

Medikal Fizik Derneği'nin Katkılarıyla

MedFiz@Online

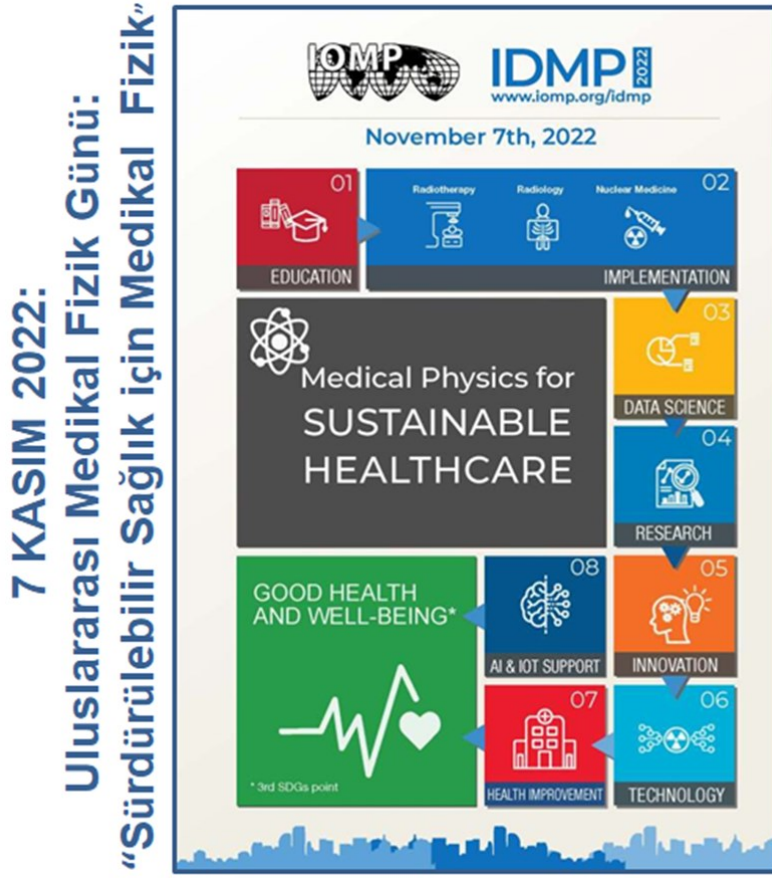
e-DERGİ

EYLÜL - EKİM 2022

medfizonline@gmail.com

www.medikalfizik.org

SAYI: 41



BU SAYININ ÖNE ÇIKAN KONULARI

- RADYOTERAPİDE ÇALIŞAN MEDİKAL FİZİK UZMANLARI İÇİN 3. ESTRO-EFOMP ÇEKİRDEK MÜFREDATI
- 7 KASIM ULUSLARARASI MEDİKAL FİZİK GÜNÜ
- SPECT SİSTEMLERİ İÇİN KALİTE KONTROL
- DİJİTAL RADYOLOJİDE QA TESTLERİ
- RADYASYON ONKOLOJİSİ KAZA ÖĞRENME SİSTEMİ-3

BAŞ EDITÖR

Haluk Orhun

orhun.haluk@gmail.com

EDİTÖR GRUBU

Abdullah Yeşil

asyesil@gmail.com

Boran M. Güngör

borgun@gmail.com

Ertuğrul Ertürk

mehmet.ertugrul@mnt.com.tr

Evren Üzümlü

evrenuzumlu@hotmail.com

Fadime Alkaya

alkayafadime@hotmail.com

Halil Küçük

halilkucucuk@gmail.com

Nadir Küçük

nadir.kucuk@anadolusaglik.org

Recep Kandemir

recepkanemir@medikalfizikci.com

Tuğba Haciosmanoğlu

tubiki76@yahoo.com.tr

DERGİ TASARIM VE YAZI

Ebru Oruç Bakır

Esra Küçükorkoç

Mustafa Çağlar

BU SAYIDAKİ YAZARLAR

Asena Yalçın

Mehmet Fazıl Enkavi

Özgür Bora İmran

Serap Çatlı Dinç

Sinem Karahan

Turgay Toksoy

Yasemin Parlak

(Yazarlar harf sıralamasına göre sıralanmıştır.)

SOSYAL MEDYA

Aykut Oğuz Konuk

Yılmaz Şahin

İÇİNDEKİLER

- **MERHABA : 2022 ULUSLARARASI MEDİKAL FİZİK GÜNÜ: "SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK İÇİN MEDİKAL FİZİK"**
- **BURSA ALİ OSMAN SÖNMEZ ONKOLOJİ HASTANESİ RADYOTERAPİ BÖLÜMÜ**
- **RADYOTERAPİDE ÇALIŞAN MEDİKAL FİZİK UZMANLARI İÇİN 3. ESTRO-EFOMP ÇEKİRDEK MÜFREDATI**
- **7 KASIM ULUSLARARASI MEDİKAL FİZİK GÜNÜ**
- **PTW 100. YAŞINDA**
- **RADYASYON ONKOLOJİSİ KAZA ÖĞRENME SİSTEMİ-3**
- **MEME RADYOTERAPİSİNDE UZAMSAL OLARAK ÇÖZÜMLENMİŞ BT KALİBRASYONU KULLANARAK ÇERENKOV IŞIĞIYLA UZAKTAN DOZ GÖRÜNTÜLEME**
- **SPECT SİSTEMLERİ İÇİN KALİTE KONTROL**
- **DİJİTAL RADYOLOJİDE QA TESTLERİ**
- **2022 4. AVRUPA MEDİKAL FİZİK KONGRESİNDE BİRİNCİLİK ÖDÜLÜ**
- **MEDİKAL FİZİK VE RADYASYON ONKOLOJİSİ ALANINDA İLK TEKNOFEST TÜRKİYE BİRİNCİLİĞİ HACETTEPE'DEN**

e-posta: medfizonline@gmail.com

web: www.medikalfizik.org

Medikal Fizik Derneği'nin katkılarıyla

BASIM

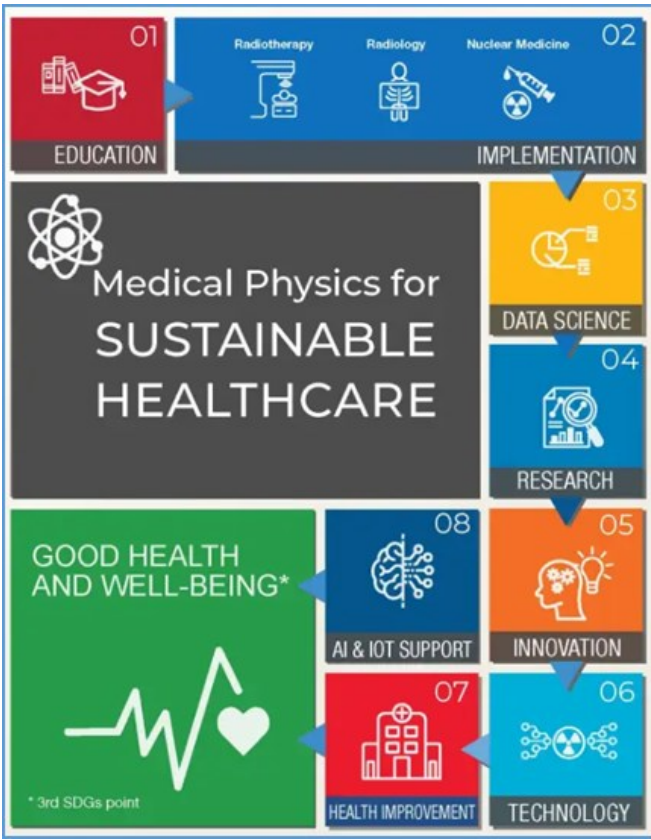
e-kopya

MedFiz@Online DERGİSİNDE YAYINLANAN YAZILAR

YAZARIN SORUMLULUĞUNDADIR.

2022 ULUSLARARASI MEDİKAL FİZİK GÜNÜ: "SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK İÇİN MEDİKAL FİZİK"

MedFiz@Online e-dergisi olarak 7. yayın yılımızda da yine **"Uluslararası Medikal Fizik Günü"** nü kutluyorum. Her yıl, 7 Kasım'da bu konuda söyleyecek sözümüz var. Çünkü dünyada sağlık alanında en fazla teknolojik ve bilimsel gelişmelere sahip bir alanda çalışıyoruz. Her yıl daha fazla önem kazanıyor bu alan.



IDMP (International Day of Medical Physics) Koordinatörü İbrahim Duhani'nin Uluslararası Medikal Fizik Günü ile ilgili mesajı özetle şöyle:

Uluslararası Medikal Fizik Günü (IDMP 2022) teması **"Sürdürülebilir Sağlık için Medikal Fizik"** olarak seçilmiştir. Kaliteli sağlık hizmeti sunmanın en az üç önemli bileşeni vardır:

1. Sağlık Alanında İleri Teknoloji.

2. Sağlık ve teknoloji alanında yeterli eğitim ve öğrenime sahip Kalifiye Personel.
3. Tam bir sürdürülebilir sağlık hizmeti için, yukarıdaki iki temayı birbirine bağlayan Entelektüel Sistem.

Medikal fizikçiler, yukardakiler 3 temel özelliklere sahip olarak, sürdürülebilir sağlık hizmetlerinin önemli ve hayati bir birimidir. 1895 yılında x- ışınlarının keşfi ve sonrası birçok hastalığın x-ışınları kullanılarak teşhis ve tedavisi bu gerçeğin önemli bir parçasıdır. Bu ileri teknolojinin bir yüzyıldan fazla kalifiye medikal fizikçiler tarafından sürdürülmesi ve ileriye götürülmesi çok önemlidir. Bu üç temelle donatılmış tüm dünyadaki Medikal Fizikçilerin, insanlığa sürdürülebilir bir Sağlık Hizmeti sunmada önemli ve vazgeçilmez bir rol oynadığına inanıyoruz.

IOMP ve Medikal Fizik alanlarındaki birçok ilgili kuruluş, böylesine asil bir amaca ulaşmak için birlikte çalışmayı ve tüm üyelerini bu görevleri yapmaya davet etmektedirler.

17. Ağustos günü WHO(Dünya Sağlık Örgütü) tarafından Uluslararası Hasta Güvenliği günü olarak kutlanıyor. Bu günün medikal fizikçiler açısından da bir önemi var. Bilindiği üzere, Medikal fizikçiler, hastaneler, endüstri, akademi, araştırma kurumları ve ulusal radyasyondan korunma yetkili makamları gibi çeşitli ortamlarda çalışan temel sağlık uzmanlarıdır. Nerede çalışırlarsa çalışsınlar, tüm medikal fizikçiler güvenli ve kaliteli sağlık hizmetlerine katkıda bulunur. Ek olarak, medikal fizikçiler, radyasyon güvenliğinde, hastaların gereksiz yere radyasyona maruz kalmaması

ve radyasyon kullanımının gerekçelendirilmesi için bir dizi uygulama ve önlem içinde yer almaktadırlar. Bu nedenle hasta güvenliği medikal fizikçiler açısından çok önemli bir konudur.

Bu sayımızda, **“Uluslararası Medikal Fizik Günü”** nedeniyle, ülkemizde, medikal fizik alanında uzun yıllar çalışmış, çok değerli katkılar yapmış, öğrenciler yetiştirmiş, toplumumuza örnek olmuş meslektaşlarımız ile mesleğe yeni başlamış önünde uzun çalışma yılları olan genç meslektaşlarımızın görüşlerine ve duygularına yer verdik. İlginç olduğunu düşünüyoruz.

ASTRO 2022 Toplantısı:

ASTRO 2022 toplantısının bizim için en ilginç yönü, toplantı temasının **“AI and EI: Caring for the Patient in Wireless World”** olarak seçilmiş olmasıdır. Türkçeye çevirmeye çalışırsak “ Kablosuz dünyada, Hasta bakımları için Yapay Zeka ve Duygusal Zeka” şeklinde olabilir. Yapay Zekânın artık toplantıların en önemli aktörü olduğunu veya olacağını bize haber veriyor bu tema. Bir başka açıdan bakarsak, temaya uygun olarak toplantıda sunuşlar ve posterler de dikkate alındığında 74 adet Yapay Zeka ile ilgili başlık bulmak mümkün.



ASTRO'nun, bu yılki temasının bir anlamda açıklaması şöyle geliyor: Radyasyon Onkolojisinin günlük pratiği, teknolojik yenilikler tarafından etkilenmiş ve yenilen-

miştir ve hayal edilebilecek düzeyde gelişmeye devam edecektir. Kanser hastalarımıza bakımlarımız, insani iletişim ve empati becerilerimizle geliştirelecektir.

Son olarak, ESTRO 2023 yılı kurslarının içinde 22-24 Ekim 2023 tarihinde düzenlenecek **“Palliative Care Radiotherapy”** başlıklı kursun İstanbul'da yapılacağı bilgisini iletme istiyoruz.

Saygılarımızla.

Haluk ORHUN

BURSA ALİ OSMAN SÖNMEZ ONKOLOJİ HASTANESİ RADYOTERAPİ BÖLÜMÜ



Med. Fiz. Uzm. Turgay Toksoy

Hastanemiz Bursa'mızın değerli iş adamlarından, Bursa Milletvekili merhum Ali Osman Sönmez tarafından inşa ettirilerek Sağlık Bakanlığı'nın hizmetine bağış olarak verilmiş ve 1995 yılından itibaren birincil olarak kanser hastalarına hizmet verme amacıyla hasta kabulüne başlamıştır. Radyoterapi bölümü ise yine aynı yıl iki adet Co-60 teleterapi cihazı ile merhum Dr. M. Günay Tanlak öncülüğünde kurulmuş ve halen, yaklaşık 30 yıllık deneyimi ile kanser hastalarının tedavisi için çalışmaya devam etmektedir. Güncel kadrosu 5 adet radyasyon onkolojisi uzmanı, 6 adet radyoterapi fizikçisi ve 15 adet radyoterapi teknisyeni olan bölümümüz, Tomotherapy Hi-Art, Elekta Synergy Platform ve Varian Clinac IX cihazları ile yıllık ortalama 1200 hastanın ışın tedavisini gerçekleştirmektedir.

Cihazlarımız:

- **Tomotherapy Hi-Art Tedavi Cihazı**
 - 6 MV Foton Enerjisi

- Helical Tomotherapy
- **Elekta Synergy Platform Lineer Hızlandırıcı Cihazı**
 - 6MV, 15MV Foton Enerjileri
 - 6, 9, 12, 15, 18MeV Elektron Enerjileri
 - Statik IMRT
 - 160 MLC Agility
 - iViewGT (2-Boyutlu Hasta Görüntüleme Sistemi)
- **Varian Clinac IX Lineer Hızlandırıcı Cihazı**
 - 6MV, 15MV Foton Enerjileri
 - 6, 9, 12, 15, 18MeV Elektron Enerjileri
 - RapidArc, Dinamik IMRT
 - 120 MLC Millennium
 - Portal Vision
 - On-Board Imager
- **Philips Big Bore Brilliance CT**

Ekipmanlarımız:

- **PTW Grubu:**
 - MP3-T Su Fantomu

- Octavius729
- Unidose ve Multidose Elektrometre
- 30010, 31010, 31015, 34069 iyon odaları
- **IBA Grubu:**
 - Blue Phantom 2
 - I'mRTMaTriXX
 - DOSE-1 Elektrometre
 - CC04, CC13, FC65-P, PPC40 iyon odaları
- **Standard Imaging Grubu:**
 - TomoElectrometer
 - A1SL, A17 iyon odaları
- **Civco ve Q-Fix Immobilizasyon Ekipmanları**

Klinik Kadromuz:

• **Radyasyon Onkolojisi Uzmanları**

- Uzm. Dr. Hüseyin Selçuk Şensöz
- Uzm. Dr. Vildan Atıcı
- Uzm. Dr. Günhan Berber Cebelli
- Uzm. Dr. Tamer Tepedelen
- Uzm. Dr. Vahap Genç

• **Radyoterapi Fizikçileri**

- Turgay Toksoy
- Abdurrahman İsmail Korkmaz
- Nefise Mehtap Akın
- Hakkıcan Özden

- Ümmügül Hasanoğlu
- Gamze Zafer

• **Radyoterapi Teknikerleri**

- Mustafa Dülger
- Selim Memiş
- Fikret Çınar
- Taylan Alkan
- Mahmut Yada
- Vedat Zorlu
- Nagihan Gözüaydın
- Dilan Allahverdi
- Muhittin Alper
- Sümeyye Yalçınöz
- Tarık Şanlı
- Yasin Barış
- Uğur Çalı
- Mehmet Şah Karğılı
- Kübra Önal

• **Hasta Karşılama Personeli**

- Seval Kocaağa

• **Hasta Karşılama Personeli**

- Erol Öztemur



Med. Fiz. Uzm. Turgay Toksoy

Lisans eğitimini İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünde 2009 yılında tamamladı. 2012 yılında Uludağ Üniversitesi Tıbbi Radyofizik Bölümü'nden mezun olduktan sonra 2013 yılında Bursa Ali Osman Sönmez Onkoloji Hastanesi'nde Radyoterapi Fizikçisi olarak göreve başlamış ve halen devam etmektedir.

RADYOTERAPİDE ÇALIŞAN MEDİKAL FİZİK UZMANLARI İÇİN 3. ESTRO-EFOMP ÇEKİRDEK MÜFREDATI

Doç. Dr. Serap Çatlı Dinç

2022 yılında "Radiotherapy and Oncology" dergisinde yayınlanan bu makale, radyoterapide çalışan medikal fizik uzmanları için ESTRO-EFOMP çekirdek müfredatının güncellenmiş 3. versiyonunu, yapılan önemli değişiklikleri, uygulama ile ilgili çalışma grubunun önerilerini ve güncellendiği süreci anlatmaktadır.

Çalışmada radyoterapide çalışan Medikal Fizik Uzmanlarının (MFU) eğitim ve öğretimi için 2011 yılında oluşturulan ESTRO-EFOMP çekirdek müfredatının, AB yönergelerine uygun olarak güncellenmesi ve Avrupa ülkelerinin kendi müfredatlarını geliştirmeleri için bir çerçeve sağlaması amaçlanmıştır.

Eylül 2019'dan bu yana, radyoterapi fiziğinin tüm alt alanlarını kapsayan uzmanlığa sahip ESTRO, EFOMP ve Ulusal Dernekleri temsil eden 27 Avrupa medikal fizik uzmanı çekirdek müfredatı revize etmiştir. ESTRO ve EFOMP Eğitim Konseyleri, tüm Avrupa Ulusal Dernekler ve uluslararası paydaşlar revizyon sürecine dahil olmuştur. Sonuç olarak, toplam 240 AKTS (Avrupa Kredi Transfer ve Biriktirme Sistemi)'lik 4 yıllık bir eğitim dönemi önerilmiştir.

Eğitime giriş seviyeleri, gerekli fizik ve matematik altyapısını sağlayacak şekilde tanımlanmıştır. Güncellenen çekirdek müfredat, stereotaktik, MR kılavuzlu ve uyarlanabilir Radyoterapi (RT), parçacık tedavisi, gelişmiş otomasyon, karmaşık nicel veri analizi (büyük veri/yapay zeka), biyolojik görüntülerin kullanımı ve kişiselleştirilmiş tedavileri içermektedir. Sürekli artan RT karmaşıklığı nedeniyle, kalite

yönetimine de daha fazla önem verilmiştir.

Çekirdek müfredatının bu güncellenmiş 3. baskısı, modern RT'nin güvenli ve etkili bir şekilde uygulanması için bir medikal fizik uzmanına eğitim çerçevesi sağlarken, bazı ülkeler de bu seviyeye ulaşmak için gereken önemli çabaları kabul etmektedir. Çekirdek müfredat, Avrupa'da medikal fizik uzmanının eğitiminin daha fazla uyumlaştırılmasına katkıda bulunabilir.

Radyoterapi (RT), çoğunlukla kanser hastalarını iyonize radyasyonla tedavi etmek için oldukça teknik bir terapötik yaklaşımdır. Radyasyon onkologları, medikal fizikçiler, RT teknisyenleri/radyasyon terapistleri/radyograflar ve onkoloji hemşirelerinden oluşan uygun şekilde eğitilmiş multidisipliner bir ekip, tüm hastalar için güvenli ve etkili bir tedavi sağlama sorumluluğuna sahiptir. Fizik eğitimi almış ve medikal fizikte uzmanlaşmış bir bilim insanı olarak medikal fizikçinin bu multidisipliner ekipte benzersiz bir rolü vardır. RT'de medikal fizikçilerin eğitimi, fizik konularının yanı sıra RT'nin tıbbi, radyobiyolojik, bilgi teknolojisi ve yönetsel yönlerini de kapsar.

RT'deki medikal fizikçinin üç ana sorumluluğu vardır: (1) RT'de ekipman seçimi, devreye alınması ve yönetimi, tedavi planlaması, kalite güvencesi, görüntüleme, hastaya özel dozimetri ve radyasyondan korunma (2) personelin eğitimi ve (3) araştırma ve yenilik.

Ayrıca, Medikal fizikçi Uzmanı, Tablo 1'de de açıklandığı gibi, hastalarla ve aileleriyle fizikle ilgili konularda istişarelerde bulunabilir.

Tablo 1. Medikal Fizik Uzmanlarına uyarlanmış CanMED çerçevesi.

Genel yetkinlikler
<ul style="list-style-type: none"> • İletişimci: Meslektaş, diğer sağlık uzmanları, hastane yönetimi, Ulusal Yetkili Otoriteler, servis mühendisleri, BT personeli ile verimli iletişim kurun. Hastalar ve ailelerle iletişim ise daha fazla gerekli hale gelmektedir.
<ul style="list-style-type: none"> • İş arkadaşı: Güvenli, yüksek kaliteli, hasta merkezli bakım sağlamak için diğer sağlık profesyonelleriyle etkin bir şekilde iş birliği yapın
<ul style="list-style-type: none"> • Lider: RT'nin güvenli, etkili ve verimli bir şekilde sunulmasıyla ilgili tüm fizik ve teknik konularda liderlik yapın. Personeli motive edin ve ekipler oluşturun
<ul style="list-style-type: none"> • Sağlık savunuculuğu: RT teknolojisi, teknikleri ve radyasyon güvenliğindeki gelişmeler hakkında iyi araştırılmış ve kanıta dayalı raporlar hazırlayarak, üretmek ve sunarak hasta haklarının savunuculuğuna katılın
<ul style="list-style-type: none"> • Akademisyen: Sürekli bir profesyonel plan aracılığıyla yaşam boyu öğrenmeye dahil olun, Sağlık hizmetlerine uygulanabilir bilgi ve uygulamaların uygulanmasına, yayılmasına, tercümesine ve oluşturulmasına katkıda bulunun
<ul style="list-style-type: none"> • Profesyonel: Medikal Fizik uzmanları, yüksek profesyonel standartlar, dürüstlük ve hükümet düzenlemeleri aracılığıyla hastaların ve toplumun sağlığına ve esenliğine kendini adanmıştır.

