

Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı IAEA Tarafından Kurulan İkincil Standart Dozimetri Laboratuvarları ve İyonlaştırıcı Radyasyon Dozları Doğruluğu

Ahmet Cangüzel Taner

Fizik Yüksek Mühendisi

Fizik Mühendisleri Odası FMO (canguzel.taner@gmail.com)

Küresel iyonlaştırıcı radyasyon dozları uygulamaları tıpta yenilikçi radyoloji, radyoterapi ve görüntüleme cihazları kullanımları ile birlikte giderek artmaktadır. İyonlaştırıcı radyasyon türleri arasında olan X – ışını ve gama ışını yayan cihazlar ve çeşitli radyoaktif kaynaklar, araştırma ve geliştirme Ar-Ge projeleri de dahil olmak üzere endüstrinin hemen her dalında yoğun biçimde kullanılmaktadır. Özellikle sağlık ve sanayi sektörü branşlarında iyonlaştırıcı radyasyon doz ölçümleri; Medikal Fizikçiler, Radyasyon Fizikçileri, Radyasyon Korunması Uzmanları, Sağlık Fizikçileri ve Radyasyondan Korunma Görevlileri tarafından yerine getirilmektedir. Ayrıca, küresel karbonsuz temel enerji kaynakları yeni nesil Nükleer Güç Santrali NGS reaktörleri projeleri, hızlandırıcılar, global elektron demeti ışınlama kompleksleri ve Co-60 kaynaklı Gama Işınlama Tesisleri kurulması yatırımları da hızla yaygınlaşmaktadır. Böylece, küresel iyonlaştırıcı radyasyon dozu ölçüm cihazları standardizasyonu ve akreditasyonu çalışmaları da önemiyet kazanmaktadır. Tıpta hastalıkların tanı ve tedavisi yönteminde kullanılan iyonlaştırıcı radyasyon kaynakları yoluyla hastalara verilen radyasyon dozları düzeylerinin son derece doğru, duyarlı ve güvenilir olması gerekmektedir. Hastaların sağlığına kavuşması için uzman doktorlar tarafından tespit edilen hassas radyasyon dozu miktarları seviyelerinin ise kalibrasyonlu, duyarlı, akredite ve standart iyonlaştırıcı radyasyon ölçüm cihazları ile yapılması icap etmektedir. Ülkemizde Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu TENMAK Ankara Yerleşkesi Nükleer Enerji Araştırma Enstitüsü Başkanlığı NÜKEN bünyesinde faaliyet gösteren İkincil Standart Dozimetri Laboratuvarı (İSDL) ve TENMAK İstanbul Yerleşkesi kapsamında iyonlaştırıcı radyasyon ölçüm cihazları standardizasyon ve akreditasyon programları yürütülmektedir. Uzun yıllardan beri süregelen Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı - UAEA (International Atomic Energy Agency - IAEA) önderliğinde Dünya Sağlık Örgütü - DSÖ (World Health Organization - WHO) ile beraber ortaklaşa kurulan İkincil Standart Dozimetri Laboratuvarları Ağı (Network of Secondary Standards Dosimetry Laboratories - SSDL's) projeleri faaliyetleri bu yazı içeriğinde incelenmektedir.

