

Medikal Fizik Derneği'nin Katkılarıyla

MedFiz@Online

e-DERGİ

KASIM - ARALIK 2021

medfizonline@gmail.com

www.medikalfizik.org

SAYI: 36

**6. YILIMIZI
DOLDURDUK
MERHABA 7. YIL**

2022 Yılı'nın medikal fizik toplumuna barış,
sağlık ve mutluluk getirmesini diliyoruz.

BU SAYININ ÖNE ÇIKAN KONULARI

- **RADIOSURGERY BRAIN TUMOUR TREATMENT WITHOUT SURGERY**
- **NANOTEKNOLOJİ VE MEDİKAL UYGULAMALARI**
- **THE REPORT OF AAPM TASK GROUP 263**
- **ICRP 147 VOLUME 50 NO.1 (2021) BİZLERE NE ANLATMAYA ÇALIŞIYOR**
- **SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKA**



BAŞ EDITÖR**Haluk Orhun**

orhun.haluk@gmail.com

EDITÖR GRUBU**Boran M. Güngör**

borgun@gmail.com

Ertuğrul Ertürk

mehmet.ertugrul@mnt.com.tr

Fadime Alkaya

alkayafadime@hotmail.com

Halil Küçücük

halilkucucuk@gmail.com

Mertay Güner

mertayguner@gmail.com

Nadir Küçük

nadir.kucuk@anadolusaglik.org

Türkay Toklu

turkaytoklu@yahoo.com

DERGİ TASARIM VE YAZI**Ebru Oruç Bakır****Mertay Güner****Esra Küçükorkoç****Mustafa Çağlar****BU SAYIDAKİ YAZARLAR****Andreas Mack****Beyzanur Aykanat****Christoph Weber****Cristina Picardi****Dilşah Aydoğmuş****Durmuş Etiz****Gökçe Kaan Ataç****Melek Yakar****Nilay Canavar****Pınar Çona****Taylan Tuğrul****Tolga İnal****Yeliz Yalçın**

(Yazarlar harf sıralamasına göre sıralanmıştır.)

SOSYAL MEDYA**Aykut Oğuz Konuk****Yılmaz Şahin**

İÇİNDEKİLER

- **MERHABA**
- **BURSA ŞEHİR HASTANESİ**
- **SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKA**
- **RADIOSURGERY BRAIN TUMOUR TREATMENT WITHOUT SURGERY**
- **NANOTEKNOLOJİ VE MEDİKAL UYGULAMALARI**
- **RADYOTERAPİ TEKNİKLERİ DERNEĞİ YENİ SEÇİLEN BAŞKANI AYDIN ÖZKAYNAK İLE RÖPORTAJ**
- **GIDA IŞINLAMASI**
- **THE REPORT OF AAPM TASK GROUP 263**
- **ICRP 147 VOLUME 50 NO.1 (2021) BİZLERE NE ANLATMAYA ÇALIŞIYOR**
- **MedFiz@Online E-DERGİ TASARIMININ HİKÂYESİ...**
- **ADAPTİF RADYOTERAPİDE CBCT NİN ÖNEMİ**
- **MEDİKAL FİZİK ALANINDA BİLİMSEL YAYIN YAPAN DERGİLER**

*e-posta: medfizonline@gmail.com**web: www.medikalfizik.org***BASIM***e-kopya**Medikal Fizik Derneği'nin katkılarıyla**MedFiz@Online DERGİSİNDE YAYINLANAN YAZILAR
YAZARIN SORUMLULUĞUNDADIR.*

6. YILIMIZI DOLDURDUK

MERHABA 7. YIL.

35. Sayımızdan bu yana medikal fizik toplumunu ilgilendiren epey etkinlik ve özel gündemlerden oluşan bir dönem yaşadık. Merhaba yazımızda adı geçen etkinliklere yer vermek istiyoruz.

18. Ulusal Medikal Fizik Kongresi 4-7 Kasım 2021

tarihlerinde toplandı: Covid19 Salgını sonrası medikal fizik toplumunda ilk yüz yüze etkinlik olarak gerçekleşti. Bir anlamda kongrenin hayata geçmesini, yoğun programının uygulanmasını tek başına önemli bir sonuç olarak ele almak gereklidir. Beklentileri karşıladığını düşündüğümüz kongre ile ilgili birkaç sayısal bilgi vermek istiyoruz: Kayıt sayısını 270 kişi, yollanan bildiri sayısının ise 87 olduğunu resmi açıklamalardan öğrendik. Güzel bir gelişme olarak, FMO, TROD ve Kongrenin destekleriyle 22 öğrencinin Kongreye katılımının sağlandığını açıklandı. Ek olarak, Kongre öncesi düzenlenen brakiterapi kursuna 25 kişinin katıldığı bildirilmiştir.

18. Uluslararası Medikal Fizik Kongresini düzenleyen Dernek Yönetim Kurulunu ve emeği geçenleri , Dernek Başkanı Prof. Dr. Bahar Dirican aracılığı ile kutluyoruz. Editör grubumuz olarak yeni kongrelerde buluşma dileğimizi burada belirtmek istiyoruz. Kongre sonunda çekilen toplu hatıra resmini tarihe kayıt olması açısından sizlerle paylaşıyoruz.

Ulusal Medikal Fizik Kongresi'nin ardından düzenlenen Medikal Fizik Derneği Genel Kurulu'nda yapılan seçimlerde Yönetim Kurulu nöbet değişimi gerçekleşti. Yeni dönem Yönetim Kurul'na seçilen arkadaşlarımızın listesi şöyle oluştu: Aydın Çakır,

Bülent Yapıcı, Murat Okutan, Hilal Acar, Emel Hacıslamoğlu, Tamer Başer, Murat Köylü. Yeni Yönetim Kuruluna, gelecek dönem zorlu görevlerinde başarılar dileriz Editör Grubu olarak.

9. Uluslararası Medikal Fizik Günü 7 Kasım 2021

tarihinde kutlandı: OMP, IDMP Koordinatörü İbrahim Duhaini, Medikal Fizik Günü ile ilgili şunları söyledi: "Uluslararası medikal fizik kuruluşları Medikal Fizik Gününde, medikal fizik toplumunun sağlık hizmetlerine yüksek bir katkı sağlamada çok önemli bir rolleri olduğunu, akademik, araştırma ve yeni teknolojiler alanında çok önemli görevler yüklendiğini bir kez daha anlatma fırsatı yaratmıştır".



IAEA: Beni tanıyor musunuz?

Bu kapsamda IAEA, beni tanıyor musunuz? sorusu içeren bir e-poster hazırladı.

AAMD (American Association of Medical Dosimetrists) tarafından "Ulusal Medikal Dozimetriz Günü" 18 Ağustos 2021 tarihinde kutlandı.



Uluslararası Radyoloji Günü : Her yıl 8 Kasım'da radyoloji uzmanları radyoloji teknikerleri ve bu alanda görev yapan tüm profesyoneller tüm dünyada onuncu **Uluslararası Radyoloji Günü'nü** kutladılar. 2021 yılında Uluslararası Radyoloji Günü, Girişimsel Radyolojiye ve onun hastaları tedavi etmedeki temel rolüne ayrılmıştır.

Elinizdeki MedFiz@Online e-dergisinin 36. Sayısında bazı yenilikler göreceksiniz. Birincisi İngilizce bir makale. Tercüme etmeden doğrudan yayınlıyoruz. Bu makale bizim talep ettiğimiz bir konu olarak yer aldı birinci ağızdan. İkincisi, şimdiye kadar Yapay Zeka konusunda hep makale tercüme özetleri yayınlandı. Bu kez Prof. Dr. Durmuş Etiz ve Öğretim Üyesi Dr. Melek Yakar hocalarımız Yapay Zeka konusunda özgün bir derleme yazdılar. Bu tür yazılara devam edeceğiz.

14. Ulusal Radyasyon Onkolojisi Kongresi 26-30

Kasım tarihlerinde düzenlendi: Geçmişten geleceğe tüm değerli konuların yer aldığı UROK 2021'e katılmak bizleri çok mutlu etti.

MedFiz@Online e-dergisi bu sayımızla birlikte 6. Yılını doldurdu. Dile kolay. Başta siz okurlarımız olmak üzere bu çalışmada emeği geçen tüm değerli dostlarımızı, meslektaşlarımızı kutluyoruz. Bu kutlamadan bizler de payımızı alıyoruz. Daha nice 6 yıllar hepimizin olsun, merhaba 7. yıl.

Bu sayımızın biraz yoğun olduğunu göreceksiniz, sayfa sayısı olarak. Yazıların kendi içindeki güncelliğini yitirmemesi açısından böyle bir tercih yapmak zorunda kaldık. Medikal fizik topluluğunun yaratıcı ve güçlü enerjisi bizlere mutluluk veren zorluklar yaşıyor.

Mutlu bir yeni yıl diliyoruz.

Saygılarımızla.