Avrupa Radyoterapi ve Onkoloji Derneği (ESTRO) ve Avrupa Medikal Fizik Örgütleri Federasyonu (EFOMP), medikal fizik uzmanlarının klinik uygulamalarını, bilimini, eğitimini ve eğitimini iyileştirme ve uyumlu hale getirme konusunda uzun süredir devam eden bir taahhütte bulunmaktadır. 2004 yılında, ESTRO ve EFOMP, medikal fizikçilerin RT eğitim ve öğretimi için ortak kılavuzlar yayınladılar. Bu kılavuz, medikal fizikçilerin RT'de eğitim ve öğretimi için hem teorik hem de pratik gereksinimleri sağlamayı amaçlamıştır. Kılavuz, bir RT ekibinde medikal fizikçi olarak güvenli ve etkili bir şekilde hareket etmek için gereken bilgi ve becerilere odaklanmıştır. 2011 yılında kurulan çekirdek müfredatın 2. baskısı, öğrenme, bilgi, beceri ve yeterlilikler açısından tanımlandığı yaşam boyu

öğrenme için Avrupa Yeterlilikler Çerçevesi (EQF) hakkındaki AB tavsiyelerine uygun olarak terminoloji kullanılarak hazırlanmıştır. 2011 çekirdek müfredatının yayınlanmasından bu yana, radyasyon ekipmanı ve tedavilerinin teknolojik karmaşıklığındaki büyük artışlar ve bunun sonucunda kalite ve risk yönetimine yönelik yüksek talep nedeniyle medikal fizikçilerin bilgi, beceri ve yeterliliklerine yönelik talepler artmıştır. RT'deki medikal fizik uzmanları için bu güncel revize çekirdek müfredat, 2020'lerde modern RT'deki medikal fizik uzmanları için yetkinlik ihtiyaçlarını karşılamak ve Avrupa'daki ulusal eğitim planlarının daha fazla uyumlaştırılmasını kolaylaştırmak için eğitim ve öğretim gereksinimlerinin güncellenmesi ihtiyacından oluşturul-

muştur. En son AB yönergelerine ve 2013/59/EURATOM AB Konseyi yönergesine uygun olarak, bir Medikal Fizik Uzmanı, medikal fiziğin bir veya daha fazla seçilmiş uzmanlık alanında EQF 8. seviyesine ulaşmış ve sağlık hizmetlerinde medikal Fizik'i bağımsız olarak uygulayabilen bir medikal fizikçi olarak tanımlanır.

Bu çekirdek müfredat, Avrupa genelinde RT'de medikal fizik uzmanının eğitim ve öğretim düzeyini yükseltmek ve uyumlu hale getirmek ve bu eğitim için ortak bir standart ve çerçeve sağlamayı amaçlamaktadır. Böylece radyasyon onkologlarında olduğu gibi medikal fizik uzmanının da sınır ötesi hareketliliği kolaylaştırılacaktır. Bu yazıda güncelleme süreci, güncellenen çekirdek müfredat, yapılan önemli değişiklikler ve uygulama ile ilgili çalışma grubunun önerileri hakkında bilgi verilmektedir.

Eylül 2019'da, ESTRO ve EFOMP, Brüksel'deki ESTRO'nun ofisinde bir araya gelerek RT'de medikal fizikçilerin eğitimi için çekirdek müfredatı güncellemek amacıyla bir çalışma grubu oluşturdu. Tüm Avrupa Medikal Fizik Ulusal Dernekleri, katılacak bir temsilci belirlemeye davet edildi. Bu ilk toplantı sırasında, Avrupa'daki medikal fizik uzmanları için mevcut eğitim ve öğretim hakkında, özellikle bir ulusal eğitim planının varlığına, formatına ve süresine, gerekli giriş seviyesi eğitime ve mali desteğe odaklanan bir anket başlatmaya karar verildi. Ayrıca, eğitim programlarının güncellenme süreci devam eden ülkelerin ulusal müfredatlarına ilişkin sunumlar yapıldı. Toplam 28 medikal fizik uzmanı, özel uzmanlıklarına göre her biri bir koordinatör olan beş çalışma grubuna ayrıldı. Her çalışma grubu, çekirdek müfredatın 2011 2. baskısının farklı bölümlerini

gözden geçirerek revizyon gerektiren alanları belirledi. İkinci toplantı, anketin sonuçlarını tartışmak ve belgenin nihai yapısını belirlemek için Şubat 2020'de Brüksel'de düzenlendi.

İlk taslak ESTRO Eğitim Konseyi tarafından diğer tüm RT uzmanlarının (Radyasyon Onkologları, Radyasyon Terapistleri ve Radyobiologlar) değerlendirmelerini içerecek şekilde gözden geçirildi.

EFOMP'a ait 36 Ulusal Üye Kuruluşun tamamı iki inceleme turuna dahil edildi ve nihai taslak daha sonra dünya çapındaki uluslararası paydaşlar tarafından ek olarak gözden geçirildi (Amerikan Tıpta Fizikçiler Derneği, Avustralya Fizik Bilimcileri ve Tıp Mühendisleri Koleji, Hindistan Medikal Fizik, Medikal Fizik Eğitim Programlarının Akreditasyon Komisyonu, Kanada Medikal Fizikçiler Örgütü, Kanada Tıpta Fizikçiler Koleji, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı).

Sonuç olarak, Radyoterapideki medikal fizik uzmanları için ESTRO/EFOMP Çekirdek Müfredatının 3. baskısının son versiyonu EFOMP sicilindeki 36 ulusal üye kuruluşun 34'ü tarafından onaylanmıştır. Kalan 2 üye ise cevap vermemiştir: bunlardan biri revizyon sürecindeki davete cevap bile vermemiştir; bu durum projeye ilgilerinin olmadığını göstermiştir.

Belge beş bölümde yapılandırılmıştır:

- Avrupa'daki medikal fizik uzmanları için asgari giriş seviyesi, eğitim, ikamet ve sertifika dahil olmak üzere yeterlilik çerçevesi için öneriler.
- Genel medikal fizik uzmanlık yeterlilikleri. Medikal fizik uzmanlarına uyarlanmış CanMED rol çerçevesi.
- İçeriğe özel medikal fizik uzmanı bilgisi, becerileri ve yetkinlikleri.

- Araştırma ve yenilik.
- Yeterlilikleri değerlendirmek için değerlendirme yöntemleri.
- Avrupa'da medikal fizik uzmanlık yeterlilik çerçevesi için öneriler.

Birinci bölümde, ön eğitim ve medikal fizik uzmanlık eğitim programına ilişkin öneriler sunulmuştur.

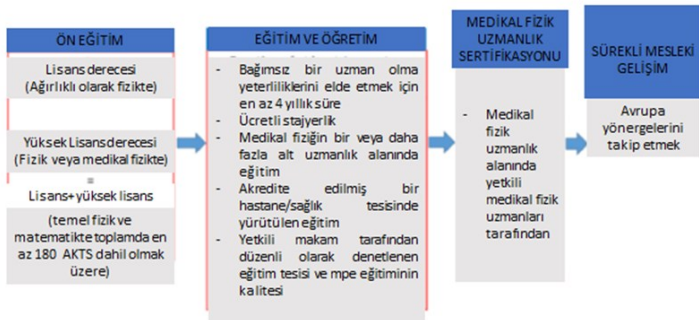
Tablo 2. Farklı konular için minimum AKTS sayısı.

Spesifik Medikal Fizik Uzmanının fizik bilgisi, becerileri ve yetkinlikleri	AKTS
1. İnsan anatomisinin temelleri, anatomi görüntüleri ve fizyoloji	2
2. Onkolojinin temelleri ve multimodal tedavi	2
3. Çekirdek radyasyon fiziki	2
4. Radyobiyojoloji ve radyobiyojolojik modeller	4
5. Tıpta radyasyondan korunma	5
6. Tıbbi ortamda risk yönetimi, kalite kontrol ve güvenlik	5
7. Sağlık hizmetlerinde organizasyon, yönetim ve etik konular	3
8. Bilgi ve iletişim teknolojisi	4
9. Veri işleme, istatistik, modelleme ve yapay zeka	8
10. Doz belirleme	
10.1. Referans dozimetri	15
10.2. Referans olmayan dozimetri	10
11. Radyoterapi için görüntüleme	
11.1. Tıbbi görüntüleme ve görüntü işleme ilkeleri	15
11.2. Tedavi simülasyonu için görüntüleme	5
11.3. Set-up doğrulaması ve online-adaptive RT için oda içi görüntüleme	5
12. Foton ve elektronlarla external beam radyoterapisi	
12.1. Tedavi ekipmanının klinik kullanımı	6
12.2. Yüksek enerjili elektron ve foton ışınları için tedavi teknikleri	10
12.3. Tedavi planlaması	15
12.4. Geometrik ve anatomik belirsizlikleri ve varyasyonları yönetme teknikleri (marjlar, IGRT, ART)	6
12.5. Hastaya özel kalite kontrol	6
13. Brakiterapi	12
14. Parçacık tedavisi	8
15. Radyonüklid tedavisinin ilkeleri	2
16. Radyoterapide araştırma ve yenilik	30
TOPLAM	240

Medikal fizik uzmanlık eğitim programına girmek için asgari eğitim seviyesi, ağırlıklı olarak fizikte bir lisans derecesi, ardından fizik veya medikal fizik alanında bir yüksek lisans derecesi (temel fizik ve matematiğe odaklanan toplamda en az 180 AKTS içeren Lisans + Yüksek Lisans) olmalıdır. Bu niteliklere sahip bir adayın bilgisayar ve programlama becerilerinde de sağlam bir temele sahip olacağı anlaşılmaktadır. Beceri ve

yeterlilikler, doğasına bağlı olarak, üniversitede/ konferanslarda kurslara katılmak, kendi kendine çalışma yapmak, klinik projeler yapmak ve hastanede uygulamalı eğitim yapmak, teorik bilgilerin iç içe geçmesiyle elde edilebilir. Önerilen toplam eğitim süresi, 2011 çekirdek müfredatdaki 160'a kıyasla Tablo 2'de gösterildiği gibi 4 yıldır (240 AKTS).

Medikal fizik uzmanlık yeterlilikleri ve içeriğe özel medikal fizik uzmanı bilgisi, becerileri ve yeterliliklerinin büyük bölümleri, diğer medikal fizik alt uzmanlık alanlarındaki Radyoloji ve Nükleer Tıp eğitim için de geçerlidir. Ek olarak, araştırma ve yenilik bölümü çekirdek müfredatın önemli bir bölümünü temsil eder ve başka bir alt uzmanlıkla bağlantısı olabilir, ancak RT'de bir medikal fizik uzmanı tarafından denetlenmelidir. Toplam 240 AKTS'den 115'i RT'ye özeldir, 65'i tüm alt dallar için ortak olarak kabul edilebilir ve eğitim süresinin 60 AKTS'si mevcut çekirdek müfredatda belirli bir konuya tahsis edilmemiştir. Bu 60 AKTS, minimum gereksinimlere ek olarak (örneğin, eğitimin verildiği ülke için özellikle önemli olan konular) veya ilgili Radyoloji veya Nükleer Tıp konularına ek olarak bu çekirdek müfredattaki konular hakkında daha derin bir bilgi edinmeye harcanmalıdır. Ek olarak, gerekli genel medikal fizik uzmanlarının yeterliliklerini geliştirmek için toplam 240 AKTS gereklidir.



Şekil 1. Medikal Fizik Uzmanı (MFU) için Yeterlilik Çerçevesi

MFU eğitimi veren hastaneler, üniversiteler veya sağlık tesisleri resmi bir yetkili makam tarafından akredite edilmelidir. Bu yetkili makam, ülkedeki tüm eğitimlerin gözetimine sahip olmalı, MFU eğitiminin uygun olmasını düzenli olarak sağlamalı ve sürekli mesleki gelişimin kaydedilmesi ve onaylanması için bir

mekanizma sağlamalıdır.

Ülke genelinde homojen bir eğitim ve öğretim sağlamak için kamu ve özel RT kurumları arasında ortaklıklar geliştirilmelidir. Ayrıca kursiyerlerin kendi merkezlerinde yapamayacakları belirli konulardaki eğitimin gereksinimlerini karşılayacak şekilde hareketliliği teşvik edilmelidir. Kursiyer, tam eğitim süresi için ücretli bir asistan olarak atanmalıdır. Eğitim döneminden sonra, asistan, ulusal yönergeleri karşılayan bir eğitim programının tamamlanmasının objektif değerlendirmesine dayalı olarak ulusal MFU sertifikası almalıdır. Sertifikasyondan sonra, MFU'nun bağımsız olarak bir radyoterapi uzmanı olarak çalışabilmesi beklenirken, 4 yıllık eğitimden sonra mesleki gelişime devam etmesi, Avrupa yönergelerini takip etmesi zorunludur. Sürekli eğitim, Avrupa'da MFU için Yeterlilik Çerçevesinin önemli bir parçası olarak kabul edilmektedir, ancak bunun uygulanması ve içeriğinin ayrıntıları çekirdek müfredatın kapsamı dışındadır.

RT'deki yüksek teknolojik gelişme oranı, MFU'nun araştırma ve yenilik konusunda üst düzey eğitime sahip olması için artan bir ihtiyaçla birlikte gelir. Seçilen konuda kapsamlı uzmanlığa sahip bir süpervizörün rehberliğinde gerçekleştirilen 30 AKTS'lik odaklanmış bir araştırma projesi bu nedenle eğitim programının ayrılmaz bir parçasıdır ve yazılı bir raporla sonuçlanmalıdır.Özetle, bu yeni sürüm, kalite yönetimine yönelik artan ilgiyle birlikte, aynı zamanda disiplinler arası ve klinik becerilere ve araştırma ve inovasyona artan ağırlıkla birlikte mesleğin yeni ileri teknolojilere doğru gelişimini yansıtmaktadır.

Eğitime giriş seviyesi, fizik ve matematikte sağlam bir temelden oluşmalıdır. Avrupa'da fizik ve ilgili bilimler için içerik ve adlandırma derecelerinin çeşitliliği göz önüne

alındığında, giriş seviyesi gereksinimleri, birleşik bir lisans/ yüksek lisans derecesi için fizik ve matematikteki AKTS sayısına göre tanımlandı. Önerilen 4 yıllık eğitim ve öğretim programı, RT'de MFU olarak sertifikalandırılması gereken bilgi, beceri ve yeterliliklerin eksiksiz bir açıklamasıdır, ancak önceki bir yüksek lisans programıyla bazı örtüşmeler olabilir. Önerilen yetkinlik profili, bir bütün olarak MFU mesleği için yetkinlikleri tanımlar. Bununla birlikte, eğitimdeki bireysel yetkinlik gelişimi, bir ülkedeki veya bölgedeki klinik uygulamanın belirli ayrıntılarına veya ihtiyaçlara bağlı olarak, tüm MFU'larının tüm yetkinliklere mutlaka aynı derecede sahip olmayacağını ancak bunu bir parçası olarak takip edeceklerini kabul ederek bir şekilde değişebilir. Özellikle, CanMEDS rol çerçevesi, ek klinik becerileri ve bakış açılarını resmileştirir, böylece MFU profesyonellerini tıp meslektaşları ile aynı çizgiye getirir ve tıp fiziği mesleğini bir sağlık mesleği olarak daha net bir şekilde tanımlar. Bu yetkinlik temelli çekirdek müfredat, çeşitli ulusal eğitim programları tarafından tercih edilen çıktılar listesine kolayca çevrilebilir. Güncellenen çekirdek müfredat unsurları, radyasyon onkologlarının eğitimi için ESTRO tarafından geliştirilen yakın zamanda güncellenen çekirdek müfredat ile uyumludur. Ayrıca, EFOMP tarafından verilen Ulusal Kayıt Programlarına ilişkin kılavuzlara da uygundur. RT'de MFU için önerilen yeterlilik çerçevesi, medyan sürenin üç yıl olduğu birçok Avrupa ülkesindeki mevcut durumdan önemli ölçüde farklıdır. Bununla birlikte,

RT'nin ve genel olarak tıbbi fiziğin artan teknolojik karmaşıklığı ve kalite ve risk yönetimine yönelik daha büyük taleplerle birlikte, üç yıllık eğitim gerekli yeterlilikleri elde etmek için çok kısadır. Modern RT'nin gelişmiş teknolojik karmaşıklığı aynı zamanda araştırma ve yenilik konusunda üst düzey eğitimi gerektirir. Bu nedenle, üç yıllık eğitim MFU'un gereken tüm alanları kapsayacak kadar eğitilmesi için kısadır ve 4 yıllık bir program çekirdek müfredat grup üyeleri, ulusal toplumlar ve paydaşlar tarafından gerekli kabul edilmiştir. RT'deki MFU'lar çok önemli bir klinik role sahip olduğundan, programın en az %50'si, tercihen %75'i, klinik çalışmayla ilgili yeterlilik ve becerilerin kazanılması için bir hastanede harcanmalıdır. Bu, bir hastanede eğitim için harcanan zamanın medyan yüzdesinin şu anda %75 olduğu Avrupa'daki mevcut uygulama ile uyumludur. Bu yapıyı takiben, kursiyerler, bir MFU gözetiminde, görevlerini artan bir bağımsızlık düzeyiyle yerine getirerek günlük klinik çalışmalara katkıda bulunacaklardır.

Çekirdek müfredatın bu 3. baskısında tanımlanan MFU eğitimi, MFU'ların eğitim ve öğretim kalitesini iyileştirme ve seviyenin uyumlaştırılmasına doğru ilerleme hedefiyle tüm Avrupa ülkelerinin yakın gelecekte gerçekleştirmeyi hedefleyeceği bir hedef olarak tasarlanmıştır. AB kılavuzları doğrultusunda tüm hastaların yararına RT tedavisinin kalitesinin yükseltilmesine katkıda bulunacaktır.



Doç. Dr. Serap Çatlı Dinç

2003 yılında Gazi Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünden mezun oldu. 2006 yılında yüksek lisans eğitimini ve 2012 yılında da doktora eğitimini tamamladı. 22.07.2020 tarihinde Sağlık fiziği alanında doçent unvanını aldı. 2005 yılından itibaren öğretim görevlisi olarak Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda çalışan Serap ÇATLI DİNÇ, 2021 yılı aralık ayında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi A.D'nda doçentlik kadrosuna atanmıştır. Halen Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda şef Medikal Fizik Uzmanı olarak çalışmaya devam etmekte ve akademik faaliyetlerini eş zamanlı yürütmektedir. Ayrıca, Medikal Fizik Derneği'nin Ankara şubesinde

yönetim kurulu üyesi olarak görev alan Serap Çatlı Dinç, Medikal Fizik' in bir sağlık mesleği olarak kabul edilmesi için ilgili kurumlarla görüşmelere devam etmektedir.

7 KASIM ULUSLARARASI MEDİKAL FİZİK GÜNÜ

Bu sayıda 7 Kasım Uluslararası Medikal Fizik Günü nedeniyle meslektaşlarımıza söz vermek istedik. Camiamızın ustaları/hocaları ile nispeten daha yeni olan arkadaşlarımızın görüşlerini almak ve sizlerle paylaşmayı hedefledik. Kendilerine medikal fizik mesleğini seçme nedenlerini ve mesleğin beklentilerini hangi ölçüde karşıladığını sorduk. Epey güzel ve ilginç cevaplar aldık. Alfabetik isim sıralamasına göre hazırlanan meslektaşlarımızın cevaplarını keyifle okuyacağınıza eminiz.

Çağatay Çarga



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Multidisipliner bir alan olması ve insan hayatına direkt etki ettiğimiz hassasiyeti ve vicdani sorumluluğu oldukça yüksek bir meslek olması nedeniyle medikal fizikçi olmayı seçtim.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Kongreler, ulusal ve uluslararası sürekli eğitimlerin seminerlerin ve iletişimin yüksek olması ve aynı zamanda teknolojinin hızla gelişimiyle alanında sürekli

dönüşüp gelişmesi bizi hep güncel bilgilerle yoğurmasıyla beklentilerimi fazlasıyla karşıladığını söyleyebilirim.

Ercan Balcı



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Meslek seçimi, bireyin yaşamında en önemli dönüm noktalarından biridir. Birey; meslek seçerken kendine belli bir çalışma ortamı, belli bir yaşam biçimi seçmiş olur. Seçilen meslek yetenek, ilgi ve istekleri doğrultusunda kişi verimli çalışır, mutlu ve başarılı olur. Eğer meslek seçimini bu bilinçte yapmamışsa bir mesleki doyuma ulaşamayacağından başarısız, verimsiz ve mutsuz olur. Bu nedenle birey, mesleki tercihini yapmadan önce kendini iyi tanımalı; becerilerinin ne olduğunu, hangi alanda yeterli olduğunu; güçlü ve zayıf yönlerini iyi bilmelidir. Kendi nitelikleri ile mesleki tercihi arasında bir paralellik olmasına dikkat etmelidir.

Herkesin meslek seçiminin bir nedeni ve tabii ki bir hikâyesi vardır. Benim bu mesleği seçmemdeki hikâyem: 26 Nisan 1986 tarihinde Sovyetler Birliği'ne (SSCB) bağlı Ukrayna'nın Pripjat şehri yakınlarında yer alan Çernobil Nükleer Santrali'nde ki o güne kadar

dünyada oluşmuş en büyük nükleer kazalardan birinin olması ile başladı. O yıl üniversitede fizik mühendisliği son sınıf öğrencisi idim. Fizik mühendisliği öğrencisi olarak konuya çok ilgi duydum; bilimsel yayınlardan, görsel ve yazılı medyadan imkânlarım ölçüsünde takip etmeye başladım. İyonize radyasyonun verebileceği zararları okurken iyonize radyasyonun sağlık alanında kanser tedavisinde (radyoterapi) kullanıldığını öğrendim. Radyoterapinin ne olduğunu, nasıl yapıldığını irdelediğimde de bu alanda fizikçilerin çalıştığını gördüm. Bunu öğrenince radyoterapiye olan ilgim daha da arttı. Üniversiteden mezun olur olmaz Türkiye’de radyoterapi kliniklerinin nerelerde olduğunu araştırdım. Araştırmam sonucu İstanbul Üniversitesi ve Ankara Üniversite’nde radyoterapi kliniklerinin hizmet verdiklerini öğrendim. 1989 yılında iş görüşmesi için Ankara Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı’na gittim. Orada görüştüğüm yetkililer Erzurum Atatürk Üniversitesi’nin çok acil medikal fizikçiye ihtiyaç olduğunu belirttiler. Oradan Erzurum’a giderek Atatürk Üniversitesi yetkilileri ile görüştüm ve işe kabul edildim. Ancak medikal fizik ile ilgili bir eğitimim olmadığı için eğitim almak için bir yıl süreyle İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü’ne gönderildim. Orada medikal fiziğin Türkiye’de ki öncülerinden Doç.Dr. Seyfettin Kuter ve diğer çok değerli hocalarımdan teorik ve pratik dersler aldım. Bir yıl sonra Erzurum’a döndüm. 1990’da radyoterapi ünitesini kurduk ve hasta tedavisine başladık.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Medikal fizik beklentimi tam olarak karşılandığını söyleyemem. Uzun yıllar medikal fizikçinin iş tanımı netleşmediği için bazen cihaz bakım ve onarım

mühendisi olarak algılandık. İdarecilerin nükleer tıp ile radyasyon onkolojisi bölümlerini karıştırdıkları oldu. Cihaz arızasını gidermediğim için hakkımda soruşturma dahi açıldı. Hekimler, medikal fizikçi olmadan hastalara radyoterapi yapılamayacağını hatta radyoterapi kliniğinin açılmayacağını yıllarca kabul etmek istemediler. Medikal fizikçiyi radyasyon onkolojisinde olmazsa olmaz bir eleman değil de sanki kanunî bir gerekçeyle çalıştırılması gerektiğini düşündüler. Bundan dolayı hayal kırıklığı yaşadım. Ancak hastaların tedavisinde bir katkımın olduğunu görmek beni çok mutlu etmekte ve yaptığım işten dolayı gurur duymaktayım. Geçmişime dönüp baktığım da iyi ki bu mesleği seçmişim diyorum.

