyetler Birliği nükleer teknolojinin ihracatına ilişkin tek bir yasaya sahip değildir. Merkezi Sovyet sisteminde nükleer programdan sorumlu bakanlık olan *Minsredmash* ihracatla ilgili kararlarını bireysel vaka olarak ele almıştır. 1950'li yılların başlarından itibaren Sovyetler Birliği Çin'in erken aşamadaki nükleer programına kaydadeğer bir destek vermiştir. İşbirliğinin kapsamı artmış ve nihayetinde SSCB, Çin'e nükleer silah tasarımları ve hassas nükleer zenginleştirme bilgilerini transfer etmiştir. Ancak, Çin ile SSCB arasındaki siyasi ayrışma ve akabinde Komünist Çin'in bir nükleer tehdit olarak belirlenmesinin ardından SSCB nükleer işbirliğini iptal etmiştir.

Sovyetler Birliği, 1970'de Zangger komitesine katılmış ve komitenin başlangıçtaki 15 NSG üyesinden biri olmuştur. Ancak, Sovyetler Birliği'nin dağılmasının ardından, Rusya'nın resmi politikası ile ihracat kontrollerinin uygulaması arasındaki fark açılmıştır.³² Dağılmanın ardından oluşan finansal koşullar Rusya'nın ihracat kontrol sistemi üzerinde baskı yaratmıştır. Eski Sovyetler Birliği'nin çok büyük nükleer, kimyasal ve füze programlarına yönelik ayırdığı fonlar neredeyse bir gecede yok olmuştur. Bazı bilim adamları yurtdışında iyi para ödeyen müşterilere hassas bilgileri satmış ve tesis güvenliği kötüye gitmiştir. Rusya'dan beyin göçü tehdidi Amerika Birleşik Devletleri'ni Nunn-Lugar Ortak Tehdit Azaltma Programını uygulaması için harekete geçirmiştir.

1999'da Rus Parlamentosu Duma, Rusya'nın ihracat kontrollerini Batı'daki benzer yasalara yaklaştıran yeni bir ihracat kontrolü yasasını geçirmiştir.³³ Yeni yasada, ABD'deki gibi herşeyi kapsayan (catch all) bir hükmün olması dikkat çekicidir. Buna rağmen, özel Rus şirketlerinin – ve bireylerin³⁴ - ihracat kontrollerini atlatarak kontrollü çift kullanım maddelerini yurtdışına sevk ettiklerine ilişkin iddialar vardır.

Rusya, Hindistan'a nükleer materyal transfer ettiği için de eleştirilmiştir. Bush Yönetiminin Hindistan'a bir NSG muafiyeti tanıma niyetini duyurmasının ardından, Rusya, Tarapur reaktörleri için yakıt tedarik edeceğini duyurmuştur. NSG söz konusu muafiyeti henüz değerlendirmemiş olduğu için Rusya'nın

31_ Jay Solomon, "U.S. Shifts Policy on Nuclear Pacts," *The Wall Street Journal*, 25 Ocak 2012, <http://online.wsj.com/article/SB10001424052970203806504577181213674309478.html>.

32_ Vladimir Orlov, "Export Controls in Russia: Policies and Practices," *The Nonproliferation Review*, (Fall, 1999), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/orlov64.pdf>.

33_ Adı geçen eser.

34_ Mark Gorwitz, "Vyacheslav Danilenko – Background, Research, and Proliferation Concerns," Institute for Science and International Security, 29 Kasım 2011, http://www.isisnucleariran.org/assets/pdf/Yscheslav_Dainlenko_ISIS_article.pdf.

duyurusu NSG ilkelerini ihlal etmiştir. Bu durum, Rusya'nın Amerika Birleşik Devletleri gibi ekonomik ve siyasi hedeflerini nükleer silahların yayılmasını önleme taahhütlerinin üstünde tutma eğiliminde olduğunu da göstermektedir.

3.3. Kanada

Kanada'nın sivil nükleer programının kökleri Manhattan projesine katılımına dayanmaktadır. Maliyetli olan ulusal zenginleştirme merkezlerinin geliştirilmesinden ve inşa edilmesinden kaçınmaya istekli olan Kanada, büyük doğal uranyum reaktörlerinin geliştirilmesine odaklanmayı tercih etmiştir. Başlangıçta CANDU ağır su reaktörünün geliştirilmesinin ardından, politika belirleyiciler reaktör teknolojisini yurtdışına pazarlamaya karar vermiştir. 1950'li yıllarda yurtdışına reaktör satışına ilişkin daha az kısıtlama vardı. Bunun sonucunda Kanada CANDU ağır su reaktörleri için Hindistan, Pakistan, Arjantin ve Güney Kore ile minimum güvenli tedbirler içeren satış anlaşmaları yapmıştır.³⁵

Kanada'nın tedbir ve ihracat kontrollerine ilişkin tutumu Hindistan'ın 1974'teki nükleer testinin ardından büyük oranda değişmiştir. Daha sonra ortaya çıkarıldığı üzere, nükleer test için kullanılan plütonyum Kanada tarafından tedarik edilen bir reaktörden gelmiştir. Bunun ardından Kanada, Hindistan ve Pakistan ile nükleer işbirliği anlaşmalarını iptal etmiş ve Arjantin ve Güney Kore ile tedarikçi sözleşmelerini yeniden müzakere etmiştir. NSG'nin kuruluşundan beri Kanada'nın nükleer ihracatları büyük oranda tedarikçi kılavuzunu yansıtmıştır. Buna, zenginleştirme ve yeniden işleme tesislerini uluslararası yükümlülükler çerçevesinde tedarik etme yönündeki süregelen istek de dahildir.

NSG kılavuzunun güncellenmesi için yapılan en son müzakerelerde, Kanada, santrifüj teknolojisini satın alma seçeneğini açık tutmak istediği için, Amerika'nın desteklediği "kara kutu" kriterine karşı çıkmıştır.³⁶ Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada "kara kutu" hükümleri için aşağıdaki dilde anlaşmaya varmıştır:

Mümkün olduğunca, bu gibi maddelerle ilişkili olan özel tasarım, gelişim ve üretim teknolojilerinden imtina edilecek; ve alıcılardan, en azından teknolojilerin kopyalanmasına izin vermeyen veya bunu sağlamayan koşullar altında zenginleştirme ekipmanlarını, tesislerini ve teknolojilerini kabul eden bir anlaşma yapmalarını talep edilecektir.³⁷

NSG 2011 kılavuzunda nihayetinde kabul edilen dil de ABD-Kanada arasındaki anlaşmayı yansıtmaktadır:

35_ Duane Bratt, "CANDU or CANDOM'T: Competing Values Behind Canada's Nuclear Sales," *The Nonproliferation Review*, (İlkbahar/Yaz 1998), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/bratt53.pdf>.

36_ Fred McGoldrick, "Limiting Transfer of Enrichment and Reprocessing Technologies: Issues, Constraints, and Options," *Atomu Yönetme Projesi*, Belfer Bilim ve Uluslararası İlişkiler Merkezi, Mayıs 2011, <http://belfercenter.ksg.harvard.edu/files/MTA-NSG-report-color.pdf>.

37_ Adı geçen eser.

Tedarikçiler, mümkün olduğunca, bu gibi maddelerle ilişkili etkinleştirici tasarım ve üretim teknolojilerinin transferinden kaçınmalıdır; ve teknolojilerin kopyalanmasına izin vermeyen veya bunu sağlamayan koşullar altında, hassas zenginleştirme ekipmanlarını, veya etkinleştirici teknolojileri ya da işler durumdaki bir zenginleştirme tesisini kabul etmesi için alıcıların uygun bir anlaşma yapmasını talep etmelidir.

Kanada'nın Hindistan ile on yıllara dayanan nükleer işbirliği politikasını gözden geçirmiş olması da dikkat çekicidir. İki ülke, Kanada'nın nükleer teknolojileri ve materyallerinin Hindistan'da tedbir altındaki nükleer tesislerine transferine izin veren bir nükleer işbirliği anlaşması yapmıştır.³⁸ Diğer tedarikçilerde de olduğu gibi, Kanada'nın tutumu, ticari fırsatlar karşısında on yıllara dayanan nükleer silahları yayma politikasını tersine çevirmeye istekli olduğunu göstermektedir.

3.4. Almanya

Özellikle Almanya ve Fransa, zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojileri üzerinde daha az kontrol olmasını savunan ilk ülkeler arasında yer almıştır. Almanya'nın nükleer silah hedeflerinin olduğu ve en azından aktif olmayan bir nükleer güce sahip olmak için çift kullanım kapasitesi geliştirmeyi düşündüğü söylentileri vardır. NPT müzakerelerinde, Almanya, o dönemdeki diğer birçok gelişmiş nükleer ülke gibi, katı denetimlerin kendisine bir ticari dezavantaj getireceği yönünde kaygılanmıştır. Batı Alman yetkililer NSOU'lerdeki denetim eksikliğinin adil olmayan bir ekonomik avantaj sağlayacağına inanmıştır.³⁹ Almanya, Hindistan'ın nükleer testinin ardından NSG'ye katılmış, ancak tam yakıt döngüsü teknolojilerini yasaklayan ibareleri kabul etmeyi reddetmiştir.⁴⁰ Bonn yalnızca, hassas nükleer tesisleri transfer ederken tedarikçilerin "kısıtlama" göstermesini talep eden NSG hükmünü desteklemeye istekli olmuştur.

Ancak, Bonn "kısıtlama" terimini liberal bir açıdan yorumlamış ve reaktör ve yakıt döngüsü tesislerinin satışı için bir dizi ülke ile müzakerelere başlamıştır. 1975'te, Batı Almanya, tam nükleer yakıt döngüsünün⁴¹ tedariki için Brezilya ile bir anlaşma imzalamış ve İran ve Arjantin ile de benzer anlaşmalar yapmıştır. Teknik zorlukların zenginleştirme projesini yavaşlatması ve ABD'nin Bonn üzerinde işbirliğini kısıtlaması için baskı kurması üzerine söz konusu anlaşmalar iptal edilmiştir. Ancak, 1980'lerde kamunun nükleer silahlara karşıtlığı artmış ve Almanya'nın ihracat kontrollerine ilişkin görüşleri değişmeye başlamıştır. Pakistan, Libya ve Irak'a çift kullanımlı nükleer ve kimyasal teknolojilerin yasal transferini içeren bir dizi utanç verici olayın ardından, ülke içinde reform yapılmasına yönelik baskılar artmaya başlamıştır.

38_ "India, Canada sign nuclear cooperation agreement," *World Nuclear News*, 28 Haziran 2010, http://www.world-nuclear-news.org/RS-India-Canada_sign_nuclear_cooperation_agreement-2806107.html.

39_ Harald Muller, "Germany and WMD Proliferation," *Nonproliferation Review* (Yaz, 2003), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/102mull.pdf>.

40_ Adı geçen eser.

41_ "Brazil and France Plan Nuclear Pact," *New York Times Haber Ajansı*, 6 Temmuz 1975, <http://news.google.com/newspapers?id=37wqAAAAIBAJ&sjid=A2cEAAAAIBAJ&pg=1358,2269777&dq=germany+brazil+nuclear+cooperation&hl=en>.

UNSCOM denetçileri ilk Körfez Savaşı'nın ardından Alman şirketlerinin Irak'ın kaçak nükleer silah programı için bir dizi ekipman sağladığını açıkladığı zaman, Almanya zaten ihracat kontrolü kısıtlamalarını sıkılaştırmak üzere adımlar atmıştı. 1990'da Almanya tam kapsamlı tedbirleri uygulayan alıcı devlet üzerinde nükleer tesislerin tedarikini koşula bağlayan iç mevzuatını geçirmiş ve daha sonra mevzuatı herşeyi kapsayan bir hüküm ile güncellemiştir. Bundan kısa bir süre sonra, Almanya evrensel bir ihracat kontrolü kılavuzunu benimsemesi için Avrupa Birliği'ni yönlendirmiştir (AB'nin çift kullanıma ilişkin ihracat kontrolleri INFCIRC/254'tekileri yansıtmakta olup 2000'de hayata geçirilmiştir).⁴² Almanya NSG toplantılarında 2008'deki düzeltilmiş metni desteklemiş ve NSG'nin ihracat kontrolü kılavuzunun 2011'de güncellenmesinin ardından önemli bir kaygı gündeme getirmemiştir.

3.5. Fransa

Fransa, Almanya gibi, daha önce sergilenen ve zenginleştirme ve yeniden işleme ekipmanlarının transferinin yasaklanmasına yönelik çabalara direnç göstermiştir. Diğer tedarikçilerin çoğu gibi, nükleer silahların geliştirilmesi için Fransız nükleer ekipmanlar kullanmıştır. Spesifik olarak, Fransa, Dimona nükleer reaktörü için İsrail'e teknoloji ve uzmanlık sağlamıştır. O dönemde, bazıları İsrail'in reaktörü başlangıç aşamasındaki nükleer silah programı için plütonyum yaratma amacıyla kullanma niyeti konusunda şüphe duymuştur. Ancak, Fransa bu konuyu kasten bilmezlikten gelerek İsraililerden barışçıl kullanıma yönelik bir taahhüt aldığını iddia etmiştir. Her ne kadar Fransa-İsrail nükleer işbirliği NPT'den daha önce yapılmış ve nükleer silahların yayılmasını önleme kurallarını oluşturmuş olsa da, Paris'in çift kullanımlı nükleer silah teknolojisinin yayılmasına kayıtsız kalması Fransa'nın nükleer silahların yayılmasını önleme konusuna ilişkin ilk tutumlarının göstergesidir.⁴³

NSG kılavuzunun kabul edilmesinin ardından, Fransa yurtdışına yakıt döngüsü tesislerini pazarlamaya ve satmaya devam etmiştir. Fransa, Güney Kore ve Pakistan ile yeniden işleme sözleşmeleri imzalamış, ancak ABD'nin yoğun baskısı nihayetinde Paris'i sözleşmeleri iptal etmeye zorlamıştır. Fransa'nın nükleer silahların yayılmasını önlemeye karşı tutumları UNSCOM denetçilerinin Irak'ın kaçak nükleer silah programının kapsamını ortaya çıkarmasından sonra değişmeye başlamıştır. 1995'te Fransa iç mevzuatını değiştirerek ihracatları tam kapsamlı bir tedbir koşuluna bağlamıştır. Fransa devreye girerek NSG'nin düzeltilmiş metnini öneren devlet olmuştur. Paris 2009'daki güncel ihracat kontrolü mevzuatına da herşeyi kapsayan bir hüküm dahil etmiştir. Ancak, aynı zamanda, Fransa ve Hindistan 2008'de bir nükleer işbirliği anlaşması imzalamıştır.⁴⁴

42_ Muller, "Germany and WMD Proliferation," <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/102mull.pdf>.

43_ See Avner Cohen, *Israel and the Bomb* (New York: Columbia University Press, 1998)

44_ "France-India nuclear cooperation deal," *World Nuclear News*, 30 Eylül 2008, http://www.world-nuclear-news.org/IT_NP_No_nuclear_deal_from_Singhs_Paris_trip_3009081.html.

3.6. Çin

Çin'in nükleer programı, başlangıçta SSCB'den önemli bir destek almıştır. Moskova ile ilişkilerin bozulmasının ardından, Pekin çift kullanımlı nükleer çalışmalarına devam etmiş ve nihayetinde 16 Ekim 1964'te bir nükleer silahı test etmiştir. 1950'li ve 60'lı yıllarda Çin, Rusya ve Amerika'nın NPT üzerinde anlaşma çabalarının nükleer üstünlüğü korumaya yönelik daha büyük bir hedefin parçası olduğuna inanıyordu. Çinlilerin ihracat kontrollerine yönelik tutumları, ülkenin ekonomisini liberalleşirmesinin ardından değişmeye başlamıştır. Bir uzman görüşüne göre "Sonraki yirmi yıl içerisinde Çin kademeli olarak başlıca uluslararası, siyasi, ekonomik ve güvenlikle ilgili organizasyonlara ve kurumlara katılmış ve kitle imha silahlarının yayılmasına karşı daha kritik bir tutum sergilemeye başlamıştır"⁴⁵.

1980'li yılların başında, Çin, Cezayir, Pakistan ve İran ile nükleer alanlarda işbirliği yapmaya başlamıştır. Çin'in başlangıçtaki niyeti kendi nükleer reaktör projesi için Batı teknolojisini satın alacak geliri elde etmek olsa da, kısa bir süre sonra nükleer teknoloji ve hizmet tedarikçisi haline gelmiştir.⁴⁶ Bu dönemde, Çin Pakistan'a birinci nesil nükleer silah tasarımı sağlamakla ve Pakistan'ın erken aşamadaki nükleer silah programına yardımcı olmakla suçlanmıştır.⁴⁷

1980'lerin başından itibaren Çin'in ihracat kontrol politikası değişmeye başlamıştır. Pekin 1984'te IAEA ile bir tedbir anlaşması imzalamış ve 1992'de NPT'ye katılmıştır. Çin'in o zaman diliminde açıkladığı ihracat kontrolü politikası Çin'in tüm nükleer ihracatlarının barışçıl amaçlar için kullanılmasını gerektirdiğini, ihracatların IAEA tedbirlerine uygun olması gerektiğini (ancak burada tam kapsamlı tedbirler değil daha az kısıtlayıcı olan tedbirler kastedilmiştir) ve nükleer teknolojilerin Çin'in onayı olmadan transfer edilmemesi gerektiğini savunmuştur.

1995'te Çin şirketlerinin Pakistan'a santrifüj parçaları sattığının ifşa edilmesinin ardından Çin ihracat kontrollerini daha da sıkılaştırmıştır. Pekin çift kullanımlı maddelerin ihracatına ilişkin bir yasayı yürürlüğe koymuş ve korunaklı olmayan nükleer tesisler için destek vermeyeceğini açıklamıştır.⁴⁸ Çift kullanım kılavuzu büyük ölçüde NSG'nin kontrol listesinden alıntı yapmıştır. Açıklamanın ardından Çin 1997'de Zangger Komitesi'ne katılmış, ancak teknoloji transferleri için yalnızca IAEA'nin kısıtlı tedbir sistemine taraf olmayı yeterli bulan politikasını sürdürmüştür.

2004'te Çin resmen nükleer tedarikçiler grubuna resmen katılmıştır. Ancak, sorunlar halen devam etmektedir. Çin, Hindistan'ın NSG muafiyetine karşı

45_ Jin-Dong Yuan, Phillip Saunders, and Stephanie Lieggi, "Recent Developments in China's Export Controls: New Regulations and New Challenges," *The Nonproliferation Review*, (Sonbahar/Kış, 2002), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/93yuan.pdf>.

46_ Adı geçen eser.

47_ ABD Dışişleri Bakanlığı, "The Pakistani Nuclear Program," 22 Haziran 1983, Secret, kısaltılmış kopya, Dışişleri Bakanlığı Bilgi Özgürlüğü Yasası bildirisini, <http://www.gwu.edu/~nsarchiv/NSAEBB/NSAEBB114/chipak-11.pdf>.

48_ Jin-Dong Yuan, Phillip Saunders ve Stephanie Lieggi, "Recent Developments in China's Export Controls: New Regulations and New Challenges," *The Nonproliferation Review*, (Sonbahar/Kış, 2002), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/93yuan.pdf>.

sessizce lobi yapmış, ama o dönemden beri bundan yararlanmışır. Çin, NSG'ye katıldığından beri Pakistan'ın talepleri reddettikten sonra, Pakistan'a iki nükleer reaktör satmak istediğini açıklamıştır. Söz konusu satış NSG kriterlerini ihlal etmektedir; ancak, Çin, Pakistan ile nükleer işbirliği anlaşmasının NSG üyeliğinden öncesine dayanması nedeniyle, satışın yasal olduğunu iddia etmektedir.⁴⁹

4- Türkiye ve Nükleer Müzakereler

4.1. NSG İlkeleri

“Kısıtlama” kelimesinin farklı yorumlarına rağmen, tedarikçilerin 1970'lerden beri teknolojiye zaten sahip olmayan devletlere zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerini transfer etmediği de bir gerçektir. Ayrıca, çok az sayıda devlet zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojileri ile ilgilendiğini ifade etmiştir. Dolayısıyla, NSG'deki anlaşmazlıkların büyük bir bölümü, NPT'nin nükleer enerjinin barışçıl kullanımı ilkesine ilişkin farklı görüşlere ve nükleer silah sahibi devletlerin barışçıl nükleer teknolojilerin küresel çapta geliştirilmesine yardımcı olmaya ne derece zorunlu olduklarına dair farklı yorumlardan kaynaklanmaktadır. Başlıca tedarikçiler ve nükleer silah sahibi devletler, zenginleştirme ve yeniden işlemenin yayılmasının NPT'nin I. ve II. Maddelerinin ruhuna uygun olunmadığı yaklaşımını benimsemiştir. Diğerleri ise kısıtlamaların Madde IV'ü ihlal ettiğini ve NPT'nin ruhuna ters olduğunu savunmaktadır.

Zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin açıkça yayılmasının muhtemel olmadığı düşünülse de, başlıca nükleer tedarikçiler yurtdışında reaktör pazarlama ve satmaya niyetli kalmaya devam etmektedir. Türkiye de nükleer enerjiye geçişte iddialı bir programa sahip ülkeler arasındadır.⁵⁰ Nükleer silahların yayılmasını önleme kurallarının gelişimi dikkate alındığında, Türkiye'de hayata geçirilecek nükleer tesisler muhtemelen yurtdışından tedarik edilen nükleer yakıtla dayanacaktır. Tüketilmiş yakıt muhtemelen tedarikçi devlete geri gönderilecek veya yeniden işleme ve depolama için halihazırda işler durumda olan yeniden işleme tesislerine sahip bir ülkeye transfer edilecektir. Türkiye'nin mevcut nükleer işbirliği anlaşmaları, NSG tedarikçi kılavuzundaki dili yansıttığından, Türkiye'nin nükleer teknoloji ithalatında karşılaşılabilecek engelleri ve fırsatları analiz etmek mümkündür.

49_ Mark Hibbs, “The Breach,” *Foreign Policy.com*, 4 Haziran 2010, http://www.foreignpolicy.com/articles/2010/06/04/the_breach.

50_ “Bakan, Türkiye'nin 23 adet nükleer reaktöre sahip olacağını söylüyor,” *Hürriyet Daily News*, 6 Haziran 2012, <http://www.hurriyetaidailynews.com/turkey-to-have-23-nuclear-units-minister-says.aspx?pagelD=238&nID=22486&NewsCatID=348>.

4.2. Türkiye Nükleer İşine Giriyor

Ankara, yerli bir nükleer enerji programını geliştirmeye Barış için Atom programının duyurulmasından ardından kısa bir süre sonra ilk kez ciddi olarak düşünmeye başlamıştır. 1956'da, Türkiye, nükleer araştırmaları koordine etmek ve nükleer enerji santrallerine için lisans vermek üzere, Başbakanlık himayesinde Atom Enerjisi Komisyonu'nu kurmuştur.⁵¹ Türkiye'nin ilk nükleer araştırma reaktörünün inşaatı 1959'da Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi CNAEM'de başlamıştır. Anahtar teslim bazında, 1 megavatlık termal (MWt) hafif su havuzu türündeki araştırma reaktörünü inşa etmesi için *American Machine and Foundry* (AMF) şirketi seçilmiştir. Reaktör, nükleer parçalanma zincir reaksiyonun kendi kendine devam ettiği aşamaya 1962'de ulaşmış ve 1977'de işler hale gelmiştir. 1982'de bu reaktör 5 MWt TR-2 araştırma reaktörü ile değiştirilmiştir.⁵²

Türkiye, ayrıca, İstanbul Teknik Üniversitesi Ayazağa kampüsünde, *General Electric* tarafından inşa edilmiş olan 250 KWt TRIGA Mark II hafif su reaktörünü de işletmektedir. Reaktör, nükleer parçalanma zincir reaksiyonun kendi kendine devam ettiği aşamaya Mart 1979'da ulaşmış olup Amerika'nın tedarik ettiği yüzde 20 zenginleştirilmiş yakıt çubuklarını yakıt olarak kullanmaktadır. Reaktör, gammagrafi ve nötron aktivasyonu analizi ile, araştırma, eğitim amaçları, nötron radyografi deneyleri ve tahrip edici olmayan testler için kullanılmaktadır.

Atom Enerjisi Komisyonu 1966'da Ankara yakınlarında ikinci bir nükleer araştırma tesisi kurmuştur. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ANAEM) 300-400 MWe'lik ağır su doğal uranyum enerji santrallerinin inşaatına yönelik ilk çalışmaları ve uranyum başlangıç aşamasındaki uranyum çıkarma çalışmalarını denetlemiştir. ANAEM'in yerini 2005 yılında Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi – SANAEM almıştır.

4.3. Nükleer Mevzuat ve Nükleer Müzakerelerin Tarihçesi

1972-1974 yılları arasında, Türk Elektrik Kurumu Türkiye'nin güney Akdeniz sahilinde 600 MWe'lik nükleer enerji santrali için yer seçimini gerçekleştirmiştir.⁵³ 1976'da tamamlanan bu süreç sonrasında Türkiye nükleer enerji reaktörünün tedariki için uluslararası bir konsorsiyum ile görüşmeye başlamıştır. Görüşmeler 1980'deki askeri darbenin ardından kopmuştur.

Atom Enerjisi Komisyonu'nun yerine 1982 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu –TAEK kurulmuştur. TAEK nükleer güvenlik ve tesis lisanslarına ilişkin

51_ Mustafa Kibaroglu, "Turkey's Quest for Peaceful Nuclear Power," *The Nonproliferation Review*, (İlkbahar/Yaz 1997), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/kibaroglu43.pdf>.

52_ "Regulatory and Institutional Framework for Nuclear Activities: Turkey," OECD Ülkelerinde Nükleer Mevzuat, Nükleer Enerji Ajansı, 2008, <http://www.oecd-nea.org/law/legislation/turkey.pdf>.

53_ Mustafa Kibaroglu, "Turkey's Quest for Peaceful Nuclear Power," *The Nonproliferation Review*, (İlkbahar/Yaz 1997), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/kibaroglu43.pdf>.

düzenlemelerin taslaklarını hazırlamak ve gözetmekle yetkilidir. 2002’de hükümet, TAEK’i yeniden organize ederek yetki alanını genişletmiştir. TAEK halihazırda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’na bağlıdır. TAEK başkanı Başbakan tarafından atanır ve Türkiye’nin nükleer enerji programının uygulanmasını denetler. Başkan yardımcılarını başkana yardımcı olmak üzere seçilir. Başkan ve başkan yardımcılarını, birlikte Atom Enerjisi Komisyonu, bir danışma kurulu ve nükleer güvenliğe ilişkin bir danışma komitesini gözetir.⁵⁴

Atom Enerjisi Komisyonu, Milli Savunma, Dışişleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlıklarının temsilcilerinden ve Türk üniversitelerinden dört öğretim görevlisinden oluşmaktadır. Temsilciler Başbakan tarafından dört yıl görev yapmak üzere seçilir.⁵⁵ AEK, bütçe ve yasa tasarlamak ve Başbakan için yıllık bir rapor hazırlamakla sorumludur. Danışma kurulu üyeleri AEK tarafından atanır ve daha sonra onaylanmak üzere Başbakan’a sunulur. Danışma kurulu AEK tarafından tayin edilen çalışmalar yürütür ve bulgularını düzenli olarak organize edilen toplantılarında AEK’e sunar.

TAEK, CNAEM, ANAEM ve SANAEM’deki araştırmaları gözetir. CNAEM’deki araştırmalar özellikle nükleer reaktör ve yakıt teknolojisinin araştırma ve geliştirmesine odaklanmaktadır.⁵⁶ ANAEM’in araştırmaları nükleer güvenliğe odaklanırken SANAEM’in araştırmaları nükleer teknolojinin medikal ve endüstriyel kullanımına odaklanmaktadır.⁵⁷

4.3.1. Kanada ile Nükleer İşbirliği Anlaşması

1983’de, Türkiye nükleer santral inşaatı için yedi şirkete teklif vermeye davet etmiş ve bilahare *Atomic Energy of Canada, Ltd.* (AECL), Batı Almanya’dan *Kraftwerk Union* (KWU) ve Amerika Birleşik Devletleri’nde *General Electric* (GE) şirketlerine niyet mektubu göndermiştir.⁵⁸ Bundan kısa bir süre sonra, finansman koşullarına ilişkin farklılıklardan dolayı KWU ve GE ile görüşmeler bitmiştir. Kanada ile müzakereler devam etmiş ve iki taraf sonuçta 1985 yılında bir nükleer işbirliği anlaşmasının koşulları üzerinde anlaşmaya varmıştır.⁵⁹

Taraflar aşağıdaki alanlarda işbirliği yapmaya karar vermiştir:

– Aşağıdakileri kapsayan, ancak bunlarla sınırlı olmayan bilgilerin sağlanması,

54_ “TAEK Organizasyon Şeması,” Türk Atom Enerjisi Kurumu, 10 Şubat 2012, <http://www.taek.gov.tr/eng/about-us/taek-organization-chart.html>.

55_ “Atom Enerjisi Komisyonu,” Türk Atom Enerjisi Kurumu, 10 Şubat 2012, <http://www.taek.gov.tr/eng/about-us/aek.html>.

56_ “Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi,” Türk Atom Enerjisi Kurumu, 10 Şubat 2012, <http://www.taek.gov.tr/eng/cnaem.html>.

57_ “Sarıköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, 10 Şubat 2012, <http://www.taek.gov.tr/eng/sanaem.html>.

58_ Mustafa Kibaroglu, “Turkey’s Quest for Peaceful Nuclear Power,” *The Nonproliferation Review*, (İlkbahar/Yaz 1997), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/kibaroglu43.pdf>.

59_ Türk Parlamentosu anlaşmayı 29 Haziran 1986’da onaylamıştır. “Agreements,” Türk Atom Enerjisi Kurumu, 27 Şubat 2012, <http://www.taek.gov.tr/eng/international/agreements.html>.

- Araştırma ve geliştirme,
- Sağlık, nükleer güvenlik, acil durum planlama ve çevre koruma,
- Ekipman (tasarım, çizim ve spesifikasyonların tedariki dahil)
- Ekipman, materyal ve nükleer materyal kullanımları (üretim, süreçler ve spesifikasyonlar dahil)
- Materyal, nükleer materyal, nükleer yakıt ve ekipman tedariki,
- Tarım, endüstri, tıp ve elektrik üretimi gibi alanlarda nükleer enerjinin tasarlanması ve uygulanmasına yönelik araştırma ve geliştirme projelerinin uygulanması,
- Lisans düzenlemeleri ve patent haklarının transferi,
- Ekipmanlara erişim ve bunların kullanımı,
- Uzman değişimi dahil, teknik destek ve hizmetlerin sunulması,
- Bilim adamlarının ziyaretleri,
- Teknik eğitim,
- Uranyum ve toryum kaynaklarının keşfedilmesi ve geliştirilmesi,
- İleri nükleer yakıt döngüsünün çeşitli yönlerine ilişkin işbirliği.

Taraflar, zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerinin transferinin kısıtlanması üzerinde mutabık kalmışlardır. Her ne kadar spesifik olarak yasaklanmamış olsa da, söz konusu anlaşma Türk şirketlerinin Kanada tarafından tedarik edilen teknolojiyi yerli zenginleştirme ve yeniden işleme kapasiteleri için geliştirmiş veya tasarlamış olmaları durumunda Türkiye'nin bunu ilk yirmi yıl boyunca Kanada makamlarına bildirmesi gerektiğini belirtmektedir. Anlaşma, Türkiye'nin uranyumu yüzde yirminin üzerinde zenginleştirmemesini veya tüketilen yakıt çubuklarını yeniden işlememesini de şart koşturmaktadır.

Anlaşmanın nükleer silahlarının yayılmasının önlenmesine ilişkin hükümleri CANDU ağır su reaktörünün teknolojik özelliklerine dayanmaktadır. CANDU reaktörü hafif su reaktörlerine (LWR) kıyasla daha büyük miktarlarda ve daha yoğun konsantrasyonda PU-239 üretmektedir. LWRler'den çıkan tüketilmiş yakıt plütonyum üretimi için de kullanılabilirken PU-239 miktarı ve konsantrasyonu çok daha düşüktür.⁶⁰ Özellikle CANDU reaktörünün nükleer silahların yayılma tehlikesine ilişkin olarak, anlaşma her yıl 100 gramdan anlamlı oranda daha fazla plütonyum üretme kapasitesi olan bir reaktörün satışının yasal olduğunu belirtmektedir. Bazı ağır su reaktörlerinin diğer bir özelliği de işler durumdayken bunlara yakıt ikmali yapılabilir olmasıdır. Bu özellik nükleer silahı yayma potansiyeli olanın yakıt çubuğunu daha kısa sürede "yakabilmesini" sağlar. Daha kısa "yanma" süresi yakıt çubuğunda nükleer silah üretimine uygun PU-239'un konsantrasyonunu maksimum düzeye çıkarır.⁶¹ Bunun önlenmesine yardımcı olmak için anlaşma, reaktör çalışırken yakıt ikmali yapılmasını sağlayacak ekipmanın tedarik edilmemesini öngörmektedir.

60_ Victor Gilinsky, Marvin Miller, and Harmon Hubbard, "A Fresh Examination of the Proliferation Dangers of Light Water Reactors," Nükleer Silahların Yayılmasını Önlenmesine Yönelik Eğitim Merkezi, 22 Ekim 2004, <http://www.npolicy.org/files/20041022-GilinskyEtAl-LWR.pdf>.

61_ "Plutonium Production," Amerikan Bilim adamları Federasyonu, Özel Silahlar Tertibatı, 20 Haziran 2000'de güncellenmiştir, <http://www.fas.org/nuke/intro/nuke/plutonium.htm>.

Nükleer silahların yayılmasını önlemeye yönelik bu kısıtlamalar Türkiye'nin barışçıl nükleer teknoloji ve araştırma hakkını garanti altına alan bir dizi maddeyle dengelenmiştir. Anlaşma spesifik olarak değişime ve bilim adamlarının eğitimine odaklanmaktadır. Ayrıca, transfer edilen ekipman ve teknolojilerin üçüncü taraflara yeniden transfer edilemeyeceğini ve tesis güvenliğinin anlaşmanın EK E bölümünde belirtilen spesifik hükümlere uyması gerektiğini de şart koşmaktadır. Taraflar IAEA'nın Türk nükleer tesislerini denetlemekle sorumlu olacağı konusunda anlaşmıştır. IAEA'nın denetimleri gerçekleştirilememesi durumunda, taraflar Türkiye ile 1981 tarihli tam kapsamlı tedbir anlaşmasında talep edilen denetim ve teknikleri yansıtan ayrı bir protokol yapılacağı konusunda anlaşmaya varmıştır.

4.3.2. Kanada ve Türkiye'nin Nükleer Enerji Alanındaki Müzakereleri

İki taraf nükleer işbirliği spesifik koşulları üzerinde müzakere ederken, *Atomic Energy of Canada Limited (AECL)* ile Türk hükümeti 600 MW'lık basınçlı bir ağır su reaktörünün satışının pazarlığını yapmaktaydı. Ancak, Türkiye ülkenin ilk nükleer santralının inşası için rekabet eden üç yabancı şirketin finansman gereksinimi öne sürdüğünde bu konudaki gelişmeler de yavaşladı. Başlangıçtaki teklifte Kanadalı AECL inşaatın finansmanın yüzde 85'ini garanti etmiştir.⁶² Türkiye daha sonra ihale koşullarını değiştirerek AECL'nin yüzde 100 finansman sağlamasını ve bir yap işlet devret (YİD) modelini kabul etmesini talep etmiştir.

YİD modeli hiçbir zaman nükleer reaktör inşaatı için kullanılmamıştır. Bu model, yabancı şirketin inşaat maliyetini ödemesini, reaktörü belirli bir süre boyunca işletmesini, masrafların garanti edilen elektrik satışlarından karşılanmasını ve daha sonra reaktörün, toplam elektrik satışlarının belirli bir payı karşılığında, alıcı devlete devrini öngörmektedir. O dönemde, AECL "riskin karşılanması"nın sözleşmeye yazılmasını ve Türkiye'nin elektrik alımının dolar cinsinden ve borcunu karşılamaya yetecek düzeyde olacağı garantisini talep etmiştir.⁶³ Türkiye'nin finansman gereksinimlerini karşılamak üzere AECL, Kanada İhracat Geliştirme Finansal Kurumuna başvurarak inşaatın finansmanı için yardımcı olmasını istemiştir.⁶⁴ Buna rağmen, iki taraf anlaşmaya varamamış ve ihale nihayetinde iptal edilmiştir.

1996'da Türkiye bir kez daha yabancı tedarikçileri Akkuyu tesisinde anahtar teslim bir nükleer reaktör inşaatı için teklif vermeye davet etmiştir.⁶⁵ Ancak, post-modern darbe Türkiye'nin ihale sürecine darbe vurmuş ve ⁶⁶ neticede Türk

62_ Ann Taboroff, "The Turkish Electrical Authority has Raised the Financing Requirement," *Nucleonics Week*, 3 Mayıs 1984.

63_ Ann Taboroff and Ann MacLachlan, "AECL ready to consider Turkish government's terms for Akkuyu Project," *Nucleonics Week*, 22 Kasım 1984.

64_ "Financing key to reactor sale to Turkey," *The Financial Post*, 17 Ağustos 1985.

65_ "Turkey's renewed plans for nuclear plant," *FT Energy Newsletters*, 4 Ekim 1996.

66_ Mark Hibbs, "Turkey pulls back on reactor, Europe's vendors skeptical," *Nucleonics Week*, 23 Mayıs 1996.

hükümeti ihaleyi 2000 yılında iptal etmiştir. Türkiye o dönemde bir finansal krizin ortasındaydı ve Uluslararası Para Fonu'nun ekonomik programı hükümetin gereken finansal garantileri almasını engelliyordu.⁶⁷

2008'de iktidardaki hükümet yine bir nükleer ihale için teklif çağrısında bulunmuştur. Başlangıçta ilgi göstermiş olsa da, *AECL* teklif vermemeyi tercih etmiştir.

4.3.3. Türkiye ve Arjantin'in Nükleer İşbirliği Anlaşması

Mayıs 1988'de, Türkiye ve Arjantin 15 yıllık bir nükleer işbirliği anlaşması imzalamıştır. İmzaların atıldığı dönemde, Arjantin'in bir NSG üyesi olmaması Anlaşmada kullanılan dili de açıklamaktadır. Taraflar aşağıdaki alanlarda işbirliği yapmaya karar vermiştir:

- Nükleer araştırma ve güç reaktörlerine yönelik araştırma, geliştirme ve teknolojiler,
- Nükleer santrallerin ve, yakıt maddelerinin üretimi dahil, yakıt döngüsü tesislerinin, kurulumu, işletilmesi ve bakımı,
- Bakıma ilişkin hizmetler dahil, nükleer materyal ve ekipmanların endüstriyel üretimi,
- Doğal kaynakların keşfedilmesi ve işlenmesi (yani, uranyum ve toryum),
- Radyoaktif atıkların yönetimi,
- Radyoizotopların üretimi,
- Çevre koruma ve nükleer lisansların verilmesi,
- Radyoaktif atık yönetimi,
- Nükleer enerji alanında temel ve uygulamalı araştırmalar ve diğer araştırma ve geliştirmeler ve barışçıl nükleer uygulamaların geliştirilmesi.