Günlük yaşamımızda uzaklığı, uzunluğu, zamanı, ne kadar gıda ürünleri aldığımızı, tükettiğimizi ve bilimde güncel küresel karbondioksit konsantrasyonu miktarlarını ölçmede; kilometre, santimetre, dakika, kilogram, litre ve milyonda partikül sayısı (**parts per million - ppm**) birimlerini sıkça kullanmaktayız. Ancak, insanların hayatını kurtaran iyonlaştırıcı radyasyon doz birimleri **milisievert (mSv)** ve **gray (Gy)** hakkında kişilerin bilgilendirilmesi de icap etmektedir. Doğru, güvenilir ve duyarlı dozimetrelerin kalite kontrolü ve kalite güvencesi ise tıpta radyoterapi, radyoloji ve görüntüleme cihazları uygulamaları sırasında hastalar ile birlikte söz konusu radyasyon alanlarında çalışan kişilerin iyonlaştırıcı radyasyonların zararlı etkilerinden korunması yönünden çok büyük bir önem taşımaktadır. Böylece; uygun, güvenilir, hassas ve akredite dozimetreler kullanımı sayesinde hastalara doğru, sağlıklı ve optimum radyasyon dozlarının verilmesi de sağlanmaktadır. Mayıs 2021'de düzenlenen ve **Küresel Birimler Sistemi** şeklinde tanımlanan **Dünya Metroloji**

Günü (World Metrology Day)'ne Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı UAEA (International Atomic Energy Agency - IAEA) Sağlık için Ölçme (Measurement for Health) sloganı ile katılmıştır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı UAEA ve Dünya Sağlık Örgütü DSÖ (World Health Organization - WHO) tarafından 1976 yılında İkincil Standart Dozimetri Laboratuvarları İletişim Ağı (Network of Secondary Standards Dosimetry Laboratories - SSDL's) kurulmuştur. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı IAEA'ya ait Seibersdorf SSDL laboratory kompleksi kapsamında iyonlaştırıcı radyasyon ölçüm cihazları kalibrasyon çalışmaları yürütülmektedir. SSDL Laboratuvarları İletişim Ağı ile beraber IAEA, üye ülkelerin radyoterapi ve radyoloji bölümlerinde doğru, güvenilir ve hassas dozimetre çalışmaları yapılmasına önemli bir katkı sunmaktadır. Ayrıca, inovasyona dayalı görüntüleme, radyoterapi ve radyoloji cihazları için güvenilir, duyarlı ve doğru iyonlaştırıcı radyasyon dozu ölçümleri vasıtasıyla yapılan kalibrasyon faaliyetleri kapsamında ise kalite kontrol ve kalite güvencesi (Quality Control QC ve Quality Assurance QA) hizmetleri de temin edilmektedir.

Radyasyon ölçüm (radiation metrology) uzmanı, bir başka deyimle, iyonlaştırıcı radyasyon ölçüm bilimcisi tarafından dozimetre kalibrasyonu için laboratuvarında kurulan deney düzeneği aşağıda gösterilmektedir. Suudi Arabistan Riyadh kentindeki Kral Faysal Uzman Hastanesi ve Araştırma Merkezi (King Faisal Specialist Hospital and Research Center - KFSH & RC) radyasyondan korunma servisleri bünyesinde mevcut foton demetleri kullanılarak yapılan akredite standart dozimetre kalibrasyonları aşağıda resmedilmektedir.



Fotoğraf: MArib / KFSH & RC

IAEA SSDL Ağı, özellikle kalkınmakta olan ülkelere standart dozimetre ölçümleri konusunda sağlanan bilgi ve deneyimlerin aktarılmasını amaçlamaktadır. Bu bağlamda IAEA, çeşitli kalibrasyon faaliyetleri için küresel boyutta pek çok personele işbaşında eğitim olanağı sunmaktadır. Dozimetrelerin muhtelif radyasyon alanlarında kullanımları dahil olmak üzere 1987 yılından beri IAEA üyesi 122 ülkeden 300 bilim insanına da eğitim imkânı tanınmıştır. Böylece, çok sayıda ülkede doğru ve düzenli