Haluk Orhun



18. Ulusal Medikal Fizik Kongresi hatırası

BURSA ŞEHİR HASTANESİ



Med. Fiz. Uzm. Pınar Çona

Bursa Şehir Hastanesi, Sağlık Bakanlığı ve Rönesans Sağlık Yatırım tarafından, Kamu Özel İşbirliği modeli ile Temmuz 2019'da hizmete açılmıştır. 745.000 m² arsa ve 470.000 m² toplam inşaat alanına kurulmuş olan, 1.355 yatak kapasiteli Bursa Şehir Hastanesi'nin; Bursa ve çevre illerine dünya standartlarında sağlık hizmeti sunması planlanmaktadır.

Onkoloji Hastanesi içerisinde yer alan radyasyon onkolojisi kliniği ise Temmuz 2019 tarihinde 8 radyasyon onkoloğu, 2 medikal fizik uzmanı, 6 radyoterapi teknikeri, 1 hemşire ve 2 tıbbi sekreteri ile hizmet vermeye başlamıştır.

Bölümümüzde 1 tedavi planlama odası, 1 CT simülatör cihazı, 1 lineer hızlandırıcı cihazı, 1 brakiterapi cihazı, 1 kurşun blok döküm odası, 1 dozimetri ekipman odası bulunmaktadır. Ayrıca radyoterapi cihazı konulmak üzere yapılmış 2 adet boş bunker vardır.

Elekta Versa HD:

- Agility Head 160 MLC (40x40 alan, 5mm lif kalınlığı)
- 6MV, 10 MV, 6 MVFFF, 10 MVFFF foton, 6 MeV, 8 MeV, 10 MeV, 12 MeV, 15 MeV elektron enerjileri
- HexaPOD (6D-robotik masa), XVI(CBCT) ve iViewGT (Portal) görüntüleme, 3DCRT VMAT, IMRT, IGRT.
- Elekta ABC (Aktif Solunum Kontrol Sistemi)
- Ayrıca klinikte 2 adet MONACO TPS (5.51.10), 2 adet MONACOSIM konturlama istasyonu ve 1 adet ABAS sistemi bulunmaktadır.

Elekta Flexitron-HD Brakiterapi cihazı:

20 Kanallı Flexitron-HD brakiterapi cihazımızda kullanılan aplikatörler yardımıyla jinekolojik tümör tedavileri uygulanmaktadır.

Brakiterapi için PTW Unidose ve kuyu tipi iyon odası dozimetrik ekipmanları kullanılmaktadır.

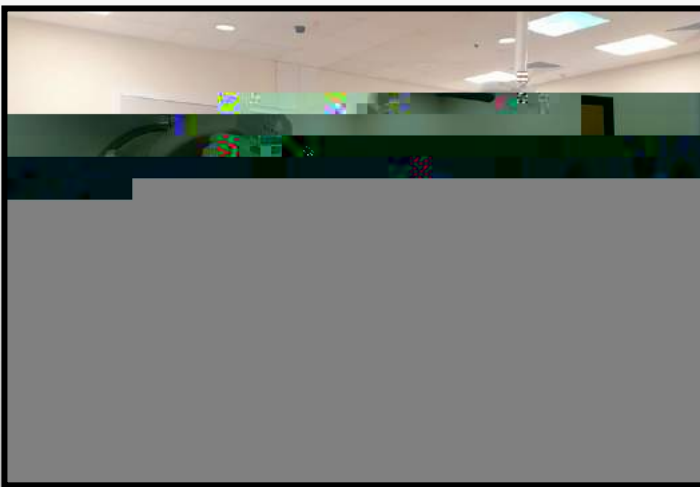


Siemens Samotom Coinfidence:

- 80 cm Gantry
- 20 veya 64 slice
- 20-666 mA
- 70, 80, 100, 120, 140 kV

Dozimetrik ekipman:

- IBA Blue Phantom2,
- IBA Compass 3D Patient QA,
- IBA Matrix Evolution 2D Array,
- IBA Dose1 Elektrometre,
- IBA iyon odaları (CC04, CC13, PPC40, FC65-P, Razor),
- Katı Fantomlar, CT ve CBCT fantomları (Catphan ve Penta-Guide)



Klinik kadromuz:

Radyasyon Onkolojisi Uzmanları:

Uzm. Dr. Fatma Sena Kurt Çoban

Uzm. Dr. Gül Ayşen Öztürk

Uzm. Dr. Huriye Öztürk

Uzm. Dr. Kadriye Şahintürk

Uzm. Dr. Kerem Rahmet Evcümen

Uzm. Dr. Öznur Dönmez Tutanoç

Uzm. Dr. Sevil Yıldırım

Uzm. Dr. Sevilcan İnan

Medikal Fizik Uzmanları:

Duygu Bolat

Pınar Çona

Radyoterapi Teknikerleri:

Ahmet İlker Beken

Gökhan Başoğlu

Halime Örnek

Hatice İrem Gündüz

Mevlanur Ziyrek

Rabia Güleçyüz

Hasta Kabul Personeli:

Dilek Sezer

Pınar Çona: 1989 yılında Balıkesir’de doğmuştur. Kocaeli Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik bölümünden 2012 yılında mezun olmuştur. 2017 yılında Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Sağlık



Fiziği’nde yüksek lisans eğitimini tamamladı. 2017-2019 tarihleri arasında Ceylan International Hastanesi bünyesinde çalıştıktan sonra 2019’dan itibaren Bursa Şehir Hastanesi’nde çalışmaya devam etmektedir.

SAĞLIK HİZMETLERİNDE YAPAY ZEKA

Prof. Dr. Durmuş Etiz

Dr. Öğr. Üyesi Melek Yakar

Yapay zekâ, yaptığımız "her şeyi" şekillendirecek bir program.

Satya Nadella, Microsoft CEO'su

Winston Churchill'e göre Alan Turing, II. Dünya Savaşı'nı iki yıl kısalttı. Turing; Alman "Enigma kodunu" kırmada etkili olan 'Turing makinesini' geliştirdi ve böylece İngiliz gizli servisinin Nazi düşman kuvvetlerinden kritik stratejik bilgiler elde etmesine izin verdi. Turing ayrıca ilk satranç bilgisayar programını yarattı ve dünyanın ilk ticari bilgisayarının programlanmasını tasarladı. Bu anlamda Turing, Bilgisayar bilimi ve makine öğreniminde yapay zekânın (YZ) öncüsü olarak kabul edilir.

Makine öğrenmesinin (MÖ) temelinde, bilgisayarların sadece kendisine verilen görevleri yapan ve komutları işleyen bir cihaz olmasından ziyade insan gibi öğrenebilen sistemler olması yatmaktadır. İnsanlarda öğrenme süreci hayatları boyunca gerek ebeveynleri gerek öğretmenleri, gerekse yaşadıkları sosyal çevrede başkalarıyla etkileşime girmesi ile gerçekleşir. Makinalarda da böyle bir etkileşimli öğrenme mümkün olabilecek midir? Bu öğrenme insanlık hatta insan sağlığı için kullanılabilir mi?

YZ sağlıkta çalışma şeklini çığır açıcı şekillerde değiştirecek, insanlığın daha güvenli, daha etkili sağlık hizmeti almalarına olanak sağlayacak ve belki de hastalıkları önleyip iyileştirmeyi kolaylaştıracaktır. Sağlık kuruluşlarında sağlık kayıtları ve görüntüleri,

toplum verileri, talep verileri ve klinik araştırma verileri halinde çok geniş veri kümeleri birikmiş durumdadır. YZ teknolojileri, bu verileri analiz etmek ve insanların kendi başlarına bulamayacakları kalıpları ve iç görüleri ortaya çıkarmak için çok uygundur. Sağlık merkezleri, YZ'den derin öğrenme (DÖ) ile daha iyi iş/klinik kararlar almasını sağlayacak algoritmaları kullanabilirler¹.

IBM yakın zamanda YZ asistanı Watson'ı; 1000 adet kanser tanısı analiz etmekle görevlendirmiştir. İncelenen vakaların %99'unda, Watson'un önerdiği tedavi planı hastaların onkologlarının önerdiği ile aynıdır².

Sağlık hizmetlerinde kullanılan başka bir YZ tabanlı araç, 2014'te Google'ın satın aldığı, İngiltere merkezli YZ laboratuvarı olan DeepMind tarafından yaratılmıştır. Bu YZ asistanı, gözdeki hastalığın erken belirtilerini saptayabilmek için bir milyondan fazla toplumsal göz tarama verisi analiz etmiştir³.

Sağlık hizmetlerinde YZ, temel olarak geniş veri kümelerini aramak ve kritik hasta bilgilerini ortaya çıkarmak için tasarlanmış uygulamaları ifade eder. Günümüzün akıllı sistemleri, bilgisayarların açık programlama yerine örneklerden ham verileri işlemeyi öğrendiği yapay sinir ağlarını kullanır. Bu yapay sinir ağları, insan beynindeki nöronlarla aynı şekilde çalışır.