Taraflar, uzman değişimi, destek ve eğitim, araştırma ve çalışmalara yönelik burslar, ortak çalışma gruplarının oluşturulması, ekipman sevkiyatı ve işbirliği alanlarına ilişkin bilgi alışverişi aracılığıyla bilimsel işbirliği yapmaya karar vermiştir. Anlaşma, transfer edilen tüm materyal ve bilgilerin yalnızca barışçıl amaçlı olacağını açıkça belirtmektedir. Ancak, zenginleştirme ve yeniden işleme ekipmanlarına herhangi bir sınır getirmemektedir. Ayrıca, yüzde yirminin üzerinde zenginleştirmeden veya tüketilen yakıtın yeniden işlenmesinden de bahsedilmemektedir.

Zenginleştirme ve yeniden işleme üzerinde belirgin sınırların olmaması Arjantin'in nükleer teknolojinin yayılmasını kontrol etmeye yönelik küresel çabalara yaklaşımını yansıtmaktadır. 1960'lı yılların başından itibaren Arjantin, nükleer silahların yayılmasını önlemeye yönelik küresel çabaya karşı gelmiştir. O dönemde Buenos Aires 1963'te Kısmi Test Yasağı Anlaşmasını, 1967'de Dış Uzay Anlaşması'nı, 1967'de Tlatelco Latin Amerika'da Nükleer Silahların Yasaklanması Anlaşması'nı, 1968'de NPT'yi ve 1971'de Deniz Dipleri Anlaşması'nı imzalamayı

67_ "Turkey postpones nuclear plant project due to financial hardship," Agence France Presse, 21 Nisan 2000.

reddetmiştir.⁶⁸ Buenos Aires büyük oranda kendine yeterliliği tercih etmiş ve dolayısıyla AECL ve Siemens'ten doğal uranyum – yani ağır su – reaktörleri alma arayışına girmiştir. Yetkililer ağır su reaktörü teknolojisi arayışına girmenin Arjantin'i yurtdışından zenginleştirilmiş nükleer yakıt ithal etmek yerine kendi yerli uranyum rezervlerini kullanma imkanını sağlayacağını öne sürmüştür. Arjantin'in nükleer geçmişi dikkate alındığında, anlaşma hükümlerinin şaşırtıcı olmadığı söylenebilir. Geçmişte, Ankara, yabancı tedarikçilerle, nihayetinde Türkiye'nin kendi doğal uranyum rezervlerini kullanacak, ağır su reaktörü anlaşması yapmayı da düşünmüştür.

Taraflar güvenlik tedbirlerin uygulanmasında birbirlerine danışacakları konusunda anlaşmaya varmıştır. O dönemde Arjantin IAEA ile henüz bir tedbir anlaşması yapmamıştı ve teknoloji transferlerine yönelik katı sınırlamalara kararlı bir şekilde karşı çıkmıştı. Anlaşmada, "her iki Taraf, gerektiğinde, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı ile tedbir anlaşmaları yapacaktır" ifadesi yer almaktadır. O dönemde Türkiye zaten bir tedbir anlaşması yaptığından herhangi bir tesisin transferi durumunda tesisleri denetlemesi için Ankara'nın IAEA'yı davet edeceği varsayılabilirdi.

4.3.4. Türkiye ve Arjantin'in Nükleer Reaktörlere İlişkin Müzakereleri

Türkiye ve Arjantin'in *Empresa Nuclear Argentina de Centrales Electricas* (CNEA) şirketi 1988'de 380 MWe'lik Argos basınçlı bir ağır su reaktörünün satışı için müzakerelere başlamıştır.⁶⁹ Türkiye Arjantin'in kamuya ait *Investigaciones Aplicadas* (Invap.) şirket tarafından geliştirilen 25 MWe'lik bir CAREM-25 hafif su reaktörüyle ilgilendiğini de belirtmiştir.⁷⁰ Ekim 1990'da Türkiye ve Arjantin CAREM-25'in inşaatı denetlemesi için ortak bir mühendislik şirketi kurmaya karar vermiştir. *Nucleonics Week* dergisine göre, Arjantin Türkiye'ye tesis dengesine yönelik temel ve ayrıntılı mühendislik, inşaat yönetimi ve düzenleyici uzman sunulması için bir nükleer buhar ve tedarik sistemi (NSSS) sunmayı kabul etmiştir.⁷¹ Buna karşılık, Türkiye, biri Arjantin'de diğeri Türkiye'de olmak üzere iki prototipin inşaatı finanse etmeyi kabul etmiştir.⁷²

Arjantin reaktörün yüz milyon doların altında inşa edilebileceğini iddia etmiş ve gelişme yolundaki ülkelere maliyet etkin bir teknolojik alternatif olarak pazarlamayı hedeflemiştir. O dönemde CAREM-25 inşa edilmiş ve endüstrideki uzmanlar maliyet değerlendirmelerini ve iyimser inşaat sürelerini eleştirmiştir.

68_ Jacques Hymans, *The Psychology of Nuclear Cooperation: Identity, Emotions, and Foreign Policy* (Cambridge: Cambridge University Press, 2006), s. 141 – 171.

69_ Eric Kessler, "Argentina says Nuclear Accord with Turkey sets stage for exports," *Platts Nucleonics Week*, 12 Mayıs 1988.

70_ Richard Kessler, "Argentina said to be near deal with Turkey for 25-MW LWR," *Platts Nucleonics Week*, 8 Mayıs 1988

71_ Richard Kessler, "Argentina and Turkey to form nuclear A/E to build small PWRs," *Nucleonics Week*, 25 Ekim 1990.

72_ Adı geçen eser.

Müzakereler boyunca, Arjantin'in çelişkili nükleer geçmişi Türkiye'nin nükleer silah üretme kapasitesine sahip olmak için tam nükleer döngüsü satın almayı hedeflediği spekülasyonlarına katkıda bulunmuştur. TAEK'in eski başkanı Profesör Yalçın Sanalan, "CAREM-25 elektrik üretimi için çok küçük ve araştırma veya eğitim için de çok büyüktü; ancak plütonyum üretimi için çok uygundu" şeklinde bir açıklama ile nükleer silahları yayılmasına ilişkin bu kaygılara atıfta bulunmuştur.⁷³ Sanalan, Batı'nın nükleer silahların yayılmasına ilişkin kaygıların Türkiye'nin nükleer planlarına engelleyebileceğini kaygısını taşımıştır. Ankara nihayetinde anlaşmayı iptal etmenin kendisi açısından en iyisi olacağı sonucuna varmıştır. Bugüne kadar anlaşmanın uygulanmasına yönelik hiçbir ilerleme kaydedilmemiş ve Arjantin Türkiye'nin sonraki nükleer ihalelerinin hiçbirinde yer almamıştır.

4.3.5. Türkiye ve Güney Kore'nin Nükleer İşbirliği Anlaşması

1999'da ulusal kamu hizmeti şirketi *Korea Electric Power Corp (KEPCO)*, *Korea Heavy Industries and Construction*, *Daewoo Corp* ve *Atomic Energy of Canada Ltd* ile birlikte Türkiye'de Akkuyu tesisinde 1.400 MWe'lik bir reaktörün inşa edilmesi için bir ihale teklifi vermiştir.⁷⁴ Bundan kısa bir süre sonra, Türkiye ve Güney Kore bir nükleer işbirliği anlaşması yapmıştır. İşbirliği alanları şunlardır:

- Nükleer enerjinin barışçıl kullanımı için temel ve uygulamalı araştırma ve geliştirme,
- Nükleer santral ve araştırma reaktörlerinin araştırılması, tasarımı, inşaatı, işletilmesi ve bakımı,
- Araştırma reaktörleri ve partikül hızlandırıcılarının kullanılması,
- Nükleer materyalin keşfedilmesi ve cevherlerin işlenmesi ve nükleer santraller ve araştırma reaktörlerinde kullanılacak nükleer yakıt maddelerin elleçlenmesi, nakliyesi, üretimi ve tedariki,
- Radyoaktif izotopların endüstride, tarım, tıp ve biyoteknolojide üretimi ve uygulanması,
- Nükleer güvenlik, radyasyondan korunma, çevre koruma ve radyoaktif atık madde yönetimi,
- Nükleer tedbirler ve fiziksel korunma.

Taraflar, bilimsel personel, veri ve teknik bilgi değişimi ile işbirliğini kolaylaştırmaya karar vermiştir. Güney Kore danışmanlık hizmetleri sunmayı da kabul etmiş ve karşılıklı çıkar alanlarında çalışmalar ve projeler yürütmek üzere ortak çalışma grupları kurmuştur.

Anlaşma'da transfer edilen tüm materyallerin patlayıcı bir cihaz veya diğer askeri kullanımlar için kullanılmayacağı belirtilmektedir. Taraflar, her iki tarafın önceden

73_ Mustafa Kibaroglu'na göre, "Turkey's Quest for Peaceful Nuclear Power," *The Nonproliferation Review*, (İlkbahar/Yaz 1997), <http://cns.miis.edu/npr/pdfs/kibaro43.pdf>.

74_ "South Korea; Nuclear; KEPCO bids for Turkey Nuclear Project," *Modern Power Systems*, 31 Ocak 1999.

anlaştığı durumlar dışında, Türkiye'nin yüzde yirmiden fazla zenginleştirme yapmayacağını ve tüketilmiş yakıt çubuklarını yeniden işlemeyeceğini kabul etmiştir. Türkiye'nin IAEA INFCIRC/225 uyarınca spesifik fiziksel korunma önlemleri uygulaması gerekmektedir. Taraflar, transfer edilen teknoloji ve materyalden IAEA'nın sorumlu olacağını ve bu materyalin hiçbirinin yeniden transfer edilemeyeceğini kabul etmiştir.

4.3.6. Türkiye ve Güney Kore'nin Nükleer Reaktör Müzakereleri

2008'de KEPCO, ENKA ile, nükleer reaktör satışını kolaylaştırmak için bir Mutabakat Anlaşması imzalamıştır.⁷⁵ Ancak, KEPCO, Türkiye'nin YİD finansman modelinde ısrar etmeye devam etmesi ve kredi garantisi vermemesi nedeniyle bir teklif vermeyeceğini belirtmiştir. 2009'da, KEPCO ve Türkiye, ülkenin Karadeniz sahilindeki Sinop tesisinde konumlanacak iki adet APR 1400 hafif su reaktörünün satışını görüşmüştür.⁷⁶ Müzakereler nihayetinde Haziran 2010'da bir nükleer işbirliğine ilişkin bir Mutabakat Anlaşmasının imzalanmasıyla sonuçlanmıştır.⁷⁷ Ancak, bir kez daha, Türkiye'nin finansman koşullarına ilişkin tartışmalar anlaşmayı raydan çıkarmıştır. Bu sefer de iki taraf garanti edilen elektrik satışlarının fiyatında anlaşamamıştır. Güney Kore'nin kilovat/saat başına daha yüksek bir fiyatı tercih ederken Türkiye'nin fiyatları düşük tutmak istediği bildirilmiştir.⁷⁸

KEPCO'nun prensip olarak bir yap, sahip ol, işlet (YSİ) üzerinde anlaşmaya vardığı, ancak üzerindeki riski ve finansal yükü azaltmak üzere Türk hükümetinden başta projenin en büyük hissedarı olması olmak üzere⁷⁹ bazı garantileri istediği anlaşılmaktadır. YSİ modeli, KEPCO'nun inşaat için yüzde 100 finansman sağlamasını, yatırım bedelinin garanti edilen elektrik satışından karşılanmasını ve reaktörde çoğunluk mülkiyet payını korunmasını öngörmektedir.

Mayıs 2011'de, Güney Kore Türkiye'nin inşaat için hazine kredisi sunması yönündeki taleplerinden vazgeçtiğinde görüşmeler ivme kazanmıştır⁸⁰. Müzakereler halen devam etmektedir.

4.3.7. Fransa ve Türkiye'nin Nükleer İşbirliği Anlaşması

Fransa ve Türkiye nükleer işbirliği anlaşmasını 21 Eylül 1999'da imzalamış ve bu

75_ "KEPCO Eyes 1st Atomic Power Plant in Turkey," *Korea Times*, 27 Ocak 2008.

76_ "S.Korea, Turkey in talks on nuclear power deal," *Trend Daily Economic News*, 27 Aralık 2009.

77_ "S. Korea, Turkey sign nuclear power accord," *Agence France Presse*, 15 Haziran 2010.

78_ Sarah Tzinieris, "Turkish Nuclear Plant Project Falts over Pricing Disagreement with South Korea," *IHS Global Insight*, 17 Kasım 2010.

79_ Adı geçen eser.

80_ Ümit Enginsoy, "South Korea revisits Turkish nuclear power plant bid," *Hurriyet Daily News*, 26 Mayıs 2012, <http://www.hurriyetdailynews.com/south-korea-revisits-turkish-nuclear-power-plant-bid.aspx?pagelD=238&nID=21620&NewsCatID=348>.

anlaşma 25 Şubat 2011’de onaylanmıştır. Taraflar aşağıdaki koşullarda işbirliği yapmaya karar vermiştir:

- Temel ve uygulamalı araştırma,
- Nükleer enerjinin tarım, tıp ve endüstri alanlarındaki kullanımları,
- Nükleer enerjinin elektrik üretimi için kullanımı,
- Nükleer güvenlik, radyasyondan koruma ve çevre koruma,
- Nükleer yakıt ve atık yönetimi,
- Uranyum ve toryum rezervlerinin keşfi ve işlenmesi,

Tarafların materyallerin veya teknolojilerin transferine ilişkin mutabık kalmaları durumunda, Fransa ve Türkiye personel değişimleri ve eğitim, ortak araştırma ve geliştirme aktiviteleri ve nükleer teknolojisi hakkında konferans ve sempozyumların düzenlenmesi için anlaşmaya varmıştır. Söz konusu anlaşmada bilimsel değişimlerin ayrıntılarının ayrıca kararlaştırılacağı belirtilmektedir. Bu uygulamayı kolaylaştırmak üzere Taraflar spesifik konuları tartışmak ve bunların en iyi nasıl ilerletilebileceğini belirlemek üzere bir Ortak İrtibat Grubu ve bir Ortak Uzman Grubu kurmuştur.

Anlaşmada, Türkiye’nin tüketilmiş yakıt çubuklarını yüzde yirminin üzerinde zenginleştirmemesini veya yeniden işlememesini şart koşan bir hüküm içermektedir. Anlaşmada barışçıl kullanımı sağlamak üzere IAEA’ya rol verilmektedir. Nükleer enerji veya materyallerin üçüncü taraflara transferi, iki tarafın önceden bu konuda anlaşmış olması durumu haricinde, yasaktır. Taraflar transfer edilen materyalin IAEA INFCIRC/255 hükümleri uyarınca depolanmasına karar vermiştir.

4.3.8. Türkiye ve Fransa’nın Nükleer Müzakereleri

Anlaşmaya rağmen, iki taraf Fransız nükleer teknolojisinin satışı konusunda hiçbir zaman uzlaşmaya varamamıştır. 1983’te, *Framatome*, Akkuyu tesisinde 900 MW’lık bir reaktör inşa edilmesi için teklif vermiştir.⁸¹ Ancak, Türkiye, kısa sürede *GE*, *KWU*, ve *AECL*’ye döndüğünden müzakereler kesilmiştir. 1996’da, Türkiye, *Framatome* ve yedi diğer tedarikçiyi, Akkuyu tesisindeki bir reaktör için ihaleye teklif vermeye davet etmiştir.⁸² Nihayetinde, *Framatome* ve *Siemens* bir ortak girişim kurarak bir teklif sunmuştur.⁸³ Türkiye’nin Eski Başbakanı Necmettin Erbakan’ın, Türkiye’nin reaktöre yakıt ikmali yapmak üzere yerli uranyum rezervlerini kullanma arzusu nedeniyle daha çok Kanada teklifini tercih ettiği bildirilmiştir. Erbakan’ın kendi kendine yeten bir nükleer program geliştirme hedefi 1996 ihalesinin koşullarıyla birleştirildiğinde *Framatome-Siemens* girişimini yarışmadan çekilmiştir.⁸⁴ Daha önce de belirtildiği gibi, ihale, 2000’deki finansman sorunlarından dolayı, nihayetinde iptal edilmiştir.

81_ “Framatome and Alstom-Atlantique have submitted a technical proposal to Turkey,” *Nucleonics Week*, 15 Eylül 1983.

82_ “Ankara invites bids for first reactor at Akkuyu by end-June 1997,” *FT Energy Newsletters – European Energy Report*, 30 Aralık 1996.

83_ “Turkey extends tender for nuclear power station,” *FT Energy Newsletters – European Energy Report*, 27 Ocak 1997.

84_ Mark Hibbs, “NPI sees little hope, AECL edge Turkish nuclear project,” *Nucleonics Week*, 1 Mayıs 1997.

2007'de, Fransız nükleer şirketi *AREVA*, Ankara'nın en son nükleer ihalesine teklif vermekte temkinli davranmıştır. *AREVA* ve diğer başlıca tedarikçiler, Türkiye nükleer yasalarında reform yapmadığı ve inşaat için daha gerçekçi bir zaman çizelgesi ortaya koymadığı sürece, uzun süredir devam eden müzakerelere katılmakta çekimser kalmıştır.⁸⁵ Türkiye'ye Avrupa Basınçlı Reaktör (EPR)⁸⁶ modeline belirli bir ilgi duysa da, *AREVA* nihayetinde ihaleye teklif vermeye karar vermiştir.

Ocak 2011'de, *AREVA* ve *GDF Suez*'den oluşan bir temsilci ekibi Sinop tesisinde bir nükleer reaktörün inşa edilmesine ilişkin ön görüşmeleri gerçekleştirmiştir. Ancak, o dönemde, Türkiye'nin Japon *Toshiba* ile Aralık 2010 anlaşması üç ay boyunca daha ayrıntılı bir görüşme yapılmasını engellemiştir.⁸⁷ Fransa ile nükleer alandaki işbirliği özellikle Sarkozy döneminde Fransız hükümetinin Türkiye'ye yönelik hasmane tutumu nedeniyle de darbe almıştır. O şartlarda bir Fransız şirketi olan *AREVA*'nın Türkiye'deki büyük çaplı bir nükleer ihalesine girmesi siyaseten mümkün değildi. Fransa'da iktidarın el değiştirmesi sonrasında, Türkiye ile Fransa arasındaki nükleer işbirliğinin de gelişmesi beklenebilir. Özellikle Türkiye'nin sivil nükleer programından zaman içinde *AREVA*'nın da pay alması sözkonusu olabilir.

4.3.9. Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri

Yakın ilişkiler ve nükleer işbirliği alanında uzun bir geçmişe sahip olmalarına rağmen, Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri bir nükleer işbirliği anlaşmasının hüküm ve koşulları üzerinde anlaşmakta zorlanmıştır. 2000'de başlayan müzakereler, ABD'nin nükleer alanda işbirliğine başlayacağı ortaklarından zenginleştirme ve yeniden işlemeden imtina etmelerini istemesiyle yavaşlamıştır. Zenginleştirme veya yeniden işlemeden vazgeçmemiş olan Türkiye nükleer teknolojilere erişimi sınırlayan hükümleri kabul etmeyi reddetmiştir.

ABD Yönetimi bir taraftan da Nükleer Tedarikçiler Grubu üyelerini halihazırda bu nitelikte bir altyapıya sahip olmayan devletlere zenginleştirme ve yeniden işleme transferini yasaklamaları için ikna etmeye çalışmaktaydı.⁸⁸ Türkiye bu çabalara direnerek alıcı devletin IAEA kurallarına uyması durumunda, zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojisinin transferine karşı herhangi bir kısıtlama olmaması gerektiğini savunmuştur.⁸⁹

85_ Mark Hibbs, "Areva and AECL react cautiously to Turkey's bid for reactors," *Platts Nucleonics Week*, 8 Şubat 2007.

86_ Ann MacLachlan, "Areva wants to sell EPRs to Turkey, but awaiting invitation to bid," *Platts Nucleonics Week*, 21 Şubat 2008.

87_ "Turkey discussing cooperation with French nuclear companies," *Platts Nucleonics Week*, 13 Ocak 2011.

88_ Fred McGoldrick, "Limiting Transfers of Enrichment and Reprocessing Technology: Issues, Constraints, Options," Belfer Bilim ve Uluslararası Merkezi Raporu, Harvard Kennedy School, Mayıs 2011, http://belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/21010/limiting_transfers_of_enrichment_and_reprocessing_technology.html?breadcrumb=%2Fexperts%2F368%2Fmatthew_bunn%3Fpage%3D3.

89_ Adı geçen eser

Altı yıllık müzakerenin ardından, TBMM 2006'de nükleer işbirliği anlaşmasını onaylamıştır. Nihai belge, ABD kökenli çekirdeği parçalanabilir materyallerin zenginleştirilmesi ve yeniden işlenmesine bir kısıtlama getirirse de, bu eylemleri doğrudan yasaklayan bir hüküm içermemektedir. Taraflar aşağıdaki konularda işbirliği yapmayı kabul etmiştir:

- Reaktörlerin geliştirilmesi, tasarımı, monte edilmesi, işletilmesi, bakımı ve kullanımı, reaktör yakıtı üretimi, reaktör deneyleri ve devreden çıkarma,
- Materyallerin fiziksel ve biyolojik araştırma, tıp, tarım ve endüstri alanlarındaki kullanımı,
- Dünya genelinde, nükleer yakıt tedarikinin garanti edilmesi ve nükleer atık yönetimine ilişkin uygun tekniklere yönelik çok taraflı yaklaşımlar dahil, gelecekteki sivil nükleer ihtiyaçlarını karşılama yollarını inceleyen yakıt döngüsü çalışmaları,
- Materyal, ekipman ve parçalarına yönelik tedbirler ve bunların fiziksel olarak korunması,
- Nükleer enerjiye ilişkin sağlık, güvenlik ve çevre değerlendirmeleri,
- Nükleer enerjinin ulusal enerji planlarında oynayabileceği rolün değerlendirilmesi.

Türkiye, ABD kökenli çekirdeği parçalanabilir materyalleri zenginleştirmemeyi veya, reaktör radyasyon durumu dışında, tarafların önceden anlaşmaya varmamışsa, tüketilmiş nükleer yakıtın şeklini veya içeriğini değiştirmeyecektir.

Taraflar, Türkiye'ye transfer edilmiş olan tüm ABD kökenli çekirdeği parçalanabilir materyallerin, medikal radyoizotop üretimi haricinde, düşük oranda zenginleştirilmiş uranyum içereceğine ilişkin anlaşmaya varmıştır. Yüksek oranda zenginleştirilmiş uranyum veya nükleer silahlarda kullanabilecek plütonyum transferi bir araştırma reaktörü için gerekli miktarı aşmayacaktır. Radyasyon detektörleri için gerekli materyel bu sınırlamanın dışındadır. Taraflar ayrıca nükleer reaktörlerin yakıt güvenliğini sağlamak adına nükleer yakıt döngüsü için olası çok taraflı düzenlemeleri de değerlendirmeye almışlardır.

Anlaşma, diğer birçoğunda olduğu gibi, spesifik olarak transfer edilen materyalin nükleer silah üretimi için kullanılmayacağını belirtmektedir. ABD anlaşmasında da transfer edilen hiçbir bir materyalin silah araştırmalarında kullanılmayacağı belirtilmektedir. Uyumu sağlamak üzere, anlaşmada, Türkiye'nin tedbir anlaşmasına uygun olarak, IAEA'nın denetimlerden sorumlu olacağı ifade edilmektedir. Taraflar, transferin edilen tüm materyallerin uygun şekilde sayımını ve depolanmasını sağlamak üzere IAEA INFCIRC/153 (düzeltilmiş versiyon) ile uyumlu bir hesaplama yöntemini oluşturmakla da yükümlüdür. Ayrıca, her iki Taraf, IAEA INFCIRC/22 ile uyumlu şekilde fiziksel koruma önlemlerini uygulamayı kabul etmiştir.

4.3.10. Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nin Nükleer Reaktör Müzakereleri

Türkiye ve Amerikan nükleer şirketleri nükleer enerji reaktörlerinin satışı konusunda hiçbir zaman anlaşmaya varmamıştır. Diğer başlıca tedarikçiler gibi, Amerikan nükleer şirketleri *General Electric* ve *Westinghouse* Türkiye'nin nükleer ihalelerinin

çoğunda, hatta neredeyse tamamında yer almıştır. 1983'te, *General Electric*, *AECL* ve *Batı Almanya'dan Kraftwerk Union (KWU)* Türkiye'nin iki farklı yerindeki üç nükleer santral inşaatı için bir niyet mektubu imzalamıştır. Ancak, Türk hükümetinin ihale şartlarını değiştirmesi ve Akkuyu'da karar kılması neticesinde üç potansiyel tedarikçiden bir tur daha teklif vermeleri istenmiştir.⁹⁰ Aylar süren müzakerelerin ardından, Türk hükümeti, *Westinghouse* konsorsiyumundan *AECL* ve *KWU*'ya Akkuyu tesisindeki reaktörün inşaat masraflarına binaen önden 1 milyar dolar ve faiz için de 1 milyar dolar ödemesini istemiştir. Türk hükümeti onbeş yıl boyunca garanti edilecek elektrik alımı ile yatırımı geri ödeyecektir. Ankara sözleşme süresince tesisi kamulaştırmayacağını da belirtmiştir.

O dönemde, anlaşıldığı kadarıyla Türkiye, her ne kadar *Westinghouse-Mitsubishi* konsorsiyumunun teklifi söylentilere göre hem *AECL* hem de *KWU*'s'tan 200 milyon dolar daha düşük olsa da, *Westinghouse*'u bir pazarlık kozu olarak kullanmıştır.⁹¹ Her halükarda, Türkiye *Westinghouse*'a finansman değişikliklerini bildiren resmi bir niyet mektubunu hiçbir zaman göndermemiştir.⁹² Bundan kısa bir süre sonra, *Westinghouse* ile görüşmeler sona ermiştir.⁹³

1997'da Türkiye bir nükleer ihale için uluslararası tedarikçileri bir kez daha ihaleye çağırmıştır. Başlangıçta, Ankara, YİD finansman modelinde ısrar etmekten vazgeçerek bir anahtar teslim projeyi tercih edeceğini belirtmiştir.⁹⁴ Türk yetkililer reaktörün basınçlı hafif su veya ağır su reaktörü olması gerektiğini öngörmüştür; çünkü bunlar uzun bir zamandan beri kullanılmaktadır, kanıtlanmış bir geçmişe sahiptir ve menşe ülkede lisans almıştır.⁹⁵ İhalede tedarikçi ülkenin maksimum 1.400 MW güç çıkıtısına sahip bir veya birden çok reaktör inşa edilmesi konusunda ısrar edilmiştir. Türkiye teklif veren şirketin daha fazla sayıda santral inşaatı seçeneğini de dahil etmesini talep etmiştir. Türkiye %100 satıcı finansmanında ısrarcı olmuş ve bir kez daha *AECL*, (Almanya'nın birleşmesinden sonra *Kraftwerk Union* şirketini satın alan) *Siemens* ve *Westinghouse*'dan teklif almaya hedeflemiştir.

O dönemde iktidarda olan Refahyol hükümetinin Kanadalı CANDU reaktörünü tercih ettiği öne sürülmektedir. Ancak Refahyol'un iktidardan düşmesi neticesinde *Westinghouse* Türkiye'nin tercih edilen satıcı listesinde en üst sıraya çıkmıştır. Anadol-D hükümeti *AECL* ve *Siemens*'in itirazlarına rağmen teklif verme sürecini *Westinghouse*'a uyması için iki kez uzatmıştır.⁹⁶

Türkiye, ihalenin teknik analizindeki gecikmelerden dolayı, ihaleye ilişkin nihai kararını müteaddit kereler ertelemiş ve en sonunda 2000 yılındaki derin ekonomik

90 "The Contest for the Sale of a Nuclear Reactor to Turkey is Wide Open," *Nucleonics Week*, 15 Aralık 1983.

91 Ann Taboroff, "Turkish Government Trying to Negotiate Akkuyu Financing by December," *Nucleonics Week*, 18 Ekim 1984.

92_ Adı geçen eser.

93_ Ray Silver, "Akkuyu financing guarantees being sought from three nations," *Platts Nucleonics Week*, 19 Aralık 1985.

94_ Mark Hibbs, "World Finance, Regional Gas Market keys to Turkey's Akkuyu Project," 28 August 1997.

95_ Adı geçen eser.

96_ Mark Hibbs, "Turkey's pro-U.S. regime extends bidding, which may boost Westinghouse bid," *Nucleonics Week*, 4 Eylül 1997.

kriz ortamında iptal etmiştir.⁹⁷ Bu zor ekonomik şartlarda doğal gaz daha cazip bir seçenek olarak algılanmış ve nükleer enerjiden vazgeçilmiştir.

4.3.11. Türkiye ve Rusya'nın Nükleer İşbirliği Anlaşması

Ağustos 2009'da, Türkiye ve Rusya, bir nükleer işbirliği anlaşmasına ilişkin müzakereleri tamamlamıştır. Spesifik olarak, Taraflar aşağıdaki alanlarda işbirliği yapmaya karar vermiştir:

- Nükleer enerjinin barışçıl kullanımı alanında araştırma ve geliştirme,
- Kontrollü termonükleer füzyon,
- Ticari ve araştırmaya yönelik nükleer reaktörlere ilişkin mühendislik, inşaat, montaj, işletme, modernleştirme, test etme, bakım ve devreden çıkarma işlemleri,
- Ticari ve araştırma nükleer reaktörler için nükleer materyallerin, özellikle donanım ve ekipmanların ve nükleer yakıt döngüsü hizmetlerinin tedariki,
- Uranyum yataklarının araştırılması ve çıkarılması; ticari ve araştırmaya yönelik nükleer reaktörlere yönelik parça ve materyallerin geliştirilmesi ve üretimi,
- Nükleer ve radyasyon güvenliği alanında düzenleyici faaliyetler; iyileştirilmiş ve yenilikçi reaktör ve nükleer yakıt döngüsü teknolojilerinin geliştirilmesi,
- Nükleer ve radyolojik güvenlik, çevre koruma, acil duruma yanıt, radyoaktif atıkların arıtılması,
- Nükleer ve radyoaktif materyallerin kaydı ve kontrolü ve nükleer ve radyoaktif materyallerin, tesislerin ve radyasyon kaynaklarının fiziksel korunması,
- Radyoizotop üretimi ve kullanımı.

İşbirliği, ortak kararlaştırılmış projeler, ortak çalışma gruplarının oluşturulması, veri ve personel değişimi, konferansların organize edilmesi, personel eğitimini de içermektedir. Bu bağlamda 300 Türk öğrencinin Moskova'da nükleer teknoloji konusunda eğitim veren akademik kurumlarda eğitim aldıktan sonra Akkuyu santralinde çalışma fırsatı elde edecek olmalarının altı çizilebilir.⁹⁸ Anlaşmada öngörülen çok sayıdaki faaliyeti kontrol ve koordine etmek üzere, taraflar bir Ortak Koordinasyon Komitesi kurmaya karar vermiştir.

Taraflar, Türkiye'nin Rusya kökenli yakıtını yüzde yirminin üzerinde zenginleştirmeyeceğine ve tüketilmiş yakıt çubuklarını yeniden işlemeyeceğine karar vermiştir. Transfer edilen çift kullanımlı teknoloji, nükleer silah üretimi için kullanılmayacaktır. Ayrıca, anlaşmada, yeniden işlemeye veya zenginleştirmeye tabi bir materyalin veya ekipmanın, Tarafların önceden uzlaştığı durumlar haricinde, üçüncü taraflara transfer edilmeyeceği belirtilmiştir. Rusya Türkiye'ye gelecekteki reaktörleri için yakıt çubuğu sağlamakla ve tesis içinde nükleer yakıt havuzlarında yeterince soğuduktan sonra tüketilmiş yakıtı geri almakla yükümlüdür. Her iki taraf, kimyasal yeniden işleme, uranyum zenginleştirme,

97_ Mark Hibbs, Ann MacLachlan ve Ray Silver, "Turkey drops Akkuyu project, citing IMF Economic Program," *Platts Nucleonics Week*, 27 Temmuz 2000.

98_ "Turkish students learning nuke know-how in Russia," *Hurriyet Daily News*, 26 Mart 2012, <http://www.hurriyetdailynews.com/turkish-students-learning-nuke-know-how-in-russia.aspx?pageID=238&nID=16804&NewsCatID=348>.

ağır su üretimi ve yüzde yirminin üzerinde zenginleştirilmiş uranyuma yönelik teknolojilerin transfer edilmeyeceğini kabul etmiştir.

Anlaşmada, Türkiye'nin IAEA INFCIRC/225 uyarınca tesis güvenliği sağlamasını ve Rusya'dan transfer edilen herhangi bir materyalin üçüncü taraflara gönderilmemesini sağlamasını şart koşturmuştur. Transfer edilen teknolojilerin denetimi Türkiye'nin IAEA tedbir anlaşması uyarınca yapılacaktır.

4.3.12. Türkiye ve Rusya'nın Nükleer Müzakereleri

Mayıs 2010'da, Türkiye ve Rusya Akkuyu tesisindeki dört nükleer santral reaktörünün inşaa edilmesi için inşaat koşulları üzerinde anlaşmıştır. Yirmi milyar dolarlık anlaşma, yap, işlet ve sahiplen modelini benimseyen ilk nükleer santral anlaşmasıdır. Anlaşma koşulları altında, Rosatom tesisin sahibi olacaktır. Rus firma inşaat ve işletme için gerekli finansman kaynağının bulunmasından da yükümlüdür.⁹⁹ Birimlerin ikisinde üretilecek enerjinin yüzde 70'i montajdan 15 yıl sonra kilovat saat başına 12,35 Euro-sent'ten Türkiye piyasasına satılacaktır.¹⁰⁰ Üçüncü ve dördüncü reaktörlerde üretilen yüzde 30'u Türkiye piyasasına satılacakken enerjinin kalan kısmı rekabetçi fiyatlarda uluslararası piyasaya satılacaktır.

15 yıllık dönem sonunda, Akkuyu nükleer santralinden elde edilen karın % 20'si Türk hazinesine gelir olacaktır. Anlaşmada çoğunluk hissesinin Rus şirkete kalması öngörülmektedir. Ancak % 49 oranında yerli yatırımcı girişine olanak sağlanmıştır. Rosatom inşaatın 2013 sonunda başlayacağını ifade etmektedir. İlk reaktörün nükleer parçalanma zincir reaksiyonun kendi kendine devam ettiği aşamaya 2018'de ulaşacağı tahmin edilmektedir. İkinci, üçüncü ve dördüncü reaktörlerin ise bu aşamaya bunu takip eden yıllık aralıklarda ulaşması planlanmıştır.¹⁰¹

5- Sonuç: Nükleer Teknoloji Transferine Dair Kurallar, Uygulamalar ve Türkiye

Türkiye'nin çok sayıdaki nükleer işbirliği anlaşmalarının tümü barışçıl nükleer işbirliğinin derecesi ve kapsamına ilişkin benzer hükümler içermektedir. Bu anlaşmalarda nükleer enerji ve araştırma reaktörünün bakımı, işletilmesi, devreden çıkarılması ve güvenliği, uranyum ve toryumun çıkarılması ile nükleer

99_ "Nuclear Power in Turkey," Dünya Nükleer Birliği, Nisan 2012, http://www.world-nuclear.org/info/inf128-nuclear_power_in_turkey.html.

100_ David O'Byrne, "Akkuyu plant construction to begin in 2011, says Turkish energy ministry," *Platts Nucleonic Week*, 27 Mayıs 2010.

101_ Rosatom: Projeler, <http://www.rosatom.ru/wps/wcm/connect/rosatom/rosatomsite.eng/investmentstrategy/projects/>.

teknoloji transferine dair hükümler yer almaktadır. Söz konusu anlaşmalar ayrıca, Türkiye'nin radyoizotop üretimi ve araştırması ile bilimsel değişimler ve materyal transferlerinden bahsetmektedir. Her durumda, taraflar veri ve bilimsel personel değişiminde bulunmaya, düzenli olarak sempozyum ve toplantı düzenlemeye ve ortak projelerde işbirliği yapmaya karar vermiştir. Bu hükümler NPT Madde IV kurallarını yansıtmakta ve tedarikçilerin NPT yükümlülüklerini nasıl gördüklerine ışık tutmaktadır.

Anlaşmalar, ayrıca, çekirdeği parçalanabilir maddelerin nükleer silah üretimi için amaç dışı kullanımı veya kullanım amacından saptırılmasını son derece zor kılmak üzere yazılmıştır. Anlaşmalar, materyallerin veya teknolojilerin hiçbirinin barışçıl olmayan amaçlar için kullanılmayacağını spesifik olarak belirtmektedir. Bir anlaşma hariç, diğer hepsinde uranyumun yüzde 20'nin üzerinde zenginleştirilmesi ve tüketilen yakıtın yeniden işlenmesine karşı somut hükümler vardır. Söz konusu hükümler NSG kurallarını yansıtmaktadır. Biri hariç tüm anlaşmalarda, tedarikçilerin zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojilerini transfer etmeye ne derece istekli olduklarını belirtmemeleri dikkat çekicidir. Bunun yerine yakıt döngüsünün öğelerine referans yapan muğlak bir dil kullanılmıştır.

Bir istisna, Türk-Arjantin nükleer işbirliği anlaşmasıdır. Anlaşma, Arjantin NSG'ye katılmadan önce imzalanmıştır. Her ne kadar anlaşmanın uygulanmasında fazla ilerleme kaydedilmemiş olsa da, anlaşma yakıt döngüsünün başlangıç aşamasındaki işbirliğine ve büyük ölçekli elektrik üretimi için kuşku uyandıran küçük reaktörlerin üretimine yönelik işbirliğinden bahsetmiştir. Buna rağmen, anlaşmada halen çekirdeği parçalanabilir maddelerin ana amacından sapmaması gerektiğine ilişkin somut hükümler ve nükleer silahların üretimini yasaklayan açık bir hüküm yer almaktadır. Ancak, anlaşmanın koşulları, NSG ve nükleer silahların yayılmasını önlemeye yönelik kurallar ile uyumlu değildir.

Herhalvekarda, materyallerin barışçıl olmayan amaçlarla kullanılmamasını sağlamak üzere IAEA'ya rol verilmektedir. Anlaşmalar özellikle ana uygulama mekanizması olarak Türkiye'nin 1981 tarihli tam kapsamlı tedbir anlaşmasına referans yapmakta ve IAEA'nın kendi görevlerini yerine getirmedeğinin saptanması üzerine iki taraflı bir tedbir anlaşmasının akdedilmesini şart koşan ayrı hükümler içermektedir. Buna ek olarak, Türkiye'nin nükleer tesislerini denetlemesi için IAEA'ya daha fazla yetki veren ek protokolü imzalama kararı Ankara'nın nükleer silah üretimine yönelebileceği iddialarını da zayıflatmaktadır.

