



NÜKLEER ENERJİ VE RADYASYON TEKNOLOJİLERİ ULUSAL POLİTİKALAR VE STRATEJİ ÇALIŞTAYI Katılımcı Görüşleri

Raporlayanlar

Prof. Dr. Erkan Erdil
Prof. Dr. M. Umur Tosun
Dr. A. Nusret Güçlü

2 Aralık 2019

İletişim
nusretguclu@hacettepe.edu.tr

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ.....	1
NÜKLEER ENERJİ.....	2
Eksen 1: Altyapının Geliştirilmesi.....	2
Eksen 2: Milli Ar-Ge Odağı	5
Eksen 3: Politika Önerileri	11
RADYASYON VE HIZLANDIRICI TEKNOLOJİLERİ	22
Eksen 1: Altyapının Geliştirilmesi.....	22
Eksen 2: Milli Ar-Ge Odağı	31
Eksen 3: Atık Yönetimi	42
Eksen 4: Politika Önerileri	44

Rapor, 2 Aralık 2019 tarihinde Türkiye Atom Enerjisi Kurumu'nda (TAEK) 49 katılımcı ile 3 farklı salonda 3 moderatör ile gerçekleştirilen “Nükleer Enerji ve Radyasyon Teknolojileri Ulusal Politika ve Stratejilere Çalıştay”ında dile getirilen katılımcı görüşlerini derlemektedir. Katılımcıların büyük bölümü, bir kısmı TAEK çıkışlı olan, üniversite kökenli akademisyenlerden oluşmaktadır.

Çalıştayda, mekân ve zaman kısıtlamaları nedeniyle “yarı yapılandırılmış mülakat” ve “odak grup teknikleri” karma olarak kullanılmıştır. Katılımcılara, Atom Enerjisi Kurumu Stratejik Plânı ile Nükleer Enerji ve Radyasyon Teknolojileri Ulusal Politika ve Strateji (Taslak) Belgesinden yararlanılarak hazırlanan eksenler bazında gruplandırılmış sorular cevaplandırılmak üzere önceden gönderilmiştir. Çalıştayda, neden – sonuç ilişkisi gözetilerek, ne ve nasıl sorularına cevap vermek üzere, katılımcılardan daha önce cevaplandıkları sorularla birlikte mevcut durum, ihtiyaçlar, öncelikler ile politika önerilerini detaylandırmaları istenmiştir. Her bir katılımcının birkaç turda olabildiğince öngörülen zaman kısıtlarına uyacak şekilde görüşü alınmış, bu esnada oturum yöneticileri herhangi bir fikir empoze etmemiş, yönlendirici sorular veya katılımcıların fikirlerini özetlemek suretiyle konuların derinlemesine tartışılmasına vesile olmuşlardır. Katılımcıların herhangi bir kısıtlama olmadan konunun içinde kalmak kaydıyla fikirlerini dile getirebilmeleri temin edilmiştir.

Benzer şekilde, çalıştay sonrasında da bazı katılımcılardan yazılı görüş alınmıştır. Çalıştay öncesinde ve sonrasında iletilen yazılı görüşler, gerek TAEK uzmanlarının gerek moderatörlerin çalıştay esnasında tuttuğu notlar temelinde söz konusu fikirler herhangi bir elemeye tabi tutulmadan ve önceliklendirme yapmadan konsolide edilmek suretiyle rapora yansıtılmıştır. Konsolide etme aşamasında konuların birbirleri ile olan bağlantıları dikkat çekmiş; bu nedenle, her ne kadar “İnsan Kaynakları” başlıklı oturum (mekan kısıtlaması nedeniyle) ayrı bir salonda tertip edilmiş ise de, insan kaynaklarına ilişkin görüşler, diğer iki ana başlık altında birleştirilmiştir.

Çalıştay daveti, program, katılımcı listeleri ile cevaplanması için hazırlanan yönlendirici sorular bu raporun eki olarak görülmelidir.

Eksen 1: Altyapının Geliştirilmesi

1.1. Araştırma ve araştırmacı potansiyelinin belirlenmesi için bir haritalama çalışması yapılmalıdır. Nükleer alandaki kamu politikası belirlenerek, yol haritası ortaya çıkarılmalı. Üniversiteler, sanayi ve kamu bu sürece dâhil edilmelidir. Sürdürülebilir nükleer teknolojilerin ülkemize kazandırılmasında izlenecek yol haritasında; üniversiteler, özel ve kamu kurum/kuruluşları ile yapılabilecek işbirlikleri ve koordinasyon TAEK benzeri ancak çalışma alanı sadece nükleer bilimler ve uygulamaları olan ancak sektörel bazda bağlantı kurma yeteneği gelişmiş ve bu konuda uzmanlaşmış yeni bir yapının kurulması ile sağlanmalıdır. Oluşturulacak olan bu yeni yapıda etkin ve üst düzeyde yetkilendirilmiş bir üst kurul bu çalışmaları ve istenilen koordinasyon düzeyini verimli bir şekilde sağlayabilir. TAEK'in şu anki yapılanması itibarıyla ve geniş yelpazesi ile böyle bir koordinasyonu gerektiği şekilde etkin ve verimli olarak sağlaması zayıf bir ihtimal olarak değerlendirilmektedir.

1.2. Nükleer enerji alanında ulusal sanayimize yüksek katma değerli teknolojilerin ve yenilikçilik ürünlerin kazandırılabilmesi için Ar-Ge altyapısı oluşturulmalıdır. Uzun vadeli bir nükleer enerji programını hayata geçirmek ve başarıyla uygulayabilmek için nükleer enerji santrali kurulurken ve takip eden adımlarda yapılması gerekli işleri ulusal kaynaklarla yürütebilecek bir beşeri sermaye altyapısının oluşturulması gerekmektedir.

1.3. Nükleer alandaki güncel küresel eğilimler takip edilmelidir. Nükleer alandaki aktivitelerin ve rekabetçi gelişmelerin takip edilmesi gereklidir. Bu konuda her ülkedeki başarılar ve oluşturdukları rekabetçi ortamın incelenmesi gerekir. Nükleer alandaki Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerinin gelişimine yönelik durum raporlarının hazırlanmalıdır.

1.4. Nükleer teknolojinin uygulanmasına bağlı sürdürülebilir çevre faaliyetleri ile bağlantı kurulmalıdır. Yeni araştırma reaktörünün çevreye ve bunun insan sağlığı üzerine etkileri konularını içeren alt yapılara öncelik verilmelidir. Sanayi 4.0 ihtiyaçlarına uygun IoT sistemlerinin kullanılmasıyla, olası afet etkisinin azaltılması sağlanarak uygun bir çevre ve afet yönetim sisteminin geliştirilmesi sağlanmalıdır.

1.5. Hedefe yönelik ortak güdümlü Ar Ge proje çağrıları oluşturulmalıdır.

1.6. TAEK bünyesinde faaliyet gösteren araştırma merkezleri, NDK, özel sektör, üniversiteler ve sanayi vb. kuruluşlar ile işbirliği yapan ve gerekli alt yapı araştırmalarını yürüten enstitüler haline getirilmeli ve akademik kimliğe sahip olmalıdır. Bu kuruluşlar arasında işbirliği protokolleri yapılmalı ve gerekli bütçeyi birlikte hazırlayıp araştırmacılar desteklenmelidir.

1.7. Mevcut veya yeni kurulacak araştırma reaktöründe çalışılacak konular öncelikli alan olarak desteklenmeli ve/veya TAEK Üniversitelerle birlikte yaptığı projelere de kaynak ayırmalıdır. TAEK yeni bir araştırma reaktörünün kurulması ile ilgili bir araştırma ve inovasyon ağı kurmalıdır.

1.8. Kamu destekli yeni bir Nükleer Ar-Ge merkezi kurulmalıdır. Dünyadaki emsallerine benzer bir yapı kurulması gereken bu yeni nükleer teknoloji merkezinin içinde araştırma reaktörleri olmalıdır. Yeni teknoloji merkezi, kamu-üniversiteler-özel sektör işbirliği içerisinde kurgulanmalıdır. Araştırmaların yapılacağı donanımları içeren laboratuvarlar kurulmalıdır.

1.9. Öncelikle mevcut araştırma reaktörlerinin (TAEK/TR-2 ve İTÜ/TRİGA) istenilen nitelikte ve etkin olarak kullanılması için gerekli çalışmaların ve tedbirlerin alınması gerekir. Mevcut araştırma reaktörlerinin ulusal nükleer enerji programına nasıl dâhil edilebileceği belirlenmelidir. Kapalı durumda bulunan TR-2 araştırma reaktörünün tekrar işletmeye alınarak üniversite ve araştırmacıların hizmetine sunulmalıdır. Mevcut olan araştırma reaktörlerinin yeni araştırmaların yapılmasına tam anlamıyla yeterli olmayacağı düşünülmekle birlikte öncelikle bunların yeniden yapılandırılması ve daha sonra farklı ve ileri düzeyde yapılacak çalışmaların önünün açılması için yeni bir araştırma reaktörünün tasarlanması gerekir.

1.10. Yerli araştırma reaktörümüzü geliştirmek için çalışmalar yapılmalıdır. Yeni kurulacak bir araştırma reaktörünün öncelikle kademeli olarak gücünün arttırılabilir ve her bir güç seviyesinde kullanılabilir özellikte olması gerekir. Araştırma reaktörü sadece reaktör havuzundan oluşan bir yapı olarak değil burada yapılacak sayım, malzeme analizleri vb. çalışmaları da destekleyecek diğer ilgili birimleri de içerecek şekilde kurgulanması gerekir. Reaktör kalbi gerektiğinde farklı tasarlanarak yeni bir kurgu ile çalıştırılmasına imkân verecek şekilde oluşturulması gerekir.

1.11. Araştırma reaktörleri için kamu-özel sektör ortaklığı olan kapsamlı bir model uygulanmalı. Mevcut yapıda kamu-üniversite işbirliği araştırma reaktörlerini çalıştırmakta güçlük çekiyor.

1.12. Nükleer enerji sektöründe bilgi ve yetkinliğin artması, ileride planlanan nükleer santral için ön deneyimin kazanılması, bilimsel çalışmalara katkı sağlaması amacı ile bu sektörde çalışan herkesin yararlanabileceği yeni araştırma reaktörleri kurulmalıdır.

1.13. Yurt dışına emek ve finansal ihracı önlemenin bir yolu da yerli üretim araştırma reaktörü kurmak olduğundan yeni bir araştırma reaktörünün kurulması öncelikli olmalıdır. Özellikle izotop üretimi konusunda Nükleer Tıp alanında büyük bir ihtiyaç bulunmaktadır. Yerli bir izotop üretimi için araştırma reaktörü oldukça önemlidir ve bu konuda özel sektörle işbirliğine ihtiyaç vardır. Çok disiplinli araştırmalara uygun özelliklerde olmalıdır. Çok amaçlı ve yüksek nötron akısı için tasarlanan reaktörler olmalıdır ve bu reaktörler nükleer araştırma ve geliştirme ihtiyacını karşılayacak, dış ülkelerden bilim adamları kabul edecek ve bölgesel radyoizotop ihtiyacını karşılayacak nitelikte olmalıdır. Eş zamanlı kontrollerin yapılmasına imkân veren izleme sistemlerine sahip olması önemlidir.

1.14. Yeni bir araştırma reaktörü en az 10-15 MW gücünde ve eğitim, izotop üretimi, nötron aktivasyon analizi, deneysel çalışmalar, yakıt ve malzeme testleri gibi çok amaçlı kullanıma uygun

olmalıdır. Yeni araştırma reaktörünün sürdürülebilirliğinin sağlanması için ihtiyaçların belirlenmesi gerekmektedir. Bu ihtiyaçlara göre araştırma reaktörünün gücü ve boyutu ortaya çıkacaktır. Araştırma reaktörü belirlenen ihtiyaçları karşılayacak şekilde amaçlarına uygun olarak kurulmalıdır. Hibrit model reaktörler birden fazla amaca hizmet edebileceğinden tercih edilebilir.

1.15. Nükleer güvenlik kapsamında her türlü teknolojik altyapının kurulması ve işletilmesi gerekmektedir. Atık depolama tesisleri önemli teknolojik gelişmeler gerektirmektedir. Depolama tesislerinin sağlıklı ve güvenli olması için üst düzey teknolojik çalışmalar yapılması gerekir. Yakıtların tekrar işlenmesi için gerekli kullanılmış yakıt işleme teknolojik alt yapının oluşturulması şarttır. Yakıt zenginleştirme ve yeniden işleme pilot tesisleri kurulmalıdır. Nükleer yakıt ve malzeme teknolojileri altyapısının geliştirilmesi bağlamında izlenecek yol hammaddenin çıkarılması taşınması ve işlenmesine kadar bütün süreçlerin ulusal imkânlar ile ve dışa bağımlı olmadan yapılmalıdır. Nükleer yakıtların depolanması için fizibilite çalışmaları yapılmalıdır.

1.16. Nükleer yakıt üretiminde öncelikle ulusal doğal rezervlerin çıkarılması ve işlenmesi için gerekli bütün alt yapı kurulmalıdır. Ham madde için dışa bağımlılığı en aza indirecek çalışmaların yapılmalıdır. Nükleer güç santralleri için yerli yakıt üretimi konusuna önem verilmesi ve bununla ilgili olarak çalışmalar yapılmalıdır. Nükleer yakıt üretim tesislerinin kurulması ve nükleer malzeme teknolojisine odaklanması gerekmektedir. Kurulması planlanan yeni araştırma reaktörünün yakıt ve malzeme işinlamaları için kullanılması oldukça önemlidir. Bu konuda uluslararası işbirlikleri yapılarak yakıt teknolojisi transferi yapılabilir. Yakıt teknolojilerinin geliştirilmesi için uygun alt yapıların oluşturulması gerekmektedir.

1.17. Nükleer reaktörlerde kullanılabilecek ve nükleer işinlamaya dayaklı malzeme üretim teknolojilerinin geliştirilmesi ve bu tür malzemelerin kolaylıkla üretilmesi için gerekli tesislerin kurulması gereklidir.

1.18. Yüksek teknolojlili ürün üretiminin sağlanması ve bunun pazarının oluşturulması gerekmektedir.

1.19. Katma değeri yüksek olan ürünlere dönüşebilecek alanlarda teknolojik alt yapılara öncelik verilmelidir. Gelişmiş ülkelerin almaya talip olacakları katma değeri yüksek ürünlere dönüşebilecek komponent ve bunların ilgili tesislerini içeren alt yapılara öncelik verilmesi gereklidir.

1.20. Reaktörler dışında elektron hızlandırıcısı tesislerinin daha etkin kullanımını sağlayacak alt yapının oluşturulması ve Ar-Ge'ye açılması ciddi önem arz etmektedir.

1.21. Nitelikli insan kaynağının artırılması temel hedef olmalıdır. Ağırlıklı olarak yurtiçinde kaliteli eğitim hedeflenmeli, ancak çok gerekli konularda yurtdışı kaynaklardan istifade etme yolu tercih edilmelidir. Orta öğretimden itibaren öğrencilerin fizik ders müfredatlarında konunun işlenmesi ve başarılı olan orta öğretim ve üniversite öğrencileri kamu sektörü tarafından

desteklenmelidir. Üniversiteler ile nükleer alanda ihtiyaç duyulan insan kaynaklarının oluşturulması için ortak eğitim programı planlanmalı. Lisans ve lisansüstü ders programlarına radyasyon teknolojileriyle ilgili dersler konulmalıdır. Üniversitelerdeki araştırma faaliyetleri özellikle disiplinler arası işbirliği desteklenmeli ve lisansüstü tez projelerine destek sağlanmalıdır. Yurtdışına beyin göçünü bir ölçüde sınırlamaya yönelik destekler geliştirilmelidir.

1.22. Multi disiplinler çalışmaların özendirilmesi, farklı nitelikteki kurum ve kuruluşların konuda ciddi bir bilgi alış verişi yaparak ortak işbirliği altında projelerin hayata geçirilmesi ülkeye büyük katkı sağlayacaktır. Bu işbirlikleri sayesinde Ar-Ge çalışmalarına dinamizm gelerek özellikle genç araştırmacıların daha hevesli olarak çalışmalara katılması, daha hızlı bilgi üretilerek ortak platformda bilginin paylaşımı ve en önemlisi de ulusal kaynakların belli bir amaca yönelik olarak top yekûn kullanımı ile kaynak, iş gücü israfı engellenmelidir.

1.23. Eğitim programları öncelikli alanlar ile uyumlu olmalı, TAEK'in ve Enerji Bakanlığının Üniversiteler ile işbirliği artırılmalıdır. Ulusal ve uluslararası uzmanların katılacağı seminer ve eğitim programları planlanmalıdır. Nükleer teknolojide eğitim verenler bir araya gelerek toplantılar düzenlenerek her bir ülkenin eğitimcilerine, o ülkenin temsilcileri vasıtasıyla, bilgi transferi sağlanmalıdır.

1.24. Nükleer teknolojiyi uygulayan endüstri ile bağlantı kurulması ve teknolojinin sahada uygulamaları için toplantılar düzenlenmelidir.

1.25. Araştırmacı potansiyelini arttırmak için uluslararası ortak araştırma projeleri ile alt yapısı olan ülkelerle ortak projeler yapılması ve uluslararası işbirliklerinin geliştirilmelidir. Türkiye'deki araştırmacılar teşvik edilmelidir.

1.26. Nükleer Güç Santrallerinde (NGS) yol haritası olarak dünyada yaygın olarak kullanılan reaktör teknolojilerine odaklanılması düşünülebilir. Nükleer teknoloji konusunda ileri ülkelerin ulusal teknik üniversiteleri ile işbirliği yapılarak reaktör teknolojisi transferi mümkün olabilir. Ayrıca, yeni nesil (4. nesil) reaktör teknolojileri gibi kavramsal reaktör tasarımlarında devam eden çalışmaların yürütülmesine devam edilmelidir.

1.27. Nükleer teknolojinin kullanılması ile ilgili ulusal ve uluslararası hukuk normlarının uygulanabilmesi için gerekli düzenlemelerin yapılması ve bu konuda yetkin personel yetiştirilmelidir. Ulusal topluluk olarak TAEK kurallarının, Uluslararası bir topluluk olan IAEA'nın kurallarına uygun olarak hareket edilmesi, nükleer yakıt ve malzeme teknolojileri için gerekli altyapının geliştirilmesine fırsat verecektir.

Eksen 2: Milli Ar-Ge Odağı

2.1. Nükleer alandaki ulusal Ar-Ge çalışmaları gerek hükümet gerekse özel sektör tarafından yapılmalıdır. Bu konuda yine işbirliği çok önemlidir. Nükleer teknolojilerin barışçıl amaçlarla kullanılmasını amaç edinen, silahlanmanın önüne geçecek reaktör ve yakıt çevrimleri

tasarlanmalıdır. Santralden çıkacak nükleer atıkların nasıl depolanacağı ya da bu atıkların ne yapılacağı konusunda çalışmalar yapılmalıdır.

2.2. Nükleer alandaki ulusal Ar-Ge altyapısının kurulması için öncelikle yeni kurgulanacak iş ve işlemlerinde bağımsız olan bir enstitü ve/veya akademinin kurulması ve bu yapının nükleer enerji ve/veya teknolojileri alanında araştırma, eğitim ve işletim konusunda faaliyet gösterecek şekilde yapılandırılması gerekir. Ar-Ge için gerekli donanımların temin edilmesi ilk adımda sağlanmalıdır. Çağrılı projelerle ve katkıda bulunabilecek paydaşların (üniversiteler gibi) altyapılarının güçlendirilmelidir. TAEK, Üniversite, TÜBİTAK koordinasyonunun sağlanması ve liyakat sahibi katılımcılardan oluşacak yürütme grubu oluşturulmalıdır.

2.3. Nükleer alandaki ulusal Ar-Ge altyapısının kurulması için uluslararası (Fransa gibi) işbirliklerine gidilmelidir.

2.4. Çok disiplinli çalışmalar desteklenmelidir. Ortak akıl artık mutlaka kaçınılmadan kullanılarak çalışmalar hayata geçirilmelidir.

2.5. Mevcut olan yapılanmaların dışında konunun kendisine özgü ayrı yapılanmalar oluşturularak ulusal inovasyon sistemine bütünleştirilebilir. Mevcut üniversite ve/veya kurum veya kuruluş altında yapılandırmalar konunun dinamik yapısı ile bağdaşmayacaktır. Nükleer enerji teknolojileri; tasarım, bilgi, Ar-Ge, performans, üretim ve pazarlama yönleri ile ulusal inovasyon sistemine eklemlenmelidir.