dozimetri servisleri hizmeti sunulması sağlanmıştır. Aynı zamanda güvenli, etkin radyoterapi ve radyolojik teşhis hizmetleri verilmesi de mümkün kılınmıştır. Öte yandan, **Kenya Standartlar Bürosu (Kenya Bureau of Standards - KEBS)** radyasyon ölçüm elemanları söz konusu **IAEA** dozimetri eğitim programları faaliyetlerinden önemli ölçüde faydalanan ülkeler arasında yer almaktadır. Örneğin, Kenya'dan **Grace Ateka** ve **Collins Omondi**, Güney Afrika **Ulusal Metroloji Enstitüsü (National Metrology Institute of South Africa - NMISA)**'nde 2019 yılında radyoterapi, radyoloji ve radyasyondan korunma ölçüm cihazları kalibrasyonları yanında **Kalite Yönetimi Sistemi (Quality Management System - QMS)** geliştirilmesi konularında eğitim almıştır. Sağlanan dozimetri eğitim programı masraflarının finansmanı ise **IAEA** teknik işbirliği programı projeleri fonları yoluyla karşılanmıştır. Kenyalı **Grace Ateka**, **Kenya Standartlar Bürosu - KEBS** tarafından ülkesindeki tüm sektörlerin iyonlaştırıcı radyasyon alanlarının gerek duyduğu standart dozimetre kalibrasyonları çalışmaları yapılmasına olanak sağlanacağını ifade etmektedir. Ayrıca Kenya yönetimi, halihazırdaki 50 adet hastanenin modernizasyonu faaliyetleri de yürütmektedir. Böylece; inovatif radyoloji, radyoterapi ve görüntüleme cihazlarının çalıştırılması açısından ülkede akredite standart dozimetreler kullanımları da önem taşımaktadır. Kenya'dan **Collins Omondi** ise faaliyetteki kalibrasyon servisleri için resmi akreditasyon hazırlık çalışmaları yaptıklarını belirterek **IAEA** ve **SSDL İletişim Ağı** yardımlarına gereksinim duyduklarını vurgulamaktadır.

IAEA, **SSDL** laboratuvarları projeleri finansal ve teknik yardımları Sırbistan'dan Suudi Arabistan'a kadar uzanmaktadır. Örneğin, Sırbistan **Vinča Nükleer Bilimler Enstitüsü (Vinča Institute of Nuclear Sciences - VINS)** **SSDL** laboratuvarı tesisinden 4 personel **IAEA** kaynaklı uzmanlık eğitimleri almıştır. Yine **IAEA SSDL** programı çerçevesinde aynı laboratuvardan 2 uzman da bilimsel ziyaretler gerçekleştirmiştir. **IAEA** bilimsel ve teknik yardımları ile birlikte **Vinča Nükleer Bilimler Enstitüsü SSDL** Laboratuvarı kalibrasyon servisleri için yeni X – ışını kalibrasyon ünitesi kurularak rutin kalibrasyon çalışmaları kapsamında kullanılan dozimetre ve ek donanımların önemli ölçüde iyileştirilmesi gerçekleştirilmiştir. Öte yandan, **Vinča Nükleer Bilimler Enstitüsü SSDL** Laboratuvarı tarafından meme kanserinin teşhisinde kullanılan mamografi ve yüzeysel tümörlerin tedavisi (superficial radiotherapy) cihazları dozimetrik kalibrasyonları da doğru, hassas ve güvenilir seviyelerde yapılmaktadır. **Vinča** Enstitüsü Kalibrasyon Laboratuvarı Teknik Müdürü **Dr Milos Živanović**, bilgisayarlı tomografi ya da acil durumlarda ilk müdahaleyi gerektiren radyografik görüntüleme (radiographic imaging) ve kardiyoloji cihazları için yüksek doz prosedürleri uygulanarak teşhis radyolojisi kalibrasyon yöntemlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesinin sağlandığını açıklamaktadır. Suudi Arabistan'da görevli uzmanlar da **IAEA SSDL** Laboratuvarı eğitim programı çalışmalarına katılmıştır. Örneğin, **Kral Faysal Uzman Hastanesi ve Araştırma Merkezi (King Faisal Specialist Hospital and Research Center - KFSH & RC)**'nden radyasyon ölçüm uzmanı Tıbbi Fizikçi **Omar Noor**, tanı radyolojisi kalibrasyonu ve kalite testleri işbaşı eğitimini **IAEA** Dozimetri Laboratuvarı'nda yapmıştır. Medikal Fizikçi **Omar Noor**, görevli olduğu merkezde yeni teşhis kaliteleri oluşturulması bağlamında **SSDL Kalite İdaresi Sistemi (Quality Management System - QMS)** kriterlerinin uygulanması ve sonuçlandırılması çalışmalarına katkı sağladığını ifade etmektedir. Aynı zamanda elde ettiği bilgi ve deneyimleri, **Test ve Kalibrasyon Laboratuvarları Yetkilendirilmesi için Uyulması Gerekli Koşullar (General Requirements for Competence of Testing and Calibration Laboratories)** başlıklı **ISC / IEC 17025** standardı ulusal eğitim kursları sırasında paylaştığını da vurgulamaktadır.

