

İLGİNÇ SORULAR VE YANITLARI..

Bilim Teknoloji'deki çeşitli gelişmelerden örnekler

Yüksel Atakan, Dr., Radyasyon Fizikçisi, Almanya, ybatakan4@gmail.com

Daha ayrıntılı bilgiler: <https://www.kitapyurdu.com/yazar/yuksel-atakan/22327.html>

Başlıklar:

1.GÜNEŞ IŞIĞINI ELEKTRİĞE ÇEVİRMEYİ KİMLER, NASIL AKIL EDİP BAŞARDILAR?

2.Güneş ışınlarından elektrik gerçekten tertemiz mi?

3.Bir elektrik santralının 'Kurulu Gücü', ürettiği elektriği mi gösterir?

4.Yaşamımızı Doğal Radyoaktif maddelere borçlu olduğumuzu biliyor muyuz?

5.Kozmik ışınlar nedir, kim buldu?

6.Radon ikilemi: Radon evlerin havasında zararlı, radon banyolarında yararlı! Neden?

7.Akkuyu ilk reaktörü, önümüzdeki yıllarda işletmeye açılacakken..Türkiye'nin yapması gereken denetimler, kalite kontrolleri askıya mı alındı?

8.Nükleer reaktör atıkları ne yapılıyor, Akkuyu'da ne yapılacak?

9. Akıl ve bilimle üretilen teknolojideki gelişmelerle Nükleer Reaktörlerde kaza riski nasıl sifira yaklaşıyor?

10. Akıl ve Bilimle kalkınırken..ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME (ARGE) ÇALIŞMALARININ ÖNEMİ

11.Bataklıkların, ormanlardan çok daha fazla karbon depoladıklarını biliyor muyuz?

12. Kitle turizminin olumlu ve olumsuz yanları neler ce CO₂ salınımına etkisi?

1.GÜNEŞ IŞIĞINI ELEKTRİĞE ÇEVİRMEYİ KİMLER, NASIL AKIL EDİP BAŞARDILAR?

Fransız Alexandre Edmond Becquerel'in, 1839'da, henüz 19 yaşındayken, babasının fizik laboratuvarında yaptığı ilk gözlemleriyle başlayan buluşu nasıl geliştirildi?

Güneş, devasa enerjisini milyarlarca yıldır ısıyarak yayıyor ve bu ısımanın, 4 milyar yıl kadar daha süreceği kestiriliyor.

Güneş ışınlarının bir metal yüzeye çarptığında, elektrik oluşturduğu, ilk kez 19.YY'da gözlemleniyor. Fransız fizikçi Alexandre Edmond Becquerel (1820-1891), fizik profesörü olan babası Antoine Cesar Becquerel'in laboratuvarında o zamanlarda ilk sayılabacak pillerle uğraşıyor ve bazı deneyler yapıyordu. Elektroliz deneylerinde, anod ile katod arasındaki akım şiddetinin, ışıklı laboratuvarında, karanlıktakinden biraz daha fazla olduğunu görünce, ışığın elektrolizde elektrik akımını artırdığı sonucuna, henüz 19 yaşındayken, varıyor. Bu, sonradan fotovoltaiik olay olarak adlandırılıyor. Ancak ışığın ya da elektromanyetik radyasyonun, o zamana kadar klasik fizikte bilinen dalga kuramıyla bu olayın temelini, Becquerel de daha sonraki araştırmacılar da, açıklayamıyorlar. Edmond Becquerel bu arada güneş ışığı tayfindaki kısa dalgalı mor ışınları da buluyor.

A.E.Becquerel'in 1839'daki bu gözleminden sonra, 1873'de Willoughby Smith, selenyum'un iyi bir fotoiletken olduğunu buluyor. 3 yıl sonra da 1876'da William Grylls Adams ve öğrencisi Richard Evans Day, fotovoltaiik yöntemi selenyum'a uygulayıp gerçekten de selenyum'un ışıktaki elektrik akımını artırdığını kanıtlıyorlar. 1883'de ABD'li araştırmacı Charles E. Fritts, selenyumu çok ince bir altın tabakasıyla kaplayarak çalışan ilk güneş hücresini yapıyor. Fotovoltaiik olayın nasıl olduğu o günlerde anlaşılmadığından Fritts, tanınmış bir uzman olan Werner von Siemens ile ilişki kuruyor ve Siemens, Fritts'in güneş hücresinin çalıştığını deneylerle doğruluyor.

Fotovoltaiik olayın dayandığı temel, fizikte 1900'lü yılların başlarına kadar anlaşılamadığından, güneş ışınlarından elektrik elde etmenin teknolojisinde de pek ilerleme olmuyor.

Einstein ışığın, kendi frekansıyla orantılı olacak şekilde kesikli enerji paketçiklerinden (taneciklerinden, kuantalardan ya da fotonlardan) oluştuğunu, ışınlar bir metal yüzeye çarptıklarında fotonlar bu enerjilerini, elektronlara aktararak, bunları atomlardan söküp, serbest bıraktığını 1905'deki bilimsel makalesinde, **fotoelektrik olay** olarak açıkladı ve Nobel Ödülü aldı.

Yüksel Atakan Kitap: <https://www.kitapyurdu.com/yazar/yuksel-atakan/22327.html>

Not: Bu yazımız HBT dergisine Temmuz 2024'de iletilmiştir.

2.Güneş ışınlarından elektrik gerçekten tertemiz mi?

Güneş ve rüzgâr santrallerinden elektrik üretilirken havaya CO₂ salınmadığı ve iklim etkilenmediği için de bunlara temiz ya da yeşil enerjiler denildiğini biliyoruz. Ancak bu santraller kurulmadan önce bunların malzemeleri üretilirken ve 25 yıllık oldukça kısa kullanım sürelerinin sonunda da hurdaların geri dönüşümleri yapılırken, endüstrinin kullandığı fosil yakıtlar sonucu, havaya hiç de azımsanmayacak miktarlarda CO₂ salındığını ise pek bilmiyoruz. Hesaplarımıza göre 1000 MW kurulu güçlü bir Güneş Enerjisi Santrali için bu miktar her 25 yıl için havaya kabaca 3,6 milyon ton CO₂ salınımı kadar çok.

Denebilir ki diğer elektrik santrallerinde de durum böyle değil mi? Fosil yakıtlı santrallerle ve nükleer santrallerle karşılaştırıldığında, güneş ve rüzgar santralleri, ileride aynı miktarda elektriği üretebilmek için, fosil ve nükleer yakıtlı santrallere göre, aşırı derecede fazla malzeme kullanıyorlar. Örneğin bir güneş santrali, aynı miktarda elektrik üretimi için, nükleerden en az 15 kat daha fazla malzemeyle kurulabiliyor. Ayrıca güneş ve rüzgar santralleri sadece 25 yıl kadar kısa bir süre çalışabildiklerinden panellerin ve diğer malzemelerin her 25 yılda bir yenilenmesi ya da yeni santraller yapılması gerekiyor. Diğer yakıtlı santraller ise bunlardan en azından iki kat daha fazla çalıştıklarından, malzemelerini çok daha uzun süre kullanabiliyorlar ve malzemelerinin yenilenmesi için enerji üretilmiyor ve havaya CO₂ salınmıyor. Bu gerçekler ise pek bilinmiyor!

Örneğin Türkiye'nin en büyük Konya Karapınar Güneş Enerji Santralinde 3,3 milyon panel var. Yılda ürettiği elektrik ise, geceleri Güneş olmadığından, aynı güçteki bir nükleer santralin sadece beşte biri. Bu da iyidir kuşkusuz ama aradaki fark bilinmeli ve doğru değerlendirilmeli. Öte yandan panellerde kullanılan kristal silikonun içindeki silikon tetra klorürün çok zehirli olduğunu, doğaya ulaştığında, bitki ve hayvanları öldürdüğünü, insan sağlığını tehdit ettiğini araştırmacılar açıklıyorlar. Kadmiyum telüridli ve kurşunlu güneş panelleri ise başlı başına bir sorun. Bunlar, böbrek ve kemiklerde hasar ve kanser yapabiliyorlar.

Bu nedenlerle Güneş ve rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi görüldüğü gibi tertemiz değil, kaliteli olanları kullanılmalı, paneller ve diğer malzemeler çöplüklere atılmamalı.

Daha fazla bilgi için bkz: Güneş ve Rüzgardan Elektrik Tertemiz ve bedava mı?

Y.Atakan, Sarmal yayınları, 2023

Yüksel Atakan, Dr. Fizik Y.Müh.

Bu yazımız Haziran 2024'de HBT dergisinde yayımlanmıştır.

3.Bir elektrik santralinin ‘Kurulu Gücü’, ürettiği elektriği mi gösterir?

Evlerimizdeki ampüllerden bildiğimiz Watt birimindeki ‘Kurulu Güç’, bir elektrik santrali jeneratörünün en fazla hangi güçte çalışabileceğini gösteriyor, ürettiği elektriği değil..

Elektrik güç birimi Watt’ın katlarını:1000 Watt=1 kiloWatt (kW) ve 1.000.000 Watt = 1 MegaWatt (MW) çok duymuşuzdur. Evimizdeki ampulün üzerinde yazan 100 Watt’ı, onun kurulu gücü olarak düşünebiliriz. Ampül 10 saat ışık verdiğinde, kullandığı elektrik miktarı da:100 W x 10 saat= 1000 Wattsaat ya da 1 kWsaat olur.

Buradan kurulu güç 100 W ile tüketilen elektrik 1kWSaat arasındaki fark daha açık görülüyor. Üretilen elektrik ile, tüketilen elektrik arasında, Wattsaat olarak bir fark yok.

Santral yıl boyunca jeneratörün en fazla gücüyle ve sürekli olarak çalıştırılmıyor. Yaz, kış farkı olduğu gibi santral, bakım ve onarım çalışmalarıyla durdurulabiliyor ya da Güneş ve Rüzgar santrallerinde olduğu gibi, santral yıl boyunca, gece, gündüz, rüzgarlı, rüzgarsız gün ve saatlerde, ancak farklı güç ve sürelerde çalışabiliyor. Bu nedenle çeşitli santrallerin kurulu güçleri MW olarak aynı da olsa, üretilen elektrik MWSaat olarak farklılık gösteriyor.

Bir santralin yıl sonunda üretebildiği elektrik miktarının, santralin kurulu gücünden en fazla üretilmesi gereken elektrik miktarına oranı ise, kapasite faktörü olarak biliniyor.

Yıl boyunca ortalama olarak Türkiye’de Güneş santrallerinin kapasite faktörü % 18, Güneş’i daha az Almanya’da ise: % 11. Kömür santrallerinde bu: % 60, pek fazla ara vermeden çalışan nükleer santrallerde ise epey yüksek: % 80-90.