2.6. Yeni nükleer teknoloji merkezi; nükleer güvenlik, yakıt teknolojileri, nükleer endüstriyel ve teknolojik uygulamalar, eğitim (teknisyen / tekniker / uzman / araştırmacı / mühendis / işletme / halkla ilişkiler / hukuk / sosyolojik ve psikolojik uygulamalar, vb) ve nükleer malzemeler, araştırma reaktörü, tasarım ve deney, nükleer analitik teknikler, sağlık fiziki ana bileşenlerinden oluşması gerekmektedir.

2.7. Disiplinler arası çok farklı alanlara hitap edecek Ar-Ge çalışmalarının (fizik, kimya, hızlandırıcı teknolojileri, nükleer enerji, kültürel varlıkların korunması alanında radyasyon teknolojilerinin uygulanması, malzeme mühendisliği, radyasyon algılama teknolojileri, tıp, gıda, tarım, hayvancılık vb.) beraberce yürütüleceği teknoloji merkezlerinin oluşturulması önemlidir.

2.8. Yeni nükleer teknoloji merkezi Üç ana bölümden meydana gelmelidir. Bu ana bölümler: Teknolojik gelişimine destek verecek, Ar-Ge bölümü; üniversite ve Firmalar ile birlikte çalışmasına ve işbirliği yapmasına destek verecek kanunların, tüzük ve yönetmeliklerin hazırlanmasına destek verecek bölüm; yapılan çalışma ve aktivitelerin ticarileşmesine destek verecek bölüm. Bu bölümde ticari firmaların, yeni nükleer teknoloji merkezi ile daha kolay iletişim kurmasına ve işbirliği yapmasına imkân verilmelidir.

2.9. Öncelikle kurulması planlanan araştırma reaktörü için gerekli mevzuatı oluşturacak bir çatı kurumun oluşturulması, stratejik yaklaşımlar, ilkeler ve temel kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Sanayiciler, kurulum konusunda destekleyici ve yönlendirici görev üstlenmelidir.

2.10. Mevcut araştırma reaktörlerinin benzerinin ya da birebir aynısının yerli imkânlarla yapılmalı ve çalıştırılmalı, daha sonra modifikasyonlarla, yerli reaktör tasarımına gidilmelidir.

2.11. Yerli araştırma reaktörü tasarımı önemlidir ve bu yeteneğin kazanılması uzun vadede nükleer güç santrali tasarımlarına öncülük edecektir. Bu alanda önemli olan vizyonu, misyonu ve amacında sadece nükleer enerji ve teknolojileri çalışmalarını odak haline getirmiş yeni bir kurumun/kuruluşun oluşturulmasıdır. Bu bağlamda mevcut yapı ile (üniversite ve ilgili kurum ve kuruluşlar) işbirliği çerçevesinde kurulacak yeni bir kurum nitelikli insan gücünü ve teknolojik alt yapıyı sağlayacak özelliklere sahip olacaktır.

2.12. Araştırma reaktörünün yerli imkânlarla kurulması için özel sektörün veya kümelerin kendi patentlerini ve/veya Ar-Ge ürünlerinin kullanması teşvik edilmelidir.

2.13. Yerli araştırma reaktörü tasarımı için proje yönetimi oldukça önemlidir. TAEK'in araştırma reaktörü tasarımı ve kurulumu konusunda strateji belirleyerek üniversiteler ve özel sektör ile işbirliği yapması gerekmektedir. Organizasyonun mutlaka etkin ve yetkin üst düzey uzmanlıklara sahip bir kurul/kurum tarafından sağlanması gerekir. Bu kurul tamamen konu uzmanlarından ve bu alanda kendi yetkinliğini ispatlamış üyelerden oluşturulması gerekir. TAEK bünyesinde oluşturulacak yönetim grubu, işlerin paylaştırılması, teknik altyapının ve varsa eksikliklerin belirlenmesi, gerektiğinde yurtdışındaki uzmanlardan yararlanılması ve ilerlemelerin takibi konularında tam yetkili olmalıdır. Bu tür yüksek sorumluluk isteyen görevleri yapacak ekibin özlük hakları cazip hale getirilmeli, gereken çalışmaların yürütülebileceği mali destekler sağlanmalıdır.

2.14. Tasarlanan araştırma reaktörünün yerli imkânlar kullanılarak kurulumu için ilgili standardizasyonun tanımlanması gereklidir.

2.15. Araştırma reaktörünün yapımında görev alabilecek farklı özelliklere sahip personelin (idari, akademik, teknik, işletme, hukuk, vd) belirli kıstaslara göre seçilip görevlendirilmesi gerekir. Görevlendirilecek personelin sosyal ve ekonomik statülerinin özel yönetmelikler çerçevesinde belirlenmesi elde edilecek verim açısından önemlidir. Yönetim grubuna bağlı olarak oluşturulacak bir alt grup, kurulum aşamasını planlayıp yürütebilir. Konularında uzman, gerek sanayiden ve gerekse kamu kurum/kuruluşlarından seçilen liyakat sahibi araştırmacı ve mühendislerden oluşan bu ekip, işlerin paylaştırılması ve gelişmelerin takibini ve denetlemesini gerçekleştirebilir. Bu bağlamda çalışma süreçleri sürekli takip edilmeli ve gerektiğinde lüzum çerçevesinde gerekli müdahaleler geciktirilmeden yapılmalıdır.

2.16. İnsan kaynakları içinde yer alan teknik ya da destek personelin ihtiyaçlar doğrultusunda eğitilmesi, araştırma projelerinde çalışacak olan yeni nesil personelin mutlaka YLS programlarında projeleri oluşturan alt paketleri yürütebilecek şekilde eğitim programlarının dizayn edilmesi önemlidir. Bu konuda ortak eğitim programlarının düzenlenmesi gereklidir.

2.17. Araştırma reaktörüne ilişkin, vasıflı insan gücü eğitimi için gerekli eğitim malzemelerinin ve yazılımların hazırlanması gereklidir.

2.18. Konu uzmanlarının tersine beyine göçü ile teşvik edilerek Türkiye'ye dönmeleri sağlanmalıdır.

2.19. Araştırma reaktörü kurulumundan önce yapılacak fizibilite çalışmaları ile kurulum için gerekli bütün teknolojik araç gereçlerin temin edilmesi ve hâlihazırda üretilmeyen malzemelerin üretimlerinin verilecek desteklerle ulusal imkânlarla sağlanması gereklidir.

2.20. Araştırma reaktörü tasarımı ve kurulum sürecinde uluslararası işbirlikleri yapılmalıdır.

2.21. Öncelikli alan olmasına rağmen TÜBİTAK'tan bu alanda açılmış hiçbir çağrı olmamıştır. Araştırma potansiyeli oluşturmak için teşvikler ile ortam yaratılmalıdır. TAEK-Üniversite İşbirliği veya TÜBİTAK Çağrı Sistemi çözüm olabilir.

2.22. Öncelikle araştırma reaktörünün kurulacağı alanın doğru olarak belirlenmesi ve bu alanının güvenliğinin en üst derecede sağlanacak özelliklere sahip olması gerekir.

2.23. Yerli güç reaktörü tasarımının gerçekleşmesi için üniversite, özel sektör, teknokent ve kümelerden oluşan yerli bir konsorsiyumun kurulmalıdır.

2.24. Yerli güç reaktörü tasarımının gerçekleşmesi için stratejik planlar yapılmalıdır.

2.25. Yerli güç reaktörü tasarımının gerçekleşmesi için bölge ülkelerinin ulusal ajansları ile işbirliğine gidilmelidir. İşbirliği yapmaya gönüllü ülkelerin ajansları ile yapılacak işbirlikleri, bu konuda yapılacak işlemlerin daha etkin olmasına destek verecektir.

2.26. Başlangıçta nükleer güç santralinin satın alınması teknolojik transferinin sağlanması ve nitelikli insan gücünün belli bir oranda oluşmasını sağlaması açısından bir avantaj olarak görülmekle beraber, devam eden süreçte milli imkânların kullanılması dışa bağımlılığı bertaraf etmesi açısından oldukça önemlidir. Nükleer alanda tam bağımsızlık, milli imkânların kullanılma nispetine bağlıdır. Tamamen yerli üretim teknolojilerle donatılmış reaktörlerden kendi personelimiz emeğiyle üretilen enerji kıymetli ve ucuzdur.

2.27. Yerli güç reaktörü tasarımının gerçekleşmesi için atılması gerekli olan ilk adım bu oluşumun gerçekleşmesi için gerekli bütün planlama ve izlenecek stratejileri belirleyecek yetenekte uzman gruptan oluşmuş bir çatı yapının oluşturulmasıdır. Yerli nükleer güç santrali tasarımı zor bir süreçtir ve ancak uzun vade gerçekleşebilir. Nükleer güç santralleri için teknoloji transferine uygun ülkeler ile işbirliği yapılabilir. Nükleer güç santralleri bileşenlerinin üretimi için yerli sanayinin kamu tarafından teşvik edilmeli. Nükleer güç santrali anlaşmalarında ürün ve

malzeme tedariklerinin offset anlaşma olarak yapılması lazım. Nükleer teknolojinin ülkemizde gelişmesi için Uçak/Havacılık Uzay Sanayisinde izlenen yöntemin uygulanması düşünülebilir.

2.28. Yerli güç reaktörü tasarımının gerçekleşmesi için atılması gerekli olan sonraki adım insan kaynağının sağlanmasıdır.

2.29. Yerli güç reaktörü tasarımının gerçekleşmesi için öncelikle Hacettepe/İTÜ Nükleer Bölümlerinde teorik tasarım yapılmalı; daha sonra gerekli malzeme ve teçhizat alımlarına gidilmeli ve küçük prototip reaktör 2 sene içinde tamamlanmalıdır. Bunun için TÜBİTAK/ETKB/MSB tarafından proje desteği verilmelidir. Proje süresince Pakistanlı tecrübeli reaktör uzmanlarından danışmanlık alınabilir. Fransa Devleti ile de politik ilişkilerin durumuna bağlı olarak Saclay, Maerrcoule gibi Nükleer Araştırma merkezlerinden danışmanlık alınması düşünülebilir.

2.30. Reaktörün gerek yapımında ve gerekse işletilmesinde elde edilecek ürün ve teknolojilerin pazarlanması süreklilik açısından önem arz etmektedir.

2.31. Nükleer teknolojinin ihtiyaç duyduğu insan kaynakları ve eğitim planlamaları için üniversiteler ile işbirliği yapılması gerekmektedir. Bunun için yurtdışındaki enstitülerden destek alınabilir. Üniversitelerin bütçesi yetersiz olduğundan, TAEK ve TÜBİTAK bu konuda inisiyatif alması gerekir. Vasıflı insan gücü eğitim ve uygulamalardan temin edilebilir. Başlangıçta farklı yollarla sağlanacak nitelikli insanların belli bir müddet sonra özellikle nükleer enerji üretiminin başlaması ve uygulamalarının yaygınlaşmasıyla ülkemizden yetişmesi sağlanmış olacaktır. Yurt içinde burs imkânı eksik olduğundan ulusal insan kaynağı eksik kalmaktadır. Sadece yüksek lisans ve doktora eğitim için değil lisans düzeyinde öğrencilere de destek verilebilir. Yurtiçindeki üniversitelerin yurtdışı üniversiteler ile işbirliği ve koordinasyonu sağlanarak öğrenciler belli bir seviyeye kadar yurtiçinde öğrenci yetiştirmeli ve pratik için yurtdışına gönderilmeli.

2.32. Kamu destekli yeni bir nükleer teknoloji merkezi çok önemlidir. Yeni merkezin içerisinde son teknoloji bir araştırma reaktörü olmalı. Üniversiteler ve mevcut sanayi sürece entegre edilmelidir. Araştırma merkezleri enstitü statüsüne kavuşturulması gerekiyor.

2.33. Füzyon teknolojilerinin kullanımı fisyon teknolojilerinden çok daha az olmakla birlikte ayrı bir tecrübe ve bilgi birikimi gerektirmektedir. Bu alanda öncelikle mevcut tecrübelerin değerlendirilmesi ve oluşturulacak altyapı ile ilerleme planlarının yapılması gerekmektedir. Fisyon teknolojisinin yanı sıra füzyon (birleşme) çalışmaları da son derece önemlidir. Özellikle İTER (Uluslararası Termo Nükleer Reaktör) organizasyonuna en azından gözlemci olarak katılmak gerekir. İTER için çalışma grubu oluşturulabilir. Ayrıca, EURATOM gibi uluslararası kuruluşlara üye olunmalı. TAEK ve TÜBİTAK bu konuyu birlikte değerlendirmeli.,

2.34. Söz konusu doğa dostu karbonsuz nükleer füzyon güç santralleri için bilimsel araştırmalarda öncelikli alanlar Atom ve Molekül Fiziği, Nükleer Fizik, Yüksek Enerji ve Plazma Fiziği, Nükleer Enerji Mühendisliği, elektrik mühendisliği olmalıdır. Fission-fusion hibrit reaktörlerinin

kurulması konusunda odaklanması uygundur. Bu reaktörlerde uranyumdan daha ekonomik ve daha bol bulunan toryumun kullanılması mümkündür. Böylece toryum yakıt teknolojisinin geliştirilmesi de mümkün olabilir.

2.35. Füzyon Teknolojisi konusunda, Fransa, ABD ve Japonya' ya burslu öğrenci gönderilebilir. Bu öğrencilerin devletler/bakanlıklar arası anlaşmayla gittikleri ülkede, en az 6 ay teknolojik staj yapmaları sağlanmalıdır.

2.36. Yerli yakıt üretilmesi imkansız değil ancak ülkemizde mevcut uranyum rezervi sadece Akkuyu'da bulunan nükleer güç santrallerinin 60 yıl ihtiyacını sağlayabilir. Rezerv uranyum araması yapılmasına devam edilmesi gerekir. Toryum şimdilik piyasası ve değeri sınırlı bir element, ayrıca bileşiklerden ayrılıp çıkartılması da son derece zor olduğundan reaktör yakıtı olarak kullanılması oldukça zor.

2.37. Yanmış yakıt işleme ve izotop ayırma konularında öncelikle araştırma merkezleri kurularak konu ile ilgili araştırma yapılması ve elde edilecek sonuçların düşünce kuruluşları vasıtasıyla değerlendirilmesi neticesinde sürdürülebilir milli politikalar üretilmelidir. Bu alanda düşünce kuruluşlarının faaliyetleri planlama yapma ve ileriye dönük politikalar üretmek açısından önem taşımaktadır. Pilot projeler ve prototip tasarımı desteklenmelidir. Kimyasal ayrıştırma teknolojilerinin laboratuvar ve pilot tesis ölçeklerinde çalışılması gereklidir. Santrifüj teknolojisinde ilerleme gerekli olacaktır.

2.38. Yanmış yakıt işleme, izotop ayırma konularında, Sanayi 4.0 gereklerine uygun sistemlerin kullanılması sayesinde, milli sürdürülebilir politikalar oluşturulmalıdır.

2.39. Kamu ve/veya özel sektör işbirliği ile alt yapı çalışmaları yapılarak dördüncü nesil reaktör teknolojileri tasarlanmalıdır. Gerekli durumlarda öğrenmeye yönelik uluslararası işbirliklerine gidilmelidir. Dışa bağımlılık azaltılmalıdır. Cutting edge teknolojilerine (en son teknoloji, teknolojik cihazları, teknikleri veya başarıları ifade eder) başlanmalıdır. Pratik uygulamalar ve iş ortaklıkları kurgulanmalıdır.

2.40. Mevcut uranyum ve toryum kaynaklarının değerlendirilmesi teknolojilerinin ülkemize kazandırılmasının yanı sıra; nükleer teknolojide de kullanılan nadir toprak elementleri, metallerinin de yerli üretimlerinin gerçekleştirilmesinde öncelikle Nadir Toprak Elementleri Ekstraksiyon ve Üretim Enstitüsü (NTEE) kurulmalıdır. Atık elektronik malzemelerden bu tür ürünleri geri kazanmaya yönelik KOBİ'lerle iletişime geçip mali ve teknolojik destek verilmelidir. Üniversitelerimizin Metalurji Mühendisliği Bölümlerinde çalışan Üretim Metalurjisi konusunda konuyla ilgili uzmanlaşmış kişilerden danışmanlık alınmalıdır. Öncelikle gerekli bilginin üretilmesi ve elde edilecek bilgilerin yerinde ve doğru olarak uygulama alanına aktarılması sağlanmalıdır. Bu kaynakların hammadde olarak çok düşük fiyatlarla yurtdışına satılmasının önüne geçilmesi ve bunların saflaştırılarak gerekli üretilen ve/veya pazarlamalarının yapılması gereklidir. Bunlardan

dünyada ticari ölçekte talep görenler varsa, özel sektör üretimi çağrılı projelerle ve özel yasal düzenlemelerle teşvik edilmelidir. Eğer ticari ölçek söz konusu değilse, ilgili kamu kurum/kuruluşları bünyesinde üniversitelerle işbirliği içinde, pilot tesis düzeyinde üretimler ile teknolojik bilgi düzeyi ilerletilmelidir.

2.41. Mevcut uranyum ve toryum kaynaklarının değerlendirilmesi teknolojilerinin ülkemize kazandırılmasındaki, nükleer teknolojiyi içeren, çok katmanlı işbirliklerinde, çevrenin korunumu, tarım ve su kaynaklarını içeren teknolojilerin nükleer mühendislik sahasında kullanılması durumunda, emniyeti sağlayacak maddelere detaylı işaret edilmelidir. En iyi pratik tecrübelerin oluşturulması için bilginin paylaşılmasını teşvik eden çok katmanlı işbirlikleri geliştirilmelidir.

Eksen 3: Politika Önerileri

3.1. Nükleer teknoloji alanında politikaların aşağıdan yukarıya doğru şekillenmeli, yukarıdan aşağıya doğru desteklenmelidir. Nükleer teknoloji devletin önceliği olmalı. Kamu teşvikiyle üniversitelerden ve özel sektörden yararlanılmalıdır. Bilim ve Teknoloji Strateji Kuruluna stratejik olduğu için nükleer teknolojiler de alınmalıdır ve daha işlevsel hale getirilmelidir. Nükleer enerji için ulusal bir altyapı planı geliştirilmeli ve ilerlemeyi değerlendirmek için gerekli adımlar planlanmalıdır.

3.2. Nükleer enerjinin, ülkemizin enerji sektörüne dâhil edilmesi sürecindeki bütün faaliyetler için hedefler tanımlanmalı ve her bir hedefe ulaşılması için yapılması gerekenler belirlenmelidir. Üç kilit kuruluş - hükümet, mal sahibi / işletmeci ve düzenleyici kurum - tüm altyapı sorunları hakkında farkındalık sağlamalıdır. Altyapı ihtiyaçları, bir ülkenin nükleer enerji seçeneğini düşündüğü andan itibaren karar verme, planlama, tedarik, inşaat ve işletmeye alma hazırlıkları olarak ele alınmaktadır. Bunu takip eden adımlar işletmeye almadan önce planlama amacıyla gerekli olan işletme, hizmetten çıkarma, kullanılmış yakıt ve radyoaktif atık yönetimidir.

3.3. Hedefler iyi belirlenmeli ve uygulanmalıdır. Zaten sınırlı olan potansiyel doğru kullanılmalı, kurumlar arasında koordinasyon, iletişim ve işbirliği hızlandırılmalıdır.

3.4. Nükleer enerji sektörünün gelişmesi için öncelikle güvenli ve sürdürülebilir bir ortamın sağlanması gerekir. Bu ortamın sağlanması durumunda nükleer enerji üretim ve kullanımı faal ve sektör daima canlı tutulmuş olacaktır. Nükleer enerji kullanımı bu alanda faaliyet gösterecek sektörü de kendiliğinden harekete geçirip onu canlı tutulmasını sağlayacaktır.

3.5. Nükleer enerji sektörünün gelişimi, sektörün başlangıcı belli bir dönem ve özel koşullarda devlet desteği ve teşvikleriyle kontrollü olarak sağlanmalı ilerleyen dönemler içinde bu tür desteklerin en aza indirilerek yönlendirici politikalarla gelişimin sağlanması ve kontrol mekanizmasının faal tutularak devlet politikalarının devamının sağlanması gerekmektedir. Bu alanların kontrol ve şeffaflık gerektiren alanlar olduğunun hiçbir zaman unutulmamalı ve bütün iş ve işlemlerde sürekli temel taşı olarak korunmalıdır.