Önümüzdeki dönemde, uluslararası şirketlerin Türkiye'ye nükleer reaktör satmaya yönelik ilgililerinin devam etmesi beklenmelidir. Ancak, tedarikçi devletlerin Türkiye'ye zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojisini doğrudan transfer etme olasılıkları düşüktür. Dolayısıyla, Ankara, IAEA ile iyi bir ilişki içinde olan tüm ülkelerin NPT'den kaynaklanan zenginleştirme ve yeniden işleme haklarına halel getirilmemesi yönündeki ilkesel pozisyonu ile tedarikçi devletlerin hassas yakıt döngüsü teknolojilerinin satışından imtina etmek isteyen tutumları arasında bir orta yol bulmaya çalışmalıdır. Eğer Türkiye'nin Rusya ile nükleer müzakereleri bir referans noktası olarak alınırsa, Ankara'nın gayri resmi olarak nükleer yakıt garantilerine ve geri alma hükümlerine dayalı bir politika izlemiş olduğu ortaya çıkmaktadır. BAE stili hükümleri kabullenmeye istekli olmayan Türkiye, nükleer yakıt döngüsüne ilişkin stratejisini açıklığa kavuşturarak nükleer hedefleri hakkındaki süregelen bazı kaygıları gidermeye yardımcı olmalıdır. Ankara,

Türkiye'nin nükleer hedefleri, bu reaktörlere nasıl yakıt sağlamayı planladığı, atık ve tüketilmiş yakıtı dair planları ve Türkiye'nin zenginleştirme ve yeniden işlemeyi ne koşullarda uygulamayı düşündüğüne ilişkin ayrıntılar içeren kapsamlı bir strateji raporu yayınlamalıdır¹⁰².

Ankara, bu çabalara, nükleer bilimlerdeki uzmanların ve öğrencilerin değişimi için ikili anlaşmaların müzakeresinde daha proaktif bir çabayla karşılık vermelidir. Öte yandan Ankara, nükleer teknoloji transferinin "kara kutu" kuralları uyarınca yapılması şartına karşı çıkmaya devam etmelidir. Zira Türkiye'ye yapılacak teknoloji transferi ancak bu şartlarda yayılım kazanabilecektir. Ancak, bu çabalar reaktör satışları için YİSO modelinin benimsenmesiyle zora girmiştir. Türkiye-Rusya anlaşmasına göre, reaktör Türkiye'de inşa edilecek, bunun mülkiyeti ve işletmesi Rus şirketin sorumluluğunda olacaktır. Bu nükleer projede Türkiye'ye nükleer teknoloji konusunda bilgi birikimini geliştirmesi için ne derece faydalı olacağı belirsizdir. Bu aşamada yatırımcı grup içinde herhangi bir Türk şirketi yer almamaktadır. Dolayısıyla Türkiye'de inşa edilecek bu nükleer reaktöre dair tasarım bilgilerine olası Türk yatırımcı şirketlerin erişip erişmeyecekleri henüz net değildir. Ayrıca, halihazırda Moskova'da eğitim gören Türk öğrencilerin reaktör tesisinde nasıl bir rol oynayacakları da belli değildir. Akkuyu santralının orta veya uzun vadede, yerli bir şirketin ortak olacağı bir işletme modeline geçip geçemeyeceğine dair belirsizlikler, bu projeden Türkiye'ni teknoloji transferi ve bunun yayılımı anlamında elde edebileceği kazanımları somutlaştırılmamasına neden olmaktadır.

YİSO ile ilgili sorunlar, Türkiye'nin nükleer enerjiye geçiş arayışını gölgeleyen daha büyük bir sorunun göstergesidir. Ankara'nın nükleer teknoloji transferinde karşılaştığı zorluklar bir ölçüde de YİD ve YİSO finansman modelleri üzerindeki ısrarının sonucu olarak görülmelidir. Tedarikçiler, düşük fiyat garantilerine dayalı elektrik satışları vasıtasıyla yatırımın geri dönüşünün temin edilmesi yaklaşımına genelde şüpheli yaklaşmışlardır. Her ne kadar Türkiye'nin yaklaşık 60 yıllık nükleer enerjiye geçiş serüveni bu modelle yakın bir tarihte belirli bir başarı kazanmış olsa da, genel tablo hükümetin kendi belirlediği 2023 yılına kadar 23 nükleer enerji santrali inşa etme hedefini yerine getirmekte zorlanacağını göstermektedir.¹⁰³ Verilen demeçler, Türk hükümetinin gerçekçi olmayan bir inşaat programına sahip olmaya devam ettiğine işaret etmektedir. Nükleer enerjinin tarihi, Türkiye'nin nükleer enerji endüstrisini genişletebilmesi için yaklaşımını değiştirmesi ve daha geleneksel anahtar teslim yaklaşımı değerlendirmesi gerektiğini göstermektedir.

Nihayet Türk hükümeti nükleer enerjinin Türkiye'ye bir bütün olarak nasıl ve neden yarar sağladığına dair daha yaygın ve etkin bir çaba sergilemelidir. Söz konusu çabalar yalnızca enerji reaktörlerinin yararlarıyla sınırlı kalmamalı, ancak transfer edilen teknolojiden ve bunun çift kullanımından elde edilen bilgi birikimi ve becerilerin, nükleer tıp ve tarım gibi sektörlerde Türkiye'nin daha da gelişmesine nasıl yardımcı olacağını da dikkate alınmalıdır. Sonuçta Türkiye öğrenilen becerileri toplum yararına nasıl kullanmayı hedeflediğini daha net bir şekilde ortaya koymalıdır.

102_ Bu konulara raporda Hasan Saygın tarafından kaleme alınan incelemede daha ayrıntılı olarak yer verilmiştir.

103_ "Turkey to have 23 nuclear units, minister says," *Hurriyet Daily News*, 6 Haziran 2012, <http://www.hurriyetdailynews.com/turkey-to-have-23-nuclear-units-minister-says.aspx?pageID=238&nID=22486&NewsCatID=348>.

Bölüm IV

Türkiye'nin Nükleer Yakıt Döngüsüne İliŖkin Stratejisi





Hasan Saygın



Yönetici Özeti

Nükleer yakıt çevrimi, nükleer reaktörlerde uranyum yakıttan elektrik elde edilmesini sağlayan bir seri endüstriyel işlemdir. Uranyum madenciliğinden kullanılmış yakıtların ve atıkların nihai depolanmasına kadar çeşitli aşamaları içermektedir. Bu aşamalar kullanılan reaktörün tasarımı, tipi ve kullanılmış yakıtların işlenip yeniden çevrime sokulup sokulmayacağına bağlı olarak farklılık gösterir. En yaygın olarak kullanılan nükleer yakıt çevrimi, uranyum bazlı yakıt elemanı sadece bir kez kullanıldığı için tek geçişli yakıt çevrimi olarak da adlandırılan "Açık Yakıt Çevrimi" dir. Belirli bir kullanım periyodunun sonunda kullanılmış yakıt demeti reaktörden çıkarılır ve depolanır. Bununla birlikte kullanılmış yakıtın yeniden işleme tabi tutularak tekrar çevrime sokulduğu "Kapalı Çevrim" kullanımını bazı Avrupa ülkeleri ve Japonya'da giderek artmaktadır.

Bu çalışmada uluslararası konjonktürün ışığında, Türkiye'nin yakıt çevriminin ön ucu ile arka ucuna dair olası uzun dönem stratejileri ele alınmıştır. Bu noktada nükleer silahların yaygınlaşması riski taşınması nedeniyle, uranyum zenginleştirme ve yeniden işlemenin teknik olduğu kadar politik bir sorun olduğunun ve çözümün siyasi arenada bulunabileceğinin altını çizmek gerekir. Bu kritik teknolojilere sahip olmanın özünde teknolojik olmaktan çok siyasi bir çerçevede içinde mümkün olabileceği vurgulanmalıdır.

Nükleer Yakıt Çevriminin Aşamaları

Nükleer yakıt çevrimi uranyum aramaları ile başlar ve kullanılan ve çevrim süresince üretilen maddelerin depolanması ile sona erer. Nükleer yakıt çevrimine ilişkin endüstriyel işlemler serisi ön uç, ışınlama ya da reaktörün çalıştırılması, arka uç olmak üzere üçe ayırarak sınıflandırılabilir. Yakıt çevriminin ön ucu yakıtların ışınlanmasından önceki süreçleri kapsamakta, arka uç ise kullanılmış yakıtların reaktörden alınması ile başlamaktadır.

Kritik Nükleer Yakıt Çevrimi Teknolojilerine Dair Seçim Kriterleri

Enerji güvenliğinin stratejik ve jeopolitik boyutlarına bağlı olarak, "Kapalı" ya da "Açık" yakıt çevrimleri arasında bir seçim yapmak bu nedenle aynı zamanda siyasi bir karardır ve bir ulusal politika meselesidir. Mümkün birden fazla nükleer yakıt çevrimi olduğu için, nükleer enerji kullanan ülkelerin bu seçenekler arasından kendi öznel koşullarına ve önceliklerine uygun bir seçim yapmaları gerekir. Önerilen farklı sistemler arasında en iyi kararı vermek, doğru hedefleri, açık, tutarlı ve iyi düşünülmüş kriterleri gerektirir. Optimum bir yakıt çevriminin belirlenmesi için, önemine ya da öncelik derecesine göre ağırlaştırılarak, nükleer enerjiye ilişkin planlar için belirlenen zaman aralığı, zenginleştirme ve/veya yeniden işleme için gereken yatırım miktarı, komşu devletlerde yeniden işleme ya da zenginleştirme tesislerinin olup olmaması, doğal kaynakların durumu ve kamuoyu desteği gibi pek çok kriter dikkate alınarak bir karar analizi yapılması

gerekir. Ayrıca farklı yakıt çevrimleri farklı amaçlara farklı ölçüde hitap ederler. Yakıt çevrimi seçimi esasında ekonomik, politik, sosyal, yasal ve teknolojik büyük belirsizlikler mevcuttur. Bu nedendir ki mevcut yakıt çevrimi seçenekleri arasından en iyi seçimi yapmak kolay bir iş değildir. Ek olarak vurgulanmalıdır ki; nükleer enerjiye geçmek üzere düğmeye basan ülkeler için ön uç (uranyum zenginleştirme) ve arka uç (yeniden işleme) ile ilgili kararlar hala en kritik kararlar olarak kalmaya devam etmektedir.

Türkiye için Seçenekler ve Genel Bir Karar Analizi

Bir ülke nükleer enerji için düğmeye basarken hangi reaktör ve yakıt tiplerinin kullanılacağı kullanılmış yakıtlara ne olacağı, uzun süreli atık depolama için hangi yöntemlerin seçileceği gibi pek çok önemli soru gündeme gelir. En önemli kararlar ise:

- Yakıt çevrimi tipi (açık, kapalı veya kısmen kapalı) ve kullanılmış yakıt idaresi stratejisine ilişkin seçimler (Nükleer yakıt çevrimi tipinin seçimi önemli ve çok uzun dönem etkileri olacağından hayati öneme sahiptir.)
- Kendi yakıt çevrimi tesislerinin, özellikle zenginleştirme ve yeniden işleme tesisinin kurulması

ile ilgili olanlardır.

Yakıt Çevrimi Seçimi

Hafif Su Reaktörlerine dayanan Açık/ Tek Geçişli Nükleer Yakıt Çevriminin önümüzdeki birkaç on yılda, hatta yüzyılın kalan kısmında dünyanın her yerinde nükleer enerji sisteminin hakim unsuru olacağı açıktır. Nükleer teknolojiye sahip olmayan bir ülkenin bu gerçeklerden bağımsız bir tercih yapması gerçekçi değildir. Bu nedenle yakın ve orta dönem yatırımları için Hafif Su Reaktörlü Açık Çevrim, Türkiye için de tercih edilmesi gereken öncelikli seçenektir. Bu belirsizlik koşulları altında, nükleer programı küçük olduğu için atık üretimi düşük olan ülkelerin kullanılmış yakıtların depolanması için uzun dönem politikaları henüz yoktur. Bu ülkeler gibi daha uzun geçici (ara) depolamaya dayanan bir bekle ve gör politikası Türkiye için de bu aşamada daha makul bir yaklaşım olacaktır.

Zenginleştirme/Yeniden İşleme Tesisinin Kurulmasına İlişkin Karar Analizi

Nükleer enerjiye geçme kararı alan bir ülke bakımından diğer bir zorlu soru da nükleer programının bir parçası olarak kendi zenginleştirme/yeniden işleme tesisini kurmalı mıdır sorusudur. Bir zenginleştirme tesisinin kurulması ilk olarak çok yüksek sermaye yatırımı gerektiren bir işlemdir. Zenginleştirme tesisi inşa etmenin maliyeti birkaç milyar dolara çıkabilmektedir. Standart bir uranyum zenginleştirme tesisi 8-9 büyük güç reaktörüne yıllık yüklenecek yakıt için gereken miktarda zenginleştirilmiş uranyum üretebilir. Santralin sermaye maliyetini en hızlı şekilde makul bir sürede amorti edilebilmesi için tam kapasite çalıştırılması gerekir. Bu nedenle yerli uranyum zenginleştirme tesislerinin olması bir ülke için



sadece 10 GW (aşağı yukarı 8-10 Reaktör) kurulu kapasiteye sahip olduğunda ekonomik olarak haklılık kazanır.

Yine de, ekonomik değerlendirmelerden bağımsız olarak bir ülke yakıt arzı kesintilerinin politik bir araç olarak kullanılmasına karşı enerji güvenliğine ilişkin kaygılarla kendi zenginleştirme tesisini kurmak isteyebilir.

Bir ülkenin kendi Uranyum zenginleştirme tesisinin kurması, nükleer enerji santraline ilişkin yeterli yakıt arzının garantiye alınmasını sağlar. Böylesi bir altyapı, ülkenin enerji bağımsızlığını ve ulusal enerji güvenliğine katkıda bulunacaktır.

Öte yandan nükleer yakıt döngüsüne yönelik yatırımlar, küresel ölçekte nükleer silahların yayılmasına dair endişeleri de beraberinde getirmektedir. Bilindiği gibi uranyum zenginleştirme veya yeniden işleme tesisleri nükleer silah üretimine temel teşkil eden hammaddeleri –zenginleştirilmiş uranyum ya da plütonyum kullanılabilir. Reaktör yakıtı yapmak için uranyum zenginleştirmek ve kullanılmış yakıtlardan yeni reaktör yakıtlarında kullanılacak plütonyumu ayırmak için gereken teknolojiler silah yapımında ihtiyaç duyulan aynı fisil maddeleri elde etmek içinde kullanılabilir. Bu tip tesisleri tasarlamak, işletmek ve düzenlemek için ihtiyaç duyulan personelin eğitilmesi ve kazanılması nükleer silahların yapılmasına götüreceği gerekli yeteneklerle donatılmış iş gücünü sağlayabilir.

Bu nedenle potansiyel bir seçenek olarak nükleer enerjiyi araştıran geliştirmekte olan ülkelerde nükleer güç santrallerinin ve yakıt çevrimi tesislerinin potansiyel yaygınlaşması önde gelen geliştirmekte olan ülkelerin nükleer maddelerin ve nükleer silah üretme yeteneğinin diğer ülkelere yayılmasına yönelik kaygılarının büyümesine neden olmaktadır.

Sonuç

Türkiye'nin anahtar konumdaki karar vericilerinin tüm bu faktörlerin ve daha fazlasının bağımsız araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak araştırılmasını ve analiz edilmesini sağlaması zorunludur. Daha sonra önerileri ve bunlara eşlik eden riskleri değerlendirerek bir karar vermeleri gerekir. Bir ilk değerlendirmenin sonucu olarak şunları söylemek mümkündür:

Nükleer enerjiye geçiş yaparken en uygun teknoloji ve yakıt çevrimi seçimlerinin yapılması ülke için hayati öneme sahiptir. Diğer önemli kararlar ön uç (zenginleştirme) ve arka uca (kullanılmış yakıt yönetimi) ilişkindir. Yakın ve orta dönemde en ekonomik, güvenli ve uygun seçenek olduğu için Hafif Su Reaktörlü Açık Nükleer Yakıt Çevrimi önerilmektedir. Yeniden işleme ve yeniden çevrime sokma ihtiva eden kapalı veya kısmen kapalı yakıt çevrimleri ise öngörülebilir bir gelecekte ekonomik hale gelmesi beklenmediği için önerilmemektedir. Ek olarak günümüzdeki ve geçmişteki işletme deneyimlerinden yeniden işleme seçeneğinin atık hacmi ya da depolama alanı bakımından net bir üstünlüğü olmadığı da anlaşılmıştır. Kullanılmış yakıt yönetimine ilişkin olarak uzun süreli geçici (ara) depolamaya dayanan "bekle ve gör" stratejisi önerilir. Bununla birlikte geçici depolama reaktör kurulumunun entegre bir parçası olarak değerlendirilmeli



ve bunu için gerekli fiziksel ve yasal alt yapı daha başlangıçta kurulmalıdır. Bu aşamada kendi zenginleştirme ya da yeniden işleme tesisini kurması bu aşamada Türkiye için ekonomik olarak rasyonel bir seçim olmayacaktır. Uranyum zenginleştirme tesisinin kurulmasına yönelik bir kararın ekonomik olarak doğrulanması nükleer programının gelecekteki gelişimine ve planlamaların hayata geçirilmesine ilişkin zaman periyoduna bağlıdır. Ancak bu unsurlar güvenlik ve enerji güvenliği bakımından stratejik olarak önemli olabilir. Hal böyle olmakla birlikte, uluslararası toplumda nükleer yakıt döngüsü ile nükleer silahların yayılması potansiyeli arasında kurulmuş olan bağlantı nedeniyle, "Türkiye kendi zenginleştirme tesisini kurmalı mı?" sorusu ekonomik olmaktan ziyade siyasi yönü ağır basan çetrefilli bir soru olarak öngörülebilir gelecekte gündemde kalmaya devam edecektir.

1- Giriş

Nükleer yakıt çevrimi, nükleer reaktörlerde uranyum yakıttan elektrik elde edilmesini sağlayan bir seri endüstriyel işlemidir. Uranyum madenciliğinden kullanılan yakıtların ve atıkların nihai depolanmasına kadar çeşitli aşamaları içermektedir. Bu aşamalar kullanılan reaktörün tasarımı, tipi ve kullanılan yakıtların işlenip yeniden çevrime sokulup sokulmayacağına bağlı olarak farklılık gösterir. En yaygın olarak kullanılan nükleer yakıt çevrimi, uranyum bazlı yakıt elemanı sadece bir kez kullanıldığı için tek geçişli yakıt çevrimi olarak da adlandırılan "Açık Yakıt Çevrimi" dir. Belirli bir kullanım periyodunun sonunda kullanılan yakıt demeti reaktörden çıkarılır ve depolanır. Bununla birlikte kullanılan yakıtın yeniden işleme tabi tutularak tekrar çevrime sokulduğu "Kapalı Çevrim" kullanımını bazı Avrupa ülkeleri ve Japonya'da giderek artmaktadır.

Hayata geçirilebilecek birden fazla yakıt çevrimi vardır. Bununla birlikte, bunların arasından seçim yapılırken subjektif kriterlerden tam anlamıyla uzaklaşmak mümkün değildir. Zira objektif kantitatif ölçütler yeterince kesinlikle belirlenmiş değildir. Hala önemli teknik, ekonomik, politik, yasal ve finansal belirsizlikler mevcuttur. Üstelik farklı yakıt çevrimleri farklı amaçları farklı şekilde karşılar. Bu nedenle mevcut yakıt çevrimi seçenekleri arasından en iyisini bulmak kolay bir iş değildir. Nükleer enerji için düğmeye basan ülkeler için ön uç (uranyum zenginleştirme) ve arka uç (kullanılmış yakıt yönetimi) hala en kritik kararlar olarak kalmıştır.

Dahası enerji güvenliğini geliştirmek için kendi uranyum zenginleştirme veya yeniden işleme tesislerini kurmak isteyen gelişmekte olan bir ülke, nükleer silaha sahip olma arayışı içerisinde olduğuna dair objektif bir kanıt olmasa dahi nükleer programını kısıtlamak için yapılan ağır uluslararası baskılar ile karşı karşıya kalabilir. Ulusal güvenlik ve uluslararası stabilite sadece nükleer silahların devletler arasında yaygınlaşması tarafından değil, bir o kadar da silah yapımında kullanılacak nükleer maddelere erişmeye çalışan organize terörist grupların da tehdidi altındadır.

İran'ın son zamanlardaki durumu dikkate değer bir örnek teşkil etmektedir. Özellikle İran ve Kuzey Kore'yle ilgili kaygılar nedeniyle Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) Başkanı Mohamed El Baradei, zenginleştirme ve yeniden işleme etkinliklerinin uluslararası kontrol altındaki tesislerle sınırlandırılmasını ve kullanılan yakıtların bertarafının ve yönetiminin çok uluslu düzenlemelerle sıkı bir şekilde kontrol altına alınmasını önermiştir. Bu gelişmelerin ışığında Türkiye'nin ya da herhangi bir gelişmekte olan ülkenin kendi kritik yakıt çevrimi tesislerini kurması için teşvik edilmesini beklemek gerçekçi olmaz.

Bu çalışmada uluslararası konjonktürün ışığında, Türkiye'nin yakıt çevriminin ön ucu ile arka ucuna dair olası uzun dönem stratejileri ele alınacaktır. Türk kamuoyunun atıkların uzun dönemde yönetimine ilişkin farklı seçenekler hakkında bilinç düzeyinin yükseltilmesi için depolamaya karşı yeniden

işlemenin avantaj ve dezavantajları tartışılacaktır. Bu noktada nükleer silahların yaygınlaşması riski taşınması nedeniyle, uranyum zenginleştirme ve yeniden işlemenin teknik olduğu kadar politik bir sorun olduğunun ve çözümün siyasi arenada bulunabileceğinin altını çizmek gerekir. Bu kritik teknolojilere sahip olmanın özünde teknolojik olmaktan çok siyasi bir çerçevede içinde mümkün olabileceği vurgulanmalıdır.

Müteakip bölümde temel yakıt çevrimi seçeneklerini kısaca anlatılmakta ardından küresel durum özetlenmektedir. Üçüncü bölümde karar vericilere bir ülke perspektifi sağlamak için Türkiye'nin durumuna ilişkin bir analiz gerçekleştirilmekte ve son bölümde sonuca ilişkin kısa değerlendirmeler sunulmaktadır.

2- Başlıca Mevcut Nükleer Yakıt Çevrimi Seçenekleri

2.1. Nükleer Yakıt Çevrimi

Nükleer yakıt çevrimi nükleer reaktörlerde uranyum yakıtlardan elektrik elde edilmesi için gerçekleştirilen, Uranyum madeninin çıkarılması ile başlayarak kullanılmış yakıtların depolanması ya da yeniden işlenerek tekrar çevrime sokulması ve radyoaktif atıkların nihai depolanması ile sonuçlanan bir seri endüstriyel işlem ve işletimdir. Nükleer yakıtların reaktörde kullanılması ve geçici depolanmasına ilişkin ara süreçleri de ihtiva eder.

2.1.1. Nükleer Yakıt Çevriminin Aşamaları

Nükleer yakıt çevrimi uranyum aramaları ile başlar ve kullanılan ve çevrim süresince üretilen maddelerin depolanması ile sona erer. Nükleer yakıt çevrimine ilişkin endüstriyel işlemler serisi ön uç, ışınlama ya da reaktörün çalıştırılması, arka uç olmak üzere üçe ayrılarak sınıflandırılabilir. Yakıt çevriminin ön ucu yakıtların ışınlanmasından önceki süreçleri kapsamakta, arka uç ise kullanılmış yakıtların reaktörden alınması ile başlamaktadır.

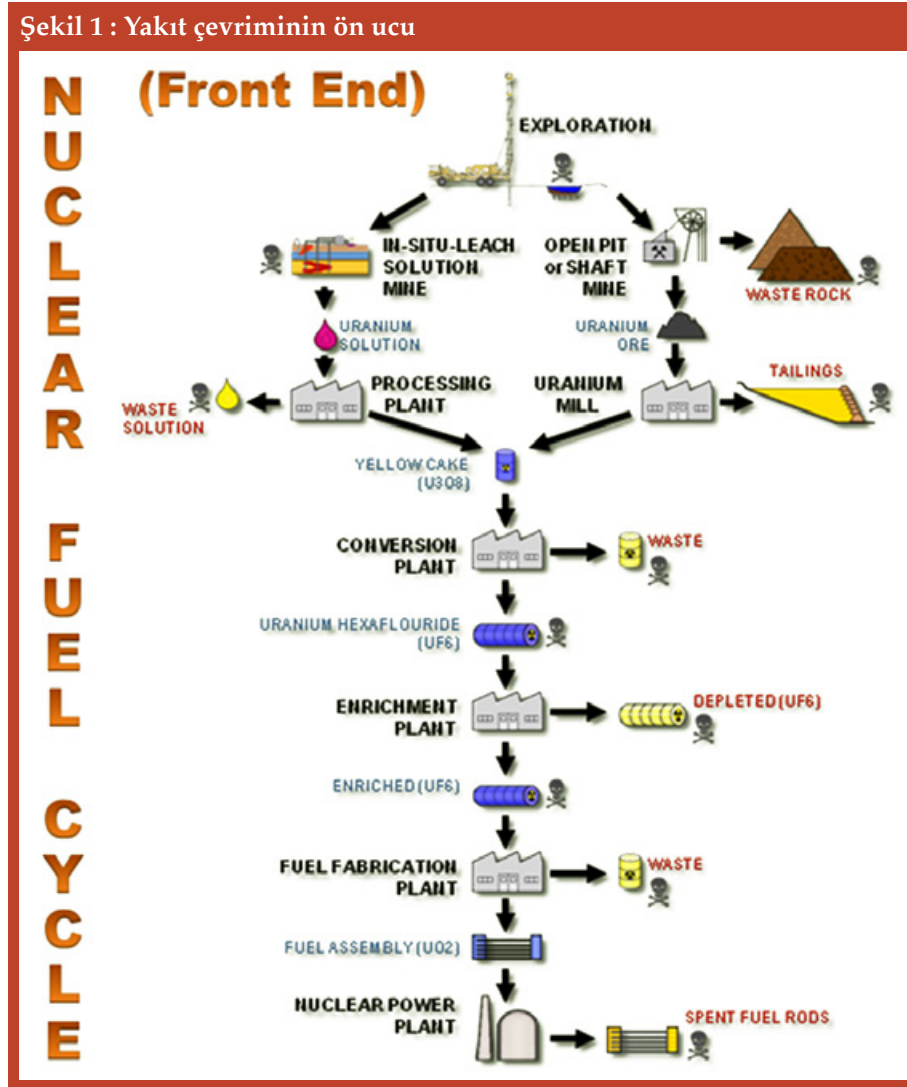
Ön –Uç:

Şekil 1 den görüldüğü gibi, yakıt çevriminin ön ucu aşağıdaki adımları içerir:

- **Uranyum Arama**
- **Uranyum Madenciliği:** Uranyum cevherinin yeraltından çıkarılmasına ilişkin süreçlerden oluşur.

- **Cevher İşleme Süreci:** Çıkarılan Uranyum cevherin öğütülmesi ve arıtılıp saflaştırılarak (yerinde özütleme dahil) Sarı Pasta olarak adlandırılan % 80 ila 90 oranında U_3O_8 içeren Amonyum Üranat elde edilmesine ilişkin kimyasal işlemleri kapsar.
- **Dönüştürme Süreci:** Arıtma ve sonraki işlemler için daha uygun forma dönüştürme ile ilgili işlemleri içerir. Sarı pasta bir seri kimyasal işlem ile UF_6 (Uranyum Hegzaflorür) gazına dönüştürülür.
- **Zenginleştirme:** Uygun oranda zenginleştirilmiş Uranyum konsantrasyonu elde etmek için UF_6 gazının Uranyum açısından izotopik zenginliğinin artırılmasına ilişkin süreçleri içerir.
- **Yakıt İmalatı:** Nükleer reaktöre girecek yakıt elemanlarının üretilmesine ilişkin işlemleri kapsar.

Şekil 1 : Yakıt çevriminin ön ucu



İşinlama/Nükleer Reaktör İşletimi

Yakıt elemanları reaktöre indirilir ve nötron ışınımına maruz bırakılarak meydana gelen fisyon reaksiyonları ile enerji üretimi sağlanır. Işınlanmış/kullanılmış yakıtlar Hafif Su Reaktörlerinde (LWR) 3 ila 5 yıl, Gaz Soğutmalı Reaktörlerde

(GCR) ve Basınçlı su reaktörlerinde (PWR) 1 yıl kadar olan bir kullanım periyodunun ardından reaktörden dışarı alınırlar.

Arka Uç

Temel olarak kullanılan yakıtların idaresi için iki temel seçenek söz konusudur:

- Kullanılmış yakıtlardaki Uranyum ve Plütonyumun (ve olasılıkla bazı ikincil aktinidlerin ve fisyon ürünlerinin) ayrıştırılarak tekrar çevrime sokulması ve geri kalan atıkların depolanması (Kapalı Çevrim).
- Kullanılmış yakıtların doğrudan depolanması (Açık Çevrim).

Her iki durumda da sürecin sonunda ortaya çıkan maddelerin yüksek seviyede radyoaktif atık olduğu belirtilmelidir. Yeniden işleme durumunda ağırlıklı olarak uzun ömürlü düşük seviyeli atıklar ve orta seviyede radyoaktif atıklar meydana gelirse de her iki tür atık da jeolojik depolamayı gerektirmektedir.

Yüksek seviyeli atıkların geçici depolanmasına ilişkin olarak tüm nükleer ülkelerinin belirli bir pratiği vardır. Geçici depolama için kullanılan yakıtların:

- Genellikle Reaktör alanı içerisinde bulunan havuzlarda muhafaza edildiği ıslak depolama,
- Reaktör alanı içerisinde ya da özel olarak tahsis edilen tesislerde havalandırma sistemi ya da doğal hava sirkülasyonu ile soğutulan varillerde muhafaza edildiği kuru depolama,

olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır.

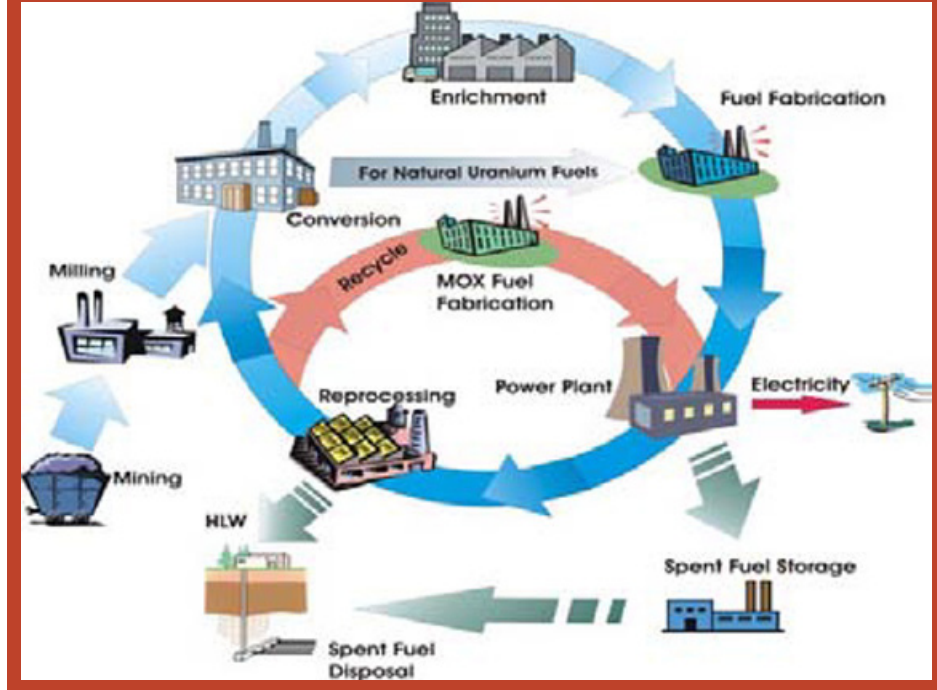
Nükleer Yakıt Çevriminin arka ucu çevrimin tipine bağlı olarak aşağıdaki adımlardan bazılarını içerir

- Kullanılmış yakıtların reaktörde (AR) kullanılan yakıt depolama tesislerinde (ıslak tip) geçici olarak muhafaza edilmesini sağlayan işlemler,
- Kullanılmış yakıtların reaktörden uzaklaştırılarak (AFR) dışarıdaki kullanılan yakıt depolama tesislerinde (ıslak ya da kuru) muhafaza edilmesi,
- Kullanılmış yakıt tekrar çevrime sokulması için içlerindeki faydalanılabilir materyallerinin çıkarılması ve reaktörde yeniden kullanılacak hale getirilmesine ilişkin işlemler,
- Kullanılmış yakıtların bertaraf edilmesi: Kullanılmış yakıtların yeniden kullanma amacını gütmeyen uygun olarak hazırlanmış bir tesise konulması.

2.1.2. Mevcut Nükleer Yakıt Çevrimi Tipleri

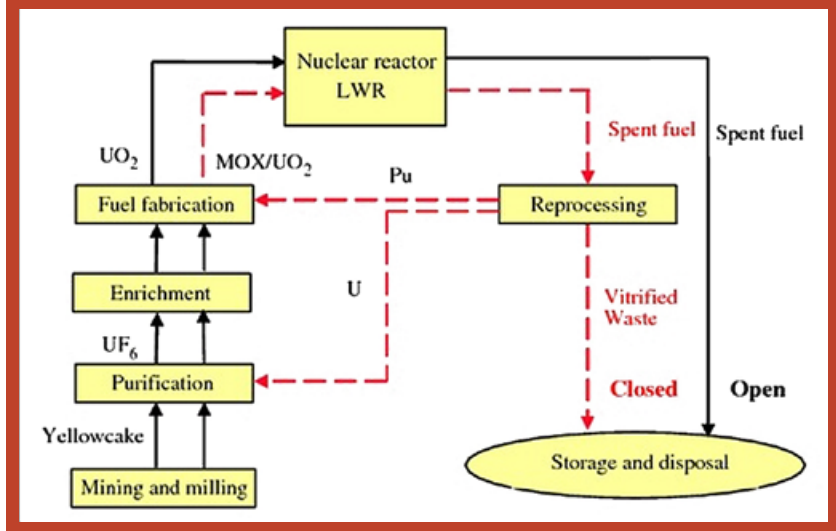
Kullanılan reaktör teknolojisine ve yakıtın tipine, kullanılan yakıtların işlenip tekrar çevrime sokulup sokulmayacağına bağlı olarak kategorize edilen bir kaç farklı nükleer yakıt çevrimi tipi vardır. Günümüz teknolojisinde, nükleer yakıt çevrimi seçenekleri en genel halde Şekil 2'de şematik olarak gösterildiği gibi "Açık Çevrim" ve "Kapalı Çevrim" olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.

Şekil 2 : Nükleer yakıt çevrim seçenekleri



Açık ve Kapalı çevrimler Şekil 3 de akış diyagramı olarak gösterilmiştir. Kullanılmış yakıtlar kullanım ömrünü tamamladıktan sonra reaktör kalbinden çıkarılır ve taze yakıtlar ile yer değiştirir. Kullanılmış yakıtlar yeniden işlenmiyor ise yakıt çevrimi "Açık Çevrim" ya da "Tek Geçişli Çevrim" olarak adlandırılır. Yakıtlar enerji üretiminde kullanıldıktan ve dışarı alındıktan sonra reaktörden uzaklaştırılmadan bir müddet reaktördeki havuzlarda bekletilir. Yakıtların taşımaya elverişli uygun koşullara ulaştıktan sonra, nihai depolara konulması planlanmıştır. Her ne kadar nükleer ülkelerin çoğu bu stratejiyi tercih etmişse de, kullanılmış yakıtlar için nihai bir depolama alanı henüz hiçbirinde kurulmamıştır. Bu Basınçlı Ağır Su Reaktörleri (PHWR) ve Grafit Moderatörlü Hafif Su Reaktörlerinde (RBMK) yaygın olarak uygulanan bir stratejidir.

Şekil 3 : Açık ve Kapalı Çevrim



Eğer kullanılmış yakıtlar belli bir soğutma periyodunun ardından kalan Uranyum ve Plütonyumu diğer aktinitlerden ve fisyon ürünlerinden ayırmak için yeniden işleme tabi tutulursa yakıt çevrimi “Kapalı” ya da “İki-Geçişli” Yakıt Çevrimi” olarak adlandırılmaktadır. Yeniden işleme sonucu elde edilen Uranyum ve Plütonyum ise yeni yakıt elemanları üretmek için kullanılır. Yeniden işleme ve tekrar çevrime sokmaya dayanan bu strateji bazı ülkelerde ağırlıklı olarak Hafif Su Reaktörlerinde (LWR) Karışık Oksit (MOX) yakıt olarak kullanılmaktadır. Nükleer maddelerin hızlı reaktörlerde yeniden çevrime sokulması da diğer bir kapalı çevrim stratejisidir ki, bu yeniden işleme sonucu elde edilen Uranyum ve Plütonyumun Hızlı Reaktör (FR) yakıtı üretmek için kullanılması anlamına gelir. Hafif Su Reaktörlerinin (LWR) kullanılmış yakıtlarından çıkarılan Uranyum ötesi elementlerle beslenen Hızlı Reaktörler nükleer atıkların toplam radyotoksikliğini önemli ölçüde ve atık miktarını dramatik ölçüde azaltabilir ve geleceğin teknolojilerinden biri olarak ciddiyle üzerinde durulmaktadır. Bununla birlikte günümüz koşullarında ekonomik olarak cazip bir seçenek değildir ve ticari gelişimi belirsizdir.

Kullanılmış yakıtlardan nükleer silahlarda kullanılabilen Plütonyumu ayırıştırın kimyasal yeniden işlemeyi içeren kapalı çevrim, nükleer silahların yayılması riskini arttırdığı için özel bir kaygı konusudur. Ek olarak pahalı olduğu gibi kimyasal ve radyotoksikliği nedeniyle çevre koruması bakımından da hassas bir konudur. Bu nedenle yeniden işlemeyi ihtiva eden yakıt çevrimleri nükleer enerjiyi kullanan ülkelerin çoğunluğu tarafından tercih edilen bir seçenek değildir.

2.1.3. İleri Nükleer Yakıt Çevrimi Kavramları

Birkaç on yıl sonra yarısı yenilikçi termal reaktör tasarımlarından diğer yarısı ise ileri hızlı reaktörlerden oluşan IV. Kuşak Reaktörlerin devreye sokulmasıyla geleneksel yakıt çevrimlerinden ileri nükleer yakıt çevrimlerine olasılıkla geçilecektir. Hâlihazırda, önümüzdeki 25–30 yıl içinde devreye gireceği öngörülen bazı ileri yakıt çevrimi kavramları vardır. Yenilikçi tasarımlarla geliştirilmiş Hafif Su Reaktörlerinin (LWR) Hızlı Reaktörlerle (FR) birlikte kullanılacağı ileri nükleer yakıt çevrimleri ile enerji üretmek için hem Uranyum Oksit (UOX) yakıt hem de UOX yakıtların yeniden işlenmesiyle elde edilen (Uranyum-Plutonyum) Karışık Oksit (MOX) yakıt kullanılabilir.