Buradan örneğin aynı 1000 MW kurulu gücündeki farklı santrallerin, yıl sonunda ürettikleri elektrik miktarları arasında çok büyük farklar olacağı aşağıdaki hesaplamadan da görülüyor:

Güneş: $1000 \text{ MW} \times 0,18 \times 24 \text{ saat/g} \times 365 \text{ g/yıl} = 1.576.800 \text{ MWh}$

Kömür : $1000 \text{ MW} \times 0,60 \times 24 \text{ saat/g} \times 365 \text{ g/yıl} = 5.256.000 \text{ MWh}$

Nükleer : $1000 \text{ MW} \times 0,85 \times 24 \text{ saat/g} \times 365 \text{ g/yıl} = 7.446.000 \text{ MWh}$

Yüksel Atakan Güneş Rüzgar kitabı, Sarmal Yayınları, 2023

Not: Bu yazımız HBT dergisine Temmuz 2024’de iletilmiştir.

4. Yaşamımızı Doğal Radyoaktif maddelere borçlu olduğumuzu biliyor muyuz?

Yerkabuğu'nda bulunan Uranyum, radyum ve potasyum doğal radyoaktif maddelerden ve bunlardan türeyen diğerlerinden yayınlanan alfa, beta ve gama ışınlarının / radyasyonların, Yerkabuğu'nu ve onun altındaki Manto'yu zamanla ısıtarak canlılara yaşayabilecekleri bir ortam hazırladıklarından çoğumuzun bilgisi yoktur. Yapılan bilimsel çalışmalar ve hesaplamalar, Yerkabuğu ve Manto'daki toplam 44 TW'lık (*) ısı gücünün (sanideki enerji transferi) yarısının (kabaca 24 TW) dünyanın oluşumu sırasındaki enerji transferinden arta kaldığını, diğer yarısının (kabaca 20 TW) ise doğal radyoaktif maddelerden yayınlanan radyasyonların maddeyle etkileşmesi sonucu oluştuğunu gösteriyor.

Bu 20 TW'lık ısı gücünün 8 TW'lık bölümü uranyum dizisindeki radyoaktif maddelerden, aynı miktarı da toryum dizisinden ve 4 TW'lık bölümü de potasyum 40 radyoaktif maddesinden yayınlanan radyasyonlardan kaynaklandığı hesaplanıyor. Böylelikle Yeryüzü'nün sıcaklığının +60 ve – 90 C dereceleri arasında kaldığı, ortalamasının da +9 C olduğu kabul ediliyor. 20 TeraWatt'lık bu ısı gücü ise, 1 GW (1000 MW)'lık ısı güçlü 20.000 adet nükleer santralin kurulu gücüne eşdeğer demektir.

Yaşamımızı neden doğal radyoaktif maddelere borçluyuz?

Doğal radyoaktif maddeler bir yandan dünyamızın sıcaklığını yaşanabilir düzeyde tutarlarken, öte yandan da Mağma'daki sıvı metallerin zamanla katılaşmasını önüyorlar. Dünyanın rotasyon hareketiyle sıvı Mağma dinamo gibi dönerken, içindeki sıvı metaller (demir), dünyanın çevresinde bir manyetik kuşak oluşturuyorlar. Manyetik kuşak, güneş rüzgarlarını saptırıp, atmosferin süpürülüp, uzaya saçılmasına ve arta kalacak çok düşük basınçlı atmosferde de suyun çabucak buharlaşmasına engel oluyor.

Böylelikle dünyamızda, Mars'ın aksine, atmosfer ve su yok olmuyor. Mars'ta granit miktarı az. Uranyum, toryum ve potasyum radyoaktif maddeleri ise granitte daha çok var. Buradan, Mars'ta radyoaktif maddelerin pek olmayacağı sonucu çıkarılıyor.

(*) TWh) : TeraWattSaat: 1 TrilyonWattsaat = 1 milyar kWh
Bkz: Nükleer Reaktörler kitabı Y.Atakan Sarmal yayınları, 2024
Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi
Bu yazımız Haziran 2024'de HBT dergisinde yayımlanmıştır.

5.Kozmik ışınlar nedir, kim buldu?

Uçak yolculuklarında kozmik ışınların vücudumuza aktardığı enerji sonucunda kozmik ışın ya da radyasyon dozundan etkilendiğimizi duymuşuzdur. Nedir bu kozmik ışınlar, nasıl ortaya çıktı ve kim buldu?

Kozmik ışınları ilk kez fizikçiler 1900'lü yılların başlarında laboratuvar çalışmaları sırasında, elektrik yüklü cisimlerin elektrik yüklerini azar azar yitirdiklerinin nedenini araştırırken buldular. Önce etkinin, yer kabuğundaki doğal radyoaktif maddelerden kaynaklandığını düşündüler. Bu kanıtlanamayınca, bir dizi araştırmaların sonunda Avusturyalı fiziçi Viktor Hess 1912 yılında pek kimsenin akıl etmediği bir düşünceyi gerçekleştirerek kanıtladı. Viktor Hess bir balona binip yanına aldığı elektroskopunun göstergesini balon yükselirken sürekli izledi ve balon yükseldikçe göstergenin aşağı doğru indiğini gördü. Öyleyse göklerden, uzaydan gizemli ışınlar gelip havayı iyonluyor (yani atomlardan elektron söküyor) ve böylelikle havanın elektriksel iletkenliği artarak, aletin göstergesi aşağı iniyordu. Bu gizemli ışınlara KOZMİK IŞINLAR adı verildi. 1936 yılında Viktor Hess, 1912'deki bu araştırması ve buluşu nedeniyle Nobel Ödülü aldı.

1950'lerde fizikçiler,,kozmetik ışınlar'ın, elektromanyetik dalga/ fotonlardan değil, çok büyük hızlardaki protonların ve bir miktar da daha ağır parçacıkların akımı (iyon akımı) olduğunu ortaya çıkardılar. Buna rağmen eskiden takılan ,kozmetik ışınlar' adı, doğru olmasa da kaldı.

Güneş sistemimizin çok ötesinde uzayın derinliklerinden sürekli olarak dünyamıza gelmekte olan bu girici iyonların çok yüksek enerjilerini nereden aldıkları ise bugün bile bir sır. Bu yüksek enerjili kozmik ışınların, güneş sistemimize girdiğinde, güneşin yaydığı 'Güneş Rüzgârı' denilen ve her 11 yılda bir şiddeti değişen, çoğunlukla elektronlardan oluşan dev akımın ürettiği manyetik alanın direncini yenmeleri gerekiyor. Güneş rüzgârını yenip dünyaya yaklaşmakta olan 'daha girici iyonları' bu kez dünyanın manyetik alanının saptırmasının yanısıra, geçmeleri gereken, yoğun hava tabakalarının molekülleri frenliyor.

Bu 'çok hızlı' ve dolayısıyla 'çok yüksek enerjili' iyonlar, havada yolları boyunca çarptıkları atomlardan, sayıları çığ gibi artan ikincil parçacıkları, örneğin mezonları ve müonları (atom altı parçacıklar) oluşturuyorlar ve vücudumuza enerjilerini aktarıyorlar.

Deniz düzeyinde örneğin İstanbul'da vücudumuzda yılda 0,30 miliSievert radyasyon dozu oluşturan kozmik ışınlar, Erzurum gibi 2000 m yüksekliklerde bunun iki katına varan doz oluşturabiliyorlar. Karşılaştırmak için: Yılda aldığımız ortalama toplam doğal radyasyon dozu 2,4 miliSievert.

Ayrıntılar için bkz: Radyasyon ve Sağlığımız kitabı Y.Atakan, Nobel Yayınları 2014

Yüksel Atakan, Dr.,Radyasyon Fizikçisi

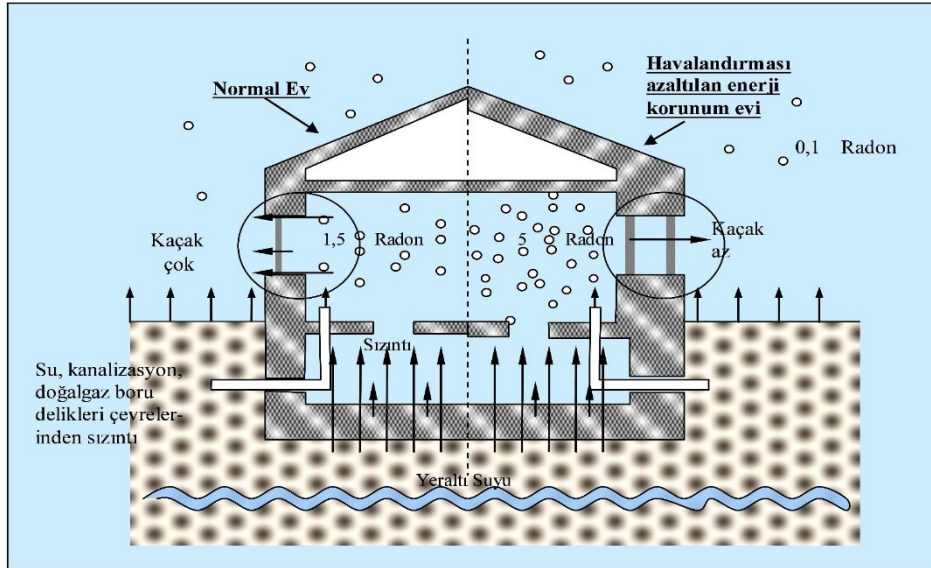
Bu yazımız Haziran 2024'de HBT dergisinde yayımlanmıştır.

6. Radon ikilemi: Radon evlerin havasında zararlı, radon banyolarında yararlı! Neden?

Radon nasıl bir madde ve vücuda nasıl etkili oluyor?

Radyoaktif bir madde olan radon, yer kabuğunda bulunan uranyum ve toryum radyoaktif madde dizilerinin bir elemanı. Radon yeryüzünden ya havayla karışık gaz ya da suda çözünmüş olarak yeryüzüne çıkıyor. 3,8 günlük yarılanma süreli radon (Rn 222) bozunarak kısa yarılanma süreli (radyoaktif bozunmayla yarıya inene kadar geçen süre) polonyum 218, kurşun 214, bizmut 214 ve polonyum 214 gibi ağır metallerin izotoplarını (atom çekirdeğinde farklı nötron sayılı olanlarını) üretiyor. Radyoaktif bir asal gaz olan radon, hücrelerdeki maddelerle kimyasal olarak etkileşmemesine karşılık, 2 proton ve 2 nötrondan oluşan alfa ışınları yayınlaması yoluyla ve ürettiği bu ağır metallerle, vücudu içten etkiliyor. Radondan bozunan bu ağır metallerin vücuttaki etkileri ise, radon'unkinden daha çok.

Radon topraktan hava içinde yükselerek evin tabanındaki su, elektrik ve doğal gaz kanallarının yanlarından ya da çatlaklardan kiler katına ve oradan da daha üst katlara ulaşıyor. Özellikle küçük pencereleri kapalı olan kiler katlarının havasında birikerek, oralardakilerin akciğerlerine ve kana ulaşıyor.



Pencreleri kapalı evlerin havasında radon yoğunlaştıkça ve evlerde uzun süre oturulunca vücutta etki artıyor (Bkz.Şekil). Bu nedenle evlerin sık, sık kısa sürelerle havalandırılması, pencerelerin bütün gün yarı açık bırakılmasından çok daha iyidir. Yoksa, ev duvarlarıyla birlikte soğuyacağından, kışın daha fazla ısıtmak gerekir.

