



TÜBİTAK

**“Nükleer Santral Yerlileştirme”
Çalıştayı**

Sonuç Raporu

Aralık 2012
Gebze, Kocaeli



İçindekiler

ÖNSÖZ.....	3
Çalıştay Programı	5
Çalıştay Katılımcı Listesi.....	6
Kısaltmalar.....	7
1.YÖNETİCİ ÖZETİ.....	8
1.1. Çalıştay Konusu ve Programı	8
1.2. Çalıştayın Amaçları	9
1.2.1. Nükleer Enerji Üretimi Amacıyla Yerli Tedarik ve Sanayinin Geliştirilmesi	9
1.2.2. Nükleer Enerji Üretimi Amacıyla Altyapının Geliştirilmesi	9
1.2.3. Nükleer Enerji Üretimi Amacıyla İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi.....	9
1.2.4. Nükleer Enerji Yerleşmesine İlişkin Yol Haritası Çıkarılması.....	9
1.3. Çalıştay Sonuçlarının Özeti	9
2.TEKNİK ÖZET	12
2.1. Önbilgi: Türkiye'nin Enerji Görünümü.....	12
2.1.1. Mevcut Tablo	12
2.1.2. Gelecek Öngörülleri.....	13
2.1.2.1. Yenilenebilir Enerji	13
2.1.2.2. Termik Enerji.....	14
2.1.2.3. Nükleer Enerji	15
2.2. Ulusal Nükleer Enerji Politikası ve Vizyonu.....	19
2.2.1. Tarihi Gelişim	19
2.2.2. Mevcut Politika	21
2.2.2.1. UNTP İlkeleri	21
2.2.2.2. UNTP Öncelikleri.....	21
2.2.3. Vizyon.....	22
2.3. Ulusal Nükleer Enerji Programı Stratejisi	23
2.3.1. Belirlenecek Hedefler	23
2.3.1.1. Kısa Vadeli Hedef	23
2.3.1.2. Orta Vadeli Hedef.....	24
2.3.1.3. Uzun Vadeli Hedef	24

2.3.2. Eylem Planı Araçları	24
2.3.2.1. Uluslararası İşbirliklerinin Tesisi	25
2.3.2.2. Teknoloji Transferinin Sağlanması.....	25
2.3.2.3. İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi.....	25
2.3.2.4. Güvenlik Konusunda Çalışmalar Yapılması	26
2.3.2.5. Yerli Sanayinin Geliştirilmesi	27
2.3.2.6. Ar-Ge Faaliyetlerinin Geliştirilmesi	28
2.3.2.6.1. Ar-Ge Konuları	28
2.3.2.6.2. Ar-Ge Eylem Planı Alt Araçları.....	29
2.3.2.7. Özerk Bir Denetleyici Kurumun Kurulması.....	30
2.4. Ulusal Nükleer Enerji Stratejisi Kapsamında İzlenecek Yol Haritası: Sonuç ve Öneriler	30
2.4.1. NGS teknolojisinin dayandığı sektörel haritanın çıkarılması ve yerleştirme durum tespiti yapılması.....	30
2.4.2. Nükleer enerji alanında, malzeme, metalürji ve üretim tekniklerinin yerleştirilmesi	31
2.4.2.1. Genel Çerçeve.....	31
2.4.2.2. Spesifik Analiz.....	32
2.5. Sonuç	38
Kaynaklar	39

ÖNSÖZ

Yükselen bir değer olan Türkiye'nin, enerji ihtiyaçları da, son yıllardaki parlak ekonomik göstergelere paralel bir şekilde artmaktadır. Birçok sektörde etkisini gösteren bu duruma, ülkenin hızlı gelişmelere ve teknolojik çıktılara olan ihtiyaçları da eklendiğinde, önümüzdeki 10 ila 20 senelik dönemde oldukça büyük bir ulusal enerji ihtiyacının söz konusu olacağı görülmektedir. Dolayısıyla, teknolojiyi hem üreten hem de satan bir ülke olmak isteyen Türkiye'de, mevcut enerji ihtiyacının giderek katlanacağı aşikârdır. Yaşadığımız son 10 senelik kalkınma sürecindeki durum da, aslında buna en güzel örnektir.

Öte yandan, gerek ülkemizin mevcut fosil enerji kaynaklarının yetersizliği gerekse yenilenebilir enerji kaynaklarının süreklilik göstermemesi gerçeği göz önüne alındığında, giderek büyüyecek olan temel yükü (base load) karşılamak amacıyla, süreklilik gösteren alternatif bir kaynağın gerekliliği ortadadır. Bu çerçevede, çözüm paketinde öne çıkan alternatif de, nükleer enerjidir. Bu noktada ise, iki önemli boyutu ele almak gerekmektedir: Enerji ihtiyacını gidermek ve teknoloji geliştirmek. Bu bağlamda, nükleer enerjiyi, enerji talebini karşılamak amacıyla kullanmanın yanı sıra, elden geldiğince yerlileştirmek, ülkemiz için olmazsa olmazdır. Bu nedenle, özellikle nükleer santral projelerinde %60'lara varan bir yerlileştirme imkânının söz konusu olması, Türkiye'deki konuyla ilgili kişi ve kurumları harekete geçirmiş ve Ağustos 2012'de, izlenecek yol haritasının bir bakıma ilk çıkış noktasını oluşturacak bir beyin fırtınasına ortam sağlayan bir çalıştay gerçekleştirilmiştir.

TÜBİTAK ve TÜBİTAK'a bağlı Marmara Araştırma Merkezi'nin liderliğinde düzenlenen, "Nükleer Santral Yerlileştirme" konulu bu önemli çalışmaya, Bakanlık uzmanlarının yanı sıra, sanayiden, kamunun farklı kurumlarından, üniversitelerden ve diğer bazı kurumlardan, oldukça seçkin bir katılım sağlanmış ve başarılı bir program gerçekleştirilmiştir. Bu minvalde, tüm katılımcılara, gerek Çalıştay gerekse Rapor için gösterdikleri ciddi katkılar için teşekkürlerimi sunmak isterim. Bununla birlikte,

Çalıştayı koordine etmekte bizlere büyük destek veren;
NEPUD Daire Başkanı Necati Yamaç'a,

Organizasyonda yoğun emeği geçen;

Prof.Dr. Yunus A. Çengel

Prof.Dr. Murat Aydın

Dr. Cengiz Güngör

Dr. Mustafa Coşkun

İlker Sert

Erşen Camaş

Eda Çetinkaya

Hakan Hatipoğlu

Salih Sarı'ya,

Odak gruplarını yöneten;
Prof. Dr. Atilla Özgener
Doç. Dr. Serhat Yeşilyurt
Hasan Çep
Yavuz Cabbar'a,

Ayrıca, değerli konuşmalarıyla katkıda bulunan;
Mesut Uğur
Haluk Bulucu
Savaş Onur'a,

Ve bu raporun hazırlanmasında yoğun emek harcayan;
Dr. Hatice Karahan'a

hassaten teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Bu vesileyle, Türkiye için bir nevi yol haritası hüviyetinde olacak bu dokümanın, yerleştirme konusunda hepimize ışık tutmasını temenni ediyorum. Kendimize inanıp ülke için kenetlendiğimiz takdirde, ileride "Nükleer Teknolojiler Geliştirme" Çalıştayı yapacağımız günlerin de geleceğine yürekten inanıyorum.

O günlere en kısa sürede ulaşmak dileğiyle,

Prof. Dr. İbrahim Dinçer
TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Başkan Vekili

Çalıştay Programı

NÜKLEER SANTRAL YERLİLEŞTİRME ÇALIŞTAYI 3 Ağustos 2012, Cuma TÜBİTAK MAM Yerleşkesi, Gebze

PROGRAM

10:00	Açılış konuşması
10:05	Bakanlık (ETKB) temsilcinin konuşması
10:20	Format tanıtımı ve beklentiler
10:30	Akademik temsilcinin konuşması
10:45	Sanayi temsilcisinin konuşması
11:00	Kamu temsilcisinin konuşması
11:15	Kısa ARA
11:30	Odak grupların çalışmaları - 1. Oturum
13:00	Serbest Zaman
14:15	OG1 Sunum
14:30	OG2 Sunum
14:45	OG3 Sunum
15:00	OG4 Sunum
15:15	Kısa ARA
15:30	Odak grupların çalışmaları - 2. Oturum
17:00	OG1 Sunum
17:15	OG2 Sunum
17:30	OG3 Sunum
17:45	OG4 Sunum
18:00	Kısa ARA
18:15	Tartışma ve Değerlendirme
19:00	Raporlama
19:30	Kapanış
20:00	Akşam Yemeği

ODAK GRUPLARI (OG) VE KONULAR:

- OG1: Yerli Tedarik ve Sanayi Geliştirme
- OG2: Altyapı Geliştirme
- OG3: İnsan Kapasitesi Geliştirme
- OG4: Stratejik Planlama ve Yol Haritası Çıkarma

Çalıştay Katılımcı Listesi

ADI SOYADI	KURUMU
ADEM ERDOĞAN	TAEK
AHMET MERİH ÖZYILMAZ	KOSGEB
ALTAN SEVEN	BİLİM SANAYİ BAKANLIĞI
BAŞAK AVCI	YATIRIM DESTEK AJANSI
CENGİZ TON	GÜMRÜK VE TİCARET BAKANLIĞI
DENİZ DEMİRCİ	SAVUNMA SANAYİ MÜST.
DOÇ.DR.SERHAT YEŞİLYURT	SABANCI ÜN.
DR.CENGİZ GÜNGÖR	TÜBİTAK MAM
DR.MUSTAFA COŞKUN	ETKB
ELİF ÇİNDEMİR	STM SAVUNMA TEKNOLOJİLERİ
ELİF MÜFTÜOĞLU	TOBB
ERŞEN CAMAŞ	ETKB
G.KAĞAN ESEN	TSE
GÜLCAN KOCA	EÜAŞ
HAKAN HATİPOĞLU	ETKB
HALUK BULUCU	SASAD
HASAN ÇEP	ALPER ISIL SİSTEM
İLKER SERT	ETKB
İSMAIL HAKKI GÖRÜCÜ	EKONOMİ BAKANLIĞI
L.FATİH SOYLU	TSE
MECİT YAMAN	BİLİM SANAYİ BAKANLIĞI
MEHMET CEYHAN	TAEK
MESUT UĞUR	BİLİM SANAYİ BAKANLIĞI
PROF.DR.METİN ARIK	BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ
MURAT DEMİREZ	KOSGEB
MUSTAFA ÇİTİL	TOBB
YALÇIN ÇAĞLAYAN	TREND EKOLOJİK SİSTEMLER
TEZER CÖMERT	GERİ KAZANIM VE FİNANSAL MÜŞAVİRLİK
NECATİ YAMAÇ	ETKB
PINAR YALMAN	OSTİM
PROF.DR.ATILLA ÖZGENER	İTÜ
PROF.DR.BİLGE ÖZGENER	İTÜ
PROF.DR.ERKAN AYDER	İTÜ
PROF.DR.FAHRETTİN GÖKTAŞ	YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
PROF.DR.İBRAHİM DİNÇER	TÜBİTAK MAM
PROF.DR.MURAT AYDIN	İTÜ
PROF.DR.SERHAN DAĞTAŞ	TÜBİTAK MAM
PROF.DR.ÜNER ÇOLAK	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
PROF.DR.YUNUS ÇENGEL	TÜBİTAK MAM
RAMAZAN GÜMÜŞTAŞ	TSE
RAMAZAN USTA	TSE
RECEP ÖZKAN	JAPAN INT. GROUP
SALİH SARI	ETKB
SANCAK ÖZDEMİR	TAEK
SAVAŞ ONUR	STM
TAHİR AKBAŞ	TAEK
YAVUZ CABBAR	ASO/ Genel Sekreter
YRD.DOÇ.DR.ŞULE ERGÜN	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
YUSUF ŞENER	TSE
YÜCEL TELÇEKEN	TTGV
ZAFER ALPER	TAEK
ZİYA ERDEMİR	EÜAŞ

Kısaltmalar

BSTB	Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurumu
EPDK	Enerji Piyasası Denetleme Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
KAERI	Korean Atomic Energy Research Institute – Kore Atom Enerjisi Araştırma Enstitüsü
KEPCO	Korea Electric Power Corporation
kW	Kilo Watt (güç birimi)
kWh	Kilo Watt saat (enerji birimi)
NGS	Nükleer Güç Santrali
NSSS	Nuclear Steam Supply System – Nükleer Buhar Tedarik Sistemi
MW	Mega Watt
SANTEZ	Sanayi Tezleri Programı
SSM	Savunma Sanayi Müsteşarlığı
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TMMOB	Makine Mühendisleri Odası
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜSSİDE	Türkiye Sanayi Sevk ve İdare Enstitüsü
UAEA	Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı,
UNTP	Ulusal Nükleer Teknoloji Politikası
UNTGP	Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı
USGS	The United States Geological Survey
WNA	World Nuclear Association

1.YÖNETİCİ ÖZETİ

1.1. Çalıştay Konusu ve Programı

Türkiye’de, son 10 yıl içerisinde, gerek ekonomik gerekse demografik büyümenin getirmiş olduğu etkilerle, enerji talebinde ciddi artışlar yaşanmıştır. Bu talebin yerli enerji üretimiyle karşılanma oranında ise, aynı dönem içerisinde, bir düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte, ülkemizin belli kalkınma hedefleri belirlemiş olduğu 2023 yılına doğru ilerleyen süreçte, ulusal enerji ihtiyacımızın giderek artacağı da aşikârdır.

Oysa mevcut durum itibariyle, Türkiye, enerjide, çoğunlukla dış kaynaklardan sağlanan doğalgaz ve kömür gibi fosil yakıtlara büyük ölçüde bağımlılık sergilemektedir. Bu bağlamda, gerek enerji arzı güvenliği, gerek çevresel kirlilik, gerekse yüksek maliyet gibi nedenlerle, bu bağımlılığı en aza indirmek için gerekliliği ise ortadadır.

Fosil yakıtlara alternatif olarak gösterilen yenilenebilir enerji kaynakları konusunda ise, ülkemizde son yıllarda umut verici gelişmeler yaşanmıştır. Yine de, bu kaynaklar, belirlenen 2023 hedefleri doğrultusunda kullanılabilir duruma getirilse dahi, Türkiye’nin ana enerji yükünün ancak %30’unu karşılayacak seviyeye ulaşabilecektir. Ayrıca, hava şartlarına bağlı bir özellik sergilemeleri nedeniyle, bu kaynakların enerji arzında kesintiler söz konusu olacağından, sürekli arz sağlayan kesintisiz enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır.

Dolayısıyla, gerekli arz, yenilenebilir enerji kaynaklarından tamamen sağlanamayacağı için, yakın gelecekteki Türkiye’de, nükleer enerjinin devreye sokulmasından başka bir seçenek görülmemektedir. Bu nedenle, dünya çapında, hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler tarafından uzun yıllardır kullanılan bu enerji kaynağının, ülkemizde de üretilip tüketilmesi için yapılacak çalışmalar aciliyet taşımaktadır.