Gizem Var



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Öğretmenlik ve Medikal Fizik mesleği arasında seçim yapacağım dönemde insan anatomisinin ilgimi çekmesi ve kendisini tekrar etmeyen bir branş olması nedeniyle medikal fizikçi olmayı seçtim.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Medikal fizik alanında en doğru tedavi planını çıkarmak, cihaz kalite kontrol ölçümlerini yapmak bana mesleğimin sınırlarının sonsuz olduğunu hissettirdi. Her zaman araştırma yapmamı sürekli gelişmemi sağlayan bir alanda olduğum için mesleği seçmemdeki asıl beklentimi fazlasıyla karşıladı.

Hasan Uysal



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Bu mesleği seçerken staj dönemlerimde fizikçi büyüklerimden ve hastanın tedavi sürecinde önemli bir görev aldığımızdan etkilendiğimi söyleyebilirim. Fiziğin insan hayatına nasıl dokunduğunu, yaptığımız işlerin önünde-arkasında sürekli bir hesabın olması, sürekli bir araştırmanın olması benim nazarımda çok büyük bir ilgi uyandırmıştı. Araştırmayı ve geliştirmeyi seven biri olarak da bende bu sürecin bir parçası olmalıyım dedim. 2011 yılından beri bu sürecin bir parçası olmaya ve elimden geldiğince bulunduğu ortamı iyileştirmeye gayret ediyorum.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Medikal fizik uzmanı olarak çalışmak hayatımda çok güzel bir sayfa olduğunu söylemek istiyorum. Hastalarımızı şu anda çalıştığım hastanemde fazlasıyla görüyorum dolayısıyla 8 yıldır çokça mutlu oldum ve çokça üzüldüm. Yani şunu söyleyebilirim ki insanların hayatında çok zor zamanlarının bir sürecinin parçası oluyoruz. Bu yüzden insan hayatına fazlasıyla dokunmak benim yaşam felsefem açısından oldukça önemliydi ve bu gerçekleşmiş oldu.

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin fazlasıyla gelişmesiyle birlikte yapay zekanın artık fazlasıyla göreceğimizi düşünüyorum. Planları artık bilgisayarlar yapar fizikçiye çok fazla iş düşmüyor söyleminin aksine daha fazla iş düştüğünü düşünüyorum. Yapay zekanın daha aktif kullanılması ve kalite kontrollerinin yapılmasında eskiye oranla daha fazla mesai yapacağımızı söyleyebilirim. Yani sonuç olarak bu durum bize daha fazla QA ve daha fazla mesai olarak bize dönebilir. Tedavi anlamında hali hazırda farklı platformlar çıkmaya başladı. Ben bunun daha da artacağını ve farklı tekniklerin ortaya çıkacağını yayınlanan makalelere bakarak söyleyebilirim. Bu anlamda bende kendi bir ilgi alanı belirledim ve Flash RT ile ilgileniyorum. Şu anda yayınlanan sonuçlar fena görünmüyor. Hastalarımızı tabiki X-ışını ile tedavi etmek zorunda mıyız? Şu anda öyle gözüküyor. Bu anlamda Ultra-sound ile yapılan çalışmaları takip ediyorum ama şu anda beynin haricinde çok uygulanmadı, halen farklı tasarımlar yapılıyor. Ama fizikçinin olduğu her yerde mutlaka bir araştırma ve bir inovasyon vardır. Umut ediyorum ki ülkemizde de bu innovative tedavi yaklaşımları ve tasarımları olur.

Çokça okuyarak ve çokça araştırarak mesleğimizi ve insan sağlığını daha ileriye götürmek dileğiyle...

Mustafa Budak



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Kanser tanısı almış insanlara faydasını gördüğümde beni manevi açıdan tatmin edecek bir mesleğe sahip olmak istediğimden emin oldum ve böylece medikal fizikçi olma yolculuğum başladı.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Gerek işin içeriği gerekse sağladığı imkanlar ve özellikle ileri teknolojiyle entegre bir alan olup sürekli gelişmesi, fizik ve tıp alanlarının kesişiminde iyi bir sağlık profesyoneli olmamızın yolunu açması açısından beklentilerimin de ötesinde olan bu alanda olmaktan gururluyum.

Nezahat Olacak



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?/Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Medikal fizik (sağlık fiziği) mesleğini seçmemdeki en büyük etken, İstanbul Üniversitesi (İ.Ü.) Fen Fakültesi son sınıftayken başarı durumumdan dolayı değerli hocalarımın desteği ile Çekmece Nükleer Araştırma Eğitim Merkezin'de (ÇNAEM) bir ay staj yapmam oldu. Oranın farklı bölümlerinde sağlık alanında kullanılan bazı dozimetreler, radyasyon doz ölçümleri, kalibrasyon, vb. işlerde fizik kavramlarının ve teknolojilerinin kullanılması ilgimi çekmişti. Fiziğin insan sağlığına katkı ve önemini kavradıktan sonra lisanstaki değerli hocalarımın yüksek lisans ve asistanlık teklifleri yerine hastaların tedavilerine yardım edebilme isteğiyle sağlık alanında yüksek lisans yapmaya karar verdim. O yıl İ.Ü. Çapa Tıp Fakültesi Onkoloji Enstitüsü'nün Tıbbi Radyofizik (radyoterapi) alanında yüksek lisansa başladım. Bu eğitimim süresince değerli hocalarımdan aldığım teorik ve pratik derslerle medikal fizik mesleğine daha çok ilgi duymaya başladım. Lisans döneminde en sevdiğim ders elektrik ve elektronik dersi olduğu için dozimetreler, fantomlar, tedavi cihazları, tedavi planlama sistemleri gibi teknik ve elektronik donanımlarla çalışmak, fizik ilkelerini ve yöntemlerini klinik uygulamalarda kullanabilmek beni mutlu ve motive etti. Bir yıl Vakıf Gureba hastanesinde çalıştıktan sonra Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı'nda çalışmaya başladım. Çalıştığım süre içerisinde medikal fiziğin kanser gibi ciddi bir hastalığın tedavisinde önemli katkılar sağladığını gördükçe mesleğimde ilerlemek için yüksek lisansın hemen ardından İ.Ü. Onkoloji Enstitüsünde doktora eğitimine başladım. Kliniğimizin desteği ile teknolojiye paralel olarak

katıldığım yurt içi ve yurt dışı kurslar, kongrelerle severek ve isteyerek çalışmalarına devam ettim.

Fizik ve Fizik mühendisliğinden mezun olan öğrencilerin radyasyon onkolojisinde radyoterapi fizikçi olarak çalışabilmeleri için, radyasyon onkolojisindeki hocalarımda desteği ile tıp fakültesi dekanlığından öğretim görevlisi kadrosuna atanarak bu alanda öğrenci yetiştirmek üzere 2004 yılında Tıbbi Radyofizik yüksek lisans programımızı açtık. Medikal fiziğin insan sağlığına olan etkisi etkin ve güvenli bir şekilde olmalıdır. Bu nedenle teorik ve pratik derslerin yanında öğrencilerime medikal fiziğin bilinçli, dikkatli, özverili ve sorumluluk gerektiren bir meslek olduğunun bilincinde olabilmelerine katkıda bulunuyorum. Üniversite hastanesi olma avantajımız ve kliniğimizdeki hocalarımızın desteği ile radyoterapi fizikçilerimizin de eğitime katkıda bulunabilmeleri için hak ettikleri öğretim görevlisi kadrolarını alabilmelerine yardımcı oldum. 2016 yılında doktora eğitim programımızı açarak akademik eğitimlerinin devamına imkan sağladık. Mesleğimizde ilerleyebilmek için medikal fizik derneğimizin de desteği ile Yüksek Öğretim Kurumu'nda (YÖK) Sağlık Fiziği üzerine doçentlik hakkımızın tanınması olumlu ve motive edici bir gelişmedir. Medikal fizikçilerin eğitimleri akademik ve sürekli olmalıdır. Medikal fizik uzmanının yeterli bilgi ve klinik deneyime sahip olması gerekmektedir. Çünkü bir medikal fizikçi kendi uygulama alanında hem bir bilim insanı hem de insan sağlığına önemli katkıda bulunan bir uzmandır. Ayrıca önemli bir yetkinliğe sahiptir ve bir dizi sorumluluk taşır. Diğer yandan ülkemizde teşhis ve tedavi cihazları ve donanımları açısından Avrupa standartlarına ulaşabilmemiz sevindirici ve olumlu gelişmelerdir. Teşhis ve tedavi cihazlarını ve

teknolojilerinin geliştirilmesi ve kullanılması, hasta tedavisi ve radyasyon güvenliği gibi konularda eğitimim boyunca aldığım bilgi ve becerileri başarıyla kullanabilme imkanı sağlanmaktadır. Sonuç olarak, eğitim ve akademik kariyer açısından kişisel medikal fizik beklentilerim önemli ölçüde karşılandı. Fakat mesleğimizin önemi ve geleceği için kamu ve özel hastanelerde çalışan tüm medikal fizikçi meslektaşlarım da hak ettikleri maddi ve manevi özlük haklarına imkan sağlanmalıdır. Medikal Fizik derneğimizin desteği ile YÖK ve Sağlık Bakanlığı'nda eğitim ve özlük hakları konusunda ilerlemeler kaydedilmesine rağmen yeterli ve etkin bir seviyeye ulaşamadı. Bazı merkezlerde yüksek lisans eğitimlerinin EFOMP (Avrupa Medikal Fizik Derneği Federasyonu) kriterlerine göre verilememesi, yeterli ve uygun eğitim almış medikal fizikçilerin maddi ve manevi haklarının yeterli olmaması, özellikle üniversite hastanelerinin ilgili bölümlerinde yeterli eğitimi almış fizikçilere hak ettikleri akademik kadro imkanı ve yeterli donanım sağlanarak bilimsel çalışmalara ağırlık verilememesi, medikal fizik mesleği sürekli mesleki geliştirme eğitim ve uygulama gerektirdiği için bazı kamu ve özel hastanelerde bu konuda yeterli desteğin verilememesi, ulusal/uluslararası bilimsel ve teknolojik araştırma imkanlarının yeterli olarak sağlanamaması ve en önemlisi medikal fizik mesleğinin Avrupa birliği ülkelerinde olduğu gibi Sağlık Bakanlığı tarafından tanınan tıp dışı uzmanlık statüsünde olmaması gibi sorunlar genel olarak medikal fizik beklentilerimi yeterli ölçüde karşılamadı.

Bu önemli problemlerimizin en kısa sürede çözülmesini umut ediyorum ve elimden gelen her türlü desteği vermeye hazır olduğumu belirtmek isterim.

Nural Öztürk



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Hayat şartları... Alın yazısı... Süreç... Her şey söylenebilir. İÜ Fizik bölümünden mezun olduğumda iş arayışına girdim. İÜ nükleer tıpta çalışan bir tanıdığım beni bölüm başkanı ile tanıştırap benim gibi birini aradıklarını söylediklerinde bir acaba ile kaldım.

Konuşma arasında Onkoloji Enstitüsü kurulduğunu Master programına öğrenci alındığını da söyledi. O zamanki konuşma "bir dene olmazsa buraya alalım seni" şeklinde. Yıl 1988. Tek bildiğim kanserli hastaların radyasyonla tedavi edildiği bir yer. Kanser hakkında tek bilgim Anılar... Üstelik zor olanından...

Ben küçükken Akciğer kanseri olan dedemden kalan anılar. Şua tedavisi olması gerekiyormuş. İleri evreymiş. Ağrısı var. Evdeki ilaç ve dezenfektan kokuları. Sınavlara girdiğimde tamamen yabancı bir konu, üniversiteden öğrendiklerimden hatırladıklarımı yazdığım bir sınav kâğıdı. Beklentim olmamasına rağmen iyi bir sınav notu ile kabul edildiğimin bilgisi, derslere başlamam. Rahmetli Patoloji hocamızın ilk dersi. İki saatin sonunda bizim sorduğumuz soru, anlayacağız anlattığınızı ama membran ne demek? Ve bu sorunun karşılığında şoka giren bir ekip, geçen 34

yıl.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Bana mesleğe başladığımda keyifli gelmişti. Eğitim hayatımda Radyasyon fiziği ve Biyoloji en kolayıma gelen dersti. Yeni tanıştığım bu bölüm ise bunların kapsamıydı. Hastanede çalışmayan tek kişiydim ve nedenini anlamadığım bir şekilde bu mesleği yapamayacağım, anlamayacağım gibi bir düşünce hakimdi bölümde.

Benim düşüncemse gayet iyi yapabileceğim şeklinde. Gözlemek, izlemek, okumak ve derinlemesine bilgi sahibi olmak. 34 yıllık süreçte her türlü zorluğa, önüme çıkan engellere, mesleğimi en iyi şekilde icra etmeye çalışırken uğradım mobinge karşın devam eden.

Mesleğe başladığımda beklentim, öğrendiklerimi başkalarına da aktarabileceğim alanında uzman radyasyon fizikçileri camiasına katkı sağlayabilmek ve elimden geldiğince hastalara kaliteli ve doğru tedavi imkanı sunmaktı.

Mesleğine saygıyı ön plana koyan ve işini en iyi şekilde yapmaya çalışan bir tıbbi radyofizik uzmanı olarak başladığım bu yolda, yıllar geçtikçe mesleki gelişmelerle birlikte maalesef mesleki etiğin hiçe sayılmasını izlemek. Aynı yolda fakat farklı uzmanlıklarda olduğumuz radyasyon onkolojisi camiasındaki mesleki önem ve saygımızın zamanla yok edilmeye çalışılması. Bizler olgunlaştıkla başları eğilen başaklarken daha yolun başındakilerin aşırı özgüveninin geri dönüşü olmayan sonuçları... Zamanla azalan mesleki saygı, azalan maaş, klinikte performans altında cihaz alımından, montajına, kalibrasyondan hasta alımına kadar her işi yapan

fizikçinin sorumluluk varsa tanındığı, işin içine para giriyorsa yok sayılmasına evrildiği bir süreç. Eskiden beklentim, iyi ve kaliteli şeyler yapmak, bir hastanın hayatına dokunduğunu bilerek hatasız çalışmak ve hak ettiğimiz maddi manevi karşılığı alarak, tıp dışı uzmanlığımızın tanınarak, saygı duyulmaktı. Şimdi ise, 34 yıl sonra, ki 3 ay sonra 35 yıl olacak tek beklentim gerçekten sağduyulu ve bilgili bir ekip kurarak, bilim dalında işten anlayan uzmanlar yetiştirerek, emek verdiğim bilim dalını onlara devretmek.

Yapabilir miyim?... Neden olmasın...

Şeyma Çavdar



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Bu mesleği seçmemde Cerrahpaşa'da yapmış olduğum stajın büyük etkisi oldu. Fizik alanında çok farklı bir dünya olduğunu görmem ve oldukça yaygın olan kanser tedavisinin bir parçası olabilme isteğim beni bu alana yönlendirdi. Lisans ve yüksek lisans döneminde aldığımız eğitimlerle gelişen teknolojinin ışığında yenilikçi, meraklı ve her daim öğrenmeye açık sağlıklı ilişkiler kurarak bu sektörde var olmak beklentilerim arasındaydı.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Klinikte çalışan genç bir Medikal Fizikçi olarak bilgi paylaşımına her daim açık ve harika bir ekip ile çalışıyor olmak beklentilerimi büyük oranda karşılıyor. Klinik olarak yaptığımız haftalık makale toplantılarıyla ise hem güncel kalabilmek hem de kendimizi yeniliyor olabilmemizi çok olumlu bulmaktayım. Pandemi sürecinde çevrimiçi toplantıların yaygın hale gelmesiyle birlikte bilginin daha ulaşılabilir olması güncel gelişmeleri takip etmemiz için öncüdür. Uluslararası alanda ve ülkemizdeki yüz yüze toplantılarda ise ekonomik anlamdaki güçlükler sebebiyle daha fazla desteklenmemiz gerektiğine inanmaktayım. Gelişmekte olan teknolojiyle ve cihaz parkurundaki gelişmelerle birlikte gelecekte Medikal Fizikçiler olarak daha güzel şeylere imza atacağımızı düşünmekteyim. Özellikle Yapay Zeka alanındaki gelişmeler son yıllarda tüm dünyayı etkilemekte ve hayatımıza girmeye başlamasıyla birlikte hepimizi heyecanlandırmaya devam etmektedir. Medikal Fizikçi olmak her zaman yeniliklere açık olmayı gerektiren, her gün yeni şeyler öğrenerek, bu alanda çeşitli okumalar yaparak, başarılı bir ekip çalışmasıyla sağlık alanında büyük yararlar sağladığımızı hissettiren bir alandır. Son olarak tüm Medikal Fizikçilerin Medikal Fizik gününü kutlarım.

Şule Parlar



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Medikal Fizik mesleği mezun olduğum dönemde çok bilinen bir meslek dalı değildi. Ama mezun olduğum okul sayesinde, lisans sırasında sevgili Seyfettin Hocamız ile staj yapma şansına sahip olmuştum. Bu stajın mesleği seçmemdeki en önemli sebep olduğunu söylemeliyim. Rahmetli Seyfettin Kuter Hocamız ile tanışmak, ondan ders dinleyebilmek ve onun ağzından yaşadığı birçok tecrübeyi dinlemek sanırım benim ve benim gibi şu anda bu meslekteki birçok arkadaşımız için de bu mesleği tanımamızda ve sevmemizdeki en önemli sebeplerden biriydi. Hocamızın ders verdiği öğrencilerine mesleği ile ilgili bu kadar paylaşımcı olması, her yerde ve her zaman öğrenmeye açık olması sanırım en çok örnek aldığım özelliklerinden bazıları olmalı. Kendisini rahmetle ve sevgiyle anıyorum.

Ayrıca bu mesleği seçmemdeki bir diğer sebep ise Medikal Fizik'in uygulamalı bir fizik bilim dalı olmasıydı. Radyasyon konusunda ayrıntılı bilgi sahibi olmak, insanlar için zararlı olduğunu bildiğimiz radyasyonun, gereken durumlarda son derece dikkatli

uygulamalar yapmak şartıyla canlılar için faydalı olduğunu bilmek ve bunun uygulamalarını yapabilmek benim için bu mesleğin en ilgi çekici yanlarından biri olmuştur.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Medikal Fizik'in son derece yeniliğe ve teknolojiye açık, oldukça verimli bir işbirliği ve ekip çalışması gerektiren, paylaşımcı ve oldukça yüksek oranda dikkat/özen isteyen bir meslek dalı olduğunu düşünüyorum. Ayrıca yeni gelişen teknolojilerin çok kısa sürelerde mesleğimize, işimize entegrasyonu medikal fiziğin bir başka ilgi çekici ve merak uyandırıcı yönünü oluşturuyor. Bunlar arasında sanırım benim açımdan en tatmin edici özellik farklı branşlara sahip uzman kişilerin bir arada etkin bir ekip çalışması ile hastaların tedavilerini gerçekleştirebilmek.

Bunların dışında hala ülkemizde Medikal Fizikçilerin devlet kurumlarında uygun ve doğru kadrolara yerleştirilememesi, katsayıların ve bunun karşılığında ücretlerin eğitimin gerektirdiği ölçüde tatmin edici düzeyde olmaması, özel kurumlarda çalışan arkadaşlarımızın düşük ücretlerle uzun saatler çalıştırılması ve hatta yeni mezun arkadaşlarımıza gereğinden fazla sorumluluk yüklenmesi gibi birçok sorunlarımız var. Ancak bu sorunlar mesleğimizin dinamikliğinin, yenilikçi yüzünün ve daha birçok tatmin edici özelliğinin yanında çözülmeyecek sorunlar değil. Ayrıca son yıllarda birçok meslektaşımızın yurt dışında son derece önemli yerlerde, firmalarda çalışıyor olmalarının hepimiz adına oldukça gurur verici gelişmelerden olduğunu düşünüyorum. Meslektaşlarımızın sayısı arttıkça ve hep birlikte çaba gösterdikçe, mesleğimizin çok daha iyi yerlere geleceğine ve sorunlarımızın da bu süreçte

çözüleceğine dair güvenim tam.

Tülay Ercan



Klinikte Su Fantomu ile çalışma



Maria Sklodowska CURIE nin Doğduğu ev (Varşova,Polonya). Ev şu an Marie CURIE Müzesi olarak hizmet vermektedir.

Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Medikal Fizik Derneği Online Dergisi Editör ve Editör Gurubuna teşekkürlerimle. Sevgili Nadir, benden bir iki soruya cevap vermemi istedi ve sevinerek kabul ettim. Bu mesleği seçmem aslında tamamen bir tesadüf ile gelişti. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi, Fizik - Matematik Bölümü'nden mezuniyet için son ders notumu öğrenmeye gittiğim gün, okuldaki

dönem arkadaşımdan biriyle sohbet esnasında, kendisinden İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Onkoloji Kliniği'nde fizikçilerin de çalışabildiğini öğrendim. Tesadüf bu ya, konuyu evde akşam yemeği yerken aileme de açtım. Sevgili babam Opr. Dr. Halit Turan, Prof.Dr. Nijad Bilge'yi şahsen tanıdığını söyledi ve kendisini arayarak benden bahsetti. Prof. Dr. Nijad Bilge'nin ertesi gün kendisini hastanede bulmamı söylemesi üzerine hastaneye gittiğimde, kendisi beni Fizik Bölümü'ne götürdü ve Doç. Dr. Seyfettin Kuter ve o dönemde Fizik bölümünde çalışan arkadaşlarla tanıştırdı. Böylelikle fakülteyi bitirdiğim günün ertesinde Medikal Fizik serüvenim başlamış oldu.

6 ay boyunca üniversitede Fizikçi sorumluluklarını ve klinik rutini öğrendikten sonra, ilk iş tecrübem Bezmi Alem Valide Sultan Vakıf Gureba Hastanesi'nde oldu. Daha sonra SSK Okmeydanı Hastanesi'nde görev aldım ve Devlet'e yapmış olduğum görevi tamamlayarak Özel Gayrettepe Florence Nightingale Hastanesi'ne geçtim ve çalışma hayatıma orada devam etmekteyim.