3.6. Sektörün gelişimi, nükleer enerjinin güvenli üretimi, tüm süreçlerde topluma karşı şeffaflık ve ekonomikliği ile mümkün olabilir. Dolayısıyla güvenli çalışma konusunda düzenlemeler ve denetleyici organların yeterliliği mutlaka sağlanmalıdır. Bu organlar aynı zamanda, nükleer enerji üretim şirketlerinin güvenliği ilgilendiren tüm faaliyetlerinin toplum önünde şeffaflığını da garanti altına almalıdır. Belirli bir güç değerine ulaşım ölçek ekonomisi bakımından fayda sağlayabilir. Ayrıca yerli yan sanayinin oluşması da ekonomik üretimi destekleyecektir.

3.7. Nükleer teknolojiler alandaki becerilerin korunması, kamu, özel sektör ve özellikle nükleer sektörün dâhil olduğu özel bir çaba gerektirir. Bir nükleer enerji programına sahip olmak isteyen ülkeler, NGS'nin işletilmesi, hizmetten çıkarılması ve radyoaktif atığın bertarafını içeren sürdürülebilir bir nükleer altyapıyı en az 100 yıl boyunca işler halde tutma taahhüdünü göze almak durumundadır. Nükleer enerji araştırmalarının odak alanları kapsamlı bir şekilde belirlenmelidir. Bu alanlarda ulusal programlar oluşturularak nükleer enerji sektörünün sürdürülebilirliğine katkıda bulunacak bilgi ve yetkinlik geliştirilmelidir.

3.8. Mevcut ve ileride başlayacak nükleer santral yapımlarında yerli katkıların en üst düzeye çıkarılması için milli bir politika oluşturulmasında, herşeyden önce Devletimizin en üst düzeyinde (Cumhurbaşkanlığı seviyesinde) bir siyasi irade ortaya konulması gerekmektedir. Sonra o siyasi irade çerçevesinde daha somut hedefler ve yol haritası belirlenmeli ve oluşturulacak milli politikalar Devletimizin en üst düzeyinin talimatları ve himayesi ile yürütülmelidir.

3.9. Mevcut ve ileride başlayacak nükleer santral yapımlarında yerli katkıların en üst düzeye çıkarılması için milli bir politika oluşturulmasında, TAEK, Üniversiteler, özel sektör, sanayi ve ticaret odalarıyla çalışmaların ortak bir işbirliği çerçevesinde sürdürülmesi gerekmektedir. TAEK'in koordinasyonunda, üniversitelerdeki bilgi birikimi dikkate alınarak, özel sektör, sanayi ve ticaret odalarının desteği de sağlanarak milli bir politika oluşturulması daha yararlı olacaktır.

3.10. Mevcut ve ileride başlayacak nükleer santral yapımlarında yerli katkıların en üst düzeye çıkarılması için milli bir politika oluşturulmasında, TAEK veya sadece nükleer güç santralleri özelinde oluşturulacak bir kurum şemsiyesi altında ilgili kurum kuruluş ve sektörlerin temsilcilerinden oluşan ve aktif görev yapacak bir yapının kurulması gerekmektedir. Oluşacak olan bu yapının alacağı kararların etkin bir şekilde uygulanması için gerekli tedbirlerin alınması gerekir.

3.11. Mevcut ve ileride başlayacak nükleer santral yapımlarında yerli katkıların en üst düzeye çıkarılması için milli bir politika oluşturulmasında, koordinasyon ve planlama ve planların uygulanması ile başlamalıdır. Günlük siyasetin üzerinde devlet stratejisi ile planlı olarak yürütülmelidir.

3.12. Üniversitelerin bu politikanın oluşumunda önemli bir paya sahip olması beklenmektedir. Ancak, günümüzdeki üniversitelerin hantal yapılarının göz önünde bulundurularak bunun aşılması için bağımsız ve etkin ayrıcalıklı bir yapının oluşturulması

gerekmektedir. Üniversiteler bu katkıyı ancak bünyesi içerisinde diğer birimlerden iş ve işleyiş açısında daha bağımsız olan yeni yapı (enstitü, merkez veya farklı bir birim) oluşturulması gerekir.

3.13. Mevcut ve ileride başlayacak nükleer santral yapımlarında yerli katkıların en üst düzeye çıkarılması için milli bir politika oluşturulmasında, Bir komite oluşturulmalı ve bu komite nükleer sektördeki çeşitli paydaşları temsil eden bir uzman grubundan oluşmalıdır. Komitenin temel görevleri şu şekilde sıralanabilir:

- Mevcut personel kaynaklarını belirlemek
- Mevcut nükleer araştırma altyapısını ve kaynaklarını belirlemek
- Nükleer alandaki eğitim ve öğretimdeki ihtiyaçları belirlemek
- Gelecekteki nükleer projelere sağlanabilecek ulusal katkıyı belirlemek

3.14. Mevcut ve ileride başlayacak nükleer santral yapımlarında yerli katkıların en üst düzeye çıkarılması için milli bir politika oluşturulmasında, havacılık ve Uzay Sanayisinde izlenen strateji izlenmelidir.

3.15. Özel sektör bu alanın lokomotifi olacağı göz önüne alınarak karar mekanizmalarında mutlaka temsil edilmesi ve bu sektöre önemli misyonların yüklenmesi gerekir.

3.16. Sanayi ve Ticaret odaları özellikle teknolojik uygulamaların başarıya ulaşmasında önemli misyonlar yüklenilecek kurumlardır. Bu nedenle bu alanın her kademesinde gerekli katkıyı sağlayacak düzenlemelerin mutlaka yapılması gerekir. Ülke öncelikleri dikkate alınarak TAEK, Üniversiteler, özel sektör, sanayi ve ticaret odalarıyla ortak araştırma projeleri desteklenmelidir.

3.17. Akademinin sanayi ile etkileşimde olması teşvik edilmelidir. Endüstriyel paydaşlar, işgücü piyasasındaki değişikliklere ve sanayinin taleplerine uyum sağlaması için yükseköğretim ve mesleki eğitim kurumlarına yardımcı olmalıdır. Endüstriyel paydaşlar ve eğitim kurumları arasındaki etkileşim türleri arasında sanayi merkezli projeler ve tez çalışmaları, stajlar, sanayi ihtiyaçlarına göre hazırlanmış kurslar ve ortak araştırma programları vb. olabilir. Çalışma alanları radyasyondan korunma, radyasyon biyolojisi, radyasyon ekolojisi, radyasyon kimyası, nükleer mühendislik, nükleer malzemeler, acil durum yönetimi, hizmetten çıkarma, nükleer atık yönetimi vb. olarak sıralanabilir.

3.18. Nükleer enerji sektörünün yan sanayisi konusunda gelişmiş ülkelerdeki durum incelenmeli, ardından ülkemizdeki potansiyel adayların bilgilendirilmesi ve bu şirketlerle temaslarının teşvik edilmesi sağlanmalıdır. Muhtemelen Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde bu koordinasyondan sorumlu ve nükleer enerji konusunda uzman elemanları da barındıran bir kurumsal yapı oluşturulmalıdır.

3.19. Nükleer teknoloji alanında bir millî kurumsal devlet hafızası da oluşturulmalıdır. Bunun için ülkemizde faaliyet gösteren stratejik nükleer tesislerin dokümanlarının asıl bir nüshası oluşturulacak Kurul'un bilgisi dâhilinde tek merkezde mahfuz bir biçimde toplanmalı, muhafaza

edilmelidir. Bu Kurul'un üyeleri hiçbir zaman toptan bir kerede değiştirilmemeli, örneğin en fazla yıllık olarak %15'i veya %20'si nispetinde bir değişime müsaade edilmeli, kurumsal hafıza hem stratejik dokümanların hem de oluşturulacak kültürün nesilden nesile aktarılması suretiyle geliştirilerek muhafaza edilmelidir.

3.20. Ülkemizin Ulusal Nükleer Enerji Politikası, "nükleer santral teknolojisinde tam bağımsızlık ve ulusal kendine yeterlilik" nihaî hedefi somut bir şekilde ortaya konarak oluşturulmalıdır. Bu nihaî hedef ulusal enerji ve nükleer enerji/teknoloji politika ve strateji belgelerinde ve ayrıca ilgili yasal mevzuatta açıkça yazılı olarak ifade edilmelidir. Bu hedef doğrultusunda yol alınıyorken, ülkemizin mevcut ulusal nükleer enerji politikası, Güney Kore'nin nükleer güç santralı teknolojisi geliştirme politikası'ndan alınacak derslerden de yararlanılarak daha doğru, rasyonel ve gerçekçi hale getirilmelidir.

3.21. Nihai hedefimizin "nükleer santral teknolojisinde tam bağımsızlık ve ulusal kendine yeterlilik" olarak belirlenmesiyle, bu hedefe varmanın kaçınılmaz gereği olarak ülkemizde öncelikle nükleer yakıt zenginleştirme ve yakıt yeniden işleme gibi stratejik nükleer teknolojilere sahip olma konularına odaklanılmalıdır. Bununla birlikte ülkemizin imza koyduğu bazı uluslararası anlaşmalar ülkemizde nükleer reaktörler için yakıt zenginleştirme ve yakıt yeniden işleme konularında bilimsel araştırmalar yapılmasına ve teknolojik ürün geliştirme amaçlı faaliyetlere sınırlandırmalar getirmekte veya bahsi geçen anlaşmalar ülkemizde yanlış değerlendirme ile böyle yorumlanmaktadır. Bu bağlamda bu konularda yürütülecek faaliyetlerde daima geliştirilecek bu teknolojilerin yalnızca barışçıl amaçlarla kullanılacak olduğu vurgusu yapılmalıdır. Dolayısıyla bu nükleer reaktörler için yakıt zenginleştirme ve yakıt yeniden işleme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini engelleyecek hiçbir sınırlandırmaya veya yorumlamaya müsaade edilmemeli, taviz verilmemelidir. Gerektiği takdirde bu doğrultuda daha önce imzalanmış uluslararası anlaşmalar yeniden gözden geçirilmeli ve ulusal çıkarlarımız doğrultusunda revize edilmeli, değiştirilmelidir.

3.22. Enerji talebimizin, ihtiyacımızın en azından %20-25'i gibi önemli bir oranını NGS'leri ile karşılayabilmek, enerji arz güvenliğini sağlamak, katma değeri yüksek, nitelikli sanayi ürünlerini kendi başımıza, kendimize yeterli halde geliştirebilmek, üretebilmek ve yabancı ülkelere ihraç edebilmek gereklidir. Bunların sonucu olarak elde edilecek ekonomik kazanımla uluslararası camiada halen içinde bulunduğumuz ulusal anlamdaki orta gelir tuzağından kurtulmak, kendine yeterli bir ülke haline gelebilmek ana hedefleriyle en azından nükleer teknolojiler gibi stratejik teknolojileri uluslararası işbirliği ile transfer etmek suretiyle "Nükleer Santral Teknolojisinde Tam Bağımsızlık ve Ulusal Kendine Yeterlilik" öncelikli nihaî hedefine en kısa sürede ulaşabilmek üzere ulusal dış politikamızda köklü değişiklikler yapılmalıdır.

3.23. Nükleer enerji sektörünün gelişiminde teknoloji, yasal mevzuat ve nükleer teknoloji ile ilgili pazarları göz önüne almak gereklidir. Bu üç maddenin hepsini birden göz önüne alarak, nükleer enerji sektöründe düzenlemelerin yapılması gereklidir.

3.24. Nükleer enerjinin çok boyutlu olduğu dikkate alındığında, söz konusu nükleer güç programının sürdürülebilirliği için enerji, ekonomi ve nükleer güvenlik gibi farklı alanlarda belirlenecek politikalar ve geliştirilecek stratejiler de önemlidir.

3.25. Nükleer teknoloji alanında yapılan ilerlemelerin yeni nükleer endüstriyel gelişmeler göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.

3.26. Uygulanan nükleer enerji politikalarında gelişmelere bağlı olarak gerekli değişiklikler ve iyileştirmeler yapılmalıdır. Nükleer enerji reaktörünün mümkün olan kısa süreler içerisinde faal hale getirilmesi ve işletmenin ülkemiz personelinin elinde ve yönetiminde olmasının sağlanması gerekir. Nükleer santral işletimiyle alakalı olan sektörlerle işbirliği yapılmalı ve bu sektörün belli koşullar ve sürelerde desteklenmesinin sağlanması özellikle uzun vadede sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemlidir.

3.27. Oldukça ilerleme kaydedilmiş olan mevcut nükleer enerji politikasının sürdürülebilmesi ve başarıyla uygulanması durumunda, Türkiye alternatif bir enerji kaynağı olarak belirlediği nükleer enerjiyi kullanabilme kapasitesine sahip olacak ve geleceğe yönelik çalışmalarda önemli bir aşama kaydedecektir.

3.28. Mevcut şuan uygulanan nükleer enerji politikasına göre, nükleer enerji sektörüne, özel kurum ve kuruluşların katılması zordur.

3.29. Nükleer enerji politikasının, özel kurum ve kuruluşların daha kolay katılmasına destek verecek şekilde yeniden düzenlenmesi gereklidir.

3.30. Mevcut enerji politikalarında elzem olan hukuk boyutu ile ilgili hiçbir çalışmanın yapılmadığı değerlendirilmektedir. Bu alanda özellikle uluslararası hukuk alanında yetkin bir oluşum bu sektörün hak ve hukukun güvence altına alınması açısından çok büyük önem taşımaktadır.

3.31. Diğer önemli bir boyut sosyolojik ve toplum psikoloji açısından herhangi bir değişimin ve gelişmenin olmadığıdır. Bu alan her ne kadar toplumun yönlendirilmesini ve yeni oluşumlara hazırlamasını sağlayabiliyor olsa da özellikle sektörel ilişkilerin de düzenlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

3.32. Nükleer reaktörlerin araştırma işlevinin de olması mali açıdan çok daha etkin ve yararlı olacaktır. Örnek olarak İran'da kurulu bulunan araştırma amaçlı nükleer reaktörün ürün yelpazesinde bir çok yeni radyofarmasötik üretebildiği görülmektedir.

3.33. Araştırma reaktörü tasarımı ve kurulumu iyi bir başlangıç olacaktır. Nükleer Güç Santrali kurulumu için kısa, orta ve uzun dönemi içerecek planlar yapılmalıdır. 20-30 yıllık hedefler

konulmalı ve dönemler haline değerlendirilmelidir. Hedef bazlı projeler geliştirilmeli böylece kamu-özel sanayi-üniversite işbirliği ile enerji-uygulama daha pratik yürütülmelidir.

3.34. Nükleer teknolojide yerleşme için uluslararası örnekler incelenmelidir. Teknoloji transferine uygun ülkeler ile ikili işbirliği anlaşmaları yapılmalıdır. Anlaşmalar yapılırken özgün teknoloji transfer politikası geliştirilmelidir. Nükleer teknoloji için önemli olan malzemeleri üretilmesi için nükleer malzeme teknolojisinin geliştirilmelidir. Bu konuda özel sektöründe teşvik edilmesi gerekir. Ulusal kendine yeterlilik hedefi konulması gereklidir. Önce malzemeden başlayarak tüm üretimler belli bir takvime bağlanarak teknoloji transferi de dâhil uygulanabilir bir yöntemle ülkemizde gerçekleşmelidir.

3.35. Dünyadaki nükleer darboğaz devlet teşviki ile fırsata dönüştürülebilir. Nükleer alanda pazarın oluşturulması ve rekabetin sağlanması gerekmektedir. Bir pazar oluşturulup cazip hale getirilmelidir. Devlet bu işe ne kadar fon-insan gücü- zaman ayıracak net olarak belirlemelidir. Sadece Türkiye pazarına değil bölgesel ve küresel pazara odaklanılmalıdır. Türkiye pazarı yetersiz olsa da güçlü imalat sektörü ve mühendislik anlayışı ile yurt dışında da pazarlar bulunabilir.

3.36. TAI örneği gibi vakıf - devlet - özel sektör ortaklığı ile ilerlenebilir. Nükleer güçlendirme vakfı gibi bir vakıf kurulmalıdır. Vakıf olması ile sivil toplum kuruluşları da sürece dâhil olabilir. Bir analiz yapılarak, mevcut durum ve yetenekler ile eksiklikler tespit edilmelidir. Daha sonra üretilmeyecek olan ürün/teknoloji transfer edilebilir. Özel sektörden altyapı için hizmet alınmalıdır. Uluslararası ve ulusal işbirliği mutlaka gereklidir. Rekabet edebilmek için ilk önce işbirliği gerekir. Temel sistemler üretilir ve yan ürünler en uygun üreten üreticiden tedarik edilmelidir.

3.37. TAEK'in yeniden yapılanarak Türkiye'deki nükleer teknoloji alanındaki öncü bir kuruluş olarak rol üstlenmelidir. TAEK kendi vizyonu ve stratejisini belirleyerek buna göre hareket etmelidir. TAEK'in hedefleri doğrultusunda üniversiteleri desteklemelidir. TAEK'in üniversiteler ile işbirliği yeteneklerini arttırılmalıdır. Bu işbirliği için mevzuatların düzenlenmesi gereklidir. İnsan kaynakları planlamasının şekillenmesi lazımdır.

3.38. Ülkemizde inşası devam eden Akkuyu Nükleer Güç Santrali (NGS) her ne kadar Rusya tarafından yap-sahiplen-işlet modeliyle gerçekleştirilse de; ülkemizin bir nükleer enerji santralini güvenli, emniyetli ve sürdürülebilir bir şekilde düzenlemek, işletmek ve ortaya çıkan radyoaktif atıkları yönetmek için gereken tüm yetenekleri geliştirme kabiliyetine sahip olması nükleer enerjinin ülkemizdeki geleceği açısından önemlidir

3.39. İnsan kaynakları planlamasının şekillenmelidir. Eğitime Nükleer Enerjinin çok disiplinli yapısı göz önüne alınarak her alanda önem verilmelidir. Araştırmacı envanter çalışması yapılmalıdır. Öncelikli konular belirlenmeli öğretim elemanları bu konulara yönlendirilmelidir. Öğretim elemanları arasında koordinasyon sağlanmalıdır. Ülke menfaatine fayda sağlayacak

konular üst seviyeden belirlenerek nükleer alandaki akademisyenler yönlendirilmelidir. Nitelikli insan yetiştirilmesi için uygulanacak yeni bir programın oluşturulması ve bu programın kesinlikle ülkemiz içerisinde kurulacak bir Akademi, Üniversite veya Enstitü aracılığı ile yapılması ülkemiz öncelikler arasında değildir. Bu alanda yapılacak uygulamaların mümkün olmaması durumunda ülke dışına taşınması ve etkin bir izleme sisteminin uygulanması gerekmektedir. İmkân oluşturulması durumunda bu ve buna benzer programların icra edilmesinde yurtdışı bağlantıların yurtdışından ülkemize doğru yapılması sağlanmalıdır.

3.40. Nükleer santrallerin yapım sürecinde teknoloji transferi ve nitelikli insan belirli ve etkin bir program çerçevesinde koordineli bir şekilde planlanması gerekmektedir. Bu süreçte görev alacak insanların nitelik ve nicelik açısından değerlendirilmesi ve sağlanması hâlihazırda sorunlu olarak yürütülen program dışında farklı bir yöntem uygulanarak temin edilmesi gereklidir.

3.41. Nitelik açısından görev alacak personelin yetiştirilmesi; teknisyen, tekniker, mühendis, işletmeci, teorisyen, araştırmacı, hukukçu, sosyolog, psikolog, vb kategorilere ayrıldıktan sonra her biri için ayrı ama aynı çatı altında farklı etkin ve verimli yeni bir sistemle yetiştirilmesi gerekir. Bu uygulamanın yapılabilmesi için ayrı bir eğitim ve uygulama kurumu kurgulanması gerekir.