Bu noktada vurgulanmalıdır ki, teorik olarak “Kapalı Çevrim”, reaktörün işletiminden arta kalan ya da işletim esnasında üretilen ve hala bir kullanım potansiyeli olan fisil malzemelerin tümünün daha sonraki aşamada enerji üretmek amacıyla reaktöre geri dönmesi anlamına gelmektedir. Sadece artık enerji üretim potansiyeli hiç kalmayan atıklar, yani fisyon ürünleri ve diğer materyal bertaraf edilecektir. “Açık” ya da “Tek Geçişli” Çevrim olarak adlandırılan geleneksel yakıt çevriminde ise yakıtlar sadece bir kez kullanıldıktan sonra içlerinde ne kadar fisil (ya da fertil) malzeme kaldığına bakılmaksızın bertaraf edilir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde günümüzün Kapalı (İki-Geçişli) Çevrimi aslında sadece kısmen kapalı bir çevrimdir. Bu nedenle, günümüzde nükleer yakıt çevrimlerine ilişkin bu olguları de yansıtabilecek farklı bakış açılarına gereksinim duyulmaktadır.

IV. Kuşak Reaktörlere ilişkin araştırmalar kapsamında yürütülen nükleer yakıt çevrimine ilişkin çalışmalarla beraber doğan yeni bir anlayışla nükleer yakıt çevrimleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır² :

- (1) **Tek Geçişli Nükleer Yakıt Çevrimi:** Uranyumdan (ya da potansiyel olarak Toryumdan) imal edilen yakıt reaktörde enerji üretimi için kullanılır. Kullanılmış yakıtlar belli bir kullanım periyodunun ardından reaktörden alınır ve bozunma ısısı yeterince azalınca ya da reaktördeki havuzlarda muhafaza edilir. Daha sonra doğrudan Yüksek Seviyeli Atık (HLW) olarak doğrudan bertaraf edilir.
- (2) **Kısmen Kapalı Yakıt Çevrimi:** Kullanılmış yakıtta kalan fisil malzemeler daha fazla enerji çekmek için yeniden işleme ile geri kazanılır ve bir ya da bir kaç kez (genellikle üçü aşmayacak şekilde) tekrar çevrime sokulur. En son çıkan kullanılmış yakıt ise atık olarak bertaraf edilir. Bunun örneklerinden biri Fransız nükleer sanayisinin klasik sistemidir: Düşük zenginlikli Uranyum bazlı kullanılmış yakıtları işlenerek karışık oksitli (MOX) yakıt olarak yeniden çevrime sokulur. Kullanılmış MOX yakıtı ise atık olarak değerlendirilir. Diğer bir örneği ise halen tasarım aşamasında olan kullanılmış LWR yakıtlarını taze CANDU yakıtlarına dönüştüren DUPIC (Direct Use of Pressurized Reactor Spent Fuel in CANDU) yakıt çevrimi uygulamaya konulduğunda olacaktır.
- (3) **Tam Fisil Madde Geri Kazanımlı Nükleer Yakıt Çevrimi:** Tüm kullanılmış yakıtlar tüm fisil (çekirdeği bölünebilen- U235, Pu233, U233) maddeleri geri kazanmak ve yeniden çevrime sokmak üzere işlenir. Kullanılmış yakıtlar reaktörde çok sayıda kullanım için içindeki tüm fisil materyaller tükeninceye değin tekrar tekrar işlenir. İkincil aktinitler ve fisyon ürünleri yeniden işleme esnasında ayrıştırılarak atık akışına aktarılır. Geleneksel Sıvı Metal Hızlı Beslemeli Reaktör (LMFBR) Yakıt Çevrimi bunun bir örneğini teşkil etmektedir. Ancak bu çevrim henüz endüstriyel ölçekte uygulamaya konulmamıştır.
- (4) **Aktinit ve Uzun Ömürlü Fisyon Ürünleri Geri Kazanımlı Nükleer Yakıt Çevrimi:** Bu yakıt çevriminde, tüm fisyon yapabilen malzemeyi tüketinceye değin tüm aktinitler çok sayıda geri kazanım işlemi ile yeniden çevrime sokulur. Bir veya daha fazla fisyon ürünü (Örneğin Tc-99 ve I-129 gibi) de geri kazanılabilir. Böyle bir yakıt çevriminin bir örneği Hafif Su Reaktörleri LWR'lerin Sıvı Metalli Hızlı Reaktörleri (LMRs) ile Ergimiş Tuz Reaktörlerinin kombinasyonu ile oluşturulabilir. Böyle bir sistemde Hafif Su reaktörleri güç üretir; Sıvı Metalli Hızlı Reaktörler güç üretirken bir yandan da ve Fertil U-238 (veya Th-232) fazlasıyla Hafif Su Reaktörleri için fisil yakıt malzemesi üretir ve Ergimiş Tuz Reaktörleri ise diğer halde nihai depolama için gönderilecek yüksek aktinitleri yok eder. Bu tip bir Nükleer Yakıt Çevriminin geliştirilmesi için şu anda bazı ülkelerde laboratuvar ölçeğinde çalışmalar yapılmaktadır.

IV. Kuşak olarak değerlendirilen ve yarısı hızlı reaktörlerden diğer yarısı ise yenilikçi termal reaktörlerden oluşan çok sayıda daha ileri reaktör kavramları umut vaat etmektedir. Bunların çoğunda Uranyum ötesi (Transuranik veya TRU) element envanterini azaltılması birincil tasarım hedeflerindedir.

2.2. Kritik Nükleer Yakıt Çevrimi Teknolojilerine- Uranyum Zenginleştirme ve Yeniden İşleme- İlişkin Dünyadaki Durum

Nükleer yakıt çevrimi stratejileri dünyada nükleer enerjinin gelişim sürecine esnasında değişen koşullara bağlı olarak önemli değişimler göstermiştir. Ticari Yeniden İşleme Programları, dünyadaki nükleer reaktör işleticilerinin Hızlı Beslemeli Reaktörler için Plütonyuma gereksinim duyacaklarını düşündükleri 1960'lı ve 1970'li yıllarda başlatılmıştır. O yıllarda nükleer enerji kullanımının Dünyadaki yüksek kalitedeki Uranyum kaynakları hızla tükenecek kadar hızlı artacağı düşünülmekteydi. Uranyum kıt bir kaynak olarak değerlendirildiği için Yeniden İşleme ve Hızlı Beslemeli Reaktörler, reaktörden çıkarılan kullanılmış yakıtlarda kalan fisil elementleri de değerlendirerek kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılmasının önemli bir yolu olarak görülmüştü. Bununla birlikte, dünyanın nükleer kapasitesi 2000 yılı için başlangıçta öngörülen değerinde birine karşılık gelen seviyede plato değerine ulaşmış, Avustralya ve Kanada'da yüksek kalitede büyük Uranyum rezervleri keşfedilmiş ve Hızlı Beslemeli Reaktörlerin ve Yeniden İşlemenin ise tahmin edildiğinden çok daha yüksek bir maliyeti olduğu ortaya çıkmıştır. 1980'li yıllardan itibaren fosil yakıt fiyatlarının düşmesi ve Uranyum kaynaklarındaki artış nedeniyle ileri nükleer teknolojiler sorgulanır hale gelmiştir. Ayrıca, nükleer silahların yaygınlaşmasına ve çevresel sorunlara ilişkin giderek büyüyen kaygılar yeniden işleme ve Hızlı Beslemeli reaktörlere ilişkin programlara karşı güçlü bir muhalefetin oluşmasına da neden olmuştur. Pek çok ulusal program hemen hemen dondurulmuştur.

Bununla birlikte, enerji güvenliği de giderek büyüyen bir kaygı konusudur. Enerji güvenliğinin stratejik ve jeopolitik boyutlarına bağlı olarak, "Kapalı" ya da "Açık" yakıt çevrimleri arasında bir seçim yapmak bu nedenle aynı zamanda siyasi bir karardır ve bir ulusal politika meselesidir. Mümkün birden fazla nükleer yakıt çevrimi olduğu için, nükleer enerji kullanan ülkelerin bu seçenekler arasından kendi öznel koşullarına ve önceliklerine uygun bir seçim yapmaları gerekir. Önerilen farklı sistemler arasında en iyi kararı vermek, doğru hedefleri, açık, tutarlı ve iyi düşünülmüş kriterleri gerektirir. Optimum bir yakıt çevriminin belirlenmesi için, önemine ya da öncelik derecesine göre ağırlaştırılarak, nükleer enerjiye ilişkin planlar için belirlenen zaman aralığı, zenginleştirme ve/veya yeniden işleme için gereken yatırım miktarı, komşu devletlerde yeniden işleme ya da zenginleştirme tesislerinin olup olmaması, doğal kaynakların durumu ve kamuoyu desteği gibi pek çok kriter dikkate alınarak bir karar analizi yapılması gerekir. Bununla birlikte nükleer yakıt çevriminin seçilmesine ilişkin objektif kantitatif ölçütler henüz net olarak belirlenmiş değildir. Teknik ve kurumsal özellikleri uyumlu hale getirmek de zordur. Ayrıca farklı yakıt çevrimleri farklı amaçlara farklı ölçüde hitap ederler. Yakıt çevrimi seçimi esnasında ekonomik, politik, sosyal, yasal ve teknolojik büyük belirsizlikler mevcuttur. Bu nedenden dolayı ki mevcut yakıt çevrimi seçenekleri arasından en iyi seçimi yapmak kolay bir iş değildir. Ek olarak vurgulanmalıdır ki; nükleer enerjiye geçmek üzere düğmeye basan ülkeler için ön uç (uranyum zenginleştirme) ve arka uç (yeniden işleme) ile ilgili kararlar hala en kritik kararlar olarak kalmaya devam etmektedir.

2.2.1 Yeniden İşleme stratejileri

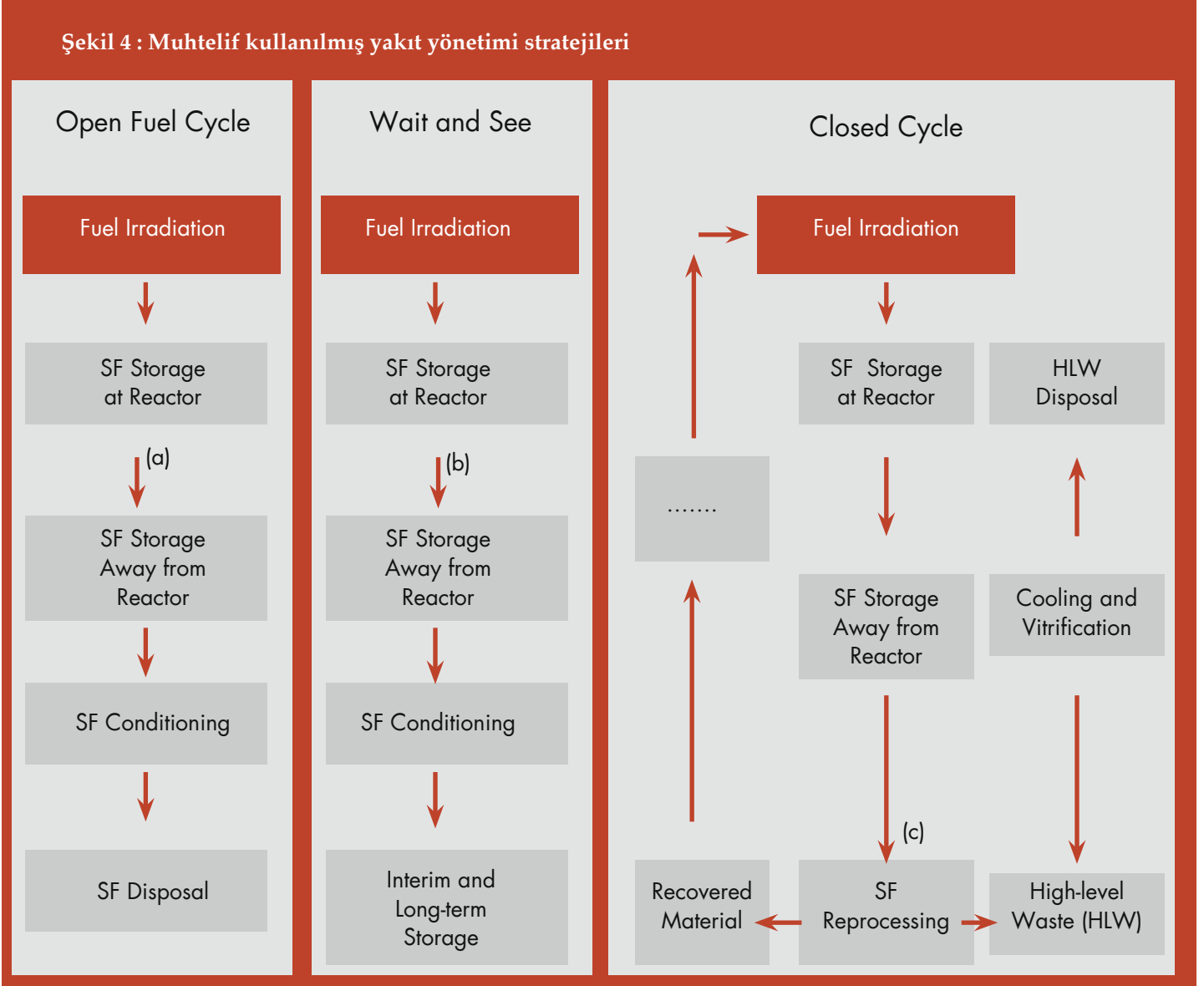
Küresel bağlamda değerlendirildiğinde Nükleer Yakıt Çevrimi stratejilerinin ülkeden ülkeye önemli farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Ek olarak, ulusal nükleer enerji stratejileri de nükleer enerjinin gelişim periyodu süresince ülkelerin kendi ekonomik, politik, teknolojik ve stratejik koşulları ve önceliklerindeki değişimlere bağlı olarak önemli ölçüde değişmiştir. En çok kullanılan nükleer yakıt çevrimi Uranyum yakıtı dayanan Açık Çevrimdir. Bununla birlikte, bazı Avrupa Ülkeleri ve Japonya'da Kapalı (iki geçişli) yakıt çevriminin kullanımının arttığı görülmektedir. .

Fransa, Almanya, Belçika, İsviçre, Hollanda, Japonya, Rusya Federasyonu, Çin ve Hindistan (çoğunlukla kısmen) kapalı bir nükleer yakıt çevrimi kullanmışlardır. Bunlardan bazıları "Yeniden İşleme ve Yeniden Çevrime Sokma" stratejisini 1990'lı yıllara değin deneyimledikten sonra, kullanılmış yakıtlarını doğrudan depolamaya karar vermiştir. Belçika, Almanya ve Hollanda "Yeniden İşleme-Yeniden Çevrime Sokma" uygulamalarını 2001'den beri durdurmuşlar ve Açık Çevrim'e yönelmişlerdir. İngiltere ve Fransa hariç, Avrupa ülkelerinin çoğu yeniden işlemeyi bırakmıştır ve İngiltere de gelecek on yılda bırakmayı planlamaktadır. Kanada, Finlandiya ve İsveç gibi bazı ülkeler ise baştan beri açık çevrim kullanmışlar ve kullanılmış yakıtlarını doğrudan bertaraf etmeyi tercih etmişlerdir ⁴.

Dünyanın en büyük nükleer enerji üreticisi olan Amerika Birleşik Devletleri aynı zamanda yakıt çevrimi politikasını en çok değiştiren ülkedir. En yaygın ve en gelişmiş yöntem olan ve PUREX (Plutonium and Uranium Recovery by Extraction) olarak adlandırılan yeniden işleme yöntemi, ilk olarak 1940'larda Amerika Birleşik Devletlerinde geliştirilmiştir. Nükleer enerji programının ilk yıllarında kapalı bir çevrim geliştirdikten sonra, ABD 1978'li yılların başında ağırlıklı olarak nükleer silahların yaygınlaşması ile ilgili kaygıları nedeniyle Açık Çevrim stratejisine dönmüştür. Ticari kullanılmış yakıtlarını yeniden işleme ve çevrime sokma faaliyetlerini ve buna karşılık gelen ticari Hızlı Beslemeli Reaktör Geliştirme Programını bir hükümet kararına dayanarak durdurmuştur. Birleşik Devletler bir hükümet kararıyla ayrıştırılmış uranyumun ticari reaktörlerde yeniden çevrime sokulmasını yasaklamıştır. Bu kısıtlama kullanılmış yakıtların yeniden işlenmesi ile ilgili stratejilerin geliştirilmesini önemli ölçüde etkilemiştir. ABD Enerji Departmanı (DOE) yıllarca üzerinde çalıştıktan sonra kullanılmış yakıtlar ve yüksek seviyeli atıkların depolanması için Yucca Dağı'ndaki jeolojik depolama tesisi için lisans başvurusunda bulunmuştur. Bununla birlikte şimdilerde Obama hükümeti bu lisans başvurusunun geri çekilmesini istemektedir. Son zamanlarda ABD Hükümeti büyük miktarda kullanılmış yakıtları yeniden işleyerek çevrime sokma politikasını yeniden uygulamayı değerlendirmektedir^{1,4,5}.

Şekil 4'de kullanılmış yakıt yönetimi stratejileri için farklı seçenekleri göstermektedir.

Şekil 4 : Muhtelif kullanılmış yakıt yönetimi stratejileri



Nükleer enerjiye sahip olan ülkelerin mevcut tercihleri ve yakıt çevriminin çeşitli aşamalarına ilişkin kurulu kapasiteleri Tablo 1 de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi çoğunlukla küçük nükleer enerji programına sahip olan önemli sayıda ülke kullanılmış yakıtların bertaraf edilmesine ilişkin olarak “bekle ve gör” politikası uygulamaktadır.

Tablo 1 : Yakıt döngüsüne ilişkin ulusal uygulamalar ^{1,4}

Country	Nuclear Fuel Cycle	Mining and Milling (t U/a)	Conversion to UF ₆ (t U/a)	Enrichment (10 ³ SWU/a)	Fuel Fabrication (t HM/a)	Reprocessing (tHM/a)
Argentina	No decision	120	62	20	150	-
Armenia	Not applicable	-	-	-	-	-
Australia	No decision	9438	-	-	-	-
Belgium	No decision	-	-	-	435	-
Brazil	No decision	340	40	-	280	-
Bulgaria	No decision	-	-	-	-	-
Canada	Open	14800	12500	-	2700	-
China	Closed	840	1500	1000	400	-
Czech Rep.	Open	650	-	-	-	-
Finland	Open	-	-	-	-	-
France	Closed	-	14350	10800	1585	1700
Gabon	Not Applicable	-	-	-	-	-
Germany	Open & Closed	-	-	-	-	-
Hungary	No decision	-	-	-	-	-
India	Closed	175	-	-	594	-
Japan	Closed	-	-	1050	1689	120
Kazakhstan	Not Applicable	5950	-	-	-	-
Korea	Open	-	-	-	800	-
Lithuania	No decision	-	-	-	-	-
Mexico	No decision	-	-	-	-	-
Mongolia		-	-	-	-	-
Namibia		4000	-	-	-	-
Netherlands	Closed	-	-	2500	-	-
Niger	Not Applicable	3800	-	-	-	-
Pakistan	No decision	30	-	5	20	-
Portugal	Not Applicable	-	-	-	-	-
Romania	Open	300	-	-	110	-
Russia	Closed	4200	30000	15000	2600	400
Slovakia	No decision	-	-	-	-	-
Slovenia	No decision	-	-	-	-	-
South Africa	No decision	1272	-	-	-	-
Spain	No decision	-	-	-	400	-
Sweden	Open	-	-	-	600	-
Switzerland	Open & Closed	-	-	-	-	-
Ukraine	No decision	1000	-	-	-	-
UK	Open & Closed	-	6000	2300	-	-
USA	Open	1150	14000	11300	3450	-
Uzbekistan	Not Applicable	2300	-	-	-	-

Tablo 2 dünyadaki hâlihazırda işletimde olan reaktörler ile onların yakıt tiplerini ve temel karakteristiklerini göstermektedir. Görüleceği gibi, günümüzde baskın olan reaktör tipi uranyum yakıtı Açık Çevrimle kullanan Hafif Su Reaktörleridir (LWR). Bunun en önemli nedeni açık çevrim kullandıklarından nükleer silahların yaygınlaşmasına görece olarak dirençli olmalarıdır. Bu reaktörler, nükleer silah yapımında zenginliği arttırılmadan kullanılamayacak olan düşük zenginlikli Uranyum içerirler. Kullanılmış yakıtları % 1 oranında nükleer silahlarda doğrudan kullanılabilen Plütonyum içermektedir. Ancak yüksek düzeyde radyoaktif olan diğer fisyon ürünleri ile bir arada bulunduğundan yeniden işleme yapılmaksızın erişilmesi imkânsızdır⁷. Bu özellikler bu reaktör tipini nükleer silahların yayılmasına karşı dirençli kılmaktadır.

Tablo 2 : Reaktörler ve yakıt tipleri ¹

Reactor Type	PWR/WWER	BWR	PHWR	RBMK	AGR	MAGNOX	FR
Neutron spectrum	Thermal	Thermal	Thermal	Thermal	Thermal	Thermal	Fast
Moderator	H ₂ O	H ₂ O	D ₂ O	Graphite	Graphite	Graphite	_
Coolant: type	Press. H ₂ O	Boiling H ₂ O	Pr. D ₂ O	Boil. H ₂ O	CO ₂	CO ₂	Na
Pressure, bar	155	70	110	70	40	19	5
temperature, outlet, OC	320	286	310	284	630	400	550
Fuel: type	UO ₂ /MOX	UO ₂ /MOX	UO ₂	UO ₂	UO ₂	U metal	UO ₂ *
Enrichment	up to 5% 235U	Up to 5% 235U eff.	Nat. U	Up to 3% 235U	2.5-3.8% 235U	Nat. U	17-26% 235U*
Cladding	Zr alloy	Zr alloy	Zr alloy	Zr alloy	SS**	MgO-Al	SS**
Burnup, GWD/t HM	Up to 60	Up to 55	7	Up to 25	Up to 30	4	Up to 100*
Number of operating reactors	229	93	39	16	14	8	1
Total power, GWe	240.6	82.6	20	11.4	8.4	2.3	0.6*

Ek olarak, Plütonyum geri kazanma ve tekrar çevrime sokma işleminin öngörülebilir bir gelecekte ekonomik hale gelmesi beklenmemektedir. Dünyadaki Uranyum kaynaklarının en azından bir kaç on yıl daha yeterli olacağı değerlendirilmektedir. Uranyum kaynakları Uranyum madenciliğinin Dünya çapında yaygınlaşmasıyla büyük ölçüde çeşitlendirilmiştir. Her ne kadar Uranyum dönüştürme, zenginleştirme ve yakıt imalatı bir kaç ülkenin elinde ise de, nükleer yakıt arzındaki belirsizliğin azaltılması için uluslararası bir yakıt bankası kurulmasına yönelik önemli çabalar sarf edilmektedir. Üstelik LWR kullanılmış yakıtlarındaki Plütonyumun geri kazanılarak yeniden çevrime sokulmasının bugün Fransa'da deneyimlendiği üzere radyoaktif atık problemi azaltmadığı görülmüştür. Bu nedenle yeniden işleme ve çevrime sokma işleminin

uygulanmasına ilişkin olarak ekonomi ya da atık yönetimine ilişkin iyi bir neden gözükmemektedir ⁷.

Nükleer enerjiyi kullanan ülkelerin yeniden işleme politikalarına ilişkin tercihleri Tablo 3 de özetlenmiştir. Günümüzde nükleer silaha sahip olan beş ülke (Çin, Fransa, Hindistan, Rusya ve İngiltere) ile Japonya kendi kullanılmış yakıtlarının bir bölümünü yeniden işlemektedir. Hollanda tek reaktörüne ait kullanılmış yakıtların işlenmesi için Fransa ile anlaşma yapmıştır. Yeniden işleme tesislerine sahip olan devletlerden Fransa, Hindistan ve Japonya kullanılmış yakıtlarının çoğunu yeniden işleme tabi tutmakta ya da bunu yapmayı planlamaktadır. Ancak İngiltere'nin başka ülkelerle mevcut anlaşmaları sona erdiğinde yeniden işleme faaliyetlerine son vermesi beklenmektedir. Rusya yalnızca ilk kuşak VVER -440 tipi LWR'lerinden ve demonstrasyon aşamasındaki BN-600 Hızlı Beslemeli Reaktörünün kullanılmış yakıtlarını yeniden işlemektedir. Çin bir pilot yeniden işleme tesisi kurmuş ancak henüz işletime sokmamıştır ⁷.

Tablo 3 : Yeniden işleme tesislerinin dağılımı ⁹

Countries that reprocess (GWe)		Customer Countries that have quit or are planning to quit (GWe)		Countries that have not reprocessed (GWe)	
China (pilot plant)	8.6	Armenia (in Russia)	0.4	Argentina	0.9
France (80%)	63.3	Belgium (in France)	5.8	Brazil	1.8
India (~50%)	3.8	Bulgaria (in Russia)	1.9	Canada	12.6
Japan (90% planned)	47.6	Czech Republic (in Russia)	3.6	Lithuania	1.3
Netherlands (in France)	0.5	Finland (in Russia)	3.0	Mexico	1.4
Russia (15%)	21.7	Germany (in France/U.K.)	20.5	Pakistan	0.4
U.K. (ending)	10.2	Hungary (in Russia)	1.8	Romania	1.3
		Slovak Republic (in Russia)	2.0	Slovenia	0.7
		Spain (in France/U.K.)	7.5	South Africa	1.8
		Sweden (in France/U.K.)	9.0	South Korea	17.5
		Switzerland (in France/U.K.)	3.2	Taiwan, China	4.9
		Ukraine (in Russia)	13.1	U.S. (since 1972)	100.6
Total	155.7	Total	71.8	Total	145.2

Nükleer enerji programına sahip olan geri kalan 24 ülkeden 12'si kullanılmış yakıtlarını yeniden işleme sokmamıştır. Diğer 12 Ülke kullanılmış yakıtlarını işlemek için geçmişte Fransa, İngiltere ya da Rusya'ya gemi ile göndermiş ise de anlaşmaları bitenler yenilememektedirler. Bu 24 Ülkenin hepsi şu anda geçici depolama kararı almış bulunmaktadır ⁷.

2.2.2 Uranyum Zenginleştirme Stratejileri

Uranyum zenginleştirme nükleer yakıt teknolojilerinin hem sivil nükleer güç hem de askeri nükleer silahlar üretmek için kritik öneme sahip diğer bileşenidir. Fransa, Almanya, Hollanda, İngiltere, ABD ve Rusya'da büyük zenginleştirme tesislerinin yanı sıra ve diğer bazı yerlerde küçük tesisler bulunmaktadır. Tarihsel olarak, Fransa ve ABD zenginleştirme pazarında Gaz Difüzyon yöntemi ile hâkimdir. Ancak Santrifüj teknolojisini kullanan Rusya'nın Rosatom, İngiltere'nin Dutch, Almanya'nın Urenco gibi bazı firmalarının giderek artan bir pazar payı yakaladığı görülmektedir. Birleşik Devletler Zenginleştirme Şirketi'nin (USEC) payı 1998 de % 39 iken, 1940'lar ve 1950'li dönemin (Oak Ridge ve Portsmouth deki) difüzyon tesislerinin devre dışı kalması ile 2005'de % 17'ye inmiştir. Aynı zamanda Urenco New Mexico'da yeni santrifüj kapasitesi kurmaktadır ve AREVA da ABD'de bir başka santrifüj tesisi kuracağını duyurmuştur.

Üstelik Tablo 4 den görülebileceği gibi, son yıllarda Rusya Federasyonu ve Amerika Birleşik Devletleri'nin savunma programlarından arta kalan malzemelerden elde edilen zenginleştirilmiş Uranyum da önemli bir yeni enerji kaynağı (yaklaşık 5.5 Milyon SWU/a) olarak devreye girmiştir.

Tablo 4 : Savunma programlarından artakalan zenginleştirilmiş uranyum

	Quantity (tonnes)	Natural U equivalent (tonnes)
Plutonium from reprocessed fuel	320	60,000
Uranium from reprocessed fuel	45,000	50,000
Ex-military plutonium	70	15,000
Ex-military high-enriched uranium	230	70,000

Kaynak: WNA <http://www.world-nuclear.org/info/inf29.html>

375 GWe toplam kapasiteye sahip olan dünyadaki nükleer güç santralleri için yılda 68 000 ton civarında Uranyuma gereksinim duyulmaktadır. Yakıt talebini arttıran etmenler yakıtın yanma oranının ve diğer verimliliklerin artırılması ile dengelenerek talebin istikrara kavuşturulmasını sağlamıştır. 1980 den 2008 'e nükleer güç santrallerinden üretilen elektrik 3.6 katına çıkmasına karşın Uranyum talebi sadece 2.5 kat artmıştır. Dünyanın işletimdeki ve planlama aşamasındaki zenginleştirme kapasitesinin ülkelere göre dağılımı Tablo 5 de verilmiştir.

Dünya Nükleer Derneği'nun (WNA) tahminlerine göre bu talep önümüzdeki on yılda öngörülen nükleer reaktör kapasitesindeki % 27'lik artışa karşılık % 33 oranında büyüyecektir. Nükleer reaktörler için küresel uranyum gereksiniminin 2020 yılında 74 ila 81 kilotona ve 2025 yılında ise 82 kilo ila 101 kilotona çıkacağı

Tablo 5 : Zenginleştirme kapasitesi (bin SWU/sene) ¹⁰

COUNTRY	COMPANY AND PLANT	2010	2015	2020
France	Areva, Georges Besse I & II	8500*	7000	7500
Germany-Netherlands-UK	Urenco: Gronau, Germany; Almelo, Netherlands; Capenhurst, UK.	12,800	12,800	12,300
Japan	JNFL, Rokkasho	150	750	1500
USA	USEC, Paducah & Piketon	11,300*	3800	3800
USA	Urenco, New Mexico	200	5800	5900
USA	Areva, Idaho Falls	0	0	3300
USA	Global Laser Enrichment	0	2000	3500
Russia	Tenex: Angarsk, Novouralsk, Zelenogorsk, Seversk	23,000	33,000	30-35,000
China	CNNC, Hanzhun & Lanzhou	1300	3000	6000-8000
Pakistan, Brazil, Iran	Various	100	300	300
	Total SWU approx	57,350	68,000	74-81,000
	Requirements (WNA Reference Scenario)	48,890	56,000	66,535

öngörülmektedir. Dünyanın diğer bölgelerinde uranyum ihtiyacı artarken, Kuzey Amerika ve Batı Avrupa Ülkelerinde sabit kalması ya da hafifçe azalması beklenmektedir. Açık/Tek Geçişli Çevrim için en az 50 yıl daha yeterli Uranyum olacağı öngörülmektedir. Eğer Hızlı Reaktörler gibi daha verimli reaktör teknolojisi ile Kapalı/İki Geçişli Çevrim kullanılması durumunda kaynaklar daha uzun yıllar nükleer enerji üretimi için yeterli olacaklardır. Bununla birlikte kullanılmış yakıtların tekrar kullanılmak üzere yeniden işlenmesi mümkün ise de, uzun bir süre Uranyum kaynağı sıkıntısı olmayacağı için, bu hâlihazırda yeni yakıt üretmekten daha az ekonomik bir yöntemdir. Bu nedenle, Tek Geçişli Yakıt Çevrimi ile LWR'ler (Hafif Su Reaktörler) gelecek bir kaç on yılda, hatta yüzyılın geri kalan kısmında çoğu ülkenin tercih edeceği başlıca seçenek olacak gibi gözükmektedir. Bu gerçek, kullanılmış yakıtların doğrudan depolanmasına ilişkin sorunları öne çıkarmaktadır. Çevrim tamamen kapatılmadığı sürece başta Açık/Tek Geçişli Yakıt çevrimi olmak üzere aynı zamanda Kapalı / İki Geçişli Nükleer Yakıt Çevrimleri için de kullanılmış yakıt ve atık idaresi nükleer enerjiyi kullanan ülkeler için en önemli sorunlardan biri olarak kalacaktır.

2.2.3 Kullanılmış Yakıt Yönetimi Stratejileri

Reaktörden çıkan kullanılmış yakıtların yönetimi nükleer programa sahip olan tüm ülkelere yük olan önemli bir sorundur. Nükleer yakıt çevrimini tümüyle kapatmadan, hem Açık (Tek Geçişli) Çevrim hem de Kapalı (İki geçişli) çevrimlerin her ikisi ile de kullanılmış yakıt ve atık yönetimi tüm nükleer ülkelerde en önemli kaygı unsurlarından biri olarak kalacaktır. Kullanılmış yakıt yönetimi günümüzde nükleer yakıt çevriminin bütünlük bir parçası olarak ele alınmaktadır. Yakıt

yönetim stratejisi kullanılmış yakıtların reaktör kalbinden dışarıya alınması ile başlayan ve nihai depolarına götürülmesi ile biten teknik işlemler dizisini içerir.

Yukarıdaki bölümlerde belirtildiği gibi, kullanılmış yakıtlar reaktör kalbinden dışarıya alındıktan ve geçici bir süre reaktörde bekletildikten sonra, ya yeniden işleme tesislerine ya da doğrudan nihai depolama tesislerine gönderilmektedir. Çevrimin açık ya da kapalı olduğuna bakılmaksızın kullanılmış yakıtların havuzda bekletilmesi her halükarda gereklidir. Başlangıçtaki yoğun radyoaktivitesi azaldıktan sonra aşağıdaki seçenekler arasında bir karara varılması gerekir:

- Geri kazanım için yeniden işleme tesisine gönderilebilir.
- Prensipite doğrudan depolama için nihai yeri olan jeolojik depolama tesislerine gönderilebilir. Bununla birlikte kullanılmış yakıtlar için böyle bir depolama tesisi hiç açılmadığı için Reaktör işletmecileri gerçekte böyle bir seçeneğe henüz sahip değildir.

Halihazırda nihai depolama tesislerinin kurulmasındaki gecikmelere bağlı olarak uzun süreli geçici depolamaya yönelik çözümler dünyanın her yerinde nihai depolama çözümleri ile ikame edilmektedir.

Günümüzde geçici (ara) depolama için iki teknoloji mevcuttur:

- Islak Depolama: Kullanılmış yakıtlar depolama havuzlarında bekletilerek su sirkülasyonu ile soğutulur.
- Kuru Depolama: Kullanılmış yakıtlar tipik olarak çelik silindirlere ibaret olan varillerde muhafaza edilir. Varillerin içindeki yakıt çubukları asal gazlarla kaplıdır ve ventilasyon ya da doğal konveksiyon yoluyla soğutulur. Her silindir varil çalışanları ya da halkı korumak için radyasyon zırhlamasını sağlamak üzere ayrıca ek çelikli beton ve diğer malzeme ile kaplanmıştır. Şekil 5'de bir kullanılmış yakıt depolama havuzu ve kuru depolama alanı görülmektedir.

Şekil 5 : Kullanılmış yakıt depolama havuzu ve kuru depolama alanı



Kullanılmış yakıtların daha uzun süreli geçici depolanması, kullanılmış yakıt idaresine kısa ve orta vadede güvenli, esnek ve maliyet etkin bir yaklaşım sağlar. Günümüzde ülkelerin önemli bir çoğunluğu tarafından benimsenen "bekle ve gör" stratejisinin yürütülmesine, yani yukarıdaki bölümlerde sunulan iki seçenek arasında verilmesi gereken kararın ertelenmesine olanak sağlar. Bazı ülkelerde geçici depolama tesisleri başlangıç olarak 50 yıla kadar süreler için lisanslanmıştır. 100 yıla kadar ya da daha uzun süreler de değerlendirilmektedir.

Geçmişte kullanılmış yakıtı dair seçenekler Nükleer Güç Santrali sahasında (reaktörde depolama –AR) ve Santralden uzakta özel tesislerde depolama (reaktör dışında depolama-AFR) olarak ikiye ayrılarak değerlendirilmiştir. Reaktörde depolama kullanılmış yakıtların ara depolaması için daha uygun bir sistemdir. Reaktör alanı dışında depolama genellikle reaktör içinde tesislerin olmadığı ya da yetmediği durumlarda doğan zorunluluklar sonucu oluşmuştur. Almanya gibi bazı ülkelerde, reaktör şirketini reaktör alanı içinde uzun dönem geçici depolama kapasitesi kurmaya zorlamak siyasi idarenin resmi politikası haline gelmiştir.

Güncel eğilimlere göre, kullanılmış yakıtların nihai depolama alanlarına gönderilmeden yüz yıla kadar varan uzun süreli geçici (ara) depolanması yakıt çevrimi tasarımlarının bütünleşik bir parçası olarak planlanmalıdır. Çevrimin arka ucu için hangi seçenekte- Tek geçişli ya da iki-geçişli - karar kılındığına bakılmaksızın, kullanılmış yakıt ve/veya radyoaktif atıkların nihai depolanmasına ilişkin sorun orada devam etmektedir. UAEA (IAEA)'na üye ülkelerin kullanılmış yakıtların doğrudan depolanması dahil yüksek seviyeli atıklar için geliştirdiği depolama kavramlarına genel bir bakış Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 : Kullanılmış Yakıt Depolama Uygulamaları ²

Member States	Belgium	Canada	Czech Republic	Finland	France
Waste form	HLW, VHLW	SNF	SNF	SNF	VHWL
Over pack - Dimension(m) - Capacity - Material - Life time(as)	0.50_x2.68 - 2 canisters - Carbon steel >2000	- 1.24x3.9 (one of several designs) - 324 used CANDU fuel bundles - Cu corrosion barrier with steel insert - 100,000	- EDU (440) 3.237_x 0.368; ETE(1000) 4.720_x 0.423 - 7FA (EDU) or 3FA (ETE) - Carbon steel - 5000	1.05_x4.8(BWR) - 12 BWR FA or 4 PWR (EPR) or 12 PWR (WWER-440) - Copper - 100000	- 1.607_x 0.590 - 1 primary waste package - Carbon steel - 1 000–4 000
Repository - Capacity - Host rock - Depth - Emplacement	- 1150m ³ HLW 625m ³ - Boom clay - 230 m - Horizontal	3.6 million CANDU bundles (design) - Crystalline rock or sedimentary rock - 500m (design will depend onsite conditions) - Vertical in-floor or horizontal tunnel	3600t - Granite - 500m - Horizontal/vertical	Olkiluoto-3, 1980 t-U Loviisa 1-2 , 1020 t-U - Crystalline rock - 420 m - Vertical	- 6300m ³ - Clay (argillite) - 500m - Microtunnels
Current status	R&D	R&D	SS	SC	Design and preparation of application to be provided in 2014
Operation	2040/2060 for B-waste 2090/2100 for C-waste	2035 (earliest estimated inservice date for financial planning purposes)	2065	2020	2025

States	Japan	Republic of Korea	Russian Federation	Sweden	Switzerland	USA
Waste form	HLw	SNF (PWR, CANDU)	HLW	SNF	SNF (UO2 and MOX)/HLW	SNF, HLW
Over pack - Dimension(m) - Capacity - Material -Life time(as)	0.82_x1.73 (ref. option) - HLWcorrespond. to 8.6 x 10 ⁻² m ³ /FA(PWR) - Carbon steel (reference option) - 1000 (ref. option)	- 1.02_x4.83 - 4 PWR FA./297 CANDU bundles - Cast iron insert + Cu outer shell - 1000		- 5 x 1.75 - 1-2 BWR or 4 PWR FA - Copper - 100000	Cylinder, diameter/length: 0.94/3.25 Volume: 2.26 m ³ for two 180-l-HLW canisters Diameter/length: 1.05 /4.92, Volume: 4.26 m ³ for max. 4 PWR or 9 BWR FA's - Capacity see above - Carbon steel -10000 years	1.644_x5.16 - 21PWR FA - Alloy 22 - 10000
Repository - Capacity - Host rock - Depth - Emplacement	- More than 40 000 Canisters - SR/HR - More than 300m - Vertical./Horizontal	36 000 t (PWR 20000 t + CANDU 16000 t) - Cristalline rock - 500m - Vertical	- HR - 100 to 1000m	9000 t - crystalline rock (granite) - 500 m - Vertical/	- SNF from 2435 t·U , HLW from 1140 t·U, volume of packaged waste (SNF and HLW):7325 m ³ . - Clay rich sedimentary rock (OPA) - 500-900m - Horizontal	- -63 000 t - Tuff - 300 m - Drift
Current status	Siting	R&D	R&D	SC	Sitting	LA
Operation	50 year from around 2035		2030	2020		2020

HLW - High level waste from reprocessing; CS – Carbon steel; SNF – Spent nuclear fuel; SR – Soft rock; HR – Hard rock; SR – Sedimentary rock; HR – Hard rock; T or C – Tunnel or cavern disposal;GS – Geological study; SS – Site screening; SC – Site characterization; VHLW – Vitrified high level waste; LA – Licensing application for construction permit; can. – Canisters; FA – Fuel assemblies.