Günümüzde, Fizikçilerin fakülteden mezun olmadan Medikal Fizik branşını seçebildiklerine dair bilgileri mutlaka oluyordur, ama belirtmiş olduğum gibi, benim dönemimde Medikal Fiziği seçmem bu tesadüf ile olmuştur.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Göreve başladığım senelerde Türkiye'de çok az sayıda hastanede Onkoloji Kliniği vardı ve hasta sayısı hastanelerin de az olması sebebiyle çoktu. Tabi o zamandan bugüne geçen sürede, Radyasyon Onkolojisi'nde çok büyük gelişmeler oldu. Mesleğim açısından bu uzun süreçte bulunmam ve bizzat görev almam benim açımdan çok önemlidir. Görev aldığım

tüm hastanelerde o dönemlerdeki en yeni teknolojilerle çalışma fırsatı elde ettim. Şu an görev aldığım hastanede 3-Boyutlu Konformal Radyoterapi ve IMRT tekniklerini Türkiye’de ilk olarak uygulama şansını yakaladım. Bu teknoloji ve tedavi teknikleri o dönemde ülkemizde uygulanmadığından çok sayıda yurtdışı bağlantılarım ve ziyaretlerim oldu. Bu süreçte bir çok kliniği ziyaret etme, yabancı Medikal Fizikçilerle tanışma ve çalışma fırsatım oldu.

Aynı zamanda, meslek hayatım sürecinde Medikal Fizikte Master ve Doktora eğitimleri açıldı. Bu programları tamamladıktan sonra 1994’de yapılan üniversiteler arası İngilizce Lisan sınavını süresiz geçerli sınav belgesini alarak verdim. Medikal ya da Sağlık Fiziği konusunda üniversiteler arası kurul tarafından uzunca bir süre Doçentlik sınavı açılmamıştı. 2016 yılında Doçentlik kodunun açılışını Sevgili Prof. Dr. Hatice Bilge hocamız bizlere duyurdu. Tüm meslek hayatım boyunca kliniklerde yaptığımız işleri çeşitli ulusal ve uluslararası kongrelere bildiri göndererek ve bunlardan bazılarını yayına çevirerek yayın sayım artınca, bu sınava da müracaat ettim ve yayından geçtim. Bizim müracaat ettiğimiz dönemde sözlü sınav da vardı, sonraki dönemde bu sınav kaldırıldı. Bu sözlü sınavı da Ekim 2017’de Hacettepe Üniversitesi’de alarak Türkiye’de ilk Sağlık Fiziği Doçenti olma şansını elde ettim.

Yukarıda anlattıklarımı okuduğunuzda “Medikal Fizik Beklentilerinizi Hangi Ölçüde Karşıladı?” sorusuna herhalde sizler benim yerime cevap verebilirsiniz. İnsanların çalışma hayatı boyunca sevdiği bir mesleği yapması bence çok önemli, ancak bunun yanında mümkün oldukça gezerek hem ülkemizi hem de imkan buldukça yabancı ülkeleri ziyaret etme ve tanıma fırsatı yaratılmasını ve hayata renk katmanın

unutulmaması gerektiğini de temenni ederim.

Yücel Akdeniz



Neden Medikal Fizik mesleğini seçtiniz?

Stajımı yaptığım sürede ilk defa gördüğüm lineer hızlandırıcı teknolojisi bende büyük bir hayranlık bırakmıştı. Mekanik, elektronik ve fiziğin böylesine uyumlu ve farklı bir amaç için kullanıldığını gördüğüm an mesleği tereddütsüz seçtim.

Medikal Fizik beklentilerinizi hangi ölçüde karşıladı?

Tıp ve biyolojinin de mesleğin içerisinde olması, tedavi ettiğimiz hastaların kitlelerinin tedavi esnasında dahi küçüldüğünü görmek, teknolojisinin bende hayranlık uyandırdığı lineer hızlandırıcıların sürekli değişip dönüşmesi açısından bir medikal fizik uzmanı olarak benim mesleki beklentilerimi manevi açıdan fazlasıyla karşılamaktadır.

PTW 100. YAŞINDA

Med. Fiz. Uzm. Özgür Bora İmran

Sevgili meslektaşlarım bu yazımızda 2022 yılı itibariyle 100. yaşını kutlayan PTW firmasının bu uzun tarihçesini kısa bir yazıyla anlatmaya çalışacağız.

1919 yılında Freiburg Üniversitesi Fizik enstitüsünde Profesör olan Dr. Wilhem Hammer Elektrostatik Röle icadı hem PTW kurulumu hem de radyasyonun klinik uygulamaları için çok önemli bir adım oldu. Bu röle çok düşük elektrik yüklerinin hassas bir biçimde ölçümü mümkün kıldı. Hammer bunun o yıllarda var olan X-Ray terapi uygulamalarındaki ihtiyacı karşılayacağını düşünerek 9 Mayıs 1922 yılında PTW yani açılımıyla Physikalisch-Technische Werkstätten firmasını kurdu. Aynı yıl "Hammer" dozimetresini üretmeye başladı. Böylece 100 yılı bulacak PTW hikâyesi başlamış oldu.

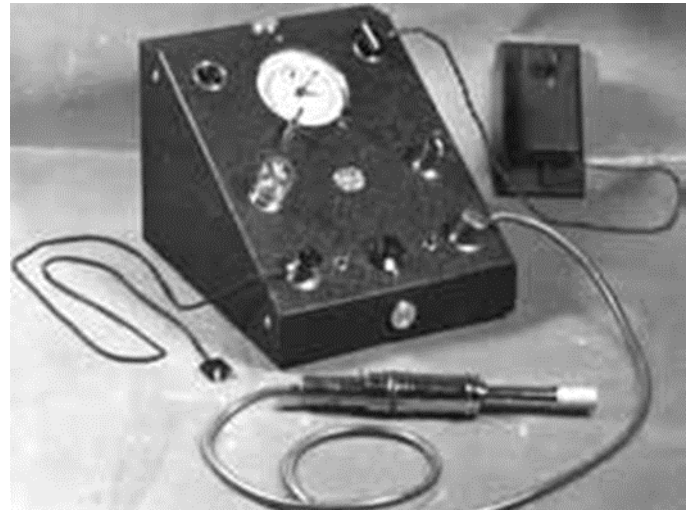


Şekil 1: 1919 Fizik Profesörü Wilhelm Hammer'ın Elektrostatik röle icadı, bunu sayesinde çok Düşük elektrik yükleri hassas bir şekilde ölçülmeye başlandı.



Şekil 2: PTW kurucusu Dr. Wilhem Hammer (Freiburg Üniversitesi Fizik enstitüsünde Profesör)

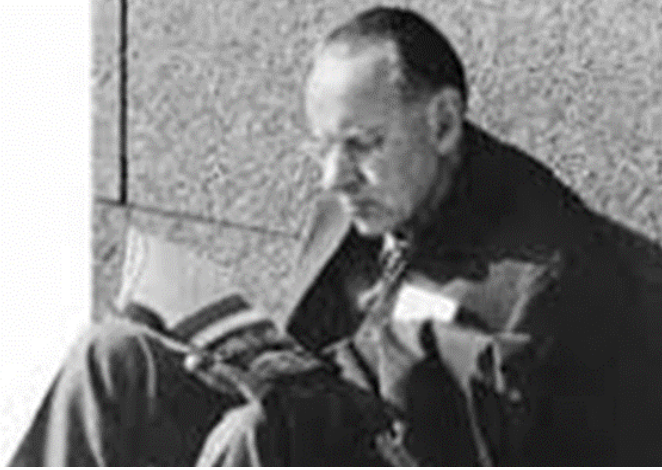
Hammer Dozimetresinin 1922 yılında üretilmesi, doz ölçümünde bir devrim yaratır ve oldukça geniş bir kullanım alanı bulup PTW 'un tanınırlığının artmasına neden olur.



Şekil 3: Hammer Dosemeter ilk X-Ray terapi Dozimetresi

Şirketin ilk kurucusunun Dr. Hammer olmasına rağmen 1924 yılında ilginç bir tesadüf sonucu PTW'in geleceği şekil alır. Dr. Hammer ile eski bir doktora öğrencisi olan Dr. Herbert Pychlau tesadüfen karşılaşır ve ona şirkete girmesini ve yönetmesini ister. Böylece

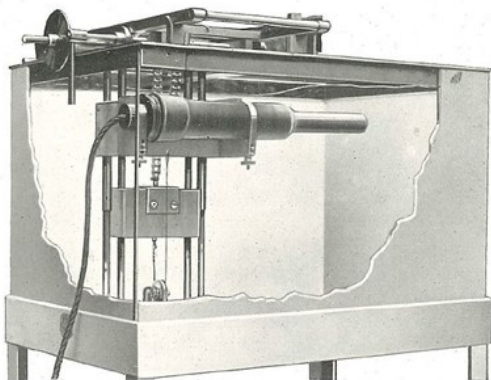
Dr. Hammer akademik yaşantısına üniversitede devam edebilecektir. Dr. Helbert' in şirketin yöneticisi olmasının ardından, PTW dozimetre konusunda teknolojinin geliştirilmesinde önderliğine devam eder. 1920 lerin sonlarında 30.000 den fazla elektrik rölesi ve 1000 den fazla Hammer Dozimetresi üretir.



Şekil 4: Dr. Herbert Pychlau, Dr. Hammer 'in PTW'yi yönetmeyi devrettiği eski doktora öğrencisi.



Şekil 5: 1928 yılında üretilen diğer bir Hammer Dozimetresi



Şekil 6: İlk PTW Su fantomu ve su geçirmez iyon odası (1929)

1929 yılına gelindiğinde PTW ilk su fantomunu ve su geçirmez iyon odasını üretir. Böylece su fantomundaki önderliğide bu tarih itibarıyla başlar.

1940'larda ikinci dünya savaşı sırasında bile kalibrasyon hizmetlerine devam eder. Savaşın sonrasında gelişen Alman sanayisinin bir parçası olur ve büyümesini devam ettirir.



Şekil 7: 1954 Yılından bir kare

1955 yılında "DUPLEX" ile dünyada ilk defa hem doz hem de doz hızı ölçen elektrometre üretmiş olur. Bu üründeki en büyük atılım elektrik rölesi yerine elektron tüpü kullanılmasıdır.



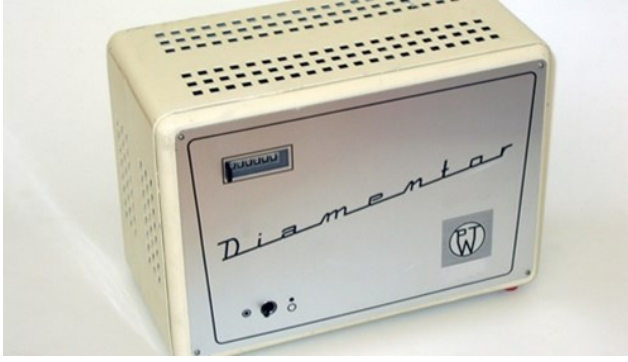
Şekil 8: DUPLEX Dozimetresi Doz ve Doz hızı ölçen ilk cihaz

1958 yılında şirket oldukça büyür ve günümüzde hala merkezi olan Freiburg 'da 7000 metrekarelik üretim merkezine yerleşir.



Şekil 9: 1958 den günümüze PTW'in Üretim ve Yönetim Merkez yerleşkesi, Freiburg, Almanya

1959 yılında önemli bir diğer önemli gelişime imza atar ve ilk Dap Metreyi icat eder.

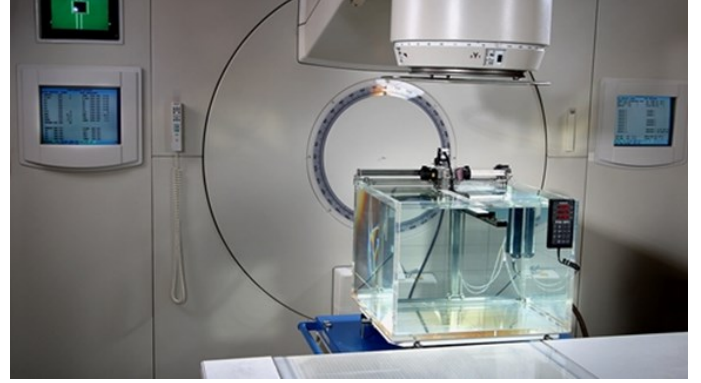


Şekil 10: DIAMENTOR: İlk DAP Metre (PTW tarafından icat edilmiştir)

1971 Yılında Dr. Herbert Pychlau ani ölümüyle, şirketin başına oğlu Dr. Peter Pychlau ve Hans-Georg Löffler geçer. Onların yönetiminde şirket uygulama ağını genişletir ve medikal alanda tüm radyasyon uygulamalarına ölçüm aletleri üretir hale gelir. 1970 yıllarında field-effect transistörlü ilk dozimetre, Dozimentor, ilk bilgisayar kontrollü 2 boyutlu su fantomu (MP2) üretilir. 1989 yılında ise günümüzde oldukça aşina olduğumuz 3 boyutlu, motorize ve PC kontrollü MP3 su fantomunu üretir ve su fantomundaki günümüze kadar sürecek olan en başarılı su fantomunun hikâyesi başlar.

PTW'nun Türkiye temsilcisi Meditel ile yollarının kesişmesi 1987 yılında başlar. O tarihten günümüze, PTW ürünlerin gelmesi, eğitimleri ve Radyoterapinin

güncel teknolojiyi yakalaması konusunda hizmetleri ile Meditel 38 yıldır Radyoterapiye hizmet vermektedir. Radyoterapi konusunda ülkemizde hizmet veren en uzun geçmişi olan firmadır.



Şekil 11: 1989 ilk 3B'lu PTW MP3

1992 yılında Radyoterapide klasik haline dönüşecek Unidos elektrometre ile Dünya da ilk Mikro prosesör kontrollü referans sınıfı dozimetre üreten firma olur. Unidos'un Hassasiyeti ve güvenilirliği ile absolute dozimetrede PTW tartışmasız market lideri haline dönüşür.



Şekil 12: İlk Unidos yıl 1992

1996 yılında ilk Linear Array olan L48 ve daha sonra ilk yüksek çözünürlüklü iki boyutlu iyon odası düzlem detektörünü geliştirir. 2 boyutlu array sayesinde doz verifikasyonu ve cihaz kalite kontrolünü zaman açısından daha verimli hale gelir. Sonrasında 2000'li yıllarda Seven29 ve profil ölçümünü hızlı alınmasını sağlayan STARCHECK radyoterapide çok sık kullanılan ürünlere dönüşürler. 3 yıl sonra da SRS uygulamaları

için geliştirilen Octavious 1000SRS ilk sıvı içeren detektör düzlemi özelliğini taşımaktaydı.



Şekil 13: SRS Octavious 1000 Detektör

Sırasıyla 2012 yılında ilk 4 boyutlu Hasta QA cihazı ve sonrasında 2013 yılında ise ilk Sentetik Diamond Detektörünü geliştirmesiyle, yenilik konusunda önderliğini sürdürmeye devam eder.



Şekil 14: Octavious 4D ilk defa Gantry ile senkronize şekilde dönerek 3 boyutlu doz ölçebilen sistem



Şekil 15: İlk sentetik elmas detektör MicroDiamond

İnovasyona gelişime önem vermenin yanı sıra dozimetrik eğitime de önem veren firma 2014 yılından bu yana PTW Dozimetry School ile Medikal fizikçilerin mesleki gelişime destek sağlamaktadır.



Şekil 16: PTW Dozimetri okulundan bir kare

PTW Dosimetri Okulu 31 Ocak 2014 tarihinden bu yana 70'den fazla kursu 14 farklı ülkede ve 900 den fazla katılımcıya ürün tanıtımı değil, sadece doz ölçümü ve kalite kontroller konusunda mesleki eğitim vermiştir. PTW Dozimetri okulunun fikir babası Meditel Ailesidir. Özellikle Meditel'in kurucularından Ünver Güneş, PTW ile yapılan toplantılarda bu fikrini açıklamış ve bu fikir PTW tarafından benimsenip ve hayata geçirilmiştir.

2016 yılında Su fantomuna yeni bir soluk getiren firma BeamScan su fantomu ile kullanıcıya bağlı setup hatalarını nerdeyse bitiren otomatik setup yapabilen sistemini geliştirmiştir. 2020 yılında da Unidos Elektrometre sistemlerini Unidos TANGO ve Unidos ROMEO ile iyon odasını otomatik tanıyan ilk dozimetre sistemini Radyoterapinin hizmetine sunmuştur. RUBY fantom ile tüm RT fantom ihtiyaçlarını tek elde toplayan ürün geliştirdi. En son olarak yazılım tarafında önem vermeye başlayan PTW VeriQA adı altında montecarlo algoritmasıyla ikincil plan hesabı yapıp, plan verifikasyonu yapan yazılımını geliştirdi.



Şekil 17: PTW 'un yeni nesil BeamScan Su fantomu



Şekil 18: Yeni Nesil Referance Sınıf Unidos TANGO ve ROMEO

Şu anda PTW 400 ye yakın çalışanıyla 3. kuşak Pychlau olan Cristian Pychlau ve Dr. Tobias Schüle tarafından yönetilmektedir.



Med. Fiz. Uzm. Özgür Bora İmran

1981 Ankara doğumlu Özgür Bora İmran, 2004 yılında Hacettepe Fizik Mühendisliği'nden birincilikle mezun olmuştur. Medikal Fizik konusunda ilgisi lisans yıllarında başlamış ve Fizik Mühendisliği bitirme tezini o yıllarda yeni yayınlanmış olan TRS 398 üzerine yapmıştır. 2004 yılında Yüksek lisans eğitimi için İngiltere'e gitmiş ve 5 yıl orada yaşamıştır. University of Surrey'de Radyasyon Fiziği konusunda yüksek lisansını programını 2007 yılında tamamladıktan sonra 2010 yılında Meditel firmasında TomoTherapy ve

PTW'dan Sorumlu Medikal Fizikçi olarak çalışmaya başlamıştır. TomoTherapy, PTW, IORT ve VisionRT (SGRT) konularında eğitim uzmanı olarak 12 yıldır sektörde hizmet vermektedir. Medikal fizik camiasına ilk adımı 2002 yılında Edirne'deki Kongre ile atmış ve o günden bugüne 20 yıldır medikal fizik camiasının içinde yer almaktadır.

RADYASYON ONKOLOJİSİ KAZA ÖĞRENME SİSTEMİ-3

Med. Fiz. Uzm. Sinem Karahan

Dergimizin önceki sayılarından itibaren paylaşmaya başladığımız RO-ILS veritabanından alınan radyasyon onkolojisi merkezlerinde yaşanmış kaza veya kaza gerçekleşmeden yaşanmış bazı olaylara yer verdiğimiz örnekler bu sayımızda da devam ediyoruz. Okuyucularımızda kendi yaşadıkları benzeri durumları medfizonline@gmail.com mail adresimizle paylaşarak katkıda bulunabilirler.

RO-ILS Örnek Olay 1: Covid 19 hastalarını tanımlamak için günlük imaj görüntüleri ya da planlama BT görüntülerinin kullanılması.

Genel Bilgi; COVID-19 hastalığı olan hastalar pulmoner semptomlar ve ciddi solunum yolu hastalıkları ile başvurabilirler. Bununla birlikte, bu hastalığın klinik belirtilerinin bir spektrumu vardır ve bazı hastalar çok hafif semptomlara sahip olabilir. SARS-CoV-2 virüsünün tespiti PCR testi ile saptanmasının yanı sıra BT görüntülerinde akciğer dokusundaki farklılıklardan da teşhis edilebilir.

Değerlendirme; Teknikerler, fizikçiler, dozimetristler ve görüntüleri inceleyen doktorlar, günlük alınan imaj görüntülerinden değerlendirme yaptığı için SARS-CoV-2 enfeksiyonunun tespiti için iyi bir fırsata sahiptirler.

Öneri: Teknikerler, fizikçiler, dozimetristler ve doktorlar, Bernheim ve ark. 2020' de açıklandığı gibi, BT taramasında COVID-19' un tipik değişiklikleri hakkında bilgi sahibi olmaya teşvik edilmektedir. "COVID-19 enfeksiyonunun görüntüleme ayırt edici özellikleri, iki taraflı ve periferik buzlu cam ve konsolidatif pulmoner opasitelerdir."

Hastanın CBCT veya BT simülasyonu elde edildiğinde

ve bu değişiklikler not edildiğinde, hastayı tedavi eden doktora bir sonraki eylem planına karar verebilmesi için bilgi verilmelidir. Bu taramalar tanısal nitelikte olmadığından ve diğer durumlar BT incelemesinde COVID-19 olarak maskelenebileceğinden, ek değerlendirmenin gerekli olması muhtemeldir.

Radyasyon onkolojisi süreçleri, halk sağlığı acil durumuna ayak uydurmak için düzenli olarak değiştiğinden, uygulamaların süreçleri, personeli bilgilendirmek ve olayları ulusal hasta güvenliği organizasyonuna bildirmek için olay öğrenimini kullanmaya devam etmesi önemlidir.

RO-ILS Örnek Olay 2: Yanlış Yoğunluk Faktörü

Genel Bakış: Bir dozimetrist tarafından yapılan yazım hatası PTV' ye "0" yoğunluğu atanmasına neden oldu. PTV' nin yaklaşık % 80 doz sarımı vardı. Bu hata, dozimetrist planı tamamladığı için kimse tarafından farkedilmedi.

Detaylar: Plan tedaviye başlanmadan önceki akşam, dozimetrist onaylanan planı onkoloji bilgi sistemine (OIS) aktarmaya çalıştı. Dozimetrist, medikal fizikçiye planın IMRT QA için hazır olduğunu bildirdi. Standart IMRT ölçümü tamamlandı ve planda hata gözlenmedi. Fizikçi, hastanın ertesi gün tedaviye başlayacağını farkında değildi ve bu nedenle o akşam tedavi planının gerekli ikinci kontrolünü yapmadı. Ertesi sabah, planlanan birkaç özel prosedür ve hastanın o güne başladığının farkında olunmaması nedeniyle plan hala kontrol edilmedi. Teknikerler çok meşguldü ve fizikçinin ikinci kontrolünün yapılmadığını fark edemediler, bu yüzden hasta o sırada hazırlanan plana göre tedavi edildi. Fizikçi daha sonra hastanın

ilk fraksiyonundan sonraki akşam planı kontrol etti. Bu inceleme üzerine, fizikçi PTV' ye 0'lık bir yoğunluk atandığını fark etti. Fizikçi, dozimetristi ve doktoru bilgilendirdi ve kalan 43 fraksiyon, ilk fraksiyon sırasında zaten verilen dozu hesaba katarak doğru yoğunlukta yeniden planlandı. İlk fraksiyon için doz PTV' nin sadece % 80' nini sarmışken, daha sonra yeniden planlanan fraksiyonlar bu eksiklik için düzeltildi ve hasta tedaviye tamamlanana kadar devam etti.