3.42. Nükleer santral yapım süreçleri uzun yıllar alan ve çok sık gerçekleşmeyen süreçler olduklarından, bu süreçlerde insan kaynağımızın tecrübelerinin geliştirilmesi çok önemli olacaktır. Bir mühendis veya teknisyenin santralin yeni yapımı aşamasında görebileceği ve kazanacağı çok önemli detay bilgilerin, işletme aşamasında elde edilmesi pek mümkün olmayabilir. Bu sebeple, santralin yapımı aşamasında gözlemci statüsünde yer almak üzere, belirli sayıda mühendis ve teknisyenin (ilgili konularda) yetiştirilmek üzere geçici istihdamına yönelik bir planlama faydalı olacaktır. Bunun o aşamada uzun dönemli ve kalıcı bir istihdam olması şart değildir, önemli olan tecrübe edinmiş bir insan kaynağı havuzunun oluşturulmasıdır. Serbest ekonomi düzeni içinde işletmeci şirketler ileride bu insan kaynağından istifade edeceklerdir. Önceden kamunun yapacağı geçici istihdam giderleri, daha sonra kendi insanımıza istihdam yaratacağından ve daha nitelikli insan kaynağıyla daha güvenli ve verimli işletme olanağı sağlayacağından, göze alınmalıdır.

3.43. Nükleer santral yapım süreçlerinde teknoloji transferi ve insan kaynaklarında, niteliksel ve niceliksel iyileştirmeler sağlamak için, yurtdışı eğitimle birlikte Türkiye'deki eğitim programlarının iyileştirilmesi yurtdışında konu ile uzman Türklerin yurda dönüşlerinin teşvik edilmesi ve alt yapının kurulması konusunda destek olmaları gereklidir.

3.44. Nükleer santral yapım süreçlerinde teknoloji transferi ve insan kaynaklarında, niteliksel ve niceliksel iyileştirmeler sağlamak için, sanayide yeterli destek altyapıları, Ar-Ge, insan gücü yetiştirme, teknoloji transferi ve kalite yönetimi gibi alanlara önem verilmelidir. Nükleer araştırma merkezlerini de içine alan Ar-Ge organizasyonları bilimsel ve teknik destek vermek ve bu kapsamda teknoloji transferini kolaylaştırmak gereklidir. Örgütsel yapılanmalar ve enerji-elektrik konusunda

uzman kişiler seçilmelidir. Nükleer teknoloji ve nükleer donanım ve malzeme tedariki için uluslararası anlaşmalar yapılmalıdır.

3.45. Bir nükleer güç santralının yapım ve işletimi için gerekli olan bir takım yetkinliklerin sağlanması ile teknoloji transferi ve insan kaynaklarında, niteliksel ve niceliksel iyileştirmeler sağlanabilir. Öncelikle nükleer mühendislik, nükleer bilimler, radyokimya, radyolojik korunma vb. gibi nükleer konularda uzmanlaşmış örgün öğretim almış olan kişilerin, nükleer alanların dışında makine, elektrik, inşaat, sistem mühendisliği gibi meslek dallarında örgün öğretim ve eğitim almış olan ancak yetkinliklerini nükleer alanda kullanacak kişilerin, sektörde çalışmak için nükleer farkındalığa ihtiyaç duyan elektrikçi, teknisyen, diğer zanaat ve destek personeli kişilerin konularında yetkin kişilerce desteklenen kapsamlı ve sürdürülebilir nükleer eğitim ve öğretimlerinin sağlanmasına ihtiyaç vardır. Bu eğitim ve öğretim genellikle lisans ve yüksek lisans programları yoluyla yükseköğretim kurumları tarafından verilmelidir.

3.46. Nükleer enerjinin ulusal enerji ağına katkısının sürekli olması için kurulum, işletme, hizmetten çıkarma ve nükleer tesislerin düzenlenmesi alanlarında çalışacak yeterli sayıda kalifiye çalışan gereklidir. İnsan kaynaklarında beceri, yetkinlik ve bilgiye odaklanılmalıdır. Paydaşlar arasında sağlanacak işbirliği ile teorik bilgi ve pratik deneyim paylaşılmalıdır. Nükleer sektörün uzun vadeli ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli olan kalifiye işgücü sayısı oluşturulan komite tarafından belirlenmelidir. Üniversitelerde nükleer çalışma alanlarıyla ilgili lisans ve lisansüstü seviyelerde eğitmenlere ihtiyaç duyulacaktır. Üniversitelerdeki mevcut öğretim üyelerinin uzmanlık alanları ve verebilecekleri katkılar belirlenmelidir.

3.47. Nükleer enerji sektörünün gelişimi için öncelikle nükleer biliminin lise düzeyinden itibaren tanıtılmaya başlanması ve fizik derslerinde bir bölüm olarak okutulması gerekmektedir. Fizik ve matematik derslerinde başarılı olan, özellikle özel okullardaki öğrencilerin ailelerine Milli Savunma Bakanlığı/Enerji Bakanlığı/ TSK tarafından, devletin nükleer enerji ve bilimleri konusunda üniversite eğitimlerine devam etmeleri ve ülkemizde çalışmalarını karşılığında geri ödemeli burs verilmesi /okul ücretinin karşılanması yoluna gidilmelidir; bunun için YÖK le koordinasyon sağlanmalıdır. Bu şekilde nitelikli öğrencilerin yurt dışına çeşitli nedenlerle gitmesinin bir ölçüde önü alınabilecektir. Aynı yöntem, yüksek puanla giriş yapılabilen üniversite öğrencilerine de uygulanmalıdır.

3.48. Nükleer santral yapım süreçlerinde teknoloji transferi ve insan kaynaklarında, niteliksel ve niceliksel iyileştirmeler sağlamak için, bu alanda çeşitli kurumlar adına çalışacak öğrencilerin büyük kitleler halinde yani bir yılda 200-300 kişi gibi sayılarda Milli Eğitim Bakanlığı'nca her yıl yapılan YLSY sınavı ile belirlenmesi, hiçbir hazırlığa tabi tutulmadan münferit olarak çeşitli ülkelere gönderilmesi uygulaması son derece yanlıştır, israftır, tamamen ve ivedilikle terk edilmelidir. Bu yöntemin bu alanda temel eğitimi ülkemizde tamamlamış ve sadece eğitim kurumlarımızda görev

alacak seçilmiş çok az sayıdaki öğrenciye doktora seviyesinde uygulanması uygun olabilir. Bu iş için, bir yandan kendi kurumsal yapılanmasını sağlamaya ve temel ihtiyaçlarını karşılamaya çalışan ve bir çok sorunla uğraşan, diğer yandan da düşük puanlarla öğrenci alan, yeni kurulmuş üniversitelerin bu gün için nükleer alandaki eğitim-öğretim faaliyetlerine katkısı rasyonel görülmemektedir. Ayrıca, bu işe katkı koyması amacıyla tahsis edilecek üniversitelerin İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa gibi cazibe merkezi büyük şehirlerdeki seçilmiş bazı devlet üniversiteleri olması ve YÖK'ün belirlediği araştırma üniversiteleri arasında yer alması uygun olur. Bu amaçla örneğin İTÜ, Boğaziçi, ODTÜ, Hacettepe, Ankara, Ege ve Uludağ Üniversitelerinin lisans ve lisansüstü nükleer mühendislik eğitimi programlarını uygulamak amacıyla Cumhurbaşkanlığı iradesi ve YÖK talimatıyla bu eğitime katkı sağlamak üzere görevlendirilmesi uygun olacaktır. İlerleyen yıllarda bir Ulusal Nükleer Teknoloji Üniversitesi'nin (UNTÜ) İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa gibi cazibe merkezi büyük şehirlerden birinde kurulması da uygun olacaktır. Sonra, seçilmiş bu üniversitelerin hangilerinin hangi seviyede, hangi nitelikte, nasıl bir işbirliği veya paylaşımı ile eğitim-öğretim programları uygulayacağı kurulacak Ulusal Nükleer Eğitim-Araştırma, Strateji-Teknoloji Geliştirme Koordinasyon Kurulu koordinatörlüğü ile belirlenmelidir. Daha sonra bu Kurul koordinatörlüğünde hazırlanacak ve kurulacak Ulusal Nükleer Teknoloji Üniversitesi ve onun liderliğinde, seçilmiş devlet üniversitelerince yürütülecek eğitim-öğretim programları YÖK vasıtasıyla bu üniversitelere görev olarak tevdi edilmeli, uygulamaları ile altyapı ve finansal ihtiyaçları da aynı Kurul ve/veya UNTÜ tarafından sürekli koordineli bir şekilde takip edilmeli, denetlenmeli ve desteklenmelidir. Bunun haricinde hiçbir üniversite kendi başına, kendi Rektörlüğü ve Senatosu inisiyatifi ile nükleer bölümler veya programlar açamamalıdır.

3.49. Füzyon teknolojileri de geliştirilmelidir. Sadece enerji sektörü olarak değil mayın taraması, tıp vb. gibi yan sektörlerde birçok yenilik yaratılabilir.

3.50. Nükleer teknolojilerin ön plana çıkarılarak uygulama alanlarına etkin bir şekilde yönelmesi gerekmektedir.

3.51. Yakıt üretim teknolojileri üzerinde çalışılmalıdır. Nükleer yakıt teknolojilerinin mutlaka geliştirilmesi ve yerli kaynakların mutlaka en üst düzeyde verimle kullanılması ayrıca yakıtların tekrar işlenmesi ile ilgili gerekli uygulama ve sanayi alanlarının oluşturulması gerekmektedir.

3.52. Nükleer reaktörler için yakıt zenginleştirme ve yakıt yeniden işleme teknolojilerine sahip olma işlemi sadece kendi başımıza yürütülecek Ar-Ge faaliyetleri yoluyla değil, kamu kurum ve kuruluşlarının yönlendirmesi, desteği, katılımı ve seçilmiş bazı özel sektör firmaları ortaklığıyla oluşturulacak bazı yeni kamu-özel sektör ortaklığı kurum ve kuruluşlarca kurulacak tesislerde, kamu kurum ve kuruluşlarının uygun yapılanmasıyla oluşturulacak bazı birimlerde ve bunlara ilaveten seçilmiş bazı devlet üniversitelerinde yürütülecek Ulusal Ar-Ge ve Pilot Üretim Tesisi Faaliyetlerimiz ile birlikte aslen ULUSLARARASI TEKNOLOJİ TRANSFERİ ile gerçekleştirilmelidir.

3.53. Nükleer santral yapım ve işletilmesine önem verilmeli özellikle teknoloji geliştirme çalışmaları kesintisiz ve en üst verim alacak şekilde planlanmalıdır. Santral sayısının artmasına paralel olarak, yan sanayinin oluşturulması desteklenmelidir.

3.54. Nükleer güvenlik konusunda etkin eğitim, doğru bilgilendirme, yeterli uygulama ve çeşitli etkinliklerle sürekli güven tazeleme yapılmalıdır. Doğru bilgilendirme programları belirli strateji içerisinde hayat boyu yapılması gerekir.

3.55. TAEK bünyesindeki daire başkanlıklarına bağlı laboratuvarların üniversitelerle iş birliği dahilinde yüksek lisans ve doktora öğrencilerine açılarak teknoloji merkezleri haline gelmesi sağlanmalıdır.

3.56. Nükleer santral yapım süreçlerinde teknoloji transferi konularında çalışan bütün ülkelerin katılımıyla temel eğitimlerin verilmesinin sağlanmalıdır.

3.57. Rusya'daki ROSATOM benzeri ülkemizde de bir TÜRKATOM AŞ kurulabilir. Bu TÜRKATOM AŞ ülkemiz kamu kurum ve kuruluşlarının başlangıçta %100 hissesine ve daima en azından %51 hissesine sahip olması ve bazı özel sektör firmalarının hissedarlık suretiyle katkısı ile yani kamu kurum ve kuruluşlarının ana finansörlüğü, sahiplenmesi, yönlendirmesi, katılımı, desteği ve ortaklığıyla oluşturulabilir. Ancak bu yapılanma içine ülkemiz özel sektörünün katkısı, ilerleyen aşamalarda gündeme getirilmeli ve gündeme getirildiğinde ise bu katkının niteliği yerli firmaların en üst düzeyde karar vericileri (sahipleri, en büyük hissedarları) ile TÜRKATOM AŞ yönetimi dahil, ilgili bakanın başkanlığında oluşturulacak kamu görevlisi heyetlerin müzakereleriyle somutlaştırılmalı ve nihaî karar için Cumhurbaşkanlığı makamına sunulmalıdır. Kurulacak bu TÜRKATOM AŞ, uranyum, toryum madenlerinin araştırılması ve işletiminden başlamak üzere, teknoloji transferi ve Ar-Ge, Ür-Ge faaliyetleri suretiyle her türlü malzemenin, ekipmanın ve bileşenin geliştirilmesi, üretilmesi, nükleer santrallerin inşası, işletimi, uluslararası ihracı, üretilen elektriğin pazarlanması yani kısacası nükleer alandaki her iş için kurulacak ayrı bir AŞ'nin koordinatörü olmalı, uygulamaya yönelik bütün işlerin ve projelerin merkezi ve finansörü, özetle devlet güdümlü bir Holding AŞ niteliğinde olmalıdır.

3.58. Elde edilecek bilgi ve teknoloji ile ortaya çıkacak ürünlerin pazarlanmasını amaçlanmalıdır. Teknoloji ancak onun sayesinde elde edilecek ürünün transferleriyle gerçek manada sürdürülebilir olacağını temel alarak bu düzeyde aracı olacak her türlü unsuru kullanılmalıdır ve ileriye dönük politikalarımızı buna göre oluşturulmalıdır.

3.59. Nükleer santral yapım süreçlerinde teknoloji transferi konularında yapılan işlemlerin doğru şekilde raporlanmasının sağlanmasıdır.

3.60. Özellikle firma düzeyinde yapılacak çalışmalar oluşabilecek nispeten daha küçük çaplı sorunların çözülmesi ve tedariklerin sağlanmasında etkin rol vererek yerinde çözümler sağlanmalıdır. Firma düzeyinde, yan sanayi firmalarının bu pastadan ne şekilde faydalanabilecekleri

konusunda ciddi araştırmalar yapılmalıdır (uluslararası çapta), elde edilecek bilgilerin yan sanayi muhataplarına aktarılabileceği ve işbirlikleri kurulmasını destekleyecek kurumsal bir yapı oluşturulmalıdır.

3.61. Sektör bazında kontrollü işbirliğine dayanan ancak yüksek kalitede ürün elde edilmesi açısından kontrollü rekabetçi bir ortam sağlanmalıdır. Bu tür sektörlerin kontrollü ve sağlıklı büyüme sağlaması için gerekli bütün tedbirler alınmalı ve sektörün sürdürülebilir olabilmesi için durum değerlendirmeleri yapılmalıdır. Güvenlikten ödün vermeyen ve daima şeffaflığı esas alan bir işletme anlayışını hâkim kılacak düzenlemeleri yapılmalıdır.

3.62. Nükleer enerji altyapısının oluşturulması, sürdürülmesi ve kullanılması için, ulusal düzeyde işbirliği gereklidir. İşbirliği bu alanda güvenlik için önemlidir. Kontrollü ve etkin denetimli işbirliği çerçevesinde işbirliğine dayalı rekabetin uygulanması en doğru yol olmalıdır. Bu alanda rekabet kontrol dışı unsurları tetikleyebileceğinin akıldan çıkarılmamalıdır. Belirli bir aşamadan sonra, yerli firmalar arasında rekabet, kaliteli ve ekonomik üretim için teşvik edilmelidir. Orta ve uzun vadede rekabetçilik ön planda tutulmalıdır.

Eksen 1: Altyapının Geliştirilmesi**1. Mevcut Teknik Altyapı ve Öneriler**

1.1. TAEK ülkemizde teknolojik öncülük yapan bir kuruluş konumundadır. Özel ve kamu kuruluşları tarafından kurulması planlanan radyasyon ve hızlandırıcı tesisleri konusunda danışmanlık hizmeti vermektedir ve bundan sonra da verecektir.

1.2. TAEK, ülkemizde ilk defa gerçekleştirilen yerli proton hızlandırıcısının tasarım, mühendislik ve imalatını kapsayan proje ile sanayi kuruluşlarımızda farkındalık yaratmıştır ve öğrencilerin bilgi ve deneyim kazanması sağlanmıştır. Bu ülkemizde bir ilktir ve gelecekteki benzer projelerin adeta prototipi özelliğindedir.

1.3. TAEK'in Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına bağlı olması yerine örneğin Sanayi ve Teknoloji Bakanlığına bağlı olmasının değerlendirilmesi önerilmektedir.

1.4. TAEK'te yetki var ama kaynak yoktur, önerilerin hepsini tek başına TAEK yapamaz, ancak sinerji/koordinasyonu sağlayabilir.

1.5. Kamu ve üniversiteler arasında iş birliği zayıftır ve güçlendirilmelidir. TAEK'in bu tür çalışmaları periyodik olarak düzenlemesi yararlı olacaktır. Çalıştaylarda katılımcı çeşitliliği sağlanması, hep aynı uzmanların değil diğer uzmanların da davet edilmesi önerilmiştir. Yıllık toplantıların yapılması önerilmiştir.

1.6. TAEK teknolojik altyapısının tanıtımına önem verilmelidir. Vatandaşın aklına nükleer ve atık denince korku, ışınlama denince "Uzay Yolu" gelmektedir. Her yaş grubu ve hedef kitle için uygun bilgilendirme araçları kullanılmalıdır. Sosyal medyanın kullanılması değerlendirilmelidir. Youtube kanalı da açılabilir.

1.7. Bazı kurumlarda hızlandırıcı altyapısı bulunmasına rağmen (özel sektörde ve 2 adet üniversitelerde) genel olarak üniversitelerde altyapısı sıkıntısı vardır. Hayatında reaktör görmemiş hocalarımız, teorik olarak ve videolarla ders vermekte, öğrenciler ise pratik çalışma imkânı bulamamaktadır. Bazı kurumlarda radyasyon güvenliği ile alakalı radyasyon belirleme ve sayım elektroniği, radyoaktivite ölçümleri, doz ölçümleri ve radyasyon zırlama ile ilgili araştırma projeleri yürütülmektedir. Bu çalışmalar ile alakalı patent başvurusu da mevcuttur. Ancak bu durumda dahi hızlandırıcı ile alakalı çalışma imkânı yoktur.

1.8. Hızlandırıcı teknolojileri alanındaki çalışmalar ülkemizde neredeyse yok denecek kadar azdır. Hızlandırıcı teknolojisi genellikle tıbbi alanda teşhis ve tedavi için radyoizotop üretiminde kullanılmaktadır. Bu durumda da üretimin sürekliliği önemli olmaktadır. Ayrıca temel fizik çalışmaları, radyoizotop üretimi, PIXE gibi analiz hizmetleri verilmektedir. Dolayısıyla düşük maliyetlerle belli alanlarda kullanılabilecek bazı çalışmalar yapılmış olsa da bu çalışmaların akıbeti üniversite içi rekabet ve/veya farklı şahsi nedenlerden dolayı maalesef olumsuzlukla

sonuçlanmıştır. Oysa parçacık hızlandırıcılarının başta temel parçacık fiziği ve nükleer fizik deneyleri olmak üzere malzeme fiziğinden yüzey fiziğine, x-ışınlarından nötron terapisine, proton terapisinden iyon implantasyonuna, petrol ve gaz yataklarının aranmasından çevre atıklarının etkisiz hale getirilmesine, gıda sterilizasyonundan izotop üretimine, nükleer atıkların temizlenmesi, polimerizasyondan litografiye, anjiyografiden baca gazlarının temizlenmesine, mikrospektroskopiden güç mühendisliğine, arkeolojiden litografiye, proteinlerden DNA'ya, biyoteknolojiden nanoteknolojiye, kristalografiden minerolojiye, gen biliminden savunmaya, ağır iyon füzyonlarından plazma ısıtılmasına kadar yüzlerce kullanım alanı mevcuttur. Ülkemize özellikle tarım alanında ses getirecek önemli çalışmalar hayata geçirilebilir. Atık su ile ilgili alanda keza yine ses getirecek ve özellikle sanayiye yönelik pratiğe aktarılacak çalışmalar hayata hızla geçirilebilir. Ülkemizin çevresel atıklarının etkisiz hale getirilmesi, izotop üretimi, nükleer atıkların temizlenmesi, gen bilimi, savunma ve sağlık konularında ihtiyaçları olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle hızlandırıcı teknolojisi alanında rutinde en sık kullanılan pozitron yayıcı radyofarmasötik olan F-18 FDG'nin yanısıra özellikle akademik araştırma merkezleri oluşturulması ve sağlık alanında daha deneysel çalışmalara olanak tanıyan yeni radyofarmasötikleri üretebilecek kapasitede hızlandırıcı altyapısının oluşturulması önem arz etmektedir. Ar-Ge için gruplar bir araya gelmeli öncelikli alan olarak araştırma ve Ar-Ge teşviği verilmelidir. Bu şekilde çok disiplinli gruplar teşvik edilerek kritik kütlenin oluşumuna katkı sağlanmalıdır. Rusya'nın Çin ve Güney Kore'ye teknoloji transferi ve sonrasında ortak üretim yapması çok güzel bir örnek olmasına rağmen siyasi tercih mevcut girişimde bilgi ve deneyim transferinin yapılmasına imkân vermemektedir.