Radon banyolarında radonun sağlığa olumlu etkisi nasıl oluyor?

Almanya ve Avusturya'da insanların % 30 kadarı kronik bel ve eklem ağrıları çekiyor. Yaklaşık 100 yıldır radon derişimi oldukça yüksek banyolardaki sulara ve ayrıca radon buharı yoğun odalarda tedavi yapılıyor. İnsanlar bir program çerçevesinde (örneğin günde 30-40 dakika, 20 gün süreyle) bu radonlu sulara hareket ediyorlar. Radon buharlı hava ise günde 20-30 dakika solunuyor. Türkiye'de radon derişimi yüksek banyolara ise rastlanmıyor.

Radon ve ondan türeyen ağır metallerin yayınladığı alfa ışınlarının hormonları aktive ederek ağrıları dindirdiği ve bağışıklık sistemini olumlu olarak etkilediğini tıpta araştırmacılar ileri sürüyorlar. Hücrelerin onarım mekanizmaları ve yenilenmelerinin, radonun alfa ışınlarıyla aktive edildiği sanılıyor. Bu konuda çok sayıda bilimsel çalışma buluyor. Bu banyolarda tedavi görenlerin evlerine döndükten sonra ağrıların azaldığı bildiriliyor.

Evlerin havasıyla karşılaştırma ve farklılık nereden kaynaklanıyor?

Evlerin havasında biriken radonu, bu evlerde oturanlar her gün, aylarca ve yıllarca soluyabiliyorlar. Radon banyolarda ise tedavi belirli bir süre olduğundan, tüm vücuda etki de sınırlı kalıyor. Önemli fark bundan kaynaklanıyor.

Örnek radon banyosu ve resimler

https://www.gastein.com/gastein-wirkt-die-kur-gesundheitsregion-im-salzburger-land/?gad_source=5&gclid=EAIaIQobChMI4d-sm7-RhQMVBQGB0fIQg_EAAYAiAAEgIATPD_BwE

Yüksel Atakan,Dr., Radyasyon Fizikçisi

Bu yazımız Mayıs 2024’de HBT dergisinde yayımlanmıştır.



7. Akkuyu ilk reaktörü, önümüzdeki yıllarda işletmeye açılacakken..Türkiye'nin yapması gereken denetimler, kalite kontrolleri askıya mı alındı?

Rus Rosatom şirketinin yapıp işleteceği Akkuyu reaktörlerinin tüm önemli parçalarının, Uluslararası Standartlara (IAEA) göre kalite kontrolleri yapıldıktan ve ancak bağımsız bilirkişilerden olumlu raporlar aldıktan sonra işletmeye açılması gerekiyor ama bu konuda herhangi bir kontrol yapıldığı Nükleer Düzenleme Kurumunca (NDK) açıklanmış değil. Özellikle yüksek radyoaktivite içerecek birincil devre elemanlarının (reaktör basınç kabı, ana su pompaları, armatürler ve boru hatlarının) fabrika ve santraldeki uygunluk testleri ve ,Geçer Raporu' aldıkları NDK sayfalarında bulunmuyor /1/.

Bilindiği gibi Akkuyu'da 4 reaktörün yapımı ve ileride işletilmesi, 2010 yılında imzalanan sözleşme ve TBMM'den geçen yasayla Rus Rosatom şirketine verildi. Reaktörler tümüyle Rosatom parasıyla yapılacak ve herşeyiyle Rosatom malı olarak kalacak. İleride kullanılmış yüksek radyoaktiviteli nükleer yakıtın da yaklaşık her 2 yılda bir, Rosatom'un Rusya'ya götüreceği de anlaşmada var. Ancak hangi yol (hava, deniz, kara?) ve güzergahla ne gibi önlemler alınarak güvenli olarak götürüleceği planlanmış ya da açıklanmış değil. Türkiye, reaktörler işletmeye açılınca reaktörlerde üretilen elektriğin sırasıyla %100 ve %30 miktarlarını Rosatom'dan satın alacak. 60 yıl kadar işletildikten sonra reaktörlerin sökümünü de Rosatom yapacak ama reaktörün radyoaktif çok çeşitli hurdaları, güvenli olarak nereye konacak? Bunlar da önceden belirlenmiş değil. Orta düzeyde ve daha az radyoaktiviteli atıklar için örneğin Almanya ya da Finlandiya'daki gibi bir kaç km derinlikteki kayalar içinde mağaralar açılıp, atıkların mağaralarla birlikte betonla kapsülleneceği ve biyolojik ortamla ilişki kuramayacağı planları ya da hazırlıkları ise işitilmiş değil. Türkiye'nin reaktörler yapılırken ve işletilirken ilgili uluslararası (IAEA) ve Türkiye standartlarına göre denetimler yapacağı hem Akkuyu andlaşmasında hem de NDK web sitesinde açıklanmasına rağmen, bugüne kadar hangi denetimlerin yapıldığı ya da yapılacağı NDK ve Akkuyu.com şirketi sitelerinde bulunmuyor (NDK: Nükleer Düzenleme Kurumu). NDK web sitesinde bulunan 150 sayfalık Akkuyu TAEK stres testi ise, değerli olmakla birlikte, bu teknik rapor, dosyalar üzerinde yapılmış bir analizden kaynaklanıyor.



4 reaktörlü Akkuyu Nükleer santrali maketi, bir reaktör binasının yapımı ve baca gaz akışını temsil izokinetik örnek alma düzeneği

Kalite kontrollerini kimler yapabilirler?

Türkiye'de nükleer reaktörler ile ilgili bilgi sahibi olanlar, araştırma reaktörlerinde çalışmış ve bir kaç ülkenin reaktörlerindeki enformasyon merkezlerini ya da radyoaktivite içermeyen ikincil devrelerini ziyaret eden ,Nükleer Uzmanlar'ımız var (Reaktör çalışırken yüksek radyasyon ve sıcaklık nedeniyle zaten reaktör binasına girilemiyor). Ancak bu değerli kişiler,

gelişmiş ülkelerdeki TÜV nükleer uzmanları gibi reaktör projelerinde ve reaktörler durdurulduklarında görevler almış, reaktörlerin iç yapısında deneyim kazanmış uzmanlar olmadıklarından, kendilerinden, genel denetim ve kalite kontrollerini ilgili standartlara göre yapmaları beklenemez.

Bu nedenlerle, Akkuyu reaktörlerinde özellikle aşağıdaki konularda, bağımsız deneyimli bilir kişilerin yurt dışından getirilmeleri ve ilgili kalite kontrollerini Türkiye'nin (NDK) öngördüğü şekilde IAEA ve diğer standartlara göre yapmaları gerekir. Ancak böylelikle reaktörlerin gerçek durumları, radyasyon ve radyoaktivitenin hem binaların içlerinde hem de çevrede ileride minimize edileceği, reaktörler işletmeye açılmadan önce, ortaya konabilir. Bunlar neler?

1. Nükleer yakıt elemanlarının içine konduğu (10 cm kalınlığında, 12 m'ye yaklaşan uzunluğu ve 5,7 m çapında silindir şeklindeki 300 ton) reaktör basınç kabının kalitesi, sağlığı nasıl olmalı ki ileride radyoaktif Co 60 ortaya çıkmasın ve bakım, onarım çalışmaları sırasında, personel aşırı radyasyonla engellenerek reaktör binası girilemez duruma gelip reaktörlerin uzun süre elektrik üretmeleri kesilmesin. Benzer durum reaktörün birincil devresindeki vana, boru ve ana pompalar için de söz konusu olabilir.
2. Reaktör ve yardımcı binalarındaki radyasyon monitorlarının ölçüm kapsama alanları, sınırları, duyarlıkları ve alarm düzeyleri nasıl olmalı ve bunlar nerelere konuşlandırılmalı ki reaktörlerin ve yardımcı binalarının çeşitli noktalarında aşırı radyasyon artımları anında belirlenebilsin..
3. Atık gaz ve havalandırma sistemlerinde biriken radyoaktif maddeleri ayrıştırarak filtre sistemlerinin kalite ve ayrıştırma sınırları nasıl belirlenmeli ki bacaya son derece az radyoaktivite ulaşsın?
4. Baca gazlarındaki radyoaktif, radyoaktif asal gaz ve aerosol (taneciklerin) ölçümleri bacadan çıkan gazları doğru temsil edebilecek şekilde hangi izokinetik düzenerlerle testler yapılarak seçilmeli (Şekil), gerek sürekli gerekse lab. ölçüm aletlerinin duyarlıkları ve ön alarmları neler olmalı?
5. Büyük bir kaza durumunda acil komuta merkezi nasıl olmalı ve hangi sıklıkla alıştırmalar yapılmalı ki kaos doğmasın?
6. Çevredeki taban radyoaktivite düzeyinin hava, su ve besinlerde şimdiden sürekli olarak belirlenerek ileride olabilecek artımlarla karşılaştırılabilmesi için duyarlı aletler nerelere konuşlandırılmalı ve ayrıca laboratuvar ölçümleri için nerelerden örnekler alınmalı.
7. Bir nükleer reaktörün nükleer güvenliği ve radyasyon güvenliği nedir? Bunlar reaktörleri işleten tüm personele önceden ayrıntılarıyla anlatılmalı, personel simülatörlerde eğitilmeli

Reaktörlerin iç yapısını ve normal işleyişini iyi bilmeyenlere yukarıda yazdıklarımız ayrıntı gibi gelebilir. Ancak bunlar reaktörlerin tam radyasyon güvenliğiyle işletilebilmesi, reaktörlerde kazalar ve arızalar olmadan da, çevreye normal işletme sırasında en az radyoaktivite verilebilmesi için de önceden alınması gereken çok önemli hazırlıklar ve önlemlerdir /2,3/.

Sonuç

Yukarıdaki açıkladıklarımızın ışığında, Akkuyu nükleer reaktörlerinin özellikle birincil devrelerindeki her türlü parçalarının ilgili IAEA ve diğer standartlara göre kalite kontrolleri yapılarak işletmeye açılabilmesi için yurt dışından farklı uzmanlık dallarında çok sayıda bilir kişilerin (Almanya reaktörlerinde çalışan TÜV uzmanları gibi) getirilmesi gerekir. Bunların verecekleri teknik raporlara göre NDK işletme iznini vermeli ya da vermemelidir. Bugün görünen durumda ise Rosatom'un kendi bildiği gibi reaktörleri ve sistemleri, IAEA ve diğer standartlara gerek duymadan kurmakta olduğudur. Akkuyu

andlaşmasında ve NDK sayfalarında bulunan, ,denetimlerin Türkiye'nin yapacağıyla ilgili maddelerinin ise kağıt üzerinde kaldığıdır. Umarız daha fazla gecikilmez, Akkuyu'daki 4 reaktör için de bu denetimler bağımsız bilir kişilerce yapılır, olumlu raporlar alınır, ileride kazalar, arızalar sonucu çevreye fazla miktarda radyoaktivite ulaşmaz ve halk bundan etkilenmez.