MÖ yoluyla, bir bilgisayar sistemi, gelen verileri işlemek, kalıpları belirlemek ve minimum insan yönü ile kararlar almak için sinir ağını kullanma becerisi kazanır.

Bir bilgisayar sisteminin büyük miktarda veriyi hızlı bir şekilde işleme ve bir karara varmak için kritik kriterlere

öncelik verme yeteneği, DÖ ile sağlanır. DÖ sistemleri bir önceki katmanın çıktısına dayalı olarak birden çok seçenek katmanı kullanarak karmaşık görevleri yerine getirebildiği ve giderek daha akıllı ve daha soyut sonuçlar yarattığı bir tür MÖ'dür. İş yerinde DÖ örnekleri, tıbbi bir taramada bir yüzü veya bir anormalliği tanımak için görüntüleri analiz etmek gibi daha karmaşık YZ görevlerini içerir.

A) Onkolojide Yapay Zekâ Kullanımı

Prostat kanserinde özellikle tanısal anlamda, görüntüleme sistemlerinin YZ modelleri ile integrasyonu, tespit edilen kitlelerin malign/benign ayrımının yapılması ve patoloji preparatlarının değerlendirilmesinde, bilgisayar tanısı ile derin sinir ağlarının beraber kullanımı, hızlı, doğru ve kendi içinde tutarlı sonuçlar sağlamaktadır⁴. Araştırmaların en yoğun olduğu prostat kanserinde, toplum taramasından tedavi sonuçlarının takibine kadar birçok aşamada YZ uygulamaları geliştirilmektedir⁵.

Perera ve ark.'nin prostat biyopsisi uygulanmış 4548 hastaya ait, PSA, serbest PSA, yaş ve serbest/total PSA oranını içeren veri setinde MÖ yolu ile geliştirdikleri algoritma, prostat kanseri öngörmede eğri altında kalan alanı (AUC) 0,72 olarak bulmuştur. Bu sayede 188 hastada biyopsiye gerek kalmadan prostat kanseri tanısı konmuştur⁶. Bu YZ yöntemi ile sadece 3 parametre ile kanser taraması yapılmasının topluma sağlık katkısı çok fazla olacaktır.

Prostat kanseri tanısında veya biyopsi kararının verilmesinde son yıllarda sıkça kullanılmaya başlanan Multiparametrik Manyetik Rezonans Görüntülemenin, YZ teknolojileri ile kombine kullanımı ile ilgili birçok araştırma yayınlanmıştır. Başarı oranları, uygulanan modele ve veri setine bağlı olmakla birlikte, uzun

vadede prostat görüntüleme, kanser tanısı koyma, gleason skora ve risk belirleme gibi konularda YZ tabanlı algoritmaların klasik tekniklerin önüne geçmesi beklenebilir.

Prostat kanser tanılı hastalarda klinik sonucu öngörmede 12 değişken (Yaş, vücut kitle indeksi, medeni hal, eğitim, sigara, alkol, aile öyküsü, PSA düzeyi, gleason skoru, pozitif kor sayısı, total kor sayısı, high PIN varlığı ve biyopsi pozitif/total kor oranı) kullanılarak geliştirilen MÖ modeli ile TNM evrelemede % 77, ektrakapsüler yayılımda % 80, seminal vezikül invazyonunda % 98 ve lenf nodu metastazında % 95 sensitiviteye ulaşılmıştır⁷. Prostat kanserinin agresif seyrini öngörmede radiomik (radyolojik görüntülerin çeşitli özelliklerini data karakterizasyon algoritmaları kullanarak çok büyük

ka , ala" C " @

gereken sağlık bilgileri de doktorların yüklerini arttırmaktadır. Klasik bir çalışma gününde hasta ile çalışma saatinin %34 -78'ini geçiren doktor ek olarak 2 saat de bu bilgileri bilgisayara yazmak için vakit harcamaktadır¹⁰. YZ destekli kayıt sistemleri, tanı öncesi, tedavi süresi ve sonraki kontrollerde poliklinik kontrol sürelerini belirgin azaltacaktır. Ayrıca farklı dillerde konuşan hasta ve doktorlar arası YZ tabanlı hızlı dil çeviri sistemleri iletişimi arttıracaktır. Ayrıca hastanın talebine göre hastalık ve prognoz bilgisi, düşük, orta ve yüksek bilimsel içerik seviyesinde hastaya sunulabilecektir.

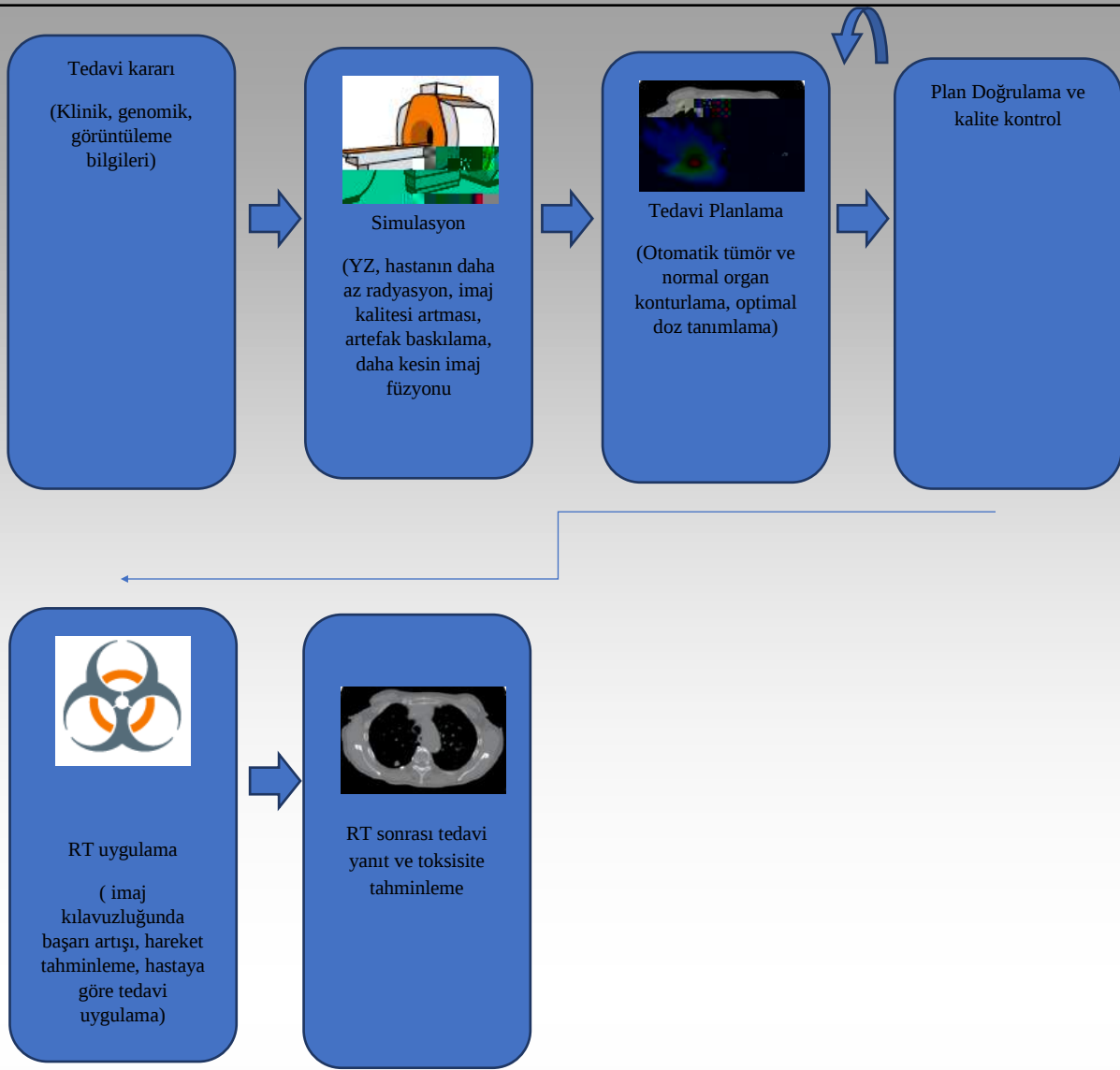
RT kararı verildikten sonra doğru tedavi için iyi simülasyon gereklidir. Simulasyonda hangi teknik gereklidir? Hasta pozisyonu nasıl olmalıdır? 4-D CT gerekli midir? Hastanın mesane ve rektum doluluk oranları ne olmalıdır? Sorularına YZ tabanlı çözümler mümkündür.