1.9. Her ne kadar ülkemiz alt yapısını kullanarak özgün bir tasarımın meydana çıkarılması önemli görülse de, öncelikli olarak uluslararası mevcut teknolojilerin transferi ve aşamalı olarak adım adım (hızlı bir şekilde değil, acele etmek varılacak noktaya çabuk ulaşmamamızı sağlamaz bilakis geciktirebilir) endüstriyel uygulamalarda kullanılabilecek hızlandırıcı bileşenleri üretiminin desteklenmesi, daha da önemlisi üreticilerin pazara erişimi ile sürdürülebilirliklerinin sağlanması gerekmektedir. Hızlandırıcı ile ilgili olarak OSTİM'de üretim yapılmıştır, ancak küçük hızlandırıcıların satışı ile ilgili pazar oluşturulamaması durumunda sürdürülebilirlik sağlanamayacaktır. Hızlandırıcı parçalarının üretilmesi portatif proton hızlandırıcı üretimi ve satın alması desteklenebilir.

1.10. İleri düzeyde araştırmalarda kullanılabilecek hızlandırıcılar daha ileriki bir zaman diliminde tasarlanmalıdır. İlk aşamada hızlandırıcı bileşenlerinin üretilmesi daha sonra ise hızlandırıcının bir bütün olarak oluşturulması izlenmesi gereken yoldur. Öncelikli olarak ülkemizde dağınık halde gerçekleştirilen çalışmalar bir araya getirilerek neye ihtiyaç duyulduğu tespit edilmelidir.

1.11. Ancak gerek üretim, gerek sürdürülebilirlik için bu alanda hem pazar/alım garantisi sağlanmalı, hem de özellikle ara personel dâhil yeterli sayıda eğitimli personel yetiştirilmesi önem arz etmektedir.

1.12. Halen mevcut “MeV” mertebesinde proton hızlandırma özelliğine sahip olan TAEK altyapısının gelecekte “GeV” mertebesine çıkması gerekliliği belirtilmiştir. AÜ öncülüğünde Tarla projesi mevcuttur. Tarlada sensör testleri yapılabilmesi gerekliliği dile getirilmiştir. Önce 100-200 MeV, yıllar içinde GeV hedeflenmelidir. GeV mertebesindeki bir proton hızlandırıcısı ile yapılabilecek bazı uygulama başlıkları:

1.12.1. Düşük enerji (3 MeV): Nötron kaynağı olarak kullanım, nano-teknoloji, yarı-iletken uygulamaları, nötron radyografi

1.12.2. Düşük-orta enerji (20-250 MeV): Malzeme bilimi (mikro demet uygulamaları), nükleer fizik, uzay uygulamaları, radyoizotop üretimi, proton tedavisi

1.12.3. Yüksek enerji (500 MeV-1 GeV): Hızlandırıcı sürümlü sistemler ile nükleer güç santrallerinden çıkan uzun yarı ömürlü atıkların kısa yarı ömre dönüştürülmesi

1.13. Mükerrer laboratuvar ve tesis yatırımları vardır. Paylaşım yerine farklı üniversitelerde aynı yatırımlar yapılmaktadır. Üniversiteler birbiriyle cihaz yarıştırmaktadır, adeta cihaz çöplüğü olmuş durumdayız. ETKB ve TAEK koordinasyonunda bundan kaçınılması gerektiği belirtilmiştir.

1.14. Diğer kurumlar da (örn. Tarım ve Orman Bakanlığı) da laboratuvar kurabilir.

1.15. Küçük CERN oluşturmak yerine Sarayköy’ün geliştirmesi önerilmiştir.

1.16. Tıp amaçlı Hadron Terapi Merkezi kurulması (hasta başına 2 mio USD maliyet düşünüldüğünde) kaynakların ülkemizde kalmasını sağlayacaktır.

1.17. Koordinasyon eksikliği söz konusudur. Daha çok işbirliğine ihtiyaç vardır. Ülke ihtiyacına göre TAEK ile birlikte çalışılmalıdır. Planlama ve koordinasyon hocaların kapisine kalmamalıdır.

1.18. Halen Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı cihaz envanteri derleme çalışması yürütmektedir. Ancak bu yeterli olmayacaktır. Konu uzmanlarını sanal ortamda da bir araya getirecek haberleşme/yetenek portalına gerek vardır. Uluslararası kurum/şirketlerde uygulanan bilgi/deneyim/ihtiyaç paylaşım ortamı olan İlgi/Pratik Toplulukları (Communities of Interest, Communities of Practice) uzmanlıklar bazında TAEK bünyesinde ihmal edilebilir maliyetlerle oluşturulabilir.

1.19. Sadece tesis veya cihaz alımı değil yazılım geliştirme konusuna da ağırlık verilmelidir.

1.20. Ülkemizin çevresel atıklarının etkisiz hale getirilmesi, izotop üretimi, nükleer atıkların temizlenmesi, gen bilimi, savunma ve sağlık konularında altyapı öncelikleri bulunmaktadır. Tıp alanında, tıbbi malzemelerin sterilizasyonu, radyasyonun tıp sektöründe teşhis ve tedavi için

kullanımı öncelikli uygulama alanı olmalıdır. Sağlık sektörünün ihtiyaç duyduğu hızlandırıcıya dayalı olarak radyofarmasotiklerin üretimi için gerekli altyapı olmalıdır. Halen ülkemizde tıpta teşhis ve tedavi maksatlı kullanılan radyofarmasotiklerin tamamına yakını yurt dışından ithal edilmekte olup bu alandan üretilecek olan ürünler sayesinde ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlanacaktır. Dışa bağımlılığımızın bu tür teknolojik altyapı eksiklerinin giderilmesiyle en aza ineceği düşünülmektedir.

1.21. Radyasyon ve hızlandırıcı teknolojilerinin uygulama alanları geniştir ve ülkemiz önceliklerine göre Ar-Ge ve uygulama alanlarına karar verilmelidir. Bazı sektörel konu başlıkları: Sanayi, çevre, enerji, uzay, sağlık, kimya, biyoloji, sanat, tarım, gıda vb.

1.22. Gıda ışınlanması ve tohum ıslahı radyasyon teknolojisinin önemli alanlarındandır. Özellikle gıda ihracatımızın dönem dönem özellikle pest ve pestisit nedeniyle geri döndürülmesi hem maliyet hem de prestij olarak ülkemizi etkilemektedir. Mutasyon ıslahı çalışmaları yetersiz, sektör ilgisizdir. Kullanılmakta olan gıda ışınlama uygulaması yaygınlaştırılmalıdır. Yaş meyve(narenciye) ve sebze (domates) ihracatında (başta Rusya olmak üzere) Akdeniz meyve sineği sorununu çözmek için steril insekt tekniği ile birlikte karantina amaçlı ışınlama. Işınlama tesisinin ihracatın yapıldığı limanlarda (uzmanlaşmış merkezler olarak) kurulması gerekir. Örnek olarak ABD'ye ihraç edilen kuru incir, ithalatçı tarafından talep edildiği üzere, ışınlanmalıdır. Özellikle 1 ton ürünün ışınlama maliyetinin yaklaşık 15 TL gibi ihmal edilebilir bir maliyet getirdiği düşünüldüğünde, ihraç öncesi ışınlanması gibi karantina amaçlı kuru meyve ışınlama tesisleri bu sorunu çözecektir. Mersin, İzmir, Antalya (ve Samsun) illerine karantina amaçlı ışınlama tesisi kurulabilir. İhracat merkezlerindeki bu bölgesel depolama/ışınlama merkezleri ürün bazında uzmanlık olabilir geliştirebilir. Işınlanmış ürünler için ihracat teşviği verilebilir.

1.23. Aynı şekilde depolama süresinin uzatılması amacıyla yaş meyve ve sebze ışınlanması, depolama süresince böceklenmenin önlenmesi amacıyla tahıl ve baklagil ışınlanması, çimlenme ve filizlenmenin önlenmesi amacıyla patates, soğan, sarımsak ışınlanması, hayvansal sağlık yönünden güvenilirliğinin sağlanması ve raf ömrünün uzatılması için ışınlanması önemlidir. TAEK, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü ile işbirliği içinde proje yapmaktadır. Projeler genellikle tarım ürünlerinin sorunlarının çözümüne yöneliktir.

1.24. Sağlık ve güvenlik önlemlerine destek amacıyla atık suların organik kirleticilerden ve patojen mikroorganizmalardan arıtılması için ışınlanması, baca gazlarının zehirli gazlardan arıtılması amacıyla ışınlanması, hastane atıklarındaki patojen mikroorganizmaların inaktivasyonu için ışınlama uygulanması da önemli uygulama alanlarıdır.

1.25. Üst politika metinlerinde öncelikli alanlar olarak belirlenen uzay ve savunma sanayi önceliğinde ihtiyaç duyulan kablo materyallerinin ışınlanması da ihtiyaçlarımız arasındadır.

1.26. Radyolojik izleme faaliyetlerine ilişkin ülkemiz altyapısının geliştirilebilmesi için öncelikle radyolojik izleme faaliyetlerini izleyecek kurum veya birimlerin etkin olarak yapılandırılması gerekmektedir. Etkin olarak izlenen faaliyetlerin durumu ile ilgili kararların hızlı ve değiştiremez şekilde yetkilendirilen kurum veya birimler tarafından verilmelidir. Bu alanda mevcut durumun gözden geçirilerek ileriye dönük etkin bir sistem geliştirilebilir.

1.27. Radyolojik izleme faaliyetlerin konusunda ülkemizin özellikle tüm alanlarını içine alan bir radyasyon haritası çıkarılmalıdır. Bunun için her ilde olan üniversitelerle işbirliği yapılmalıdır.

1.28. Mevcut radyasyon ölçüm ve analiz altyapısı ile ilgili farklı görüşler ortaya koyulmuştur. Bazı katılımcılar ülkemizde ölçüm ve analiz alt yapısının iyi düzeyde olduğunu, bazıları da özellikle insan kaynağının nitelik ve nicelik olarak iyileştirilmesi ile uygun ekipman temininin gerektiğini ifade etmiştir. Bu tür çalışmaların envanterinin çıkarılarak hazırlanacak yeni bir program çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiği, ölçümlerin yapılmasına ihtiyaç duyulan bölgelerde belirlenecek üniversitelerde radyasyon ölçüm ve analiz altyapısının geliştirilmesine yönelik ve öncelikli alan araştırma projelerinin tip projeler olarak TAEK tarafından desteklenmesinin yararlı olacağı, bu amaçla TAEK'in proje grupları oluşturabileceği, YÖK ile iletişim içinde üniversitelerin programlarının gözden geçirilmesi ile insan potansiyelinin yetiştirilmesine önem verilmesi dile getirilmiştir.

1.29. Radyasyon ölçüm cihazlarının özellikle üretildikleri yerlerin dış ülkeler olması açısından ve ülke ekonomisi göz önünde bulundurulduğu zaman oldukça yüksek maddi olanaklar gerektiği görülmektedir. Bu sebeple radyasyon ölçüm ve analiz alanında yerli üretim yapılmasına öncelik verilmelidir.

1.30. İyonlaştırıcı radyasyon ve radyonüklid metrolojisi konularında ülkemizde yapılması gerekenlerin başında endüstriyel uygulamalara yönelik çalışmalara önem ve öncelik verilmesi gelmektedir.

1.31. Uluslararası gelişmeleri takip ve uygulamadan sorumlu bir birim oluşturulmalıdır. Rekabetçi gelişmeler takip edilmeli, sistematik uluslararası işbirliği durum raporları hazırlanmalıdır. TAEK uluslararası çalışmalara katılımı koordinasyon rolü üstlenebilir.

1.32. İyonlaştırıcı radyasyon hayatımızda olan ve kaçınılması imkansız olan bir radyasyon türüdür. Hem doğal hem de yapay kaynaklı bulunmaktadır. Doğal radyasyon kaynaklarına maruz kalma kaçınılmazdır. Yapay radyasyon kaynakları içinde ise en fazla tıp alanında bir maruz kalma söz konusudur. Bu konuda öncelikle halkımız bilinçlendirilmelidir. Sonrasında ülkemizin dışarıdan gelecek nükleer tehlikelere karşı korunması gereklidir. Bunun içinde ülkemizin radyasyon haritasının bulunması oldukça önemlidir.

1.33. En önemli hususlar arasında finansman ve bütçe kısıtları görülmektedir. Üniversitelere daha fazla kaynak ayrılmalıdır. TAEK hizmet bedelleri yüksektir, üniversitelerde

bunu karşılayacak ödenek mevcut değildir. Üniversitelerde lisanslama ve güvenlik sertifikalı eleman için kaynak yoktur. Tesis yapılır, cihaz alınır ama idame ettirmek önemlidir, bunun için de eleman ve işletme giderlerini karşılayabilmek gereklidir.

2. Eğitim, Bilgilendirme, Tanıtım, Destek

2.1. Nükleer enerji teknolojisi alanında yeterli düzeyde yetişmiş insan gücünün varlığına işaret edilen toplantıda, Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM) bugüne kadar nükleer teknoloji ve nükleer yakıtlar gibi konularda önemli araştırmalar yaptığı, teorik ve pratik anlamda bilgi ve tecrübeye sahip olunduğu, varolan bu bilgi birikimi ve potansiyelin bugün için değerlendirilmediği yine tüm katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Sarayköy ve Çekmece’de yer alan araştırma merkezlerinin sorunlarının analiz edilerek işlerliğinin ve potansiyelinin değerlendirilmesi, söz konusu merkezdeki bilgi birikimi ve tecrübeden yararlanılması gerektiği belirtilmektedir. Öncelikle “araştırma reaktörü kullanıcı camiasının” oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Bu olmadan yeni bir reaktör yatırıma gitmek atıl yatırım riskini oluşturmaktadır. Araştırma reaktörünün işletilmesi için gerekli olan vasıflı personelin temini de elzemdir.

2.2. Nükleer fizik dersleri kaldırılıp, seçmeli ders yapılmıştır. Fizik öğrencisi yoktur, puan tutturamayan fizik bölümünü yazdığı için yeni eleman kaynağı konusunda sıkıntı vardır. Türkiye’de çok sayıda Üniversite olmasına rağmen, uzmanlık bilgisinde mezun vermede son derece yetersiz kaldığı, Nükleer enerji temel eğitimi dahi almayan kişilerin, Türkiye’de uzmanlık alanı ne olursa olsun 1-2 doçent/profesör sıfatıyla “ Üniversitelerin Nükleer Program Müfredatlarını” kurgulamaktan geri durmadıkları ve daha sonra başında “nükleer” sıfatı olan, öğrenciler, belirli konularda uzmanlığa yönlendirmekten ziyade her şeyden anlayan genel “nükleer kültür” sahibi mezunlar olarak piyasaya arz edildiği değerlendirilmiştir. Örneğin YÖK yasasına göre 3 öğretim üyesi istenilen lisans veya yüksek lisans programı açılabilir olması, ülkenin genel politikasına hizmetten ziyade, o yörenin Üniversitesinin dış görünümünü iyileştirmeye yönelik olma intibai yarattığı ifade edilmiştir. Bu tür nükleer mühendislik/nükleer teknoloji veya araştırma yüksek lisans programları, dışardan taşıma hizmet alımıyla veya öğretim üye kadrosu ihdas etme yeri olarak belli bir süre kullanıldıktan sonra, nükleer araştırmalar ve teknoloji geliştirmekten çok uzak kaldığı tespitler arasında yer almıştır. Sadece radyasyonun genel uygulamaları hakkında temel bilgi edinmiş mezunlar üretildiği, otorite kuruluşların YÖK’le de temasa geçip, bu tür programların ülkenin temel ihtiyaçlarına uygun olması ve yeterli bir alt yapıya sahip olması halinde açılmasına izin verilmesi gerektiği değerlendirilmiştir.

2.3. Nükleer alanda ara eleman eğitimi önemlidir. Meslek okullarının nükleer alanda uzmanlaşmaya gitmesi konusunda girişimlerde bulunulabilir. TAEK tarafından, Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) ve üniversitelerle birlikte ihtiyaç ve fark analizleri yapılmak suretiyle, insan gücü gereksiniminin karşılanması amacıyla yükseköğretimdeki üniversite müfredatları dahil olmak

üzere gerekli çalışmaların yapılması ifade edilmektedir. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (UAEA) ve diğer Uluslararası kurumlarla olan ikili ve çok taraflı ilişkileri artırmak ve daha çok sayıda teknik elemanın yurtdışı eğitimlere katılmasını sağlamak. Bazı teknik eğitimlerin yurt içinde organize edilmesi ve bu bağlamda UAEA gibi Kurumlardan uzman desteği istenmesi politikalar geliştirmesi gerektiği dile getirilmektedir.

2.4. TAEK ülkemizin nükleer alanda çalışan en önemli kurumudur ancak üniversitelere olan personel geçişi ve yeni personel teminindeki zorluklar TAEK'e bağlı laboratuvar ve tesislerde sürdürülebilirlik sorunu yaratmaktadır. Liyakat ve yetkin kişilerin yönetimde yer alarak politika üretmesi hususları dile getirilmiştir. Kurumsallık yoktur, başkan değişince her şey değişmektedir. Yönetime bağlı olarak makale yazılması bile yasaklanmıştır. İki yönlü bir sorun söz konusudur. Bir yandan yetişmiş personelin kalması için motivasyon eksikliği, diğer yandan profesyonel/deneyimli hoca ile çalışma arzusuna rağmen, üniversitelerin çalışmalar için öğrenci göndermesi. Liyakate dayalı olarak TAEK bünyesinde mevcut danışma kurulunun dışında nükleer ve radyasyon teknolojisi açısından "Yönlendirici Kurul" oluşturulmalıdır. Söz konusu kurul, ihtiyaç ve fark analizi yapmak suretiyle diğer paydaşlarla (üniversiteler, uluslararası kuruluşlar, TÜBİTAK vb.) işbirliği içinde bu alanda eğitim, proje ve insan kaynaklarının planlanmasından, yürütülmesinden ve denetlenmesinden sorumlu olmalıdır

2.5. Ülkemizde fizik bölümlerinin öğrenci çekemediği, nükleer alanda eğitime istekli öğrenci bulma sorunlarına değinilmiştir.

2.6. Ülkemizde sadece bir hızlandırıcı teknolojileri enstitüsü vardır. Ayrıca nükleer bilimler enstitüleri de sayıca yetersizdir. Nükleer ve hızlandırıcı teknolojileri kapsamında eğitim ve araştırma yapan kuruluşların sayısı arttırılmalıdır.

2.7. Üniversitelerle daha sıkı işbirliği ve öncelikli alan olarak araştırmaların teşviki sağlanmalıdır. Uzmanlaşma desteklenebilir. YÖK'e üniversitelerin programlarını gözden geçirmesi ve bu konulardaki insan potansiyeli yetiştirilmesine önem verilmesi tavsiye edilebilir. TAEK özellikle staj imkânlarını tanıtmalı, gerek öğrenci gerek sanayicinin eğitiminin sağlanabildiğine ilişkin farkındalık oluşturulmalıdır. Sanayi ve ticaret odaları üyeleri için, nükleer alandaki teknolojik ürün geliştirme veya cihaz geliştirilmesinde destek olmaları için Kamu'nun ayıracağı teşvikleri almada asıl motivasyona sahip olanlar olarak düşünülmektedir. Bu noktada, yenilenebilir enerji sektöründe uygulanan teşvik sistemine benzer, yerli payının artırılması (örneğin nükleere uygun beton, zırh malzemesi üretimi) ve ortak Sanayi Üniversite ortak Ar-Ge projelerine özel teşvik sistemlerinin geliştirilmesi faydalı olabileceği belirtilmektedir. Öğrencilerin hızlandırıcıda pratik kazanması için ortak kullanıma açık hızlandırıcı gereklidir. İnsan altyapısı, deneysel altyapı ve hesaplama altyapısı yetkinliklerin artırılmasının gerekli olduğu, yurtiçi üniversitede eğitim gören öğrencilerin araştırma reaktörü ve hızlandırıcılarla teması

oluşturulmadan konunun eğitim ayağının eksik kalacağı, bu amaçla atıl olan TR-2 gibi reaktörleri vakit kaybetmeksizin faaliyete geçirmesi gerektiği, Nükleer reaktör mock-up tesislerinin kurması gerektiği, kontrol-kumanda odası ve diğer bileşenleri benzeştiren eğitim simülatörlerinin temin edilmesi gerektiği, bu bağlamda SANAEM VE ÇNAEM alt yapısında mevcut ekipmanlarının Ar-Ge amaçlı daha fazla kullanılması gerektiği ifade edilmektedir.