Kaynaklar

1. Akkuyu nükleer güç santrali öngörülen standartlara göre denetleniyor ve lisans alıyor mu?

Bilim ve Gelecek dergisi Kasım 2023

2. Nükleer reaktörlerin radyasyon güvenliği artırılarak kaza riski nasıl sıfıra yaklaşır?

Y.Atakan, Sarmal yayınları, kitap, 2024 (Yukarıdaki yazılarla ilgili kitabın bölümlerine bkz).

3. Nükleer reaktörler ve radyasyon güvenliği Y.Atakan Fizik Müh. Odası 50 Syf.,,, Teknik Rapor 2015

Not: Yazar uzun yıllar Almanya'da nükleer reaktör proje ve nükleer yakıt elemanları üretim şirketlerinde çalışmış, Almanya Nükleer standartlarının (KTA) hazırlanmasında ilgili kurullarda katkıda bulunmuş ve 4 farklı ABD nükleer reaktöründe bakım ve onarım çalışmalarında personelin aldığı radyasyon dozlarıyla ilgili araştırmalar yapmıştır. Ayrıca kendisi 80 li yıllarda iki kez Akkuyu nükleer santral projesinde kısa süreli IAEA uzmanı olarak görevler üstlenmiştir.

Bu yazımız Mayıs 2024'de HBT dergisinde yayımlanmıştır.

8. Nükleer reaktör atıkları ne yapıyor, Akkuyu'da ne yapılacak?

Bugün dünyada 430 adet kadar nükleer reaktörde ortaya çıkan uranyumlu yüksek radyoaktiviteli nükleer atıkların 250.000 ton kadar olduğu ve bunun 90.000 ton'unun da ABD'de bulunduğu hesaplanıyor.

Düşük ve Orta radyoaktiviteli atıklarla ilgili olarak, gelişmiş ülkelerde, özellikle Almanya'da, son 60 yıldır yoğun bilimsel araştırmalar, denemeler, özellikle 700m derinlikteki eski tuz yataklarında (Asse) yapılarak, atık varilleri burada depolandı ve deneyim kazanıldı.

Dünya'da genellikle, radyoaktif atıkların hacimleri küçültülüyor, orta radyoaktiviteli olanları camlaştırılarak biyolojik ortamla ilişkisi kesiliyor ve özel depolarda kontrol altında saklanıyorlar.

Reaktörlerde kullanılmış nükleer yakıt elemanları özel havuzlarda 5-10 yıl bekletilerek, bunlarda uzun ömürlü olanların yanı sıra bulunan kısa ömürlü radyoaktif maddelerin radyoaktivitelerini yitirmeleri bekleniyor. Daha sonra bunlar, yüksek güvenlik önlemleri altında nükleer geri kazanım tesislerine ya da atıkların saklanacağı depolara taşınıyorlar. Bunlar Almanya'da tanesi 1 milyon Euro fiyatlı güvenli Castor varillerinde kapsülüyorlar.

Yüksek radyoaktiviteli atıkların, çelik silindirlerde kapsülünerek güvenli bir şekilde 5.000 m derinliğe varan kayalar içinde dış ortamla ilişkilerinin kesilerek, hatta milyonlarca yıl, çevreye bir etkisi olmadan, gömülebileceğiyle ilgili çeşitli bilimsel araştırmalar özellikle ABD'de bulunuyor.



Almanya, Asse 700 m derindeki Tuz yatağında orta radyoaktiviteli variller

Finlandiya, çalışmakta olan nükleer reaktörlerinden ileride ortaya çıkacak kullanılmış nükleer yakıtı güvenli ve kalıcı olarak depolamak için Dünya’da ilk adım atan ülke olarak işe başladı. Bu, Dünya’da ilk kez Meclis kararıyla kesinleşti. Yeraltında 40 km’ye varan tünellerin yapımına başlandı. Tünellerin yanlarındaki mağaralara yerleştirilecek yüksek radyoaktiviteli atık varillerinin üstlerine beton dökülerek, bunların mağaralarla birlikte kayalar içinde ‘jeolojik gömme’ şeklinde kapsüllenmesi ve böylelikle biyolojik ortamla ilişkilerinin tümüyle kesilmesi hedefleniyor.

Akkuyu’da yapılmakta olan 4 nükleer reaktörden ileride ortaya çıkacak yüksek radyoaktiviteli atıklar, Akkuyu andlaşmasının öngördüğü gibi, Rusya’ya götürülecek (Güvenli olarak hangi yolla gideceği henüz belli değil). Akkkuyu’da ortaya çıkacak orta ve düşük radyoaktiviteli atıkların ise nerelerde depolanacağı henüz bilinmiyor.

Yüksel Atakan Bkz. Nükleer Reaktörler kitabı, Sarmal Yayınları, 2024

<https://www.kitapyurdu.com/yazar/yuksel-atakan/22327.html>

Not: Bu yazımız HBT dergisine Temmuz 2024’de iletilmiştir.

9. Akıl ve bilimle üretilen teknolojiadaki gelişmelerle

Nükleer Reaktörlerde kaza riski nasıl sıfıra yaklaşıyor?

1986 Çernobil ve 2011 Fukushima büyük nükleer reaktör kazalarını hepimiz biliyoruz. Özellikle Çernobil kazası sonucu çevreye ve birçok ülkeye, Türkiye’ye, radyoaktif maddelerin yayıldığını da biliyoruz. Çoğumuzun bilmediği ise, bu kazaların, aradan geçen bunca yıla rağmen, Dünya’daki 440 kadar nükleer reaktörün hiç birinde neden tekrarlanmadığı ya da benzer büyük kazaların olmadığı? Örneğin Fransa elektriğinin yaklaşık dörtte üçünü nükleer reaktörlerden elde ediyorken orada ya da 60 yıl kadar nükleer reaktörleri işleten Almanya’da, böyle büyük reaktör kazaları neden olmadı?

Bu soruların yanıtlarını, akıl ve bilimle üretilen teknolojiyi geliştirmekte aramamız gerekiyor. Nükleer reaktörler, gitgide geliştirilen Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA) ve ayrıca ulusal standartlara göre kalite kontrolleri yapılarak, kaliteleri en üst düzeyde alet, aygıt ve malzemeler kullanılarak çalıştırılıyorlar ve geliştirilen otomasyon sistemleriyle, simülatörlerde personel eğitimleriyle kazalar belki daha oluşmadan önlenabiliyorlar. Eski işleyen nükleer reaktörler de gelişen teknolojiye göre sürekli gözden geçirilerek bunların alet ve sistemleri de yenileniyorlar.

Aşağıda yazılanlar, nükleer reaktörlerin gitgide daha güvenli olmalarını sağlayan 60-70 yıllık süreçteki kazanımlar, Dünya’da nükleer teknolojiye, özellikle ABD şirketlerinde ve üniversitelerinde sürdürülen çok çeşitli araştırma geliştirme (ARGE) çalışmalarının ve uygulamaların özetlenen sonuçlarıdır.

Önce Çernobil ve Fukuşima kazaları nasıl oldu kısaca gözden geçirelim

Bu iki büyük reaktör kazasıyla ilgili olarak daha önceki yazılarımızda ayrıntılı açıklamalar yaptığımızdan¹ / bu kazaların oluşumuna, burada kısaca değineceğiz.

Çernobil kazası

Çernobil tipi reaktörlerin büyük bir kazayı önleyecek güvenlik sistemlerindeki eksikliklerine rağmen, 1986’daki kaza, normal reaktör personelinin yapmayacağı çok büyük bir hata sonucu ortaya çıkmıştı. Reaktör personeli bir deney sırasında, kontrol çubuklarını yukarı çekerek reaktörün gücünü artırmış (nötronların bor’da soğurularak reaksiyonun frenlenmesini engellemiş) hem de reaktörün soğutma suyu pompalarını durdurarak, reaktörün aşırı ısınmasına ve sonunda da büyük felakete neden olmuştu. Böyle bir hatayı ise değil normal reaktör personeli, bu konuda temel bilgileri olan herhangi bir teknisyen dahi yapmazdı. Ayrıca batı tipi reaktörlerde kontrol çubuklarının belirli bir kritik düzeyden daha yukarı çekilmesi, bunların içten kilitli olması nedeniyle olası değildir. Ayrıca personelin yapabileceği hataları, çok katlı güvenlik sistemleri ve otomatik sistemler anında önleyeceğinden Çernobil tipi kazalar Batı’da ortaya çıkmadı ve çıkmıyor. Öte yandan, Almanya’da bugün değil, 70’li yıllarda bile Çernobil tipi bir reaktör, henüz proje döneminde (lisanslamada) onay alamaz ve kurulamazdı.

Batı tipi bir reaktörde bir kaza olsa bile, açığa çıkan radyoaktif maddelerin güvenlik kılıfı içinde kaldığı, 1978’de ABD TMI Harisburg kazasında görüldü. Orada kısmen yakıt elemanları ergimişti ama reaktörü 1 m beton ve 1 cm çelik kalınlığında çevreleyen Containment güvenlik kılıfı, çevreyi, radyoaktif maddelerin yayılmasından korumuştur. Benzer Containment bugün yapılmakta olan Akkuyu reaktörlerinde de bulunuyor. Çernobil reaktöründe ise böyle bir Containment yoktu ve kaza sonucu santralin uçan çatısından radyoaktif maddeler havaya ve çevreye çabucak yayıldı, hava akımlarıyla Avrupa ve Türkiye’ye ulaştılar.

Bu nedenlerle Batı tipi reaktörlerde 1986’da Çernobil’deki gibi bir kaza olmuyor ve beklenmez de..

Fukuşima kazası

2011 yılındaki Fukuşima kazasında ise reaktörün uranyumlu kalbi içinde herhangi bir patlama olmadı. 9 büyüklükteki depremde reaktör binaları yıkılmadı. Ancak Japonya’daki elektrik direklerinin yıkılması, hatların kopmasıyla santralin elektriği kesildi. Zemin altında, konuşlandırılmaması gereken dizelli ivedi (acil) elektrik üreteçleri de Tsunami suları altında kalınca, su pompalarının çalıştırılmaması nedeniyle, susuz kalan uranyumlu reaktör kalbi aşırı ısındı ve ergidi. Bu epey uzun bir sürede oldu. Reaktör binasında hidrojen gazı patlamalarıyla binada çatlaklar oluştu. Radyoaktif maddelerin bir bölümü güvenlik küresi içinde kalırken, bir bölümü de çatlaklardan atmosfere sızdı.

Halbuki Fukuşima reaktörleri daha 1970’lerde yapılırken ABD reaktör güvenlik kurulu, bu tip reaktör binalarının (Containment) basınca dayanamayacaklarını, reaktörlerin işletmeye

açılmaması gerektiğini açıklamış olmasına rağmen, bu uyarı gözönüne alınmadı. Benzer uyarı ilgili bilirkişilerce acil elektrik üreteçlerinin de zemin altından, üst katlara çıkarılması gerektiği için defalarca yapılmıştı ama dinleyen olmadı (Bunlar ilgili yazılarımızda ayrıntılarıyla var). Acil durum elektrik üreteçleri üst katlarda olsalardı, su pompaları çalıştırılır, reaktör soğutulur ve kaza da olamazdı.