Normal organ ve tümör konturlama RT'nin en önemli basamaklarından biridir. Hem zaman alması hem de kişiler arası farklılık gösterebilmesi nedeniyle pratikte sorun yaratabilmektedir. YZ algoritmaları ile otosegmentasyon yazılımları geliştirilmektedir. "Atlas" tabanlı veya kütüphanede daha önce konturlanmış imajların, yeni imajlara "deformable registration" (esnek görüntü füzyonu) ile otosegmentasyon yapılmış, ancak klinik uygulamada faydaları kısıtlı olmuştur¹¹. DÖ metotları, imaj analizi ve bilgisayar tabanlı görüntüleme klasik yöntemlere göre daha başarılıdır. DÖ algoritmaları tümör ve riskli organ konturlamada (Baş/boyun, beyin, abdomen, toraks, spinal kord, meme ve pelvis) insan kadar başarılı olmuştur^{12,13}. Daha önceki konturlamalarla, YZ konturlamasını karşılaştırmada kullanılan "Dice

Similarity Coefficient" (DSC) katsayısı belirgin olarak iyileşmektedir. Nikolav ve ark'ları 663 CT datasını incelemişler, 3-D U-Net algoritması ile Manuel konturlamayı karşılaştırmışlardır¹⁴. Karşılaştırmada "Surface (yüzey) DSC" i kullanmışlardır. YZ modeli, 21 organın 19'unu uzman radyologlar kadar iyi konturlamış, sadece lens ve beyin sapı konturlamada sorun yaşanmıştır. Beyin sapı konturlamada ana sorun, algoritmanın beyin ile beyin sapı arasındaki sınırı net tanıyamamasından kaynaklanmaktadır.

YZ'nın RO'de kullanıldığı bir diğer alan tedavi planlama ve doz optimizasyonudur. Optimizasyon sırasında, radyoterapi fizikçisini bekleyen en önemli sorun doz/volüm histogramları ile tümör dozu arasındaki dengeyi bulmaktır. "Knowledge-based" otomatik planlama metotları YZ yardımı ile riskli organların kabul edilebilir doz-volüm histogramlarını (DVH) bulmada doktorlara ve fizikçilere yardımcı olmaktadır. Bu metotlar arşivdeki vakaların geometrik ve dozimetrik özelliklerini, yeni vakaya uygulayarak, optimum DVH'ını elde etmeye çalışır¹⁵. Ancak büyük "data"ları incelemek gerektiğinde, sorun yaşayan bu yöntemlerde, YZ'nın "K means clustering algorithm" (K Kümeleme algoritması) yazılımı, plan kalitesini azaltmadan bilgisayar etkinliğini arttırabilmektedir¹⁶. Aynı çözüm "ResNet" DÖ algoritması ile de yapılabilmektedir¹⁷.

YZ, radyomikler (RM) yardımı ile tümör kontrol olasılığı ve normal doku yan etki olasılığı konusunda da fikir verebilmektedir. RM, radyolojik imajların, yapısal, morfolojik ve yoğunluk derecelerine göre özellikler çıkarma şeklidir¹⁸. RM'ler RT sonrası gelişebilecek, radyasyon pnemonisi, kerostomi ve rektum kanaması gibi yan etkileri tahminlemede



Şekil-1: Radyasyon tedavisi iş akışında YZ uygulamaları.

kullanılmıştır¹⁹. Ancak halen karşımıza çıkan en büyük sorun RM'lerin tüm merkezler tarafından kabul edilen ortak bir standardizasyonunun olmamasıdır.

Yoğunluk ayarlı RT (YART) uygulamalarında kalite kontrol (KK) zaman alan ve dikkat gerektiren bir süreçtir. YZ ile KK başarı oranlarını, RT plan ve uygulamadaki hata oranlarını ve imaj görüntüleme sistemlerindeki sapma oranlarını tahmin etmek mümkündür²⁰.

YZ'ya tanıtılan 78 özellik sonrasında, 637 YART planını %3,5 yanlış oranı ile (618'i doğru) otomatik olarak doğru tahminlemiştir²¹. Burada, DÖ neural network (AlexNet) algoritması kullanmıştır.

YZ, RT sırasında tümör küçülmesi/büyümesi, kilo kaybı gibi hasta anatomisinin değiştiği durumlar için kullanılan adaptif tedavide, re-plan yapmaya yardımcı olmaktadır. Özellikle baş-boyun, prostat kanser ve gastrointestinal sistem tümörlü hastalarda, MR-Linac tedavilerinde işe yaramaktadır²². DÖ, "convolutional neural network" (CNN) algoritması, karaciğer, böbrekler, mide, barsaklar ve duodenumu otomatik günlük olarak segmente edebilmektedir. Manuel konturlanan örneklerle karşılaştırıldığında mükemmel DSC değerleri elde edilmiştir. Ve konturlama süresi CNN ile %75 daha kısadır²³. Radyasyon Onkolojisinde olası YZ kullanımı Şekil-1 de özetlenmiştir.

Şekil-1, YZ'nin beklenen uygulamalarının kısa açıklamalarıyla radyasyon tedavisi iş akışına genel bir bakış amaçlı dizayn edilmiştir. İş akışı, hastayı radyasyon tedavisi ile tedavi etme kararıyla başlar, ardından tedavi planlaması için tıbbi görüntülerin alındığı bir simülasyon işlemi içerir. Daha sonra hastaya özel tedavi planı oluşturulur ve radyasyon hastaya verilmeden önce plan onay, gözden geçirme ve kalite kontrol işlemlerine tabi tutulur. Hasta daha sonra takip ve izleme alınır. YZ, ilgili personelin verimliliğini artırarak, tedavilerin kalitesini iyileştirerek, klinik karar vermeye yardımcı olmak ve iyileştirmek için ek klinik bilgiler ve tedavi yanıtı tahminleri sağlayarak kanserli hastalar için radyasyon tedavisini iyileştirme potansiyeline sahiptir.

C) Sağlıkta Yapay Zekâ Kullanımında Çözülmesi Gerekenler

Ancak sağlıkta YZ uygulamaları beraberinde çözülmesi gereken sorunları da getirmektedir²⁴. Hastaya ait bilgilerin gizliliği (1-4), adalet (5-8), hesap verebilirlik (9-10, 40), şeffaflık (11), güvenlik ve siber güvenlik (12-13, 39), insanlığın gözetimi (18), açıklana bilirlik (15-17), istihdamın geleceği (19-20, 22), araştırmaların finansmanı (23-24), YZ hakkında eğitim (25, 34), insan özerkliği (18), YZ ürünlerinin sertifikasyonu (29, 30), YZ etik tanımı (31-33), sağlığa özel çekinceler (14,21,26,27, 36-38) ve YZ ve Covid 19 pandemisi (28, 35) gibi konular tartışılmaya devam edecektir.

Sağlıkta YZ uygulanmasına ait öne çıkan konular:

1. Gizlilik, YZ tabanlı Sağlık Hizmetlerinde en yüksek öncelik olmamalıdır.
2. Gizlilik ilkeleri, sağlıkta YZ uygulamasını kısıtlamamalıdır.

3. Veri kullanımı, saklanması ve anonimleştirilmesi ile ilgili net kurallar olmadan; YZ, sağlık hizmetinde asla kullanılmamalıdır.
4. Bugün tanımlandığı şekliyle gizliliğin (sağlık hizmetlerinin ağırlıklı olarak YZ'ye dayandığı bir gelecekte) çok az faydası olacaktır.
5. YZ, gelecekte; sağlık hizmetinden faydalanma eşitsizliğini düzeltecektir.
6. Sağlık hizmetlerinde YZ geliştirilip insanlığın hizmetine sunulurken, eşitliğin ve kapsayıcılığın iyileştirilmesi en büyük öncelik olmalıdır.
7. YZ, gelecekte tıbbi sorunları daha kolay ayırt edecektir.
8. Günümüzde sağlık hizmetlerinde çözümlenmemiş etik sorunlar olması nedeniyle, gelecekte YZ kullanırken muhafazakâr kurallar da unutulmamalıdır.
9. YZ geliştiricileri tıp etiğine bağlı olmalıdır.
10. Teknolojik ilerleme döneminde YZ şirketleri tıbbi hatalardan sorumlu olmamalıdır.
11. YZ tıbbi makinaları, yalnızca klinisyenler YZ kararlarının nasıl alındığını anlıyorsa kullanılmalıdır.
12. Sağlık alanında YZ şirketleri tekeldi davranışlar içine girebilir.
13. Tıp hakkında çok az şey bilen büyük şirketlerin sağlık alanına girmesi istenmeyen bir durumdur.
14. YZ sağlık sistemlerinde tam olarak kullanıldığında hasta-hekim ilişkisi çarpıcı biçimde değişecektir.
15. Sağlık profesyonellerinin, YZ tıbbi araçlarının nasıl çalıştığını değil, güvenilir olup