Bu kapsamda, nükleer santral yerleştirilmesi konusunu ele almak ve ilgili bir yol haritası çizmek amacıyla, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından, 3 Ağustos 2012 tarihinde TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gebze Yerleşkesi’nde bulunan TÜSSİDE’de bir çalıştay düzenlenmiştir. Sözü geçen Nükleer Santral Yerleştirme Çalıştayı’na, önde gelen üniversiteler, araştırma merkezleri, kamu kuruluşları ve sanayiden 52 uzman katılım göstermiştir.

Çalıştay, paydaşların açılış konuşmalarıyla başlamıştır. Konuşmaların ardından, yoğunlaşılacak konulara göre 4 odak grubu oluşturulmuş ve bu grupların 2 ayrı oturum gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. 1,5 saat süren 1. oturumun ardından, tüm katılımcılar bir araya getirilmiş ve her grup ilk çıktılarını sunmuştur. Ardından, gruplar yine 1,5 saat süren 2. oturuma geçmişler ve aynı süreç tekrarlanmıştır. Tüm sunumların ardından, veriler tartışılıp değerlendirilmiş, sonuçlar raporlanmış ve çalıştay bu şekilde son bulmuştur.

1.2. Çalıştayın Amaçları

Yapılan çalıştayda, aşağıdaki ana ve ara başlıklarda fayda sağlayacak çıktıların/tavsiyelerin alınması amaçlanmıştır:

1.2.1. Nükleer Enerji Üretimi Amacıyla Yerli Tedarik ve Sanayinin Geliştirilmesi

- Nükleer santral teknolojilerinin %60 oranında yerli sanayileştirilmesi
- Yerli sanayinin mevcut durumu
- Tedarik edilebilecek yerli ürünler
- Yerlilik oranının artırılması için uygulanacak yöntemler ve yapılması gereken çalışmalar
- Sanayinin geliştirilmesi
- Sanayinin imalat standartlarının ve kabiliyetlerinin artırılması

1.2.2 Nükleer Enerji Üretimi Amacıyla Altyapının Geliştirilmesi

- Mevcut teknolojilerin transferi ve yerleştirme
- Araştırma-geliştirme (Ar-Ge) yapılacak sistem ve bileşenlerin belirlenmesi
- Yerli teknolojik ürünler geliştirilmesi
- Mevcut araştırma reaktörlerinin aktif kullanımı

1.2.3 Nükleer Enerji Üretimi Amacıyla İnsan Kaynaklarının Geliştirilmesi

- Uzmanlık alanlarına göre insan kaynakları ihtiyacının belirlenmesi
- İhtiyaç duyulan alanlarda ara eleman yetiştirmek için programların oluşturulması
- Planlama ve koordinasyona yönelik olarak çalışma gruplarının belirlenmesi
- Yerleştirmeye yönelik akademik programların taslağının hazırlanması

1.2.4 Nükleer Enerji Yerleştirmesine İlişkin Yol Haritası Çıkarılması

- "TURNER" (Türkiye Nükleer Enerji Reaktörü) için stratejik planlama yapılması
- Alternatif reaktör sistemlerinin geliştirilmesine yönelik kısa-orta-uzun ölçekli yol haritalarının çıkarılması
- İşbirliği yapılacak ülkelerin belirlenmesi

1.3. Çalıştay Sonuçlarının Özeti

1.Nükleer enerji santrali kurulmasına yönelik olarak, yerli sanayinin mevcut durumunun tespit edilmesi ve bu konuda kapasitesi yetersiz olan sektörlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra, gerekirse, uluslararası işbirliklerine gidilmesi ve konsorsiyumlara katılım sağlanması düşünülebilir. Bu noktada, nükleer güç santralleri için yapılan uluslararası sözleşmelerde yerli

sanayi katılımının zorunlu tutulması, belirli yüzdeler tutularak off-setler konulması ve bu yüzdelerin zamanla artırılması, önem taşımaktadır.

2. Malzeme üretimi konusunda, ürünlerin belli kriterlere göre sınıflandırılarak belirlenmesi gereklidir. Bu kriterler, ürün, sistem, makine, ekipman ve insan kaynakları gibi değişik disiplinleri içermelidir.

3. Enerji sektörüne yönelik sanayinin gelişmesi için teşvik, yasa gibi gerekli mevzuat çalışmalarının yapılması aciliyet arz etmektedir. Bu mevzuat çalışması kapsamında, ana sanayiye yönelik üretimlerin belirlenmesi, sanayinin ihtiyaç duyduğu ürünler doğrultusunda özel teşvik veya hibelerin oluşturulması gerekmektedir.

4. Nükleer sanayi ile ilgili yüksek teknolojik konuların saptanması, bu konularla ilgili Ar-Ge merkezleriyle çalışmalar yapılması ve gerekli teknik bilginin oluşturulması esastır. Bu çalışmalar, ana sanayi, yan sanayi, makine sanayi ve mühendislik hizmetlerini kapsamalıdır.

5. Standartlar ve/veya spesifikasyonların belirlenmesi ve bunların, ürün, bileşen, sistem, tesis bazında olması önem taşımaktadır. Bu doğrultuda, geleceğe yönelik olarak kendi standartlarımızı oluşturmak adına gerekli altyapı çalışmalarının, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) ile ortaklaşa yapılması ve bu standartların madde ve mamulün yanında metodu da kapsamı anlamlı olacaktır.

6. Sisteme dâhil olan tarafların üretecekleri mal ve hizmetlerle ilgili oluşturacakları marka ve patentlerin, birbirleri arasında ticaret konusu(kiralama ve satış) sayılabilmesi amacıyla, konu bazında kodlar oluşturulmalı ve alt başlıklar gruplandırılarak yetkili otorite tarafından onaylanmalıdır.

7. Yapılacak bu çalışmalar kapsamında kullanılmak üzere bir fon ayrılması ve bu fonun risk yönetimi ile yönetilmesi faydalı olacaktır. Fonun kullanımına dair ikincil mevzuat esas alınarak, sisteme dâhil edilen taraflara, kredi, hibe kredi, teşvik ve eğitim destekleri sağlanmalıdır. Ayrıca, sisteme dâhil edilen üretici ve yatırımcıların üretmiş oldukları ürünler tedarik edilirken, ihale şartı gözetilmeksizin alımlarına öncelik verilmelidir. Hatta ulusal ve uluslararası ihalelerden bağımsız hareket etme kabiliyeti sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra, ihtiyaçların temininde, sistem içerisindeki tarafların birbirleri ile yapacakları alım/satımlarda, İhale Kanunu'nda yer alan 3-b istisna maddesinde olduğu gibi uygulamalara yer verilmelidir.

8. Nükleer araştırma altyapısı ile nükleer yakıt teknolojisinin geliştirilmesi ve mevcut araştırma reaktörlerinin etkin biçimde kullanılması öncelikli konular arasında yer almalıdır. Bu bağlamda, malzeme dayanıklılık araştırmalarında kullanılmak üzere yüksek akıllı 30 MW ve üstü araştırma reaktörüne sahip olunması önemlidir.

9. Akredite laboratuvarların belirlenmesi veya yeniden oluşturulması ve bunların verimli bir şekilde işler hale getirilmesi, muayene, test, ölçüm gibi çalışmalarda

sonuçlara en doğru, en kısa ve net bir şekilde ulaşılması açısından önem taşımaktadır.

11. Ülkenin nükleer enerji stratejisine uygun olarak, kurum ve kuruluşların ihtiyaç duyacağı insan kaynaklarının (mühendis, teknisyen vs.) belirlenmesi ve bunu destekleyecek yönetsel, mali ve yasal altyapının hazırlanması öncelikli olarak ele alınması gereken hususlardandır.

12. Ayrıca, ihtiyaçlara uygun olarak, üniversitelerde lisans ya da lisansüstü bölümlerin açılmasının yanı sıra, hâlihazırda bu konuda eğitim veren yüksek öğrenim kurumlarının programlarının gözden geçirilerek gerekli tavsiyelerde bulunulması şarttır.

13. UAEA gibi uluslararası organizasyonlarla veya çeşitli ülkelerdeki ilgili kurumlarla işbirliğine gidilerek, nükleer enerjiye yönelik eğitimler alanında destek alınması, süreci hızlandırabilir.

14. Tüm enerji santrallerine yönelik yerleştirme strateji belgesinin oluşturulması, ele alınması gereken önemli bir konudur. Buna paralel olarak, enerji alanına yönelik plan ve programların, kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerinin belirlenmesi ve güçlü bir politikayla desteklenerek sürdürülebilir hale getirilmesi şarttır.

15. Nükleer güç santrali tasarımı ve enerji üretiminde en üst düzeyde yerleştirilmenin sağlanması temel amaç olmalıdır. Bu noktada, nükleer enerji vizyonun belirlenmesi gerekmektedir. Yine bu çerçevede, dördüncü nesil fisyon reaktörlerinin geliştirilmesi için uluslararası işbirliklerinin yapılması önem taşımaktadır. Buna ek olarak, nükleer teknolojinin, tıp ve benzeri alanlarda uygulanması için de altyapı oluşturulmalıdır.

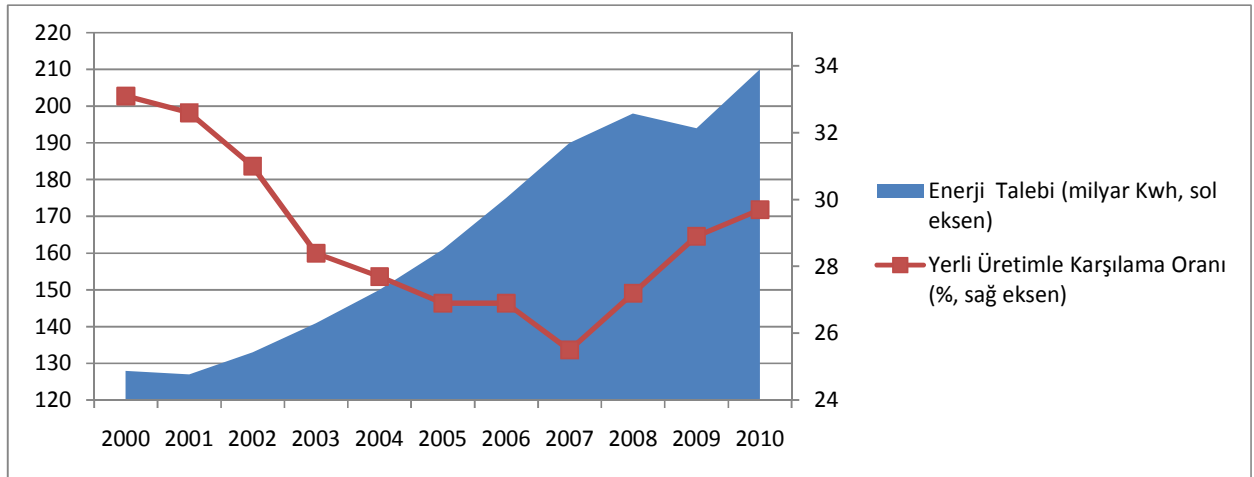
16. Farklı sektörler ve farklı disiplinler arasında güvenilir bir veri tabanı oluşturularak, sisteme dahil edilen taraflar arasında eşleştirmeler yapılması ve bu kapsamda bilgi, hizmet ve ürün paylaşımının güvenli hale getirilmesi oldukça önemlidir.

2. TEKNİK ÖZET

2.1. Önbilgi: Türkiye'nin Enerji Görünümü

2.1.1. Mevcut Tablo

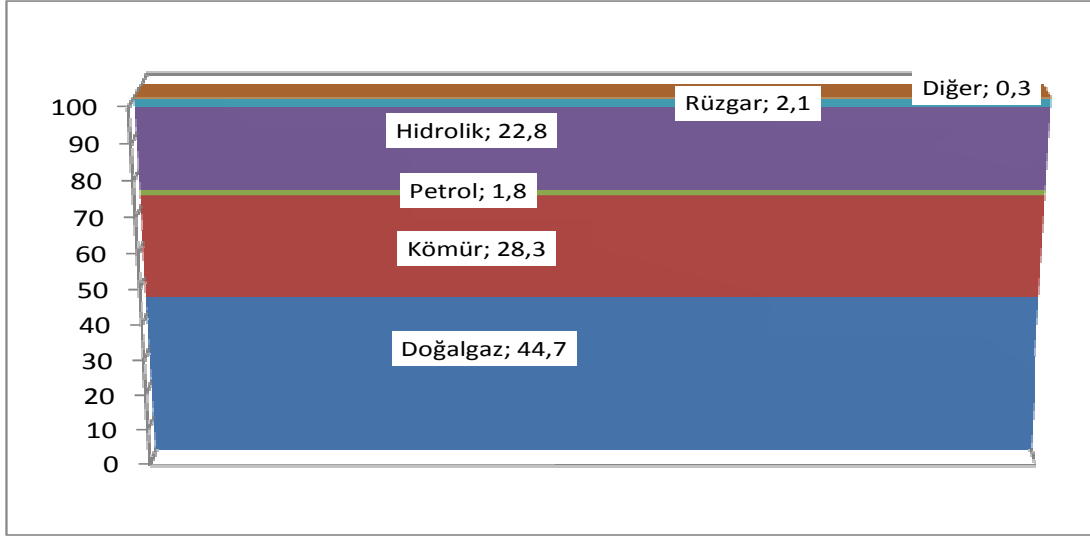
Ülkemizde, yaşanan ekonomik ve demografik büyümenin etkisiyle, özellikle 2000 yılından bu yana, enerji talebinde hızlı bir artış yaşanmıştır. Bu bağlamda, 2000 yılında 128 milyar kWh olan enerji talebi, 2010 yılında 210 milyar kWh seviyesine yükselmiştir (Şekil 1). Buna karşılık, talep edilen bu enerjinin yerli üretimle karşılama oranı, 2007 yılında, %33 bandında seyrettiği 2000 yılındaki seviyesinden %25 bandına gerilemiştir. Son birkaç yılda yenilenebilir enerji kaynaklarının da katkısıyla bir miktar artış gösteren bu oran, 2010 yılı itibariyle %29,7 seviyesinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, 10 yıllık bu gelişime bakıldığında, enerji talebinde ciddi bir artış görülürken, bunu yerli üretimle karşılama oranında gerileme yaşanmıştır. Bu da, yerli enerji üretiminin, oldukça düşük oranlarda kalmakla beraber, talep artış hızını dahi yakalayamadığını göstermektedir.



Şekil 1. Türkiye'de Enerji Talebi ve Talebin Yerli Üretimle Karşılama Oranı (2000-2010)
(Veri Kaynakları: EPDK (2012) & TMMOB (2008))

Bunun yanı sıra, bu son dönemdeki eğilim göz önünde bulundurulduğunda, ortalama enerji artış hızının önümüzdeki dönemde yıllık %6,5-7 oranında gerçekleşeceği öngörülmektedir. Bu ise, 2023 yılında yaklaşık 500 milyar kWh'lık bir enerji ihtiyacının var olacağı anlamına gelmektedir. Bu noktada, gelecekte ortaya çıkacak bu ihtiyacın potansiyel kaynaklarını şimdiden belirlemek ve stratejik bir plan ortaya koymak aciliyet arz etmektedir. Bu konuda bir fikir sahibi olmak için, öncelikle Türkiye'deki mevcut durumu değerlendirmek faydalı olacaktır.