Faktörler/Kök Nedenler

1. Veri girişi ile ilgili insan hatası (yani, bir tedavi hacmine yanlış yoğunluk değeri atayan dozimetrist).
2. Aceleye getirilmiş çalışma ve sıkıştırılmış zaman çizelgesi (örneğin; hasta tedaviye başlamadan önceki akşam plan üzerinde çalışan dozimetrist).
3. Aynı sabah planlanan çok sayıda özel prosedür, fizikçinin normal iş görevlerinin bir parçası olarak ikinci kontrolü yapmasını engelledi.
4. Planlanmış tedavi başlangıç tarihindeki iletişimsizlik
5. Planlanan tedavi başlangıç tarihindeki iletişimsizliğin farkında olmamak.
6. Personelin belirlenmiş süreci yerine getirmemesi (örneğin, meşgul terapist personelinin kapsamlı bir ilk grafik kontrolü yapmaması, reçetenin onaylanması, imzalı onay formu ve fizik KG' nin doğrulanması gibi hasta tedavisine başlamadan önce tamamlanması gereken tüm ilgili bilgilerin değerlendirilmesi).
7. Tamamlanmış bir ikinci kontrolün yokluğunda hastanın tedavisini önlemek için bir zorlama fonksiyonunun olmaması.

Çıkarılan Dersler

İnsanlar özellikle de hızlı düşünceleri ve hareket etmeleri gerektiğinde yanılabilir yaratıklardır. Hızlı kararlar analitik beynimizden ziyade sezgisel beynimizden gelme eğilimindedir ve bu da bilişsel hata olasılığını artırabilir. İyi tasarlanmış QA adımları, iyi tasarlanmış güvenlik ağlarının oluşturulması hataların hastaya ulaşma olasılığını azaltabilir.

Aşağıdaki eylemler, yoğun bir klinikle ilgili birden çok katkıda bulunan faktörün ele alınmasına yardımcı olabilir:

- Personele bir tedavi planını ve ilgili QA'yı tamamlamak için uygun zamanı tanıyın. Bu genellikle her adım için belirli sayıda güne izin veren bir zaman çizelgesini ve zaman çizelgesine uyulmaması durumunda hastanın proaktif gecikmesini içerir.
- Personel seviyelerini gözden geçirin ve kliniğin, yoğun yük dönemlerinde bile gerekli tüm işlevleri (KG ve diğer güvenlik kontrollerini gerçekleştirme dahil) yerine getirmek için yeterli personele sahip olduğunu onaylayın.
- Belirli bir süre içinde tüm hasta çizelgeleri için ilk grafik kontrolünü gerçekleştirmek için rotasyon temelinde özel bir radyasyon terapisti belirleyin.
- Yazılı ve sık sık yenilenen standart işletim prosedürleri aracılığıyla personelin her görev sırasında rollerini ve sorumluluklarını anlamlarını sağlayın.
- İş ürününün kalitesini sağlamak için kontrol listeleri, zaman aşımaları ve diğer kontrolleri uygulayın. Örneğin, tedaviden önce terapistlerin QA kontrol listesinin bir bileşeni, plan KG' nin tamamlandığını, imzalandığını ve tarihlen-

dirildiğini kontrol etmeyi içermelidir.

- Hastanın başlangıç tarihi gibi tüm önemli bilgileri içeren iletişimi standartlaştırın.
- Tedaviye başlayan tüm hastalar gibi yaklaşan klinik etkinlikleri gözden geçirmek için her gün sabah toplanmalarına ev sahipliği yapın.

Mevcut QA politikaları ve bunların önemi ve değeri ile ilgili personel eğitimine yapılan vurgu, personelin mevcut politikalara uyumunu artırmaya yardımcı olabilir, ancak bu tek başına yeterli değildir. Veriler, uyumsuzluğun hala meydana geleceğini göstermektedir ve bu, yoğun bir klinik ortam ile birleştirilebilir. Gerekli ikinci bir kontrol yoluyla tedavi planlama hatalarını yakalamak için iyi tasarlanmış süreçlerin varlığına rağmen, böyle bir hata bu durumda hasta tedavisine kadar ilerlemeyi başarabilir. Hata önleme çabalarının kliniğin hızına karşı sağlam olması için, tesisler mevcut ve uygun olduğunda zorlama işlevlerini ve diğer insan faktörü tasarım ilkelerini kullanmalıdır. Örneğin OIS tipik olarak, belirli kriterlerin karşılanmaması durumunda hasta tedavisini önlemek için sert bir durdurma oluşturulmasına izin vermelidir. Tedavi Alanlarının veya Hasta Tedavi

Planının "Onayı", tipik olarak bir OIS' de bulunan bu tür tetikleyicilerin örnekleridir. Bu özellikler kliniğin OIS yöneticisi tarafından etkinleştirilebilir. İkinci kontrol süreci, tıbbi fizikçinin tedavi alanları veya hasta tedavi planı onayını içerecek şekilde tasarlanmışsa, tıbbi fizikçi kontrolü gerçekleştirilemezse, zorlama işlevi terapistlerin hastayı tedavi etmesini engelleyecektir. Bu ek katman, güvenlik ağındaki deliklerin kapatılmasına yardımcı olabilir.



Med. Fiz. Uzm. Sinem Karahan

1986 İskenderun doğumludur. Lisans eğitimini 2011 yılında Gaziantep Üniversitesi Fizik mühendisliğinde tamamladı. Yüksek Lisans Öğrenimini ise 2017 yılında Acıbadem Üniversitesi Sağlık Fiziği Bölümü'nde tamamladı. 2018-2019 yılları arasında Medideal Medikal Projeler şirketinde Bağcılar Eğitim Araştırma hastanesinde, 2019-2020 yılları arasında Gammaray - Elekta bünyesinde Bakırköy Eğitim Araştırma Hastanesi ve Pendik Eğitim Araştırma Hastanesinde Sağlık fizikçisi olarak çalışmıştır. 2020 Haziran itibariyle Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Radyasyon Onkolojisi'nde Attila Özel Sağlık Hizmetleri bünyesinde Sağlık Fizikçisi olarak görev yapmaktadır.

MEME RADYOTERAPİSİNDE UZAMSAL OLARAK ÇÖZÜMLENMİŞ BT KALİBRASYONU KULLANARAK ÇERENKOV IŞIĞIYLA UZAKTAN DOZ GÖRÜNTÜLEME

RESEARCH ARTICLE

MEDICAL PHYSICS

Remote dose imaging from Cherenkov light using spatially resolved CT calibration in breast radiotherapy

Rachael L. Hachadorian¹ | Petr Bruza^{1,2} | Michael Jermyn^{1,2} |
David J. Gladstone^{1,3} | Rongxiao Zhang^{1,3} | Lesley A. Jarvis³ | Brian W. Pogue^{1,2}

Yazarın Notu: 1934 yılında Pavel Alekseyeviç Çerenkov tarafından keşfedilen Çerenkov ışınması fenomeni 1958 yılında Nobel fizik ödülüne layık görülmüştü. Keşfinden yaklaşık 90 yıl sonra kamera teknolojisinin ve dijital görüntü işleme tekniklerinin gelişmesiyle birlikte, Çerenkov fenomeninin pulslu radyasyonla ışınlama yapan radyoterapi cihazlarında tedavi doğruluğunu artırmak amacıyla kullanılmasına yönelik çalışmalar son derece hız kazandı. Bu yazıda sizlere bu alanda son yıllarda birçok makale yayınlamış olan Dartmouth kolejinin ve DoseOptics firmasından araştırmacıların ortaklaşa yapmış olduğu "Remote dose imaging from Cherenkov light using spatially resolved CT calibration in breast radiotherapy" adlı çalışmayı ana hatlarıyla aktarmaya çalıştım.

ve tutarlı bir şekilde görüntülenebilmesini sağlar. Çerenkov ışınması sadece radyasyon doz birikimine neden olduğu bölgelerde ortaya çıktığından; gerçek zamanlı olarak hasta üzerinde ışın demetlerinin şekillerini görebilmeyi sağlar. Bu yaklaşım, planlanan set-up ile tedavi sırasında meydana gelen sapmalarını izlemek ve tedavi kalitesinde sürekli iyileştirme için bir yöntem sağlamak için kullanılabilir.

Radyoterapide, MV X-ışınları, dokuda baskın doz birikimi kaynağı olan ve Compton saçılması sonucunda ortaya çıkan MeV enerjili ikincil elektronları ortaya çıkarır. İşte bu MeV enerjili ikincil elektronlar dokuda Çerenkov radyasyonunun ortaya çıkmasını sebep olur. Çerenkov emisyonunun karakteristik geniş band spektrumu 280-1500nm arasında ve şiddet ilişkisi $I=1/\lambda^2$ ile verilmekle birlikte kan gibi in vivo emiciler 600nm'den düşük dalga boylarının çoğunu emer. Geriye kalan kırmızı ve kızılötesi ağırlıklı sinyal çok düşük yoğunluktadır. Bu düşük sinyali ölçebilmek için idealde her bir fotoğraf karesi başına bir foton dedekte edebilme özelliğine sahip son derece hassas bir kameraya ihtiyaç vardır.

Med. Fiz. Uzm. Mehmet Fazıl Enkavi

Giriş

Son on yılda geliştirilen Çerenkov görüntüleme teknikleri radyoterapi sırasında hastanın cildi üzerinde tedavinin daha etkin

Klinikte kullanılan X-ışını pulslu olduğundan; ortaya çıkan pulslu Çerenkov ışınındaki sinyal-arkaplan gürültü oranını maksimize edebilmek ve online olarak arkaplan çıkarması yapabilmek amacıyla time-gating (pulslu Çerenkov ışınmasıyla eş zamanlı görüntü alan ve harici tetikleme ile çalışan video kayıt tekniği) teknikleri optimize edilmiştir.

Dokudaki Çerenkov ışınmasının zayıflaması yağ ve fibroglandüler dokudan kaynaklanır. Bu zayıflama kolajen, kan ve cilt pigmentasyonları ile daha da karmaşık hale gelir. Bu nedenle Çerenkov ışınları demet şeklini doğru bir şekilde gösterirken; görüntülenen ışığın şiddeti verilen dozla ilişkisi doğrusal değildir. Örneğin yağ dokusu daha saydamdır, fibroglandüler doku ve areola gibi daha yoğun kan/kolajen içerikli alanlarda emisyon azalır.

Daha önceki çalışmalarda BT numarasının meme radyoterapisinde optik özellik düzeltilmesi için kullanılabileceği gösterilmişti ancak; bu çalışmada veriler ortalama verilere dayalıydı ve dozun homojenliği ile ilgili bir değer gösterilmemişti.

Burada sunulmakta olan çalışmada yukarıda bahsedilen çalışma daha da ileriye götürülerek meme radyoterapisinde Çerenkov ışınmasındaki dokuya özgü zayıflamayı düzeltmek için BT taramasının nasıl kullanılacağına ilişkin bir doku düzeltme yöntemini anlatmaktadır.

Gereç ve Yöntem

Görüntüler, 2100 C-Serisi Clinac lineer hızlandırıcı (Varian Medical Systems, Palo Alto, CA, USA) izomerkezinden IEC 61217 uzamsal koordinatlara (-1288, 1066, -687)mm'ye monte edilmiş, 400–800 nm'de en yüksek spektral duyarlılığa sahip intensifier CMOS kamera (C-Dose Research, DoseOptics LLC,

Lebanon, NH, USA) kullanılarak elde edildi ve tüm tedavi planlaması ilişkili ECLIPSE tedavi planlama sisteminde yapıldı. Kamera monte edildikten sonra, tüm meme radyoterapi görüntülemesi için mesafe ve odaklama optimize edildi. Çerenkov sinyalini oda ortamındaki arka plan ışık görüntülerinden izole etmek için yazılımda gerçek zamanlı arka plan çıkarma uygulandı. Bu, Çerenkov ve arka plan ışığının bir pozlamada (50 ms içerisinde yaklaşık 20 radyasyon pulsu) birlikte görüntülenmesi ve ardından kısa bir gating gecikmesinden sonra toplanan ortalama bir arka plan görüntüsünün çıkarılmasıyla gerçekleştirildi.

Bu grupta n=13 sağ meme hastası tedavi edildi. Bunun için 6 MV ile iki karşılıklı sağ arka oblik (RPO) ve sol ön oblik (LAO) gantry açıları kullanıldı. Rezekte edilen tümörün boyutuna, derinliğine ve konumuna bağlı olarak, her 6 MV gantri açısına ek olarak 10 MV'li bir ışınlamada yapılmıştır (bu hasta grubunda n = 5). Her hasta için BT planlama taramaları GE Medical Systems tarayıcısında, 120 kVp, 512 × 512 piksel çözünürlük, piksel aralığı 0,98 mm ve kesit kalınlığı 2,5 mm olarak yapıldı.

MATLAB'de (Natick, MA, ABD) Cherenkov görüntüsüyle eşleşen izoyüzey BT#'nın iki boyutlu (2B) görüntüsünü oluşturmak için bir yöntem geliştirildi. İzoyüzey BT# haritasının çıkarılması beş ana adımdan oluşuyordu: (1) BT taramasının okunması ve basit bir eşik değerine dayalı olarak üç boyutlu (3B) bir hasta izoyüzey oluşturulması, (2) her bir izoyüzey tepe noktasında yüzey normal vektörlerinin hesaplanması, (3) yüzey normal eğimlerini almak ve 5 mm derinliğe kadar 1 mm'lik adımlarla içe doğru örnekleme (her vektör bileşeninin zıt işaretli eğimi) (kısmi hacim ortalamasını önlemek için ilk örneği atlayarak) ve (4)

ortalama örneklenen BT#'nı hesaplamak ve bu ortalama BT#'nın izoyüzeyinin uygun uzaysal tepe noktasına atanması. Son olarak (5), 3B BT# izoyüzeyi, tedavi odasındaki Çerenkov kamera pozisyonunun perspektifine yönlendirildi ve Çerenkov görüntülerine birlikte kaydedilmek üzere bir anlık görüntü alındı. Kullanılan anlık görüntü projeksiyonu için pozisyon koordinatları C-Dose Research yazılımından (DoseOptics LLC) dışa aktarıldı.

Şekil 1(a,b,c)'de örnek bir hastanın yoğun areolar dokusu, ağırlıklı olarak adipoz memesi (düşük HU), ve yüzey için konturlanmış 5mm'lik yüzey bölgesini göstermektedir. 5mm'lik derinlik kullanılmasının nedeni Çerenkov ışımalarının çoğunluğu 5mm'lik yüzey bölgesinden gelmektedir. Şekil 1d'de taramada korunan bilgileri kullanarak uygun piksel aralığı ve dilim kalınlığı ile oluşturulan yüzey hacmini ve yüzey normal vektörlerini gösterir. Her normal vektörün eğimini tersine çevirmek, belirlenen pikselde örnekleme yönünü sağlar. Şekil 1e, uygun eş yüzey pikseline atanan ortalama BT# değeri ile nihai toplam hacmi gösterir. Şekil 1f'de radyasyon alanı sınırını yansıtan kümülatif Çerenkov görüntüsünde kullanılanla aynı yoğunluk eşiği kullanılarak maskelenir. Maskelendikten sonra, uzaysal BT'leri (Şekil 1e) kalibrasyon için kullanılır; Şekil 2'de tüm hastalar için gösterilmiştir.

İstatistik hesaplamaları kan, daha koyu pigmentler ve skar dokusu tarafından zayıflatılmış bölgeleri içeren 20 rastgele örneklenen ROI kullanılarak varyasyon katsayısı, standart sapma ve ortalaması hesaplandı. Düzeltilmemiş ve düzeltilmiş görüntüler istatistiksel olarak karşılaştırıldı. Ayrıca düzeltilmiş ve düzeltilmemiş Çerenkov görüntüleri doz görüntüsüne

göre örneklendi ve bu veriler çizilerek regresyon katsayısı R^2 şeklinde bildirildi.

Elde edilen tüm veriler 6 ve 10 MV enerjileri için iki modeli de derleyerek, depolanan birim doz başına gözlemlenen Çerenkov ışığı (γ/Gy) ile BT# arasındaki ilişkiyi açıklanmasında kullanıldı.

Bulgular

Şekil 3'te RPO-6MV ve LAO-6MV ışınlamalarındaki düzeltilmiş ve düzeltilmemiş çıktılar karşılaştırılmıştır. Çerenkov ışınması yoğunluğundaki değişkenliğin RPO-6 MV demetlerinde %11,5 oranında (%30,3'ten %18,8'e) azaldığını ve LAO-6 MV demetlerinde %9,7 (%28,4'ten %18,7'ye) azaldığı bulundu. Şekil 4'te, RPO-10 MV demetinin varyasyon katsayısı %13,4 (%30,5'ten %17,1'e) ve LAO-10 MV demetlerinde %12,7 (%25,3'ten %12,6'ya) düşürülmüştür. RPO-6MV giriş demetlerinde düzeltilmemişler için $R^2=0.59$, düzeltilmişler için $R^2=0.81$ bulundu. Benzer şekilde LAO-6MV giriş demetlerinde düzeltilmemişler için $R^2=0.62$, düzeltilmişler için $R^2=0.79$ bulundu. 10MV giriş demetlerinde düzeltilmemişler için $R^2=0.67$, düzeltilmişler için $R^2=0.85$ iken; çıkış demetlerinde düzeltilmemişler için $R^2=0.72$, düzeltilmişler için $R^2=0.92$ olarak bulundu.

Şekil 5'te de birim doz başına çıkan Çerenkov ışınması şiddetine karşılık BT# grafikleri verilmiştir. Grafiklerin 6MV ve 10MV için sırasıyla $R^2=0.7$ ve $R^2=0.72$ ile üstel regresyonla uyumlu olduğu gözlenmiştir. Grafiklerdeki açık gri noktalar normal dokulardan örneklenirken; koyu gri noktalar areola, skar ve vasküler yapıların üzerinden örneklenmiştir.

Tartışma

Çerenkov ışığının doz normalizasyonu; tutarlı bir doz

miktarına karşılık Çerenkov ışığı yoğunluğu ilişkilendirmesi için oldukça önem taşımaktadır. Bunun için çalışmada dozu normalize edilmiş Çerenkov görüntüleri varyasyon katsayısını analiz etmek için kullanıldı. BT# bakıldığında, BT numarasının artmasının Çerenkov ışması şiddetini zayıflamasına neden olduğu görülmüştür. Düzeltilmiş görüntülerde şiddetlerin birbirine daha yakın olduğu görülmektedir. Bu da uzamsal BT düzeltme bilgisinin görüntüler içindeki ve arasındaki doz homojenliğini artırdı.

Bununla birlikte ciltteki değişkenlik tamamen ortadan kaldırılamaz. Bunun birkaç nedeni vardır; (1) ten rengine bağlı Çerenkov ışması atenüasyonu, (2) fraksiyone tedavi sırasındaki eritem cilt değişiklikleri, (3) doku eğriliğinden kaynaklı uyuşmazlıklar, (4) planlanan doz ile farklılıklar.

Sonuçlar üzerinde yapılan incelemeye göre; cilt altı fibroglandüler yapı ve yağ dokusunda yapılan düzeltmelerin önemli ölçüde başarılı olduğu söylenebilir. Bunun yanında ten rengi gibi faktörler olsa da, bunun nispeten küçük bir rol oynaması beklenmektedir. Çünkü kurum tarafından hizmet verilen yakın çevredeki hastaların büyük bir çoğunluğu Kafkasyalı ve tüm hastaların ten rengi tesadüfen benzerdi. Ayrıca cilt kızarıklıkları tedavi başlangıcından birkaç hafta sonra çıkarken, kullanılan görüntüler ilk fraksiyondandı. Böylelikle eritemik etkilerin hesaba katılması en aza indirildi. Bu nedenle, Çerenkov/doz yoğunluğunda yukarıda bahsedilen varyasyonun katkısının, cilt altı fibro-adipoz içeriğin bulunduğu katkıya kıyasla daha az olması bekleniyordu. Çerenkov ışığını kullanarak dozu izlemenin en büyük avantajı, tutarlılığı sağlamak ve tedavinin tam olarak planlandığı gibi yürütüldüğünü

doğrulamaktır. Hastadaki farklılıklar, anatomideki değişiklikler ve solunum hareketi, verilen dozun beklenen tedavi planından farklılaşmasında rol oynar. Bu açıdan verilen dozun görüntülenmesi oldukça önemlidir.

İlginç bir şekilde, aynı grupta yapılan ve TPS'den elde edilen yüzey dokusunun HU ortalamasına bakılan bir önceki çalışmada Çerenkov ışık şiddeti ve BT# arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu gösterilmişti. Bu çalışmada BT bilgilerinin uzamsal olarak işlenmesiyle örneklendirilebilecek bölgelerin sayısı oldukça fazla olmuştur. Bu çalışmada doğrusal olmayan bir uyum ortaya çıkmasına rağmen daha önce bulunana kabaca eşdeğerdir. Bu ilişkinin daha doğru olduğunu ve Çerenkov'un meme dokusundaki emilme şeklini daha iyi temsil ettiği düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda, dokunun optik özellikleri iyi karakterize edilebilirse Monte Carlo simülasyonları Çerenkov yoğunluk tahminleri için de kullanılabilir. Fizyolojik değerlere dayalı BT numarası ve radyografik yoğunluk incelemeleri gelecek çalışmalar için faydalı olabilir. Bu çalışmada sunulan yöntemler, Çerenkov görüntülerinde tüm alan düzeltmeleri oluşturmanın en verimli, invazif olmayan ve doğru araçlarını sunmaktadır. Fakat her bir fraksiyonda mutlak dozun doğru bir şekilde ölçülebilmesi için hala yapılması gereken çok iş vardır. Bunun için hataların klinik olarak kabul edilebilecek değer olan %3 hata oranının altına inmesi gerekir. Çerenkov ışık şiddeti ve doz arasındaki ilişkiyi birçok faktör etkilemektedir. Hastaya özel örnekleme derinliği optimizasyonunun, cilde bağlı melanin içeriğine yönelik düzeltmelerin, iltihap, kanama, radyasyon yanığı gibi düzeltmelerin dahil edilmesi gerektiğini bildirilmektedir.

Sonuçlar

Doku optik özellikleri için bu çalışmada sunulan uzamsal BT düzeltme yöntemi kullanıldı. Kan hacmi ve doku tipi ile ters orantılı olan Çerenkov ışması şiddetini düzeltmek için faydalı bir yöntem sağlamıştır. BT taramalarında her piksel konumunda doku derinliği ile bir üstel ağırlık kullanarak gerçekleştirilen bu yöntemle; ışımadaki farklılık ışının giriş, çıkışına, enerjisine bağlı olarak yaklaşık %14 oranında azaltıldı. Çerenkov ışması ve doz arasındaki ilişki düzeltilmiş görüntülerde düzeltilmemişlere göre oldukça arttı. Böylelikle uzaktan kamera fotoğrafçılığıyla Çerenkov görüntülemesinin mutlak dozimetre için kullanılmasına biraz daha yaklaşıldı. Gelecekteki çalışmalarda, daha önceki birkaç çalışmada incelendiği gibi, yansıyan ışık görüntüleri kullanılarak cilt pigmentasyonu düzeltilebilir. Bu yaklaşımın uygulanması, hastalar arasında ve gözlemlenen farklılıkları tek bir hasta içerisinde gözlemlenen tedavi alanındaki farklılıkları azaltacaktır.