Öte yandan, **Dünya Metroloji Günü (World Metrology Day)**, 1875 yılından beri her yıl kutlanmaktadır. **Metre Konvansiyonu - Sayaç Sözleşmesi (Metre Convention)** olarak anılan ölçüm birimleri anlaşması ilk kez 20 Mayıs 1875 tarihinde imzalanmıştır. **Dünya Metroloji Günü** projesi, iki küresel kuruluş olan **Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)** ve **International Organization of Legal Metrology (OIML)** ile **International Atomic Energy Agency (IAEA)** tarafından ortaklaşa gerçekleştirilmiştir. **IAEA** Dozimetri Laboratuvarı, **sağlık için metroloji** konusunu koordine eden ve düzenleyen yegâne uluslararası **İkincil Standart Dozimetri Laboratuvarı (Secondary Standards Dosimetry Laboratory - SSDL)** olarak tanınmaktadır. Sonuçta, 2010 yılından beri **Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı IAEA SSDL laboratory** tesisi, 75 ülkeye ait **SSDL** laboratuvarları genelinde gerçekleştirilen iyonlaştırıcı radyasyon doz ölçüm cihazlarının kalibrasyonları çalışmalarına destek vermekte aynı zamanda yenilikçi radyasyondan korunma, inovatif radyoterapi, tanı radyolojisi ve görüntüleme cihazları standartları geliştirilmesine katkı sunmaktadır.

Kaynaklar:

- Atom, Radyoaktivite, Radyoizotoplar ve Radyasyon Türleri, Ahmet Cangüzel Taner **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2008.
- Evren, İnsan ve İyonlaştırıcı Radyasyonlar, Ahmet Cangüzel Taner, **FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- İyonlaştırıcı Radyasyonların Biyolojik Etkileşme Mekanizmaları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Yeni Kuşak Radyasyon Teknolojileri Uygulamaları ve Kobalt-60 (Co-60) Gama Işınlama Tesisleri, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2010.
- Küresel Sera Gazı Emisyonları Kapsamında Rekor Düzeylere Ulaşan Global Karbondioksit Emisyonları Ölçümleri, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Global Karbondioksit Konsantrasyonları Artmasıyla Küresel İklimsel Değişimler Sonucu Okyanusların ve Denizlerin Asitlenmesi Sorunları, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2013.
- Sağlık Sektöründe Görevli Medikal Fizikçiler İçin Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (**IAEA**) Tarafından Başlatılan Uzmanlık Sertifika Programı, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
- Japon Fukushima Daiichi **Nükleer Güç Santrali (NGS)** Reaktörleri Kazaları Sonrası Baz Yüklü Yeni Kuşak Nükleer Elektrik Santralleri Gelişimi, Ahmet Cangüzel Taner, **Fizik Mühendisleri Odası FMO** Yayınları, Faydalı Bilgiler, 2021.
- Get the Dose Right, Save Lives: **IAEA** on World Metrology Day, **Uluslararası Atom Enerjisi UAEA (International Atomic Energy Agency - IAEA)** Yayını, 2021.