2.8. TAEK danışmanlık ve teknik destek vermelidir.

2.9. CE markası için firmalara destek verilmelidir.

2.10. Patent desteği verilmelidir.

2.11. TAEK'in proje destekleme araçları yanında öğrencilere burs vermesi de önemli bir adım olacaktır.

2.12. Deneyimli personelin sağlanması amacıyla üniversiteler ile anlaşma yapıp bu alanda lisansüstü eğitim ve tezlerin (tez projelerinin) desteklenmesi önerilmektedir.

2.13. Nükleer/radyasyon kültürü oluşturmak önemli bir konudur. Öncelikle şeffaf olmak ve halkı bu konularda bilinçlendirmek gereklidir. Çünkü mevcut durumda korku ile birlikte gelen bir direnç mevcuttur. Halkın ikna edilmesinde bilgilendirme ve tanıtım için farklı araçlardan yararlanılabilir:

2.13.1. Kısa belgeseller, ışınlamanın faydalarını anlatan kamu spotu hazırlanması,

2.13.2. Çalıştaylar, tanıtım günleri düzenlenmesi,

2.13.3. Gençler ve çocuklar için ayrı bilgi aktarımı/bilinçlendirme çalışmaları (örneğin çizgi film, animasyon, çizgi roman) yapılması,

2.13.4. Korunmanın bilgilendirme setine dâhil edilmesi, diğer teknolojilerle karşılaştırmalı olarak güvenlik konusunun anlatılması,

2.13.5. Liselere "olumlu zehirlenme", Sarayköy gezileri,

2.13.6. Konunun özellikle muhaliflere de anlatılması.

2.14. Özel sektör de işin içine dâhil edilmelidir. Bilgilendirme ve eğitim için:

2.14.1. Eğitim setleri hazırlanması,

2.14.2. Eğiticilerin eğitimi,

2.14.3. TAEK koordinasyonunda firmalara yönelik eğitim programları hazırlanması,

2.14.4. İSG ve kaliteli Ar-Ge için eğitimler,

2.14.5. Birden fazla şehirde proje pazarı,

2.14.6. OSB'lerde proje Pazar/tanıtımları,

2.14.7. Çalışmalara uluslararası katılımcı şirketlerin davet edilmesi

önerilmiştir.

1.1. Kamu için

1.1.1. Üst düzey yöneticilerin bilgi sahibi olması zorunludur.

- 1.1.2.** Diğer kurumlarda nükleer bilgi sahibi eleman istihdamı faydalı olacaktır.
- 1.1.3.** Nükleer ve radyasyon teknolojileri alanında ülkemizde yeterli bir piyasanın olmaması nedeniyle mevcut durumda beyin göçü yaşandığı tespiti yer almaktadır. Yurtdışında yetişmiş uzmanların tersine beyin göçü için teşvik edilmesi gerektiği, nükleer konularda ehliyetsiz kişilerin idari mekanizmalara yerleşmesine mani olacak nitelik derecelendirmesi getirecek mevzuat değişiklikleri yapılması gerektiği, UAEA ve diğer Uluslararası kurumlarla olan ikili ve çok taraflı ilişkileri artırmak ve daha çok sayıda teknik elemanın yurtdışı eğitimlere katılmasını sağlanması gerektiği ifade edilmiştir. Bazı teknik eğitimlerin yurt içinde organize edilmesi ve bu bağlamda UAEA gibi Kurumlardan uzman desteği istenecek politikalar geliştirmesi gerektiği belirtilmektedir. Nükleer ve radyasyon enerji piyasasının oluşturulması bağlamında; kamu teşviklerinin artırılması ile birlikte özel sektör kuruluşlarının daha fazla nükleer faaliyetlerde yer almasının desteklenmesi gerektiği, kamusal korumacılığın, şimdiye kadar nükleer teknolojide ciddi bir başarı sağlamadığı, örneğin TR-2(5MW) gibi hazır bir reaktörün bile deprem güvenlik endişesi nedeniyle çalıştırılmadığı, lisanslama açısından bu endişe ve risk bertaraf edilemiyorsa, karar vericilerin niçin bu reaktörü deprem riski daha az olan bir yere taşımadığı sorgulanmalı ve bu reaktörün eğitim, araştırma ve dışardan ithal maliyeti yüksek olan radyoizotopların üretimi için kullanılmasının önü açılması gerektiği görüşler arasında yer almıştır. Ayrıca geçmişte TAEK'in ve şimdi Nükleer Denetleme Kurumu (NDK)'nun bu tür tesislere lisans vermek için karar vermede kendi birikimine güvenmeyerek ya da başka sebeplerle lisans vermeyerek, buraya yıllar yılı yapılan ciddi yatırımların heba olmasının önüne geçilmesi gerektiği katılımcılar tarafından dile getirilmektedir.
- 1.1.4.** Nükleer atıkların işlenmesine ilişkin insan gücünün mevcutta gelecekte ortaya çıkacak nükleer atıkların işlenmesi için bir stratejinin varolmadığı bu nedenle şimdiden uzman yetiştirilmesinin gerektiği ileri sürülmüştür. Yeni nesil reaktörlerin tasarımından itibaren, prototip dahil "milli tasarım" uranyum yakıtın yanı sıra, özellikle gelecekte Toryum+233U'ı yakıt olarak kullanacak projelerin desteklenmesi gerektiği, Avrupa'da halihazırda yürütülmekte olan ITER projesine katılım sağlayacak süreçler başlatılması gerektiği ve gelecekte "füzyon" reaktörlerine ilişkin çalışmalara ciddi paylar ayrılması gerektiği ifade edilmektedir. Nükleer enerjinin yan kolu araştırmalara destek verilerek,

örneğin 210Po, 241Am, gibi radyoizotopların çekirdek enerjinden yararlanılan “nükleer piller” konusunda çalışmalar yapılması gerektiği ve gelecekteki uzay araçlarında uzun ömürlü enerji depolayıcılar olarak yararlanılacağı katılımcılar tarafından ileri sürülmüştür.

- 1.1.5.** Yurtdışında yetişmiş uzmanların tersine beyin göçü için teşvikler sağlanması gerekliliği vurgulanmıştır.
- 1.1.6.** Radyasyon kimyası üretecek enstitümüz ve yeterince eğitim verecek yerimiz olmadığı tespiti yapılmıştır.
- 1.1.7.** İzleme ve değerlendirme ile koordinasyon eksikliği vardır.
- 1.1.8.** TAEK personel rejiminin düzeltilmesi gereklidir.
- 1.1.9.** Türkiye’nin en büyük probleminin barışçıl amaçlı nükleer yakıt olduğu ifade edilmektedir.

Eksen 2: Milli Ar-Ge Odağı

2. Bilim Ülkesi Olmak

2.15. Ülkemizin öncelikle “bilim ülkesi” olması gereklidir. Bu nedenle başta eğitim sistemimiz olmak üzere üniversite sistemimizin gözden geçirilmesi gerekliliği vardır. Vasıflı insan gücü olmadan ülkemizin nükleer alanda gelişmesi ve hedeflenen düzeye çıkması mümkün değildir. Milli eğitim deneme tahtası olmuş durumdadır, üniversiteler araştırma kabiliyetini kaybetmektedir. Steve Jobs’ın Türkiye’de olsaydı özgünlük, bürokrasi ve finansman engelleri nedeniyle Apple firmasını başlatamayacağı ifade edilmiştir. Bu çerçevede Türkiye bilim ülkesi olmak istiyorsa bilim kültürünü yerleştirecek çalışmaları üniversite, kamu ve özel sektörü buna göre yönlendirerek gerçekleştirmelidir. Bilim ülkesi olmak için topyekûn bakarak yaratıcı zekâları ortaya çıkarabilecek bir sistem oluşturmak gereklidir.

2.1. Geçmişte ülkemizde başlatılacak nükleer enerji programının, TAEK ve üniversitelerdeki araştırma ve uygulama altyapısı için itici bir güç olacağı düşünülmüştü. Ancak Akkuyu Nükleer Güç Santralinin yatırım modeli ülkemizdeki ilgili kurum ve kuruluşların projeye olan entegrasyonunu zorlaştırmıştır. Ar-Ge altyapımızın VVER-1200 teknolojisine entegre olması, hem teknolojinin öğrenilmesi hem de Nükleer Düzenleme Kurumuna olacak katkılar bakımından önemlidir. Kurucu ülkeyle (Rusya Federasyonu) know-how anlaşması ve araştırma merkezleri arasında işbirliği gereklidir. Yeni nükleer santral projelerinde, ulusal nükleer sanayimizin gelişmesini sağlayacak modelde işbirliği yapılması ve bu bağlamda Akkuyu projesinden dersler çıkarılması zaruridir. Bundan sonraki yatırımlarda devlet iştiraki ile santral kurulması ve sözleşme içine offset, vb. maddeleri eklenmesinde yarar görülmektedir.

2.2. Ayrıca, üniversitelerin nükleer alanda verdikleri eğitimlerin santral kurucusu ülke tarafından akredite edilmesi de önerilmektedir.

2.3. Yatırım olarak ilk aşamada, iyi bir araştırma reaktörü ihtiyacı vardır. Çekmece'deki TR-2 reaktörünün işletmeye alınması öğrenci eğitimleri ve radyoizotop üretimi için gereklidir. Ancak yeni araştırma reaktörünün maliyetli olması nedeniyle diğer ülkelerdeki reaktörlerde de yararlanmamız mümkündür. Örneğin Fransa'da uluslararası bir proje olarak yürütülen Jules Horowitz malzeme test reaktöründen, eğitim, araştırma ve uygulama bağlamında yararlanılmasının ülkemize önemli bir katkı sağlayacağını değerlendirmekteyiz. Reaktör işletmeye alındıktan sonra, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA)'nın Araştırma Reaktörleri Uluslararası Merkezi (International Centre based on Research Reactors, ICRR) kanalıyla IAEA'ya üye ülkelerin eğitim ve ortak Ar-Ge projeleri kapsamında reaktörden yararlanmaları mümkündür. Ülkemizin, ICRR enstrümanını kullanarak, ilgili kurum ve kuruluşlar ile üniversitelerin TAEK şemsiyesi altında katılımıyla, Jules Horowitz reaktöründen iş başı eğitim, Ar-Ge ve uygulamalar bağlamında yararlanır duruma gelmesinin önemli olduğunu değerlendirilmektedir.

2.4. Nükleer sanayinin oluşması için teşvikler önemlidir. Ancak çeşitli kurumlarda ne kadar teşvik var, bilinmemektedir.

2.5. Ar-Ge üç farklı uygulamayı bünyesinde barındırır;

2.5.1. Temel araştırma (basic research): Belirli, özgün bir uygulama veya kullanım düşünülmeyen, kuramsal veya deneysel çalışmalarla olguların ve gözlemlenebilir durumların altında yatana ilişkin yeni bilgi edinmeye denir.

2.5.2. Uygulamalı araştırma (applied research): Uygulamalı araştırma da özgün bilgi üretmeye yöneliktir. Ana hedef olarak doğrudan özgün ve pratik bir amaç içerir.

2.5.3. Deneysel geliştirme: Araştırma ve/veya pratik deneyimden edinilmiş ve halen varolan bilginin üzerinde yükselen, ancak yeni materyaller, ürünler, devreler üretmeye; yeni süreçler, sistemler hizmetler oluşturmaya veya halen üretilmiş veya oluşturulmuş olanları büyük ölçüde iyileştirmeye yönelik sistemli çalışmalardır.

2.6. TÜBİTAK proje destekleme ölçütlerinden biri "özgünlüktür" ve bu üniversiteler için sorun oluşturmaktadır zira proje teklifleri çoğunlukla reddedilmektedir. Değerlendiriciler, projeler konusunda yolda giderken teklifi okuyup, web taraması ile özgünlük denetimi yapma ve genelde projeleri özgünlük nedeniyle reddetme alışkanlığından vazgeçmelidir. Uluslararası standartlara uygun şekilde, henüz bu alanda özgün çalışma yürütecek kadar gelişmediğimiz düşünülürse, fiktif inovasyonların ön plana çıkmasını da engellemek amacıyla, özgün çalışma yerine, uluslararası mevcut teknoloji ve bilgi birikiminin ülkemize kazandırılmasına öncelik verilmelidir. Ar-Ge yerine makale sayısına bakılmamalıdır.

2.7. Çalıştayda üniversitelerde proje yürütmenin zorluklarından ve yoğun bürokrasiden söz edilmiş, satın alma sorunlarına değinilmiştir. Alandaki Ar-Ge çalışmalarının çeşitli kurumların alt başlıklarında değil, ülkenin, endüstri ve sanayinin ihtiyacına göre odak projeler olarak doğrudan TAEK/ETKB desteği ile yürütülmesi gerektiği ifade edilmiştir. TAEK farklı disiplinleri içeren sorun çözmeye odaklı proje çağrısına çıkmalı ve projelerin fonlanması konusunda tek yetkili kurum olmalıdır. Çağrılı projelerde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı kümelenme örneği alınabilir (milli güvenlik/kritiklik, ithalat rakamına göre - azaltmak üzere). Savunma sanayi destekleme fonu gibi bir fon düşünülebilir. EÜAŞ International ICC gibi TAEK' ait (TÜBİTAK ile ortak) bir lider şirket kurulabilmelidir. Fransa'daki CEA yapısı örnek alınabilir (tüm projeler CEA'dan onay alıyor, şirket kurabiliyor).

2.8. Proje şartları, savunma projelerindeki gibi, kesin ve sıkı şartlara sahip olmalıdır. Offset, know-how transferi gibi hususları da içeren özellikle uzun vadeli projeler milli güvenlik argümanı da kullanılarak desteklenebilir.

2.9. Ar-Ge ve Ür-Ge için özel sektör teşvik edilmeli, paydaş kurumlar haberdar edilmelidir. Sadece makale üretimine ve özgün değere odaklanmak yerine endüstriyel çözüm aramak ön plana çıkmalıdır. Alım garantisi ile gemilerde/denizaltında kullanılacak nükleer reaktör üretimi desteklenebilir. Sismik öncelik verilerek radon konsantrasyon ölçülüp haritalandırılabilir.

2.10. TAEK'ten maddi destek ile teknolojik altyapının yenilenmesi sağlanmalıdır.

2.11. Çatı yapı kurulmalı, ortak bir komite oluşturulmalıdır. Ortak bilgilendirme platformu sağlanmalıdır. TAEK koordinasyonunda sektörel danışma kurulları oluşturulmalıdır.

2.12. Üniversitelerdeki TTO'lar konusunda farklı görüşler öne sürülmüştür, TTO'ların faydalı olabileceğini söyleyen olduğu gibi hiç bir işe yaramadığını söyleyen de olmuştur.

2.13. TAEK cazibe merkezi olmalı, oluşturmalıdır.

2.14. TAEK markası oluşturulması önerilmiştir.

2.15. Abant İzzet Baysal Üniversitesi bünyesinde bulunan Nükleer Radyasyon Dedektörleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (NÜRDAM) ulusal merkez olarak kurulmuş ve yakın zamanda 6550 sayılı Araştırma Altyapısı Kanunu kapsamında başvuru yapılmıştır. 6550 sayılı Araştırma altyapısı Kanunundan üniversitelerin yararlanabilmesi için gerekli girişimlerde bulunulması değerlendirilmelidir. Bu sayede, laboratuvar ve tesis altyapısının üniversitelerin süregiden sorunlarında yalıtılması mümkündür.

2.16. Üniversite ve kurumların ortak araştırma yapabileceği bir altyapıda öncelikli alan olarak Ar-Ge desteği verilmeli, sanayinin önceliklerine göre, ihtiyacı karşılayacak şekilde, teşvik verilmelidir. Elektron beam (10 MeV ve daha düşük enerjide çalışan) üretimi ile X-ray (5 MeV ve daha düşük enerjide çalışan) üretimi desteklenebilir.

2.17. Nükleer teknopark (AtomKent) gibi yapılarda startup desteği sağlanmalı, üretimin adını devlet koyarak alım garantisi vermelidir (örn. dedektör). Network desteği verilmeli, Türkiye ve yurtdışına açılım için teknopark kanalıyla bağlantılar oluşturulmalıdır. Başka ülkelerden araştırmacı çekmek de düşünülebilir. İşbirliği/iletişim desteğiyle, sektörün uluslararası projelerde partner olması, yabancı deneyimli firmaların da ortaklar arasında olabilmesi, üniversite işbirliği sağlanmalıdır. Küçük şirketler daha sonra birleşebilir.

2.18. Bölüm açılması ve kadro verilmesi için girişimlerde bulunulmalıdır.

2.19. Üniversiteler mevcut durumdan şikayet ederek iç dökmek yerine zorlukları çözmek için somut kanun/madde önerileriyle gelmelidir.

2.20. Dergiye SCI indekse girmesi için destek verilmelidir.

2.21. Ar-Ge için en önemli üç konunun teknoloji, mevzuat ve pazara erişim olduğu, ulusal ve uluslararası çalışmalarda partner olunması gerektiği ifade edilmiştir.

3. Araştırma Alanları

3.1. Radyofarmasötikler tanı veya tedavi amacıyla kullanılan, yapısında radyonüklid içeren aktif moleküllerdir. Günümüzde reaktör, jeneratör veya siklotron kaynaklı radyoizotoplar kullanılarak üretilen, kanser dâhil olmak üzere bazı hastalıkların tedavisinde ve birçok hastalığın teşhisinde kullanılan 100'e yakın radyofarmasötik bulunmaktadır. Kullanılan en yaygın radyonüklid ^{99m}Tc 'dir. ^{99m}Tc , fiziksel özellikleri bakımından nükleer tıpta teşhis amacıyla kullanılan radyoizotopların en idealidir. ^{99m}Tc dışında flor-18 (^{18}F), karbon-11 (^{11}C), azot-13 (^{13}N), oksijen-15 (^{15}O), galyum-68 (^{68}Ga) radyonüklidleri de radyofarmasötik hazırlanmasında ve bazı tümör ve hastalıkların belirlenmesinde kullanılmaktadır. Sodyum iyodür (^{131}I) Tiroid hastalıklarının tanı ve tedavisinde kullanılır. Talyum klorür ($^{201}\text{TlCl}$) tanı amacıyla kalp, kas ve tiroid bezi görüntülemeye, kanser teşhisinde kullanılır. Ayrıca ^{131}I ve ^{123}I de kullanılmaktadır. SPECT görüntülemeye, tek foton yayılımı yapan ^{133}Xe , ^{111}In , ^{123}I ve ^{99m}Tc radyonüklidler veya bu radyonüklidlerle işaretlenmiş radyofarmasötikler kullanılmaktadır.

3.2. Medikal radyoizotopların kullanımı (onkoloji, kardiyoloji, lenfoma, tiroit nöroloji, vb.) önümüzdeki dönemde hızlı bir şekilde artacaktır. Pazarın büyüme hızı açısından ülkemiz de önde gelen ülkeler arasında görülmektedir.

3.3. Ülkemizin Nükleer Tıp alanında en fazla ihtiyaç duyduğu radyofarmasötikler Nükleer tıp kliniklerinde rutinde en sık kullanılan radyonüklid olan ^{99m}Tc 'in üretildiği $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ jeneratörleridir. Bunun yanı sıra hem tanı hem de tedavide uygulanan ^{131}I radyofarmasötiği de hâlihazırda yurtdışından temin edilmekte olup, yerel üretimi mümkün olması halinde çok büyük bir ihtiyacı karşılamış olacaktır. Bu iki radyofarmasötikle birlikte halihazırda yurtdışı kaynaklı temin dışı yolu bulunmayan ^{131}I MIBG radyofarmasötiği de Nükleer Tıp alanında ihtiyaç duyulan büyük bir alanı dolduracaktır.

3.4. PET SPECT'den daha çok kullanılabilecektir. 18F-FDG dışında yeni PET radyonüklerinin kullanımı da artacaktır. Bu radyonüklidlerin fiyat ve katma değerleri de daha yüksektir. Ga-68'in kullanımı günden güne artmaktadır. Dolayısı ile Ge-68/Ga-68 jeneratörlerine talep artacaktır. PET için Sc-44, terapi için Ra-223, Ac-227, Bi-213, Lu-177, Sc-47 diğer alternatif kaynaklardır. I-123 SPECT için hala önemlidir. Türkiye'de henüz üretilmemesi büyük bir eksiklik. I-131 de terapi için potansiyelini koruyacaktır. I-124 de PET radyonüklidi olarak gelecekte daha yaygın kullanılabilir.