Nükleer reaktörlerin tarihsel gelişimi nasıl oldu?

I. KUŞAK REAKTÖRLER

I. Kuşak reaktörler 1950-1960'lı yıllarda endüstri için geliştirilmiş ve 1970'lerde ilk prototip reaktörler olarak piyasaya sunulmuşlardır. Fransa bu süre içinde reaktör teknolojisiyle doğal uranyumun içinde çok az (% 0,7) oranda bulunan Uranyum 235 yakıtını zenginleştirmek için bir yol bulmuş oldu ve böylelikle U235'i daha da zenginleştirerek, nükleer silahlar da yapabildi.

II. KUŞAK REAKTÖRLER

II. Kuşak reaktörler 1973 petrol krizi sonucu fosil yakıtların fiyatlarının çok yükselmesiyle birlikte enerji piyasasında denge sağlamak düşüncesiyle geliştirildi. Fransa'da bu kuşak reaktörler, ABD teknolojisindeki basınçlı hafif sulu reaktörlerinin (PWR), EDF (Electricity de France) tarafından üstlenilmesiyle ortaya çıktılar.

III. KUŞAK REAKTÖRLER

III. Kuşak reaktörler 'Güvenlik' ve 'Emniyet'i temel alan özellikle dış etkenlere karşı korunmalı reaktörlerdir. Bu tip reaktörler, Three Mile Island, Çernobil kazalarıyla 11 Eylül İkiz Kuleler saldırısını örnek alarak, bu çeşit olayların reaktörlerde olmamasını sağlayacak önlemlerin, özellikle otomasyon sistemleriyle önlenmesini hesaba katan reaktörleridir. Bu tip reaktörlere bir örnek Avrupa basınçlı su reaktörüdür (EPR).

IV. KUŞAK REAKTÖRLER

IV. Kuşak reaktörlerin, önemli sistemlerinin daha güvenli olmalarıyla ilgili olarak, teknolojiye bir dizi araştırma ve gelişmeler sürüyor. Bunları, GIF (Generation IV International Forum) organize ediyor. Bu tip reaktörler nükleer yakıtı daha verimli kullanacaklar, atıkları daha az olacak, ekonomik olarak da daha ucuz ve güvenlik standartları da en üst düzeyde tasarlanacaklar.

Resimlerde bu tipe uyan Westinghouse AP 1000 tipi reaktörlerin reaktör binası tavan altındaki havuz tipi su deposu (sağda) ve Çin'de kurulacak, maket resimleri bulunuyor



GIF kapsamında bu amaçla bugün 100 kadar uzman 130 farklı reaktör tasarımını inceleyip değerlendiriyorlar. Bu tip reaktörlerde %5 -7 gibi zenginleştirilmiş U 235'in kullanılmasına gerek kalmıyor, çünkü reaktör yakıtı olarak U 238 kullanılacak (doğal uranyum'un % 99 U 238).

IV.Kuşak reaktörlerin önemli özelliği, reaktörün yanına yakıt elemanları üretim bölümünden başka, üretilen atıkların geri dönüşümlerinin yapılacağı tesislerin kurulup çalıştırılmaları. Ayrıca bu tip reaktörlerde kullanılacak yakıttan, plütonyum'un ayrıştırılarak nükleer silah yapılması da teknik olarak olası değil. Otomasyon ve diğer pasif önlemlerle de deprem sonucu ve Fukushima kazası gibi bir kaza da olası değil.

Akıl ve bilimle geliştirilen teknolojiye bir örnek

Buna en iyi örnek, yukarıda değindiğimiz, Westinghouse şirketinin geliştirdiği AP 1000 tipi reaktör olabilir: Araştırmacı uzmanlar - Madem ki Fukushima'daki kaza, deprem sonucu elektrik direklerinin yıkılması ve hatların kopması sonucu reaktörlere gelen elektriğin kesilmesiyle ve acil elektrik üreteçlerinin de Tsunami suları altında kalmasıyla, su pompaları çalıştıramadığından ve reaktörler soğutulamadığından ortaya çıktı, öyleyse reaktörleri elektrik gerekmeden de soğutmanın bir yolunu bulmalıyız diyerek, akıl yürütüp yeni bir reaktör tasarımı yapıyorlar. Reaktör binasının içinde tavan altında, havuz gibi büyük bir depo olmalı (Bkz.Şekil 1) ve buradan su, bir büyük kazada kendiliğinden (yer çekimiyle) aşağıya doğru akıp reaktörleri, tekrar elektrik gelene kadar, 2-3 gün sürekli soğutabilmeli fikri akıl yürütmekle ilgili. Sonrasında ise işe bilim ve teknoloji giriyor: Su deposu, binanın çatısı altına nasıl yerleştirilecek, suyla dolu durumdaki büyük kütle, hatta olası bir depremde nasıl yıkılmayacak ve tüm binayı sular basmayacak? Ayrıca depodaki su, büyük bir kazada, elektrik olmadan nasıl kendiliğinden akmaya başlayacak? Tüm bunların ve başka sorunların düşünülmesi, ilgili bilim ve teknolojiye göre çözümler üretilmesi gerekiyor. Bununla da bitmiyor: Çözümlerin uygunluğunun bilim ve teknoloji yönünden incelenmesi, ilgili uzmanların / bilirkişilerin görüşleri alınarak yetkili kurumlardan onaylanması da zorunlu. Westinghouse bu aşamalardan geçip, ABD yetkili kurumundan (Nuclear Regulatory Commission) uygunluk onayını da alıp bu reaktörlerden 10 adedini 2023'e kadar tasarımılamış (projelendirmiş) ve satmış durumda. Sonuçta bu tip bir reaktörde, Fukushima kazası gibi bir kazanın ileride ortaya çıkma riski neredeyse sıfır olarak görülebilir. Westinghouse'un bu tip reaktörlerden 4 adetini, Çin'de Sanmen and Haiyang kentlerinde kuracağı (Şekil 2) ve Çin yetkili kurumunun da bu reaktörlerin kurulmasına onay verdiği açıklanıyorⁱⁱ. Öte yandan, nükleer reaktörlerde ortaya çıkan radyoaktif atıkların güvenli depolanmasıyla ilgili araştırmalarda da büyük gelişmeler var. Bu konuda Finlandiya örneğinde olduğu gibi radyoaktif atıklar, bir kaç km derinlikteki kayalarda açılan mağaralarda beton ile karıştırılarak, mağara ile birlikte kapsülleniyor ve dış dünya ile ilişkisi tümüyle kesiliyorⁱⁱⁱ.

Sonuç

Akıl ve bilimle yapılan teknolojideki gelişmeler sonucu nükleer reaktörlerde kaza olasılığı (riski) gitgide sifıra yaklaşıyor. Büyük 1000 MW'lık reaktörlerin yanı sıra, daha önceki yazılarımızda açıkladığımız gibi, küçük modüler reaktörler (SMR) ve bunların toryum kullanılanları da gitgide geliştirilerek, gemilerde ve hatta Bill Gates'in MS Offislerinde kullanılmaları planlanıyor^{iv}.

Sonuç olarak akıl, bilim ve gelişen teknolojinin uygulanmasıyla son 50-60 yıldır Batı'da, büyük bir kaza olmadan 440 kadar nükleer reaktör, kaza riski sifıra yaklaşarak, güvenli bir şekilde, işletiliyor.

Yukarıda açıkladığımız gibi, çok zayıf yapılı Çernobil reaktöründeki büyük personel hatasıyla oluşan Çernobil kazasına ve uyarılara rağmen, zemin altından üst katlara yıllardır çıkarılmayan acil elektrik üreteçlerinin Tsunami suları altında kalmasıyla oluşan Fukushima reaktörlerindeki büyük kazaya saplanıp kalmamak, nükleer reaktör teknolojisinde, yaklaşık olarak yarım YY'lık gelişmelerin ışığında, bugünkü reaktörleri objektif olarak değerlendirmek doğru olur düşüncesindeyiz.

Yüksel Atakan, Dr. Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, Almanya

Bu yazımız Bilim ve Gelecek dergisi Şubat 2024 sayısında yayınlanmıştır.

10.Akıl ve Bilimle kalkınırken..ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME (ARGE) ÇALIŞMALARININ ÖNEMİ

Gelişmiş Ülkeler Neden Araştırma ve Geliştirmeye Gitgide Daha Çok Önem Verip, Daha Çok Para Ayırıyorlar? Almanya Örneği

***Ali Akurgal, okuyucu notu ali@akurgal.com**

Bugün kullandığımız cep telefonlarından, her çeşit alet ve malzemelere, bindiğimiz uçak, otomobil ve hızlı trenlere kadar aklımıza gelen tüm yeniliklerin temellerinin Araştırma ve Geliştirme (ARGE) çalışmalarına dayandığını artık bilmeyen ve değerlendirmeyen ülke yok. Bilim ve Teknolojiyle uğraşan her türlü kurumdan, şirketlere, küçük laboratuvarlardan, küçük ve orta işletmelerden, büyük araştırma merkezlerine kadar sayısız kurumda bugün Dünya'da milyonlarca araştırmacı uzman çalışıyor ve her geçen gün yeni buluşlara yeni katkılar da yapıyor.

80'li yıllarda kullanılan 5-10 adet büyük TV büyüklüğünde bilgisayarların yaptığı işlemleri, üstelik eskilerden milyonlarca kat daha hızlı, bugün küçük bir laptop yapabiliyor. O zamanlardaki 30.000 - 50.000 USD fiyata karşılık bugün sadece 1000 USD ödemek yeterli oluyor. Bu örnek bile ARGE'nin ne işe yaradığını, önemini göstermeye yeter.

Almanya örneği

Almanya'da ARGE'nin önemini bilen şirketler, ülkenin toplam ARGE harcamalarının çok büyük miktarını, 2/3'ünü karşılıyorlar. Şirketlerin 2021 yılında ARGE için harcadıkları miktar 81 milyar Euro. Üniversiteler ve yüksek okullar için devlet 22 milyar Euro verirken, bunlarının dışındaki kamu kurumları için de 18 milyar destekçi devlet sağlamış.

Almanya'da tüm bakanlıklarda ARGE destek ve teşvikleriyle ilgili büyük harcamalar çok normal karşılanıyor. Bakanlıkların dışında, Almanya Araştırma Kurumu (Deutsche Forschungsgemeinschaft) ARGE projelerini destekleyen ve yöneten ana kurum.

Bu kurum hem kişilerin hem de grupların yapacakları projeleri teşvik ediyor ve destekliyor. Bir çok projede üniversiteler ve şirketler birlikte çalışıyorlar, projeleri yürütüyorlar. Küçük ve orta ölçekli şirketler ARGE'de öncüler.