Not: Yazıdaki resim ve referanslar için orijinal makaleye bakılması gerekmektedir.



Med. Fiz. Uzm. Mehmet Fazıl Enkavi

1990'da İstanbul'da doğdu. 2014 yılında Hacettepe Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2018 yılında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Radyoterapi Fiziği programında yüksek lisansını tamamladı. Hacettepe Üniversitesi Biyomühendislik programında doktora eğitimine devam etmektedir. Nisan 2018'den itibaren Medicana International Ankara Hastanesinde medikal fizik uzmanı olarak çalışmaktadır.

SPECT SİSTEMLERİ İÇİN KALİTE KONTROL

Doç. Dr. Yasemin Parlak

1. Amaç

Kalite kontrol, radyoaktivite ölçümü, radyo-farmasötiklerin hazırlanması, görüntülerin elde edilmesi için enstrümantasyonun kullanılması, fonksiyonel parametrelerin hesaplanıp sonuçların hekim tarafından yorumlanması dahil tüm süreçlerin yönetilmesinde rol oynar.

Nükleer tıp cihazlarının kalite kontrolünde temel ilke, kalite kontrolünü nükleer tıp bölümü rutin çalışmalarının ayrılmaz bir parçası olarak üstlenilmesi ve bölüm personelinin kendileri tarafından yapılmasının gerekliliğidir. Ancak, bazı hususlar bakım mühendisleri ile iş birliği içinde de gerçekleştirilmelidir.

Cihazların özellikleri ve performansları büyük ölçüde farklılık gösterebileceğinden, her cihazın kalite kontrolünün başlangıç noktası cihazın kendisinin seçilmesi olmalıdır. Cihazın kurulumu için uygun yer seçimi de performansı etkileyebileceğinden mutlaka kalite kontrol kapsamında değerlendirilmelidir.

Bir cihaz alındıktan ve kurulduktan sonra, ilk performansının üreticinin spesifikasyonlarına uygun olup olmadığını belirlemek için tasarlanmış bir dizi kabul testine tabi tutulmalıdır. Aynı zamanda, haftalık, aylık, üç aylık ve yıllık bazda gerçekleştirilen rutin testlerle sonraki performansının değerlendirilebileceği verileri sağlamak için referans testler yapılmalıdır. İlave olarak, cihazın kullanıldığı her gün operasyonel kontroller yapılmalıdır. Tüm bu testlerin sonuçlarının kayıtları dikkatli tutulmalıdır.

Üretici firma, model vb. ile ilgili olarak bir cihazın seçimi, sadece teknik özelliklerine bağlı prosedürlere

uygunluğuna değil, aynı zamanda kullanım kolaylığı, operasyonda güvenilirlik ve güvenlik, diğer cihazlarla uyumluluğu, bakımı için mevcut tesisler, personel ve yedek parçaların mevcudiyeti gibi hususlara da dayanmalıdır. Bu noktalarda teknik tavsiyeye sıklıkla ihtiyaç duyulur ve diğer nükleer tıp merkezlerinin deneyimleri bu açıdan değerli olabilir.

Kalite kontrol için gerekli olan uygun radyasyon kaynakları, fantomlar ve diğer test cihazları, cihaz alınması sırasında sağlanmalı veya ayrıca satın alınmalıdır. Tekliflerin ve satın alma siparişlerinin değerlendirilmesi, sorumlu idari ve teknik personel tarafından ortaklaşa hazırlanması önemlidir. Bu kadro fizikçiler, doktorlar, teknologlar ve yöneticilerden oluşabilir.

2. Cihazın Bakımı, Kullanılması Ve Korunması

Nükleer tıp görüntüleme cihazlarının gelişmişliği ve hassasiyetliliği nedeniyle, aşağıda belirtilen çevresel koşullara karşı bakım, kullanım ve koruma gibi önleyici tedbirlere önem verilmelidir.

- Cihazın iklim ortamı: Cihazın etkili iklimlendirme, nem, toz ve kirlilik kontrolü vb. sağlamalıdır.
- Cihazların elektriksel ortamı: İyi bir koruma programı, yıldırım, güç hattı bozulmaları, elektrostatik deşarj ve elektromanyetik parazite karşı etkili AC hattı güç koşullandırması sağlamalıdır. Elektrik kesintisi durumunda sistemi korumak için kesintisiz bir güç kaynağının kullanılması tavsiye edilir.
- Cihazların kullanıcı durumu: Operatörlerin, servis mühendislerinin ve teknisyenlerin cihazların doğru kullanımı ve korunması konusunda eğitimi sağlamalıdır. Yalnızca kalifiye servis

personelinin nükleer tıp ekipmanının servisi ve bakımı ile ilgilenmesine izin verilmelidir.

- d. Cihazların manyetik ortamı: Nükleer tıp ekipmanı manyetik alanlara duyarlıdır ve manyetik rezonans görüntüleme tarayıcılarının veya diğer güçlü manyetik cihazların yakınına yerleştirilmemelidir.
- e. Background radyasyonu: Planlama ve kurulum sırasında, başlıca radyasyon kaynaklarının, yani pozitron emisyon tomografi tesislerinin, X ışını makinelerinin, lineer hızlandırıcıların ve radyoterapi için ⁶⁰Co cihazlarının yerleri göz önünde bulundurulmalıdır. Nükleer tıp aletleri bu yüksek enerji kaynaklarına karşı son derece hassastır ve bunlardan uygun mesafelere kurulmalıdır.

3. Kalite Kontrol Ve Kabul Testleri

Alındıktan ve kurulduktan sonra bir cihazın kabulü, yüksek kaliteli performansın elde edilmesi için kritik bir adımdır. Bir cihazın performansının üretici tarafından belirtilen teknik ve performans özelliklerini karşıladığından emin olmak için kabul testi yapılır. Garanti süresi dolmadan tedarikçinin herhangi bir hasar, eksiklik veya kusurdan haberdar olabilmesi için kurulumdan hemen sonra gerçekleştirilmelidir. Kabul testi ile optimal performans gösterdiği gösterilmediği sürece hiçbir cihaz rutin kullanıma sokulmamalıdır.

Kabul testleri gama kamera sistemi kurulduktan hemen sonra nükleer tıp birim sorumlusu tarafından ilgili firma teknik elemanına yaptırılmalı ve kontrol listesi gözden geçirildikten sonra gama kamera teslim alınmalıdır. Kabul testlerinin sonuçları NEMA standartlarına göre değerlendirilir. Kabul testlerinin bazıları aynı zamanda periyodik testlerdir.

SPECT ve SPECT/BT sistemlerinde yapılması gereken testler ve önerilen uygulama sıklıkları Tablo 1'de verilmektedir. Tablo, Türkiye Nükleer Tıp Derneğinin Tek Foton Emisyon Kompüterize Tomografi (SPECT) Gama Kameralar ve SPECT/BT Sistemleri için Kabul ve Kalite Kontrol Testleri isimli uygulama kılavuzundan alınmıştır.

Tablo 1. SPECT gama kamera ve hibrit SPECT/BT sistemlerinde yapılması gereken testler ve bağımsız kuruluşlarca önerilen uygulama sıklıkları				
SPECT	IAEA	AAPM	EANM	NEMA
Dönme merkezi	K+H/A	A*	K	H/A
Piksel boyutu	K+1/2Y			K+1/2Y
SPECT uniformitesi	K+1/2Y	K+Y		
Havadaki SPECT çözünürlüğü	K+1/2Y	K+Y	K	K+1/2Y
Saçımlı SPECT çözünürlüğü	K+1/2Y	K+Y	K	*
SPECT görüntü kontrastı	K+1/2Y	K+Q		1/2Y
Kesit kalınlığı	K+1/2Y			
Sistem hacim hassasiyeti			K	
Dönme sırasındaki hassasiyet/uniformite	K			
Planar Test	IAEA	AAPM	EANM	NEMA
Pik	G		G	
Arka plan sayım hızı	G		G	
Düzensel uniformite	G	G	G	
Kolimatörsüz rezolüsyon ve lineerite testi	K+1/2 Y	K+Y	K+1/2Y	K
Enerji rezolüsyon		K+Y	K	K
Sistem üniformite	K+1/2 Y			
Sistem rezolüsyon	K+W	K+H	K	K
Sistem planar sensitivite	K+1/2 Y	K+Y		K
Sistem sayım hızı, saçımlı				K
Tüm vücut sistem rezolüsyonu		K+Y*	K+Y	K
Tüm vücut tarama stabilitesi		*		
Kolimatör penetrasyonu ve saçılması				K
Kolimatör deliklerinin hizalarının kontrolü	K		*	
SPECT/BT	IAEA	AAPM	EANM	NEMA
SPECT/BT görüntü kalitesi		K+Q		K
SPECT/BT uzaysal kaydı		K+Y	A	K
BT				
BT numarası doğruluğu/doğrusallığı		G	K+A	
BT doz değerlendirmesi		K+Y		
BT görüntü kalitesi değerlendirmesi		G	G	

K: Kabul, G: Günlük, H: Haftalık, A: Aylık, Q: 3 ayda bir, 1/2Y: 6 ayda bir, Y: Yıllık, *: İsteğe bağlı, SPECT: Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi, BT: Bilgisayarlı tomografi, IAEA: International Atomic Energy Agency, AAPM: American Association of Physicists in Medicine, EANM: European Association of Nuclear Medicine, NEMA: National Electrical Manufacturers Association

International Atomic Energy Agency (IAEA), AAPM, European Association of Nuclear Medicine (EANM) ve NEMA gibi bağımsız kuruluşlar kabul ve kalite kontrol testleri için öneriler geliştirmiştir. Tablo 1'de SPECT gama kameralar ve SPECT/BT sistemlerinde yapılması gereken testler ile bu kuruluşlarca önerilen uygulama sıklıkları da yer almaktadır.

Gama kameralarda planar testler her bir detektör için ayrı ayrı yapılmalıdır. SPECT kabul ve kalite kontrol testleri, tek ya da çok başlı gama kameralar için yapılması gereken kabul ve KK testlerinden sonra yapılır.

Gama kamera sistemlerinin görüntü kalitesinin bozulmasına sebep olabilecek birçok etken bulunmaktadır. Sisteminin performansı sistemin

olağan yapısından ve dışarıdan kaynaklanan etkilerle değişebilmektedir. Kolimatör hasarı, foton çoğaltıcı tüplerin zamanla değişimleri, enerji pikinin kayması, elektronik gürültü gibi.

Gama kamera kalite kontrol testleri NEMA (National Electrical Manufacturers Association) kriterlerine bağlı olarak yapılmaktadır. Cihazın kullanımından sonra periyodik olarak yapılan gama kamera kalite kontrol test sonuçları kabul testleriyle uyumlu olmalıdır.

3.1 Cihazın Görsel Kontrolü

Düzlemsel ve SPECT sintilasyon kameralarının görsel ve fiziksel muayenesi, özellikle görüntüleme kalitesini, hasta veya personel güvenliğini tehlikeye atabilecek detektör kafaları ve kolimatörler başta olmak üzere dış donanım, mekanik veya elektriksel kusurlar, hasarlar saptanmalıdır. Herhangi bir eksiklik, daha önce görülmemiş darbe veya çatlaklar, kopmalar saptanırsa, sorunlar çözülene kadar görüntüleme sistemi kullanılmamalıdır.

3.2 Enerji Spektrumu Görsel Kontrolü Testi

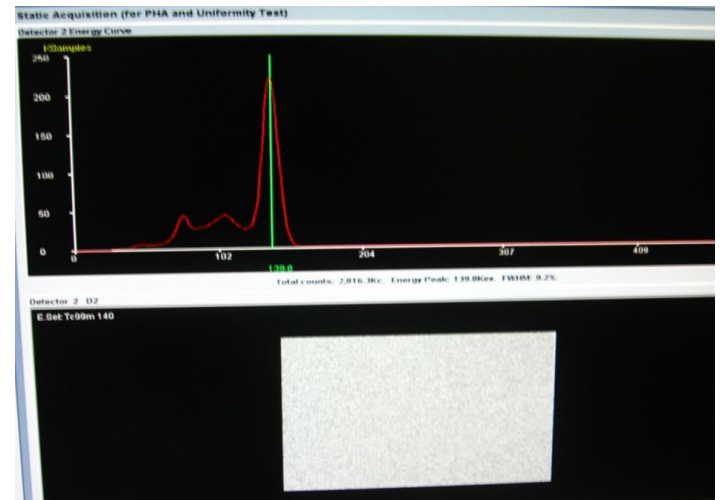
Güç kaynağındaki voltaj değişimleri, PMT'deki sapmalar, sıcaklık değişimi gibi etkenler fotopiki kaydırabilir. Gün içerisinde kullanılacak tüm radyonüklidlerin enerji fotopiklerinin doğrulanması için enerji penceresi (energy window-EW) ayarları her hastada kontrol edilmelidir. Pikin kayması, homojenite de bozulma olarak görülebilir veya görülmez. Genel olarak hassasiyet değişikliğine neden olacaktır.

3.3 Arka Plan Aktivitesinin Kontrolü

Radyofarmasötiklerin uygulandığı hastalar da dahil olmak üzere yabancı radyasyon kaynakları kaldırılarak arka plan radyasyon seviyeleri en aza indirilmelidir. Bitişik odalar da kontrol edilmelidir.

3.4 İntinsek (İç) Homojenite Testi

İntinsek homojenite testi kolimatörsüz olarak yapılmaktadır. Oda içindeki background radyasyon düzeyinin <200 sayım/ saniye olması sağlanmalıdır. 1mCi 99m Tc nokta kaynak detektör çapının en az 5 katı uzaklığa yerleştirilir. Puls yükseklik analizöründe 140 keV enerjide %20 simetrik pencere ayarlanarak 256×256 matriste 5 milyon sayım yapılır. Aynı işlemler her iki dedektör için tekrarlanarak görüntüler toplanır (Şekil 1). Elde edilen görüntü, referans görüntü ve bundan önceki son görüntü ile karşılaştırılmalıdır. Görüntü değerlendirilmesi yapılırken, radyoaktivitenin görüntü alanında homojen bir dağılım göstermesi beklenmektedir. Eğer kameranın hazır yazılım programı var ise onu kullanmak daha uygun olacaktır. Görüntüde homojenite bozukluğu mevcutsa yapılan test tekrarlanır. Homojenite bozukluğunun hala devam etmesi durumunda ise teknik destek alınmalıdır. Testin yapılmaması durumunda homojenitede oluşan bozukluk gözle ayırt edilebilen soğuk veya sıcak alanlara sebebiyet verebilmektedir. Bu alanlar, SPECT görüntülerinde ring artefaktları olarak karşımıza çıkabilir.



Şekil 1. İntinsek homojenite testi

3.5 Ekstresek (Dış) Homojenite Testi

Ekstresek homojenite testi kolimatörlerden kaynaklanan homojenite bozukluklarını tespit etmek amacıyla tekrarlanan ve kolimatörlü olarak yapılan bir testtir. Doldurulabilir düzlem fantom içine 10 mCi Tc99m doldurulur. Aktivitenin homojen olarak karışmış olması için fantom dikkatlice çalkalanır ve içinde hava kabarcığının kalmamasına dikkat edilir. Puls yükseklik analizöründe 140 keV enerjide %20 simetrik pencere ayarlanır. 256×256 matriste 5 milyon sayım toplanır. Test bir önceki yapılan ile kıyaslanmalıdır. İntegral ve diferansiyel homojenite değerlerinin; < %5'ten büyük olması detektörün homojen olmadığı anlamına gelir.

3.6 Dönme Merkezi Testi

Görüntü üzerinde detektörün mekanik açısı ile bilgisayarın dijital merkezinin çakıştırılması amaçlanır. Detekte edilen veriler ile görüntüdeki veriler arasında bir yerleşim kayması varsa, bu kayma görüntülerde bulanıklık olarak ortaya çıkar. Bulanıklık etkisi arttıkça görüntülerde kontrast ve çözünürlük kaybı izlenir. Kullanılan sistemin üretici firması tarafından tanımlanmış test prosedürü varsa bu prosedürlere uygun test yapılması daha uygun olmaktadır. COR (dönme merkezi) testi, her bir detektör ve SPECT için kullanılan bütün kolimatörler için rutin olarak tekrarlanmalıdır. Rutin SPECT çalışmalarında sine ve sinogram görüntülerinde şüpheli bir durum saptanırsa COR testi hemen yapılmalıdır. X ve Y-ekseni için ölçülen COR değeri 2mm'nin altında olmalıdır. 1mci nokta Tc99m kaynağı hazırlanarak %20 simetrik EW seçilerek, 360° rotasyonda 32 projeksiyon ve projeksiyon başına en az 10.000 sayım toplanmalıdır.

3.7 SPECT Homojenite Testi

SPECT sistemlerinin tomografik homojenliğinin test edilmesi amaçlanır. Öncesinde planar homojenite testi yapılmalıdır. Tüm kamera homojenite düzeltme kalibrasyon prosedürleri doğru bir şekilde gerçekleştirilmiş olmalıdır. Test için kullanılacak tomografik homojenite fantomu (Jaszczak fantom), aktivitenin iyi karıştığından emin olarak yaklaşık 20 mCi Tc-99m ile doldurulur. Bu test her bir detektör için ayrı ayrı yapılır. Kullanılan sistemin üretici firması tarafından tanımlanmış test prosedürü varsa bu prosedürlere uygun test yapılması gerekir.

3.8 Sistem Çözünürlüğü: SPECT sisteminin uzaysal çözünürlüğü, linogram fonksiyonunu foto pikin yarı değerindeki tam genişlik (Full width at half maximum-FWHM) açısından görsel olarak test edilmesidir. Bu testte kullanılacak bar fantom gama kameranın uzaysal çözünürlüğüyle eşleşmelidir. Çubuk genişliğinin bir kadrandan diğerine artışları uzaysal çözünürlüğün uygun şekilde saptanabilmesi için küçük olmalıdır. Bar fantomun gama kameranın satın alınma sürecine dahil edilmesi önerilir.

Kaynaklar

1. International Atomic Energy Agency, SPECT/CT Atlas of Quality Control and Image Artefacts. Human Health Series No. 36, IAEA, Vienna, 2019
2. International Atomic Energy Agency, Quality Assurance for SPECT Systems. Human Health Series No. 6, IAEA, Vienna, 2009
3. Semra Dönmez, Aslı Ayan, Yasemin Parlak, Bilal Kovan, Meral Hiçürkmez, F. Suna Kırac, Mustafa Demir, Türkay Toklu, Tuğba Hacıosmanoğlu, İnci Alıç Özasan, Leyla Poyraz, Foton Emisyon Kompüterize Tomografi (SPECT) Gama

Kameralar ve SPECT/BT Sistemleri için Kabul ve Kalite Kontrol Testleri, Nucl Med Semin 2020;6:38-50

4. NEMA Standards Publication NU 1-2018 Performance Measurements of Gamma Cameras. National Electrical Manufacturers Association, Virginia, 2019.



Doç. Dr. Yasemin Parlak

1980 yılında Ankara'da doğmuştur. MCBÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünden 2001'de mezun oldu. 2004'te MCBÜ Tıp Fakültesi Nükleer Tıpta sağlık fizikçisi olarak göreve başladı. Yüksek Lisans ve Doktora eğitimlerini Nükleer Fizik Anabilim Dalında tamamlamıştır. 2017 yılında Doçentlik unvanı almıştır. Halen MCBÜ Tıp Fakültesi Nükleer Tıpta öğretim üyesi olarak çalışmaktadır.

DİJİTAL RADYOLOJİDE QA TESTLERİ

Dr. Asena Yalçın

Yakın geçmişe kadar x-ışın radyografileri konvansiyonel film-ekran sistemleri ile alınıyorken, son yıllarda dijital radyografi sistemlerine hızlı bir geçiş olmuştur. Dijital sistemlere bu denli hızlı geçiş olmasının en temel sebebi dijital sistemlerin konvansiyonel film-ekran sistemlerine film-ekran sistemlerinin sahip olduğu birçok dezavantaja çözüm üretmesidir. Dijital sistemlerin en belirgin üstünlüklerinden biri görüntülerin dijital olarak depolandığı ve her zaman erişilebilir olduğu tamamen dijital bir görüntü arşivleme ve iletişim sisteminin (Picture Archiving and Communication System, PACS) kullanımına olanak sağlamasıdır. Dijital sistemlerin diğer avantajları arasında anında görüntü gösterimi, geniş dinamik aralık ve lineer dedektör yanıtı sayılabilir. Dijital ortamda elde edilen görüntülerin işlenebilir olması sayesinde tekrar çekimlerinin büyük ölçüde önüne geçilmekte; bu sayede hasta dozu azalmakta ve banyo işlemi gerektirmediğinden film ve banyo malzemesi maliyeti de ortadan kalkmaktadır.

Bu faydaları klinik uygulamalara yansıtılabilmek ve sürdürülebilmek, etkin bir kalite kontrol (QC) programının uygulanmasını gerektirir. Bir QC programı, günlük, haftalık ve yıllık olarak gerçekleştirilen dijital radyografi bileşenlerinin rutin testlerini içermelidir. Program kapsamında, görüntü kalitesi ile ilgili çeşitli görüntüleme parametrelerinin kontrol sınırlarının da belirlenmesi gerekir. QC testlerinin sonuçları belgelenmeli ve zaman içerisinde meydana gelen farklılıklar değerlendirilmelidir. Ancak bu sayede cihazın test edilen değerlerinin kabul

sınırlarında kalması sağlanarak optimum görüntü kalitesi elde edilmesi mümkün olacaktır.

Dijital radyografi sistemlerinin kalite kontrol programı, konvansiyonel sistemlerdeki tüm testleri içermekle birlikte ilave birçok testi bünyesinde barındırmaktadır.

Tüp çıkış testi:

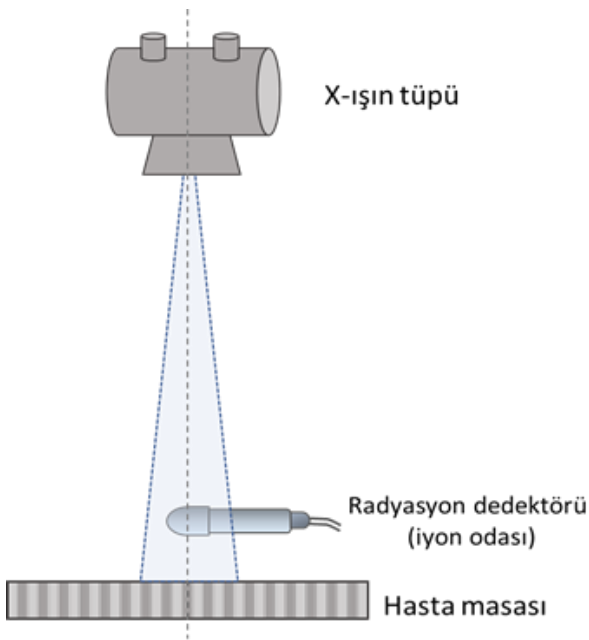
En temel testlerden birisi tüp çıkış testidir. Bu testin amacı, tüp çıkışında belirli bir geometride ölçülen primer radyasyon dozunun belli kabul sınırları içinde günden güne herhangi bir değişim gösterip göstermediğinin kontrol edilmesidir. Kabul sınırı $\pm\% 10$ 'dur (AAPM Report No 64, IPEM Report No32 Part 1).