3.5. Ülkemizin Nükleer Tıp alanında daha çok görüntüleme, teşhis ve tedavi alanında kullanılan radyofarmasötikler ve radyoizotoplar ayrı ayrı gruplanarak güvenli her biri için üretim ve kullanım programları oluşturulup uygulanması gerekir. Bu tür radyoizotopların üretiminin ülkemizde güvenli yapılabilirliğinin sağlanması gerekir.

3.6. Ancak makul sürelerde yarı ömrü olan (üretildikten sonra kullanılacağı yere ulaşması ve kullanılması için yeterli sürede yarı ömrü olan) farklı radyoizotoplar üretilebilir. Dünyada organların dokuları ile uyumlu olabilecek radyofarmasötik üretimine yönelik çalışmalar vardır.

3.7. Nükleer enerji programına hizmet edecek malzeme, test, denetimleri destekleyecek hızlandırıcı araştırmalarına öncelik verilmelidir. Uzun vadede atık dönüştürme araştırmaları düşünülebilir.

3.8. Katma değeri yüksek ürünlere odaklanılmalıdır. Odak ileri malzeme araştırmaları ve üretim teknikleri olmalıdır. Radyasyon kaynakları, ölçüm sistemleri, kendi reaktörümüzde tıp ve sanayi amaçlı olarak izotop üretimi önemlidir. Nükleer zırh malzemeleri, süper iletken malzemeler, yüksek kalitede ve ileri teknolojiye kullanılabilecek malzemeler, biyomalzemeler, Kompozit malzemeler, karbon nanotüpler, kendini onarabilen malzemeler, yapı malzemeleri, makine teçhizat bileşenleri, ileri teknolojik bilişim malzemeleri ve elektronik bileşenler ileri malzeme araştırmaları konusunda önceliklerimiz olmalıdır. Radyonüklid üretimi kullanım alanına gelene kadar temel bilimlerden mühendisliğe pek çok disiplini içeren konuları içermektedir. Hedef materyali teknolojisi de önemlidir, ısıya dayanıklı iletken veya yalıtkan yeni malzemeler de önemlidir.

3.9. Nükleer enerjide kullanılabilecek ve üretilebilecek ileri malzeme araştırmalarının Ar-Ge ve Ür-Ge konuları önem arz etmektedir. Nükleer reaktörlerde yüksek radyasyon dozuna, korozyona, yüksek sıcaklıkta gerekli mekanik dayanıma sahip yapısal malzemelerin yerli üretimi, bu malzemelerin yaşlandırma, dayanıklılık ve yıpranma testlerinin yapılabilmesi, radyasyondan korunmaya yönelik yeni nesil zırh malzemelerini üretilmesi, nükleer ve radyoaktif atıkların katılaştırılmasına kullanılabilecek yeni katılaştırma materyallerinin geliştirilmesi çalışmaları öncelikle ele alınmalıdır.

3.10. Yerli dedektör teknolojisinin mutlaka desteklenmesi ve bunu yapabilecek yetenekteki araştırmacıların aktif olarak sisteme dahil edilmesi genç neslin öncelikli konular seçilerek onlara

göre sisteme dahil edilmeleri önemli bu diğer tüm disiplinleri de kapsamaktadır. Eski teknoloji bile olsa (geiger) yerli üretim desteklenmelidir.

3.11. Radyasyon ve teknolojik inovasyon ancak silikon vadisi mantığıyla kurulan yapılar çerçevesinde yapılacak çalışmalarla başarılabilir. Birbirinden bağımsız ve habersiz yapılan çalışmaların yüksek başarı elde etme şansı zayıftır. Ayrı fikirleri bağımsız olarak bireysel çalışıp daha sonra bunların birleştirilip birlikte değerlendirilerek teknolojik inovasyon sağlanması daha verimli ve etkin sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır.

3.12. İnovasyon ancak talep olması durumunda dikkat çekecektir. Dolayısıyla, yerli veya ortak üretim şartı buna yardımcı olacaktır. Burada tanıtım, bilgilendirme ve ön üretim finansman ve AR-GE destekleri de oldukça önemli olacaktır.

3.13. Başarılı ülke modelleri incelenip ülkemizle karşılaştırılabilir. Güney Kore iyi bir model olabilir.

3.14. Sanayi 4.0 konseptine uygun sistemler ve düzenekler geliştirilmelidir.

3.15. Radyasyon el dedektörleri ile ilgili kendi çalışmalarımız mevcuttur. Radyasyon (el) dedektörleri ülkemizde özellikle TAEK tarafından oldukça verimli olacak şekilde üretilmektedir. Ülkemizde NGS'lerinin çalışmaya başlamasıyla radyasyon dedektörlerine ihtiyaç artacaktır. Burada önemli olan milli üretim ve unsurların kullanılarak tamamen kendi imalatlarımızdan oluşan sistemlerin oluşturulmasıdır. Elektronik bileşenler ülkemizin teknik ve teknolojik alt yapıya sahip olduğu imkânlarla rahatlıkla yapılabilecek düzeyde olduğu düşünülmektedir. Üniversite ve sanayi işbirliği ile sonuç alınabilir. Bu alanda daha gelişmiş ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda ve malzeme üreticilerinin ve mühendislerinin de işbirliği ile yenilikçi üretimler yapılabilir. Kendi dedektör teknolojimizi geliştirmemiz, kullanılan dedektör malzemeleri, dedektör verimliliğinin artırılması, izotop belirlemede kullanılan algoritmaların geliştirilmesi gibi konularda araştırmalar yapılması önemlidir. Ancak dünyaya pazarlanamadığı takdirde ekonomik ölçekli olamayacaktır.

3.16. Bağımsız ölçüm projeleri; örneğin metrolarda, turistik mağalarda radon ölçümü yapılabilir.

4. Motivasyon ve Teşvik

4.1. YOİKK - Fikri, Sınâî Mülkiyet Hakları ve Ar-Ge Çalışma Grubu'nda kaleme alınan eylem önerileri şunlardır:

4.1.1. Üniversite-Sanayi işbirliği için devletin akademik yükseltmelerde Ar-Ge hedefli teşvik sistemini işletmesi: Üniversiteler Arası Kurul'un <http://www.uak.gov.tr/?q=node/13> web sitesinde üniversitelerde akademik yükseltme şartları olarak öne sürülen ÖN ŞARTların (yabancı dil ve indeksli dergide belli bir adet yayın) üniversitenin bilgi birikimini ve genç beyinleri yayın hedefli araştırmaya yöneltmektedir. Bu ön şart yerine Ar-Ge hedefli

çalışabilecek yetenekli genç beyinleri teşvik edecek sistemin getirilmesi gerekir. Çok başarılı genç beyinler yeteneklerini ve bilgi birikimlerini kullanmak yerine belli başlı dillerden belli bir barajı geçmek veya indeks dergilerin politikaların uygun yapabilecek araştırmalar yapmak peşinde koşmaktadır. Bu yıpratıcı süreç Ar-Ge yapmasını engellemektedir.

4.1.2. Üniversite-Sanayi işbirliği için devletin döner sermayeden kesinti yapmak yerine teşvik edici uygulamaya yönelmesi: 2547 sayılı YÖK Kanunu 58. Maddesi 7. Fıkrasına göre döner sermaye üzerinden yapılacak Üniversite-Sanayi işbirliğinde araştırmacı akademisyene ödenecek ücretten %30 kesinti yapar diyor. Oysa bu kesinti yapmak yerine ödüllendirici ve teşvik edici sistemler getirilmelidir. Araştırmacıları yaptıkları indeks yayınlar yanında aldıkları patent ve tesciller, Ar-Ge projeleri ve proje destek miktarları ile de anılmalıdır. Ar-Ge projelerinde yer alan akademisyenin yetiştirdiği öğrenciler daha başarılı olurlar.

4.1.3. Üniversite-Sanayi işbirliği için devletin EK-AR-GE adlı bir teşvik uygulamasına yönelmesi: Üniversitelerde öğretim üyelerinin derslere girmesini teşvik etmek amacıyla konulan EK-DERS uygulaması benzeri bir sistem üniversite-sanayi işbirliğini teşvik etmek için EK-AR-GE uygulaması yapılabilir. Böylece başarılı ve yaratıcı olan araştırmacıların bilgi birikimi ve deneyimleri Sanayinin hizmetine sunulmuş olur. Bu konuda bir yönetmelik hazırlanabilir. Ancak bu sistemde kesintilerin olmaması gerekir.

4.2. Bu eylemler için sorumluluk YÖK'e verilmiş olup ilgili kuruluşlar ÜAK, Maliye Bakanlığı ile Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı olarak belirlenmiştir.

4.3. Ar-Ge ile ilgili olarak ne kadar teşvik çıkarsa çıksın Ar-Ge yapacak araştırmacı veya öğretim üyesi baştan hırsız gibi görülüp sıkboğaz edilirse başarısızlık o kadar artar. 6 ayda bir TÜBİTAK raporu sunmak sorun değildir, ancak akademisyenlerin mutemet gibi çalışmaması gerekir. Bunun için Ar-Ge için proje sunan kişi soruşturulabilir, güvenilir bulunursa talep ettiği veya kurumun uygun bulduğu miktar olan proje ödeneği banka hesabına yatırılır. Proje yürütücüsü ihtiyacı olanı dilediği kaynaktan temin eder, her harcamasını belgeler. Sonuç odaklı yaklaşımda proje sonunda taahhüt edilen rapor, patent ne ise bütçenin sorgulanmasına gerek kalmaz. Taahhüt yerine getirilmemişse (proje çıktıları elde edilmemişse) gerekli yasal süreç başlatılır ve yürütücü kara listeye alınarak 5, 10 veya 20 yıl boyunca Türkiye'de hiçbir projede yönetici, yardımcı araştırmacı veya danışman olamama koşulu getirilir. Araştırmacı alım yöntemleri, ihale süreçleri, harcama kalemlerine ilişkin limitler, vb. bürokrasi ile uğraştırılmamalıdır.

4.4. Ar-Ge bütçesi genel muhasebe kanunu dışına çıkartılmalıdır.

4.5. YÖK bu konuda bir adım atmalı ve Ar-Ge için bir mevzuat oluşturarak akademisyenin ayağındaki pranga olan bürokrasiden arındırılmalıdır.

4.6. Araştırmacılar küstürülmemelidir ve saygı görmelidirler. Araştırmacı her değişen yönetime savunma pozisyonunda yaptığını anlatmaya çalışmak zorunda bırakılmamalıdır.

4.7. Radyasyon ve hızlandırıcı teknolojileri ulusal Ar-Ge güçlü altyapısı üniversite ve sanayinin teşvik edilmesi ve her iki kesimin bir araya getirilerek ve özellikle pazarlama odaklı rekabetçi ürünler elde edilerek sağlanabilir. Maddi teşvikler sadece alt yapı kullanılması ile sınırlı olmalı gerekli alt yapı kurulduktan sonra özellikle pazar bulma konusunda da ilgili sektörler kendi imkânlarıyla pazarlama, üretme ve genişleme konularıyla alakalı çaba sarf etmelerinin önü açılmalıdır.

4.8. Üniversiteler bünyesinde özel sektör ve devlet desteği işbirliği ile sağlanacak araştırma projeleri hazırlanması suretiyle radyasyon ve hızlandırıcı teknolojileri motivasyonu artırılabilir.

4.9. Ülkemizde bugün bir x-ışını tüpünü dahi üretebilir durumda değiliz. Elbette belirli yabancı firmalar bu konuda çok fazla yol almış durumdadır ve bugün onlarla rekabet çok zor. Ancak, ilk etapta bir x-ışını tüpü imal edebilir hale gelmek dahi bilgi birikimi kazanılmasında önemli bir merhale olabilir. Bunun özel sektörün ilgisini çekmesi bugün için zor görünüyor. Bunun üniversiteler üzerinden proje bazlı olarak yaptırılmasının daha pratik olduğunu düşünülmektedir. Sonuçta, üniversiteler parçaların üretimi aşamalarında sanayiye de işin içine katmış olacaklardır.

4.10. Başarılı ülke modellerini incelenip ülkemizle karşılaştırılmalıdır.

4.11. Konunun önemi medya ya da sosyal medyada duyurulmalıdır.

4.12. İşbirliği artırılarak lisans düzeyinde bu bilinç sağlanmalıdır. Dışa bağımlılığımız azaldığı doğrultuda ülke olarak motivasyonumuz artacak, hem sanayi hem de üniversiteler motive olacaktır.

4.13. Uluslararası firmaların daha kolay katılımını sağlayabilmek için mevzuat düzenlemesi, gümrük işlemlerinin hızlandırılması ve vergilerin azaltılması gerekir. Kaynaklara erişim sorunu vardır, kaynak tedariği sıkıntılıdır. Malzeme eksikliği nedeniyle süreler uzamakta, vardiya sayısı düşmekte, daha az hizmet sunulabilmektedir.

4.14. Kalibrasyon amaçlı kaynakların hızlı tedariği hızlı tedarik edilmesi gerekmektedir. Kademeli olarak kalibrasyon kaynakları üretimi gündeme gelmelidir.

4.15. Üniversiteler proje yazım, satın alma, gümrük vb. konularda yardımcı olmamasına rağmen telif sahipliği istemektedir. Araştırmacının motivasyonunu kıran bu hususla ilgili bir düzenlemeye ihtiyaç vardır.

4.16. Tarım Sektöründe Ar-Ge ve Üniversite-Sanayi İşbirliği

- 4.16.1.** Tarım Sektöründe Ar-Ge ve Üniversite-Sanayi İşbirliği Ar-Ge, bilimsel ve teknik bilgi birikimini artırmak amacıyla, sistematik bir temele dayalı olarak yürütülen, yaratıcı çaba ve bu bilgi birikiminin yeni uygulamalarda kullanımıdır.
- 4.16.2.** FAO verilerine göre dünya genelinde tarımsal araştırma ve geliştirme faaliyetlerine ayrılan kamu kaynakları artmaktadır. Özel sektörün ise tarımsal Ar-Ge'ye daha fazla yatırım yapacağı beklenmektedir. 1981 yılında 16 milyar ABD Doları olan kamu yatırımları, 2000 yılında 23 milyar ABD Doları'na yükselmiştir. Aynı dönemde özel sektör AR-GE yatırımları daha fazla artarak 16 milyar ABD Doları'na ulaşmıştır. Toplam AR-GE yatırımlarında özel sektörün payı yüzde 40'a yükselmiştir. Kamu AR-GE yatırımlarının yüzde 50'si ABD, Japonya, Çin, Hindistan ve Brezilya'dan oluşan 5 ülkede yapılmakta, özel sektör yatırımları ise daha çok gelişmiş ülkelerde yapılmaktadır.
- 4.16.3.** Tarım sektöründe Ar-Ge yapan özel sektör oldukça az bulunmaktadır. Bunu geliştirme için TUBİTAK, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından KOBİ'ler ve daha büyük şirketler için Ar-Ge proje destekleri vermektedir. Türkiye'de Ar-Ge'nin büyük bir kısmının üniversiteler tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir.
- 4.16.4.** Tohumculuk sektöründe üniversitelerin AR-GE kapasitesi ve özel sektörle işbirliği yeterli düzeyde değildir. Bu oran diğer ülkelerle karşılaştırıldığında da yüksek kalmaktadır. Diğer ülkelerde özel teşebbüslerin Ar-Ge çalışmaları başı çekmektedir. Bunun dışında kâr amacı gütmeyen kurumların Ar-Ge çalışmaları da büyük katkı yaratırken Türkiye'de kâr amacı gütmeyen kuruluşların herhangi bir Ar-Ge çalışması olmadığı görülmektedir.
- 4.16.5.** Türkiye'de bürokrasi ve mevzuat Ar-Ge yapmak isteyen Üniversite veya özel sektörde görev yapan araştırmacıları korkutmaktadır. Güvensizlik üzerine kurulan sistemde mevzuat nedeniyle yaşanan kısıtlamalar ve sınırlamalar araştırmacının hızlı karar vermesini engellemektedir. Araştırmacı mevzuata ve muhasebe sistemine uyabilmek için çok fazla zaman ayırmaktadır. Alımlarında ve seyahat harcamalarında bürokrasi ve mevzuat sorunları nedeniyle araştırmacı ya kendi ya da şirketinin imkânlarını kullanmak zorunda kalmaktadır. Sonuçta devlet ne kadar parasal destek verirse versin eğer araştırmacıyı bürokrasi ve mevzuat kısılcısından kurtaramaz ise Ar-Ge'ye olan ilgiyi artırması söz konusu olamayacaktır. Araştırmacı için proje hazırlama ve sunma aşamasında harcadığı zamandan daha fazlasını mevzuata uygun ve

bürokrasinin istediği şekilde harcama yapmaya harcamaktadır. O zaman da proje yapmak eziyet haline gelmektedir. Oysa araştırmacı önünde herhangi bir engel olmadan harcamalarını yapabilse ve sonunda projede taahhüt ettiği rapor, yayın, patenti sunabilirse sonuca daha rahat ulaşılacaktır.

4.17. Tarım Sektöründe Üniversite-Sanayi İşbirliği: Diğer sektörler yanında karlılığı düşük olan tarım sektöründe özel sektörün Ar-Ge geliştirmesi zor iken bunun yerine yeni teknoloji geliştirme ve kullanımı için üniversite işbirliğine gitmek isterler. Ancak bu sefer karşılığına Döner Sermaye sistemi çıkar. 2547 sayılı Yüksek Öğrenim Kurumu Kanunu 58. Maddesi 7. Fıkrasına göre döner sermaye üzerinden yapılacak Üniversite-Sanayi işbirliğinde araştırmacı akademisyene ödenecek ücretten %30 kesinti yapar diyor. Oysa bu kesinti yapmak yerine ödüllendirici ve teşvik edici sistemler getirilmelidir. Araştırmacıları yaptıkları indeks yayınlar yanında aldıkları patent ve tesciller, Ar-Ge projeleri ve proje destek miktarları ile de anılmalıdır. Ar-Ge projelerinde yer alan akademisyenin yetiştirdiği öğrenciler daha başarılı olurlar. Döner sermayenin olumsuz etkilerini yok etmek için üniversiteler tarafından kurulan Teknoparklar ile tarım sektörüne hizmet edilmeye çalışılmaktadır. Ancak bunların hiçbiri bu işbirliğini istenen seviyeye çıkartamamıştır.

4.18. Tarım Sektöründe Kamu-Özel Sektör İşbirliği: Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2006 yılında çıkarılmış olan 5488 sayılı Tarım Kanunu kapsamında özel sektörün tarımsal araştırma faaliyetlerini desteklemek için tedbirleri alma görevini üstlenmiştir. Bu maksatla 2007/1 sayılı “Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’na Bağlı Araştırma Kuruluşları İle Ortaklaşa Olarak Araştırma ve Geliştirme Projeleri Yürütecekler Arasında Uygulanacak Usul ve Esaslara İlişkin Tebliğ” 17 Ocak 2007 tarih ve 26406 sayılı Resmi Gazete yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Böylece bireyler veya özel sektör kuruluşları, gerek ulusal gerekse uluslararası kaynaklardan destek bularak hazırladıkları projeleri, bakanlığa bağlı 47 araştırma kuruluşunun altyapı ve eleman desteği ile yürütebileceklerdir. Sonuç olarak Özel Sektör, bireysel araştırmacılar veya sivil toplum kuruluşları Ar-Ge çalışmaları için yüksek yatırımlar yapmalarına gerek kalmadan, kamunun elinde bulunan ve uzun yılların birikimi ve yüksek yatırımlarla oluşturulan altyapı imkânlarından faydalanarak ihtiyacı olan çalışmalarını yapabilmiş olacaklardır.

4.19. Tarım Sektöründe Ar-Ge Proje Destekleri

4.19.1. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, tarım sektörünün ihtiyaç duyduğu öncelikli konularda bilgi ve teknolojilerin geliştirilmesi, çiftçiler, tarımsal sanayiciler ile ihracatçılara aktarılması ve tarım sektöründeki örgütlerin Ar-Ge kapasitelerinin geliştirilmesi amacıyla Ar-Ge projelerine geri ödemesiz doğrudan destekleme ödemesi vermektedir. 5488 sayılı tarım kanuna bağlı olarak çıkartılan Araştırma ve Geliştirme Projelerinin Desteklenmesinde Uygulanacak Usul ve Esaslara İlişkin Tebliğ kapsamında, tarım sektörünün

ihtiyacı olan konularda üniversiteler, sivil toplum örgütleri, meslek kuruluşları, çiftçi örgütleri ve özel sektör tarafından yürütülen Ar-Ge projeleri desteklenmektedir.