ARGE projelerinin seçimi Almanya'da ilgili kurum ve kuruluşlarca, diğer kurumların üyelerinin de katkılarıyla yapılıyor. Örneğin temel bilimlerde ARGE seçimlerini üniversitelerden 39 üye ile her Eyaletten birer üye birlikte yapıp, hangi projenin seçileceğine karar veriyorlar. Çeşitli bilim dallarında ve isimlerde ARGE projeleri her yıl ilan ediliyor ve istekliler başvuru yapıyorlar. Her bir proje gideri, bir kaç milyon Euro olabiliyor. Paranın yaklaşık yarısını personel giderleri oluşturuyor.

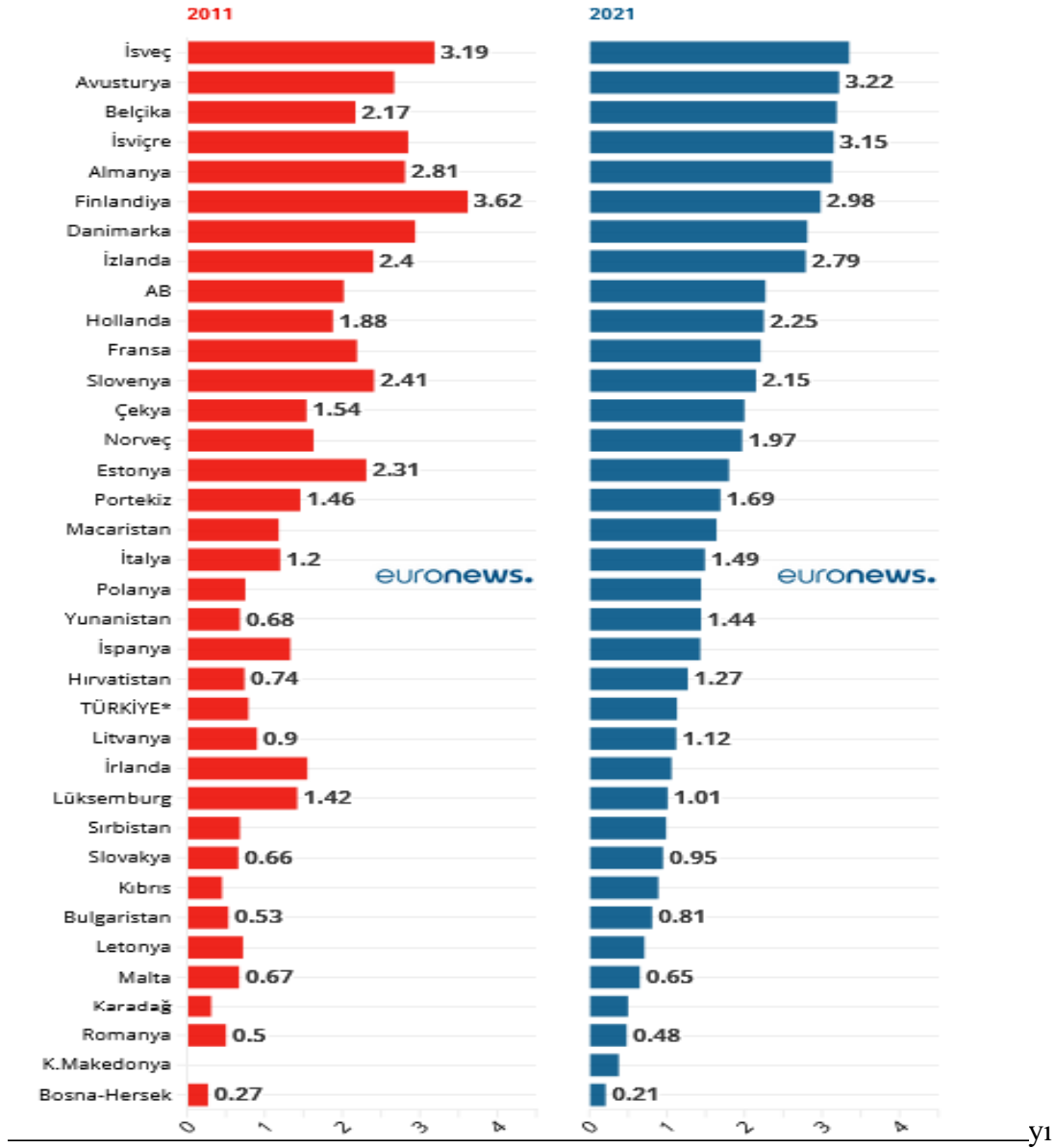
Grafikten görüldüğü gibi, Almanya ARGE'nin, Gayri Safi Milli Hasılanın (GSYH) içindeki payını 2011 yılında % 2,81'den, 2021'de % 3,15'e yükseltirken, aynı yıllarda Türkiye bunu yaklaşık olarak % 0,80'den % 1,13'e yükseltebilmiştir. Türkiye'nin, diğer ülkelerle karşılaştırıldığında, ARGE'ye ayırdığı pay çok düşük kalmaktadır (GSYH: Ülkenin Yılda Ürettiği Brüt Mal ve Hizmetler Toplamı USD veya TL /BİP).

Sonuç

Almanya ARGE için 2021 yılında 121 milyar Euro harcarken, Türkiye aynı yılda sadece 9,27 milyar USD harcamıştır. Bunun hiç değilse iki katına yükseltilmesi ve Almanya'daki gibi küçük ve orta ölçekli işletmelerin üniversitelerle birlikte projeler yapmasının ülkemizin yakınmasında çok yararlı olacağı açıktır. Umarız hükümetler, diğer devlet kurumları, muhalefet ve sivil toplum kuruluşları, ARGE'nin öneminin bilincinde olarak durumu değerlendirip yakın gelecekte düzeltirler ve bir atılımla Türkiye ilgili grafiklerde yukarılara doğru bilim ve teknolojiadaki gelişme durumuyla birlikte, yükselir.

*Ali Akurgal'dan okuyucu notu: Editörümüz Sayın Orhan Bursalı'nın 24.06.2024 tarihli Cumhuriyet gazetesindeki yazısından öğrendiğimiz üzere, ülkemizde fizik mühendisi işe alma oranı çok çok düşük. 42.000 iş ilanından yalnızca milyonda 500 adedi (2 adet) fizik mühendisine ait. Haberi veren Gül Akçasoy aradı, oldukça uzun konuştuk. Bu konudaki düşüncemi Dr. Yüksel beyin yazısına eklemek iznini aldım. Düşüncem; ne zaman Türk şirketleri kendi ürünleri tasarlamaya başlarsa, o zaman işe fizik mühendisi alırlar. Yerli ve milli diye kıvanç duyduğumuz otomobil bile yurt dışı tasarımı!

Ar-Ge harcamasının GSYH içindeki payı



Daha fazla bilgi için bkz:

- www.dfg.de (Almanya Araştırma Kurumu)
- *Perspektiven der Forschung und ihrer Förderung. 2007–2011.* Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrsg.); Wiley-VCH, Weinheim 2008, ISBN 978-3-527-32064-6.
- *Thomas Nipperdey, Ludwig Schugge: 50 Jahre forschungsförderung in deutschland: Ein Abriss der Geschichte der Deutschen Forschungsgemeinschaft. 1920–1970.* [Anlässl. ihres 50-jährigen Bestehens], Deutsche Forschungsgemeinschaft, Bad Godesberg 1970.
- *Karin Orth / Willi Oberkrome (Hrsg.): Die Deutsche Forschungsgemeinschaft 1920–1970. Forschungsförderung im Spannungsfeld von Wissenschaft und Politik,* Franz Steiner Verlag, Stuttgart 2010, ISBN 978-3-515-09652-2

- Patrick Wagner: *Notgemeinschaften der Wissenschaft. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) in drei politischen Systemen, 1920 bis 1973 (= Studien zur Geschichte der Deutschen Forschungsgemeinschaft 12)*. Franz Steiner Verlag, Stuttgart 2021,
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München

Not: Bu yazımız 25.06.2024 günü HBT dergisine iletilmiştir.

11.Bataklıkların, ormanlardan çok daha fazla karbon depoladıklarını biliyor muyuz?

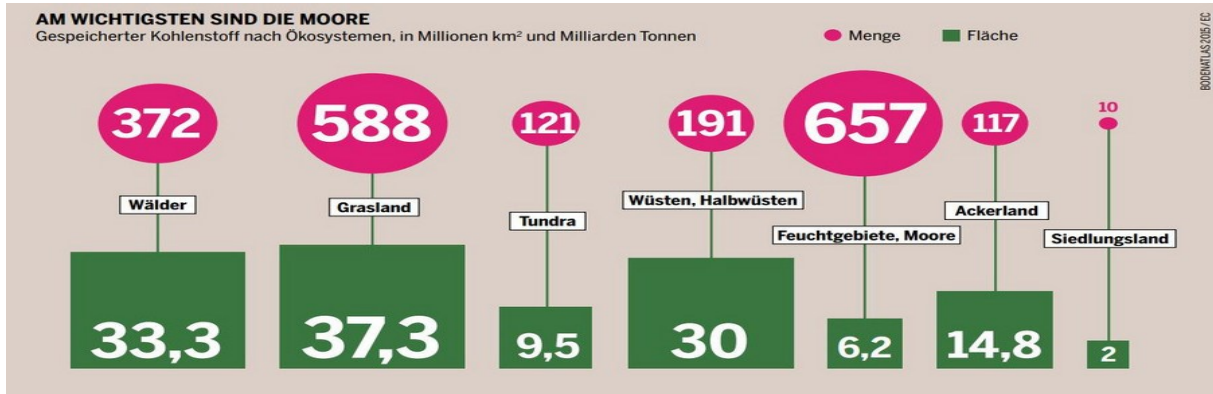
Kurutulan bataklık topraklarındaki aşırı karbonun, oksijenle birleşerek, havaya verdiği CO₂ miktarı Almanya’da, 10 adet 1000 MW’lık büyük kömür santralinin 1 yılda havaya saldığı kadar çok!