Her ölçümde aynı geometri ve aynı ışınlama parametreleri kullanılarak gerçekleştirilen tüp çıkış testine ilave olarak tüp çıkışının her bir ışınlama parametresi (tüp voltajı-kVp, tüp akımı-mA, ve ışınlama süresi-s) ile değişiminin de kontrol edilmesi gerekir. Ölçülen tüp çıkışının tüp akımı ve ışınlama süresi ile doğrusal bir artış göstermesi, genel bir ifade ile tüp voltajının ise karesi ile değişmesi beklenir. Yani tüp voltajı iki kat artırıldığında dozun dört kat artış göstermesi beklenir.

Tüp çıkışı, belirli bir geometride ölçülen birincil radyasyon dozunun belli kabul sınırları içinde günden güne herhangi bir değişim gösterip göstermediğinin kontrol edilmesi temeline dayanır. Bir x-ışını tüpünün ve jeneratörün performansını değerlendirmek için kullanılacak en önemli parametrelerden biridir. Çünkü tüpün çalışma potansiyelinin belirlenmesinin yanı sıra bazı basit radyografik muayeneler için hasta

giriş dozunun belirlenmesinde tüp çıkış dozu değerlerinden faydalanılmaktadır.

Tüp çıkış testinde doz ölçümünün yapılacağı dedektör, odaktan belli bir mesafede (örneğin 1m) demet merkezine yerleştirilmeli ve x-ışın demeti dedektöre uygun biçimde kolime edilmelidir. Saçılan ışınlardan etkilenmemesi için dedektör ile masa arasına kurşun gibi bir soğurucu konulmalı veya dedektör masadan belli bir uzaklıkta tutularak havada ölçüm alınmalıdır (Şekil 1).



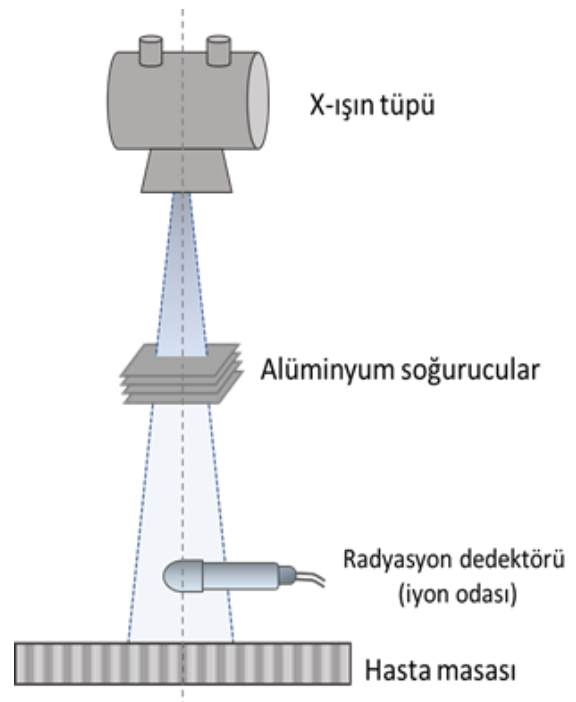
Şekil 1. Tüp çıkış testi ölçüm geometrisi

Işınlamanın Tekrarlanabilme ve Doğrusallığı Testi:

Işınlamanın tekrarlanabilme testinde, sabit ışınlama parametreleri kullanılarak birbirini izleyen ışınlamaların tekrarlanma doğruluğu ölçülmektedir. Işınlamanın doğrusallığı testinde ise, aynı mAs değerini veren mA ve ışınlama zamanları karşılaştırılmaktadır. Tekrarlanabilme için kabul sınırı $\pm\%5$, doğrusallık için ise kabul sınırı $\pm\%10$ 'dur (EC Report No 91).

Yarı Değer Kalınlığı (Half-Value Layer, HVL) Ölçümü:

HVL, sabit ışınlama parametreleri altında, ışınlamanın ilk değerini yarı değerine düşüren alüminyum kalınlığıdır, mmAl olarak ifade edilir. Radyasyonun giriciliğini belirleyen bir faktördür ve demet giriciliğinin artması HVL değerini artırır. HVL ölçümünde esas amaç tüpün toplam filtrasyonunun belirlenmesidir. 100cm odak-dedektör mesafesinde 80 kVp için HVL ölçümünde toplam filtrasyon değeri 2,5mmAl'den büyük olmalıdır (EC Report No 91). Demet filtrasyonunun gereğinden az olması, tüpten çıkan düşük enerjili fotonların yeterli düzeyde soğrulmadığını göstermektedir. Bu düşük enerjili fotonlar görüntüye katkı sağlamadığı gibi hasta dozunu da artırmaktadır. Bu nedenle HVL ölçümü, demet giriciliğinin belirlenmesi bakımından önemli bir testtir. HVL değerini belirlemek için birçok yöntem bulunmaktadır. Yaygın kullanılan yöntem, farklı kalınlıklarda Al plakalar kullanılarak x-ışın demet şiddetini yarıya düşüren Al kalınlığının belirlenmesidir (Şekil 2).



Şekil 2. Al plakalarının kullanıldığı HVL ölçümü

kVp Testi:

Işınlamaya en büyük katkı kVp'den gelmektedir. Bu parametredeki ufak bir değişiklik hem demetin giriciliğini hem de şiddetini önemli ölçüde etkilemektedir. Aynı zamanda görüntü kontrastını da doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle cihazın kVp doğruluğu oldukça önemlidir. Ölçülen kVp'nin ayarlanan kVp'den maksimum sapma miktarı, $\pm\%10$ 'dan az olmalıdır (EC Report 91).

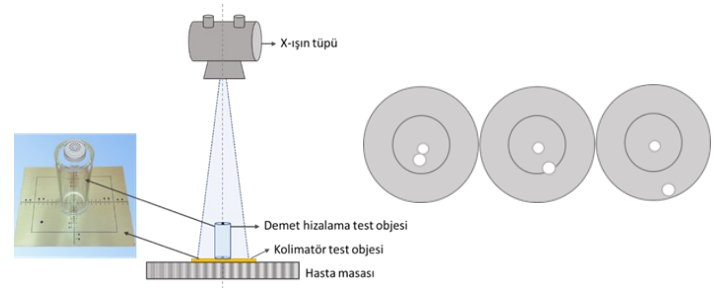
Işınlama Zamanı Testi:

Genelde, hasta hareketi nedeniyle görüntüde meydana gelebilecek bulanıklığı ortadan kaldırmak için maksimum mA ve minimum ışınlama zamanı kullanılır. Bu nedenle, her ışınlama sonunda daha iyi görüntüler elde etmek için, X-ışını jeneratöründe seçilen ışınlama zamanı, doğru ve tekrarlanabilir olmalıdır. 100 ms'n'den büyük ışınlama zamanları için ölçülen ışınlama zamanı, ayarlanan zamanın $\pm\%10$ 'u içerisinde olmalıdır (EC Report 91). 10 ms'den uzun ışınlama zamanları için ölçülen ışınlama zamanı ayarlanan ışınlama zamanının $\pm\%5$ sınırı içinde olmalıdır (AAPM Report 74).

X-ışını ile Işık Alanı Uygunluk ve Diklik Testi:

Doğru bir kolimasyon ile hastanın gereksiz yere ışınlanmasının önüne geçilir. Ayrıca saçılan ışın miktarı da azaldığı için görüntüdeki kontrast artar. Merkezi ışının görüntü düzlemine dik olmaması, görüntü kalitesini bozan en önemli noktalardan bir tanesidir. Bu test, X-ışını alanı ile ışık alanının birbiri ile uygunluğunu ve demet merkezinin doğru ayarlandığını kontrol etmek için yapılır. Herhangi bir X-ışını alanının ışık alanından sapması, odak dedektör mesafesinin $\%3$ 'ünü geçmemelidir. Demet dikliği için maksimum sapma miktarı 1,5 dereceyi

geçmemelidir (EC Report 91). X-ışını tüpünde x-ışını ve ışık alanının hizalamasında olası hatalar hastaların kritik organlarının gereksiz yere ışınlanmasına sebep olabilir. Benzer şekilde tüpte var olan eğiklik, görüntüde görüntü kusurlarına ve bulanıklıklara yol açacaktır. Bu test için kolimatör test objesi ve merkezi demet diklik test fantomu birlikte kullanılır (Şekil 3a). Fantomun taban ve tavanında eş merkezli iki adet delik bulunmaktadır. Demet dikliğinde bir problem olup olmadığı görüntüde bu delik görüntülerinin çakışmasından anlaşılabilir (Şekil 3b).



Şekil 3. Merkezi demet dikliği ve x-ışını ışık alanı uyum testi için kullanılan deney düzeneği (a), elde edilen görüntüde dikliğin test edilmesi (b).

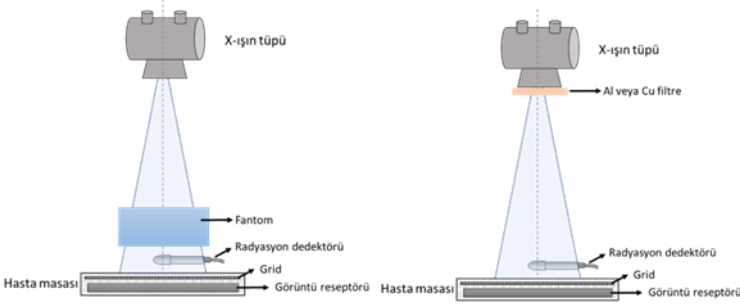
Odak Nokta Boyutu Ölçümü:

Odak boyutu görüntüdeki uzaysal ayırma gücü üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu estin amacı odak nokta boyutunun ve uzaysal ayırma gücünün kabul sınırlarına uygunluğunun belirlenmesidir.

Otomatik Işınlama Kontrolü Testi:

Otomatik ışınlama kontrolü (Automatic Exposure Control, AEC) tüp ile dedektör arasındaki hasta kalınlığı optimum görüntü kalitesini verecek şekilde ışınlama parametrelerinin ayarlanarak çıkıştaki dozun sabit kalmasını sağlar. AEC testleri farklı soğurucu kalınlıkları ve cihazda bulunan optik basamaklar için kontrol edilmelidir. Her kalınlık için ölçülen optik

yoğunluk değeri, ortalama değerinden olan sapması ± 2 'yi geçmemelidir. AEC testleri farklı soğurucu kalınlıkları ve cihazda bulunan optik basamaklar için kontrol edilmelidir. Şekil 5'te AEC testinde kullanılan ölçüm geometrisi verilmiştir. AEC testlerinde üreticiler tarafından genellikle Cu veya Al filtreler kullanılmakla birlikte doku eşdeğeri fantomlar da kullanılabilir.



Şekil 5. AEC testi için kullanılan ölçüm konfigürasyonları

Sızıntı Radyasyon Ölçümü:

Bu testin amacı ışınlama şartlarında kolimatörler tamamen kapalı konumdayken tüp çevresinde sızıntı radyasyonun varlığını tespit etmek ve şiddetini ölçmektir. Odak noktasından 1 metre mesafedeki sızıntı radyasyonun doz hızı, 1 mGy/sa (mGy/h)'ten az olmalıdır (EC Report 91).

Buraya kadar verilen tüm testler hem konvansiyonel film ekran sistemleri hem de dijital radyografi sistemlerinde yapılması gereken ortak testlerdir. Dijital radyografiye özel testler ise şu şekildedir:

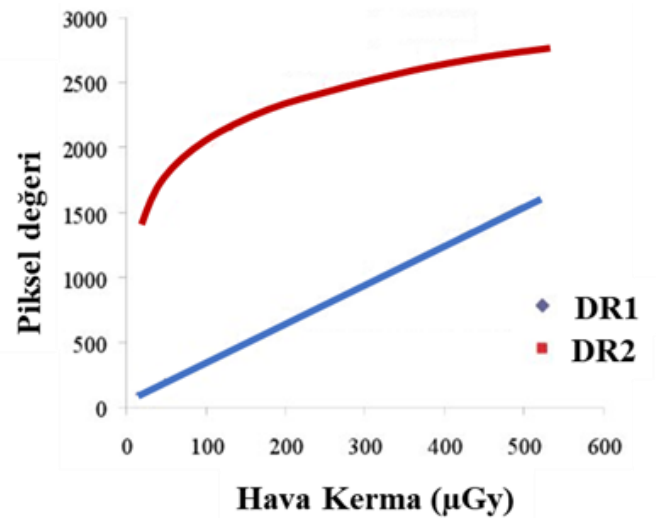
Dedektör Doz Göstergesi (Detector Dose Indicator, DDI):

Günümüzde tüm dijital radyografi sistemlerinde detektöre gelen doz seviyesinin bir göstergesi olan DDI tanımlanmamaktadır. Her üretici DDI'ı farklı şekilde tanımlamıştır. Bazı sistemlerde DDI değeri doz

ile artarken bazı sistemlerde tam tersi biçimde tanımlanmıştır. Doza bağlı olarak DDI lineer veya logaritmik bir değişim gösterebilmektedir. Dijital radyografi sistemlerinde gerçekleştirilen bu testin amacı dedektördeki doz göstergesinin doğruluğunu ve monitörün sistem hassasiyetinde herhangi bir uzun dönem sapması olup olmadığını gözlemlemektir. Tanımlanmış olan sistemlerde bu test üretici firmanın önerdiği gibi yapılmalıdır. Tanımlanmamış sistemlerde ise DDI test edilmese de uzun dönem sapmasına mutlaka bakılmalıdır. DDI doğruluğu için beklenen ile hesaplanan DDI arasındaki değişim %20 içerisinde olmalıdır. DDI tekrarlanabilirliği için ortalama DAK (Detector Air Kerma) değerinden sapma %10 dan küçük olmalıdır.

Dedektör Yanıtı (veya Signal Transfer Property, STP):

Bu testin amacı dedektör hava kerma (DAK) ile elde edilen görüntüdeki piksel değeri ve DDI arasında bir ilişki kurmaktır. DAK değerlerine daha kesin karar verebilmek için doz okumaları sistemden grid kaldırılarak yapılmalıdır.



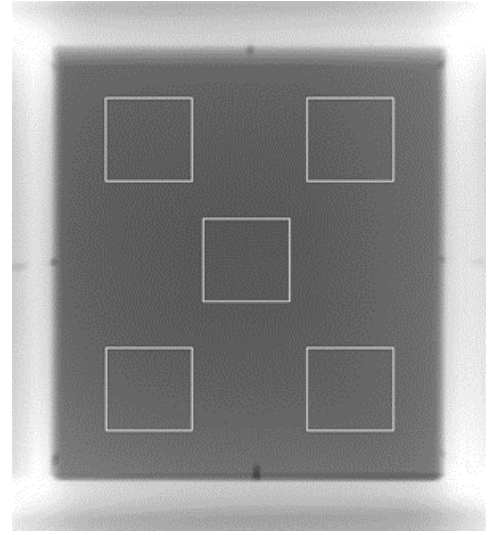
Şekil 4. Farklı iki dijital radyografi sistemine ait STP eğrileri

Karanlık Gürültü Testi:

Sistem tasarımından kaynaklanan gürültünün seviyesine değerlendirmek amacı ile yapılan bir testtir. Eğer karanlık görüntü üzerinde herhangi bir yapısal kusur görülürse, ölçüm tekrar edilmelidir. Tekrar edilme sonucu elde edilen ikinci görüntü üzerinde bu yapısal kusur görüntüsü şiddeti düşük bir şekilde tekrar gözlenirse, bu önceki görüntüden kalan artık görüntü olabilir. Eğer yapısal kusur şiddeti değişmeden yeniden gözleniyorsa, bu durumda bunun sebebi dedektörde mevcut olan bir problem ya da karanlık görüntü düzeltme matrisindeki bir sorundan kaynaklanıyor olabilir.

Ölçülen ve Görsel Homojenite Testi:

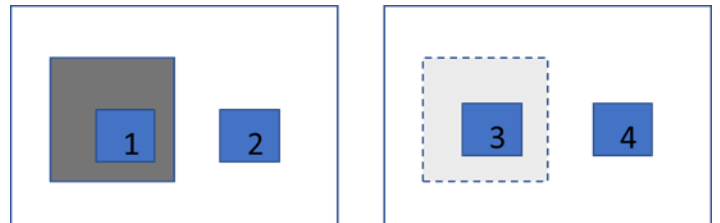
Homojen olarak ışınlanmış dedektörden elde edilen görüntü üzerinden homojenitenin ölçülmesi ve görsel olarak artefaktların değerlendirilmesi amacı ile gerçekleştirilir. Homojenite ölçümü, elde edilen homojen görüntü üzerinde farklı noktalara çizilen ilgi alanlarından elde edilen ortalama piksel değerleri dikkate alınarak gerçekleştirilir. Görsel değerlendirmede görüntüde belirgin bir artefakt olmamalıdır. Piksel değerlerindeki ortalama değerden sapmalar % 10 dan düşük olmalıdır. Görüntüde bölgesel homojenite bozuklukları veya artefaktlar olup olmadığı görsel olarak kontrol edilir. Görüntü üzerinde, biri merkezde, diğerleri kenarlarda olmak üzere beş farklı ilgi alanı çizilerek ortalama piksel değerleri kaydedilir (Şekil 6). İlgi alanlarının ortalama değeri hesaplanır ve her bir ilgi alanı için bu ortalama değerden sapmalar belirlenir.



Şekil 6. Homojenitenin hesaplanması

Hayalet Görüntü Testi:

Elde edilen görüntü üzerinde önceki ışınlanmalardan kalan kalıntı sinyali ölçmek için yapılmaktadır. Soğuruculu ve soğurucusuz bölgelerden alınan piksel değerleri dikkate alınarak hayalet görüntü faktörü (HGF) hesaplanır. %HGF, %5'den küçük olmalıdır. Önceki görüntülerden kalmış artık sinyali temizlemek için önce bir karanlık görüntü alınır. En az 5cm x 5cm boyutlarında olan kare şeklinde bir soğutucu malzeme (örn: 1 mm Pb, 2 mm Cu, 1mm W) kullanılır. Soğurucu, kenarlarından biri dedektörün merkezinde olacak şekilde, dedektör üzerine yerleştirilir. Standart koşullarda tüm dedektör ışınlanarak bir dakika beklenir. Karanlık gürültü görüntüsü alınır. 100 x 100 piksel boyutlarında standart bir ilgi alanı belirlenir. Şekil7'de gösterilen alanlar içerisindeki ortalama piksel değerleri not edilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, her iki görüntüde de ilgi alanının aynı yerden alınmasıdır.



Şekil 7. Hayalet görüntü testinde HGF hesaplamasında kullanılan ilgi alanlarının belirlenmesi

Görüntülenebilir Eşik Kontrast Testi:

Görüntülenebilen eşik kontrast (Threshold Contrast Detail Detectability-TCDD) tüm görüntü performansını değerlendirmede kullanışlı ve pratik bir yoldur. Kabul testlerinde TCDD sonuçları eğer mümkünse benzer sistemlerden alınan sonuçlarla kıyaslanır ve daha sonraki kalite kontrol testleri için referans oluşturur.

Bu test için farklı kontrast detay test fantomları kullanılabilir olup CDRAD fantomu (Artinis Medical System, The Netherlands) en yaygın kullanılan fantomlar arasındadır. Fantomdan alınan görüntüde gözlemcinin dedekte edebildiği en küçük çapa karşı en düşük kontrastın grafiği çizilerek kontrast-detay eğrisi elde edilir.

Kontrast detayı test objeleri için bir detayın görülebilir görülmediği gözlemciden gözlemciye veya aynı gözlemci için zamanla değişebilir. Kalite kontrol sırasında performanstaki önemli farklılıkların anlaşılabilmesi için gözlemciler arasındaki farklılıkların bilinmesi önemlidir.

Gürültünün Dedektör Hava Kerma İle Değişimi:

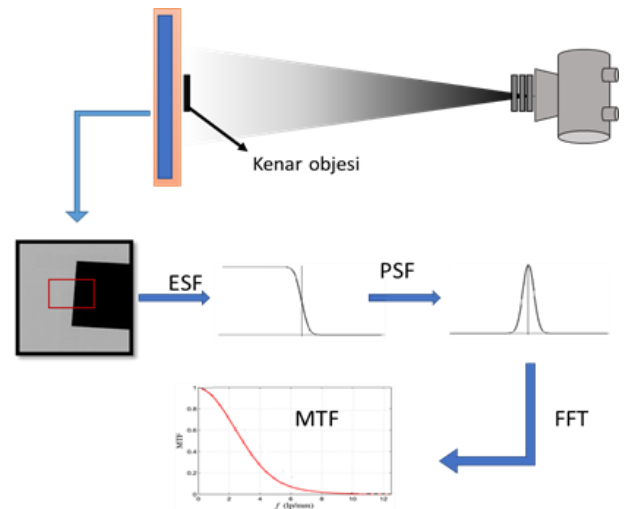
Bu testte amaç dedektörün gürültü yanıtını belirlemek ve görüntü işlemeye bağlı olarak meydana gelen uzaysal frekansın dedekte edilmesidir. Düşük dozlarda meydana gelen sapmalar elektronik gürültü, yüksek dozlarda meydana gelen sapmalar yapısal gürültüden dolayı meydana gelir.

Yüksek Kontrast Uzaysal Ayırma Gücü Limitinin Saptanması:

Yüksek kontrast ayırma gücünün görsel değerlendirmesi için çizgi çifti fantomu kullanılmaktadır. Bu sayede sistemin ayırma gücü sınırı görsel bir biçimde değerlendirilir.

Modülasyon Transfer Fonksiyonu (Modulation Transfer Function, MTF) Ölçümü:

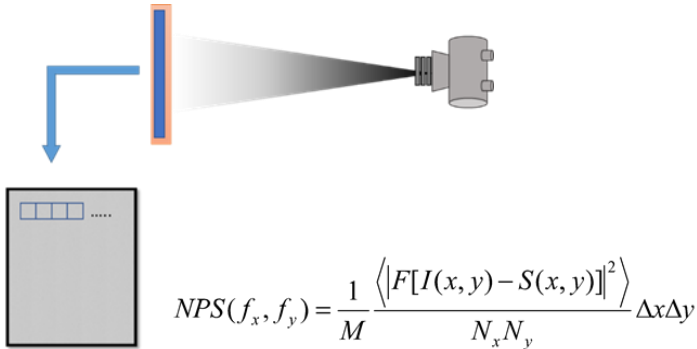
Yüksek kontrast uzaysal ayırma gücü testi dedektörün ayırt edebileceği minimum detay hakkında bilgi verir ancak diğer frekansların sistemden nasıl geçtiği hakkında bilgi vermez. Bununla ilgili bilgi almak için MTF ölçülmelidir. MTF, bir görüntüleme sisteminin elde edilen görüntüde değişen boyutlardaki yüksek kontrastlı objelerin ne kadar iyi gösterilebildiğinin bir ölçüsüdür ve dolayısıyla frekans ortamında kontrast ile çözünürlük arasındaki ilişkiyi verir. Uzaysal ortamdaki PSF, frekans ortamındaki MTF'e karşılık gelir. MTF ölçümünde ilk olarak dedektörün temel yanıt fonksiyonu olan noktasal dağılım fonksiyonu (PSF) belirlenmelidir. PSF'in elde edilmesinde farklı yöntemler mevcuttur. Yaygın kullanılan yöntemlerden biri kenar görüntüsünden kenar dağılım fonksiyonu ESF'in elde edilmesidir. ESF'in türevi PSF'i vermektedir. Daha sonra PSF'in fourier dönüşümü ile MTF elde edilmiş olur (Şekil 8).