Şekil 2, 2011 yılı itibariyle, ülkemizde enerji üretiminde kullanılan kaynakların payını göstermektedir. Buna göre, enerji üretiminde kullandığımız en büyük paya sahip kaynağın, %44,7 ile doğalgaz olduğu görülmektedir. Bunu %28,3 ile kömür takip etmektedir. Petrol de dâhil edildiğinde, fosil yakıtların enerji üretimindeki payı, toplam %74,8 gibi ciddi bir oranına karşılık gelmektedir. Yenilenebilir enerjilerin payı ise, 2011 yılı itibariyle, büyük kısmı hidrolik olmak üzere, toplamda %25,2 seviyesinde gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Türkiye’de Enerji Üretiminde Kullanılan Kaynakların Toplam Üretimdeki Payı (% , 2011) (Veri Kaynağı: EPDK (2012))

2.1.2. Gelecek Öngörülleri

2.1.2.1. Yenilenebilir Enerji

2023 hedefleri doğrultusunda, yeşil enerji olarak da adlandırılabilir yenilenebilir enerji kaynaklarının payının, %25 bandından %30’a çıkarılması öngörülmektedir. Yukarıdaki enerji talep tahminini göz önüne alarak basit bir hesap yapıldığında, bu oran yaklaşık 150 milyar kWh’lık bir enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanacağı anlamına gelmektedir. Ancak, bu bağlamda şu gerçekler göz önünde bulundurulmalıdır:

- 1- Türkiye’deki yenilenebilir enerji kaynaklarının, tam kapasite devreye geçirilmesi durumunda dahi, maksimum yıllık üretim potansiyeli 230 milyar kWh olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla, 2023 yılında bu kaynaklardan 150 milyar kWh’lık bir enerji üretebilmek için mevcut kaynağın %65’inin hayata geçirilmesi gerekmektedir. 2011 itibariyle ise, bu oran %24 civarındadır. Öte yandan, en iyi senaryo dâhilinde bu hedef gerçekleşse dahi, 2023 yılında öngörülen 500 milyar kWh’lık enerji talebinin %70’lik kısmı, yine diğer kaynaklar tarafından sağlanmak durumunda olacaktır.

- 2- Bunun yanı sıra, yeşil enerji kaynakları, yıl boyunca değişen iklim şartları sebebiyle, arz bakımından oynaklık göstermektedir. Bu nedenle, temiz, çevre dostu, yenilenebilir özellikleri ile yararlanılması gereken iyi bir alternatif olmalarına rağmen, bu kaynaklar, enerji temel yükünü karşılama anlamında tek güvenilecek kaynak olarak düşünülemez.

2.1.2.2. Termik Enerji

Yenilenebilir enerji kaynakların yanı sıra, fosil yakıtlar kapsamındaki termik enerji kaynaklarına da kısaca değinilecek olursa, Grafik 2’de de görüldüğü gibi, bu grubun ülkemizde ağırlıklı olarak doğalgaz ve kömürden oluştuğu bilinmektedir. Buna paralel olarak, son dönemdeki hızlı enerji talep artışı da, bu iki kaynağa bağlı ulusal enerji üretim artışını tetiklemiştir.

2023 yılı hedefleri doğrultusunda, toplam enerji üretiminde, doğalgazın mevcut durumda %45 civarında olan payının %30 düzeyine indirilmesi hedeflenmektedir. Ancak gerek doğalgaz gerekse kömür kullanımının, 2023 yılından sonra da kademeli olarak azaltılması gerektiği, aşağıdaki sebeplere bağlı olarak elzemdir:

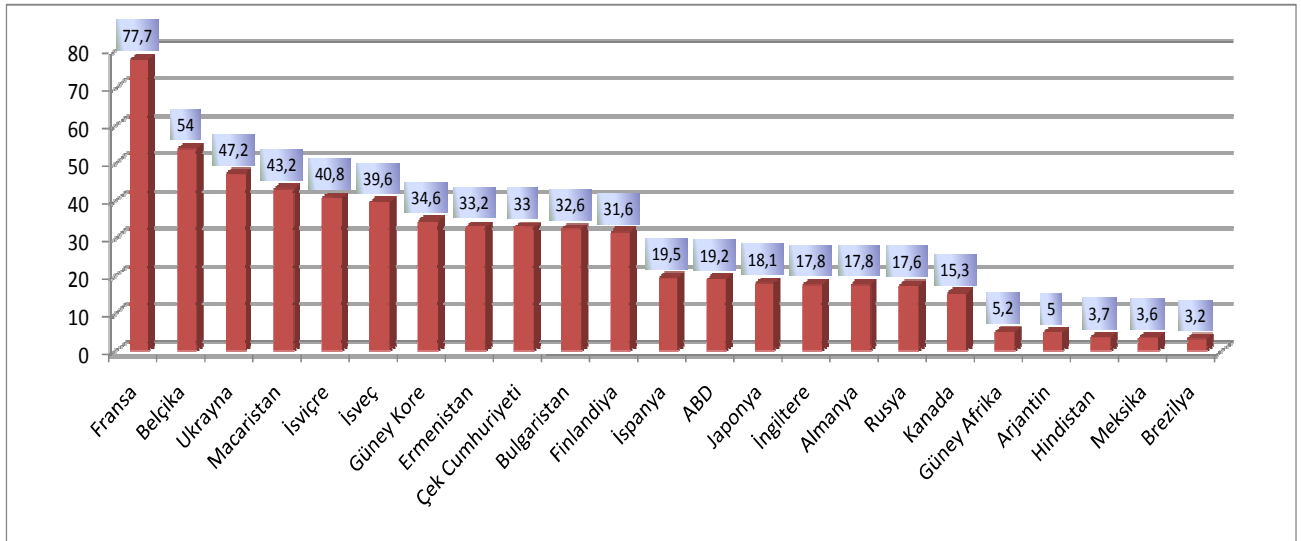
- 1- Türkiye, fosil kaynaklar olarak adlandırılan bu yakıtlar için, Rusya ve İran başta olmak üzere, dış ülkelere bağımlı durumdadır. Enerji arzı güvenliği açısından, bu bağımlılığın minimuma indirilmesi, stratejik önem taşımaktadır.
- 2- Bu bağımlılık kapsamında, dış ticaret verileri incelendiğinde, enerji ithalatının son yıllarda ciddi artışlar göstermekte olduğu ve toplam ithalatta büyük bir pay teşkil ederek cari açığı artırdığı gözlenmektedir. Fiyat değişkenliği gösteren bu enerji kaynakları, ülke ekonomisi üzerinde maliyet açısından da olumsuz etkiler yaratmaktadır.
- 3- Fosil yakıtlar, neden oldukları sera gazı emisyonu ile küresel ısınmaya sebebiyet vermektedirler. Bu kaynakların çevreye vermiş olduğu bu zarar, kullanımlarının azaltılması gerektiğinin önemine işaret etmektedir. Buna paralel olarak, ortaya çıkan bu dışsallığın içselleştirilmesi amacıyla, karbon içerikli yakıtlarda, çevresel bir vergi olan karbon vergisinin uygulanması konusu da, dünya çapında gündeme gelmiş ve hatta birkaç ülke tarafından hayata geçirilmiştir (Carbon Tax Center). Dolayısıyla, gelişmiş bir ülke olma yolunda ilerleyen Türkiye’nin de, karbon salınımını azaltıcı politikalara ihtiyacı olduğu bir gerçektir.
- 4- Termik enerji kaynakları, doğada sınırlı miktarda bulunmaktadır. Bu bağlamda, çeşitli kaynaklarda, petrol ve doğalgaz rezervlerinin, önümüzdeki 50 yıl içerisinde ciddi şekilde azalma göstereceği ve tükenme riskiyle karşı karşıya kalacağı belirtilmektedir (U.S. Energy Information Administration / USGS).

Yenilenebilir ve fosil enerji kaynakları ile ilgili bu gerçekler göz önünde bulundurulduğunda, ülkemizin, 2023 ve sonrası için alternatif enerji kaynağı çözümü için bir an önce harekete geçmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu

alternatif ise, dünya enerji üretiminde uzun yıllardır önemli bir yere sahip olan nükleer enerjidir.

2.1.2.3. Nükleer Enerji

Bugün dünyada 31 ülke, elektrik ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla nükleer enerjiden yararlanmaktadır. Çoğunluğu gelişmiş ülke kategorisinde olan bu ülkeler, elektrik üretimlerinin önemli oranlarını bu şekilde karşılamaktadır (Şekil 3). Fransa, elektrik üretiminde kaynak olarak %77,7'lik nükleer enerji kullanım oranı ile bu ülkelerin başında gelmektedir. Belçika da, elektrik arzının yarısından çoğunu nükleerden sağlamaktadır. Bununla birlikte, ABD, Kanada, Japonya ve birçok Avrupa ülkesi, %15 ila %47 arasında değişen ciddi oranlarda nükleer enerjiden faydalanmaktadır.

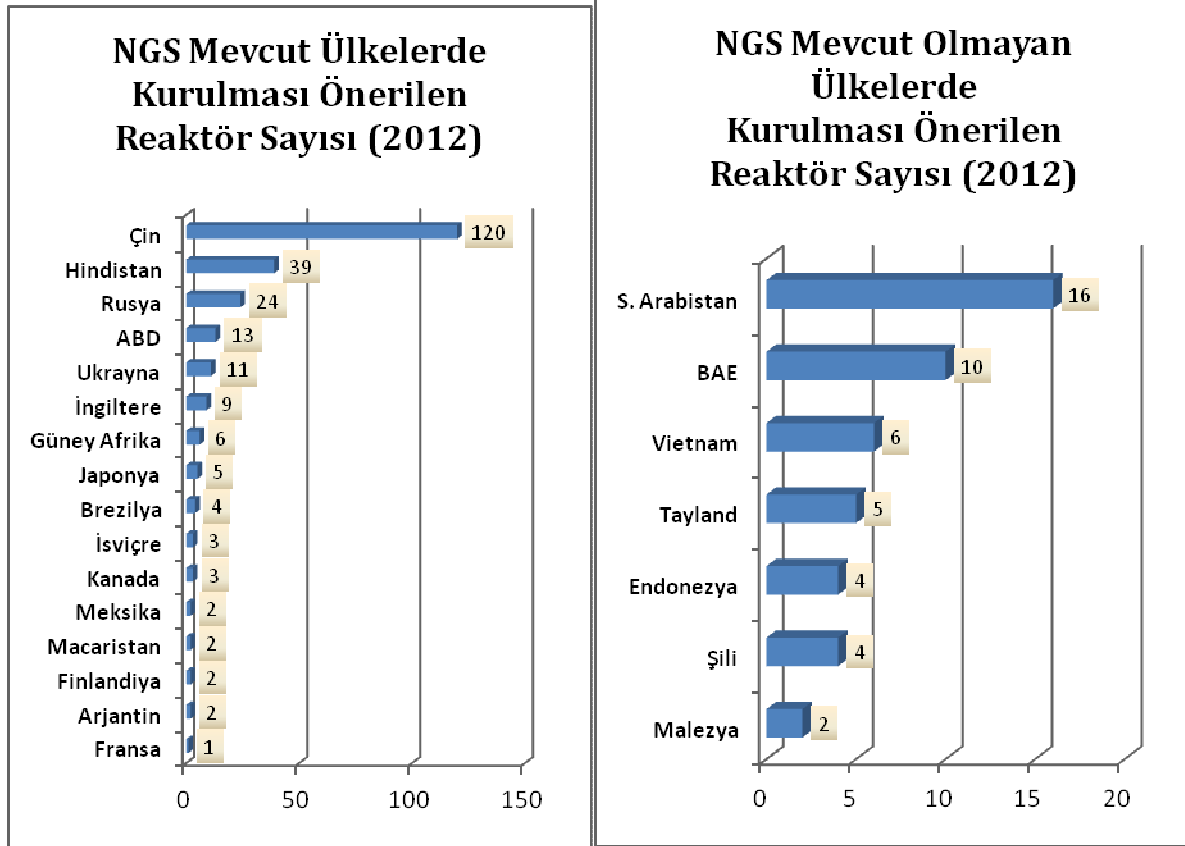


Şekil 3. Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerji Kullanım Oranları (% , 2011)
(Veri Kaynağı: WNA (2012))

Gelişmekte olan belli başlı ülkelerin de, giderek artan oranlarda nükleer enerjiye başvurdukları bilinmektedir. Son yıllarda yükselen ekonomiler olarak adlandırılan grubun içinde yer alan Güney Kore, Çin, Rusya, Arjantin, Hindistan, Meksika ve Brezilya, bu gelişime örnek olarak verilebilir. Bu kapsamda, dünyada mevcut reaktör sayısı 2012 yılı itibariyle 437 olarak kaydedilmiştir. Ayrıca, yapımı devam eden 64 nükleer güç santrali (NGS) vardır.

Bunun yanı sıra, gerek gelişmiş gerekse geliştirmekte olan ülkeler, artan enerji talebi ve gelecek tahminleri doğrultusunda, nükleer enerjiye dönük planlar yapmaya devam etmektedirler. Bu ülkelerin bir kısmını NGS'lere sahip olanlar oluştururken, diğer kısmını da, şu ana kadar NGS'si mevcut olmayan ülkeler oluşturmaktadır. Dolayısıyla, nükleer enerjiye, gerek bu gücü uzun yıllardır kullanıp daha da artırmak isteyen, gerekse bu güçten bugüne kadar mahrum kalmış ancak kaçınılmaz gerekliliğini kabul ederek girişimde bulunmak isteyen birçok dünya ülkesi, stratejik planlarında yer vermektedir. Bu çerçevede, 317

yeni NGS için dünya çapında öneriler sunulmuştur (WNA). Bu önerilere dair bir kısım verilere Şekil 4'te yer verilmiştir. NGS planları yapan bu ülkeler arasında, fosil yakıt zengini ülkelerin de bulunması dikkat çekicidir.



Şekil 4. Ülkelerde Kurulması Planlanan Reaktör Sayıları (Veri Kaynağı: WNA (2012))

Tüm bu veriler dâhilinde, ülkemizin de, nükleer enerji üretimine yönelik planlar yapması gerektiği ortadadır. Yenilenebilir enerji ise, faydalanılması gereken bir kaynak olmakla birlikte, belirlenecek enerji stratejisinde nükleer enerjiyi tamamlayıcı bir unsur olarak görülmelidir. Nitekim yukarıda da belirtildiği gibi, ülkemizdeki minimum enerji ihtiyacı olan ana yük gücünü karşılayabilmek için nükleer enerjiden yararlanmak şarttır. Ayrıca belirtmek gerekir ki, dünya genelindeki mevcut enerji üretim yapısında da, nükleer enerji ve kömür, ana yük gücünü sağlarken, doğal gaz ve yenilenebilir enerji tepe zamanlardaki talebi karşılamak için rezerv olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda, önümüzdeki dönemde, nükleer enerjinin Türkiye'de öncelikli enerji kaynaklarından biri haline getirilmesi kaçınılmazdır.