- olmadıklarını bilmesi gerekir.
16. Sağlık uzmanları her zaman tam da nasıl çalıştıklarını bilmedikleri kara kutulara (örneğin MR cihazı) güvenmiştir ve YZ'de da bu durum farklı olmayacaktır.
 17. Tıp doktoru hastaya YZ tıbbi cihazının nasıl çalıştığını açıklayamıyorsa; hastadan uygun bilgilendirilmiş onam almak mümkün değildir.
 18. YZ, tıp doktorlarının özerkliğini ve yetkisini azaltacaktır.
 19. YZ doktorların yerini almayacak, ancak YZ kullanan doktorlar kullanmayan doktorların yerini alacaktır.
 20. YZ araçları iyi çalışırsa, hastaneler daha az vasıflı sağlık çalışanlarını işe alarak paradan tasarruf edeceklerdir
 21. YZ, aşırı test, aşırı teşhis ve aşırı tedavi gibi sağlık hizmetlerindeki sorunları daha da kötüleştirecektir.
 22. Otomasyon fabrikalarda iyi çalışabilir, ancak hastanelerde çalışmayabilir.
 23. YZ tabanlı tıbbi ürünler, zamanla heyecan vermeyecektir.
 24. YZ, bürokratik sorunları çözebilecekse, YZ için tahsis edilen tüm fonlar değerlidir ve kullanılmalıdır.
 25. Doktorlar, YZ ve Bilgisayar Bilimi hakkında bilgi edinmek istememektedirler.
 26. Tıp alanında, makinelerin bağlamsal bilgiden ve sosyal ipuçlarını okuma yeteneğinden yoksun olması sorun yaratabilir.
 27. Tıp doktorlarından daha iyi kararlar veriyorlarsa, YZ araçlarını kullanmamak etik olmaz.
 28. YZ, COVID-19 pandemisi'nde zaten hayati bir rol oynamıştır
 29. Teknoloji endüstrisinin "hızlı bir şekilde başarısız olun ve daha sonra düzeltin" mantığı hastaları riske atabilir ve YZ'da bu mantık uygulanmamalıdır.
 30. YZ sağlık ürünleri, randomize klinik çalışmalarla test edilmelidir.
 31. YZ sistemleri esas olarak maddi karı artırmak için tasarlandığından, gelecekte sağlık sistemleri daha fazla kaynağa sahip olacak ve daha iyi bakım sağlayacaktır.
 32. Sağlıkta YZ teknolojisi, biyoetik ilkelerle uyumlu olmalıdır.
 33. Tıp doktorları, sağlıkta YZ tasarım sürecine katılmalıdır.
 34. Klinisyenlerin karmaşık YZ tabanlı tıbbi cihazların nasıl kullanılacağını öğrenmek için zamanı yoktur.
 35. YZ, zor klinik durumlarda, doğru tıbbi karar vermeyi geliştirir.
 36. YZ, klinisyenlerin ve personelin daha fazla üst düzey lisans bilgi ve faaliyetlere odaklanmasına izin verecektir.
 37. Sağlık hizmetlerinin çoğu alanı YZ'den yararlanabilir.
 38. Bir makine için klinik uygulamayı işlevsel hale getirmek çok zor değildir.
 39. Tıp asla YZ'ye güvenmemelidir çünkü bu tür bilgisayar sistemleri siber güvenlik tehditlerine karşı savunmasızdır.

40. Bir tıp doktoru bir YZ aracının tavsiyesi sonucunda hata yaparsa, sorumlu doktor kabul edilmelidir.

Sonuç:

YZ'nin sağlıkta uygun kullanılmasında aşılması gerekenler sorunlar hala mevcuttur. Doktorlar bilişim becerilerine yeterince sahip değildir, mühendisler tıbbi bilgiden ve hastane gereksinim bilgilerinden yoksundur. İki disiplin de birbirine muhtaçtır. Bu nedenle tıp doktorları ve medikal fizikçiler sağlıkta YZ tasarımında anahtardır. Doktorların etik ve toplumsal karar verme konusunda eğitilir ve adanmışlıkları vardır. Onlar, karmaşık bir tıbbi/teknik gerçeklik ile bireysel bir hastanın kişisel alanı arasında doğal bir köprü oluştururlar. Herhangi bir yeni gelişmenin (yani YZ'nin) bir varlık nedeni olması için bu köprüyü geçmesi gereklidir. Doktorlar ve sağlık fizikçileri dâhil olmadan, gelişimin ana paydaşları ihmal edilmiş olur.

Kaynaklar

- 1) ibm.com
- 2) Dom Galeoni, Houser K. IBM's Watson AI recommends Same Treatments as Doctor 99% of Cancer Cases" Futurism. 28th, October, 2016. <https://futurism.com/ibms-watson-ai-recommends-same-treatment-as-doctorsin-99-of-cancer-cases>.
- 3) Alex Hern. "Google deep mind pairs with NHS to use machine learning to fight blindness". The Guardian, 5th July, 2016. <https://www.theguardian.com/technology/2016/jul/05/google-deepmind-nhs-machine-learning-blindness>.
- 4) Checcucci E, Cillis D, Granato S, et al.

Applications of neural networks in urology: a systemic review. Curr Opin Urol. 2020;30(6):788-807.

- 5) Sağlıkta Yapay Zekâ ve Uygulamaları. Editör: Özlü C, Ali Gedik M, Köylüoğlu N, Yangal HS, Özlü A. Bölüm 24; Ürolojide Yapay Zekâ ve Derin Öğrenmenin Kullanımı.
- 6) Perera M, Mirchandani R, Papa N. PSA-based machine learning model improves prostate cancer risk stratification in a screening population. World Urol.2020.
- 7) Rho MJ, Park J, Moon HW. Answer AI for prostate cancer: Clinical outcome prediction model and service. PLoS One, 2020;15 (8):e0236553.
- 8) Hectors SJ, Cherny M, Yadav KK. Radiomics Features Measured with multiparametric magnetic resonance imaging predict prostate cancer aggressiveness. J Urol, 2019;202(3):498-505.
- 9) Yakar M, Etiz D. Artificial intelligence in radiation oncology. Artif Intell Med Imaging 2021 April 28; 2(2): 13-55.
- 10) Sinsky C, Colligan L, Li L, et al. Allocation of Physician Time in Ambulatory Practice: A Time and Motion Study in 4 Specialties. Ann Intern Med 2016; 165: 753-760.
- 11) Walker GV, Awan M, Tao R, et al. Prospective randomized double-blind study of atlas-based organ-at-risk autosegmentation-assisted radiation planning in head and neck cancer. Radiother Oncol 2014;112:321-325.
- 12) Yang J, Veeraraghavan H, Armato SG, et al.

- Autosegmentation for thoracic radiation treatment planning: A grand challenge at AAPM 2017. Med Phys 2018;45:4568-4581.
- 13) Wang B, Lei Y, Tian S, et al. Deeply supervised 3D fully convolutional networks with group dilated convolution for automatic MRI prostate segmentation. Med Phys 2019;46:1707-1718.
 - 14) Nikolov S, Blackwell S, Mendes R, et al. Deep learning to achieve clinically applicable segmentation of head and neck anatomy for radiotherapy. arXiv preprint 2018.
 - 15) Delaney AR, Dahele M, Tol JP, et al. Using a knowledge-based planning solution to select patients for proton therapy. Radiother Oncol 2017;124:263-270.
 - 16) Liu H, Xing L. Isodose feature-preserving voxelization (IFPV) for radiation therapy treatment planning. Med Phys 2018;45:3321-3329.
 - 17) Chen X, Men K, Li Y, et al. A feasibility study on an automated method to generate patient-specific dose distributions for radiotherapy using deep learning. Med Phys 2019;46:56-64.
 - 18) Hricak H. 2016 new horizons lecture: Beyond imaging-radiology of tomorrow. Radiology 2018;286:764-75.
 - 19) Rossi L, Bijman R, Schillemans W, et al. Texture analysis of 3D dose distributions for predictive modelling of toxicity rates in radiotherapy. Radiother Oncol 2018;129:548-553.
 - 20) Valdes G, Chan MF, Lim SB, et al. IMRT QA using machine learning: A multi-institutional validation. J Appl Clin Med Phys 2017;18:279-284.
 - 21) nterian Y, Rideout V, Kearney VP, et al. Deep nets vs expert designed features in Med Phys: An IMRT QA case study. Med Phys 2018;45:2672-2680.
 - 22) Liang F, Qian P, Su KH, et al. Abdominal, multi-organ, auto-contouring method for online adaptive magnetic resonance guided radiotherapy: An intelligent, multi-level fusion approach. Artif Intell Med 2018;90:34-41
 - 23) Fu Y, Mazur TR, Wu X, et al. A novel MRI segmentation method using CNN-based correction network for MRI - _guided adaptive radiotherapy. Med Phys 2018;45:5129-5137.
 - 24) Martinho A, Kroesen M, Chorus C. A healthy debate: Exploring the views of medical doctors on the ethics of artificial intelligence. Artif Intell Med. 2021 Nov;121:102190.



Prof. Dr. Durmuş Etiz

1998 yılında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesinde Radyasyon Onkolojisi Uzmanlığını aldı. 1999 yılında ABD Duke Üniversitesi'nde 4 ay gözlemci olarak çalıştı. 2001 yılında Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Bölümünün kurulmasında görev aldı. 2008 yılında doçent, 2014 yılında profesör oldu. SCI ve diğer uluslararası indekslerde yayınlanan 64 yayını vardır. Halen radyasyon onkolojisinde yapay zekâ uygulamaları üzerine çalışmaktadır.