Yüksel Atakan , Fizik Y.Müh. Dr., Almanya, ybatakan4@gmail.com

Bataklıklar

Bataklıklar, yarı çürümüş bitkilerin oluşturduğu bitki artıkları ve toprak ile karışık, karbon deposu olan topraklar (torf, turba) ya da suyla doymuş alanlardır. Yeryüzünde bir yer, giderinden fazla yağış alırsa, orada zamanla yeraltı suyunun yükselmesi, toprak ve bitki artıklarıyla karışık bataklıklar oluşuyor. **Oluşum süresinin bir kaç bin yıl olduğu hesaplanıyor.** Bataklıktan su alındığında, bataklık kuruyor. Kuruyan bataklık toprakları (turba, torf) alınıp daha çok tarım arazilerinde yayılarak verimli topraklar olarak kullanılıyor. Bataklık topraklarında çok miktarda bulunan karbonun, oksijen ile birleşerek oluşturduğu CO₂ havaya ulaşıyor ve iklimi olumsuz etkiliyor. Benzer durum orman ve yeşilliklerin kurumasıyla ya da orman yangınlarında da ortaya çıkıyor ve uzun yıllar ağaçlarda, bitkilerde depolanan karbon, CO₂ halinde atmosfere salınıyor. Bu nedenle bataklıkların, bitkilerin, ağaçların korunması, kurumaması ya da yanmaması, yok olduklarında ise bunların yerine ağaçların dikilmesi ve bataklıkların da tekrar suyla doyurulması çok önemli. Ancak bataklıklar ile ormanlar arasında oluşan CO₂ bakımından önemli bir fark var: Bataklıklarda bir kaç bin yılda biriken karbonun bir bölümü, bataklığın kurumasıyla CO₂ oluşarak havaya ulaşırken, bu durum ormanlarda çok daha kısa sürede gerçekleşiyor. Kuruyan, yanan ağaçlarda, ormanlarda tekrar ağaç dikilerek karbon atmosferden bir süre sonra geri alınırken, kuruyan bataklıklarda bu süre, bataklık tekrar sulu hale getirilemezse, karbonun havadan alınıp bataklıkta azar azar aynı miktarda birikmesi çok uzun yıllar alabileceğinden CO₂’in havadan bataklıklara geri dönüşümü pratikte beklenmemeli.

Şekil 1: Ekosistemlerde depolanan Milyar Ton olarak **karbon miktarları** (kırmızılar) ve bunların kapladığı km² olarak karasal alanlar (yeşiller) gösteriliyor.**En önemli karbon deposu olarak BATAKLIKLAR görülüyor /1/.**



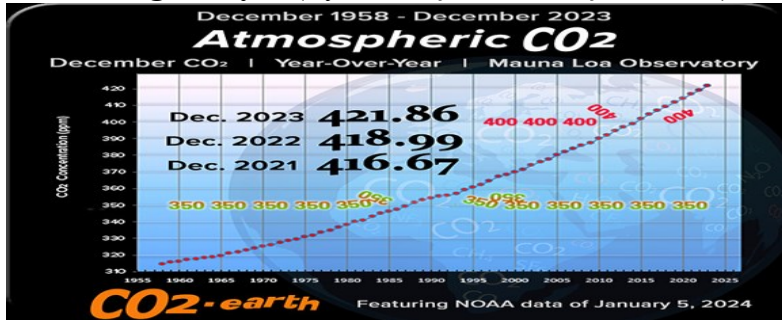
Dünya'nın ,Karasal Alanları'nda depolanan karbon (C) miktarı

Şekil'den görüldüğü gibi bataklıklar, karasal yeryüzünün sadece 6,2 km² kadar küçük bir alanını kaplarken, buralarda depolanan karbon miktarı 657 milyar ton olup, diğerlerinin çok büyük alanlarıyla karşılaştırıldığında çok daha fazladır. Bataklıklardan 6 kat daha fazla alan kaplayan (37,5 milyon km²) orman ve yeşil alanlarda ise, daha az karbon depolanıyor (588 milyar ton) /1/.

Atmosferde CO₂ artımı

Özellikle fosil yakıtlar sonucu atmosferde CO₂,in artmakta olduğu, endüstri döneminden beri ölçümlerle belirleniyor. 1955'de atmosferdeki CO₂ derişimi 315 ppm iken, Aralık 2023'de yaklaşık 422 ppm'e yükselerek, 107 ppm arttığı

Şekil 2'de görülüyor (Ayrıntılı açıklamalar için bkz /2/).



Kurutulan bataklıklardaki aşırı karbonun oksijenle birleşerek havaya verdiği CO₂ miktarıyla, fosil yakıtlarla salınan CO₂ miktarın karşılaştırılması

Şekil 1'de bataklıklarda tutulan/depolanan **karbon** miktarı 657 milyar ton olarak veriliyor. Bataklıklar kurutulursa, çeşitli biyokimyasal yollarla bu karbon miktarı oksijenle birleşerek CO₂'e dönüştüğünde, mol olarak hesaplarsak: CO₂ kütlesi = 12 (C)+2x16 (O₂) = 44 atom gram olacağından, bataklıklar yoluyla havaya zamanla verilecek toplam CO₂ miktarının:

$$44/12 \times 657 = 2 \text{ Gigaton olacağı yaklaşık olarak hesaplanabilir.}$$

Ancak tüm bataklıkların kurutulması ve hatta derinlerdeki karbonun havayla temas ederek CO₂ oluşturması beklenmez. Bu 2 Gigaton'un sadece bir miktarı kuruyan bataklıklar yoluyla havaya ulaşabileceği düşünülmeli.

Almanya bataklıklarındaki durum

Almanya'daki bataklıkların % 95'inin kurutulması sonucu, bataklıklardan alınan toprakların tarımda kullanılmasıyla, karbonun oksijenle birleşerek havaya verdiği CO₂ miktarı, Almanya'nın 2022 yılında havaya verdiği toplam CO₂ miktarı olan olan 750 milyon tonun % 7'si kadar ya da 53 milyon kadar çok olduğu bilimsel yayınlarda açıklanıyor /3,4/.

Almanya'nın kurutulan bataklık topraklarından türeyen bu 53 milyon tonluk CO₂ miktarını, 1000 MW'lık büyük bir kömür santralinin havaya saldığı CO₂ miktarıyla karşılaştırsak: 1000 MW x 0,60 (kapasite faktörü ya da verimi) x 24 saat/gün x 365 gün/yıl=5,26 TWh Kömürden her kWh elektrik enerjisi elde edilirken, ortalama olarak 1 kg CO₂ havaya salınıyor. Bu yolla, 5,26 TWh için 5,26 milyon ton CO₂ havaya veriliyor.

Buradan, Almanya'da kurutulan bataklık topraklarındaki aşırı karbonun oksijenle birleşmesinden oluşan CO₂ miktarı, 10 adet 1000 MW'lık kömür santralinin havaya verdiği CO₂ kadar çok olduğu görülüyor.

Almanya'da bu durumun düzeltilerek 2050 yılına kadar toplam 18.000 km² kadar olan bataklık alanların tekrar suyla doymuş duruma getirilerek, havadaki CO₂'den karbonun tekrar alınarak bataklıklarda tutulması ve iklimin korunmasıyla ilgili çalışmalar var. Ancak buralarda yaşayanlar, bu toprakları yıllardır tarım alanları olarak kullandıklarından, buna karşılar /3,4/. Henüz bir sonuç alınmış değil.

Şekil 3: Almanya'da bir bataklık /4/.

Şekil 4: Almanya'da kurutulan bataklıklardan alınan toprağın (turba) gübre gibi yayıldığı ve CO₂ kaynağına dönüşen tarım alanları (sağda) /4/



Dünya'da her yıl havaya verilen yaklaşık 38 milyar ton CO₂' miktarının içinde elektrik santrallerinin payı % 21 iken, diğer kaynakların % 80 kadar katkıları da gözden geçirilmeli ve bunlardan havaya salınan CO₂ miktarları azaltılmalı. Bu konuyu başka bir yazımızda inceleyeceğiz.

Türkiye'de nerelerde bataklıklar var ve bunlar ne durumda?

Türkiye'de çeşitli yerlerde bataklıklar olduğu medyada yer almakla birlikte, bunların toplam alınının ne kadar olduğu ve ne kadarının kurutularak bu topraklardan atmosfere ne kadar CO₂ verildiğiyle ilgili tutarlı bilgilere rastlanmıyor. MTA tarafından yapılan araştırmalarda Kayseri, Hakkari, Bolu, Kars yörelerinde belirlenen alanlarda 200 milyon ton'dan fazla turba materyali bulunduğu açıklanıyor (Çolakoğlu, 1996) /6/. 1996'da iklim sorunu o zamanlar pek bilinmediğinden olacak, amaç bu bataklık toprağı malzemesini alıp kullanmak ve bataklığın kuruyabileceğini ve bu yolla havaya CO₂ salınacağını bilmemek olabilir. Başka bazı yazılarda ise bataklık kolayca nasıl kurutulur? başlıklı yazılar yer alıyor ve bunun sonucunda havaya CO₂ verileceğine ise, konuyu bilmediklerinden olacak, hiç değinilmiyor.

Bir örnek: Trabzon Ağaçbaşı Turba bataklığı /5/

,Köprübaşı ve Sürmene ilçeleri sınırındaki, 600 hektarla asidik torf toprağı ile ölmüş bitkilerden meydana gelmiş, Türkiye'nin en büyük yüksek rakımlı sulak alanı olan Ağaçbaşı Turba Bataklığı'nın koruma altına alınması için 2009 yılında çalışma başlatılmasına rağmen, Turbalık alanın her yeri çöp dolu, buranın florası tamamen yandı. Doğal ve Tarihi Değerleri Koruma Derneği Başkanı Doç. Dr. Coşkun Erüz: "Koruma alanının içinde kaçak yapılaşma devam ediyor, diyor/5/. Bu bataklık alanının korunmasının 2019'da tescillendiği ise /6/ nolu yayında yer alıyor.

Şekil 5: Trabzon Ağaçbaşı bataklığından arta kalan alanlar ve kaçak yapılar



Sonsöz

Bugün, kurutulan bataklık topraklarının iklime olumsuz etkisi Batı ülkelerinde de, bilimsel araştırmacılar ve enstitüler dışında, pek bilinmiyor.

Türkiye’de yetkili kurumlar bataklıkların yerlerini, büyüklüklerini, toplam alanını ve durumlarını ortaya çıkarmalılar, buraların korunmasını, Sivil Toplum Kuruluşları ve halk ile birlikte sağlamalılar. Buralardan alınan toprakların tarımda kullanılmasıyla, bu topraklardaki aşırı karbonun oksijenle birleşip oluşturacağı CO₂ havaya verildiğinde ise iklimin daha da bozulacağı halka duyurulmalı ve kuruyan bataklıklar tekrar suya doyurularak, karbonun bataklıklarda tutulmasına çalışılmalı.

Not: Bu yazımızdaki CO₂ miktarları, metan gibi iklimi bozucu diğer sera gazlarını da içine alan ‘Eşdeğer’ anlamdadır,,CO₂ Equivalent’.

Bu yazımız Nisan 2024’de HBT dergisinde yayımlanmıştır.