Öte yandan, dünya çapında yaygın ve popüler bir enerji kaynağı olan nükleerin, ülkemizde üretilmesine ve kullanılmasına ilişkin, bir kısmı temelsiz olarak nitelendirilebilecek karşıt görüşler bulunmaktadır. Bu nedenle, gerek daha çok güvenlik ve sağlık konularını ilgilendiren bu konulara, gerekse nükleer enerjinin diğer enerji kaynaklarına kıyasla üstünlükleri hakkındaki gerçeklere bu raporda kısaca yer vermek uygun olacaktır. Bu bağlamda, nükleer enerjinin aşağıdaki özellikleri vurgulanabilir:

- *Güvenilir/Sürdürülebilir*

NGS'ler, hava şartlarına bağlılık gösteren yenilenebilir kaynakların aksine, yıl içinde kesintisiz enerji sağlama özelliğine sahiptir. Ayrıca, NGS'lerde yakıt olarak kullanılan uranyum, doğada bol miktarda bulunduğundan, arz ile ilgili bir problem yaşanmamaktadır. Mevcut durumda, dünyada 230 yıl yetebilecek kadar uranyum rezervi olduğu ve bunun bazı teknolojilerle binlerce yıla çıkarılabileceği bilinmektedir (U.S. Nuclear Waste Technical Review Board). Bununla birlikte, petrol ve doğalgaza kıyasla, uranyum kaynaklarına erişim de, çok daha kolay olmaktadır.

Bu bağlamda daha detaylı bir bilgi vermek gerekirse, nükleer enerji, fisyon ve füzyon enerjisi olarak ikiye ayrılmaktadır. Fisyon enerjisi, uranyum-233, 235 ve plütonyum-239 gibi fisyon yapabilen izotoplara dayanmaktadır. Ancak, bu elementler arasında, fisyon enerjisi için yakıt olarak, doğada yalnızca uranyum-235 bulunmaktadır ve bu kaynak, oldukça uzun yıllar yetecek olsa da, sınırlı miktardadır. Ancak, nükleer reaktörlerde uygun koşullarda, yine doğada var olan uranyum-238'den plütonyum-239 ve toryum-232'den uranyum-233 izotopları elde edilebilmektedir. Böylelikle, gerçekleştirilen bu dönüşümlerle, doğadaki uranyum-235 rezervlerine ek olarak yakıt sağlanmakta ve uranyum ve toryum rezervleri pratikte neredeyse sınırsız olarak değerlendirilebilmektedir.

Füzyon enerjisi konusunda yapılan çalışmalar ise, uluslararası ITER konsorsiyumu¹ ve ABD'nin kendi olanaklarıyla geliştirdiği Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarı'nda yer alan Ulusal Ateşleme Tesis'i'nde² (National Ignition Facility) devam etmektedir. Her iki teknoloji için sürdürülebilir olarak füzyon enerjisinin kullanılması, yakın gelecekte mümkün gözükmemekte fakat 2030 ve sonrası için ümit verici gelişmeler ön görülmektedir. Bu bağlamda, uzun vadeli bir ulusal nükleer enerji programında füzyon enerjisi de mutlaka dikkate alınmalıdır.

- *Çevre Dostu*

Nükleer enerji elde edilmesinde kullanılan uranyum, karbonsuz bir yakıttır. Ancak, uranyumun çıkarılması, taşınması gibi faaliyetler sırasında, yine fosil yakıtlar sebebiyle, belli bir karbon salınımı oluşmaktadır. Bu nedenle, nükleer enerjinin karbon ayak izinin sıfır olduğu iddia edilemez. Yine de, termik santrallerin neden olduğu yüksek sera gazı salınımı göz önüne alındığında, bu değer, göz ardı edilebilecek kadar düşük seviyelerde seyretmektedir. Dolayısıyla, fosil yakıtların sebep olduğu iklim değişikliğiyle mücadele etmek için, bu yakıtlarla üretilen büyük enerji miktarlarını kesintisiz olarak kompanse edebilecek tek alternatif, nükleerdir.

¹İnşaat halinde devam ediyor. İlk füzyon denemesinin 2019 yılında gerçekleşmesi planlanıyor.

²National Ignition Facility'de 192 tane halen kurulu lazer bir noktada odaklanarak 1-mm çapında bir kürecikte füzyon reaksiyonu hedeflenmektedir.

- *Verimli*

Nükleer enerji üretiminde kullanılan uranyum, küçük miktarlarla, büyük bir enerji ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda, uranyumun, doğadaki diğer yakıtlar arasında en verimli olanı olduğu bilinmektedir. Bir örnek vermek gerekirse, 3 ton kömür ile elde edilen enerji, sadece 1 gr'lık bir uranyum tanesinden çıkarılabilmektedir. Bu ise, uranyumun, kömüre kıyasla 3.000.000 kat daha çok enerji çıkarabildiğini göstermektedir (Berkeley Lab- US Department of Energy).

- *Ekonomik*

NGS'lerin inşaat maliyetleri oldukça yüksek olmakla birlikte, işletme maliyetleri termik santrallere göre çok daha düşük seyretmektedir. Bunun başlıca nedeni ise, yukarıda özetlenen verimlilik özelliğine bağlı olarak, çok miktarda enerjiyi üretmek için küçük miktarlarda uranyuma ihtiyaç duyulmasıdır. Dolayısıyla, üretime başladıktan sonra, uzun bir dönem yüksek kapasite çalıştırılması şartıyla, NGS'ler, orta vadede, ekonomik açıdan avantajlı bir enerji seçeneği sunmaktadır.

- *Güvenli*

Gerek dünyada gerekse ülkemizde nükleer enerjinin insan ve çevre için güvenli olmadığı tartışmaları yapılmaktadır. Oysaki yarım asrı aşkın bir süredir kullanılan nükleer enerjiyle ilgili olarak dünya çapında, son 50 yılda belli başlı 3 büyük kaza yaşanmıştır.

Tablo 1. Elektrik üretiminde yaşanan kazalardaki ölüm sayıları (1969-2000, TWy*'ye oranla)

	<i>OECD Üyesi Ülkeler</i>	<i>OECD Üyesi Olmayan Ülkeler</i>
Enerji türü	Ölüm sayısı/ TWy	Ölüm sayısı/ TWy
Kömür	157	597
Doğalgaz	85	111
Hidrolik	3	10.285
Nükleer	0	48

*Terawatt years

(Veri Kaynağı: WNA(2012))

Bu büyük kazalar ve daha küçük olarak nitelendirilebilecek diğer nükleer kazalar dikkate alındığında ortaya çıkan gerçek, kamuoyunda nükleer enerjinin tehlikeli olduğuna dair var olan algının tam aksi yönündedir. Nitekim nükleer enerjiye bağlı kazalarda ölüm oranı, diğer elektrik enerjisi elde edilen kaynaklara kıyasla çok daha düşüktür (Tablo 1). Üretilen elektrik birimi başına ölüm sayısı, OECD ülkelerinde sıfır iken, OECD üyesi olmayan ülkelerde 48 olarak gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, nükleer enerji, her iki grupta da, diğer enerji türleriyle karşılaştırıldığında, çok daha düşük oranlardaki ölüm oranıyla, en güvenilir enerji kaynağı olduğunu ispatlamıştır.

Tüm bu tecrübeler ve bilgiler ışığında, emniyetli bir şekilde tasarlandığı takdirde, NGS'lerin güvenli bir enerji kaynağı olacağı görülmektedir. Sonuç olarak, yukarıda özetle sunulan tüm gerçekler göz önüne alındığında, gelecekte

gerçekleşmesi öngörülen enerji talep artışı doğrultusunda, Türkiye’de nükleer enerji üretimine yönelik çalışmaların hızlandırılması gerektiği açıkça görülmektedir.

2.2. Ulusal Nükleer Enerji Politikası ve Vizyonu

2.2.1 Tarihi Gelişim

Nükleer enerji alanında ülkemizdeki çalışmalar, 1956 yılında Atom Enerjisi Komisyonu Genel Sekreterliği’nin kurulmasıyla başlamış, yine aynı yıl, bir araştırma reaktörünün kurulması çabalarıyla devam etmiştir. Nükleer enerji politikamızın çerçevesi ise, 1969 yılında imzaladığımız nükleer silahların yayılmasının önlenmesine ilişkin uluslararası bir anlaşma olan Non-Proliferation Treaty’nin (NPT) (TAEK, 2012) 4. maddesi tarafından net bir şekilde belirlenmiştir. Buna göre, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımı için araştırma yapma, teknoloji geliştirme ve üretim yapma Türkiye için yadsınamaz bir haktır. Ayrıca, belirlenen güvenlik kriterlerine uymak koşulu ile nükleer yakıt üretimi ve kullanımının da, barışçıl amaçlı nükleer enerji politikasının çerçevesinde olduğu belirtilmiştir. Nükleer enerjiyi uygulamaya geçirmeyle ilgili teşebbüslerin tarihi gelişimi ise şu şekilde özetlenebilir:

1970: 400 MWe kapasiteli bir basınçlı ağır su nükleer reaktörünün kurulmasıyla ilgili fizibilite çalışması yapıldı.

1974: Yapılacak bu santral için Akkuyu’nun uygun bir lokasyon olduğu belirlendi.

1976: Akkuyu yer lisansı verildi.

1977: Nükleer santral için ihale yapıldı. İhaledeki tek aday olan İsveçli firma ile finansal anlamda anlaşmazlık çıktığından, proje iptal edildi.

1982: Akkuyu ve Sinop’ta santral yapılmasına ilişkin karar yeniden teyit edildi.

1985: Açılan ihaleyi alan Kanadalı firmayla anlaşmazlığa düşüldü. Proje yeniden iptal edildi.

1993: NGS kurulması, ulusal yatırım planı içine alındı.

1996: Akkuyu’da kurulacak 2000 MWe kapasitesindeki NGS ile ilgili yeni ihale başlatıldı. Dönemin ekonomik koşullarındaki kötüleşme nedeniyle proje ertelendi.

2006: 2012-2015 yılları arasında, toplamda 4500 MWe kapasitesinde 3 NGS kurulmasıyla ilgili karar alındı.

2008: Akkuyu için yeni ihale başlatıldı ama modeldeki sorunlar nedeniyle devletlerarası işbirliklerine gidilmesi kararlaştırıldı.

2010: Rusya Federasyonu ile Akkuyu'da NGS inşa edilmesi konusunda işbirliğine dair hükümetler arası anlaşma imzalandı.

Tüm bu gelişmeler doğrultusunda, Akkuyu'da yapılması planlanan NGS'nin ilk ünitesinin 2019'da hizmete sokulması hedeflenmektedir. Mersin Akkuyu NGS'nin yüklenici firmasının (Rosatom) bu sürece yaklaşımını anlamak amacıyla, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), TSE gibi kurumlarla yapmış olduğu son toplantıda ele alınan hususlar çerçevesinde, mevcut gelişmeler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

Rus firma, projelerindeki tedarik zincirini,

1) İnşaat malzemeleri ve ekipmanları,

2) Diğer ekipmanlar

olarak tasnif etmektedir. İnşaat işleri daha basit bir süreçte, ihale ile yürütülmekte, kullanılacak malzemelerin kabulü de, inşaat ve malzeme laboratuvarlarının onayından sonra gerçekleşmektedir.

İnşaat haricindeki her türlü malzeme, makine, hizmet vs. 4. sınıf güvenlik seviyesine göre ayrılmaktadır. Türkiye'de yapılan pazar araştırması sonucunda 4. sınıf malzemelerin tamamının gerekli standartları karşılaması durumunda yerli kaynaklardan temin edilebileceği belirtilmiştir. Bunlar kabaca, çelik borular, basınçlı kaplar, her türlü normal ve metalik volüt pompa ve vanalardır. NGS santralde kullanılacak ekipmanın %50'sinin 4. sınıf malzeme olduğu da bildirilmiştir.

Hangi malzemenin hangi sınıfa dâhil olduğu konusunda çok net açıklamalar yapılmamasına rağmen, 2013 sonunda tüm malzeme listesinin netleşeceği ve Türk tarafına verileceği belirtilmiştir. NGS'de kullanılan buhar türbinin hangi sınıfa girdiğine dair net bir bilgi belirtilmemekle birlikte, 3. veya 4. sınıfa dâhil edilebileceği ifade edilmiştir.

4. sınıf malzemeler için ilk siparişlerin 2015 yılında başlayacağı bildirilmiştir. Bu bağlamda, bu alanda üretim yapan firmaların gerekli başvuruları yapıp, denetimlerden geçmesi için yeterli vakit olduğu, 2. ve 3. sınıf bazı malzemelerin siparişlerinin ise daha önceden verileceği belirtilmiştir.

Rus tarafı, NGS projelerinde izledikleri belirli süreçler olduğunu, yurtdışı projelerinde ekipman ve malzeme temininin son derece şeffaf ihalelerle sağlandığını belirtmiştir. Bu iş için oluşturulmuş bir online katalog sistemleri olduğunun altı çizilmiştir. Buna göre, sisteme üye olan tedarikçi, ürettiği ürünleri, teknik özelliklerini ve 3D çizimlerini vs ekleyerek bu sitede kataloglayabilmekte ve ileride açılacak olan ihalelere katılabilmektedir. Ayrıca web sitesinde belirtilen malzeme listelerine, şartnamelere ve spesifikasyonlara ulaşabilmektedir. Bu sisteme dâhil olabilmek için onaylı tedarikçi olmak şart olduğundan, bunu Rostech-Nadzor isimli Rus denetim kurumu gerçekleştirmektedir. Bu bağlamda, bu kurum ile Türkiye'deki TSE, TAEK arasında bir mutabakat sağlanması durumunda, 3. sınıf malzemelerin denetiminin Türkiye'de yapılabileceği belirtilmiştir.

Rus firma, TAEK ile halen devam eden mevzuat çalışmaları ve toplantıları sonucunda, 700'ün üzerinde mevzuat oluşturulduğunu, buna bağlı olarak, Türk tedarikçiler, üreticiler ve bir tür lisanslama veritabanı üzerinde çalıştıklarını da, ifade etmiştir.

2.2.2 Mevcut Politika

TAEK tarafından hazırlanan Ulusal Nükleer Teknoloji Politikası (UNTP) çerçevesinde belirlenen ilkeler ve öncelikler, ülkemizdeki mevcut nükleer enerji politikasına ışık tutmak amacıyla aşağıda listelenmektedir.