**Dr. Öğr. Üyesi Melek
Yanar**

2002-2008 yılları arasında
Dokuz Eylül Tıp Fakültesinde
Tıp eğitimini tamamladı.
2014 yılında Eskişehir
Osmangazi Üniversitesi'nde
Radyasyon Onkolojisi
uzmanlığını aldı. 2017
yılında Eskişehir Osmangazi
Üniversitesi Tıp Fakültesi

Radyasyon Onkolojisinde Doktor Öğretim Üyesi
olarak göreve başladı ve hala devam etmektedir. Türk
Radyasyon Onkolojisi Derneği Yapay Zekâ ve Bilişim
Grubu ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlıkta
Bilgisayar Destekli Tanı ve Tedavi Uygulama ve
Araştırma Merkezinde yapay zekâ üzerine çalışmaları
sürmektedir

RADIOSURGERY

BRAIN TUMOUR TREATMENT WITHOUT SURGERY

PD Dr. Dr. Andreas Mack - CEO

Dr. med. Cristina Picard - Radiation Oncology

Dr. med. Christoph Weber - Neurosurgeon

High-precision treatment with focused X-rays effectively and sustainably destroys tumours and at the same time spares healthy tissue. Thus an operation can often be avoided.

Radiosurgery ("radiosurgery") refers to a borderline area between radiotherapy and neurosurgery. In this process, X-rays are directed at a target (e.g. tumour) in the head or brain from different directions with an accuracy of less than 1 mm. In this "focal point", the tumour cells are destroyed while the surrounding healthy tissue is spared because the damage only occurs where the rays meet. Outside the desired target area, the rays have too little energy to cause damage.



Abb. 1. Principle of radiosurgery: a large number of beams meet at one point to trigger the desired radio-biological effect.

[<http://www.radiationoncologysolutions.in/stereotactic-radiation.html>].

This procedure represents a non-invasive, very low-risk therapy option for diseases within the skull, which (depending on the type of tumour) can be an alternative to open brain surgery. More than 4,000 scientific publications have been published on the effectiveness of radiosurgery. Radiosurgery was already developed in the 1950s; important milestones were the Gamma Knife and the Cyber Knife. Continuous further development led to the "ZAP-X®".

The SNRC in Zurich operates this latest-generation device as the first and only centre in Switzerland.

Each individual case is discussed by experienced specialists. We create an individual treatment concept for each patient based on the current state of science and are in close exchange with the University Hospital Basel.



Abb. 2. ZAP-X®: self-shielded, gyroscopically suspended linear accelerator [ZAP surgical].

The treatment usually takes less than an hour, is absolutely painless and is performed on an outpatient basis. Anaesthesia or other medical measures

(hospitalisation, infusion, intensive care, rehabilitation) are not necessary. The ambience is pleasantly calming and the treatment is performed in comfortable clothing. All costs are covered by the compulsory health and care insurance.

Treatment Procedure

1. Discussion and Consultation

A detailed and confidential discussion with our radio-oncologists and neurosurgeons will provide you with a sound basis for making a decision about your treatment.

treatment. All possible therapy options will be discussed. Thanks to the close cooperation between the two departments and the medical physics department, you will receive an individual and independent recommendation.

2. Imaging and Mask Fabrication

A computer tomography and a magnetic resonance tomography of the head are required for individual radiation planning. A mask is made before the computer tomography. It is used to fix the head in order to guarantee a highly precise therapy. All imaging examinations can be performed in-house.

3. Dose Planning

In order to ensure sub-millimetre precision of the irradiation, the image data sets are used for the irradiation planning. It is prepared by the radiation oncologist or neurosurgeon in collaboration with our medical physicists. Great importance is attached to the best possible sparing of healthy tissue.

4. Treatment

The outpatient one-time treatment at the ZAP-X® takes up to 60 minutes in a lying position and is painless. The head is fixed in place with the mask. This does not cause any pain either. Since the device is much more spacious than an MRI, claustrophobia rarely occurs. If desired, a sedative medication can be administered. The treatment is video-monitored throughout and you can communicate via an intercom system. The treatment can be interrupted immediately at any time.

5. Follow Up

Regular check-ups are important. They can take place at our institute. If desired, check-ups can also be made with your treating neurosurgeon, neurologist, oncologist, ear, nose and throat specialist or family doctor.

Indications which can be treated with ZAP-X®

Bening brain tumours

- Vestibularis-Schwannoma/
Akustikusneurinoma
- Meningeoma
- Pituitary
- Neurinoma
- Glomus-jugulare-Tumours

Malignant brain tumours

- Brain Mets
- Glioblastoma (Recurrences)
- Chondrosarkoma
- Chordoma

Tumors of the eyes

- Uveal Melanoma
- Retinoblastoma

Vascular malformations

- Arteriovenous Malformation
- Cavernoma

Funktional diseases

- Trigeminal neuralgia



PD Dr. Dr. Andreas Mack
CEO



Dr. med. Cristina Picardi
Radiation Oncology



Dr. med. Christoph Weber
Neurosurgeon

Contact data:

Swiss Neuro Radiosurgery Center (SNRC)
Bürglistrasse 29
8002 Zürich
T + 41 (0)44 576 72 72
info@snrc.ch
www.snrc.ch

Partner:
Swiss Clinical Neuro Science Institute (SCNSI)

NANOTEKNOLOJİ VE MEDİKAL UYGULAMALARI

Med. Fiz. Uzm. Yeliz Yalçın

Nano, Yunanca 'cüce' anlamına gelmektedir ve herhangi bir fiziksel büyüklüğün milyarda birini (10^{-9}) ifade eden bir ölçü birimidir. Nanoteknoloji ise atom ve moleküllerin bir araya getirilmesi ile nanoboyutta yapıların oluşumu ve kontrolünü sağlayan multidisipliner bir bilim dalıdır. Nano ölçekli yapıların analizi, fiziksel özelliklerinin incelenmesi, yeni ve daha hızlı, daha hafif, daha dayanıklı ve daha az malzeme – enerji kullanımı nanoteknolojinin temel amaçlarını oluşturmaktadır [1].



Şekil 1: Nanoteknolojinin ilişkili olduğu bilim dalları.

Nanoteknoloji terimi ilk kez 1974 yılında Norio Taniguchi tarafından kullanılmış olmasına rağmen, temelleri 1959 yılında Richard Feynman tarafından American Teknoloji Enstitüsünde yapılan 'There is plenty of room at the bottom' başlıklı konuşması ile atılmıştır. Feynman konuşmasında 24 ciltlik Britanica ansiklopedisini bir toplu iğne başına sığdırmaktan, elektron mikroskoplarını geliştirerek atomları görmekten ve atom dizilimlerine müdahale etmenin

mümkün olabileceğinden bahsetmiştir[2]. Bu alandaki ilk önemli adım ise Taramalı Elektron Mikroskopunun bulunmasıdır. Böylece atomik bağlanma, moleküllerin kendiliğinden dizilimi ve nano boyutta yapıların işleyişi ile ilgili görüntüler elde edilmiştir. Böylece Feynman'ın konuşmasında bahsettiği adımlar atılmaya başlanmıştır.

1999 yılında ABD'de National Nanotechnology Initiative kurumunun açılması ile nanoteknoloji ile ilgili ilk resmi hükümet adımı atılmıştır. Bu kurum nano teknolojinin gelişimini 4 nesilde tanımlar.

Birinci Nesil (~2000): Pasif Nanoyapılar.; Tek bir görev için tasarlanmışlardır (Nanokaplamalar, Nanoparçacıklar).

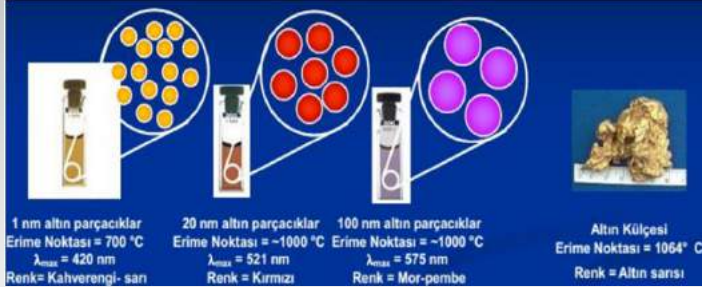
İkinci Nesil (~2005): Aktif Nanoyapılar; Çok işlevli nanoyapılardır (Hedefe odaklı ilaç taşınımı, biyolojik aygıtlar, 3-boyutlu transistörler).

Üçüncü Nesil (~2010): Nanosistemler (Nanorobotlar, 3-boyutlu ağlar).

Dördüncü Nesil (~20015): Moleküler nanosistemler (Tasarlanmış molekül sistemleri, atomik tasarımlar).