4.19.2. Bakanlık Ar-Ge proje desteklerine 2007 yılından itibaren başlamıştır. Proje başvurusu, projelerin değerlendirilmesi ve kabul edilen projelerin izlenmesi ile ilgili olarak Sekreteryaya görevi Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından yürütülmektedir. Bakanlık tarafından uygulanmakta olan AR-GE destekleme sisteminde özellikle çok yıllık bitkilerin ıslahı ve tohumculuk sektörü için ayrı bir uygulama stratejisi geliştirilmelidir.

4.20. Tarım Sektöründe Ar-Ge Proje Destekleri için öncelikli alanlar

4.20.1. Anadolu birçok bitki türünün gen merkezi özelliğinde olması nedeniyle bu gen kaynaklarının ekonomiye kazandırılması hem ihracat geliri imkanı sağlayacak hem de o yörede kırsal kalkınmaya hizmet etmiş olacaktır. Amasya elması, Muş lalesi gibi birçok bitkinin menşesinde değer bulması önemlidir.

4.20.2. Coğrafi işaret tarımsal üretim, sanayi ve pazarlamasında ekonomik katkı sağladığı sürece ve oto kontrol sistemi ile güven oluşturabildiği sürece faydalı olacaktır. Bu nedenle Türk Patent Enstitüsü ile birlikte çalışılmasında büyük fayda vardır.

4.20.3. Mevcut bitkisel üretimde verim ve dayanıklılık ıslahı çalışmalarına üreticilerin ve sanayicilerin de katılmasını sağlayacak ortamların geliştirilmesi gerekmektedir. Örneğin bir sanayici yurtdışında talep gören bir tür veya çeşidin ülkemizde yeterli olmadığını düşünerek fide veya fidanını ithal edip yaygınlaştırılmasını talep edebilmektedir. Oysa ülkemize adapte olmuş benzer çeşitlerin ıslah edilmesini talep edip onların yaygınlaştırılmasını sağlamış olsa çok daha faydalı olacaktır.

4.20.4. TAGEM, Üniversiteler, Üretici, Sanayici, Tüccar ve İhracatçının bir araya gelip tarımsal ürün bazında sorunları tartışıldığı platformların oluşturulması sorunlara çözüm bulunması açısından büyük önem taşımaktadır.

4.20.5. Tarımsal Ar-Ge mevzuatının Bakanlık, Üniversiteler ve TUBITAK ile beraber oluşturulması gerekmektedir.

4.20.6. Tarımsal üretimde katma değeri yüksek ürün veya sanayi hammaddesi üretmek üzere Ar-Ge desteği verilmesi teşvik edilmelidir. Organik renkli pamuk gibi

4.20.7. Endemik bitkilerin ve tıbbi aromatik bitkilerin yöresinde ekonomiye kazandırılmasına, özellikle de ihracatta yüksek gelir sağlamaya, yönelik sanayiciyi teşvik edecek şekilde Ar-Ge desteğinin verilmesi.

4.20.8. Bitkisel üretimde birim alana verim ve kalitenin artmasının önünü açacak olan sözleşmeli tarımının sanayici ve üretici tarafından tercih edilmesinin önünü açacak araştırmaların yapılması.

4.21. Üniversitelerin Eğitim programlarını gözden geçirmeleri yararlı olabilir. TAEK ile ortak araştırma alt yapısı ve araştırma teşviki, sanayicinin de sürece dâhil edilebilmesi faydalı olabilir. Ar-Ge'nin Ür-Ge'ye dönüşmemesi sorunu finansal destek ve sanayicinin ilgisini artırmakla sağlanabilir.

4.22. Nükleer içerikli anabilim dalları kurularak özellikle lisansüstü düzeyde eğitimler artırılmalıdır. Bu konuda çalışan öğrenci ve öğretim elemanları yurtdışına gönderilerek orada eğitim, seminer vb. etkinliklere katılımları sağlanarak motive edilmelidir. Ayrıca bu konuda projeler öncelikli olarak desteklenmelidir.

4.23. Bu konuda üniversitelerin firmalar ile işbirliği yapabildiği çağrılarının sayısı artırılabilir. Üniversite öğrencilerine, TAEK destekli veya sanayi destekli daha fazla bursların verilmesi sağlanabilir. Böylece bu konuda ileride çalışacak öğrenci sayısı ve bu öğrencilerin motivasyonu artırılabilir.

4.24. Doktora öğrencisi okul bitince çalışacağı yer olmadığı için konuya ilgi duymamaktadır.

Eksen 3: Atık Yönetimi

5. Radyoaktif Atık Yönetimi

5.1. Radyoaktif atık yönetimi ve güvenliği altyapısının oluşturulması gibi hususlar ülkemizdeki gibi nükleer güç programına geçiş sürecinde göz önüne alınması ve programın erken dönemlerinde tamamlanması gereken çalışmalardır. Nükleer enerjiden yararlanan gelişmiş bir çok ülke nihai atık yönetimine geçmemelerine rağmen atık yönetimine ilişkin çalışmalarına çok uzun yıllar öncesinden başlamıştır. Türkiye'nin 10 yıla yakın bir süredir devam eden nükleer güç programında neredeyse ilk santralin inşaat aşamasına gelinmiş olmasına rağmen erken dönemlerde tamamlanması gereken atık yönetimi ve güvenliğine dair politika ve stratejilerin henüz belirlenmemiş olduğu görülmektedir. Bu konuda uzun yıllardır üniversitelerimizin nükleer alanda eğitim veren kurumlarında nükleer ve radyoaktif atık yönetimi, atığın katılaştırılması, atıktan geri kazanım ve atık güvenliği konularında yapılmış çok sayıda araştırma ve projeler mevcuttur. İleriye dönük atık yönetimi politikaları ve stratejilerinin oluşturulmasında ve bu alandaki hedeflerin belirlenmesinde bu çalışmalardan yararlanılması, yerli ve milli proseslerin geliştirilmesi ve atık yönetimi çalışmalarının santral kurulum çalışmaları ile eş zamanlı yürütülmeye başlatılması gerekmektedir.

5.2. Ortak Sözleşme (The Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, IAEA) radyoaktif atıkların üretildiği ülkede bertaraf edilmesi gerektiğini söylemektedir. Bununla birlikte, atıkların emniyeti ve verimliliği söz konusu olduğunda başka bir yerde bertaraf edilmesine de izin verir.

5.3. Atık yönetiminde en önemli etken güvenlik ve güvenilirliktir. Atıkların yeniden işlenmesi ve bunların depolanmasında azami hassasiyet gösterilmesi birinci öncelikte olmalıdır. Özellikle bu alanda çalışacak personelin azami ölçüde bilgi, beceri ve güven verici nitelikte olması gerekmektedir.

5.4. Radyoaktif atık yönetiminde güvenlik ve güvenilirliğin sağlanabilmesi için güncel uygulamaları kapsayan uygulama esaslarının belirtildiği kılavuzlar büyük önem arz etmektedir.

5.5. Bu konuda güvenlik ve güvenilirlik standart hale getirilmiş ve tüm mevcut uygulamaları kapsayan kurallara uyulması yolu ile sağlanabilir.

5.6. Atık yönetimi basamakları ve kontrol noktaları açık şekilde belirlenmelidir.

5.7. Dünyadaki en ileri uygulamaları takip ederek, örnek almak en akılcı yol olacaktır. Ayrıca, bu konuda topluma karşı şeffaflık çok önemlidir.

5.8. En önemlisi her seviyede eğitim sağlanmalıdır.

5.9. Radyoaktif atıkların bertaraf edilme yöntem ve koşulları sıkı bir şekilde denetlenmelidir. Kullanılmış nükleer yakıtlar ciddi şekilde radyoaktiftirler ve ölümcüldürler. O yüzden kullanılmış nükleer yakıtların çevreye zarar vermelerinin önlenmesi gerekmektedir. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na göre nükleer santrallerden temel olarak 3 sınıf radyoaktif atık çıkmaktadır. Bunlar; düşük, orta ve yüksek (kullanılmış nükleer yakıt) seviyeli atıklardır. Kullanılmış yakıtlar bazı ülkelerde "atık" olarak kabul edilse de bunlar yeniden işlenerek tekrar yakıt olarak kullanılabilir. Türkiye'de planlanan nükleer güç santrali aktif hale geçtiği zaman ortaya çıkacak atıklar tahmini olarak 20 yıl civarında santral çevresinde saklanabilir.

5.10. Radyoaktif atık yönetiminde hükümet ulusal planlamaya öncülük etmelidir. Beklenen tüm atık tipleri için radyoaktif atık politikası ile ilgili düzenlemeler gözden geçirilmelidir. Radyoaktif atık yönetimi konusunda yapılması gerekenler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

5.10.1. Radyoaktif atık işleme, depolama, taşıma ve bertarafındaki mevcut düzenleme değerlendirilmelidir.

5.10.2. NGS'lerinin işletmeye geçmesiyle beklenen ek düşük ve orta seviye atık hacimleri ve izotop çeşitleri belirlenmelidir.

5.10.3. Kullanılmış yakıtın nihai bertarafı hakkında teknolojik seçenekler değerlendirilmelidir.

5.10.4. Bütün tiplerdeki radyoaktif atıklar için ülkemizde mevcut olan jeolojik koşullar değerlendirilmelidir.

5.10.5. Diğer ülkelerle birlikte atık bertarafı yapmak için potansiyel ülkeler araştırılmalıdır.

5.10.6. Düşük ve orta seviyeli atıklar NGS çalışmaya başlar başlamaz üretilecektir. Bu nedenle NGS çalışmaya başladığında üretilen düşük ve orta seviyeli atıkların depolanması veya imhası için mevcut, geliştirilmiş veya yeni tesisler hazır ve işlevsel olmalıdır.

5.11. Sürdürülebilir çevrenin temin edilmesini sağlayabilecek ilgili teknolojiler, kurallar ve iş modelleri eş zamanlı olarak tanımlanmalıdır. TAEK bu konuda, ilgili aktiviteler için, öğrenme ve bilgi paylaşma konusunda uygun bir platform olabilir.

5.12. Atık yönetimi maliyet hesapları yapılmalı ve ulusal plana yansıtılmalıdır.

5.13. Bertaraf etme ve yer seçimi konusunda Ar-Ge yapılmalıdır. Atık bertaraf tesisi lisanslama örnek proje olarak kullanılabilir. Neredeyse her ögeyi içeren bir yapıya sahiptir, üniversite, sanayi ortak olmalıdır.

Eksen 4: Politika Önerileri

6. Mevcut Durum ve Teknoloji Öncelikleri

6.1. Mevcut politikalarla günümüze kadar gerekli ve yeterli verinin elde edilemediği düşünülmektedir. Radyoizotop üretimi hem ekonomik, hem de sosyal yönden önemli bir katkıdır. Ancak, bunun dışında nötronlar ve hızlandırılmış yüklü parçacıkların temel bilimsel araştırmalarda, INAA, PGAA ve PIXE analizlerinde kullanımı bugüne kadar mümkün olamamıştır.

6.2. Sektör hala ithalata dayalı olarak yürümektedir. Ar-Ge ve inovasyon yönünden yetersizdir. Belki burada TAEK öncü olabilir. Üniversitelerle daha yakın işbirliği ve ortak Ar-Ge faydalı olabilir.

6.3. Baş emir → politika/program → yol haritası zinciri çerçevesinde mutlaka kısa orta ve uzun vadede gerçekleştirilecek eylem/projelerle ilgili bir yol haritası hazırlanmalıdır.

6.4. Konu ile ilgili aktörler için ülkesel öncelikli projelerinin hazırlanması gerekmektedir.

6.5. Ar-Ge çalışmalarına ivme verilmeli ve özel sektör için içine mutlaka entegre edilmelidir. Mevcut politika ve uygulamalar, sektörün üniversiteler ile ve sanayi firmaları ile iletişim kurmasına, işbirliği yapmasına ve partner olarak etkin bir şekilde projelerde yer almasına fırsat vermemektedir. Söz konusu bu durum sektörün gelişimini yavaşlatmaktadır.

6.6. Radyasyon ve hızlandırıcı alanında öncelikle ülke ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu ihtiyaçlara binaen politikalar üretilmesi gerekir.

6.7. Ülkemizde hâlihazırda kurulan ve/veya kurulma aşamasında olan hızlandırıcılardan şu ana dek yeterli verim elde edilememiştir. Bu hızlandırıcı projeleri için nitelikli personel yetiştirilmesi ve bu personel vasıtasıyla teknolojik alt yapının oluşturulmasına önem verilmelidir.

6.8. Elde edilecek teknolojilerin ticari değeri artırılması ve bu alana da özel sektör katkısının sağlanması gerekmektedir.

6.9. Sanayimize bu imkânın sağlanması hususunda gerekli görüldüğü takdirde bu alanda ilerleme kaydetmiş ülkelerin çalışma yöntemleri incelenerek faydalı bulunan yapıların sistem entegrasyonu sağlanmalıdır.

6.10. Radyasyon teknolojileri, gelecek vaat eden pazar ve teknolojik alanlardan birisidir. Ülkemiz öncelikleri sırasıyla;

6.10.1. Teknoloji transferi,

6.10.2. Teknoloji transferi yapılan ülke ile ortak üretim,

6.10.3. Özgün tasarım ve üretim olmalıdır.

6.11. Önce transfer et sonra üret yaklaşımında Çin örnek alınabilir.

6.12. Enerji, tıp, malzeme teknolojisi, algılama sistemleri teknolojisi, silah sanayii, tarım, gıda, ilaç sanayii alanlarına öncelik verilmelidir.

6.13. Radyasyon ve hızlandırıcı teknolojilerini içeren ve süper zengin ülkelerin almaya talip olacakları katma değeri yüksek ürünlere uygulanabilecek teknolojilere odaklanılmalıdır.

7. Sektörün Gelişimi

7.1. Işınlama teknolojilerinin uygulama alanları oldukça geniştir. Başta sağlık olmak üzere bu konunun birçok endüstriyel uygulamaları bulunmaktadır. Bu ve benzeri uygulamalar göz önüne alınarak yerli Ar-Ge çalışmaları desteklenmeli ve özel ve/veya kamu sektörünün bu alanda etkin olması teşvik edilmeli ve destek görmelidir. Tıbbi malzemeler, baharat bazı gıda ürünlerinin ısıtılması veya radyasyon polimerizasyonu Türkiye’de çok hızlı potansiyeli artabilecek ve Sanayiden en çok teşvik görecektir konulardır. Aynı şekilde lastikler, kablolar, otomotiv endüstrisi ve ağaç endüstrisi, gıda sanayi, sağlık sektörü ve steril mamuller başlıca uygulama alanlarıdır. Bu alanlarda özel sektör ve kamu arasında işbirliği yapılmalıdır. Örneğin gıda ısıtılması yapan bir şirket doz hesaplamaları için üniversitelerden ya da ilgili kurumlardan (TAEK gibi) yardım almalıdır.

7.2. Sırasıyla

7.2.1. Bu konudaki alt yapının (Ar-Ge ve insan kaynakları) belirlenmesi,

7.2.2. Hazırlanacak master plana katkı sağlayacak yatırımcı firmaların belirlenmesi,

7.2.3. Mevcut tesis alt yapısının zaman içinde edindiği tecrübelerin belirlenmesi,

7.2.4. Ulusal düzeyde master plan hazırlanması,

7.2.5. IAEA ve diğer uluslararası kuruluşlarla teknoloji üretimi konusunda işbirliğinin yapılması düşünülmelidir.

7.3. Ortak akıl fikri çerçevesinde mutlaka kamu, üniversite, teknokentler, özel sektör, uluslararası kurum ya da kuruluşların işbirlikleri altında büyük projeksiyonlu projeler farklı iş paketleri (büyük projeye hizmet eden küçük projeler) içerecek şekilde hayata geçirilmelidir.

7.4. Sektörün partner olarak, üniversiteler ve firmalar ile etkin bir şekilde uluslararası projelerde yer almasına fırsat verilmelidir.

7.5. Sektörün gelişimini hızlandıracak, yönetmelik ve tüzüklerin ivedi bir şekilde hazırlanması ile sektörün ilgi duyduğu konularda, ulusal ve uluslararası üniversiteler ve firmalar ile işbirliğine girilmelidir.

7.6. Ülkemizde nükleer sanayi yoktur. Bugünkü program nükleer değil, nükleerden elektrik üretim programıdır. Nükleer sanayinin oluşmasında, savunma sanayinin 1974 Kıbrıs Barış Harekatı sonrasında ülkemize uygulanan silah ambargosu sonucunda alınan karar ve önlemler kapsamında bugüne olan gelişmesini örnek alabiliriz. Nükleer alandaki önceliklerimiz gerçekçi olarak belirlendikten sonra küçük, orta ve büyük sanayi şirketlerine sağlanacak teşvikler ile; nükleer alana girmelerinin sağlanması, bu şirketlerin tasarım, mühendislik ve imalatta yetkin konuma gelmeleri, bu şirketlere ürünlerinin devlet tarafından satın alınma garantisi verilmesi, böylece şirketlerin hayatta kalmalarının sağlanması, şirketlerce geliştirilen projelere üniversite altyapısının da entegre edilmesi gereklidir.

7.7. Radyasyon ve hızlandırıcı teknolojileri altyapımız mutlaka nükleer enerji programına entegre edilmelidir. Nükleer güç santrali malzeme araştırmaları ve testleri bu altyapı kullanılarak gerçekleştirilebilir.

7.8. İşbirliği ve rekabet önceliğini ekonominin belirlemesi daha gerçekçi olacaktır. Bazen işbirliği ekonomik çözüm olur, bazen rekabet ekonomik avantaj sağlar. Mevcut durumda rekabet mümkün görülmemekte ancak yeni bir başlangıç ve yeni bir vizyon için bütün istekli partnerlerin işbirliği yapması gerekmektedir. Rekabet edebilecek potansiyel oluşması için işbirliği ile kapasite arttırılmalıdır. Kontrollü rekabetin fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu alanda ülkemizin hızlı bir giriş yapılması isteniyorsa rekabetçilik ön planda tutulmalıdır. Eğer uzun ve sürekli mesafeler alınarak ilerlenmesi isteniyorsa, işbirliğine önem verilmelidir.

8. Politika Müdahaleleri

8.1. Politika öncelikleri mikro (firma düzeyi), mezo (sektör düzeyi), makro (ulusal düzey) ve mega (uluslar üstü düzey) boyutlarda düşünülmelidir. Her bir düzey için ayrı ayrı ve ilgili sektöre özgü politikalar geliştirilmelidir. Her bir sektörün kendi içinde yapacağı çalışmaları önem derecesine göre teşvik edici uygulamalar yapılmalıdır.

8.2. İlgili firmaların dünyadaki gelişmeler ve uygulamalar konusunda bilgilendirileceği bir ağ oluşturulmalıdır. Sektör düzeyinde de böyle bir ağ oluşturulup, sektördeki firmalar arasında ortak projeler teşvik edilmelidir. Ulusal düzeyde üniversiteler, sektör ve kamu kurum/kuruluşları

arasında işbirlikleri çağrılı projelerle ve ihtisas sempozyumları ile desteklenmeli, uluslararası işbirlikleri teşvik edilmelidir.

8.3. Bir görüşe göre her firma kendi sahip olduğu teknoloji seviyesini geliştirmek ve kendi sorumluluğunu almak zorunda olmalıdır. Bu konudaki çeşitli teknolojilerin tanımlanması gereklidir. Sektör teşviği yerine kendi dinamiğine bırakmak (Pazar: karlı iş olmalı ki özel sektör yönlensin) firmaların seviyesini yükseltecektir. Her bir düzeydeki kurumun ticari yük oranının anlamlı bir şekilde ifade edilmesi ve anlaşılmasının sağlanması için sayısal olarak değerlendirilmesi gerekir. Kim ne sorumluluk alacak tanımlanmalı, sorumluluk yük oranı rakamsal olarak ifade edilmelidir.

8.4. Sürdürülebilirlik önemlidir, üretilecek belgeden sapmalar olursa geriye düşme ve motivasyonu da kaybetme riski vardır.