3- Türkiye için Seçenekler ve Genel Bir Karar Analizi

Bir ülke nükleer enerji için düğmeye basarken hangi reaktör ve yakıt tiplerinin kullanılacağı kullanılmış yakıtlara ne olacağı, uzun süreli atık depolama için hangi yöntemlerin seçileceği gibi pek çok önemli soru gündeme gelir. En önemli kararlar ise:

- Yakıt çevrimi tipi (açık, kapalı veya kısmen kapalı) ve kullanılmış yakıt idaresi stratejisine ilişkin seçimler (Nükleer yakıt çevrimi tipinin seçimi önemli ve çok uzun dönem etkileri olacağından hayati öneme sahiptir.)
- Kendi yakıt çevrimi tesislerinin, özellikle zenginleştirme ve yeniden işleme tesisinin kurulması

ile ilgili olanlardır.

Burada Türkiye için bir ülke perspektifi oluşturmak üzere genel bir karar analizi sunulmuştur.

3.1 Yakıt Çevrimi Seçimi

Günümüzün Reaktör Teknolojisi işletimdeki küresel nükleer enerji kapasitesinin % 89'nu oluşturan Hafif Sulu Reaktör Teknolojisidir (LWR) ⁷. Başlıca önemli reaktör firmaları III+ Kuşak LWR'leri geliştirmiştir. Şimdilerle bu reaktörler için lisans almakta ve satışa sunmaktadırlar. Her ne kadar nükleer enerjiye ilginin yenilenir gibi olması ile LWR'lere alternatif teknolojilerin araştırılmasına yönelik ilgiyi de canlanmış olsa da, LWR'lerin sistemdeki hâkimiyetinin öngörülebilir bir gelecekte sona ermesini beklemek için geçerli bir neden gözükmemektedir. Günümüzün nükleer yakıtları doğal uranyumdan üretilmektedir. LWR'ler düşük zenginlikli uranyumdan yapılan yakıtlarla beslenmektedir ve uranyum kaynakları için uzun bir süre herhangi bir sıkıntı yaşanmayacağı bilinmektedir. Bir MIT (Massachusetts Institute of Technology) raporuna göre Dünya genelindeki Uranyum kaynakları gelecek 50 yılda devreye sokulacak 1000 den fazla reaktörün yakıt ihtiyacını fazlasıyla karşılayabilecek durumdadır³. Hâlihazırda LWR'ler:

- Nükleer elektrik üretimini en düşük maliyetle sağlayan en ekonomik seçenektir;
- En güvenli nükleer güç santralidir ve yakıt çevriminin her aşamasında emniyetlidir.
- Ticari olarak varlığını koruyabilen ve olgunlaşmış bir teknolojidir. Diğer reaktör tiplerinin piyasaya girişi özellikle yeni teknolojilerin test edilmesi ve lisanslanması gibi uzun zaman alan işlemler nedeniyle yavaş olacaktır ²;
- Açık çevrimde kullanıldıklarında, diğer güç reaktörlerine, özellikle GCR ve HWR

tipi reaktörlere göre nükleer silah amaçlı kullanımlara dirençli olduğundan, nükleer silahların önlenmesi bakımından da en iyi seçenektir. Aynı güçteki GCR ve HWR ile kıyaslandığında en düşük oranda Plutonyum üretirler⁹;

- Aynı zamanda MOX yakıt kullanımı için de uygundur.

Nükleer yakıt çevrimini yeniden işleme ve hızlı reaktörlerde çevrime sokma yoluyla (kısmen) kapatmak yakıt idaresi için standartlaşmış bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Yeniden işleme erişilebilir ve ispatlanmış bir teknolojidir. Kullanılmış yakıtların yeniden işlenmesi nükleer enerji uygulamaları başladığından beri önemli ölçüde evrimleşmiştir. Yakıt çevrimi teknolojilerinde bazı ülkelerdeki araştırma ve geliştirme programları ile tamamlanan geniş bir endüstriyel deneyim mevcuttur.

Yakıt idaresi için strateji seçimi siyasi, ekonomik, çevresel ve güvenlikle ilgili faktörlerin yanı sıra kamuoyu desteği gibi pek çok faktörü dikkate almayı gerektiren karmaşık bir karardır. Her iki yaklaşımın da (açık ve kapalı / iki geçişli) kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Uzun vadede değerlendirildiğinde, "kapalı" yakıt çevrimi açık yakıt çevrimine oranla daha sürdürülebilir bir seçenek sunabilir³. Şöyle ki;

1. Fisil ve fertil tüm kaynakların kullanılabilmesine olanak sağlar,
 2. Yeniden işleme tesisleri dâhil fisil yakıt akımını minimuma indirir,
 3. Sadece tek bir Hızlı Reaktör seçeneğine değil, birden fazla reaktör teknolojisi seçeneğine sahiptir,
- ve
4. Reaktör kalbi tasarımında, ekstra plütonyum üretimi için çıkarılabilir battaniye gibi arzu edilen özelliklerle daha geniş seçenekler mevcuttur. Bu tasarım seçeneklerinden bazıları kendi içinde ekonomi, nükleer silahların yayılmasını önleme, çevre, güvenilirlik, emniyet ve atık idaresi karakteristikleri bakımından daha iyi olabilir.

Bununla birlikte bugünkü şartlarda yeniden işleme yeni yakıt üretmekten daha pahalıdır. Kapalı çevrim günümüzde açık çevrimden daha az ekonomik olduğu kadar nükleer silahların yaygınlaşma riski açısından da daha az güvenlidir. Gerçek şudur ki; yeniden işleme ve yeniden çevrime sokma stratejisini destekleyen 1970'lerde doğan petrol krizinin neden olduğu enerji güvenliğine ilişkin kaygılardır. Bu strateji nükleer enerji ve uranyum talebinin hızla büyüyeceği varsayımlarına ve dolayısıyla uranyum sıkıntısına yönelik beklentilere dayanmaktadır. Bununla birlikte, 1970'lerden bu yana nükleer enerjideki büyüme başlangıçta varsayıldığı gibi gerçekleşmemiştir ve ileriye dönük planlar giderek azaltılmıştır⁵. Geçmiş ve günümüzün işletme deneyimlerinden görülmüştür ki atık hacmi ve depolama alanı bakımından yeniden işleme seçenekleri net bir avantaj sağlamamaktadır. Kullanılmış yakıtların yeniden işlenmesi, içerdiği her kademede önemli atık akımları ürettiği için sıklıkla iddia edildiği gibi çevrimi tam olarak kapatmamaktadır. Üstelik kullanılmış MOX yakıt ve atık için gereken yeraltı depolama hacmi varsayımlara bağlı olarak kullanılmış LWR yakıtının doğrudan depolanması için gerekli olandan daha küçük ya da büyük olabilmektedir. Birincil olarak yıllık olarak salınan Kripton-85 (yarı ömrü 11 yıl), Karbon-14

(yarı ömrü 5700 yıl) ve İyot-129 (yarı ömrü 16 milyon yıl) gibi düşük seviyeli fakat uzun ömürlü radyoaktif elementlerin yıllık atmosfere salınmasına bağlı bazı radyolojik etkileri mevcuttur⁶. Doğrudan depolanma politikalarına dönüşün temel nedenlerinden biri de nükleer silahların yaygınlaşmasına ilişkin kaygılardır. Ardından, çeşitli sosyoekonomik kaygılar yeniden işleme ve yeniden çevrime sokma stratejilerinden uzaklaşılmasını önemli ölçüde etkilemiştir⁴.

Sonuç olarak kapalı çevrimden vazgeçerek açık çevrime dönen ve kullanılmış yakıtların doğrudan depolanmasını benimseyen ya da bunların akıbetine ilişkin nihai kararı geleceğe erteleyerek, "bekle ve gör" konumunu benimseyen ülke sayısı giderek artmıştır. Ara/geçici depolama kullanılmış yakıt yönetimi için nihai bir çözüm olarak değerlendirilemez ancak yeni teknik çözüm seçeneklerinin geliştirilmesini sağlayabilecek zamanı kazandırır³.

Son yıllardaki araştırma ve geliştirme faaliyetleri daha güvenli yeni nesil teknolojiye geçiş ile mevcut nükleer yakıt çevriminin maliyetinin azaltılmasına odaklanmıştır. Bu nedenle öngörülebilir gelecekte radikal yenilik içeren teknolojilere yatırım yapılmayacağı görülmektedir. Orta vadede nükleer yakıt çevriminin arka ucuna, özellikle kullanılmış yakıtlardaki uzun ömürlü Uranyum ötesi elementlerden oluşan atık yönetiminin geliştirilmesine ilişkin çözümlere odaklanılması beklenmektedir. Gelecek on yıllarda kapalı çevrimden ziyade en yeni termal veya hızlı reaktör teknolojilerini içeren açık çevrimin geliştirilmesine öncelik verilecek gibi gözükmektedir. Bu nedenle Hafif Su Reaktörlerine dayanan Açık/ Tek Geçişli Nükleer Yakıt Çevriminin önümüzdeki birkaç on yılda, hatta yüzyılın kalan kısmında dünyanın her yerinde nükleer enerji sisteminin hakim unsuru olacağı açıktır. Nükleer teknolojiye sahip olmayan bir ülkenin bu gerçeklerden bağımsız bir tercih yapması gerçekçi değildir. Bu nedenle yakın ve orta dönem yatırımları için Hafif Su Reaktörlü Açık Çevrim, Türkiye için de tercih edilmesi gereken öncelikli seçenektir. Bu belirsizlik koşulları altında, nükleer programı küçük olduğu için atık üretimi düşük olan ülkelerin kullanılmış yakıtların depolanması için uzun dönem politikaları henüz yoktur. Bu ülkeler gibi daha uzun geçici (ara) depolamaya dayanan bir bekle ve gör politikası Türkiye için de bu aşamada daha makul bir yaklaşım olacaktır.

Hem UO₂ hem de MOX yakıt kullanabilen gelişmiş bir teknolojinin seçilmesi, gereksinim duyulduğu takdirde Kapalı (İki-geçişli) çevrime dönüşmesi olanağı sağlar. Bu bağlamda Türkiye'nin ilk reaktörü için yapılan teknoloji seçimi Rusya kaynaklı VVER-1200 491 M teknolojisi, en azından kağıt üzerinde bu özelliklere sahip olan uygun bir seçenektir. Yakıt arzının sağlanması gibi kullanılmış yakıt ve atık yönetimine ilişkin tüm sorumluluk da Rusya'ya bırakılmış gözükmektedir. Nükleer güç santrali bir Rus devlet şirketi olan Rosatom'un alt kuruluşu olan proje şirketi tarafından inşa edilecek ve işletilecek ve santralin sahibi yine bu şirket olacaktır. Proje şirketi (ağırlıklı olarak Rus tarafına ait olacak) kullanılmış yakıt ve atık yönetimi ve santralin sökülmesinden de sorumlu olacaktır. Türkiye ve Rusya Federasyonu Hükümetleri arasında imzalanan anlaşma aynı zamanda kullanılmış yakıt ve radyoaktif atıklara ilişkin işlemleri, santralin sökülmesine ve olası bir yakıt üretim tesisinin kurulması gibi yakıt çevriminin diğer kısımlarına ilişkin olarak da işbirliği imkanı sunmaktadır.

Anlaşmanın 12. Maddesine göre Akkuyu Nükleer Santrali için yakıtlar uzun süreli

anlaşmalarla Rusya'dan sağlanacak, kullanılmış yakıtlar Rusya Federasyonunda yeniden işlenebilecektir. Kullanılmış yakıtların taşınmasından da Rus tarafı sorumlu olacaktır. Akkuyu NGS Proje Şirketi'nin Müdür Yardımcısı olan Kasumov'a göre Santralin yakıtları Rusya'dan getirilecek ve kullanıldıktan sonra tekrar Rusya'ya gönderilebilecektir. Kasumov aynı zamanda kullanılmış yakıtların yeniden işlenerek tekrar kullanılabilme potansiyeline sahip olması nedeniyle değerli olduğunu ve eğer Türkiye satın almak isterse yakıtların Türkiye'de kalabileceğini de ifade etmiştir. Ek olarak, Akkuyu Nükleer Santralının 20 yıllık yakıt depolama kapasitesine sahip olacağı da söylenenler arasındadır. Bununla birlikte santralde üretilen kullanılmış yakıt ve atıkların nasıl bertaraf edileceği ile ilgili açık ve net bir plan bulunmamaktadır. Tüm bunların ışığında Türkiye kullanılmış yakıt ve atık yönetimine ilişkin kararını ertelemiş gözükmektedir. Bu strateji her ne kadar Akkuyu Nükleer Santrali için kısa vadede çözüm sağlamakta ise de önemli belirsizlikler içermektedir. Daha uzun dönem ve ileride inşa edilecek diğer santraller için Türkiye'nin bu belirsizlikleri ortadan kaldırması ve kullanılmış yakıt ve atık idaresi için iyi düşünülmüş, kapsamlı strateji ve politikalar oluşturmaya zorunludur.

3.2 Ülkenin Kendi Zenginleştirme/Yeniden İşleme Tesisinin Kurulmasına İlişkin Karar Analizi

Nükleer enerjiye geçme kararı alan bir ülke bakımından diğer bir zorlu soru da nükleer programının bir parçası olarak kendi zenginleştirme/yeniden işleme tesisini kurmalı mıdır sorusudur. Bir zenginleştirme tesisinin kurulması ilk olarak çok yüksek sermaye yatırımı gerektiren bir işlemdir. Zenginleştirme tesisi inşa etmenin maliyeti birkaç milyar dolara çıkabilmektedir¹. Standart bir uranyum zenginleştirme tesisi 8-9 büyük güç reaktörüne yıllık yüklenecek yakıt için gereken miktarda zenginleştirilmiş uranyum üretebilir. Santralin sermaye maliyetini en hızlı şekilde makul bir sürede amorti edilebilmesi için tam kapasite çalıştırılması gerekir. Bu nedenle yerli uranyum zenginleştirme tesislerinin olması bir ülke için sadece 10 GW (aşağı yukarı 8-10 Reaktör) kurulu kapasiteye sahip olduğunda ekonomik olarak haklılık kazanır.

Yine de, ekonomik değerlendirmelerden bağımsız olarak bir ülke yakıt arzı kesintilerinin politik bir araç olarak kullanılmasına karşı enerji güvenliğine ilişkin kaygılarla kendi zenginleştirme tesisini kurmak isteyebilir¹⁰.

Nükleer enerji programına sahip olan ülkelerin dikkate aldığı çeşitli karar faktörleri Ferguson tarafından ana hatlarıyla belirlenmiştir. Bu karar faktörleri aşağıda verilmiştir⁸:

- **Nükleer Güç Santrallerinin Sayısı:** Uranyum zenginleştirme tesisi kurulması sekiz ya da daha fazla güç reaktörü olana kadar ekonomik değildir.
- **Nükleer Enerji Planlarının Zaman Ölçeği:** Önümüzdeki bir kaç yıla mı yoksa

1_ Yeni bir standart gaz difüzyonu tesisinin öngörülen maliyeti 5 milyar dolar, gaz santrifüj zenginleştirme tesisinin ki ise 6 milyar dolar civarındadır. Gaz difüzyon santrali için yıllık işletme maliyeti 500 milyon olup, gaz santrifüj santrali için ise 100-200 milyon civarındadır.

bir kaç on yıla mı odaklanılmıştır? Birincisi için hızlı sonuç alacak yatırımlar gereklidir ve bu durum yakıt üretim tesislerinin kurulmasını önleyebilir. İkinci durumda bir ülke yatırımların amorti edilmesi için bir kaç on yıl beklemeye gönüllü olabilir. Bu durumda örneğin yeniden işleme gelecekteki olası bir uranyum sıkıntısının önüne geçmek için stratejik bir yatırım olarak görülebilir.

- **Zenginleştirme ve /veya Yeniden İşleme Yatırımları:** Ülkenin gerçek ya da algılanan enerji güvenliği vizyonu ile uyumlu ise bu tip tesislere yatırım gündeme gelebilir. Önemli Uranyum kaynaklarına sahip nükleer programı olmayan ülkeler yerli Uranyum kaynaklarının ekonomik değerini arttırmak için zenginleştirme tesisi kurmaya karar verebilir.
- **Nükleer Silahların Yayılmasını Önleme Anlaşması, Güvenlik Anlaşmaları ve Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunmasına İlişkin uluslararası anlaşmalara uyulması:** Nükleer silahların yayılmasını önleme sisteminin ve buna ilişkin önlemlerin iyi kurulmuş ve yürütülmekte midir? Ülke kapsamlı önlemlere ilişkin ek protokollere taraf olmuş mudur?
- **Güvenlik İttifakları:** Ülke taraflardan en az birinin nükleer silaha sahip olduğu güvenlik ittifaklarının bir parçası mıdır ?
- **Nükleer enerji işbirliği anlaşmalarının koşulları:** Bu anlaşmalar zenginleştirme ya da yeniden işlemeyi yasaklıyor ya da vazgeçmeyi gerektiriyor mu veya bu tür faaliyetlerin gerçekleştirilmesine olanak tanıyor mu?
- **Zenginleştirme veya yeniden işleme arayışlarına ilişkin siyasi açıklamalar:** Bu tür faaliyetlere karşı olduğuna ilişkin açıklama yapan bir devlet lideri var mı?
- **Komşu ülkelerde zenginleştirme ya da yeniden işleme tesislerinin varlığı:** Komşu ülkelerde bu tesislere sahip mi; eğer öyle ise hangileri ve neden böyle bir politika izliyorlar?
- **Kaynakların durumu:** Ülkede görece olarak bol başka enerji kaynakları ya da elektrik üretimi için güvenilir arzı sağlayan devletler var mı? Bu kaynaklar nükleer enerjiye kıyasla ucuz mu?
- **Nükleer enerjiye kamuoyu desteği:** Nükleer enerjiden elektrik üretimine halk desteği nasıl?
- **Atık yönetimine kamuoyu desteği:** Halk genel olarak nükleer enerjiyi destekliyor olsa bile atık depolanmasına büyük ölçüde karşı olabilir. Bu karşılıklı karar vericileri kalıcı depolarla ilgili algılar değişinceye değin yeniden işleme ya da diğer seçenekleri değerlendirmeye itebilir.
- **Kamu mülkiyetinin derecesi:** Elektrik üretiminde kamunun payı nedir ? Kamu doğrudan nükleer santral veya yeniden işleme tesisi yatırımına karar verebiliyor mu ?
- **Yakıt çevrimi tesislerinin inşası için nükleer teknoloji alanındaki bilim adamları ve mühendislerin isteklilik düzeyi:** Teknik insanlar bu tesislere karşı mı yoksa siyasi iradeyi elinde tutanlar üzerinde etkileri veya politik güçleri var mı?

Bir ülkenin kendi Uranyum zenginleştirme tesisinin kurması, nükleer enerji santraline ilişkin yeterli yakıt arzının garantiye alınmasını sağlar. Böylesi bir altyapı, ülkenin enerji bağımsızlığını ve ulusal enerji güvenliğine katkıda bulunacaktır. Bununla birlikte, yukarıda da ifade edildiği gibi bir ülkenin kendi

yakıt çevrimi tesislerini, özellikle de zenginleştirme tesisi inşa etmeyi sekiz ve daha fazla büyük reaktör kurmadan ekonomik olarak gerekçelendirilmesi kolay değildir. Her ne kadar mevcut hükümet sekiz nükleer santral kurulmasına ilişkin uzun vadeli planlarını açıklamış olsa da bu programla ilgili büyük belirsizlikler olduğu görülmektedir. Yalnızca bir iki reaktörü olan bir ülkenin zenginleştirme tesisi kurmasının ekonomik maliyeti büyüktür. Kaldı ki Şekil 8 den görüldüğü gibi dünyada uranyum zenginleştirme tesislerine sahip olan pek çok ülke ve aynı zamanda önemli bir kapasite fazlası mevcuttur.

Öte yandan nükleer yakıt döngüsüne yönelik yatırımlar, küresel ölçekte nükleer silahların yayılmasına dair endişeleri de beraberinde getirmektedir. Bilindiği gibi uranyum zenginleştirme veya yeniden işleme tesisleri nükleer silah üretimine temel teşkil eden hammaddeleri –zenginleştirilmiş uranyum ya da plütonyum kullanılabilmektedir. Reaktör yakıtı yapmak için uranyum zenginleştirmek ve kullanılmış yakıtlardan yeni reaktör yakıtlarında kullanılacak plütonyumu ayırmak için gereken teknolojiler silah yapımında ihtiyaç duyulan aynı fisil maddeleri elde etmek içinde kullanılabilir. Bu tip tesisleri tasarlamak, işletmek ve düzenlemek için ihtiyaç duyulan personelin eğitilmesi ve kazanılması nükleer silahların yapılmasına götüreceği gerekli yeteneklerle donatılmış iş gücünü sağlayabilir¹¹.

Bu nedenle potansiyel bir seçenek olarak nükleer enerjiyi araştıran gelişmekte olan ülkelerde nükleer güç santrallerinin ve yakıt çevrimi tesislerinin potansiyel yaygınlaşması önde gelen gelişmekte olan ülkelerin nükleer maddelerin ve nükleer silah üretme yeteneğinin diğer ülkelere yayılmasına yönelik kaygılarının büyümesine neden olmaktadır. Bu nedenle başta zenginleştirme ve yeniden işleme teknolojileri olmak üzere hassas nükleer teknolojilerin transferine dair uluslararası kurallar getirilmektedir. NSG (Nuclear Suppliers Group) bünyesinde oluşturulan bu kurallara dair daha ayrıntılı bilgiler, nükleer teknoloji transferini ele alan Sinan Ülgen ve Aaron Stein'in bu rapordaki incelemesinde daha ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Nükleer silahların yayılması ile bu tip teknolojiler arasında kurulan bağlantı nedeniyle, ülkelerin kendi zenginleştirme tesislerini kurmaktan imtina etmelerini kolaylaştırmak adına, yakıt çevrimi hizmetlerinin uluslararası hale getirilmesine ilişkin uğraşlar son zamanlarda yoğunlaşmış ve bu konuda pek çok öneri yapılmıştır. Yakıt çevriminin uluslararası niteliğe kavuşturulmasına yönelik çabaların amacı nükleer enerjiyi kullanan ülkelerin reaktörleri için güvenli yakıt arzını güvence altına alarak kendilerini güvende hissetmelerini sağlamak ve böylece kendi zenginleştirme tesisini kurmaktan vazgeçmelerini sağlamaktır. ¹¹.

Türkiye'nin anahtar konumdaki karar vericilerinin tüm bu faktörlerin ve daha fazlasının bağımsız araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak araştırılmasını ve analiz edilmesini sağlaması zorunludur. Daha sonra önerileri ve bunlara eşlik eden riskleri değerlendirerek bir karar vermeleri gerekir. Bir ilk değerlendirmenin sonucu olarak şunları söylemek mümkündür:

Türkiye nükleer enerji üretiminin başlatılmasını içeren yeni bir ulusal enerji planı oluşturmuştur. Akkuyu'da ilk santralin kurulması ve lisanslanması süreci başlamıştır. İlaveten nükleer programın Akkuyu sonrasında da devam edeceğine

dair açıklamalar yapılmıştır. Nitekim bir sonraki yerleşim yeri olarak açıklanan Sinop için Japonya, Güney Kore, Çin ve Kanada ile müzakereler başlatılmıştır. Türkiye'nin planlanan ve önerilen güç reaktörleri Tablo 7 de sunulmuştur. Her ne kadar Türkiye'nin nükleer yakıt döngüsüne dair açıklanmış bir planı olmasa da bu olasılığı açık tuttuğu görülmektedir. Başbakan Erdoğan, İran bağlamında NPT ülkelerinin Uranyum zenginleştirme hakkından bahsederken eğer sivil nükleer programı için gerekirse Türkiye'nin yerli uranyum zenginleştirme ile devam edeceğini ifade etmiştir¹².

Tablo 7 : Planlanan nükleer reaktörler

	Reactor type	Mwe gross	Start construction	Start operation
Akkuyu 1	VVER-1200	1200	2013	2018
Akkuyu 2	VVER-1200	1200		2019
Akkuyu 3	VVER-1200	1200		2020
Akkuyu 4	VVER-1200	1200		2021
Sinop 1	APWR?	1550		2019
Sinop 2	APWR?	1550		2020
Sinop 3	APWR?	1550		?
Sinop 4	APWR?	1550		

4. Son Değerlendirmeler

Nükleer enerjiye geçiş yaparken en uygun teknoloji ve yakıt çevrimi seçimlerinin yapılması ülke için hayati öneme sahiptir. Diğer önemli kararlar ön uç (zenginleştirme) ve arka uca (kullanılmış yakıt yönetimi) ilişkindir. Yakın ve orta dönemde en ekonomik, güvenli ve uygun seçenek olduğu için Hafif Su Reaktörlü Açık Nükleer Yakıt Çevrimi önerilmektedir. Yeniden işleme ve yeniden çevrime sokma ihtiva eden kapalı veya kısmen kapalı yakıt çevrimleri ise öngörülebilir gelecekte ekonomik hale gelmesi beklenmediği için önerilmemektedir. Ek olarak günümüzdeki ve geçmişteki işletme deneyimlerinden yeniden işleme seçeneğinin atık hacmi ya da depolama alanı bakımından net bir üstünlüğü olmadığı da anlaşılmıştır. Kullanılmış yakıt yönetimine ilişkin olarak uzun süreli geçici (ara) depolamaya dayanan "bekle ve gör" stratejisi önerilir. Bununla birlikte geçici depolama reaktör kurulumunun entegre bir parçası olarak değerlendirilmeli ve bunu için gerekli fiziksel ve yasal alt yapı daha başlangıçta kurulmalıdır. Bu aşamada kendi zenginleştirme ya da yeniden işleme tesisini kurması bu aşamada Türkiye için ekonomik olarak rasyonel bir seçim olmayacaktır. Uranyum zenginleştirme tesisinin kurulmasına yönelik bir kararın ekonomik olarak doğrulanması nükleer programının gelecekteki gelişimine ve planlamaların hayata geçirilmesine ilişkin zaman periyoduna bağlıdır. Ancak bu unsurlar güvenlik ve enerji güvenliği bakımından stratejik olarak önemli olabilir. Hal böyle olmakla birlikte, uluslararası toplumda nükleer yakıt döngüsü ile nükleer silahların yayılması potansiyeli arasında kurulmuş olan bağlantı nedeniyle, "Türkiye kendi zenginleştirme tesisini kurmalı mı?" sorusu ekonomik olmaktan ziyade siyasi yönü ağır basan çetrefilli bir soru olarak öngörülebilir gelecekte gündemde kalmaya devam edecektir.

Son olarak, nükleer enerji taşıdığı çevre, nükleer silahların yaygınlaşması ve halk sağlığı ile ilgili riskler nedeniyle, uluslararası toplum gibi yerel halktan komşu ülke halklarına kadar geniş bir insan topluluğunu ilgilendiren bir konudur. Nükleer ile ilgili tüm konularda olduğu gibi yakıt döngüsü ve de özellikle kullanılmış yakıtların ne şekilde bertaraf edileceğine dair strateji hakkında mümkün olan en üst şeffaflık düzeyinin tutturulması ve nihai karar verme sürecine halkın etkin şekilde katılması sağlanmalıdır. Öncelikle Enerji Bakanlığı ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu ve daha sonra diğer ilgili kuruluşlar uzun dönem stratejilerini oluşturmalı ve "Beyaz Belge – White Paper" yayınlarak bunu kamuoyu ile paylaşmalıdır². Çok sesli bir tartışma ortamının oluşturulması ve tüm tarafların ve vatandaşların karar verme sürecine geniş katılımının sağlanması özellikle nükleerle ilgili konularda hayati öneme sahiptir. Kamuoyu ile karar vericiler arasında uzlaşma sağlanması hayata geçirilecek politikaları etik olarak meşru kılacak ve uzun vadede sürdürülebilirliklerini sağlayacaktır.

2_ Türkiye gibi nükleer enerjiye geçiş aşamasındaki ülkelerden biri olan Birleşik Arap Emirliklerinin 2008 yılında BAE'nin nükleer enerjiye ilişkin uzun vadeli politika, strateji ve hedeflerine açıklık kazandırmak için yayınladığı Beyaz Belge'ye http://www.uae-embassy.org/sites/default/files/UAE_Policy_Peaceful_Nuclear_Energy_English.pdf adresinden erişilebilir.

Referanslar

1. Nuclear Fuel Cycle Information System, A Directory of Nuclear Fuel Cycle Facilities ,2009 Edition, IAEA-TECDOC-1613, April 2009.
2. Status and Trends of Nuclear Technologies, Report of the International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO), IAEA-TECDOC-1622, September 2009.
3. The Future of the Nuclear Fuel Cycle, MIT Report, Updated 2009.
4. Country Nuclear Fuel Cycle Profiles, IAEA, Technical Report Series No: 425, 2. Edition, Vienna 2005.
5. Status and trends in spent fuel reprocessing, IAEA-TECDOC-1467, September 2005.te(1476), August 2008.
6. Processing of Used Nuclear Fuel, World Nuclear Association.
7. Steve Fetter and Frank N. von Hippel, " Is U.S. Reprocessing Worth The Risk?", Arms Control Today » September 2005 Arms Control Today , September 2005.
8. WNA Market Report 2009; WNA Fuel Cycle: Enrichment plenary session, WNFC April 2011.
9. Shahrman Lockman,Bulletin of the Atomic Scientists" Nuclear power's limited usefulness and limited proliferation risk"28 March 2012.
10. Report of the International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO), September, 2009.
11. Internationalization of the Nuclear Fuel Cycle: Goals, Strategies, and Challenges (2009),Nuclear and Radiation Studies Board
12. The Turkish Model for Transition to Nuclear Power, EDAM 2011 Power (www.edam.org.tr/EDAMNukleer/edamreport.pdf)
13. Dave Martin,"The Threat of Nuclear Weapons Proliferation from Turkey", Nuclear Awareness "Project , <http://www.cnp.ca/issues/turkey-nuclear-background.html#2>.

Bölüm V

Nükleer Enerji için Düzenleyici Otorite:

Ülke Deneyimleri ve Türkiye İçin Öneriler





İzak Atıyas ve Deniz Sanin

Yönetici Özeti

Bu çalışmanın amacı, uluslararası eğilimler ve ülke deneyimleri ışığında Türkiye’de nükleer enerji alanında düzenleyici çerçevenin özelliklerini tartışmak ve bağımsız bir düzenleyici otoritenin sahip olması gereken nitelikleri irdelemektir.

Nükleer enerji alanında düzenleyici çerçeve aslında iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi uluslararası anlaşmalar ile uluslararası kuruluşların oluşturduğu normlar, standartlar, kurallar ve önerilerdir. İkinci unsur ise her ülke özelinde oluşturulan düzenleyici çerçevenin unsurlarıdır. Aşağıda görüleceği gibi, bu unsurlar arasında en önemli olanlardan biri, bir düzenleyici otoritenin oluşturulmasıdır. Bu otoritenin bağımsızlık derecesi, yetkileri, faaliyetlerini ne denli saydam bir biçimde yürüteceği, kısacası düzenleyici otoritenin kurumsal ve yönetsel özellikleri düzenleyici çerçevenin kalitesini belirleyen önemli etkenler arasındadır.

Bu özellikler arasında otoritenin bağımsızlığına özel bir vurgu yapmak gerekir. Nükleer enerji üretimi birçok mali ve güvenlik riskleri içerir. Bu mali ve güvenlik riskleri birbirinden bağımsız değildir. Güvenlik risklerini makul veya kabul edilebilir düzeylerde tutmaya yönelik düzenlemeler genellikle aynı zamanda yapım, işletim, kullanılmış yakıt ve atık yönetimi gibi faaliyetlerin maliyetlerini yükseltmektedir. Hatta bu düzenlemelerin hayata geçmesi risk dönemlerinde kimi zaman elektrik üretimini kesintiye uğratma sonucunu doğurabilmektedir. Dolayısı ile santral işletmecisi ve hatta elektrik arzından sorumlu bakanlığın öncelikleri ile güvenliğe yönelik ilkeler ve düzenlemeler her zaman uyumlu değildir, hatta birçok durumda birbiriyle çelişir. Bu durumda güvenliğe yönelik düzenleyici kararların santral işletmecisi veya bakanlıktan bağımsız bir biçimde, hatta kimi zaman onların çıkarlarına zıt bir biçimde alınabilmesi, nükleer güvenliğin sağlanmasında kritik önem arz etmektedir. İşte idari bağımsızlık bağımsız karar alabilmeyi sağlayan önemli şartlardan biri olarak görülmektedir.

Öte yandan düzenlemelerin uluslararası standartlar ile uyumlu olması çoğu kez düzenleme kalitesinin yüksek olması için gereklidir ancak yeterli değildir. Düzenleme kalitesi aynı zamanda uygulamanın nasıl yapıldığına bağlı olacaktır. Burada yine düzenleyici otoritenin bağımsızlığı uygulama kalitesinin en önemli belirleyicilerinden biri olacaktır. Literatürde yasal (de-jure) bağımsızlık ile fiili (de-facto) bağımsızlık arasında ayırım yapılmaktadır. Birçok ülkede birçok düzenleyici otorite, yasal anlamda bağımsız görünürken, yani bağımsızlık için uluslararası düzeyde genel kabul görmüş şartlar yerine gelmişken, fiili anlamda bağımsız olmayabilmektedir. Buradan şu sonuç da çıkmaktadır: Bağımsızlık için yasal şartların yerine gelmesi, fiili bağımsızlığın gerçekleşmesi için yeterli olmayabilmektedir. Uç bir örnek vermek gerekirse, yasal bağımsızlık şartlarını yerine getiren bir otoritede yönetici durumundaki Başkan veya Kurul’un kararları ilgili Bakan’ın veya otoritenin denetlediği veya düzenlediği işletmenin baskılarına maruz kalıyorsa ve bu baskılar alınan kararları etkileyebiliyorsa o zaman gerçek bir bağımsızlıktan söz etmek zor olur.

Düzenleme kalitesini etkileyen bir başka faktör ise saydamlık ve hesap verebilirliktir. Burada sözü edilen saydamlık ilkesinin kapsamı oldukça geniştir. Alınan kararların kamuoyuna açık olması, örneğin resmi gazete ve daha önemlisi otoritelerin web sitelerinde yayınlanması saydamlığın en basit şartlarından biridir. Ancak saydamlık, aynı zamanda bu kararların gerekçelerinin de kamuoyuna açık olmasını gerektirir. Benzer biçimde karar alma süreçlerinin kamuoyuna açık olması saydamlığı arttıran bir özelliktir. Saydamlık düzeyinin yüksek olduğu ülkelerde kural ve düzenleme hazırlama süreçleri de kamuoyuna açıktır ve mutlaka sistematik bir biçimde kamuoyunun görüşlerini bildirmesine olanak sağlar.

Düzenleyici kaliteyi etkileyen bir başka faktör ise teknik kapasite ve daha genel olarak beşeri sermayenin kalitesidir. Düzenleyici otoritelerin birçok kararı teknik konularda uzmanlık gerektirir. Bu uzmanlığın var olup olmaması hem ülkedeki eğitim sistemine ama hem de düzenleyici otoritenin personel rejiminin özelliklerine, liyakat sisteminin ne kadar yaygın ve güçlü olduğuna bağlıdır. Kuşkusuz nükleer enerji gibi bir alanda teknik kapasitenin varlığı ülkede nükleer mühendislik ve benzeri üniversite programlarının varlığında da bağlı olacaktır. Nükleer enerjin geliştirilmesine yönelik çabaların bu kısıtın giderilmesine yönelik plan ve programlar içermesi halinde teknik kapasite zaman içinde daha önemsiz bir kısıt haline gelecektir. Bir anlamda teknik kapasitenin “giderilmesi mümkün bir kısıt” olduğunu düşünmek, yani teknik kapasitenin düzenleyici kapasiteyi etkileyen bir faktör kadar, aynı zamanda kalitenin bir sonucu olduğunu düşünmek doğru olacaktır. Kalite düzeyi yüksek bir iş yapmak isteyen bir düzenleyici otorite, yeterli teknik kapasiteyi yaratabilir.

Yukarıda sayılan ilkeler (düzenlemelerin uluslararası standartlara uygun olması, düzenleyici otoritenin bağımsızlığı, saydamlık ve teknik kapasite) kuşkusuz nükleer enerji alanında daha da kritik öneme sahip olacaktır. Nükleer enerjide güvenlik en önemli hedeflerden biridir. Güvenlik alanında düzenleyici ve denetleyici çerçevenin zayıf olması kaza ihtimalini arttırır, bir kazanın toplumsal maliyeti ise çok yüksektir. Öte yandan nükleer kazalarda düzenleyici ve denetleyici çerçevenin eksiklikleri çok önemli rol oynamışlardır. Bu konuda Fukushima nükleer kazasından elde edilen dersler çok çarpıcıdır.

Türkiye’de Durum

Türkiye’deki duruma bakıldığında nükleer enerji üretimi alanında düzenleyici otoritenin TAEK olduğu görülmektedir. TAEK’in uluslararası normlara göre bağımsız bir düzenleyici otorite özelliklerini taşımadığı konusunda Türkiye’de bir görüş birliği var gibi görünmektedir. Ancak bu görüş birliğinin oluşmasında sanki TAEK’in düzenleme ve denetim yapmasının yanı sıra geliştirme faaliyetlerinde bulunması ve reaktör işletmesi yatmaktadır. Yani bu algıya göre TAEK’in bağımsızlığının önündeki en veya tek önemli engel TAEK’in geliştirme faaliyetleridir. Oysa ki TAEK sadece nükleer enerji alanında geliştirme faaliyetlerinde bulunmasından veya reaktör işletmesinden dolayı bağımlı değildir, aynı zamanda bağımsızlığın başka önemli yasal ve kurumsal özelliklerine de sahip değildir.