Malzemelerin nano boyuttaki özellikleri makro ve mikro boyuta göre farklılık gösterir. Malzeme nano boyuta indikçe yüzey hacim oranı hızla artmaktadır. Bu durumda yüzey atom oranı tüm malzeme ile kıyaslandığında artar ve malzeme yüzey enerjisi arttığından malzeme daha reaktif hale gelmektedir. Daha reaktif hale gelen malzemenin dayanım ve elektriksel özellikleri de boyut değişimi ile etkilenir. Örneğin normal şartlarda 1064 °C ergiyen altın (Au) 2,5 nm boyunda 700°C civarında ergimektedir. Ayrıca

nano boyutta kütle içi ara yüzeyler arttığından nikel sertleştirilmiş çelik kadar dayanıklı hale gelebilir. Özellikle nano ölçeğin dibine doğru gidildikçe kuantum özellikleri maddenin özelliklerine hâkim olmaya başlar. Bu nedenle malzemelerin optik, elektrik ve manyetik özellikleri değişmektedir.



Şekil 2: Altın nanopartiküllerinin boyut ile erime sıcaklığı ve renk değişimi [3].

Büyüklikle Değişen Özellikler:

- Kimyasal özellikler: reaktivite-katalitik özellikler,
- Termal özellikler: Erime sıcaklığı,
- Mekanik özellikler: yapışma- kapillary kuvvetler,
- Optik özellikler: Işığın soğurulma ve saçılması,
- Elektriksel özellikler: Tünelleme akımları,
- Manyetik özellikler: Süperparamanyetik etkiler.

Nanoyapıların elde edilmesinde iki ana yöntem bulunmaktadır. Aşağıdan yukarıya ("bottom-up") ve yukarıdan aşağıya ("top down") olarak adlandırılan bu iki yaklaşım şu şekilde özetlenebilir: Bottom-up yöntemi: Aşağıdan yukarıya yaklaşımı (küçükten büyüğe), moleküler nanoteknolojiyi belirtir ve organik veya inorganik yapıları, maddenin en temel birimi olan atomlardan başlayarak atom atom, molekül molekül inşa edilmesi yöntemini ifade eder. Top-down yöntemi: Yukarıdan aşağıya yaklaşımı (büyükten küçüğe), makineler, asitler ve benzeri mekanik ve kimyasal yöntemler kullanılarak nano yapıların fabrikasyonu ve imal edilmesi yöntemlerini ifade eder.

Teknolojinin bu günkü seviyesi sebebi ile yapılan çalışmaların birçoğu yukarıdan aşağıya (top-down) klasmanında değerlendirilir.

Birçok alanda başarılı uygulamaları olan nanoteknolojinin en sık kullanıldığı alanlardan biride sağlık alanıdır. Bir DNA molekülünün 2 nm olduğu göz önüne alındığında nanoteknoloji ile moleküler düzeye inmeyi başarmış olacağız. Birçok hastalığın teşhis ve tedavisinde, hastalık ve travmaların önlenmesinde canlı sistemleri taklit ederek moleküler cihazların geliştirilmesi ve kullanımı ile nanoteknoloji sağlık alanında önemli gelişmelere kaynak olmuştur. Böylece geleneksel tıp bilgileri yeniden şekillenmeye başlamıştır.

Nanoteknolojinin sağlık alanındaki uygulamaları genel olarak nanotıp olarak adlandırılabilir. Nanotıpın tarihsel gelişimine bakıldığında 'Vantastic Voyage' isimli 1966 yazılan roman karşımıza çıkar. Yazıldığı dönem göze alındığında bilim kurgu kabul edilen bu romanda beyin damarları tıkanan bir bilim adamının tedavisi için beyine yollanan minyatür bilim ekibinin yolculuğu anlatılmıştır. Bu romandan esinlenen Freitas aynı mantıkla romanın yazılımından yaklaşık 20 yıl sonra normal oksijenden 236 kat fazla oksijen taşıyan 'respirocycle' isimli nanorobotu geliştirmiştir. Respirocycle nanotıpın ilk uygulamasıdır.



Şekil 3: Nanotıp'ın esinlendiği bilim kurgu kitabı.

Nanotıp alanındaki araştırmaların gelişmesi ile ortaya çıkan sonuçlar göstermiştir ki, vücudumuz nanoboyuttaki yapılara konvansiyonel yapılara göre çok daha farklı cevap vermektedir. Teşhis amaçlı kullandığımız konvansiyonel görüntüleme yöntemleri biyolojik yapıdaki büyüme ve değişimleri göstermektedir. Görüntüleme yöntemlerinin yeterli olmadığı durumlarda ise biyopsi ile hastalık teşhisi yapılmaktadır. Ancak bu yöntemler örneğin kanserli hücre sayısı 10^8 'ya da tümör çapı 1 cm'den yakın olduğu durumlarda yeterlidir. Bu durum, kanserin erken teşhis edilmesini kısıtlar. Ayrıca bu yöntemlerinden önemli eksikliği spektrum aralığının sınırlı oluşu, penetrasyon derinliğinin azlığı, sinyal/gürültü oranının düşüklüğü ve hedef hücrelerin tam olarak odaklanamamasıdır. Nanoyapıların tek bir tümör hücresinin bile içine girmesi sayesinde görüntüleme tekniklerinin başarısı da artmaktadır. Örneğin klasik mamografi görüntülemelerinde 10^6 tümör hücresi olması gerekirken nanoteknoloji ile bu sayı 100 hücreye kadar inmiştir.

Nanoteknolojik uygulamalar gelişme gösterdikçe, özellikle farmakolojik çalışmalarda artış gözlenmiştir. Konvansiyonel ilaç sistemlerinde etkin maddenin tüm vücuda dağılımı, hastalıklı bölgeye seçici özellik gösterememesi, sağlıklı dokuları etkilemesi, istenilen etkiyi sağlamak için yüksek dozda ilaca ihtiyaç duyulması, ilaç dozundaki artış ile toksik ve yan etkilerin artışı gibi olumsuz özellikler görülmektedir. İlaç taşıyıcı sistemlerde nanoteknoloji ile hedeflendirme teknikleri bu olumsuz etkiler ortadan kaldırabilir. İlaç hedeflendirme sistemlerinin esasları:

- İlacın istenilen hastalıklı bölgeye yönlendirilmesi,

- İlacın hedef bölgede salınım yaparak etkinliğinin artması,
- Dozun azalmasına bağlı yan etkilerde azalmadır [4, 5].

İlaç taşıyıcı sistemlerde hedefleme çalışmaları, pasif hedefleme ve aktif hedefleme olarak iki teknikte yapılmaktadır.

Pasif Hedefleme: 1986 yılında tanımlanan pasif hedefleme, arttırılmış geçirgenlik ve alıkonma etkisi (enhanced permeability and retention effect, EPR) olarak da bilinmektedir[6]. Çeşitli büyüklükteki moleküllerin tümör dokusunda normal dokularda mümkün olmayan şekilde kümelenmesi pasif hedeflemenin temelini oluşturur. Tümörlü bölgede lenfatik drenaj bozulduğundan interstiyel sıvı drenajı minimumdur. Bu nedenle çok küçük boyuttaki yapıların difüzyonu engellenmiştir ve tümör etrafında kümelenirler. Böylece ilaç seçici olarak tümörlü bölgede birikir. EPR etkisi kemoterapi uygulamalarında bir dönüm noktası olarak kabul edilmiştir. Ancak her tümörün farklı EPR etkisine sahip olması pasif hedefleme uygulamalarını sınırlandırmıştır.

Partikül boyutu, yüzey özellikleri, etkin madde yükleme ve salınımı pasif hedeflemeyi etkileyen faktörlerdir. Damar yapısı, tümör tipi, hastalık evresi ve maligniteye göre değişim gösterse de optimal partikül boyutu 10-100 nm arasındadır [8]. Yüzey hacim oranı partikül boyutu küçüldükçe arttığından, boyut küçüldükçe ilaç yüzeye daha yakındır ve daha hızlı salınır. Partikül boyutu büyüdükçe, partikül çekirdeği büyür, taşınan ilaç miktarı artar ancak ilaç salınımı yavaşlar. İlacın biyolojik ortamda parçalanmaması ve başarılı şekilde taşınabilmesi için hidrofilik polimerlerle kaplanır. Böylece ilacın sirkülasyon süresinde artış sağlanır.

Aktif Hedefleme: Tümör dokusu içindeki besin ihtiyacı, normal dokulara kıyasla çok daha fazladır. Bu nedene tümörlü hücrelerde reseptör sayısında artış söz konusudur. Aktif hedefleme yüzeydeki reseptörlere seçimli olarak bağlanabilen ligandlar ile modifiye edilen taşıyıcı sistemler ile sağlanmaktadır[9]. Böylece tümör içersinde sitotoksite ve törapatik etkiler artarken, çoklu ilaç direnci kırılır ve sağlıklı hücrelerin göreceği zarar minumuma indirilir [10].