Kaynaklar

- /1/ <https://www.naturefund.de>
- /2/ <https://sarmalkitabevi.com/product/gunes-ve-ruzgardan-elektrik-bedava-ve-tertemiz-mi/>
- /3/ <https://moor.naturpark-erzgebirge-vogtland.de/index.php?id=201&L=1;>
- /4/ <https://www.bundestag.de/resource/blob/952768/81e71d2e65cee31017beb7252c71d21a/WD-8-020-23-pdf.pdf>
- /5/ <https://www.yenisafak.com/foto-galeri/gundem/bu-bataklık-hazine-ozelligi-tasiyor-10-bin-yillik-gecmis-sahip-ama-yaktilar-kacak-yapi-insa-ettiler-2048634/2>
- /6/ <https://www.haberturk.com/turkiye-nin-en-buyuk-turba-batakligi-tescillendi-2498753>

ⁱ Çernobil ve Fukuşima kazaları nasıl oldu? Fizik Müh.Odası Popüler bilim yazıları Y. Atakan

ⁱⁱ <https://info.westinghousenuclear.com/news/four-westinghouse-ap1000-reactors-in-china>

iii <https://www.radyasyonyatakan.com/yazi/yuksek-radyoaktiviteli-nukleer-atiklarin-guvenli-depolama-arastirmalari-finlandiya-ornegi> / BilimveGelecek Nisan 2022

iv Küçük modüler reaktörler (SMR) Herkese Bilim Teknoloji dergisi, Y.Atakan HBT Sayı 403 28.12.2023

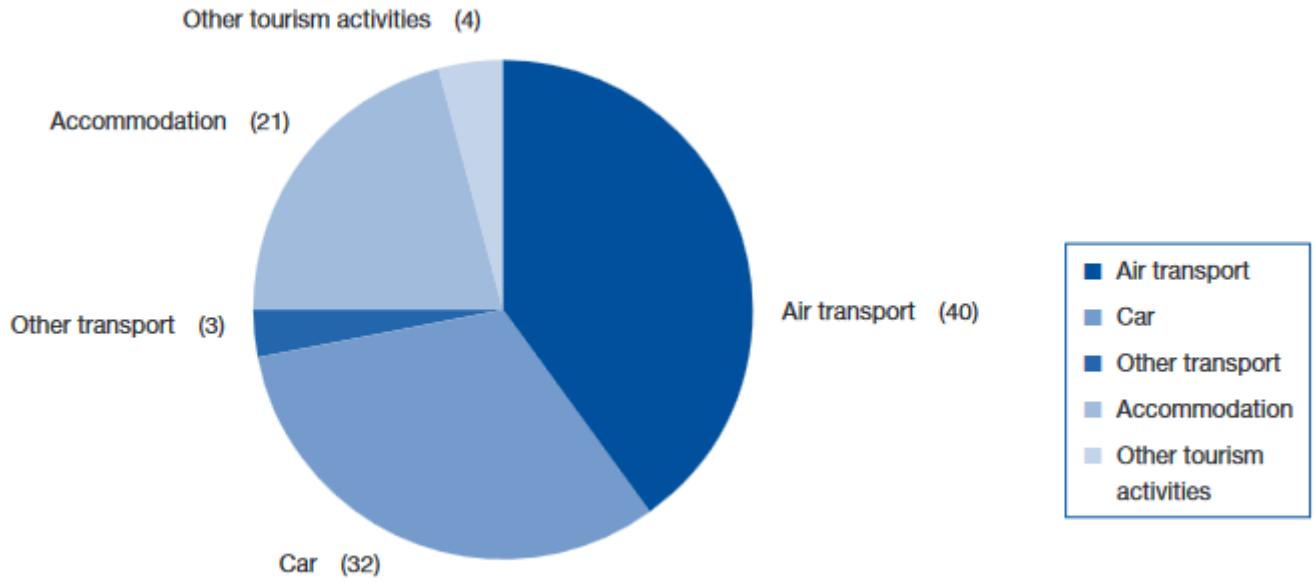
Bu yazımız Bilim ve Gelecek dergisi Şubat 2024 sayısında yayınlanmıştır.

12. Kitle turizminin olumlu ve olumsuz yanları neler,

CO2 salınımına etkisi?

-
28 Haziran 2024
BİLİM VE GELECEK DERGİSİ

1.1 Contribution of various sub-sectors to tourism CO₂ emissions, 2005 (%)



Source: World Tourism Organization and United Nations Environment Programme (2008).

Turizmin alt sektörlerinin CO2 salınımına % katkıları (sağdan aşağıya ve sola doğru sırasıyla: Hava yollarıyla taşınım, otomobil, diğer taşınım, otel ve evlerde ağırlama, diğer turizm etkinlikleri).

Gitgide artan turizm gelirleri özellikle azgelişmiş ülkelere döviz, insanlara kazanç sağlamasının yanı sıra, farklı ülkelerin insanların da birbirlerine yakınlaşmasını, birbirlerini yakından daha iyi tanımalarını da sağlıyor.

Dünya Turizm Ajansına göre (UNWTO), turizm, en hızlı büyüyen endüstrilerden biri olup Dünya ekonomisine % 10'dan fazla katkıda bulunuyor: Yabancı gezgin sayısı 1950'lerde 25 milyondan başlayarak, 1977'de 166 milyon ve 2018'de 1,5 milyar sayısına ulaştı ve 2030'da da 2 milyara yaklaşacak. 2019'da Turizm, Dünya'daki işlerin % 10 kadarını (334

milyon kişiye iş) ve brüt gelirlerin de % 10 kadarını (yaklaşık 10 trilyon USD) sağlıyor. 2023’de turizm Dünya’da 27 milyon yeni iş yarattı.^{1,2,3}

Kitle turizminin olumsuz etkileri

Bu büyük hacimli endüstrinin, uçak, tren, otobüs ve taksi trafiğini artırmasının yanı sıra diğer malzeme ve yiyecek taşıyıcılarını da çok artırması sonucu ise çok daha fazla enerji gerektiği ve enerji üretim ve tüketimi için ise hem birincil enerji kaynaklarının (petrol, kömür, doğal gaz) daha çok çıkarılması, hem de elektrik santrallerinin daha fazla yapımı, işletilmesi sonucu havaya çok daha fazla CO₂ salınmasıyla iklimin olumsuz etkilenmekte olduğu açık. Kitle turizminin ayrıca doğa kirliliğini artırdığı, flora ve faunayı olumsuz etkileyerek doğal yaşamı bozduğu da gitgide belirgin hale geliyor. Örneğin bu nedenlerle Mart 2024’de Kanarya Adalarından Lanzarote’de kitle turizmine karşı “Daha fazla turist istemiyoruz” söylemiyle gösteriler yapıldı.

2022 yılında tüm Dünya’da havaya salınan toplam CO₂ miktarı yaklaşık 37 milyar ton kadardı. Bunun % 10-15 kadarının turizm kaynaklı olduğu hesaplanıyor (4-6 milyar ton).⁴

Sadece hava yoluyla 2022’de havaya salınan CO₂ miktarı 800 milyon ton. Hava trafiğinin % 60 kadarı ise turizm kaynaklı. Teknolojik gelişmelerle yeni yapılmakta olan uçakların % 20 kadar daha az yakıt kullanacakları ise bekleniyor. Ayrıca uçakların, motorlarının ve işlemlerinin optimize edilerek daha az yakıtla çalışmalarının 2050 yılına kadar geliştirilmesi umuluyor.⁵ Biyojet denilen yakıtın da kullanılması düşünülüyor. Teknolojideki tüm bu gelişmelerin uygulanmasıyla havacılık dalında havaya salınan CO₂ miktarı azaltılabilecek.

Turizmin olumsuz etkileri, ilgili çevrenin kaldırabileceği turist sayısını aştığında başlıyor. Dünyanın çok çeşitli yerinde doğa harikası olarak bilinen yerler aşırı turist sayısı ile bozuluyor (Örneğin bizdeki Pamukkale travertenleri). Pamukkale travertenlerini 2019 yılında 2,5 milyon turist ziyaret ettiği gazetelerde yer aldı. Pandemi nedeniyle girişlerin yaklaşık 1 aydır durduğu Pamukkale, uzun süredir kapalı kalması nedeniyle daha beyaz görüntüsüyle dikkat çekti.

Hava kirliliği, sayıları gitgide artan otellerin ocak ve klimalarıyla artarken, çevreye ve sulara verilen atıkların tam temizlenememeleri fauna ve florayı da bozuyor. Orman yangınları artıyor. Doğal kaynakların daha fazla kullanımıyla çevre yoksullaşıyor. Çevre halkının kullandığı sular ve vegetasyon, otellerin kullandığı sular ve yüzme havuzlarıyla git gide azalıyor. Artan golf ve tenis alanlarıyla ve bunların sürekli sulanmasıyla toprak aşırı bozulurken tarım alanları ve çok yerde kuyu suları azalıyor. Aşırı su kullanımı, atık su miktarını da artırıyor. Örneğin sıcak Akdeniz bölgesine yaz tatiline gelen turistler kendi evlerinde kullandıkları su miktarının çok üstünde, günde 440 litre kadar, su kullanabiliyorlar.⁶

Sonuç

Diğer bir dizi yazımızda da vurguladığımız gibi aşırı artan Dünya enerji tüketimi ve dolayısıyla CO₂ artırımının, pek söylenmeyen 3 ana nedeni var:

1) Aşırı nüfus artımı. 2050’de Dünya nüfusunun 9-10 milyar olması bekleniyor. Daha fazla nüfus, daha fazla enerji üretimi ve tüketimi demek. Örneğin 70’li yıllarda Türkiye nüfusu 35 milyon iken, bugün nüfusumuz 85 milyon. Bu artan nüfusa yiyecek, giyecek, yol, bina, okul, su, taşıt vd. ise daha fazla enerji ve daha fazla elektrik santrali gerekeceği açık.

2) Konfor (gitgide daha konforlu yaşıyoruz ve bu arada daha çok geziyoruz). Bu ise 2-3 kat daha fazla enerji kullanımı demek

3) Savurganlık (Evimize giren 3 torba yiyecekten 1 torbası çöpe gidiyor ve Türkiye de savurganlıkta başı çeken ülkelerden biri). Bu ise % 30 daha fazla enerji kullanımı demek.

Kısır döngü: Bizler kendi yaşam tarzımızı değiştirmedikçe daha çok enerji tüketeceğiz daha çok enerji santraline gerek duyacağız ve sonunda havaya da daha çok CO₂ salınacağı açık. Yenilenebilir enerjilerin yetmeyeceği ve onların da tertemiz ve bedava olmadığı biliniyor ama söylenmiyor. Her 25 yılda bir yenilenmesi gereken ve içlerinde kurşun, gümüş, kadmiyum ve antimon gibi zehirli maddeler de bulunan güneş panelleri sayısının ise yakın gelecekte Everest dağına 5-10 kat aşacağını bunların tümünün ise geri dönüşümlerinin yapılamayacağı, çöplüklerde yığılacakları da açıklanmıyor.⁷

DİPNOTLAR

1) Travel & Tourism Economic Impact | World Travel & Tourism Council (WTTC)

2) Tourism and Globalization 2023 » Vision Essay

3) https://www.pichimahuida.info/Pichimahuida/lago-leones_files/Tourism%20is%20responsible%20for%208%2525%20of%20greenhouse%20gas%20emissions.pdf

4) CO2 Emissions in 2022 – Analysis – IEA

5) <https://www.iea.org/energy-system/transport/aviation>

6) <https://www.gdrc.org/uem/eco-tour/envi/one.html>

7) Güneş ve rüzgardan elektrik tertemiz ve bedava mı?, Y.Atakan, Sarmal yayınları, 2023.

Not: Bu yazımız Bilim ve Gelecek dergisi Temmuz 2024 sayısında yayınlanmıştır.