2.2.2.1 UNTP İlkeleri

- Nükleer teknoloji, yalnızca barışçıl amaçlarla kullanılacak, geliştirilecek ve bu ulusal duruş kararlı bir şekilde sürdürülecektir.
- Nükleer teknoloji politikası, ulusal öncelikler ve tercihler kılavuzluğunda hazırlanmış, açık hedefler içeren kararlı ve öngörülebilir plan ve programlar çerçevesinde uygulanacaktır.
- Nükleer güvenlik ve emniyeti temin etmek ve sürdürmek için, nükleer teknolojilerin kullanımı ve geliştirilmesi ön bir şart olarak kabul edilecektir.
- Gerekli hukuksal, kurumsal, endüstriyel ve insan gücü altyapıları, teknolojinin ve çağın gereklerine uygun şekilde oluşturulacak ve geliştirilecektir.
- Nükleer teknoloji Ar-Ge faaliyetleri özendirilecek ve desteklenecektir.
- Özel sektörün bu alandaki yatırımları özendirilecektir.
- Nükleer teknoloji politikası, uluslararası kuruluşlarla işbirliği içerisinde ve uluslararası yükümlülüklerle uyumlu olarak uygulanacaktır.

2.2.2.2 UNTP Öncelikleri

- NGS'lerin kurulmasında özel sektör katılımına öncelik verilecek ve geliştirilmekte olan serbest elektrik piyasasına uyumlu modeller teşvik edilecektir.
- Ülke refahına katkıda bulunacak tıp, endüstri, tarım, hayvancılık, çevre ve gıda gibi alanlarda, nükleer teknoloji uygulamaları yaygınlaştırılacak ve geliştirilecektir.

- Nükleer enerjiden yalnızca elektrik üretiminde değil, tatlı su, sanayi ısısı ve hidrojen üretimi gibi konularda da yararlanmak için Ar-Ge çalışmaları sürdürülecektir.
- Yerli katkı miktarının en üst düzeye çıkarılması ve enerji üretiminde dışa bağımlılığın azaltılması için, ülkemizin sahip olduğu toryum ve uranyum gibi kaynaklar belirlenecek ve işletilecektir.
- Nükleer hammaddeden başlayarak, kullanılmış yakıtların depolanmasına kadar, nükleer yakıt çevrimi üzerine Ar-Ge faaliyetleri yürütülecek ve bu sektörün ihtiyaç duyduğu hizmetler ve ürünler yerli imkânlarla sağlanacaktır.
- Radyoaktif atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi için çalışmalar sürdürülecek ve geliştirilecektir.
- Nükleer teknolojileri sanayimize kazandırmak ve geliştirmek için, Ar-Ge çalışmaları artarak sürdürülecek, özel sektör desteklenecek, bilimsel çalışmalar ve teknoloji geliştirmek için araştırma reaktörleri ve benzeri tesisler kurulacak, nükleer teknoloji politikasını uygulayacak insan gücü yetiştirmek için nükleer eğitim merkezleri kurulacaktır.

2.2.3 Vizyon

Bu raporun 2. bölümünde yer alan, Türkiye'deki enerji görünümünü özetleyen bilgiler dikkate alındığında, yakın gelecek için, enerji portföyümüzde nükleer enerjinin oldukça önemli bir paya sahip olacağı açıkça öngörülmektedir. Bu bağlamda, Cumhuriyet'in 100. Yılında, bilim ve teknolojiye hâkim, yeni teknolojiler üretebilen, teknolojik gelişmeleri toplumsal ve ekonomik faydaya dönüştürebilen bir refah toplumu yaratmayı amaçlayan Vizyon 2023 Projesi kapsamında, enerji alanında "Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Doğrultusunda Enerji Teknolojilerinde Yetkinlik Kazanma" başlığı önem taşımaktadır. Burada yer alan "Nükleer enerji üretiminde yetkinleşmek" teknoloji faaliyeti konusunda, önümüzdeki 20 yıllık dönemde nükleer enerjinin, ülkemizin güvenle kullanabileceği bir teknoloji haline gelmesi için yeni teknolojilerin geliştirilmesi çalışmalarında kendimize bir yer bulmamız gerekmektedir (TÜBİTAK, 2003).

Bununla birlikte, nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanımını destekleyen ve demokratik ilkelere bağlılığımızla ön plana çıkan bir ülke olarak, çevremizdeki ülkelere yalnızca politik değil, ekonomik olarak da önderlik edebilecek bir konumda olduğumuz unutulmamalıdır. Dolayısıyla, kalkınma potansiyelimiz dikkate alındığında, kendi enerji ihtiyacımızı karşılamaktan öte nükleer güç santrallerini tasarlayan, üreten ve ihraç eden bir ülke konumuna gelmemiz mümkün olabilir (Şirin, 2010). Bu bağlamda, çok iyi planlanmış bir programla

birlikte net bir vizyon ve güçlü bir taahhüdün oluşması, bu hedefin gerçekleşmesini kolaylaştıracaktır.

UNTP'de belirlenen ve aşağıda listelenen hedefler de, ulusal nükleer enerji vizyonunun şekillenmesinde katkı sağlayacak niteliktedir.

- Sürdürülebilir kalkınma için nükleer teknolojilerden güvenli bir şekilde ve barışçıl amaçlar doğrultusunda faydalanmak
- Enerji arz güvenliğinin artırılması için istikrarlı bir program dahilinde nükleer enerjiyi temel kaynaklardan biri haline getirmek
- Teknoloji transferi ve sistematik Ar-Ge çalışmaları ile nükleer teknolojide söz sahibi olmak
- Özel sektörün katılımı ve inisiyatif alması ile nükleer teknolojide mükemmellik sağlamak ve ihrac endüstrisi oluşturmak

2.3. Ulusal Nükleer Enerji Programı Stratejisi

2.3.1 Belirlenecek Hedefler

Akkuyu ve Sinop'ta kurulması öngörülen NGS'lere ilişkin plan doğrultusunda, öncelikle bir Ulusal Nükleer Enerji Programı Stratejisi'nin oluşturulması şarttır. Bu stratejinin detaylarının belirlenmesi amacıyla, öncelikli olarak, mevcut politika ve vizyon çerçevesindeki unsurlar da dikkate alınarak, kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerin ortaya koyulması esastır. Çalıştay'dan da çıkan sonuçlar doğrultusunda, bu minvalde 3 ana hedefin adını koymak mümkündür:

Kısa vade

Kurulacak NGS'lerden enerji ihtiyacını karşılamak ve bu enerjiden barışçıl ve güvenli bir şekilde faydalanmak

Orta vade

Yerli NGS tasarımını gerçekleştirmek

Uzun vade

Nükleer enerji teknolojilerinde söz sahibi olmak ve NGS ihracı yapmak

Bu hedeflerden kısaca bahsedilecek olursa;

2.3.1.1 Kısa Vadeli Hedef

Nükleer enerji stratejisi kapsamındaki kısa vadeli hedef, gerekli enerji ihtiyacını, barışçıl ve güvenli bir şekilde temin etmek olacaktır. Bu anlamda ana hedef, mevcut durumda üzerinde çalışmaların yürütüldüğü NGS'lerin kurulumlarına ilişkin olacaktır. Bu bağlamda, Akkuyu NGS'nin kurulması için gerekli anlaşmalar imzalanmış, Sinop'ta kurulacak olan NGS içinse çalışmalar hızla devam etmektedir. Akkuyu NGS, kısa vadede sadece enerji ihtiyacımızı karşılamaya yönelik bir adım olarak düşünülmelidir. Zira birinci ünitesinde oldukça sınırlı bir yerli sanayi katkısı olacaktır. Bununla birlikte, ikinci ve diğer ünitelerin

yapımında bu katkı payı artırılabilir. Ayrıca, NGS'ler kurulurken, bir yandan da, bu santrallerden elde edilecek enerjinin, güvenliği tehdit etmeyeceğine ve barışçıl amaçlarla kullanılacağına dair hususlar üzerinde de durulmalıdır.

2.3.1.2 Orta Vadeli Hedef

Planlanan NGS'lerin kurulumu süresince edinilen bilgi ve tecrübeler ile teknoloji transferlerinden faydalanılarak, orta vadede, yerli NGS tasarımı ve inşası yapabilecek noktaya gelebilmek önem taşımaktadır. Bu bağlamda, yerli sanayinin nükleer teknolojilere uyumlu bir hale getirilmesi ve ilgili know-how kazanması, atılması gereken en önemli adımlardan biridir.

2.3.1.3 Uzun Vadeli Hedef

Ulusal Nükleer Enerji Vizyonu'nda da belirtildiği gibi, kalkınma hedeflerimiz doğrultusunda, ülkemizin, nükleer enerjiyi üretmenin yanı sıra, ilgili santralleri tasarlayan, kuran ve hatta yurtdışına ihraç eden bir konuma gelmesi uzun vadede gerçekleştirilebilecek bir hedef olarak benimsenmelidir. Bu konuda, cesaretlendirici olması hasebiyle, Güney Kore'nin başarı hikâyesi örnek gösterilebilir. Nitekim ülkede 1958'de başlatılan programa, güçlü bir irade ile sahip çıkılmış ve kaynak sıkıntısına rağmen orta ve uzun vadeli planlara sadık kalınmıştır. Devlet, kalkınma hedefleri kapsamında, çelik, petro-kimya ve gemi inşaatı endüstrilerine yoğunlaşırken, nükleer enerjiye de büyük ölçüde öncelik vermiştir (Choi v.d., 2009). Dolayısıyla, belli hedefler belirlenip, bunların takip edilmesi halinde, NGS ihracı gibi uzun vadeli bir hedef gerçeğe dönüştürülebilir.

2.3.2 Eylem Planı Araçları

Yukarıda özetlenen ve 3 ayrı dönem halinde ele alınan hedeflerin gerçekleştirilmesi için belirlenecek stratejide, her biri için uygulamaya geçirilmesi gereken eylem planlarında kullanılması önerilen araçlar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 2. Hedef dönemine göre gerekli olan eylem planı araçları

Hedefin Dönemi	<i>Kısa Vade</i>	<i>Orta Vade</i>	<i>Uzun Vade</i>
Hedefe Yönelik Eylem Planı Aracı			
1. Uluslararası işbirliklerinin kurulması	√	√	√
2. Teknoloji transferinin sağlanması	√	√	
3. İnsan kaynaklarının geliştirilmesi	√	√	
4. Güvenlik konusunda çalışmalar yapılması	√	√	
5. Yerli sanayinin geliştirilmesi		√	√
6. Ar-Ge faaliyetlerinin geliştirilmesi		√	√
7. Özerk bir denetleyici kurumun kurulması	√		

Tablo 2, bu araçların hangi vadedeki hedefler için öncelik arz ettiğini göstermektedir. Bu doğrultuda, her aracın uygulanmasına yönelik detaylar da özet olarak verilmiştir.

2.3.2.1 Uluslararası İşbirliklerinin Tesisi

Nükleer enerji konusunda tecrübesi olmayan bir ülke olduğumuzdan ötürü, gerek kısa vadedeki nükleer enerji üretimi, gerek orta vadedeki yerli NGS tasarımı, gerekse uzun vadedeki NGS ihracı hedeflerinin her biri için, uluslararası işbirliklerinin tesis edilmesi ve yıllar boyunca geliştirilmesi şarttır.

Bu konuyla ilgili olarak, sahip olduğu nükleer enerji vizyonu ve uyguladığı başarılı politikalarla, Güney Kore'nin nükleer enerji programı, başarı hikâyesi olarak gösterilebilir.

2.3.2.2 Teknoloji Transferinin Sağlanması

Türkiye'de bugüne kadar nükleer enerji alanında gerçekleştirilen çalışmalar oldukça sınırlı olduğundan, gerek uluslararası işbirlikleriyle yapımı tamamlanacak NGS'lerin kurulum sürecinde, gerekse uzun vadede, teknoloji transferinin sağlanması, hedeflerin gerçekleştirilmesinde en önemli stratejilerden biri olacaktır. Bu araç, hem nükleer enerjinin üretilmesi amaçlanan kısa vade için, hem de NGS'lerin yerleşmesinin hedeflendiği orta vade için büyük bir önem teşkil etmektedir.

Bu kapsamda, Sinop'ta kurulması düşünülen NGS üniteleri için yapılacak olan sözleşmede, teknoloji transferinin ön plana çıkarılması, nükleer enerji politikasının hızla oluşmasında oldukça etkili bir rol oynayacaktır. Özellikle Sinop'ta kurulacak olan ünitelerde yerli sanayi katkı payının kademeli olarak artırılması şartı getirilmesi, altyapı yatırımlarının bu plana orantılı olarak artırılması ve koordinasyonunun yapılması oldukça etkin bir yol haritası oluşturacaktır.

2.3.2.3 İnsan Kaynakları Geliştirilmesi

Türkiye'nin Nükleer Enerji Stratejisi'nin başarılı olması için gerekli temel taşlardan biri kalifiye insan kaynağıdır. Ancak, sınırlı sayıda yetişen nükleer enerji mühendislerine yeterince iş olanağı sunulmadığından bu alandaki işgücü oluşumu yetersiz kalmıştır.

Konuyla ilgili Türkiye'deki eğitim uygulamalarına bakılacak olursa, nükleer mühendislik eğitiminin, ilk olarak 1961 yılında lisansüstü düzeyde İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)'de başladığı görülmektedir. Lisans programı ise, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi bünyesinde Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü'nde 1982 yılında açılmıştır. Ancak, İTÜ'deki lisansüstü programı 2002 yılında kapatılmış, başlangıçta oldukça yüksek puanlarla öğrenci alan Hacettepe Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü ise, mezunları için iş güvencesi sağlayamadığı için zamanla popülerliğini yitirmiştir. Sırasıyla, 1983'ten ve 2006'dan bu yana, yüksek lisans ve doktora programları sunan Ege

Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü ve Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü de bu kapsamda değerlendirilmesi gereken merkezlerdir.

Dolayısıyla, nükleer enerji alanında kaliteli iş gücüne sahip olabilmek için, öncelikle, bu alanda başta İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü olmak üzere, geçmişte eğitim veren ve daha sonra kapatılmış olan deneysel ve teorik açıdan donanımlı enstitülerin ve bölümlerin yeniden açılması, mevcut olanların desteklenmesi ve böylelikle, bu alandaki bilimsel birikimin bir an önce oluşmaya başlaması sağlanmalıdır.

Bununla birlikte, mezunlara oldukça avantajlı iş olanaklarının sunulması, alana talep oluşturmak için büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, Yüksek Öğretim Kurumu'nun Öğretim Üyesi Yetiştirme Programı kapsamında önemli bir kontenjanın nükleer bilimler ve teknoloji alanına ayrılması, yüksek lisans ve doktora seviyesindeki çalışmaların araştırma projeleri yoluyla desteklenmesi, yetişen lisans mezunlarına araştırma merkezlerinde iş olanaklarının sağlanması yoluyla nükleer mühendislik dallarının çekici hale getirilmesi gerekmektedir.