Öte yandan bir düzenleyici otoritenin bu yasal özelliklere sahip olması filli olarak

veya de-facto bağımsızlığını garanti etmez. Bu özellikler gereklidir ancak yeterli değildir. Çok basit bir örnek gerekirse: Herhangi bir otoritenin yöneticilerinin atanması sürecinde siyasi otoritenin önemli bir ağırlığı bulunmaktadır. Atamalar sırasında otorite yönetimine siyasi otoriteye yakınlığın liyakat ilkesinin önüne geçmesi durumunda bağımsızlık fiili olarak önemli bir yara almış olur. Ülkenin kurumsal özelliklerine göre siyasi otorite veya denetlenen işletme düzenleyici otoritenin kararlarını etkilemek için çeşitli yöntemler kullanılabilir.

Düzenleyici otoritenin hesap verebilirliğini dolayısıyla düzenleyici kalitenin yüksek olmasını sağlamaya yönelik bir başka önlem de saydamlıktır. Saydamlık fiili bağımsızlığın sağlanmasında da olumlu bir rol oynayabilir. TAEK Kanunu'nda saydamlık ile ilgili hiçbir hüküm yoktur. Düzenleyici otoritenin kuruluş kanununda saydamlık konusu ayrıntılı bir biçimde ele alınmalı ve kurumun düzenleme faaliyetlerini saydam bir biçimde yerine getirmesine yönelik önlemler alınmalıdır. Aynı zamanda karar alma süreçleri saydam olmalıdır ve kamuoyu kararların hangi gerekçelerle alındığı konusunda aydınlatılmalıdır. Kararlarda kullanılan arka plan araştırma ve teknik raporlar kamuoyuna açık olmalıdır. Kamuoyunun bilgi isteme hakkı açık bir biçimde tanınmalı ve düzenleyici otorite (gizlilik gerektiren bilgilerin açığa çıkmasını önleyecek biçimde) bu bilgiyi vermekle yükümlü kılınmalıdır.

Nükleer enerjiye ilişkin düzenleyici çerçevenin kalitesini etkileyen bir başka önemli etken de yeterli beşeri sermayenin varlığıdır. Dolayısıyla düzenleyici çerçevenin bu önemli unsuru için gerekli planlamanın mutlaka yapılması, yeterli sayıda uzman havuzunun yaratılması ve uzmanların gerekli eğitimi almaları için bir insan kaynağı planlaması yapılması gerekmektedir. Türkiye'de nükleer mühendislik alanında hem lisans hem de lisansüstü düzeyinde eğitim veren üniversiteler vardır. Bu altyapı sayesinde doğru planlama yapılması halinde beşeri kaynakların önemli bir kısıt olmaması beklenir.

Yukarıda tartışılan kurumsal unsurların yanı sıra, Türkiye 'de nükleer enerjiye ilişkin yasal ve düzenleyici çerçevede mevzuat ve düzenlemeler açısından da önemli eksiklikler olduğu bilinmektedir. Nükleer atık sorunu nükleer enerjinin geliştirilmesinde en hassas konulardan biridir. Benzer biçimde Türkiye'de mali yükümlülükler ve sigorta konusunda da ciddi belirsizlikler vardır.

Aslında bu eksiklikler daha büyük ve temel bir sorunun varlığını yansıtmaktadır. Türkiye'nin henüz nükleer enerji ile ilgili bütünlüklü bir politikası oluşturulmamıştır. Her şeyden önce henüz siyasi otorite ülkenin nükleer santrale ihtiyacı olup olmadığı konusunda ciddi bir analiz içeren, alternatiflere göre nükleer enerjinin fayda ve maliyetlerini tartışan ciddi bir çalışma ortaya koymamıştır. Bizzat böyle bir çalışma yaratılması süreci kamuoyu görüşlerinin alındığı, bu görüşlere cevapların verildiği bir süreç şeklinde işlemelidir. Bundan sonra nükleer politikanın nasıl geliştirileceğini, gerekli yasal ve düzenleyici altyapının nasıl oluşturulacağını, güvenlik kültürünün nasıl yaratılacağını, kullanılmış yakıt, devreden çıkarma gibi konularda nasıl adımlar atılacağını belirten bir politika dokümanına gereksinim vardır. Bu dokümanların katılımcı bir biçimde hazırlanması, kamuoyunun bilgilendirilmesi ve görüşünün alınması, bu görüşlere yeterli cevapların verilmesi gerekmektedir.

1- Giriş ve Bazı Temel İlkeler

Bu çalışmanın amacı, uluslar arası eğilimler ve ülke deneyimleri ışığında Türkiye’de nükleer enerji alanında düzenleyici çerçevenin özelliklerini tartışmak ve bağımsız bir düzenleyici otoritenin sahip olması gereken nitelikleri irdelemektir.

Nükleer enerji alanında düzenleyici çerçeve aslında iki temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi uluslararası anlaşmalar ile uluslar arası kuruluşların oluşturduğu normlar, standartlar, kurallar ve önerilerdir. İkinci unsur ise her ülke özelinde oluşturulan düzenleyici çerçevenin unsurlarıdır. Aşağıda görüleceği gibi, bu unsurlar arasında en önemli olanlardan biri, bir düzenleyici otoritenin oluşturulmasıdır. Bu otoritenin bağımsızlık derecesi, yetkileri, faaliyetlerini ne denli saydam bir biçimde yürüteceği, kısacası düzenleyici otoritenin kurumsal ve yönetsel özellikleri düzenleyici çerçevenin kalitesini belirleyen önemli etkenler arasındadır.

Bu özellikler arasında otoritenin bağımsızlığına özel bir vurgu yapmak gerekir. Nükleer enerji üretimi birçok mali ve güvenlik riskleri içerir. Bu mali ve güvenlik riskleri birbirinden bağımsız değildir. Güvenlik risklerini makul veya kabul edilebilir düzeylerde tutmaya yönelik düzenlemeler genellikle aynı zamanda yapım, işletim, kullanılmış yakıt ve atık yönetimi gibi faaliyetlerin maliyetlerini yükseltmektedir. Hatta bu düzenlemelerin hayata geçmesi risk dönemlerinde kimi zaman elektrik üretimini kesintiye uğratma sonucunu doğurabilmektedir. Dolayısı ile santral işletmecisi ve hatta elektrik arzından sorumlu bakanlığın öncelikleri ile güvenliğe yönelik ilkeler ve düzenlemeler her zaman uyumlu değildir, hatta birçok durumda birbiriyle çelişir. Bu durumda güvenliğe yönelik düzenleyici kararların santral işletmecisi veya bakanlıktan bağımsız bir biçimde, hatta kimi zaman onların çıkarlarına zıt bir biçimde alınabilmesi, nükleer güvenliğin sağlanmasında kritik önem arz etmektedir. İşte idari bağımsızlık bağımsız karar alabilmeyi sağlayan önemli şartlardan biri olarak görülmektedir.

Bağımsız idari otoriteler konusu Türkiye’de yeni bir konu değildir. Sermaye Piyasası Kurumu 1982, Rekabet Kurumu 1997 yılında kurulmuşlardır. 1990’ların sonunda ve 2000’li yıllarda bankacılık, elektronik haberleşme, enerji, kamu ihaleleri alanlarında bağımsız idari otoriteler kurulmuştur. Bu alanların çoğunda uluslararası düzeyde özellikle de Avrupa Birliği’nde oluşturulan düzenlemelerin yol gösterici rolü olmuştur, hatta bunlar birçok alanda ülke düzeyinde oluşturulan düzenlemelerin temel kaynağını oluşturmuşlardır. Örnek vermek gerekirse: enerji ve elektronik haberleşme alanlarında Türkiye’de oluşturulan yönetmelik ve tebliğler –ağırlıklı- Avrupa Birliği direktiflerine uygun bir biçimde hazırlanmıştır. Rekabet hukuku alanında Rekabet Kurumu kararlarında Avrupa Komisyonu ve Avrupa Birliği Adalet Divanı kararları örnek teşkil etmektedir. Keza bankacılık piyasasında Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu’nun temel yönetmelikleri Uluslar arası Ödemeler Bankası (Bank for International Settlements, BIS) tavsiyeleri ve AB direktifleri ile uyumludur.

Öte yandan düzenlemelerin uluslar arası standartlar ile uyumlu olması çoğu kez düzenleme kalitesinin yüksek olması için gereklidir ancak yeterli değildir. Düzenleme kalitesi aynı zamanda uygulamanın nasıl yapıldığına bağlı olacaktır. Burada yine düzenleyici otoritenin bağımsızlığı uygulama kalitesinin en önemli belirleyicilerinden biri olacaktır. Literatürde yasal (de-jure) bağımsızlık ile fiili (de-facto) bağımsızlık arasında ayırım yapılmaktadır. Birçok ülkede birçok düzenleyici otorite, yasal anlamda bağımsız görünürken, yani bağımsızlık için uluslararası düzeyde genel kabul görmüş şartlar yerine gelmişken, fiili anlamda bağımsız olmayabilmektedir. Buradan şu sonuç da çıkmaktadır: Bağımsızlık için yasal şartların yerine gelmesi, fiili bağımsızlığın gerçekleşmesi için yeterli olmayabilmektedir. Uç bir örnek vermek gerekirse, yasal bağımsızlık şartlarını yerine getiren bir otoritede yönetici durumundaki Başkan veya Kurul'un kararları ilgili Bakan'ın veya otoritenin denetlediği veya düzenlediği işletmenin baskılarına maruz kalıyorsa ve bu baskılar alınan kararları etkileyebiliyorsa o zaman gerçek bir bağımsızlıktan söz etmek zor olur.

Düzenleme kalitesini etkileyen bir başka faktör ise saydamlık ve hesap verebilirliktir. Burada sözü edilen saydamlık ilkesinin kapsamı oldukça geniştir. Alınan kararların kamuoyuna açık olması, örneğin resmi gazete ve daha önemlisi otoritelerin web sitelerinde yayınlanması saydamlığın en basit şartlarından biridir. Ancak saydamlık, aynı zamanda bu kararların gerekçelerinin de kamuoyuna açık olmasını gerektirir. Benzer biçimde karar alma süreçlerinin kamuoyuna açık olması saydamlığı arttıran bir özelliktir. Saydamlık düzeyinin yüksek olduğu ülkelerde kural ve düzenleme hazırlama süreçleri de kamuoyuna açıktır ve mutlaka sistematik bir biçimde kamuoyunun görüşlerini bildirmesine olanak sağlar. Bizzat bu görüşlerin otoritenin web listesinde yayınlanması yine saydamlığı arttıran bir unsurdur. Örneğin Türkiye'de bağımsız otoritelerin düzenlemelere son halini vermeden öne web sitelerinde yayınlanması standart bir faaliyet haline gelmiştir. Ama taslaklara verilen görüşler çok nadiren yayınlanmaktadır.

Peki saydamlık neden önemlidir ve düzenleme kalitesini nasıl etkiler? Saydamlığın yüksek olduğu ortamlarda gazeteler, televizyonlar, sivil toplum kuruluşları, sendikalar, üniversiteler, akademisyenler, özel sektör uzmanlık ve danışmanlık kuruluşları ve hukukçular düzenleyici kararların takipçisi haline gelebilirler, bu kararları eleştirebilirler, alternatifler önerebilirler; daha önemlisi hukuksuz olduğuna inandıkları kararlara karşı yasal yollara başvurabilirler. İşte bu tür izleme, eleştiri ve değerlendirme faaliyetleri, hukuksuzluk karşısında yasal yollara başvurma ihtimali, otoritenin karar alma sürecini baştan ciddiye almasına yol açabilir, bu da düzenleyici kararların kalitesini artırır. Örneğin Türkiye'de Rekabet Kurulu'nun kararlarını gerekçeli olarak yayınlamak zorunda kalmış olması, Kurul kararlarının kalitesini büyük bir ihtimalle pozitif bir biçimde etkilemiştir.

Düzenleyici kaliteyi etkileyen bir başka faktör ise teknik kapasite ve daha genel olarak beşeri sermayenin kalitesidir. Düzenleyici otoritelerin birçok kararı teknik konularda uzmanlık gerektirir. Bu uzmanlığın var olup olmaması hem ülkedeki eğitim sistemine ama hem de düzenleyici otoritenin personel rejiminin özelliklerine, liyakat sisteminin ne kadar yaygın ve güçlü olduğuna bağlıdır. Kuşkusuz nükleer enerji gibi bir alanda teknik kapasitenin varlığı ülkede nükleer

mühendislik ve benzeri üniversite programlarının varlığında da bağlı olacaktır. Nükleer enerjin geliştirilmesine yönelik çabaların bu kısıtın giderilmesine yönelik plan ve programlar içermesi halinde teknik kapasite zaman içinde daha önemsiz bir kısıt haline gelecektir. Bir anlamda teknik kapasitenin “giderilmesi mümkün bir kısıt” olduğunu düşünmek, yani teknik kapasitenin düzenleyici kapasiteyi etkileyen bir faktör kadar, aynı zamanda kalitenin bir sonucu olduğunu düşünmek doğru olacaktır. Kalite düzeyi yüksek bir iş yapmak isteyen bir düzenleyici otorite, yeterli teknik kapasiteyi yaratabilir.

Yukarıda sayılan ilkeler (düzenlemelerin uluslararası standartlara uygun olması, düzenleyici otoritenin bağımsızlığı, saydamlık ve teknik kapasite) kuşkusuz nükleer enerji alanında daha da kritik öneme sahip olacaktır. Nükleer enerjide güvenlik en önemli hedeflerden biridir. Güvenlik alanında düzenleyici ve denetleyici çerçevenin zayıf olması kaza ihtimalini arttırır, bir kazanın toplumsal maliyeti ise çok yüksektir.¹ Öte yandan nükleer kazalarda düzenleyici ve denetleyici çerçevenin eksiklikleri çok önemli rol oynamışlardır. Bu konuda Fukushima nükleer kazasından elde edilen dersler çok çarpıcıdır. Kaza sonrasında Japonya parlamentosu tarafından hazırlanan soruşturma raporunda² şöyle denilmektedir: “TEPCO Fukushima nükleer güç santrali kazası hükümet, düzenleyiciler ve TEPCO arasındaki danışıklıktan, ve bu tarafların yönetim eksikliğinden ortaya çıkmıştır. Onlar fiili olarak ülkenin nükleer kazalardan korunma hakkına ihanet etmişlerdir. Bu yüzden kazanın “insan eseri” olduğu sonucuna varıyoruz. Kökteki nedenlerin, herhangi bir kişinin kabiliyeti ile ilgili olmadığına, yanlış kararların alınmasını ve yanlış fiillerin yapılmasını özendiren örgütsel ve düzenleyici sistemlerde yattığına inanıyoruz.”³ Gerçekten rapor, o zamanki düzenleyici otorite Nükleer ve Sınai Güvenlik Kurumu (Nuclear and Industrial Safety Agency, NISA) ve TEPCO’nun belirli güvenlik zaafalarının farkında olduklarını, fakat NISA’nın gerekli düzenlemeleri oluşturmadığını veya TEPCO’yu gerekli önlemleri almaya zorlamadığını göstermektedir. NISA nükleer teknolojiyi geliştirmekle görevli Ekonomi, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı’nın altındaydı. Fukushima raporundan sonra düzenleme ve denetim görevi Çevre Bakanlığı altında kurulan Nükleer Düzenleme Otoritesi’ne verilmiştir (Nuclear Regulation Authority). Böylece uluslararası literatürde nükleer enerji alanında bağımsızlığın ilk kurallarından biri olan nükleer enerjiyi geliştirme işlevi ile düzenleme ve denetim işlevinin birbirinden ayrılması hedefi Japonya’da ancak 2012 yılında gerçekleşmiştir.

1_ EDAM “Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli”, 2011. Bkz özellikle 1. Bölüm “Türkiye’de Nükleer Enerjiye Geçişin Emniyet ve Güvenlik Yönlerine İlişkin Değerlendirme” ve Bölüm 2 “Büyük Nükleer Kazalar ve Nükleer Enerji Teknolojinin Evriminde Doğurdıkları Sonuçlar”.

2_ The National Diet of Japan, The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, <http://naiic.go.jp/en/>

3_ “The TEPCO Fukushima Nuclear Power Plant accident was the result of collusion between the government, the regulators and TEPCO, and the lack of governance by said parties. They effectively betrayed the nation’s right to be safe from nuclear accidents. Therefore, we conclude that the accident was clearly “manmade.” We believe that the root causes were the organizational and regulatory systems that supported faulty rationales for decisions and actions, rather than issues relating to the competency of any specific individual.”

Bu çalışmanın ana başlıkları şöyledir. Bir sonraki bölümde nükleer güvenlik ve düzenleme konusunda bazı temel uluslararası ve AB normları gözden geçirilecektir. Üçüncü bölümde bazı ülke deneyimleri tartışılacaktır. Dördüncü ve son bölümde bu tartışmalar ışığında Türkiye'deki düzenleyici çerçeve incelenecek ve geleceğe ilişkin öneriler yapılacaktır.

2- Uluslararası Normlar

2.1. Nükleer Güvenlik Sözleşmesi ve Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA kuralları)

Özellikle 1986 yılında meydana gelen Chernobyl kazasından sonra nükleer enerjide güvenliğe ilişkin standartların uluslararası düzeyde birbiriyle uyumlu hale getirilmesi ve ortak temel ilkelere oturtulmasına yönelik çabalar hızlanmıştır. Bu çabaların sonucunda bir dizi uluslar arası anlaşma ortaya çıkmıştır. Bu ortak çabaların belki de en önemlisi 1994 yılında Viyana'da kabul edilen ve 1996 yılında yürürlüğe giren Nükleer Güvenlik Sözleşmesi (Convention on Nuclear Safety, CNS) olmuştur.⁴ CNS'nin amacı, uluslararası standartlar oluşturarak sözleşmeyi imzalayan tarafları yüksek bir güvenlik düzeyi oluşturmayı taahhüt etmelerini sağlamaktır. Genel olarak tarafların yükümlülükleri IAEA standartlarını temel almaktadır. Sözleşmenin vurguladığı yükümlülükler arasında nükleer güvenlik konusunda yasal ve düzenleyici çerçeveyi hayata geçirmek üzere bir düzenleyici otoritenin kurulması ve yeterli yetkilerle donatılması ile düzenleyici işlevleri olan kuruluş ile nükleer enerjisi geliştiren ve kullanan kuruluşların etkin bir biçimde birbirinden ayrılması bulunmaktadır (Madde 8).

Ancak Sözleşmenin yaptırım gücü yoktur. Taraf ülkeler üzerinde bir denetim mekanizması kurulmamıştır. Sözleşme tarafların yükümlülükleri ne kadar yerine getirdiklerine ilişkin raporlar sunmalarını ve 3 yılda bir düzenli yapılan toplantılarda bu raporların akran değerlendirmesine tabi tutulmasını öngörmektedir. Temel yaptırım mekanizması bu akran değerlendirmeleridir. Bu toplantılarda taraflar birbirlerinin raporu hakkında görüş bildirebilmektedirler. Tarafların, ortaya koyulan bu görüşleri göz önünde bulundurmaları beklenmektedir (Stanic, 2010).

Nükleer güvenlik konusunda uluslararası standart oluşturan en önemli kuruluş IAEA'dır. IAEA'nın temel görevlerinden biri, uluslararası nükleer güvenlik rejimini güçlendirmek amacıyla uluslar arası standart, kural ve kılavuzlar oluşturmaktır. 1990'ların ortalarında bu standartların gözden geçirilmesi süreci

4_ Nükleer güvenlik konusundaki bir başka kritik anlaşma "Kullanılmış Yakıt İdaresinin ve Radyoaktif Atık İdaresinin Güvenliği Üzerine Birleşik Sözleşme"dir (Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of radioactive Waste Management). OECD (2006) nükleer enerji alanındaki uluslararası hukuk konusunda ayrıntılı bilgi bulundurmaktadır. Yakın geçmişte yapılan bir değerlendirme için bkz. Kuş (2011).

başlamıştır. 2006 yılında IAEA "Temel Güvenlik İlkeleri"ni (Fundamental Safety Principles) kabul etmiştir.⁵ Bu dokümanda nükleer enerjide güvenliğe ilişkin 10 temel ilke belirlenmektedir. Bu 10 temel ilke şöyle özetlenebilir:

1. Güvenlik konusunda esas sorumluluk radyasyon riskine neden olan tesisleri işleten kuruluştadır.
2. Bağımsız bir düzenleyici kuruluş dahil olmak üzere etkin bir yasal çerçeve oluşturulmalıdır.
3. Radyasyona neden olan işletmelerde ve radyasyon riski ile ilgilenen kuruluşlarda güvenlik için etkin bir yönetim ve liderlik mekanizması kurulmalıdır.
4. Radyasyon riskine neden olan işletmeler bir net fayda sağlamalıdır
5. Koruma, makul bir biçimde erişilebilecek en yüksek güvenlik seviyesine ulaşılabilecek biçimde optimize edilmelidir
6. Radyasyonu kontrol etmek için alınacak önlemler kimsenin kabul edilmeyecek düzeyde zarar riski yüklenmesine izin vermeyecek biçimde alınmalıdır
7. Mevcut ve gelecekteki insanlar ve çevre radyasyon riskine karşı korunmalıdır
8. Nükleer ve radyasyon kazalarını önlemek için her türlü pratik çaba gösterilmelidir
9. Nükleer ve radyasyon kazalarına karşı acil durum hazırlığı ve müdahale için düzen kurulmalıdır.
10. Mevcut ve düzenlenmeyen risklerin azaltılması için alınan önlemler gerçekleştirilmeli ve optimize edilmelidir.

Bu ilkeler bağlayıcı değildir, yani IAEA'nın üye ülkeler üzerinde bu ilkeler çerçevesinde yaptırım gücü yoktur. Bu ilkeler üye ülkelere yönelik tavsiyeler niteliğindedir.⁶

IAEA'nın güvenliğe ilişkin kural ve ilkeleri bir yeniden yapılanma süreci içindedir. Tüm nükleer tesis ve faaliyetler için geçerli olan bu Temel Güvenlik Prensipleri'ne ek olarak yine tüm tesis ve faaliyetler için geçerli olan 7 adet "Genel Güvenlik Gereksinimleri" (General Safety Requirements) belirlenmiştir:

1. Güvenlik için yasal ve düzenleyici çerçeve
2. Güvenlik için liderlik ve yönetim,
3. Radyasyondan korunma ve radyasyon kaynaklarının güvenliği

5_ Fundamental Safety Principles, Safety Standards Series No SF-1, www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf. Özet için bkz. Stanic (2010).

6_ Bu ilkelerin hukuki konumu yine IAEA tarafından uygulanan "koruma tedbirleri" (safeguards) ile karşılaştırılabilir. Koruma tedbirleri sisteminin temel hedefi nükleer silahların yayılmasını ve nükleer teknolojinin istismarını önlemektir. Nükleer koruma tedbirleri sistemi, IAEA'nın ülkelerin nükleer faaliyet ve malzemeye ilişkin bildirimlerinin doğruluğunu denetlemekte kullandığı bir dizi ayrıntılı ölçümlerden oluşmaktadır. IAEA'nın koruma tedbirleri anlaşması yaptığı ülkeler bu denetimi kabul etmiş olmaktadır.

4. Tesis ve faaliyetlerin güvenlik değerlendirmesi
5. Radyoaktif artığın elden çıkarma öncesi yönetimi
6. Devreden çıkarma ve faaliyetlerin sona erdirilmesi
7. Acil durum hazırlığı ve müdahale

IAEA ayrıca bu gereksinimlerle ilgili Genel Güvenlik Kılavuzları (General Safety Guides) yayınlamaktadır.

IAEA, nükleer enerjiyi geliştirmeye karar veren ülkelerin neler yapması gerektiğine ilişkin olarak da bir temel yaklaşım geliştirmiştir. Bu temel yaklaşımın adı "Nükleer Enerji için Ulusal Altyapı'nın Geliştirilmesine Yönelik Kilometre Taşları"dır (Milestones for the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, IAEA 2007). Bu çalışma nükleer enerji santrali kurmayı hedefleyen ülkelerin atması gereken adımları sistematik bir biçimde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Çalışma, nükleer enerji alanına girmenin son derece karmaşık bir süreç olduğu kabulünden hareket etmektedir. Söz konusu altyapı yer seçimi, fiziksel tesis ve ekipmanlardan, gerekli yasal ve düzenleyici çerçeveye kadar çok sayıda unsuru kapsamaktadır. Çalışma, özellikle planlama, ihaleye hazırlanma, inşaat ve devreye girme aşamaları üzerine yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte işletme, radyoaktif atık yönetimi ve devreden çıkarma aşamaları da en baştaki planlamanın gerektirdiği kadar göz önünde bulundurulmuştur. Çalışmaya göre, işletme, kullanılmış yakıt ve atık yönetimi ve devreden çıkarma gibi aşamalara ilişkin meseleler de ihaleye çıkma aşamasında göz önünde bulundurulmuş ve bu konularda planlama sürecine başlanmış olunmalıdır. Aşağıda tartışılacağı gibi, Birleşik Arap Emirlikleri'nin nükleer enerji üretme sürecini bu çalışmanın tavsiyelerine uygun bir biçimde yapılandırılmaya çalıştıkları söylenmektedir.

Son olarak IAEA'nın düzenleyici otoritenin bağımsızlığından ne anladığını da özetlemekte fayda vardır. Bu konuda Uluslar arası Nükleer Güvenlik Danışma Grubu'nun (International Nuclear Safety Advisory Group INSAG) 2003 tarihli "Independence In Regulatory Decision Making" adlı kitapçığına bakılabilir.⁷ Bu dokümanda düzenleyici karar verme sürecinde bağımsızlığın sağlanması için vurgulanan önlemler arasında şunlar bulunmaktadır:

- 1- Düzenleyici işlevler ile nükleer enerjiyi geliştirme veya kullanma işlevlerinin birbirinden etkin bir biçimde ayrılması
- 2- Düzenleyici kararların dış etkilerden bağımsız olabilmesi için yeterli yasal önlemlerin alınması
- 3- Bir yasal temyiz olanağının bulunması
- 4- Düzenleyici otoritenin yeterli bütçesinin olması ve bütçesine nükleer enerjiyi geliştiren ve kullanan kuruluşların onayına tabi olmaması
- 5- Düzenleyici kararların kamuoyunun incelemesine (scrutiny) açık olması
- 6- Düzenleyici performansın değerlendirilmesi

Bunara ek olarak, düzenleyici otoriteler konusundaki uluslararası literatürde bağımsızlığı sağlamaya yönelik bazı başka önlemler de vurgulanmaktadır. Bunlardan birincisi, bağımsız otoritenin kararlarının siyasi düzeyde bir onaya veya denetime tabi olmaması, sadece yasal temyize açık olmasıdır. İkincisi, düzenleyici otoritenin yönetimine atanan kişilerin belirlenmiş bir süre için atanması ve bu süre dolmadan sadece görev istismarı veya suç işlenmesi gibi durumlarda görevlerine son verilebilmesidir.

2.2. AB Nükleer Güvenlik Direktifi

Avrupa Atom Enerjisi Topluluğu (European Atomic Energy Community, EAEC veya Euratom) 1957 yılında üye devletlerin nükleer enerjinin barışçıl kullanımına yönelik araştırmalarını koordine etmek için kurulmuştur. Fakat nükleer güvenlik konusu yakın zamana kadar AB düzeyinde düzenleme altında olmamıştır. Ancak bir yandan nükleer santral yatırımlarının artması, bir yandan özellikle Fukushima kazası öncesinde nükleer enerjinin AB düzeyinde enerjide arz güvenliğini sağlamanın bir aracı olarak görülmesi, bir yandan da AB'ye 2004 yılında katılan yeni üye ülkelerin bir bölümündeki nükleer santrallerin güvenliğine ilişkin endişeler, nükleer enerjide güvenliğe ilişkin AB düzeyinde bir yasal çerçevenin oluşması yolunda çabalara yol açmıştır. Bu çabalar sonucunda 2009 yılında AB Konseyi "nükleer tesislerin güvenliğine ilişkin topluluk çerçevesi"ni oluşturan bir direktifi ("AB Direktifi") kabul etmiştir.⁸

Söz konusu direktifin temelinde esas olarak CNS ile IAEA'nın bazı standartları vardır. Tüm AB üye ülkeleri ve Euratom zaten CNS'e dahil olduğundan direktif üye ülkelerin zaten angaje olduğu ilkelere söz etmektedir. Ancak direktifin önemli yönü, üye ülkeler için bağlayıcı kural ve önlemler içermesidir. Bu kural ve önlemlere uymayan üye ülkeler yaptırımlarla karşı karşıya kalabilecektir.

Direktif'in içeriğine gelince: Direktif'in kapsamı NCS'nin kapsamından daha geniş tutulmuştur. NCS sadece nükleer santraller ile bu santrallerin yerinde bulunan radyoaktif madde depolama ve işleme tesislerini kapsarken, Direktif nükleer güç santrallerinin yanı sıra nükleer yakıt üretme, zenginleştirme, yeniden işleme, atık saklama ve nükleer araştırma reaktörlerini de kapsamaktadır. Stanic (2012) Direktif'in spesifik bir yasal ve düzenleyici çerçeve sunmak yerine güvenlik hakkında bir asgari bir güvenlik düzeyi hedeflediğini vurgulamaktadır.

Direktif'in 4. Maddesine göre her üye ülke nükleer güvenliğe ilişkin olarak ulusal yasal, düzenleyici ve örgütsel bir çerçeve oluşturmak zorundadır. Bu çerçeve, şu alanlarda sorumlulukları belirlemelidir:

- Ulusal nükleer güvenlik gereksinimlerinin belirlenmesi
- Lisanslama rejimi

8_ Council Directive 2009/71/EURATOM of 25 June 2009 establishing a Community framework for the nuclear safety of nuclear installations. Bunu 2011 yılında kabul edilen kullanılmış yakıt ve radyoaktif atık konusundaki direktif takip etmiştir (Council Directive 2011/70/Euratom of 19 July 2011 establishing a Community framework for the responsible and safe management of spent fuel and radioactive waste).

- Nükleer güvenliğin denetimi
- Lisansın değiştirilmesi ve iptal edilmesi dahil olmak üzere yaptırım

CNS’de olduğu gibi, nükleer güvenlik konusunda işletmeci birinci düzeyde sorumludur. Direktifin 5. Maddesi düzenleyici otoritenin özellikleri hakkındadır. Burada otoritenin “etkin bir biçimde bağımsız” olması gerektiği vurgulanmıştır. Yani Direktif otoritenin sadece yasal olarak değil (de-jure) fiili (de-facto) olarak da bağımsız olması gerektiğini vurgulamıştır.

Üye ülkeler Direktif’in uygulanma düzeyini irdeleyen bir raporu 2014 yılına kadar sunmak zorundadır. Ondan sonra her üç yılda bir raporlama yükümlülüğü vardır. CNS’den farklı olarak raporlamanın yapılmaması halinde AB düzeyinde yaptırım uygulanabilecektir. Ayrıca, üye ülkeler 10 yılda bir akran değerlendirmesine tabi olan bir öz-değerlendirme yapmak zorundadır.

Stanic’e (2012) göre Direktif’in iki önemli eksiği vardır. Birincisi, Direktif nükleer santrallerin Komisyon tarafından doğrudan belki de sürpriz teftişler ile denetlenmesine ışık yakmamıştır. Bağımsız denetim Avrupa Komisyonu’na bağlı kuruluşlar değil ülkelerin düzenleyici otoriteleri tarafından yapılmaya devam edecektir. İkincisi, raporların kamuoyuna açık hale getirilmesi zorunlu kılınmamıştır.

3- Ülke Örnekleri

Nükleer enerji alanında düzenleyici çerçeveye ilişkin kurumsal alternatiflerin iki ana model etrafında şekillendiği söylenebilir. Bu modellerin birincisinde modelde nükleer enerjinin geliştirilmesi/promosyonu işlevi ile güvenlik ve denetim boyutları arasında kesin çizgiler yoktur. Örneğin her iki işlev de belirli bir bakanlık çatısı altında belki farklı daireler biçiminde örgütlenebilir. Zaman içinde işlevler farklı kuruluşlara verilse de iki işlev arasında keskin bir bağımsızlık söz konusu değildir. Muhtemelen zımni olarak bu modelin temelinde promosyon ile denetim işlevleri arasında keskin bir çıkar çatışması olmadığı kabulü yatmaktadır. Özellikle nükleer enerji yatırımlarının kamu tarafından yapıldığı ülkelerde ve özellikle yakın geçmişe kadar bu modelin yaygın olduğu söylenebilir. 2006 yılına kadar Fransa, Çin, Kore, Hindistan gibi ülkelerde nükleer enerji programları farklı ölçülerde de olsa bu model etrafında şekillenmiş gibidir. Diğer model ise bağımsız idari otorite modelidir. Özel sektörün başından beri yatırımlarda önemli rol oynadığı ABD’de 1970’lerden beri bu modelin uygulandığı söylenebilir. Tekil ülke örnekleri kuşkusuz bu iki modelin unsurlarını barındırabilir. Ancak son yıllarda ve özellikle de Fukushima kazasından sonra uluslararası düzeyde bağımsız düzenleyici otorite modeline doğru bir eğilim ve ciddi bir saydamlık vurgusunun ortaya çıktığı söylenebilir. Nitekim Fransa, Kore ve Japonya’da son yıllarda meydana gelen değişiklikler bağımsız düzenleyici otorite modeline doğru eğilimin örnekleri gibidir.

3.1. Amerika Birleşik Devletleri

ABD’de nükleer enerjiye ilişkin temel yasa 1954 tarihli Atom Enerjisi Kanunu’dur. Bu kanunla federal hükümetin radyoaktif maddelerin üretimi ve kullanımına ilişkin faaliyetler üzerindeki tekeli kaldırılmış ve savunma alanı dışında bu faaliyetlere özel sektörün katılmasının önü açılmıştır. Aynı kanun ile Atom Enerjisi Komisyonu (Atomic Energy Commission, AEC) kurulmuştur. AEC 1974 yılında çıkarılan bir kanunla lağvedilmiş, lisanslama ve denetim görevleri aynı kanun ile kurulan ve hala ABD’de nükleer enerji alanındaki düzenleyici otorite görevini sürdüren Nükleer Düzenleyici Komisyonu’na (Nuclear Regulatory Commission, NRC) devredilmiştir. Komisyon’da cumhurbaşkanı tarafından atanan 5 üye bulunur. Üyelerin görev süresi 5 yıldır. Cumhurbaşkanı herhangi bir komisyon üyesini yalnızca görev ihmali, etkinsizlik veya görevi kötüye kullanma durumunda görevden alabilir. Böyle bir karar ayrıca Senato’nun onayını gerektirir.

NRC’nin temel görevi nükleer madde ve tesislerin kullanımının kamu sağlığı, ABD’nin savunması ve çevreyi koruma hedefleri ile uyumlu olmasını sağlamaktır. Bu görevi yerine getirmek için standart oluşturma, kural koyma, lisans verme, teknik gözden geçirme izin, teftiş gibi araçlara sahiptir. NRC ayrıca işletmeyi durdurma, ceza verme gibi yetkilere de sahiptir. Ayrıca NRC’nin kimi düzenlemelerine uymama suç teşkil edebilir (OECD 2008).

Komisyon veya Komisyon Başkanı’na bağlı olarak çalışan daireler vardır. Bunlardan Nükleer Reaktör Regülasyon Dairesi (Office of the Nuclear Reactor Regulation, NRR) lisanslama ve denetleme/teftiş yolu ile kamu sağlığı ve güvenliğini sağlamakla görevlidir. NRC içindeki en büyük daire budur. Bir başka önemli daire de Yeni Reaktörler Dairesi’dir (Office of New Reactors, NRO). 2006 yılında oluşturulan bu dairenin görevi ABD’de ilk defa kurulacak olan reaktörlerin güvenliğini lisans başvurusu yapılmadan önce onaylamaktır. Yeni reaktörlere ilişkin onay sürecinin ilk durağı “tasarım sertifikasyonu onayı”dır. Bu onayı almak için başvuru yapan şirket reaktörün güvenlik özelliklerine ilişkin ayrıntılı bilgi sunar. Yani bir anlamda yeni bir tasarımın onayı sadece siyasi bir karar olmaktan çıkarılmış aynı zamanda teknik bir karar niteliğine bürünmüştür. İlginç olan, bu sürecin saydam bir biçimde ilerlemesidir. Örneğin NRC şu anda Fransız Areva şirketinin Evrimsel Güç Reaktörü (Evolutionary Power Reactor, EPR)⁹ başvurusunun tasarım sertifikasyonu onayı süreci devam etmektedir. Başvuruya ilişkin dokümanlar ve NRC’nin değerlendirmeleri NRC web sitesinden indirilebilmektedir.¹⁰

Saydamlık konusunda NRC’nin uygulamaları arasında şunlar sayılabilir. Toplantıların bir çoğu kamuya açık yapılmaktadır ve toplantı tarihleri önceden ilan edilmektedir. Toplantı zabitler iki gün içinde web sitesine konmaktadır. NRC kararları, oylamalar, dosyalar ve NRC web sitesinden bulunabilmektedir.

9_ Avrupa’da European Pressureized Reactor diye bilinen modelin aynısı.

10_ Bkz. <http://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/design-cert/epr/overview.html>. Gopalakrishnan (2011) NRC sürecinin saydamlık ve kurumsallaşma düzeyi ile Hindistan Başbakanı’nın 6 adet EPR reaktörü alma kararının keyfilik düzeyi arasındaki kontrasta dikkat çekmektedir. Kuşkusuz NRC düzeyi ile Akkuyu anlaşması ile sonuçlanan süreç arasında da benzer bir çarpıcı kontrast bulunmaktadır.

3.2. Fransa

Nükleer enerji Fransa'nın uzun dönemli stratejik bir hedefi olmuştur. Ülkede ilk nükleer santral 1962 yılında kurulmuştur ve halen ülkede 58 nükleer santral bulunmaktadır. Bu santraller Fransa elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 75'ini karşılamaktadır. Fransa'da ilk nükleer enerji alanındaki ilk düzenleyici otorite 1973 yılında sanayi bakanlığının bir dairesi olarak kurulmuştur. 2002 yılında Nükleer Güvenlik ve Radyasyon'dan Korunma Genel Müdürlüğü oluşturulmuştur. Bu genel müdürlük hem sanayi hem de çevre bakanlığına karşı sorumlu olmuştur. Fransa'da mevcut düzenleyici çerçeve 2006 yılında kabul edilen nükleer saydamlık ve güvenlik yasası (TSN yasası) ile oluşturulmuştur. Bu yasa ile aynı zamanda nükleer güvenlik alanında bağımsız bir otorite olan Nükleer Güvenlik Otoritesi (ASN) kurulmuştur.

ASN'nin karar verici organı 5 kişilik bir kuruldan oluşmaktadır. Bu kurulun başkan dahil olmak üzere 3 üyesi cumhurbaşkanı, bir üyesi meclis bir üyesi de senato başkanı tarafından atanmaktadır. Kurul üyelerinin görev süresi 6 yıldır. Kurul üyeleri yalnızca görevlerini yapamaz hale gelirlerse, istifa üzerine veya görevlerini kötüye kullanma durumunda cumhurbaşkanının görevden alması ile üyelikten ayrılabilirler.