Şekil 8. Kenar dağılım fonksiyonu kullanılarak MTF'in elde edilmesi

Gürültü Güç Spektrumu (Noise Power Spectra, NPS) Ölçümü:

NPS, bir görüntüdeki gürültü etkisini frekansın bir fonksiyonu olarak ifade eder ve gürültü ile çözünürlük arasındaki ilişkiyi verir. NPS hesabı için, homojen bir radyografik görüntü, daha küçük ilgi alanlarına bölünerek sayısallaştırılır ve her bir ilgi alanının iki boyutlu Fourier dönüşümü ile gürültü dağılım spektrumları elde edilir. Elde edilen dağılım spektrumlarının grup ortalaması (ensemble average) alınarak gürültü güç spektrumu elde edilir. Gürültü güç spektrumunun elde edilmesi için dedektör homojen bir şekilde ışınlanır. Elde edilen homojen görüntü frekans uzayına taşınarak gürültü güç spektrumu elde edilir.



Şekil 9. Gürültü güç spektrumu ölçümü

Detektif Kuantum Etkinliği (Detective Quantum Efficiency, DQE) Hesabı:

DQE, foton dedeksiyonu yapan sistemlerde, dedektörün üzerine ulaşan foton sayısının dedektör tarafından görüntülerde ne kadar etkin biçimde kullanıldığını gösteren parametredir. DQE en genel ifade ile dedektörün çıkışında ölçülen sinyal-gürültü oranının karesinin girişindeki sinyal-gürültü oranının karesine oranıdır.



Dr. Asena Yalçın

1984 yılında Çorum'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2006 yılında Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Yüksek lisans ve doktora eğitimini Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde tamamladı. 2009 yılından bu yana aynı enstitüde öğretim görevlisi olarak görev yapmaktadır. Evli ve bir çocuk annesidir. Çalışma alanları: radyoloji fiziği, medikal görüntüleme, dijital radyografi, radyasyondan korunma.

2022 4. AVRUPA MEDİKAL FİZİK KONGRESİNDE BİRİNCİLİK ÖDÜLÜ

Dokuz Eylül Üniversitesi Medikal Fizik Anabilim Dalı, Ağustos ayında İrlanda’da düzenlenen 4. Avrupa Medikal Fizik Kongresinde önemli bir başarıya imza attı. Doktora öğrencisi İsmail Özsoykal’ın Doç. Dr. Ayşegül Yurt danışmanlığında yürütmüş olduğu çalışma kongre çatısı altında ilk kez düzenlenen “Kendin Yap” fuarında birincilik ödülü aldı.

Avrupa Medikal Fizik Örgütleri Federasyonu (EFOMP) tarafından 2016 yılından beri düzenlenmekte olan Avrupa Medikal Fizik Kongre’lerinin dördüncüsü bu yıl İrlanda’da gerçekleştirildi. Bilimsel çalışmalarıyla bu kongrelerin tamamında ülkemizi başarıyla temsil etmiş olan Dokuz Eylül Üniversitesi Medikal Fizik Anabilim dalı, bu yıl bir başarıya daha imza atarak 4. Avrupa Medikal Fizik Kongresi’nde (ECMP 2022) birincilik ödülü aldı.

Doç. Dr. Ayşegül Yurt tarafından yürütülen “TÜBİTAK 1005-Ulusal Yeni Fikirler ve Ürünler Araştırma Destek Programı” ile desteklenen proje çalışmasına ait ilk bulgular, doktora öğrencisi İsmail Özsoykal tarafından sözlü sunum olarak gerçekleştirildi. Bununla birlikte söz konusu çalışma, kongre çatısı altında ilk kez bu yıl düzenlenmiş olan özel bir fuara da davet edildi ve sunuldu.

Medikal fizik uygulamalarındaki sınırlılıklara/eksikliklere pratik çözümler sunmayı hedefleyen çalışmaların paylaşılması ve farklı ülkelerden araştırmacılar arasında etkileşimin/ortak çalışma motivasyonunun artırılması gibi hedefler doğrultusunda düzenlenmiş olan “Kendin Yap (Do-It-Yourself) fuarı” 2 gün boyunca birbirinden değerli 32 çalışmaya

ev sahipliği yaptı. 2 günün sonunda, ziyaretçi izlenimleri ve çeşitli kriterlere göre yapılan değerlendirmeler sonucunda bir çalışmanın ödül alacağı duyuruldu. “Density Adjusted 3D Printing for the Manufacture of Soft Tissue Equivalent Computed Tomography Phantoms” adlı çalışma yaratıcı/yenilikçi olmak, kolay paylaşılabilir/uygulanabilir olmak ve bilimsel bir etkiye sahip olmak gibi kriterleri sağlayarak bu ödüle layık görüldü. Akciğer gibi düşük yoğunluklu dokular da dahil olmak üzere tüm yumuşak dokuların tek bir filament kullanarak ve sıcaklık/akış hızı gibi baskı parametrelerini ayarlayarak 3 boyutlu baskılarının alınmasının mümkün olduğunu gösteren çalışmaya ziyaretçiler tarafından yoğun ilgi gösterildi.



Resim 1, 2: ECMP DIY Fuar’da ödül töreni: Miika T. Nieminen ve İsmail Özsoykal

4. Avrupa Medikal Fizik Kongresi - Kendin Yap Fuarında sergilenen çalışmaların tümü aşağıdaki bağlantıdan izlenebilir.:

<https://www.youtube.com/channel/UCJpLtvCgnLLuOH28GAinCdg/videos>



Resim 3. DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü Prof.Dr. Zahide Çavdar'ın Doç.Dr. Ayşegül Yurt ve İsmail Özsoykal ödül tebrîği



Resim 4. DEÜ Medikal Fizik Anabilim dalı ailesi olarak ECMP 2022'de alınan ödül kutlaması

MEDİKAL FİZİK VE RADYASYON ONKOLOJİSİ ALANINDA İLK TEKNOFEST TÜRKİYE BİRİNCİLİĞİ HACETTEPE'DEN

TEKNOFEST; Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali Türkiye Teknoloji Takımı Vakfı ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı öncülüğünde, ülkemizin Milli Teknoloji Hamlesi'ni gerçekleştirmek için yola çıkan, milli teknolojinin geliştirilmesi konusunda kritik öneme sahip kurum ve kuruluşların paydaşlığında düzenlenen Türkiye'nin ilk ve tek, dünyanın ise en büyük havacılık, uzay ve teknoloji festivalidir.

TEKNOFEST kapsamında tamamı geleceğin odak teknoloji alanlarında gerçekleştirilen yarışmalarda ilkokuldan, üniversite ve üzeri seviyeye kadar her seviyesinden gençler, mezunlar ve profesyoneller katılabilmektedir. Millî teknolojileri teşvik edip geliştirmek ve insanları bu alanda bilinçlendirmeyi hedeflemesi nedeniyle halka açık ve ücretsizdir. Festivalde seminerler, ödüllü teknoloji yarışmaları, yerli teknoloji sergileri, uluslararası girişim zirvesi yer alırken; paraşütle atlama, Solo Türk, Türk Yıldızları, Mor Menekşe ve benzeri yerel-uluslararası kuruluşların hava gösterileri de gerçekleştirilmektedir. Festival bir sene İstanbul'da yapılırken diğer sene ise herhangi bir Anadolu ilinde yapılmaktadır. Bunun amacı ise İstanbul'a ulaşamayan kişilere, festivale katılmaları konusunda katkıda bulunmaktır. Dünya genelinde düzenlenmesi beklenen festival, şu an için Türkiye'de ve Azerbaycan'da yapılan ve büyük ilgi gören festivalin kısa vadede dünya genelinde de yapılması hedeflenmektedir.

Cumhurbaşkanlığı ve birçok bakanlığın düzenlenmesinde rol aldığı festivalde paydaş kurumlar yıllara göre değişkenlik gösterse de genel olarak ASELSAN, HAVELSAN, TÜBİTAK, BMC, ROKETSAN, Baykar, STM, Türk Havacılık ve Uzay Sanayi, TUSAŞ, Türk Hava Yolları, Türk Hava Kurumu, Türksat ve Turkcell gibi destekleyici ve katılımcılarken; Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi gibi birçok üniversite de aktif olarak yer almaktadırlar.

Ülkemizin mühendislik tabanlı insan kaynağına katkı sunmayı amaçlayan TEKNOFEST Teknoloji Yarışmalarına katılabilmek için bazı temel aşamalar bulunmaktadır. Öncelikle kayıt yaptırarak başlayan yarışma serüveni, takım oluşturma, uygun yarışmaya başvuru yapma, ön değerlendirme raporu hazırlama, proje detay raporu hazırlama, yarışmanın gerçekleşeceği programa göre jüri üyelerine projelerin sunumu ile devam eden ve ilk 10'na giren takımların büyük finalde projelerini sunmasıyla tamamlanan bir maratondur.

TEKNOFEST 2018 yılında ilk kez düzenlenmiş ve 14 farklı kategorideki teknoloji yarışmalarına 4 bin 333 takım başvuruda bulunmuştur. 2019'da ise 19 farklı kategorideki teknoloji yarışmasına 17 bin takım, 2020'de de 21 teknoloji yarışmasına 20 bin 197 takım başvuru yapmıştır. 2021 yılında ise 35 farklı kategorideki teknoloji yarışmasına 45 bin takım başvuruda bulunmuş ve TEKNOFEST kendi rekorunu kırmıştır. 2022'ye gelindiğinde ise hem teknoloji

yarışması sayısı hem de yüzde 231 artış yaşanan TEKNOFEST Karadeniz kapsamında 40 ana yarışma, 99 farklı kategoride düzenlenen yarışmalara 149 binin üzerinde takım, 500 binin üzerinde yarışmacı rekor bir katılımı başvuru bulmuştur. Türkiye tarihinin en büyük ödüllü teknoloji yarışmaları arasında roketten otonom sistemlere, tarımdan sualtı sistemlerine, insansız hava araçlarından yapay zekâya kadar teknolojinin her alanında yarışma bulunmaktadır. Milli teknoloji üretme ve geliştirme konusunda gençlerin ilgisinin artırılması hedeflenerek bu alanlarda çalışan binlerce gencin projesine destek olmak için ön eleme aşamasını geçen takımlara bu yıl 12 milyon liranın üzerinde malzeme desteği, TEKNOFEST'de yarışıp dereceye girmeye hak kazanan takımlara 6 milyon liranın üzerinde ödül verilmektedir.

Bu yıl 5. düzenlenen TEKNOFEST'e hem yeni mezun meslektaşlarımıza örnek olmak hem de kendi bilimsel çalışmamızın böyle değerli bir platformda tanıtılması adına TSİF (Tümör ve Solunum İzlemi Fantomu) Takımı olarak katıldık. TSİF, akciğer içindeki tümör hareketinin etkisini araştırmak ve dozimetrik kalite güvenilirliğini test etmek için geliştirilmiş tamamen hastaya özgü hassas bir araç olması, tüm bunlara ek olarak literatürde ve dünyada eşsiz bir çalışma olması bakımından TEKNOFEST'de çalışmamızı sunmak istedik. Çalışmamızın patent başvurusu yapıldığı için artık TSİF'i sunmamızda bir sakınca yoktu. Yarışmaya katılma fikri doktora tez danışmanım Hacettepe Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi A.D. Başkanı Prof. Dr. Gökhan ÖZYİĞİT yönlendirmesiyle oldu. Radyasyon onkolojisinin ve medikal fiziğin TEKNOFESTTE tanıtılması amacıyla İnsanlık Yararına Teknoloji (İYT) Sağlık ve İlk Yardım kategorisinde katıldığımız yarışmada Hacettepe Üniversitesi Sağlık

Bilimleri ve Kanser Enstitüsü Klinik Onkoloji A.D. ve Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi A.D. temsil ettik.

Başvuruları bu sene Şubat ayının başında başlayan TEKNOFEST maratonunu özetleyecek olursak: Öncelikle proje takımınızı belirlemeniz isteniyor. Bizim takımımız TSİF Danışman: Prof. Dr. Gökhan ÖZYİĞİT ve Takım Kaptanı: Dr. Öğr. Üyesi Taha ERDOĞAN olmak üzere iki kişiden oluşmaktadır. Yarışmaya katılmak için sizden ilk olarak Ön Değerlendirme Raporunu (ÖDR) taslak olarak gönderilen formata uygun hazırlamanız ve takımınızı ve projenizi tanıtan bir video ile göndermeniz istenmektedir. Ön değerlendirme aşamasını geçen adayların ikinci olarak Proje Detay Raporu (PDR) hazırlaması gerekmektedir. Daha önce eğer bir TÜBİTAK başvurusu yaptıysanız işiniz biraz daha kolay çünkü PDR ile benzer formatlara sahip. Projeye ait bilimsel verilerinizi referanslarınız ile sunmanız, prototipiniz var ise teknik detaylarınız, çalışma ve bütçe takviminiz, ülke ekonomisine ve gelişmesine katkısı, risk planlamasında olasılık ve etki matrisi gibi oldukça detaylı bir rapor hazırlamanız isteniyor. Sonrasında PDR raporu barajı geçen yarışmacılar katıldıkları kategoriye ait yarışmanın ön finaline davet edilmektedir. Ön finalde jüri üyelerine, sizleri ziyarete gelen katılımcılara ve yarışmacılara ve gelen misafirlere poster, sunum ve varsa prototipiniz ile birlikte projenizi tanıtmamız ve sorularına cevap vermeniz beklenmektedir. Sunumunuz, prototipiniz, çalışmanızın bilimsel verileri, ülke ekonomisine getireceği katkı vb. gibi kriterler jüri üyeleri tarafından puanlanmaktadır.

TSİF Takımı olarak İYT Sağlık ve İlk Yardım Kategorisindeki 9.386 yurtiçi ve yurtdışı başvuruları

arasından seçilen 171 takım arasından ÖDR ve PDR sonuçlarına göre 25'nci sırada yer alarak Rize'de yapılan ön final elemelerine katıldık. Yarışmanın ön



finalinde ise "EN İYİ PERFORMANS ve SUNUM" ödülünü Rize Valisi Sn. Kemal ÇEBER'nin elinden aldık. Büyük final ise 30 Ağustos- 4 Eylül 2022 tarihleri arasında Samsun Çarşamba Havalimanında gerçekleştirildi. Tüm kategorilerin yarıştığı büyük finale ön finalde ilk 10'na giren takımlar jüri üyelerine, katılımcılara ve gelen misafirlere sözel sunum yaparak prototipimiz ile birlikte projemizi tanıttık. Standımızda TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Hasan MANDAL, Türkiye Sağlık Enstitüleri (TÜSEB) Yönetim Kurulu Üyesi Prof. Dr. Erhan AKDOĞAN ve Samsun Valisi Doç. Dr. Zülkif DAĞLI başta olmak üzere protokolden birçok ziyaretçiyi ağırladık.

Samsunda yapılan büyük finallerin ardından dereceye girmeye hak kazanan çalışmalar ödüllendirildi. 4 Eylül 2022 tarihinde TSİF ile İYT Sağlık ve İlk Yardım Kategorisi Üniversite ve üzeri seviyede Türkiye

"BİRİNCİSİ" olduğumuz öğrendik. Çalışmamızın geçtiğimiz yıl **Physica Medica – European journal of Medical Physics** dergisinde yayınlanmasının ardından bir de TEKNOFEST birincisi olmamızın danışman hocam Prof. Dr. Gökhan ÖZYİĞİT ve beni oldukça onure ettiğini açık bir şekilde söyleyebilirim. Düzenlenen törende "BİRİNCİLİK" ödülümüzü Sayın Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan'ın elinden aldık. Ayrıca Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mustafa Varank tarafından takdim edilen altın madalya ile de hatıra fotoğrafı çektirdik.





Son olarak; danışmanım Prof. Dr. Gökhan Özyiğit'e, Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan başta olmak üzere, Sanayi ve Teknoloji Bakanı Mustafa Varank'a, TÜBİTAK Başkanı Prof. Dr. Hasan Mandal'a, Türkiye Sağlık Enstitüleri (TÜSEB) Yönetim Kurulu Üyesi Prof. Dr. Erhan Akdoğan'a ve gençlerin hayallerini gerçeğe dönüştüren TEKNOFEST'in mimarı Selçuk Bayraktar ve Haluk Bayraktar'a şükranlarımı sunuyorum. Ayrıca hazırlık ve yarışma sürecinde desteklerini esirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Kanser Enstitüsüne, Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve AFSÜ Rektörümüz Prof. Dr. Nurullah Okumuş'a ve AFSÜ ailesine de minnettar olduğumu belirtmek isterim.



Dr. Öğr. Üyesi Taha Erdoğan

1988 yılında Ankara'da doğdu. 2014 yılında Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Medikal Fizik Uzmanlığını tamamladı. 2014 yılında Şişli Kolan International Sağlık Grubu Radyasyon Onkolojisi Bölümünde çalıştı. 2015 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi A.D. öğretim görevlisi olarak göreve başladı. 2019 - 2021 yılları arasında AFSÜZEM müdür yardımcılığı yaptı. 2020 yılında Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Klinik Onkoloji A.D. doktora eğitimini tamamladı. 2020 yılında Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesinde Dr. Öğr. Üyesi olarak göreve başladı. Halen Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi A.D. Medikal Fizik & RKS Sorumlusu olarak görev yapmaktadır ve Tıp Fakültesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi ve Meslek Yüksek Okullarında ders vermektedir.

BİZE YAZIN

Sorularınızı Bekliyoruz!

Unutmadan söyleyelim, yazdığınız her görüş bizim için önemlidir, bu bağlamda değerli yazınız bir sonraki sayıda yayınlanacaktır.

medfizonline@gmail.com



YAZARIMIZ OLUN

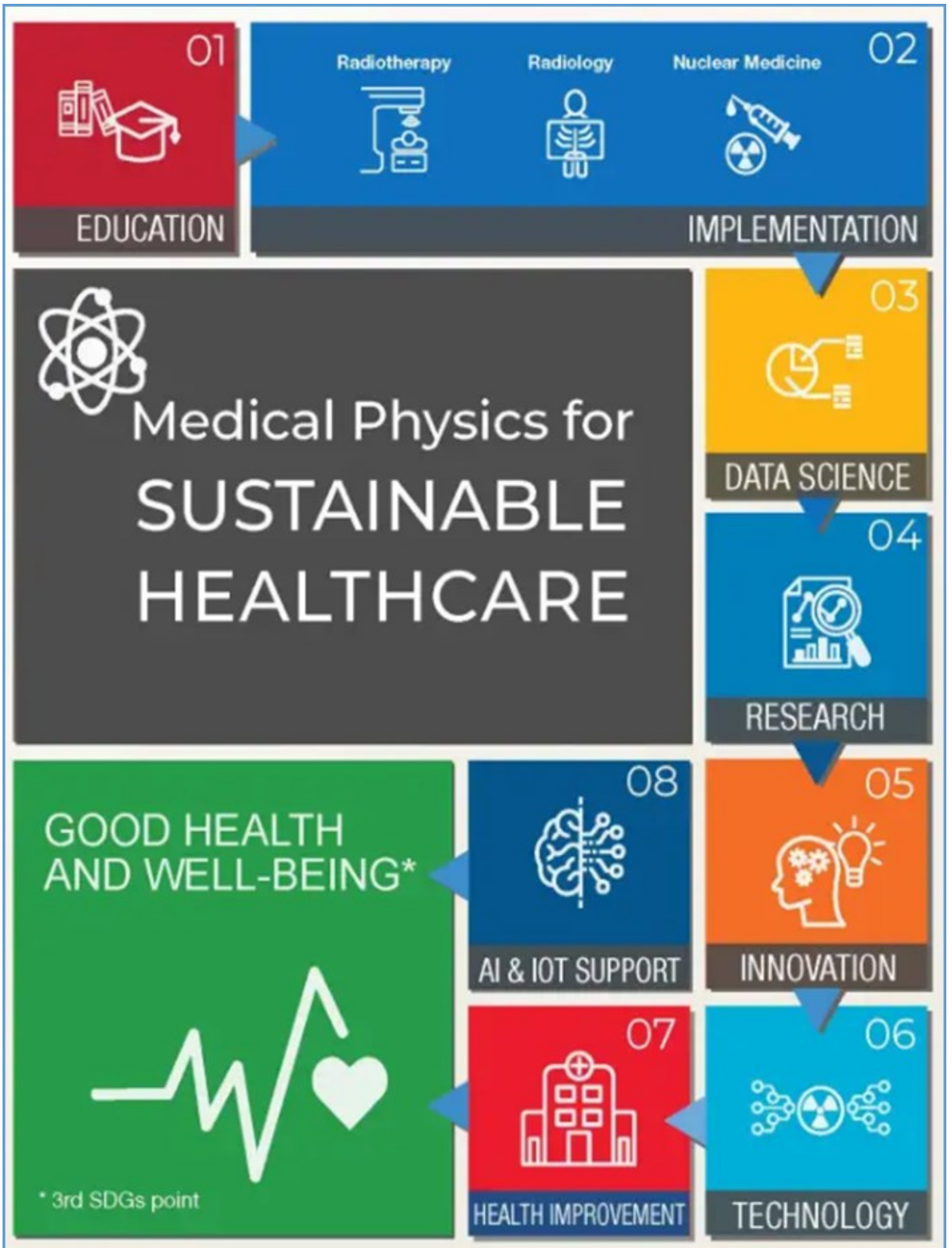
Yazarlarımızı Bekliyoruz!

Bu dergi hepimize ait. Bu dergi okumaktan zevk alan, yazmaktan zevk alan, dinlemekten zevk alan, düşünmekten, öğrenmekten, yeni bir bilgi keşfetmekten, korkusuzca eleştirmekten, uzlaşmaktan, araştırmaktan, dostluktan ve dost olmaktan, var olmaktan ve medikal fizik uzmanı olmaktan zevk alan herkese aittir.

Eğer siz de "Bir fikrim var" diye düşünüyorsanız ve eğer içinizden kendi kendinize "Bunu yazmalıyım" diyorsanız, şevkinizi kırmayın ve iletişim adresimizden bizimle irtibata geçin...

Siz, değerli meslektaşlarımızı yazarımız olarak bekliyoruz.





2022 Yılı: Uluslararası Medikal Fizik Günü: "Sürdürülebilir Sağlık için Medikal Fizik"