Öte yandan, teknolojik konularda öne çıkan merkezlere, ortak bir program kapsamında, geri dönüş şartlı olarak araştırmacıların gönderilmesi veya değişimlerin yapılması da, konu ile ilgili insan kaynakları geliştirilmesinde faydalı olacaktır. Ayrıca, gerekli ara elemanların yetiştirilmesi konusunda da çalışmalar yapılmalıdır.

2.3.2.4 Güvenlik Konusunda Çalışmalar Yapılması

Nükleere ilişkin güvenlik kaygıları, gerçekleşebilecek kazalar ve barışçıl olmayan askeri amaçlar olarak iki genel kategoride toplanabilir. Chernobyl ve Fukushima kazalarının, kamuoyunun nükleer enerjiye karşı hassasiyetini oldukça arttırdığı bilinmektedir. Ancak, günümüzde tasarlanan ve inşa edilen nükleer güç santralleri, sahip oldukları güvenlik sistemleriyle daha önce tasarlanıp kaza yapan reaktörlerden oldukça farklıdır. Dolayısıyla, kaza riski oldukça düşük bir ihtimal olarak görülmektedir. Bununla birlikte, başarılı bir nükleer politikanın en önemli unsurlarından birinin, kamuoyunu bilgilendirilmek olduğu unutulmamalıdır. Bu bağlamda, nükleer enerji üretiminin güvenlik açısından düşük riskler taşıdığı konusunda kamuoyu bilinçlendirilmelidir. Öte yandan, çok nadir durumlarda da olsa, hiç ihtimal verilmeyen unsurların bir araya gelmesiyle kazaların olabileceği riski de, olası görünmese dahi, şeffaf ve itidalli bir şekilde kamuoyunun bilgisine sunulmalıdır.

Buna paralel olarak, günümüzde nükleer teknolojiye sahip olan pek çok ülkenin askeri sebeplerle de olsa radyasyon tehlikesine karşı oldukça hazır durumda olduğu bilinmektedir. Bunun en anlamlı örneği, Fukushima felaketinden sonra radyasyon tehlikesi, yaşanan bölgenin hızlı ve planlı bir şekilde boşaltılması ile gözlemlenmiştir. Böylelikle, kaza sonrasında çevre halkı radyasyondan azami derecede korunarak, tehlikenin boyutları oldukça azaltılmıştır.

Güvenlik konusuyla ilgili yukarıda bahsedilen ikinci grup ise, nükleer endüstriyi diğer sanayi dallarından ayıran en önemli özelliği içinde barındırmaktadır. Bu

bağlamda, özellikle nükleer yakıt teknolojisinin barışçıl amaçların ötesinde kullanılmasının yaygınlaşmasının (proliferasyon) insanlık için büyük bir tehdit oluşturduğu malumdur. Bu nedenle, nükleer enerji konusunda hedefleri olan ülkelerin uluslararası işbirliğine açık olması ve barışçı amaçlarla bu teknolojiye sahip olmayı hedeflediğini net bir şekilde ifade etmesi gereklidir. Ülkemizde de, geliştirilecek strateji çerçevesinde, nükleer enerjinin barışçıl olmayan amaçlarla kullanılmasına engel olmak amacıyla geliştirilecek politikalara ve imzalanan uluslararası anlaşmalara odaklanılmalı, kamuoyu bu konularda da, gerekli ölçülerde haberdar edilmelidir. Güvenlikle ilgili tüm bu çalışmalar, gerek kısa vadedeki nükleer enerji üretimi, gerekse orta vadedeki nükleer enerjinin yerleştirilmesi aşaması için, önemli hazırlıklar arasında yer almaktadır.

2.3.2.5 Yerli Sanayinin Geliştirilmesi

Nükleer enerjinin, sofistike teknolojilerle elde edilmesi ve aynı zamanda ciddi boyutlarda risk taşıması nedeniyle, bu sektör en yüksek kalite standartlarında üretim gerektirmektedir. Ayrıca kullanılan malzemeler, radyasyona maruz kaldığından, ancak çok özel teknikler kullanılarak üretilmektedir. İşte bu nedenlerle, hem güç santrali hem de araştırma amaçlı nükleer reaktör teknolojisinin, çok az ülkede gelişim gösterdiği gözlemlenmektedir.

Bu noktada, orta ve uzun vadeli hedeflere ulaşabilmek için, ülkemizde yerli sanayinin teşvik edilmesi büyük önem arz etmektedir. Büyük yatırımlar gerektiren malzeme üretiminde devletin lokomotif görevi üstlenmesi, yerli sanayide de kalite yönetimi kültürünün güçlendirilmesi, yüksek kalite standartlarında bileşenlerin ve parçaların üretilmesini sağlayan ortamı oluşturacaktır. Yine bu vizyon doğrultusunda, Güney Kore'de 1958'de devletin verdiği garanti sayesinde yaratılan düşük risk ortamı yerli ve yabancı şirketlerin ulusal programa katılmasını kolaylaştırdığı hatırlanmalıdır.

Yerli sanayinin nükleer teknoloji konusunda aktif hale getirilmesi için, NGS yerleştirilmesinde etkin olabilecek yerli sanayi kuruluşlarının ayrıntılı bir envanteri de, muhakkak surette çıkartılmalıdır. Bu çerçevede, yerli özel sektör, özellikle daha önce hidroelektrik ve termal santrallerdeki katılım ve tecrübelerine ve kalifikasyonlarına göre de sınıflandırılabilir:

1. Mekanik ekipman üreticileri ve mühendislik firmaları
2. Elektrik ekipman üreticileri ve mühendislik firmaları
3. İnşaat şirketleri
4. Mimarlık ve projelendirme şirketleri

Bunun yanı sıra, yerli sanayinin geliştirilmesinde, en önemli rollerden birini teknoloji transferlerinin oynayacağı aşikârdır. Bu nedenle, özellikle orta vadede uluslararası işbirliklerine giderek teknoloji transferinin gerçekleştirilmesi, yerli sanayinin geliştirilmesi konusunda tamamlayıcı bir öğe olacaktır. Buna örnek olarak, Güney Kore'nin teknoloji transferini oldukça etkin kullanarak yerli sanayisinin gelişmesini hızlandırdığı (Choi v.d. 2009) ve Çin'in de bu konuda oldukça önemli adımlar attığı bilinmektedir (Hook, 2010).

Özet olarak, gerek kısa ve orta, gerekse uzun vadede yerli üretime katkı yapılması için, ilk etapta, Türk sanayisinin mevcut durumunun analiz edilip, üretilecek ürünlerin ve ekipmanların ve bunların standartlarının belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenecek üniversiteler ve şirketlerle ortak çalışmalar yapılması da, bir sinerji ortaya çıkaracaktır. Yine yerli sanayinin geliştirilmesi kapsamında, ülkemizdeki uranyum ve toryum kaynaklarının tespit edilerek, bir stratejik plana uygun olarak kullanıma açılması önem taşımaktadır.

2.3.2.6 Ar-Ge Faaliyetlerinin Geliştirilmesi

Bugüne kadar nükleer enerji alanında ülkemizde yapılan Ar-Ge çalışmaları oldukça sınırlı kalmıştır. Oysaki nükleer enerji konusunda orta ve uzun vadede, kendimize yetebilir seviyeye gelmek ve söz sahibi olabilmek için, Ar-Ge faaliyetleri için gerekli altyapının oluşturulması ve geliştirilmesi şarttır.

Mevcut araştırmacı yapısına bakılacak olursa, geçmişten günümüze Ar-Ge destek programlarının yeterli olmayışının, nükleer enerji alanında çalışan akademisyenlerin sayısının oldukça sınırlı kalmasına ve bu konuda eğitim görenlerin de, başka alanlara kaymalarına sebep olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, nükleer teknolojilerin, enerji üretiminde ağırlıklı olmak üzere, sağlık v.b. alanlarda da aktif olarak kullanımı doğrultusunda, Ar-Ge programlarının desteklenmesi, teknolojik gelişimin yanı sıra alandaki iş gücünün oluşturulmasını da hızlandıracaktır.

2.3.2.6.1 Ar-Ge Konuları

Oluşturulacak Ar-Ge programların belirlenmesi amacıyla, araştırma konuları doğrudan NGS'yi ilgilendiren ve doğrudan olmasa da ilgili olduğu diğer araştırma faaliyetlerini içeren başlıklar olarak aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Nükleer reaktör teknolojileri: Dünyada halen kullanımda ve geliştirilmekte olan onlarca farklı reaktör teknolojisi bulunmaktadır. Bu teknolojilerin kanıtlanmış olanlarının yanı sıra, tasarım aşamasında olup gelecekte yakıt güvenliği, radyoaktif atıklar, reaktör güvenliği gibi pek çok konuda avantajları olanları da bulunmaktadır. Bu konulardaki araştırmalar ülkemizde oldukça zayıf kalmıştır. Dünyada yaygın olan araştırma faaliyetleri, hem uluslararası konsorsiyumlar aracılığıyla gelecek nesil reaktörler üzerinde araştırma yapmak hem de ulusal reaktör teknolojilerini geliştirmek şeklindedir. Bu alandaki faaliyetler genel olarak aktif ve pasif soğutma sistemleri, buhar üreteçleri v.b. gibi NGS bileşenleri üzerindeki araştırmaları da içermektedir.
- Nükleer yakıt çevrimi: Nükleer reaktör teknolojileri ile yakından ilgili, aynı zamanda belirlenmiş bir reaktör teknolojisinin performansını iyileştirmeye yönelik ve uranyum ve toryum gibi ulusal doğal kaynakların kullanımını yakından ilgilendiren araştırma faaliyetleri bu grupta toplanabilir.
- Nükleer malzemeler: NGS bileşenlerinin nükleer standartlara uygun malzeme ve tekniklere göre üretilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, nükleer

malzemeler konusundaki araştırma geliştirme faaliyetleri oldukça önemlidir.

- Radyasyon bilimleri: Genel olarak radyoaktif maddelerin tıp, tarım ve metrolojide kullanımını içeren çalışmalar başlı başına bir araştırma konusudur. Her ne kadar NGS teknolojisinden bağımsız olsa da, bu alandaki araştırmalar özellikle araştırma reaktörlerinin önemli bir katma değeri olarak ortaya çıkmaktadır.
- Nükleer güvenlik: Kullanılmış nükleer yakıt ve diğer radyoaktif maddelerin işlenmesi ve nihai depolanması ile olası nükleer kazaların etkilerinin araştırılması gibi araştırma konuları, bu başlık altında toplanabilir.
- Füzyon teknolojisi ve plazma araştırmaları: Nükleer füzyona dayalı enerji üretimi konusundaki araştırmalar, ITER konsorsiyumu ve A.B.D.'deki Ulusal Ateşleme Tesisi'ndeki çalışmalarla devam etmektedir. Gelecekte dünyanın enerji güvenliği açısından kesin çözüm olarak düşünülen bu teknoloji, nükleer konusunda araştırma yapan her ülkenin ilgilendiği araştırma alanları arasındadır. Mevcut araştırmalar doğrultusunda, 2030 sonrasında bu konuda çok önemli gelişmelerin kaydedilmesi beklenmektedir.

2.3.2.6.2 Ar-Ge Eylem Planı Alt Araçları

- Nükleer araştırma kurumu: Bu alandaki araştırma faaliyetlerinin organizasyonu ve koordinasyonunun bir çatı altında toplanması için nükleer araştırma kurumu kurulması çok etkin olacaktır.
- Araştırma fonları: TÜBİTAK, TAEK, BSTB ve ETKB gibi kurumlar tarafından araştırma destek mevzuatı ve kaynak oluşturulması, nükleer bilimler ve teknoloji ile ilgili projelerin değerlendirilip desteklenmesi ve sanayi ile birlikte yapılan SANTEZ projelerinin özendirilmesi, bu konuda sahip olduğumuz fakat atıl durumda bulunan mevcut altyapının bir an önce harekete geçirilmesini sağlayacaktır.
- Araştırma reaktörlerinin faaliyete geçirilmesi: Kapatılmış (Çekmece TR-2) veya etkin kullanılmayan (ITU TRIGA Mark II) araştırma reaktörlerinin yeniden faaliyete geçirilmesi, büyük önem taşımaktadır. Bu araştırma reaktörlerinde, tıp, bilimsel araştırmalar ve endüstriyel çalışmalarda kullanmak üzere, radyoizotop üretimi, radyasyonun malzeme ve canlılar üzerindeki etkileri, tahribatsız muayene uygulamaları ve kanser tedavisi gibi uygulamaların yanı sıra personel eğitimi, radyasyon ölçüm ve güvenliği gibi temel çalışmalar yapılabilir. Ayrıca araştırma faaliyetlerin desteklenmesi, bilimsel ve teknolojik birikimin oluşmasına ve artmasına doğrudan etki ettiği gibi, yetişen işgücüne iş olanakları sağlanmasında da katkıda bulunmaktadır.
- Uluslararası araştırma projelerine katılım destekleri: Ülkemizdeki araştırmacıların uluslararası projelere katılımını özendirmek, anlaşmalar yoluyla yüksek lisans öğrenci, doktora sonrası araştırmacı ve öğretim üyesi

değişimini kolaylaştırmak, ülkemizde çalıştay ve konferansların düzenlenmesi için destek mekanizmaları oluşturmak gibi faaliyetlere öncelik verilmesi, ülkemizdeki araştırma çalışmalarının düzeyinin uluslararası seviyeye ulaşmasını hızlandıracaktır.

- Dördüncü nesil NGS tasarımları: Ulusal kaynaklarımızla ve nükleer teknolojide edindiğimiz bilgiler doğrultusunda, dördüncü nesil olarak bilinen NGS'lerin, daha az sayıda bileşenlerden oluştuğu, düşük maliyetli, gelişmiş pasif güvenlik mekanizmaları içeren, farklı türlerde nükleer yakıt kullanılabilen, toryum veya uranyumdan fisyon yapabilen izotopların reaktör çalışırken üretilip yakıldığı, radyoaktif atıkların azaltıldığı, en akla gelmeyecek kazalarda bile radyoaktif maddelerin açığa çıkmasının en aza indirildiği reaktör tipleri üzerinde yapılan araştırmalarda, orta vadede, uluslararası konsorsiyumlarda söz sahibi ülkeler arasında olmalıyız.

2.3.2.7 Özerk Bir Denetleyici Kurumun Kurulması

Nükleer endüstrinin kalkınmış olduğu ülkelerde, düzenleyici ve denetleyici kurumun özerkliğine büyük önem verilmektedir. Bu bağlamda, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA), nükleer enerji için ulusal bir altyapı oluşturulması için önerdiği kilometre taşlarını sunduğu raporda (IAEA, 2007), gerek kamuoyunda gerekse uluslararası platformlarda güven ortamının oluşması için düzenleyici ve denetleyici bir kurumun özerkliğinin çok önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Türkiye'de TAEK nükleer enerji alanında hem denetleyici kurum hem de araştırma yapan kurum olarak faaliyet göstermektedir. Kurumun bünyesindeki Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi'ndeki faaliyetler ise oldukça sınırlı kalmıştır. Dolayısıyla, tüm vadelerdeki hedefleri yakından ilgilendirmesi hasebiyle, bu konuyla ilgili olarak, acilen çalışmalar başlanması şarttır.