ASN'nin yaklaşık 450 çalışanının yaklaşık yarısı bölgelerde bulunmaktadır. Çalışanların 235'i teftiş elemanıdır.¹¹ ASN gerekli teknik değerlendirmelerin yapılması için özellikle Radyasyondan Korunma ve Nükleer Güvenlik Enstitüsü'nden (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, IRSN) destek almaktadır. IRSN bir kamu kuruluşudur ve sadece ASN'ye değil aynı zamanda başka kamu kuruluşları ve özellikle enerji şirketleri EDF ve AREVA'ya da destek vermektedir. Muhtemel çıkar çelişkilerini önlemek için ASN ve IRSN arasında bir mutabakat belgesi imzalanmış, ayrıca ASN için çalışan IRSN uzmanlarının ASN ile lisans ilişkisi olan işletmelerin projelerinde çalışması önlenmiştir.

Fransa'daki düzenleyici çerçevenin en önemli özelliklerinden biri saydamlığa verilen önemdir. TSN kanununun 3. bölümü nükleer güvenlik ve radyasyondan korunma konusunda bilgiye erişim hakkını düzenlemektedir.¹² Bu bölümde devletin kamuoyunu nükleer güvenlik hakkındaki süreç ve sonuçları hakkında bilgilendirme görevi olduğu hükme bağlanmıştır. Ayrıca her kişinin lisansı olan bir işletmeciden radyasyon riskine ve bu riski önlemek için alınan önlemlere ilişkin bilgiyi edinme hakkı olduğu ve bu konuda çıkan anlaşmazlıkların idari mahkemelerde çözüleceği belirtilmiştir. Sözü edilen bilgi verme yükümlülüğünü nasıl yerine getirileceği de ayrıntılı bir biçimde belirlenmiştir. Örneğin 22. madde her santralde bir yerel bilgi komitesinin kurulmasını, bu komiteye yerel devlet birimleri, yerel yönetimler, çevre, sağlık örgütleri ve sendikaların katılmasını öngörmüştür. Bu komite danışmanlık hizmeti alabilmekte, salımlara ilişkin çalışmalar ve ölçümler yaptırabilmektedir; bu çalışmaların maliyeti devlet veya yerel yönetimlerce karşılanacaktır. Ayrıca geniş bilgi toplama yetkileri olan bir Nükleer Güvenlik Hakkında Yüksek Saydamlık Komitesi kurulmuştur. Bu

11_ <http://www.french-nuclear-safety.fr/index.php/English-version/About-ASN>

12_ <http://www.french-nuclear-safety.fr/index.php/content/download/22273/123572/file/loiTSN-uk.pdf>

komitede parlamenterler, yerel bilgi komitelerinin başkanları, bilim akademileri ve parlamentonun bilim ve teknoloji ofisi tarafından atanacak bilim adamları vb kişilerden oluşmaktadır. Bu komitenin nükleer faaliyetler ve bunların çevre ve kişi sağlığı üzerindeki etkileri hakkında bir tartışma ve bilgi forumu olduğu, bu bakıdan komitenin bu konularda fikir beyan edebileceği, fikirlerini kamuoyuna açmak zorunda olduğu, söz konusu konularda araştırma yapabileceği ve gerekli bilgiyi toplayabileceği belirtilmiştir.

3.3. Kore

Kore’de nükleer enerjinin gelişiminde teknoloji transferi ve yerelleşme kilit bir rol oynamıştır. Kore’de ilk nükleer santralin yapımına 1971 yılında başlanmıştır. Bu santralin yapımında anahtar teslim yöntemi kullanılmıştır yani santral yabancı şirketlere yaptırılmış ve teslim alınmıştır. İlk üç santral bu biçimde anahtar teslim projeler yolu ile inşa edilmiştir. Anahtar teslim yönteminin kullanıldığı ilk üç santralde yerli şirketlerin katılımı, güvenliğin önemli olmadığı alanlar ile sınırlanmıştır. Dördüncü santralden itibaren esas yüklenicinin yabancı firmalar olduğu yerli firmaların da alt-yüklenici olarak rol oynadığı sözleşme türleri kullanılmıştır. Choi et. al. (2009) bu dönemi “iş üzerinde öğrenme (on the job training)” ve “iş üzerinde katılım (on the job participation)” dönemi olarak adlandırılmıştır. Zaman içinde kamuya ait tasarım, mühendislik ve inşaat şirketleri kurulmuştur. Özel şirketler belirli parçaları üretmeye başlamıştır. Yabancı şirketler yerli şirketler ile çalışmaya zorunlu tutulmuştur. 1980’lerin sonunda ise elektrik şirketi KEPCO esas yüklenici, yabancı şirketler ise alt-yüklenici haline gelmiştir. Yerli üretim kararı 1989’da alınmıştır. 1995 yılında ilk yerli üretim olan OPR1000 Kore Standart Nükleer Güç Santrali siparişi verilmiştir. 2012 yılı itibariyle Kore’nin 20 nükleer santrali bulunmaktadır ve elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 30’u nükleer santrallerden elde edilmektedir.

Kore deneyiminin önemli özelliklerinden biri, hükümetin mali riskleri azaltma konusunda gösterdiği önderlik olmuştur. Choi et. al. (2009), Three Mile Island (TMI) ile Chernobyl kazalarından sonra dünyada nükleer santral yapımı ciddi biçimde azalırken Kore’nin santral yapımına ve güvenliği arttıracak önlemlerin iyileştirilmesine devam ettiğinin altını çizmektedir. Kore’de nükleer enerji çelik, petrokimya ve gemicilik gibi sektörlerde olduğu gibi ulusal gelişme stratejisinin asli bir parçası olarak görülmüştür ve farklı hükümetler nükleer santral yapımına bağlılığı sürdürmüşlerdir.

Nükleer santral yapımının karşı karşıya olduğu en önemli sorunlardan biri içerdiği mali risklerdir. Kore özelinde nükleer programın başında bu mali riskleri kamu elektrik şirketi KEPCO, ve zımnen hükümet üstlenmiştir. KEPCO etkin çalışan bir firma olarak tanınmıştır ve uluslar arası piyasalarda borçlanma konusunda fazla bir zorluk ile karşılaşmamıştır. Nitekim ilk nükleer santral KEPCO’nun aldığı bir Eximbank kredisi ile finanse edilmiştir.

Kore’nin stratejisinin önemli bir başka yönü yeterli teknik kapasite ve beşeri sermayenin gelişmesi için almış oldukları stratejik önlemler olmuştur. 1955-1969 arasında Kore yurt dışına eğitim için 310 kişi göndermiştir, bunların sadece 204’ü geri gelmiştir. Yani programın başında Kore bir beyin göçü sorunu ile karşı karşıya kalmıştır (Choi et. al, 2009, s. 5501). Bunun yanı sıra, uzman personel eksikliğini

gidermek için ilk nükleer santralin çalıştırılması süreci dahil olmak üzere yabancı personel çalıştırılmıştır.

Choi et.al. (2009) çalışmasına göre Kore’de nükleer programın gelişiminin bir başka özelliği daha programın başında yurt dışı uzmanların katılımıyla görüş alma-gözden geçirme uygulamalarından yoğun bir biçimde faydalanılması olmuştur. 1962 yılında hazırlanmaya başlanan 20 yıllık plan için hem yurtiçinden hem IAEA’dan hem de bir uluslararası danışmanlık firmasından görüş alınmıştır. Planın hazırlanması zaten yaklaşık 6 yıl sürmüştür. 1957-1968 yılları arasında yapılan veya katılan uluslar arası konferans sayısı 47’dir. Bunun dışında 81 yabancı teknik uzman davet edilmiştir, IAEA ile 16 uluslar arası bilimsel proje yapılmıştır.

Buna karşılık düzenleyici çerçevenin geliştirilmesi ve bağımsız bir düzenleyici otoritenin kurulması oldukça uzun bir zaman almıştır. Kore’nin ilk nükleer yasası (Atomic Energy Act, AEA) 1958 yılında kabul edilmiştir. Aynı yıl Eğitim Bakanlığı altında Atom Enerji Bölümü (Atomic Energy Department, AED) kurulmuştur. Yine 1958 yılında nükleer mühendisler yetiştirmek üzere Kore Atom Araştırma Enstitüsü (Korea Atomic Research Institute, KAERI) açılmıştır. 8 yıllık bir çalışma sonunda 1968 yılında nükleer enerji gelişme planı oluşturulmuştur. 1981 yılında Nükleer Güvenlik Merkezi (Nuclear Safety Center) KAERI altında çalışmaya başlamıştır. Bu birim 1990 yılında KAERI’den ayrılmış ve Kore Nükleer Güvenlik Enstitüsü (Korea Institute of Nuclear Safety, KINS) adı ile düzenleyici işlevleri olan bir birim haline getirilmiştir (Choi et. al. 2009). KINS Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı’na bağlı olarak çalışmıştır.

2011 yılına kadar KINS vasıtası ile Eğitim, Bilim ve Teknoloji Bakanlığı (Ministry of Education Science and Technology, MEST) hem düzenleyici olarak hem de araştırma ve geliştirme faaliyetleri dolayısıyla nükleer enerjiyi geliştirici bir rol işlemiştir. Nükleer güç santrallerinin yapımından ise Bilgi Ekonomisi Bakanlığı (Ministry of the Knowledge Economy) sorumlu olmuştur.¹³ KINS’in hem düzenleyici hem de geliştirici rolü üstlenmiş olması tartışmalara neden olmuş ve bağımsız bir düzenleyici otoritenin kurulmasına yönelik çalışmalara yol açmıştır. Fukushima kazası bu arayışları hızlandırmıştır. Sonunda 2011 yılında kabul edilen bir kanun ile Nükleer Güvenlik ve Emniyet Komisyonu (Nuclear Safety & Security Commission, NSCC) kurulmuştur. NSCC’nin kurulması ile MEST’in işlevi nükleer araştırma ve geliştirme ile sınırlı hale getirilmiştir. KINS’de NSCC’ye bağlanmıştır.

NSCC’nin bağımsızlığına yönelik bazı önlemler de alınmıştır:¹⁴ NSCC’nin bağımsızlığı kanunda belirlenmiştir. NSCC Kore’de Başbakan’a hukuksuz veya adil bulmadığı bakanlık kararlarını iptal etme yetkisi veren kanundan muaf tutulmuştur. Komisyon üyeleri 3 yıllık atanmaktadır ve sınırlı durumlar dışında işten uzaklaştırılmaları mümkün değildir.

Kore deneyiminden çıkarılacak önemli derslerden biri de radyoaktif atıklar politikasına ilişkindir. Nükleer programın başlatıldığı ve ilk nükleer santralin

13_ Nuclear Engineering International, South Korea’s Regulatory Changes, <http://www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2062223>; OECD (2009).

14_ Nuclear Engineering International, South Korea’s Regulatory Changes, <http://www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2062223>

yapıldığı yıllarda öncelik maliyet, kalite ve santralin zamanında yetiştirilmesi konularına verilmiştir. Buna karşılık kamuoyu yaratma ve atık yönetimi konularına yeterince ağırlık ve önem verilmemiştir. Choi et. al'a göre ülkede gelir düzeyinin artması ile atıklar için yer bulmak daha da güç hale gelmiştir. Uluslararası değerlendirmelerde Kore'nin henüz açık bir atık yönetimi politikasının olmaması, nükleer programın en zayıf yönlerinden biri olarak belirlenmiştir (IEA 2006). Radyoaktif atıklara yönelik politika nihayet 2009'de kabul edilen bir kanun ile oluşturulmuştur (Şirin, 2010). Ancak nükleer atık sorunu henüz çözülmüş değildir. Kore hükümeti düşük ve orta düzey atıkların saklanması için yer aramaya 1980'lerin ortalarına başlamıştır ancak yerel sakinlerin itirazları sonucu ilk yerin bulunması 2005 yılını bulmuştur. Gyeongju adlı bölgede inşa edilen atık tesisinin inşası yöre halkı tarafından bir referandum ile kabul edilmiş ve belediye atık tesisini kabul etme karşılığında hükümetten 300 milyon dolar almıştır.¹⁵ Yüksek düzey atıklar ise henüz nükleer santrallerde saklanmaktadır ve santral kapasiteleri dolmaktadır.¹⁶

Kore nükleer santral ihracatı konusunda belirli başarılar kazanmıştır. Örneğin Birleşik Arap Emirlikleri'nin nükleer santral yapım projesini Kore kazanmıştır. Ülkede de nükleer enerjinin geliştirilmesi konusunda oldukça geniş bir fikir birliği var gibidir. Ancak basında özellikle Fukushima kazası sonrasında bu fikir birliğinin zayıflamaya başladığına ilişkin haberler de çıkmaktadır. Son yıllarda nükleer santrallerde ortaya çıkan aksaklıklar da nükleer enerji karşı şüphelerin gelişmesine yol açmaktadır.¹⁷

3.4. Çin

2010 yılında nükleer enerjiye dayalı elektrik üretimi Çin'in toplam elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 2'sini oluşturuyordu (70 TWh).¹⁸ Çin'in nükleer kapasitesi 12.5 GW kadardır. Bu miktar toplam elektrik üretim kapasitesinin çok küçük bir bölümünü oluşturduğu halde, Çin 2000'li yılların ortalarından beri nükleer enerji üretimi en hızlı artan ülkelerden biri olmuştur. Nükleer enerjiye yönelmenin en önemli nedenleri hızlı artan enerji talebi ve çevre kirliliği ile ilgili kaygılardır. Hükümetin hedefi 2020 yılında yaklaşık 70 GW nükleer santral kapasitesi oluşturmaktır. 2012 yılı itibari ile Çin'de 15 nükleer santral bulunmaktadır. Yapım aşamasında olan 30 santralin toplam kapasite miktarı 33 GW civarındadır; bu dünyada yapımı sürmekte toplam yeni kapasitenin yaklaşık yarısı demektir.

15_ <http://thediplomat.com/2012/02/18/south-korea-nuclear-challenge>

16_ "Nuclear waste disposal issue to make it hard to add nuclear reactors" Korea economic Daily 18 Eylül 2012, <http://english.hankyung.com/news/apps/news.view?c1=06&nkey=201209181808101>

17_ Örneğin Şubat 2012'de Kori 1 adlı santralde meydana gelen bir aksama sonucu santral 12 dakika kapanmış, santral yöneticisi bunu bir ay boyunca NSSC'ye raporlamamıştır. Olayın ortaya çıkması ile NSCC soruşturma başlatmış ve Nisan 2012'de nükleer santrali işleten Korea Hydro and Nuclear Power (KHNP) şirketinin yöneticisi istifa etmiştir (http://www.world-nuclear-news.org/C_Kim_resigns_over_Kori_1704121.html). Ekim 2012'de aksamalar sonucu 2 santral daha kapatılmıştır (http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/S_Korea_shuts_down_two_nuclear_reactors_999.html).

18_ <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=CH>

Mart 2011’de meydana gelen Fukushima kazasından sonra Çin hükümeti güvenlik gözden geçirmeleri başlatmış ve bu gözden geçirmeler tamamlanuncaya kadar yeni yapım izni vermeyi askıya almıştır. Gözden geçirme süreci 2011 yılının sonunda sona ermiştir. Devlet Konseyi (State Council) tüm santrallere uygulanacak olan güvenlik planını Mayıs 2012’de kabul etmiştir. Böylece yeni santral yapımına tekrar başlanması beklenmektedir.¹⁹

Çin’de nükleer enerjiye ilginin geçmişi çok uzun değildir. Çin hükümeti nükleer enerjiye ilişkin ilk projeyi 1972 yılında onaylamıştır. Ancak o yıllarda bile nükleer enerji ciddi bir alternatif olarak bakılmamıştır. Bu ilgisizliğin temel nedeni ise ülkedeki büyük kömür rezervleri olmuştur. Çin Ulusal Nükleer Şirketi (China National Nuclear Corporation, CNNC) ilk yerli yapım santralin inşaatına 1985 yılında Qinshan’da başlamıştır. Bu santral 1994 yılında çalışmaya başlamıştır (Xu 2008). Çin’in güney bölgelerinde yaşanan ciddi elektrik sıkıntısı sonunda Daya Bay bölgesinde Fransız Framatome şirketi ile ki santral kurulmuştur, bunlar da 1994 yıllarında devreye girmiştir. Bunlar dışında 2002 yılına kadar başka santral açılmamıştır. Bu arada Çin 1984 yılında IAEA’ya üye olmuştur. 2 yıl sonra IAEA Çin’de nükleer enerji uzmanı yetiştirmek üzere iki merkez açmıştır. Çin Danimarka, İsviçre, Finlandiya ve Norveç gibi ülkelerle nükleer teknoloji paylaşımı ve eğitim anlaşmaları imzalamıştır. 2007 yılına kadar 6 bölgede toplam 11 santral devreye girmiştir.

2000’li yıllarda nükleer enerjiye verilen önem çok ciddi bir artış göstermiştir. Xu’ya (2008) göre bunun 4 temel nedeni olmuştur. Birincisi, 2000’li yıllarda enerji tüketiminde çok ciddi artışlar gerçekleşmiştir. Bu ise Çin’in birçok bölgesinde ciddi arz açıklarına neden olmuştur. İkincisi, Çin’in kendi enerji kaynakları yeterli gelmemeye başlamıştır. Nitekim Çin 1993 yılında net petrol ithalatçısı, 2003 yılından beri ise net kömür ithalatçısı haline gelmiştir. Üçüncüsü, Kömür rezervlerinin 25 yıl içinde tükenebileceği belirtilmektedir (Xu, s. 1199). Belki de en önemlisi kömüre dayalı elektrik üretim, çok ciddi çevre sorunlarına yol açmıştır. Çevre kirlenmesinin çok büyük ekonomik kayıplara yol açtığı, Dünya Bankası verilerine göre bu kayıpların milli gelirin yüzde 8’ine ulaştığı belirtilmektedir. Özellikle çevre kirliliği sorunları ve artan enerji talebi, nükleer enerjinin ciddi bir alternatif olarak algılanmasına neden olmuştur.

Nitekim 2006 yılında Devlet Konseyi tarafından kabul edilen Orta ve Uzun Vadeli Nükleer Enerji Geliştirme Planı’nda ekonomik gelişmede nükleer enerjiye verilen rolün “orta”dan “aktif” bir role dönüşmesi önerilmiştir. 2008 yılında nükleer enerji gelişmesi “aktif gelişme”den “agresif gelişme”ye yükseltilmiştir (Zhou et. al. 772). 2000’li yılların ortalarından itibaren santral yapımı ivme kazanmıştır. 1990’larda ve 2000’li yılların ilk yarısında devreye giren 12 santralin 8’i yabancı tasarımlara dayalı iken halen yapılmakta olan santraller arasında Çin yapımı santrallerin payı yükselmektedir.

Çin’de enerji politikası oldukça parçalı (fragmented) bir yapıya sahiptir (Zhou et. al). Enerji şirketlerinin politika yapım sürecinde önemli etkileri bulunmaktadır. Örneğin 1996 yılında Elektrik Enerjisi Bakanlığı ortadan kaldırılmış, elektrik üretimi işlerini devam ettirmek üzere Devlet Güç Şirketi (State Power Corporation) kurulmuştur. İdari ve düzenleyici işlevler zaman içinde çok daha küçük idari birimlere devredilmiştir. Nükleer enerji alanında da benzer gelişmeler

yaşanmıştır. 1980'lerde Çin'in ilk nükleer bombasını yapmış olan İkinci Makine Bakanlığı'nı (Second Ministry of Machine Building) Nükleer Enerji Bakanlığı'na dönüştürülmüştür (Ministry of Nuclear Energy). 1999 Çin Ulusal Nükleer Şirketi (China National Nuclear Company) kurulmuş ve CNNC'ye bağlanmıştır. Aynı yıl Ulusal Savunma İçin Bilim Teknoloji ve Sanayi Komisyonu'na bağlı olarak (CSTIND, daha sonra SASTIND²⁰) Çin Atom Enerjisi Kurumu (CAEA, China Atomic Energy Authority) kurulmuştur. Nükleer enerjinin önemi artınca 2008 yılında SASTIND altındaki nükleer birim Ulusal Kalkınma Reform Komisyonu (NDRC) altında yeni kurulan Nükleer Enerji Bürosu'na (NEB) taşınmıştır. NDRC Devlet Konseyi'ne²¹ bağlı çalışmaktadır ve Çin ekonomi politikaları hakkında en yetkili organdır.

Devlet Konseyi Çin'in en yüksek politika birimidir. Tüm politikalar, beş yıllık planlar ve bu arada nükleer enerji projelerinin uygulanmasına yönelik kurallar Devlet Konseyi'nin sorumluluğu altındadır. NDRC devlet Konseyi'ne bağlı çalışmaktadır. 5 yıllık planları NDRC hazırlar. Nükleer enerji alanında proje seçimini NDRC yerine getirmektedir. NEB nükleer gelişme planlarını hazırlar ve gerektiği zaman enerji sektöründe yeniden yapılanmayı yönetir. CAEA'nın özellikle nükleer teknolojiye ilişkin araştırmaları yönettiği ve nükleer teknoloji kullanımına ilişkin politika ve düzenlemeleri belirlediği belirtilmektedir (Zhou et al. s. 774). CAEA aynı zamanda Çin'in nükleer enerjiye ilişkin uluslararası işbirliklerini yürütmektedir. Ulusal Nükleer Güvenlik İdaresi (NNSA, National Nuclear Safety Administration) nükleer santrallere lisans verme ve nükleer santral operasyonlarını düzenleme ve gözetim altında tutmaktan sorumlu olan kurumdur ve Çevre Koruma Bakanlığı'na bağlıdır.

Nükleer enerji alanında üç kamu şirketi çalışmaktadır: CNNC, China Guangdong Nuclear Power Corporation (CGNPC), ve China Power Investment Corporation (CPIG). Bunların arasında en kritik aktör CNNC'dir çünkü bu şirket aynı zamanda tüm nükleer inşaat şirketlerinin de sahibidir. Bu üç şirketin pazar payı kapmak için çetin bir mücadele içinde oldukları ve teknoloji, strateji, yönetim ve benzeri konularda çok ender işbirliği yaptıkları belirtilmektedir (Zhou et. al. 774).

Nükleer enerji konusunda karar verme sürecinin merkezinde NDRC bulunmaktadır. NDRC nükleer enerjiye ilişkin politikalarını oluştururken büyük ölçüde araştırma merkezleri ve üniversitelere ve CNNC gibi nükleer sanayide yer alan işletmelere dayanmaktadır. NDRC nükleer enerjiye ilişkin bu şekilde oluşturduğu politika önerilerini nihai kararını vermesi için Devlet Konseyi'ne sunmaktadır.

Karar sürecinde, özellikle yer seçim konularında yerel hükümetler de önemli bir rol almaktadır. Bazı projelerin yer seçimine merkezi hükümet karar verirken son yıllarda yerel hükümetler yeni projeleri çekmek için yarışmışlardır. Nitekim üç nükleer işletmeci genellikle santral projelerini yerel hükümetler ile birlikte oluşturmaya başlamaktadır. Projenin lisans alabilmesi için işletmenin NSAA'dan üç farklı izin alması gerekmektedir. Bunlardan ilki yer seçimine ilişkindir. İşletme

20_ SASTIND- State Administration of Science Technology and Industry for National Defense.

21_ Eski haliyle Devlet Planlama Komisyonu.

bu izni almak için NSAA'ye yer seçimine ilişkin bir güvenlik raporu ve bir çevresel etki raporu sunmaktadır. Bunun yanı sıra NDRC'ye bir ön fizibilite raporu sunulur. Proje Devlet Konseyi tarafından kabul edildikten ve yer seçimine ilişkin ilk izin alındıktan sonra yapım izni gerekmektedir. Bunun için de işletme yapım sürecine ilişkin bir çevre etki değerlendirme raporu, kalite kontrol raporu ve güvenlik raporu sunmaktadır. Üçüncü izin ise yakıt ikmalinden en az 12 ay önce verilir. İlk yakıt ikmalinin yapılmasından 12 ay sonra ise işletme izni alınmaktadır.

Gözlemciler Çin hükümetinin özellikle 1986'daki Chernobyl kazasında beri güvenlik sorununa büyük önem verdiğinin altını izlemektedir (Zhou et. al., Kadak 2006). Şimdiye kadar önemli bir güvenlik sorunu ile karşılaşmadığı söylenmektedir. Güvenlik konusundaki denetimi CAEA ve NNSA yerine getirmektedir ve genel kanı bu denetimin uluslararası standartlara uygun olduğu şeklindedir. Ancak yine de Çin'in nükleer enerjiye ilişkin yasal ve düzenleyici çerçevesinde önemli eksiklikler vardır. Bir kere nükleer enerjiye ilişkin temel bir çerçeve kanun yoktur. Devlet Konseyi sivil nükleer işletmelerin yönetim ve güvenlik uygulamaları, nükleer malzemenin kontrolü ve kaza durumunda acil önlemler konusunda üç düzenleme çıkarmıştır. Mevcut ikincil düzenleme ve standartlar IAEA ile Fransız ve ABD otoritelerinin belirlediği standartlara uygundur. Ancak ana düzenleyici ve denetim otoritesi olan NNSA bağımsız bir kuruluş değildir. Bürokratik hiyerarşide, nükleer enerji şirketleri doğrudan Devlet Konseyi'nin altında iken NNSA Çevre Koruma Bakanlığı'na bağlıdır. Yani bürokratik hiyerarşi altında NNSA denetlediği şirketlere göre daha zayıf bir konumdadır. NNSA'nın kendi araştırma geliştirme birimi yoktur. Dolayısıyla örneğin mevcut güvenlik kurallarının kapsamadığı durumlarda standart geliştirme kapasitesi bulunmamaktadır. Daha önemlisi, NNSA'da çalışan uzman sayısı son derece sınırlıdır. Bu durumda nükleer enerji programı son derece hızlı bir biçimde gelişirken ve yeni santraller kurulurken NNSA'nın gerekli denetimi yerine getirme kapasitesi son derece sınırlı kalacaktır. Bunun yanı sıra, Zhou et. al. çalışmasının değerlendirmesine göre Nükleer enerjiye ilişkin karar verme süreci saydam bir süreç değildir. Kararların hangi kriterlere göre alındığı açık değildir. Karar alma süreçlerinde çıkar çatışması yaşanabilmektedir.²²

3.5. Hindistan

Hindistan'da nükleer enerjinin yarım yüzyıllık bir tarihi vardır. Nükleer santral yapımına 1964 yılında başlanmıştır, ilk 2 santral 1969 yılında devreye girmiştir.²³ Ülkede 2010 itibarıyla yirmi nükleer reaktör ve bulunmaktadır ve beş reaktör de yapım aşamasındadır. Nükleer enerji ulusal kalkınma stratejisinin önemli bir parçası olarak görülmüştür. Hindistan bağımsızlığını 1947'de kazandıktan bir yıl sonra ülkede atom enerjisinin geliştirilmesi için Atom Enerjisi Komisyonu (Atomic Energy Commission, AEC) kurulmuştur. 1954'te ise ülkedeki nükleer teknoloji ve araştırmadan sorumlu ve doğrudan başbakanı bağlı olan Atom Enerjisi Kurumu (The Department of Atomic Energy) kurulmuştur.

22_ Örneğin proje yazım aşamasında yer alan kişiler değerlendirme sürecinde de yer alabilmektedir (Zhou et. al. s. 780)

23_ IAEA Country Profiles: India http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/CNPP2011_CD/countryprofiles/India/India2011.htm

Hindistan'da atom enerjisi ile ilgili ilk kanun olan Atom Enerjisi Yasası (The Atomic Energy Act) 1962 yılında kabul edilmiştir. Tarapur Atom Güç İstasyonu (Tarapur Atomic Power Station (TAPS)) ve Rajasthan Atomik Güç İstasyonu'nun Birinci Ünitesi'nin (Unit-1 of the Rajasthan Atomic Power Station) devredışı bırakma ve işletim faaliyetlerinin güvenlik değerlendirmeleri için Atom Enerjisi Güvenlik Değerlendirmesi Komitesi (the Department of Atomic Energy Safety Review Committee, DAE-SRC) kurulmuştur. 1981'de bu komite "Denetleme ve Güvenlik Fonksiyonlarının Yeniden Düzenlenmesi" başlıklı raporunda Atom Enerjisi Düzenleme Kurulu'nun (Atomic Energy Regulatory Board (AERB)) kurulmasını önermiş ve AERB bunun üzerine kurulmuştur (Comptroller and Auditor General of India CAGI 2012)

AERB'in 10 temel işlevi bulunmaktadır: Kurul nükleer, radyolojik ve endüstriyel güvenlik alanlarında güvenlik politikaları geliştirmektedir. Bununla birlikte değişik türde nükleer ve radyasyon tesisleri için güvenlik kodları, kılavuzları ve konumlandırma, inşa etme, devreye sokma, işletme ve devredışı bırakma standartlarını da geliştirmektedir. Kurul aynı zamanda konumlandırma, inşa etme, devreye sokma, işletme ve devre dışı bırakma onaylarını vermekte ve denetim koşullarının yerine getirilmesini sağlamaktadır. AERB işçiler ve vatandaşlar için radyasyona maruz kalmanın kabul limitlerini tayin etmeli ve tayin edilen limitte radyoaktif maddelerin çevreye bırakılmasını onaylamalıdır. AERB aynı zamanda nükleer ve radyasyon tesislerinin acil durum hazırlık planlarını gözden geçirmekle sorumludur. Kurul nükleer enerjiyle ilgili tüm eğitim programlarını gözden geçirmeli ve ilgili personelin nükleer güvenlik eğitimi için bir ders programı hazırlamalıdır. Son olarak AERB nükleer enerji konusunda araştırmaların gelişimini sağlamalı ve halkı radyolojik güvenliğin önemi konusunda sürekli bilgilendirmelidir (CAGI, 2012).

AERB'in yönetim kurulu bir başkan, dört üye ve sekreterden oluşmaktadır. Sekreter AERB'in bir çalışanıdır. Kurul üyeleri ise devlete, akademik kurumlara veya ulusal laboratuvarlara hizmet vermekte olan veya bu kurumlardan emekli olmuş kişilerdir. Kurul Atom Enerjisi Komisyonu'na (Atomic Energy Commission, (AEC)) karşı sorumludur ve İşletim Tesisleri Güvenliği Gözden Geçirme Komitesi (The Safety Review Committee for Operating Plants (SARCOP)) ile Radyasyon Uygulama Güvenliği İnceleme Komitesi (Safety Review Committee for Application of Radiation (SARCAR)) tarafından desteklenmektedir. SARCOP merkezi hükümet tarafından tanımlanmış nükleer santrallerinin ve diğer radyasyon tesislerinin güvenlik denetimini gözetler ve yürütür. SARCAR ise AERB'nin tüm radyasyon kaynaklarının uygulanmasının güvenliğinin gözden geçiren bir izleme ve danışma komitesidir (CAGI, 2012).

AERB kısa bir süre önce Hindistan'ın yüksek denetim kuruluşu (Comptroller and Auditor General of India, CAGI) tarafından denetlenmiştir. Denetimin hedefi AERB'in bir düzenleyici olarak sorumluluklarını yerine getirip getirmediğini, gerekli yasal statüsünün, otoritesinin ve bağımsızlığının IAEA'nın standartlarına göre olup olmadığını incelemektir (CAGI, 2012)

Denetim raporuna göre, bağımsız bir denetleme organı öncelikle bir yasa ile kurulmuş olmalı ve kendi etki alanı içinde son kararları verme yetkisine sahip olmalıdır. Denetleyici organ bulunduğu sektördeki standartları kendi belirlemeli,

kuralları kendi koymalıdır. Koyduğu standart ve kurallara uyulmadığı takdirde de yaptırımında bulunabilmelidir.

CAGI raporu, düzenleyici otoritenin bağımsızlığı konusuna yüksek bir önem atfetmiştir. Raporda, Fukushima kazasından sonra hazırlanan bağımsız araştırma komisyonu tarafından rapordan söz edilerek kazanın temelde Japonya'daki düzenleyici otoritenin bağımsız olmamasından, ve hükümet, düzenleyici otorite ve işletmeci arasında danışıklıktan kaynaklandığı hatırlatılmıştır.

Denetim raporu, Hindistan'da nükleer enerji konusunda düzenleme ve denetim organı olan AERB'nin bağımsız bir düzenleme organının özelliklerine sahip olmadığı sonucuna varmıştır. CAGI, bu yargısına şu nedenlerle ulaşmıştır: Öncelikle AERB, Atom Enerjisi Yasası altında kurulmuştur. Bu yasanın altında kurulmuş olması nedeniyle de AERB'in kuruluşu için özel bir yasa çıkarılmamıştır. Bundan dolayı AERB CAGI gözünde merkezi hükümete bağlı bir kuruluş niteliği taşımaktadır. Raporda, bu yargıyı desteklemek üzere Fransa ve ABD örneklerine referans verilmiştir: Fransa'daki nükleer konulardan sorumlu düzenleyici kuruluş özel bir yasa ile 2006'da kurulmuş, böylelikle yukarıda sözü edilen bağımsız denetim organı özelliklerinden bir tanesi sağlanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde de durum Fransa'dakinden farklı değildir. 1974'te ülkedeki denetleyici organ olan Nükleer Denetleme Komisyonu (Nuclear Regulatory Commission) Enerji Organizasyon Yasası (Energy Organization Act) ile kurulmuştur. Yani rapora göre AERB'in Fransa ve Amerika'daki denetleyici organların kurulduğu gibi kendine özel bir yasa ile kurulmamış olması kendisinin bağımsız olmasını engellemektedir.

Ayrıca rapora göre Hindistan'da nükleer enerji ile ilgili hiçbir kural AERB tarafından oluşturulmamıştır. Kuralların hepsi Atom Enerjisi Kurumu tarafından şekillendirilmiştir. Nitekim CAGI denetimi sırasında bu konuda DAE'nin görüşü sorulmuş: DAE'nin raporda yansıtılan açıklamasına göre, zaten Atom Enerjisi Yasası'na göre (The Atomic Act, 1962) yasanın amaçlarını devam ettirecek kuralları koyma yetkisi merkezi hükümete verilmiştir. Sonuç olarak AERB'in nükleer ve radyasyon güvenliğiyle ilgili kural oluşturma ve şekillendirme yetkisi bulunmamaktadır. CAGI'ya göre kendi kurallarını koyamayan bir düzenleyici organın bağımsız olduğunu söylemek imkânsızdır. AERB kendi kurallarını koyamamasının dışında düzenli olarak merkezi hükümete bağlı bir organ olan Atom Enerjisi Komisyonu'na rapor da vermektedir. Atom Enerjisi Komisyonu da başbakana rapor vermekle yükümlü bir kurumdur.

AERB ekonomik olarak da bağımsız bir kuruluş sayılmamaktadır çünkü AERB'in bütçesi de merkezi hükümet tarafından şekillendirilmektedir. AERB'e özel bir bütçe otoritesi bulunmamaktadır. Sonuç olarak AERB merkezi hükümetin altında bulunan ve bu özelliklerinden dolayı bağımsız olmayan bir denetleme örgütüdür.

CAGI raporu, düzenleyici otoritenin bağımsız olmaması sorunu dışında, başka yetersizliklere de dikkat çekmiştir. Örneğin IAEA güvenlik standartları her ülkenin bir nükleer güvenlik politikası oluşturmasını gerektirmektedir. Rapora göre, AERB kendisine böyle bir görev verildiği halde böyle bir politika oluşturamamıştır. Daha somut olarak, AERB geliştirme taahhüdünde bulunduğu 168 kod ve kılavuzun 27 tanesini 2012 itibariyle henüz hazırlayamamıştır. Bir

başka örnek nükleer santrallerin devre dışına alınmasına ilişkindir. Rapora göre Hindistan'ın devre dışına alma ile ilgili bir yasal çerçevesi olmadığı gibi, AERB'nin bu konuda tavsiye niteliğinde kod ve kılavuz hazırlamanın dışında bir yetkisi de yoktur. AERB'nin bu konuda bir kılavuz yayınlamasının üzerinden 13 yıl geçmiş olmasına rağmen ülkedeki nükleer santrallerin hiç birinin devreden çıkarılma planı yoktur. Ayrıca Atom Enerjisi Kanunu'nun santrallerin devre dışına alınma ile ilgili birer fon kurmalarına yönelik bir hükmü de bulunmamaktadır. Dolayısıyla Hindistan'da devre dışına alma konusunu yasal çerçeve henüz oluşmamıştır.

Hindistan'ın nükleer enerji programı saydamlık açısından da yetersiz görünmektedir. Subbarao'ya (2012) göre kamuoyu ülkede yürütülen nükleer enerji programı ile ilgili detaylı bilgiye sahip değildir ve birçok nükleer kaza kamuoyundan saklanmıştır. Örneğin 31 Mart 1993'te Narora Atom Güç Santrali'nde (Narora Atomic Power Station (NAPS)) ciddi bir kaza meydana gelmiştir. Kaza AERB'in bir komitesi ve Nükleer Enerji Limited Şirketi (Nuclear Power Corporation of India Limited (NPCIL)) tarafından raporlanmıştır fakat rapor kamuoyuna hiç sunulmamıştır (Subbarao, 2012). Kaiga Atomik Santrali'nin 1993'te (Kaiga Atomic Power Plant) inşaat halindeki kubbesinin çökmesi de dünyadaki nadir olaylardan bir tanesidir. Nükleer reaktörün işleyişi sırasında meydana geldiğinde bir faciaya neden olabilecek bu kaza AERB ve NPCIL tarafından araştırılmıştır. Araştırma sonuçları gizli tutulmuştur. Kakrapar Atomik Güç İstasyonu'nda (Kakrapar Atomic Power Station (KAPS)) 1991 yılında çıkan yangın da santralde büyük hasarlara neden olmuştur. 1994'te çıkan sel yüzünden de santral büyük hasara uğramıştır. Vatandaşlar santraldeki güvenlik problemlerinin detayları konusunda hiç bilgilendirilmemişlerdir (Subbarao, 2012, s:11-18).

Ülkede nükleer enerji konusunda saydamlık olmaması Hindistan'da kamuoyunun nükleer enerji konusunda güvensiz olmasına yol açmıştır. Halk nükleer enerjiye karşı bir tutum sergilemektedir. Son olarak Kudankulam Santrali inşaatı sırasında (2012) kent ve komşu köylerin sakinleri santrali protesto etmiştir. (Kudankulam Santrali, 2012)²⁴ Kent sakinleri oluşabilecek bir kazadan endişe duyduklarını belirtmişler, santralin denizin kenarında olmasının denizdeki balıkçılık faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyeceklerini savunmuşlardır. 2012'de santralin çalışmaya başlamasını önlemek üzere Yüksek Mahkeme'de dava açılmıştır. Davada dilekçesinde hem Kudankulam santralinin yapım süresinde hukuksuzluklar hem de Fukushima sonrası AERB tarafından önerilen 17 ek önlemin sadece 6'sının hayata geçirilmiş olması, ve AERB'nin bu duruma rağmen yakıt yükleme onayını vermiş olduğu iddiaları yer almaktadır.²⁵ Kudankulam santralinin tarihçesi Hindistan denetim sürecinin zaafalarını ortaya koyduğu için ayrıca dikkat çekicidir. Örneğin Rusya ile 1988 yapılan anlaşmaya göre Rusya iki tane 1000 MW gücünde VVERS biriminden oluşan santrali kuracak, atıklar ise Rusya'ya taşınacaktı. Proje çevre ve yer lisanslarını bu anlaşma temelinde almıştır. Daha sonra 1989 yılında yapılan bir değişiklik ile atıkların Hindistan'da kalması kararlaştırılmıştır. Bunun üzerine projenin inşaatına başlayabilmesi

24_ http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_India linkinden alınmıştır; 20 Eylül 2012.