2.4 Ulusal Nükleer Enerji Stratejisi Kapsamında İzlenecek Yol Haritası: Sonuç ve Öneriler

2.4.1 NGS teknolojisinin dayandığı sektörel haritanın çıkarılması ve yerlileştirme durum tespiti yapılması

Nükleer Santral Yerlileştirme Çalıştayı'ndan çıkan sonuçlara göre, öncelikli olarak NGS yapımı, inşaatı ve işletiminde gerekli sektörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Günümüzde kısmen danışmanlık hizmetleri, kısmen de kendi öz kaynaklarımızla bu çalışma gerçekleştirilebilir. Ardından, ülkemizde faydalı olabilecek sektörlerin, sahip olduğumuz mevcut aktif ve atıl teknolojilerin, becerilerin, bilginin tespit edilmesi ile çalışmalara devam etmek gerekmektedir. Burada da modern teknikler gerektiğinden, profesyonel danışmanlık firmalarından yardım alınması etkin olabilir. Bunun sonucu olarak, eksikliklerimiz olan alanlarda teknoloji transferi ve/veya Ar-Ge yoluna gidilmesi gerekmektedir.

NGS teknolojisi kadar olmasa da daha önceki yerli tecrübelerimiz de bu alanda faydalı olabilecek niteliktedir. Çalıştay'da ortaya çıkan sonuçlardan biri de, Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM)'nin milli tank ve milli gemi projelerinde kullandığı yöntemlerin, endüstriyel veri tabanı, envanter ve koordinasyon metotlarının etkili olabileceği yönünde olmuştur.

2.4.2 Nükleer enerji alanında, malzeme, metalürji ve üretim tekniklerinin yerleştirilmesi

2.4.2.1 Genel Çerçeve

NGS üretiminde oldukça önemli bir rol oynadığı, Çalıştay'da tespit edilen, malzeme, metalürji ve üretim teknikleri alanında ve yerleştirme faaliyetlerinde model olabilecek ayrıntılı bir çalışma aşağıda sunulmuştur.

Mersin Akkuyu NGS inşasında, yatırımda %60 oranına eş değer yerli malzeme ve hizmet kullanımı için gerekli üretim kabiliyetini sağlamadaki becerileri oluşturmak için, bir plan dâhilinde ön çalışma yapmak zaruridir. Bir NGS'nin üretimi, nükleer reaktör ve diğer yardımcı elemanları olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Gerek nükleer reaktör malzemeleri ve gerekse diğer yardımcı makine, teçhizat ve malzemeler, yüksek emniyet katsayısına haiz olup üretim süreçleri son derece önemlidir. Bu nedenle, ülkelerin üretim altyapısının buna uygun olmaması durumunda, bu üretim beceri ve kabiliyetleri uluslararası standartlar eşliğinde sağlanmalıdır. NGS'ye yönelik üretilen her malzeme, bilgi birikimi ve hizmetlerin yanındaki diğer tamamlayıcı bileşenlerde, kritik teknoloji sınıflarında adlandırılmaktadırlar

Bu çerçevede Türkiye'deki durum ele alınacak olursa, ülkemizde, nükleer enerji teknolojisine yönelik vasıflı çelik ve nikel esaslı süper alaşım malzemeler üretilmediği görülmektedir. Yüksek bileşim hassasiyetine sahip ve ultra temizlik ihtiva etmesi gereken martenzitik, ostenitik veya dual faz çeliklerin üretimi de ülkemizde yapılamamaktadır. Bununla birlikte, bu çeliklerin üretiminin yapılabilmesi için, Türkiye'deki mevcut altyapı teknolojisinin kullanılarak, yeni yatırımlarla nükleer enerjiye yönelik yarı mamul veya mamul üretilebilmesi mümkündür. Bu bağlamda, Ankara'da bulunan Makine ve Kimya Enstitüsü (MKE) bünyesindeki çelik üretim birimleri yeniden düzenlenerek, modern anlamda piyasada kullanılan takım çeliklerinin üretimi de sağlanarak, rekabetçi bir anlayışla piyasaya arz imkânları oluşturulabilir. Örnek olan bu tesise gerek ergitme sistemleri daha modern sistemlerle (VIM, VAR, VMR, VAD, VOD vb.), gerekse dövme ve haddeleme gibi plastik şekil verme altyapısı, yeni nesil sistemlerle (çok yönlü sıcak ve yarı sıcak dövme, dövmeyle boru şekillendirme vb.) kombine edilebilir. Böylelikle, nükleer enerji santrallerinin ana giriş metalik malzemelerinin elde edilmesi sağlanırken, aynı zamanda piyasaya ekonomik arz imkânları sunulabilir. Ayrıca savunma sanayine çalışmakta olan MKE'nin altyapı bilgi ve birikimleri ile yapılacak olan bu yeni yatırımlarla, ülkemizin savunma sanayi ana hammadde girişlerine bağlı dışa bağımlılığını da, kontrol ve üretim kabiliyeti arttırmayla azaltmak mümkün olacaktır.

Ülke kaynaklarına bağlı nükleer yatırımlarda yerli metalik malzeme tedarikinde yüksek oranda dışa bağımlılığımızın söz konusu olduğu ortadadır. Ayrıca, yalnızca nükleer reaktör malzemelerinde değil, aynı zamanda buhar türbinlerinde kullanılan yüksek basınç ve yüksek sıcaklık malzemelerinde de dışa bağımlılık söz konusudur. Bu bağımlılığı sıfıra indirmek mümkün olmasa da, zamanla sıfıra yakın değerlere indirmek söz konusu olabilir. Yatırım süresi en az 2-3 yıl arasında değişen bu tür ağır metalürjik yatırımların, mevcut altyapılar kullanılarak daha kısa sürede bitirilmesi sağlanabilir.

Türkiye’de, sırasıyla özel sektör, üniversiteler ve araştırma merkezleri, malzeme mühendisliği açısından gerekli Ar-Ge’yi yapabilecek bilgi ve becerilere haizdir. Ne var ki, bu beceriler daha çok otomotiv, makine, inşaat ve yedek parça üretim endüstrisiyle ilgili olup, nükleer, havacılık gibi kritik teknolojilerde kullanılan malzeme ve yedek parça üretimine yönelik değildir. Bu sektörlerin, devlet tarafından belirli bir sistematikte desteklenmesiyle, istenilen nitelikte malzeme ve parça üretimi mümkün olabilir.

Nükleer santrallerde kullanılan bazı özellikli parçalar oldukça az üretilmektedir. Buna bağlı olarak, genellikle dünyanın hiçbir tarafında buna yönelik tek yönlü yatırıma gidilmez ve gidilmemektedir. Basınçlı reaktör kabı örneğinde olduğu gibi, yalnızca bu parçanın üretimine yönelik yatırım yapılması gerçekçi değildir. Bunun için, bu konuyla ilgili olarak, yatırım piyasa koşullarındaki talepler göz önüne alınmalıdır.

Tüm bu hususlar çerçevesinde, elbette ki, ilgili tüm düzenlemelerin de yapılması büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle, bir yandan yasal düzenlemeler yapılırken, bir yandan da, gerekli standart ve spesifikasyonların, ürün, sistem ve tesis olarak gerekli altyapılarının hazırlanması gerekmektedir. Yürütülecek olan bu işler için de, bir fon ayrılması ve bu fonun ETKB’ye bağlı yarı özerk veya EPDK statüsünde olan bir kurum tarafından yönetilmesi düşünülmelidir.

2.4.2.2 Spesifik Analiz

i. Envanter ve veritabanı oluşturulması

Özellikle savunma sanayi projelerinde de başarıyla uygulandığı gibi, ülkenin üretim envanteri ve üretim kabiliyetlerinin altyapısının, sektörlerle göre çıkarılarak, eksik olan konularda yatırımın yönlendirilmesi hayati bir önem taşımaktadır. Firmalar, üretilen ürünler ve kullanılan teknolojilere bağlı olarak, nükleer güç santraline göre yönlendirilerek sürece katkıda bulunabilirler. Örnek vermek gerekirse, savunma sanayi ve uzay sanayinde kullanılan ileri teknolojik malzemelerden olan seramiklerin, türbin kanatlarının kaplamasından nükleer santraldeki metal volüt pompaların sızdırmazlık elemanlarına kadar geniş bir spektrumda kullanıldığı bilinmektedir. Bu bağlamda, ülkemizde kütleli üretimi olmayan ancak küçük atölyeler bazında üretimi söz konusu olan ileri teknolojik seramikler ile ilgili envanter çıkarılabilir. Ardından, çıkacak envantere göre yatırım yönlendirmesi yapılabilir.

ii. Mevcut teknolojilerin, teknik bilgi ve becerilerin değerlendirilmesi

Ülkemizde nükleer enerji santrallerinin inşaatına yönelik çelik malzeme üretimi için en önemli altyapı Ereğli Demir Çelik Fabrikası'nda bulunmaktadır. Orta derece kalitede yassı mamul üretebilen Ereğli Demir Çelik Fabrikası'na yapılabilecek ek yatırımlarla, nükleer enerji santrali inşasında kullanılacak daha yüksek kalitede malzeme üretilmesi mümkündür. Bunun için yüklenici firmanın öngörmüş olduğu standartlara göre, bu firma bünyesinde gerekli altyapılarla birlikte üretim yapılabilir. Buna paralel olarak, Ereğli Demir Çelik gibi özel sektörde üretim yapan diğer firmaların araştırılıp desteklenmesiyle, üretim kabiliyetlerindeki çeşitlilik arttırılabilir.

Türkiye'de özellikle makine sanayi ve makine yan sanayi oldukça gelişmiş bir durumdadır. Bu bağlamda, NGS'ye yönelik ana üretim birimlerinden bir tanesi de metalik volüt pompalardır. Bu pompalar, yüksek hızda sıcak su pompalayarak termal çevrimin sağlanmasının ana unsurları olmaktadır. Türkiye'de pompa üretim teknolojisi her ne kadar gelişmiş ülkeler seviyesinde olsa bile, nükleer güç santraline yönelik pompa üretimi olmadığından dolayı, bu sektörün hem analizi hem de desteklenmesi gerekmektedir. Özellikle bu pompalarda kullanılan kritik malzemenin geliştirilmesi için Ar-Ge projelerinin veya bu teknolojiyi kullanan firma veya ülkelerden teknoloji transferinin yapılması şarttır.

Bununla birlikte, Türkiye'nin NGS'lere yönelik talaşlı imalat ve soğuk plastik şekil verme kabiliyeti, özellikle iri parçaların imalatında yüksektir. Ancak yine bu sektörler iyi analiz edilerek, NGS'lere yönelik altyapılarının geliştirilmesi bir program çerçevesinde ele alınmalıdır. Özellikle yüksek basınçlı kapların imalatında gerekli talaşlı imalat ve plastik şekil verme araçları mevcuttur. Söz konusu standartlar eşliğinde işlem prosedürlerine bağlı olarak bu firmaları yönlendirmek mümkündür.

iii. Atıl durumda olanlar varlıklarının değerlendirilmesi

Türkiye'nin yıllık vasıflı takım çelik tüketimi, yaklaşık 70.000 ton civarındadır. Hammadde olarak ithal edildiğinde, ülkemiz kaynaklarından yaklaşık her yıl 250 milyon dolar civarında kaynak yurtdışına gitmektedir. Bunların arasında, yüksek korozyon ve yüksek sıcaklık kabiliyetine haiz paslanmaz çelikler de sunulduğu takdirde, bu değerler yıllık 1 milyar dolar civarına ulaşmaktadır. Takım çelikleri ve paslanmaz çeliklerin üretim teknolojisi birbirine yakın olmakla birlikte, üretimlerinde kullanılan teknolojiler tamamlayıcı niteliktedirler. Dar kimyasal bileşenlerde, yüksek hassasiyette paslanmaz çelik ve takım çeliği üretimi yapabilen bir tesis, aynı zamanda nükleer enerji santrallerinin ham malzemesi olan metalik malzemelerin de üretimini yapabilir.

MKE bünyesinde bulunan takım çeliği üretim tesisleri, uzun yıllardan beri çalışmamaktadır. Elektrik ark fırını, vakum ergitme fırını, cüruf altı ergitme yöntemlerini ihtiva eden bu tesisin, gerekli yatırımlarla yeni baştan üretime sokulabilmesi mümkündür.

iv. Ar-Ge yoluyla kazanılması gereken teknolojiler

Ülkemizde üretilmeyen ancak yurtdışında bulunan ve bilinen bir takım yüksek teknolojilerin (sensör teknolojisi, pizoseramikler, HIP, SIP, adhesive- kohezive kaplamalar vb.) Ar-Ge yoluyla Türkiye'ye kazandırılması mümkündür. Bununla birlikte, yüksek sıcaklık, yüksek korozyon, yüksek aşınma gibi ekstrem koşullarda çalışan malzemelerin üretimi için, yarı pilot üretim tesislerinin öncelikle Ar-Ge merkezlerinde kurulması son derece önemlidir. Özellikle gaz türbin santrallerinde ve buhar türbin santrallerinde kullanılan, yüksek basınç, yüksek sıcaklık ve yüksek korozyon koşullarında çalışan türbin kanatçıkları buna en güzel örnektir. Ayrıca, gaz türbin santrallerinde kullanılan süper alaşımların farklı üretim yöntemlerinde kullanılan yüksek teknolojik yatırım sistemleri, başlangıçta ithal edilmeli ancak daha sonra bunların yerleştirme çalışmaları ve teşvikleri ana hedeflerden biri olmalıdır. Ancak mevcut durumda, ülkemizde konuyla ilgili yapılan araştırma geliştirme çalışmaları, üretime yönelik olmayıp yalnızca bilimsel yayın amaçlı olup oldukça yüzeysel kalmaktadır.

Belirtmek gerekir ki, bu tür teknolojiler, savunma sanayinde kullanılan daha yüksek sıcaklıkta kullanım yeri bulan titanyum gibi metalürjisi son derece zor olan malzemelerin üretimi için çok önemlidir. Bu tür malzemelerin üretimi için başlangıçta yapılan yatırım ağırlıklı teknoloji transferine bağlı olarak, kullanım yerlerine göre üretilen her bir parça ayrı birer teknolojik Ar-Ge çalışmasıdır.

v. Teknoloji transferi yoluyla kazanılabilecek teknolojiler

Türkiye'de buhar türbinlerine yönelik türbin kanatçığı hiçbir şekilde üretilmemektedir. Oysa nükleer enerji santrallerinde yoğun miktarda, çeşitli geometrilerde yüksek mukavemet, yüksek korozyon özelliklerine haiz türbin kanatçığı kullanılmaktadır. Bu kanatçıkların üretimi her ne kadar ekstrem bir teknolojiye ihtiyaç duymasa bile, bir teknik bilgi transferini gerekli kılmaktadır. Buna yönelik olarak, uluslararası ticarete yoğun bir hareket alanına sahip bu tür parçaların, bir takım ekonomik ve ticari yönlendirmelerle transferinin yapılması mümkündür.

Bunun yanı sıra, nükleer santrallerde kullanılan termal çevrim eşanjör sistemlerinde, onlarca farklı malzeme kullanılmaktadır. Sıcaklığın ve korozyon ortamının domine ettiği bu malzemelerin bazıları ülkemizde de üretilmektedir. Öte yandan, son derece ekstrem olan titanyumun metalürjisi ve üretim teknolojileri ülkemizde bulunmamaktadır. Ancak ülkeler bazındaki anlaşmalarla veya tröstleşmiş üretici firmaların yönlendirmesiyle transferi mümkün olabilen bu teknolojiler, yalnızca nükleer enerji santrallerinde değil, savunma, havacılık ve uzay sanayinde de yoğun olarak kullanılmaktadır. Özellikle nükleer enerji santrallerindeki eşanjörlerde titanyum boruların kullanılması, reaktörün ve diğer bileşenlerin ömrü açısından çok önemlidir. Titanyumun, sadece metalürjisi değil parça üretim teknolojisi de bir ülkenin gelişmişlik endeksi için önemlidir. Söz konusu olan titanyum metalürjisindeki üretim kriterleri en güncel anlamda havacılık sektöründe kullanılan motorlardaki türbin kanatlarıdır. NGS'lerde ise, yalnızca borularda değil diğer bağlantı elemanlarında yüksek sıcaklık yüksek

mukavemet gerektiren yerlerde kullanılmaktadır. Bu bağlamda, ilgili teknolojinin transferinin sağlanması önem taşımaktadır.

vi. Koordinasyonun sağlanması

Ülkemizde üretim yapan unsurların başında özel sektör gelmektedir. Ancak kamunun da yönlendirdiği bir takım üretim araçları mevcuttur. Ar-Ge çalışmaları ise, ağırlıklı kamu imkânlarıyla düzenlenip özendirilmektedir. Dolayısıyla, NGS gibi yüksek organizasyon gerektiren yatırımlarda, devlet, ülke kaynaklarını göz önüne alarak koordinasyon görevini yerine getirmek durumundadır. Özellikle farklı disiplinlerde üretim yapan birimleri bir araya getirerek karşılıklı katma değer yaratma ilkesine bağlı olarak, NGS'deki gerekli olan malzeme, yedek parça, hizmet ve diğer tamamlayıcı unsurların üretimine yardımcı olmak önem taşımaktadır.

- *Kamu kuruluşları arası koordinasyon*

Özellikle üniversiteler, araştırma merkezleri ve bakanlıklar arasındaki koordinasyon, nükleer santral inşaatında önemli bir husustur. 3154 sayılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun'a göre, ETKB nükleer güç santralleri projelerinin gerçekleştirilmesi için bakanlıklar, kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler, sivil toplum ve özel sektör kuruluşları arasında koordinasyonu sağlamakla yükümlüdür. Ancak bunlardan en önemlisi, teknoloji transferi esnasında bakanlıkların ukdesinde olan farklı disiplinlerin, üniversiteler ve araştırma merkezleri ile o ülkenin standartlarını yönlendiren birimlerle ilişkilerini düzenleyecek bir koordinasyon merkezi veya organizasyonun olmasıdır.

- *Kamu – özel sektör arası koordinasyon*

NGS kurulumu, bir ülkenin bütün üretim kaynaklarından ve üretim gücünden faydalanılması gereken çok karmaşık bir programdır. Serbest piyasa ekonomik anlayışına haiz olan ülkemizdeki üretim araçları, ağırlıklı özel sektörün elindedir. Ancak yasal düzenleme ve her türlü denetleme standardını ve bunlara göre üretim esaslarını belirleyen ilgili kamu kurumları, aynı zamanda nükleer güç santrallerinde üretilecek ana reaktör ve diğer tamamlayıcı ürünlerin ithalatı yerine, özel sektörü koordine ederek yerli imkânlarla üretim yapılmasını sağlamalıdır. Bu amaçla, ilgili bakanlıklar, üniversiteler ve Ar-Ge merkezleri sorumluluğunda, özel sektörün üretmek durumunda olduğu bileşen, hizmet veya bilgilerin koordinasyonunu yapmak durumundadır. Yine bu minvalde, kamu sektörü, özel sektöre konuyla ilgili projeler verip takibatını yapmalıdır.

vii. Gerek duyulan malzeme ve bileşenler konusunda çalışmalar yapılması

Bu konuyla ilgili olarak Çalıştay'da ortaya konan maddeler aşağıda sunulmuştur:

- *Hammadde rezervlerinin belirlenmesi, çıkarma ve işleme fizibilite çalışmalarının gerçekleştirilmesi*

-Nükleer yakıt olarak kullanılan uranyum ve toryum

-Titanyum, zirkonyum ve nikel gibi kritik önem taşıyan hammaddeler

-Kritik alaşımlarda kullanılan nadir metallere

- *Nükleer güç santralinde kullanılacak olan malzemelerin geliştirilmesi*

-Yüksek kaliteli çelik ve süper alaşım teknolojisi

-Titanyum, zirkonyum gibi nadir kullanılan yüksek teknolojik hassasiyete sahip metalürjik üretim süreçleri

-İleri seramik malzeme teknolojisi

- Yüksek sıcaklık ve basınç altında sızdırmazlık elemanları olarak (kısa vade)
- Yakıt işleme: Zenginleştirme anlamında değil, ama uranyum oksit yakıtın imalatında kullanılmak üzere (uzun vade)

-Yüksek kaliteli çelik yarı-mamül malzeme üretimi

- Yüksek saflıkta ve yüksek termo-mekanik özelliklere sahip malzemeler
- Haddelenmiş, dövülmüş, veya boru ve benzeri profiller şekillendirilmiş malzemeler
- Büyük kütlelerde parça şekillendirme süreçleri
- Adeziv ve kohezif kaplama teknolojileri

- *Dördüncü nesil NGS'de kullanılması öngörülen malzemeler konusunda yetkinlik kazanma*

-Erimiş tuz reaktörleri için korozyon, radyasyon ve yüksek sıcaklık ve basınç ortamında kullanılacak olan malzemeler

-Erimiş metal reaktörleri gibi ileri nesil reaktörlerde kullanılacak malzemeler

- *Nükleer standartlara uygun bileşenler*

-Metalik volut pompalar: Yüksek sıcaklık, basınç ve debide çalışan pompalar

-Buhar türbinlerinde kullanılan malzemelerin prosesi

-Borular (paslanmaz, titanyum, bakır, alüminyum v.b.)

-Bağlantı elemanları

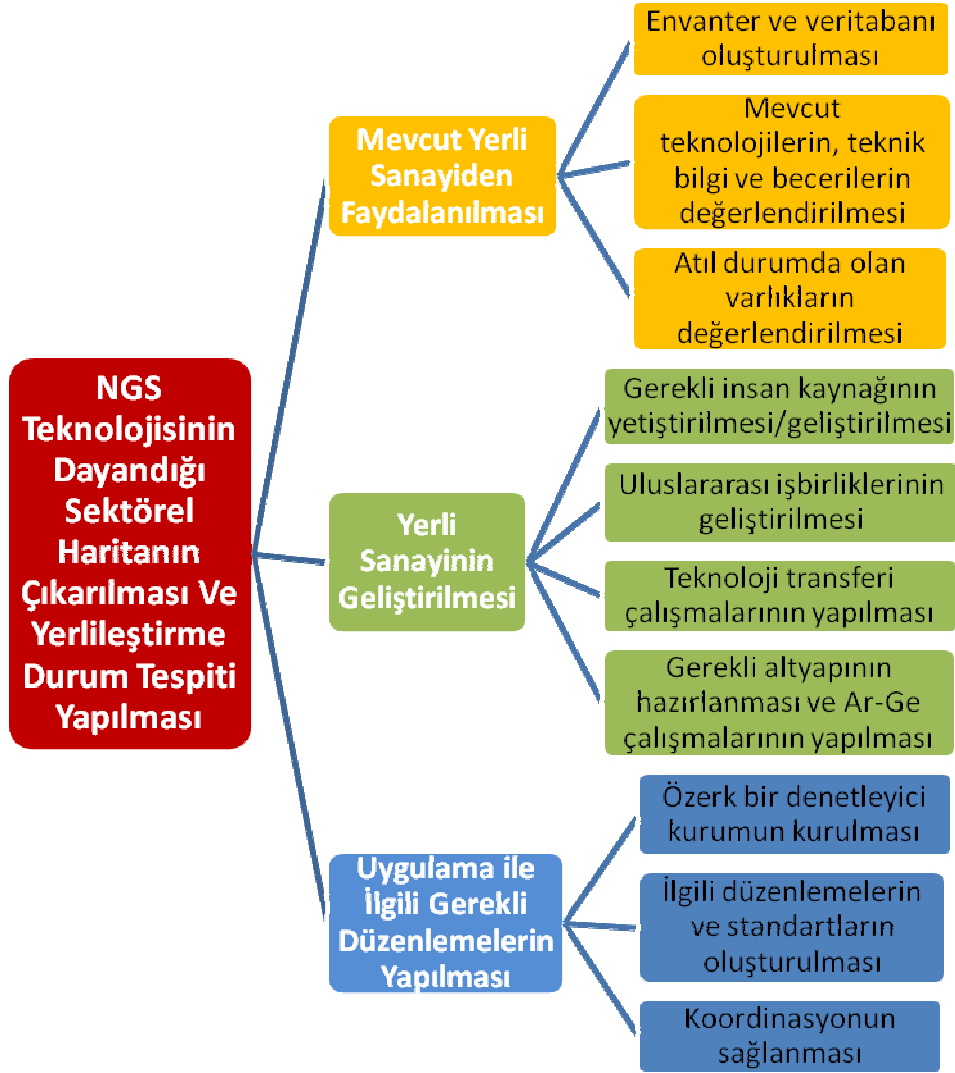
-Vanalar

- Yönlendirme vanaları
- Kontrol vanaları
- Emniyet vanaları

-Eşanjörler

- Kaynak ve birleştirme yöntemleri: Klasik kaynak yöntemleri, brazing kaynak yöntemleri, plazma kaynak yöntemleri, elektron ışın kaynakları, difüzyon kaynak, sürtünme gibi.
- Plastik şekil verme sistemleri (Düşük ve yüksek sıcaklıklarda)
- Talaşlı imalat
- Extrüzyon (titanyum, bakır vs.)
- Büyük kütlelerin soğuk şekillendirilmesi, boru ve bombe vb.
- Yüksek sıcaklıkta şekillendirme ile parça üretim kabiliyeti (çok yönlü presler)

Nükleer santral yerleşirme konusunda, tüm bu hususlar çerçevesinde izlenecek yol haritası özet olarak Şekil 5'te sunulmuştur.



Şekil 5. Nükleer Santral Yerleşirme Stratejisi Yol Haritası

2.5. Sonuç

Mevcut ulusal enerji kaynaklarının nitelikleri ve nicelikleri incelendiğinde, nükleer enerjinin, Türkiye'nin geleceği için kaçınılmaz bir çözüm olduğu ortadadır. Ancak, bu önemli enerji kaynağının, ülkede kurularak üretilmesinin yanı sıra, yerlileştirilmesi de ayrı bir önem taşımaktadır. Bu noktada ilgili adımların şimdiden atılması gerekliliğinin bilincinde olarak, TÜBİTAK tarafından, konunun paydaşlarının bir araya geldiği "Nükleer Santral Yerlileştirme" alıştayı gerçekleştirilmiştir. Buna göre, Ulusal Nükleer Enerji Programı Stratejisi'ne yönelik, kısa, orta ve uzun vadeli hedefler belirlenmiş, bunlara yönelik eylem planları için araçlar önerilmiştir. Ayrıca, nükleer enerjiyi yerlileştirme planı çerçevesinde izlenecek yol haritasına ilişkin hususlar detaylı bir şekilde paylaşılmıştır. Tüm bu ıktılar, 2023 Vizyonu doğrultusunda hayata geçirilmesi arzu edilen ilgili ulusal stratejiye bir rehber olması amacıyla, bu raporda sunulmuştur.

Kaynaklar

Ahearne, J.F., 2011, "Prospects of Nuclear Energy", Energy Economics, 33 (4), 572-580.

Berkeley Lab, 2012, U.S. Department of Energy, <http://www.lbl.gov>.

BTYK, 2007, "Gelişmelere İlişkin Değerlendirmeler ve Kararlar" BTYK 15. Toplantısı, 7 Mart.

Carbon Tax Center, 2012, <http://www.carbontax.org>.

Choi, S., Jun, E., Hwang, I., Starz, A., Mazour, T., Chang, S.H., Burkart, A.R., 2009, "Fourteen Lessons Learned from the Successful Nuclear Power Program of the Republic of Korea", Energy Policy, 37, 5494-5508.

EPDK, 2012, "Enerji Yatırımcısı El Kitabı".

ETKB, 2012a, "Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri (Mavi Kitap)".

ETKB, 2012b, "Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrale İlişkin Bilgiler", Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı, Yayın No: 1.

Hook, L, 2010, "US Group gives China details of nuclear technology", Financial Times, 23 Kasım.

IAEA, 2007, "Milestones in the Development of a National Infrastructure for Nuclear Power", IAEA Nuclear Energy Series, No. NG-G-3.1.

Jasanoff, S., Kim, S.-H., 2009, "Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea", Meriva, 47, 119-146.

Jewell, J, 2011, "Ready for Nuclear Energy?: An Assessment of Capacities and Motivations for Launching New National Nuclear Power Programs", Energy Policy, 39, 1041-1055.

KEPCO, 2012, "Korea's localization experience", http://cyber.kepco.co.kr/kepco_new/nuclear_es/sub4_2.html.

McKay, D., 2009, "Sustainable Energy Without the Hot Air", UIT, Cambridge, England, <http://www.withouthotair.com>.

Şirin, S.M., 2010, "An Assessment of Turkey's Nuclear Energy Policy in Light of South Korea's Nuclear Experience", Energy Policy, 38, 6145-6152.

TAEK, 2008a, "Ulusal Nükleer Teknoloji Politikası", <http://213.232.11.106/belgeler-formlar/yayinlar/raporlar/orderby6/>.

TAEK, 2008b, "2009-2013 Stratejik Planı", http://213.232.11.106/component/remository/sgm/stratejik_plan/TAEK-2009-2013-Stratejik-Planı/.

TAEK, 2012, Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesine İlişkin Antlaşma (NPT), <http://www.taek.gov.tr/uluslararası/cok-tarafli-anlasmalar-sozlesmeler/134-npt.html>.

USGS, 2012, www.usgs.gov

TMMOB, 2008, "Türkiye'de ve Dünyada Enerji Verimliliği Oda Raporu".

TÜBİTAK, 2003, "Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi: Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli Raporu".

TÜBİTAK, 2011, "Ulusal Enerji Ar-Ge ve Yenilik Stratejisi".

U.S. Energy Information Administration, 2012, www.eia.gov.

WNA, 2012, www.world-nuclear.org.