25_ <http://www.dianuke.org/koodankulam-documents-prashant-bhushans-note-in-the-supreme-court/>

için çevre lisansının yenilenmesi gerekirken bu yapılmamıştır, yeni çere lisansı inşaatın başlamasından sonra alınmıştır. Ayrıca atığın nereye konulacağına hala karar verilmemiştir. Ayrıca projede gerçekleştirilen önemli değişiklikler için de (örneğin soğutma suyu olarak nehir suyu kullanımından vazgeçilmesi ve tuzdan arındırılmış deniz suyu kullanılması) çevre onayı alınmamıştır.

Bütün bu sorunların dışında ülkede nükleer enerji konusunda insan kaynaklarının yeterli olmadığı da söylenilmektedir. Hindistan'daki nükleer enerji Nükleer Güç Limited Şirketi (Nuclear Power Corporation Limited, NPCIL) ülkede bu sektörde çalışacak teknisyen, mühendis ve bilim adamları eğitmektedir. Bu eğitimler NPCIL'ın nükleer eğitim merkezlerinde veya Nükleer Enerji Bölümü/Bhabha Nükleer Araştırma Merkezi'nin nükleer eğitim için açılmış okulunda (DAE/BARC Training School) verilmektedir. (Jain 2012) Ülkede bu sektör için özel okullar ve eğitim merkezleri olsa bile bazı kaynaklar ülkedeki iş gücünün yeterince donanımlı olmadığını, bazı reaktörlerde bir uzmanın bile çalışmadığını savunmaktadırlar. (Subbarao, 2012,sp:23). Daha önemlisi, AERB'nin uzman sayısı sınırlıdır ve teknik konularda DAE/BARC gibi DAE kuruluşlarından yardım almaktadır. Bu kuruluşlarda çalışan uzmanların esas sadakatinin AERB'ye değil DAE'ye yönelik olacağı bunu da bağımsızlığa gölge düşürülebileceği vurgulanmaktadır.²⁶

CAGI raporu Hindistan'da büyük yankı uyandırmıştır. Bu arada Hindistan Hükümeti düzenleyici çerçeveyi değiştirmeye yönelik bazı adımlar atmıştır. Hindistan hükümeti Eylül 2012'deki IAEA toplantısında IAEA'yı Hindistan'ın nükleer düzenleyici sürecini değerlendirmeye davet edeceklerini açıklamıştır.²⁷ IAEA tarafında yapılan Bütünleşik Düzenleyici Gözden Geçirme Hizmeti (Integrated Regulatory Review Service, IRRS) bir ülkedeki düzenleyici çerçeveyi IAEA standartları ve uluslararası anlaşmalar temelinde değerlendirmeyi içermektedir. Ayrıca 2011 Eylül ayında parlamentoya nükleer alanda yeni bir düzenleyici otorite kurmaya yönelik Nükleer Güvenlik Düzenleyici Otorite Kanunu taslağı (Nuclear Safety Regulatory Authority, NSRA) sunulmuştur. Kanun taslağına yapılan eleştirilerden en önemlileri, yeni kurulacak düzenleyici otoritenin bağımsızlığının uluslararası standartlara uygun bir biçimde sağlanmamış ve saydamlığa yeterince önem verilmemiş olmasıdır.²⁸

26_ A. Gopalakrishnan "the nuclear safety question" <http://www.countercurrents.org/gopalakrishnan201211.htm>

20 Aralık 2011, erişim 8 Ekim 2012.

27_ India to ask IAEA for review of its nuclear regulatory process, http://zeenews.india.com/news/nation/india-to-ask-iaea-for-review-of-its-nuclear-regulatory-process_800611.html, 19 Eylül 2012; erişim 8 Ekim 2012.

28_ Örneğin: Gopalakrishnan "Transparency in nuclear safety regulation" 2 Şubat 2012, http://www.dnaindia.com/analysis/comment_transparency-in-nuclear-safety-regulation_1644896

erişim: 8 Ekim 2012 ve Gopalakrishnan "Breaking the stranglehold on the N-Safety regulator" http://www.dnaindia.com/analysis/comment_breaking-the-stranglehold-on-the-n-safety-regulator_1644897

erişim 8 Ekim 2012.

3.6. Birleşik Arap Emirlikleri²⁹

Birleşik Arap Emirlikleri'nin (BAE) nükleer enerjiye ilgisinin temelinde ülkenin Yürütme İşleri Otoritesi (Executive Affairs Authority) tarafından hazırlanan ve ülkede enerji arzının geleceğini inceleyen bir çalışma yatmaktadır. Bu çalışmada, nükleer de dahil olmak üzere arz çeşitliliğinin geliştirilmesinin gerektiği vurgulanmıştır. Bu çalışmayı "Beyaz Kitap" olarak anılan "Birleşik Arap Emirlikleri'nin Barışçıl Nükleer Enerjinin Değerlendirilmesi ve Potansiyel Gelişimi" (Policy of the United Arab Emirates on the Evaluation and Potential Development of Peaceful Nuclear Energy) çalışması takip etmiştir. Bu çalışmanın hazırlanmasında IAEA ile ABD, Fransa, Kore, Almanya ve Japonya gibi ülkelerin görüşlerinden yararlanılmıştır. 2008 yılında yayınlanan Beyaz Kitap'ın vurgu yaptığı ilkeler şunları içermiştir:

- 1- Operasyonel saydamlık taahhüdü
- 2- Silahların yayılmasını önleme taahhüdü
- 3- En yüksek güvenlik ve emniyet standartları taahhüdü
- 4- Barışçıl nükleer enerji programını hayata geçirme konusunda IAEA ile birlikte çalışma ve standartlarına bağlı olma taahhüdü

Çalışma aynı zamanda gerekli yasal altyapının, uluslararası taahhütlerin ve mali düzenlemelerin hazırlanmasına ilişkin somut adımlar önermiştir. Bu adımlar arasında bağımsız bir düzenleyici otoritenin kurulması ve mali sorumluluk, kullanılmış yakıt yönetimi ve devreden çıkarma konuları için gerekli olan yasal altyapının oluşturulması bulunmaktadır. Genel yaklaşımın temelinde, IAEA'nın (2007) önerdiği "Kilometre Taşları" yaklaşımına uygun bir biçimde nükleer enerji programının geliştirilmesi ve uygulanmasına önderlik edecek bir Nükleer Enerji Programı Uygulama Kuruluşu'nun (Nuclear Energy Program Implementation Organization, NEPIO) kurulması yatmaktadır.

Beyaz Kitap teknoloji ve finansman modeline ilişkin saptamalarda da bulunmuştur. Buna göre tercih edilen teknoloji 3. nesil hafif su reaktör teknolojidir (light-water reactor, LWR). Finansman modeli ise Yap İşlet (Build Own Operate, BOO) modelidir ve hükümet ile uluslar arası yatırımcılar arasında yapılacak ortaklıklar öngörülmektedir.

Beyaz Kitap'ı IAEA (2007) "kilometre taşları" yaklaşımına göre hazırlanan ve nükleer enerji programının gelişiminin adımlarına ilişkin ayrıntıları belirleyen "Başarı İçin Yol Haritası" (Roadmap for Success) adlı çalışma izlemiştir. Bu çalışma aynı zamanda teknoloji konusunda muhtemelen kabul edilebilir olan 4 seçenek sunmuştur. Bunlar Areva EPR, Westinghouse AP1000, Kore'nin KHNC APR1400 ve GE-Hitachi ABWR modelleridir.

AEB'nin proje konusunda aradığı özelliklerden bir tanesi teklifin tek bir şirketin sorumluluğu altında bir bütün olarak sunulması, projenin farklı yönlerini üstlenmeyi taahhüt eden bir konsorsiyum teklifi şeklinde olmaması idi. Yapım şirketleri ile yapılan müzakereler sonunda Kore'nin KEPCO şirketi BAE'nin

29_ Bu bölümün yazılmasında Ebinger et. al. (2011) çalışmasından yararlanılmıştır.

taleplerine en uygun teklifi verebilmiştir. Böylece Kasım 2010'da KEPCO ile Emirates Nuclear Energy Corporation arasında anlaşma imzalanmıştır.

Bu arada 2009 yılında çıkarılan bir federal kanun ile (Federal Law No. 6 of 2009 Regarding the Peaceful Uses of Nuclear Energy, bundan sonra "BAE nükleer enerji kanunu") Federal Nükleer Düzenleme Otoritesi (Federal Authority of Nuclear Regulation, FANR) kurulmuştur. BAE nükleer enerji kanununda FANR bağımsız bilançosu olan bağımsız bir tüzel kişilik olarak kurulmuştur. Kanun, FANR'nin kendi konularında tam yetkili ve idari bağımsızlığı olduğunu vurgulanmıştır. FANR'nin yarı zamanlı çalışan 9 kişiden oluşan bir Kurul'u bulunmaktadır. Bu kurul Bakanlar Kurulu kararı ile 3 yıl için atanmaktadır; bu süre yenilenebilmektedir. Kurul bir genel müdür seçmektedir. Genel müdür FANR'nin temel iki bölümü olan İdari Bölüm ile Operasyonel Bölümü yönetmektedir. Kurul üyelerinin birinin "kötü yönetim" göstermesi halinde yerine başkası atanabilir (Md. 13). Genel Müdür ise "kamu yararının" gerektirdiği durumlarda değiştirilebilir. Burada "kamu yararı" ifadesinin oldukça muğlak olduğu vurgulanabilir. FANR bütçesi hükümet tarafından verilen kaynaklardan, yaptığı işlerden elde ettiği gelirlerden ve "otoritenin amaçları ile çelişmeyen" bir biçimde Kurul'un kabul edeceği "hediye, borç ve hibeler"den oluşmaktadır.

2008 Beyaz Kitap aynı zamanda BAE'nin nükleer enerji şirketi Emirates Nuclear Energy Corporation'ın (ENEC) kurulmasını öngörmüştür. ENEC 2008 yılında kurulmuştur. Başlıca sorumluluğu Abu Dhabi'de kurulacak nükleer santrallerin sahipliğini ve işletmesini yüklenmek, gerek iç gerek dış piyasalarda Abu Dhabi hükümetinin yatırım şirketi olarak yabancı ortaklarla nükleer enerji alanında iş birliği yapmaktır.

FANR yönetim biçimine ilişkin yukarıda özetlenen hükümlerden, FANR'nin karar verme süreci olarak bağımsız olduğu, ancak idari ve bütçe anlamında bağımsızlığının sağlanmadığı söylenebilir. UAB'nin nükleer enerjiye yaklaşımında dikkat çeken unsurun, FANR'nin bağımsızlığına ilişkin özelliklerinden çok, nükleer enerji üretimine geçme girişimine ilişkin yapılan ön hazırlık olduğu söylenebilir. Herhangi bir fiili girişimde bulunmadan önce bir politika geliştirilmiş, daha sonra programın gelişimine ilişkin ana adımlar ortaya çıkarılmış, muhtemel alternatifler ortaya konmuş, muhtemel sağlayıcılar ile pazarlıklara böyle ön hazırlık sonrasında başlanmıştır.

4- Türkiye'de Durum

Nükleer enerjiye yönelik düzenleyici çerçeve içinde güvenlik sorununun ön çıkmasının nedeni kuşkusuz nükleer santral faaliyetlerinin toplum için yarattığı potansiyel tehlikedir. Bir kaza durumunda sadece santral sahipleri değil, çevre halkı da ciddi bir biçimde zarar görecektir. Yani nükleer enerji üretimine yönelik faaliyetlerde aksama toplum için olumsuz dışsallık ve ciddi hasar yaratma

potansiyeline sahiptir. Bu dışsallık piyasa mekanizmasının halledebileceği bir durum değildir ve güvenlik sorunu bu nedenle ortaya çıkmaktadır. Aslında bu anlamda nükleer sektörü piyasa aksaklıklarına tabi olan başka sektör veya faaliyetlerden ilke olarak farklı değildir. Esas fark, muhtemel hasarın boyutunda yatmaktadır.

Piyasa mekanizmasının aksak çalıştığı birçok alanda devlet müdahalesi genellikle idari otoriteler yolu ile örgütlenmektedir. Nitekim Türkiye’de de rekabet politikasının uygulanması, bankacılık, enerji, elektronik haberleşme, sermaye piyasası gibi sektörlerde düzenleme ve denetim faaliyetleri görece bağımsız olan idari otoriteler tarafından yerine getirilmektedir. Buradaki bağımsızlık kuşkusuz mutlak değildir. Bir kere bu tür otoritelerin faaliyetleri, kuruluş veya denetledikleri sektöre ait temel kanunlar tarafından sınırlandırılmıştır. Genel kabule göre sektöre politikasını oluşturma sorumluluğu ve yetkisi düzenleyici otoritenin değildir; politika siyasi otorite örneğin bakanlık tarafından oluşturulur. Ancak bu sınırlar içinde düzenleyici çerçevenin kalitesi, düzenleyici otoritenin ne kadar bağımsız karar alabildiği ile yakından ilişkilidir. Düzenleyici otoritenin kararlarında hem siyasi otoriteden hem de denetlemekle görevlendirildiği şirketlerden veya işletmelerden bağımsız olması beklenmektedir. Düzenleyici otoritenin kararlarında bağımsız olabilmesi için uluslararası literatürde bir dizi kurumsal önlem öngörülmüştür. Bu kurumsal önlemlerin başlıcaları şunlardır:

- 1- Siyasi otoritenin düzenleyici otoritenin kararlarına doğrudan müdahale edememesi, örneğin kararları iptal etme veya değiştirme yetkisinin olmaması
- 2- Düzenleyici otoritenin başkan ve/veya kurul üyelerinin, yani düzenleyici karar alma yetkisi olan kişilerin sabit süreler için atanması ve hastalık veya yetkinin kötü kullanılması gibi olağandışı durumlar dışında görevden alınmaması
- 3- Otoritenin bütçesinin doğrudan siyasi otoritenin kontrolünde olmaması, kendine has gelir kaynakları olması (örneğin özel vergiler)

Kuşkusuz bağımsız olmak denetlenmemek veya hesap verebilir olmamak anlamına gelmez. Hesap verebilirliği sağlayan önlemlerden biri düzenleyici otoritenin kararlarının yargısal denetime (temyiz) tabi tutulmasıdır. Türkiye’de bu işlevi genellikle Danıştay yerine getirir. İkincisi düzenleyici otorite bütçe ve performans denetimine tabi tutulmalıdır. Örneğin düzenleyici otorite her yıl Meclis’e veya ilgili meclis komisyonuna hesap verebilir ve bütçesi Meclis adına Danıştay tarafından denetlenebilir.

Hesap verebilirliği sağlamak için gerekli olan bir başka kurumsal önlem de saydamlıktır. Bu çalışmanın başında da belirtildiği gibi saydamlık hem kararların hem karar alma sürecinin hem de karar alma mantığının saydam olmasını gerektirir. Bu da kararların gerekçelerinin ve karar alınmasında rol oynayan teknik ayrıntıların kamuoyuna açık olmasını gerektirir.

Tekrar hatırlatmak gerekirse nükleer güvenlik sorununa yönelik olarak hayata geçirilecek düzenleme ve denetim birçok durumda gerek siyasi otorite gerek düzenleme ve denetim altındaki işletmenin çıkarlarına ters düşecektir. Doğal olarak düzenleyici otoritenin risk algısı ile siyasi otorite ve/veya işletmenin risk algısı farklı olacaktır. Düzenleyici otorite güvenliğe ilişkin müdahalelerin başka alanlara yansımaları göz önünde bulundurmamak zorundadır. Örneğin güvenlik

denetimi yüzünden santral yapımında meydana gelecek gecikmeler doğrudan doğruya maliyetleri arttırabilir veya elektrik arzında aksamalara neden olabilir. Her ikisi de gerek siyasi otoritenin gerek işletmenin kısa dönemli çıkarlarına aykırıdır. Aynı şekilde santral işletmeye geçtikten sonra da ortaya çıkabilecek arızalara zamanında müdahale etmek ve örneğin bu nedenle elektrik üretimini durdurmak siyasi otorite ve/veya işletmenin çıkarlarını zedeleyebilir. İşte bu nedenledir ki uluslararası deneyim göstermiştir ki nükleer enerjide güvenliğin sağlanmasının önündeki en önemli tehditlerden biri düzenleyici ve denetleyici otoritenin zayıf olması, hatta daha da vahimi, nükleer santral işletmecisi ile danışıklık içinde olmasıdır. Nükleer enerji alanında düzenleyici otoritenin bağımsızlığı ve saydamlığını sağlamaya yönelik önlemlerin öne çıkmasının ardında bu deneyimden çıkan dersler bulunmaktadır.

Bu veriler ışığında Türkiye'deki duruma bakıldığında ortaya çıkan tablo şöyledir: 5710 numaralı Kanun'un Geçici 1. Maddesine göre "TAEK, nükleer faaliyetlerin düzenlenmesi ve denetlenmesi görevini yerine getirecek yeni bir kurum kurulana kadar 9/7/1982 tarihli ve 2690 sayılı Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Kanunu gereğince bu görevine devam eder." Dolayısıyla nükleer enerji üretimi alanında düzenleyici otorite mevcut durumda TAEK'tir. TAEK'in uluslararası normlara göre bağımsız bir düzenleyici otorite özelliklerini taşımadığı konusunda Türkiye'de bir görüş birliği var gibi görünmektedir. Ancak bu görüş birliğinin oluşmasında sanki TAEK'in düzenleme ve denetim yapmasının yanı sıra geliştirme faaliyetlerinde bulunması ve reaktör işletmesi yatmaktadır. Yani bu algıya göre TAEK'in bağımsızlığının önündeki en veya tek önemli engel TAEK'in geliştirme faaliyetleridir. Durumun böyle olmadığını göstermek için TAEK'in kurumsal özelliklerini gözden geçirmek faydalı olacaktır.

TAEK'in kurumsal özellikleri 1982 yılında çıkan 2690 sayılı kanunda belirlenmiştir. TAEK Başbakanlığa bağlıdır. TAEK Başkanı "Başbakan tarafından seçilir ve müşterek kararname ile atanır." (Madde 5). Yukarıda belirtildiği gibi düzenleyici otoritelerin bağımsız hareket edebilmesini genel uluslararası düzeyde kabul görmüş ön koşullarından bir tanesi otoritenin başkanlığını yürüten kişilerin siyasi otorite tarafından istenildiği zaman görevden alınmamasıdır. Genellikle bu kuruluş kanununda açık bir biçimde ifade edilir. Nitekim örneğin Rekabetin Korunması Hakkında Kanun'un 24. Maddesi "Kurul Başkan ve üyelerinin süreleri dolmadan herhangi bir nedenle görevlerine son verilemez" şeklindedir. TAEK Kanunu'nda ise bu tür bir hüküm yoktur, dolayısıyla TAEK'in yönetimi Başbakan'ın doğrudan tasarrufu altındadır.

Düzenleyici bağımsızlığın bir başka unsuru düzenleme ve karar alma yetkisinin dağılımı ile ilgilidir. Özerklik, idari otorite tarafından verilen kararların ve yapılan düzenlemelerin bağımsız bir biçimde yapılabilmesini, özellikle de siyasi otoritenin bu sürece doğrudan karışmamasını gerektirir. Oysa TAEK'te durum böyle değildir. Örneğin, TAEK'in yönetmeliklerini kabul etmek (TAEK Kanunu, M. 6/b/2) dahil olmak üzere bir çok kritik karar Atom Enerjisi Komisyonu (AEK) tarafından alınmaktadır. AEK aynı zamanda lisanslama ve denetim/lisans iptali sürecinde de kritik karar alıcı rolündedir. AEK, TAEK "Başkanının başkanlığında, başkan yardımcıları, Milli Savunma, Dışişleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlıklarından birer üye ile nükleer alanda eğitim, öğretim ve araştırma yapan dört öğretim üyesinden oluşur" (TAEK Kanunu M. 6/a). Aynı maddeye göre

Başbakan, gerekli gördükçe Atom Enerjisi Komisyonu toplantılarına başkanlık eder. Tüm üyeler Başbakanlık tarafından atanmaktadır ve Başkan'ın durumunda olduğu gibi, üyelerin keyfi bir biçimde geri alınmasını önleyecek hükümler yoktur. Bir anlamda bu kritik konularda Komisyon, Başbakanlığın alt kolu gibi çalışacaktır. Bu durum bağımsızlık ilkeleri ile uyumlu değildir.³⁰

Düzenleyici özerkliğin bir başka boyutu, otoritenin mali kaynakları ile ilgilidir. Burada esas olan, kurumun mali olarak siyasi otoriteye tümüyle bağımlı olmasını önleyecek mekanizmaların varlığıdır. Örneğin Rekabet Kurumu'nun ana gelir kalemi "Yeni kurulacak olan anonim ve limited şirket statüsündeki tüm ortaklıkların sermayelerinin ve sermaye artırımını halinde artan kısmın on binde dördü nispetinde yapılacak ödemeler"dir (Kanun No. 4054, M. 39/c). Bu yolla Rekabet Kurumu, bağlı olduğu Bakanlığın bütçesinden bağımsız bir bütçeye sahip olmaktadır. Oysa TAEK'in bütçesi tamamen Başbakanlık bütçesine bağlıdır ve esas geliri Başbakanlık bütçesine TAEK adına konacak ödeneklerden oluşmaktadır.

Düzenleyici bağımsızlığın bir başka boyutu kurumun denetimi ile ilgilidir. Burada tercih edilen, kurumun denetiminin doğrudan siyasi otoriteye bağlı olan bir kuruluş tarafından yapılmamasıdır. Örneğin Rekabet Kurulunun mali denetimi Sayıştay tarafından yapılmaktadır. Sayıştay denetimlerini Türkiye Büyük Millet Meclisi adına yapar. Oysa TAEK idari ve mali konularda Başbakanlık Yüksek Denetleme Kurulu'nun (YDK) denetimi altındadır." (TAEK Kanunu Madde 16). Hatta TAEK YDK'nın talebi ve Başbakanın onayı ile maliye müfettişlerince de incelemeye tabi tutulabilir. Yani TAEK denetim anlamında da siyasi otoriteye bağımlıdır.

Özetlersek TAEK sadece nükleer enerji alanında geliştirme faaliyetlerinde bulunmasından veya reaktör işletmesinden dolayı bağımlı değildir, aynı zamanda bağımsızlığın başka önemli yasal ve kurumsal özelliklerine de sahip değildir. Kurulacak yeni otoritenin bu bağımsızlık özelliklerine sahip olması gerekmektedir.

Öte yandan bir düzenleyici otoritenin bu yasal özelliklere sahip olması fiili olarak veya de-facto bağımsızlığını garanti etmez. Bu özellikler gereklidir ancak yeterli değildir. Çok basit bir örnek gerekirse: Herhangi bir otoritenin yöneticilerinin atanması sürecinde siyasi otoritenin önemli bir ağırlığı bulunmaktadır. Atamalar sırasında otorite yönetimine siyasi otoriteye yakınlığın liyakat ilkesinin önüne geçmesi durumunda bağımsızlık fiili olarak önemli bir yara almış olur. Ülkenin kurumsal özelliklerine göre siyasi otorite veya denetlenen işletme düzenleyici otoritenin kararlarını etkilemek için çeşitli yöntemler kullanılabilir.

Düzenleyici otoritenin hesap verebilirliğini dolayısıyla düzenleyici kalitenin yüksek olmasını sağlamaya yönelik bir başka önlem de saydamlıktır. Saydamlık fiili bağımsızlığın sağlanmasında da olumlu bir rol oynayabilir. TAEK Kanunu'nda saydamlık ile ilgili hiçbir hüküm yoktur. Düzenleyici otoritenin kuruluş kanununda saydamlık konusu ayrıntılı bir biçimde ele alınmalı ve kurumun düzenleme faaliyetlerini saydam bir biçimde yerine getirmesine yönelik

30_ Ebinger et. al. (2011, s. 34) bir başka potansiyel çıkar çelişmesine daha dikkat çekmektedir: TAEK'in düzenlemelerini onaylama görevi olan AEK'in başkanlığını, TAEK Başkanı yürütmektedir.

önlemler alınmalıdır. Saydamlık her şeyden önce düzenleme işlerine ilişkin tüm dokümanların kurum web sitesinde yayınlanmasını gerektirir ancak bu yeterli değildir. Aynı zamanda karar alma süreçleri saydam olmalıdır ve kamuoyu kararların hangi gerekçelerle alındığı konusunda aydınlatılmalıdır. Kararlarda kullanılan arka plan araştırma ve teknik raporlar kamuoyuna açık olmalıdır. Kamuoyunun bilgi isteme hakkı açık bir biçimde tanınmalı ve düzenleyici otorite (gizlilik gerektiren bilgilerin açığa çıkmasını önleyecek biçimde) bu bilgiyi vermekle yükümlü kılınmalıdır. Bunun yanı sıra Fransa’da olduğu gibi yerel bilgi komiteleri kanunla kurulmalı ve bu komitelerin güvenlik konusunda gerekli bilgiye ulaşabilmeleri sağlanmalıdır.

Yukarıda tartışılan kurumsal unsurların yanı sıra, Türkiye ‘de nükleer enerjiye ilişkin yasal ve düzenleyici çerçevede mevzuat ve düzenlemeler açısından da önemli eksiklikler olduğu bilinmektedir.³¹ Örneğin kullanılmış yakıt ve santrallerin devreden çıkarılması konuları hakkında Türkiye’deki yasal ve düzenleyici çerçevede önemli eksiklikler vardır. Akkuyu özelinde bu konularda tüm sorumluluk yüklenici şirkete verilmiş olduğundan bu santral özelinde en azından ilkesel olarak problem çözülmüş gözükmemektedir ancak yasal çerçevedeki eksiklik devam etmektedir. Nükleer atık sorunu nükleer enerjinin geliştirilmesinde en hassas konulardan biridir. Yukarıda özellikle Kore deneyiminden çıkarılacak önemli derslerden biri, hükümetlerin bu sorunu çözecek adım atmak konusunda isteksiz oldukları, sorunun çözümünü zamana yayma eğilimi içinde olmaları, halbuki yetkin bir nükleer enerji politikasında bu sorunun çözümünün baştan ele alınması gerektiğidir. Benzer biçimde Türkiye’de mali yükümlülükler ve sigorta konusunda da ciddi belirsizlikler vardır.

Aslında bu eksiklikler daha büyük ve temel bir sorunun varlığını yansıtmaktadır. Türkiye’nin henüz nükleer enerji ile ilgili bütünlüklü bir politikası oluşturulmamıştır.³² Her şeyden önce henüz siyasi otorite ülkenin nükleer santrale ihtiyacı olup olmadığı konusunda ciddi bir analiz içeren, alternatiflere göre nükleer enerjinin fayda ve maliyetlerini tartışan ciddi bir çalışma ortaya koymamıştır. Bizzat böyle bir çalışma yaratılması süreci kamuoyu görüşlerinin alındığı, bu görüşlere cevapların verildiği bir süreç şeklinde işlemelidir. Bundan sonra nükleer politikanın nasıl geliştirileceğini, gerekli yasal ve düzenleyici altyapının nasıl oluşturulacağını, güvenlik kültürünün nasıl yaratılacağını, kullanılmış yakıt, devreden çıkarma gibi konularda nasıl adımlar atılacağını belirten bir politika dokümanına gereksinim vardır. Bu dokümanların katılımcı bir biçimde hazırlanması, kamuoyunun bilgilendirilmesi ve görüşünün alınması, bu görüşlere yeterli cevapların verilmesi gerekmektedir.

Son olarak nükleer enerjiye ilişkin düzenleyici çerçevenin kalitesini etkileyen bir başka önemli etken de yeterli beşeri sermayenin varlığıdır.³³ Dolayısıyla düzenleyici çerçevenin bu önemli unsuru için gerekli planlamanın mutlaka yapılması, yeterli sayıda uzman havuzunun yaratılması ve uzmanların gerekli

31_ Örneğin bkz. Şirin (2010)

32_ Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı web sitesinde “Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler” başlıklı bir doküman bulunmaktadır. Bu doküman bir “politika kitabı” olmaktan uzaktır.

33_ Nükleer alanda eğitim konusunda bkz. Ebinger (2011).

eğitimi almaları için bir insan kaynağı planlaması yapılması gerekmektedir. Türkiye’de nükleer mühendislik alanında hem lisans hem de lisansüstü düzeyinde eğitim veren üniversiteler vardır. Bu altyapı sayesinde doğru planlama yapılması halinde beşeri kaynakların önemli bir kısıt olmaması beklenir.

5- Sonuç

Bu çalışmada uluslararası eğilimler ve ülke deneyimleri ışığında Türkiye’de nükleer enerji alanında çalışacak bir düzenleyici otoritenin sahip olması gereken bazı özellikler üzerinde durulmuştur. Nükleer enerji alanında düzenleme ve denetim işinin en önemli amaçlarından biri nükleer enerji üretimine yönelik faaliyetlerin uluslararası düzeyde kabul edilen güvenlik standartlarına uygun bir biçimde yürütülmesini sağlamaktır. Bu konudaki standartlar gerek uluslararası anlaşmalar gerek IAEA çalışmalarında belirlenmektedir. Avrupa Birliği de nükleer güvenlik konusunda kendi direktiflerini ortaya koymaya başlamıştır. Bu uluslararası kurallar bütünü nükleer enerjiye ilişkin yasal ve düzenleyici çerçevenin temel unsurlarından birini oluşturmaktadır.

Nükleer enerjiye ilişkin yasal ve düzenleyici çerçevenin ikinci temel unsuru da her ülkenin oluşturduğu düzenleyici çerçevedir. Uluslararası deneyim ışığında bağımsız bir düzenleyici otoritenin oluşturulması bu ülke düzeyindeki düzenleyici çerçevenin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Düzenleyici çerçevenin kalitesi büyük ölçüde bu otoritenin bağımsızlık derecesi, yetkileri, faaliyetlerini ne denli saydam bir biçimde yürüttüğü, kısacası düzenleyici otoritenin kurumsal ve yönetsel özelliklerine bağlıdır. Uluslararası deneyim, bu özellikler arasında otoritenin karar alma sürecinde gerek siyasi otoriteden gerek düzenleme ve denetim altındaki işletmeden bağımsız olmasını özellikle vurgulamaktadır. Vurgulanan bir başka kritik özellik saydamlık ve genel olarak kamuoyunun bilgi edinme hakkının korunmasıdır.

Türkiye’deki halen düzenleyici otorite işlevini yürüten TAEK’in henüz bağımsız bir otorite olmadığı genel kabul görmektedir. TAEK’in nükleer enerjiyi geliştirme faaliyetleri içinde ve reaktör işletiyor olması bağımsızlığın önündeki engellerden sadece bir tanesidir. Bağımsızlığın sağlanması için en azından düzenleyici otoritenin karar alma sürecinin siyasi etkiden korunması, karar organlarında yer alanların olağan dışı durumlar dışında görevden alınamamaları, ve siyasi otoritenin, düzenleyici otoritenin bütçesi üzerindeki kontrolünün azalması gerekir. Bu gibi bağımsızlığa yönelik önlemlerin yanı sıra düzenleyici otoritenin çalışmalarının saydam ve kamuoyu tarafından izlenebilir olmasını sağlamak gerekmektedir. Düzenleyici otoritenin kuruluş kanununda saydamlık konusu ayrıntılı hükümler yer almalı ve kurumun düzenleme faaliyetlerini saydam bir biçimde yerine getirmesine yönelik önlemler alınmalıdır.

Kaynaklar

- ACT No. 2006-686 on Transparency and Security in the Nuclear Field, (13 Haziran 2006), <http://www.french-nuclear-safety.fr/index.php/content/download/22273/123572/file/loiTSN-uk.pdf>, erişim 1 ekim 2012.
- Borowiec, S. (2012) "South Korea's Challenge", <http://thediplomat.com/2012/02/18/south-korea-nuclear-challenge/>, erişim: 1 Ekim 2012.
- Bhushan, P., (2012), Koodankulam Documents: Prashant Bhushan's Note in the Supreme Court <http://www.dianuke.org/koodankulam-documents-prashant-bhushans-note-in-the-supreme-court/>, erişim: 1 Ekim 2012.
- Choi, Sungyeol, Eunju Jun, IlSoon Hwang, Anne Starz, Tom Mazour, SoonHeung Chang, Alex R. Burkart (2010) "Fourteen lessons learned from the successful nuclear power program of the Republic of Korea", *Energy Policy* 37 5494–5508
- Comptroller and Auditor General of India (CAG) (2012) "Performance Audit on Activities of Atomic Energy Regulatory Board (Department of Atomic Energy)," Report No:9.
- Ebinger, Charles, John Banks, Kevin Massy ve Govinda Avasarala (2011) "Models for Aspirant Civil Nuclear Energy Nations in the Middle East", *Energy Security Initiative at Brookings, Policy Brief* 2011-1.
- EDAM, "Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli", Ekim 2011. <http://www.edam.org.tr/document/edamnukleerrapor.pdf> erişim 1 Eylül 2012.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (tarihsiz) "Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler" Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Yayın No. 1, http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Nukleer_Santraller_ve_Ulkemizde_Kurulacak_Nukleer_Santrale_Iliskin_Bilgiler.pdf; erişim 20 Ekim 2012.
- European Union (2009). Council Directive 2009/71/EURATOM, (25 June 2009), <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0071:EN:HTML:NOT>, erişim: 1 Eylül 2012
- Gopalakrishnan A. (2012a), "Breaking the stranglehold on the N-Safety regulator" , (2 Şubat 2012), http://www.dnaindia.com/analysis/comment_breaking-the-stranglehold-on-the-n-safety-regulator_1644897, erişim: 8 Ekim 2012.
- Gopalakrishnan, A. (2012b), "Transparency in nuclear safety regulation" 2 Şubat 2012, http://www.dnaindia.com/analysis/comment_transparency-in-nuclear-safety-regulation_1644896 , erişim: 8 Ekim 2012
- Gopalakrishnan, A. (2011). "The nuclear safety question" <http://www.countercurrents.org/gopalakrishnan201211.htm>, erişim: 8 Ekim 2012.
- IAEA (2009) Country Nuclear Power Profiles: India http://www-pub.iaea.org/MTCDD/publications/PDF/CNPP2011_CD/countryprofiles/India/India2011.htm

IAEA (2007) ,Milestones for the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power, www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1305_web.pdf, erişim 6 Ekim 2012.

IAEA, (2006) ,Fundamental Safety Principles, Safety Standards Series No SF-1, www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1273_web.pdf

IAEA (2003) “Independence In Regulatory Decision Making” www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1172_web.pdf

International Energy Agency IEA (2006). Energy Policies of IEA Countries – Korea, Paris: IEA.

India to ask IAEA for review of its nuclear regulatory process, (19 Eylül 2012) http://zeenews.india.com/news/nation/india-to-ask-iaea-for-review-of-its-nuclear-regulatory-process_800611.html, erişim: 8 Ekim 2012.

Jain, S.K. (2012) “Nuclear Power –An alternative” Nuclear Corporation of India Limited, <http://www.npcil.nic.in/pdf/nuclear%20power-%20an%20alternative.pdf>

Kadak, Andrew (2006) “Nuclear Power: Made in China”, Brown Journal of World Affairs, Vol. 13, Issue 1, Fall/Winter 2006.

Korea Economic Daily , “Nuclear waste disposal issue to make it hard to add nuclear reactors”, (18 Eylül 2012) <http://english.hankyung.com/news/apps/news.view?c1=06&nkey=201209181808101> , erişim: 1 Ekim 2012.

Kuş, Selma (2011). “International Nuclear Law in the 25 Years between Cehrnobyl and Fukushima and Beyond”, Nuclear Law Bulletin 2011/1 7-26.

NucLear Engineering International, South Korea’s Regulatory Changes, (2009) <http://www.neimagazine.com/story.asp?storyCode=2062223>, erişim: 1 Ekim 2012.

Nuclear Power Daily, S. Korea Shuts Down Two Nuclear Reactors, (2 Ekim 2012) http://www.nuclearpowerdaily.com/reports/S_Korea_shuts_down_two_nuclear_reactors_999.html, erişim: 1 Ekim 2012.

Nuclear Power in India, (20 Eylül 2012) http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power_in_India , erişim:1 Ekim 2012.

OECD (2009) Nuclear Legislation in OECD Countries: Korea, Paris: OECD; www.oecd-nea.org/law/legislation/korea.pdf erişim: 8 Ekim 2012.

OECD (2008) Nuclear Legislation in OECD Countries: USA, Paris: OECD; www.oecd-nea.org/law/legislation/usa.pdf erişim: 8 Ekim 2012.

OECD (2006). International Nuclear Law in the Post-Chernobyl Period, Joint Report by the OECD Nuclear Agency and the International Atomic Energy Agency, Paris: OECD.

Şirin, Murat S. (2010). “An assessment of Turkey’s nuclear energy policy in light of

South Korea's nuclear experience" *Energy Policy* 38 6145–6152.

Stanic, Ana (2010) "EU Law on Nuclear Safety", *Journal of Energy and Natural Resources Law*, 28 (1) 145-158.

Subbarao, B. K.(2012) "Whether Ordinance on Self-Denial of Nuclear Power Harmful To India?" www.countercurrents.org/subbarao110612.htm, June 10, 2012

The National Diet of Japan, (2012) The Official Report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, (5 Temmuz 2012), <http://naaic.go.jp/en/> , erişim: 8 Eylül 2012.

The Nuclear Safety Authority, (2012) <http://www.french-nuclear-safety.fr/index.php/English-version/About-ASN>, erişim: 20 Eylül 2012

U.S. Energy Information Administration, China, (4 Eylül 2012), <http://www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=CH>, erişim: 20 Eylül 2012.

Nuclear Regulatory Commission (2011) US EPR Project Overview, <http://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/design-cert/epr/overview.html> , erişim: 20 Eylül 2012.

World Nuclear News, Kim Resigns Over Kori, (17 Nisan 2012),http://www.world-nuclear-news.org/C_Kim_resigns_over_Kori_1704121.html, erişim: 1 Ekim 2012.

Xu Yi-chong (2008) "Nuclear energy in China: Contested regimes" *Energy* 33 1197–1205.

Zhou Yun, Christian Rengifo, Peipei Chen, Jonathan Hinze (2011), "Is China ready for its nuclear expansion?" *Energy Policy* 39 771–781.

Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi (EDAM)
İstanbul merkezli bağımsız bir düşünce kuruluşudur.
EDAM'ın temel amaçları,

- Türk dış politikası ve güvenlik politikaları,
- Türkiye-AB ilişkileri ,
- Küreselleşmenin yönetimi ve etkileri,
- Enerji ve iklim değişikliği politikaları.

konularında bilimsel temelli araştırmalar yapmak suretiyle Türkiye içinde ve dışındaki karar alma sürecine katkıda bulunmaktadır. EDAM bu çerçevede bu konu başlıkları altındaki araştırmaların yanısıra, yuvarlak masa toplantıları ve konferanslar düzenlemektedir. EDAM aynı zamanda Avrupa Birliği ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki çeşitli kuruluşlar ile ortak araştırma ve yayın konularında işbirliği yapmaktadır.

NÜKLEER ENERJİYE GEÇİŞTE TÜRKİYE MODELİ - II

ISBN : 978-9944-0133-4-5



Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi

Seheryıldızı sokak 23/5
34337 Etiler- İstanbul
Tel : 0212-352 1854
Email : info@edam.org.tr
www.edam.org.tr