Aktif hedeflemede, kimyasal (pH, ROS, protezlar) , fiziksel (ısı, magnetik alan, ultrason) ya da hücreye spesifik bağlanmadan yararlanılabilir [5]. Aktif hedeflemeyi etkileyen en önemli parametreler, ligand yoğunluğu, nanopartikül büyüklüğü, şekli, yüzey ve ligand yüküdür. Tümör seçiciliğinin artması için yüzeydeki reseptörlerin sayısı normal hücreden fazla olmalıdır. Ligandlar yüklü moleküller olduğundan ligand yoğunluğu, materyali ve nanopartikül formülasyonu hedeflemeyi etkilemektedir [6].

Tablo 1: Aktif ve Pasif Hedefleme ile yapılan örnek çalışmalar.

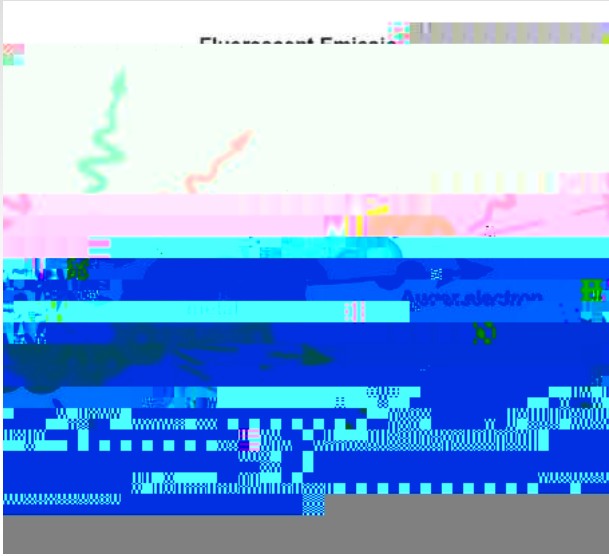
Yıl	Hedefleme	Bileşik	Hücre	Konu
2010	Pasif	PEG-PLGA-endostar	Kolon	Endostar ve endostar yüklü PEG-PLGA'nın pasif hedefleme ile kolon kanserinde antitümör etkinliği incelenmiştir. Pasif hedefleme ile ilaç yükleme kapasitesi %8'den %80'lere yükselmiştir, yarılanma ömrü ve tümör doubling süresinin uzadığı raporlanmıştır [11].
2011	Pasif	PLGA-paklitaksel	Lösemi	Paklitaxel yüklü PLGA nanopartiküllerin ilaç yükleme ve salım kapasitesi ile hücre canlılığına etkisi incelenmiştir. Partikül boyutu 250-300 nm olan paklitaksel yüklü PLGA %98 enkapsüle edilmiştir. Paklitaksel ile kıyaslandığında hücre içinde daha yüksek akümülyasyon ve sitotoksiteye sahiptir [12].

Nanopartiküllerin Radyoterapide Kullanımı

Nanopartiküllerin sağlık alanında başarılı uygulamaları ile son yıllarda radyoterapi ile ilgili çalışmalarda da artış söz konusudur. Nanomalzemeler radyoterapide radyoduyarlastıcı olarak kullanılmaya başlanmıştır ve Nanopartiküllerle Artırılmış X-

apoptoz, ROS, hücre döngüsü etkisi ve by-stander etkiyi incelemektedir [20].

Fiziksel Etki: Nanopartikül formundaki metaller, fotonlarla etkileşimi artırır. Fotonların metallerle etkileşiminde birden fazla olasılık söz konusudur (Şekil 6). Kanser tedavisinde en önemli etkileşimler ise fotoelektrik etki, Compton etkisi, Auger elektronları ve çift oluşumdur.

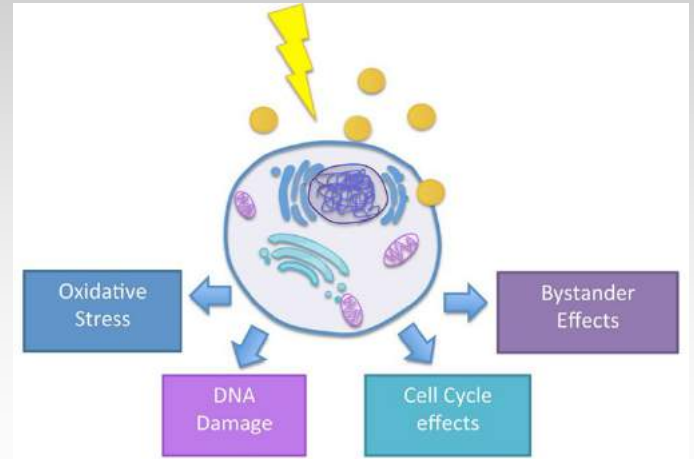


Şekil 5: Yüksek atom numaralı metal nanopartiküllerin X-ışını etkileşimleri [21].

Fotoelektrik etki, gelen fotonun enerjisinin küpü ile ters, hedef molekülün atom numarasının küpü ile doğru orantılıdır. Fotoelektrik etki ile oluşan elektronlar enerjilerini hedef hücreye aktarırlar ve DNA'da hasara sebep olurlar[22]. Auger elektronları ise foto elektronlara göre yüksek enerji transferine sahiptirler ve menzilleri kısadır. Bu nedenle tümör içi dozu artarken, sağlıklı dokuların korunmasını sağlarlar [23].

Biyolojik Etki: Klinik radyoterapi uygulamalarında yüksek enerjiler kullanılmaktadır ve Compton saçılması yüksek enerjilerde baskındır. Ancak

Compton saçılması atom numarasından bağımsızdır. Buna rağmen yüksek atom numaralı metal nanopartikülle hem MeV, hem de keV enerjilerinde radyoduyarlastırıcı etkiye sahiptirler. Bu durumun sebebi, yüksek atom numaralı metal nanopartiküllerin oksidatif stres, DNA hasarı, hücre döngüsü etkisi ve by-stander etkisine sahip olmalarıdır[24].



Şekil 6 :Metal nanopartiküllerin radyoduyarlastırıcı biyolojik etki mekanizması[24].

Yüksek atom numaralı metal nanopartiküller radyoterapi ile beraber kullanıldığında ROS seviyesinde belirgin artışlara sebep olup buna bağlı olarak da oksidatif DNA hasarını artırır [25,26]. Radyasyonun biyolojik etkilerini tanımlayan faktörlerden biri de hücre döngüsü etkisidir. Yüksek atom numaralı nanopartiküllerin kullanımı hücre döngüsünü yavaşlatmaktadır. Hücre tipi, kullanılan nanopartikül tipi, şekli ve boyutuna bağlı olarak hücre döngüsünün G0-1 ve G2-M fazlarında yavaşlama görülmektedir [11].

Radyoduyarlastırıcı olarak kullanılan metal nanopartiküllerden en sık tercih edilen Altın Nanopartikülleridir. Bunun sebebi ise;

- Yüksek atom numarasından dolayı artan fotoelektrik etki ve kontrast ajanı olarak

kullanılabilmesi (biyolojik görüntüleme),

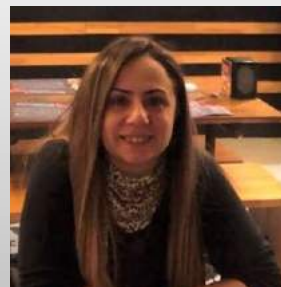
- İnert ve biyouyumlu bir malzeme olması,
- EPR etkisi ile tümör dokusuna penetrasyonunun yüksek olması,
- Farklı şekil ve boyutlarda elde edilebilmesi,
- Yüksek yüzey/hacim oranı ile ilaç ve ajan taşınımında artış olarak sıralanabilir[23].

Altın nanopartiküllerin radyoterapi etkinliğini inceleyen birçok yeni çalışma mevcuttur. Chen ve ark. 28 nm çaplı BSA-kaplı Altın-nanopartiküllerin etkisini U87 GBM hücrelerinde incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, nanopartiküllerle inkübe edilen hücrelerin radyoterapi sonrasında daha küçük kolonilere sahip olduğu, nanopartikül kullanımı ile tümör duyarlaştırıcı etkinin 1,37 kat arttığı ve DNA hasarı ve apoptozun arttığı belirlenmiştir [27]. Literatürdeki çalışmalar dikkate alındığında metal nanopartiküller sayesinde toplam tedavi dozunda azalma, tümör hacminde daha hızlı küçülme, çok daha fazla DNA hasarı, hücre siklusu kontrolü ve sağlıklı dokuların maruz kaldığı dozda azalmaların mümkün olabileceğini görmekteyiz.

Kaynaklar

1. Weston, D. and T. Bontoux, *Institutional Profile: The London Centre for Nanotechnology*. Nanomedicine, 2009. **4**(8): p. 869-873.
2. Bayda, S., et al., *The history of nanoscience and nanotechnology: from chemical-physical applications to nanomedicine*. Molecules, 2020. **25**(1): p. 112.
3. Grubu, T.N.S., *Nanobilim ve Nanoteknoloji Stratejileri Vizyon 2023 Projesi*. 2004.
4. Allen, T.M., *Liposomes*. Drugs, 1997. **54**(4): p. 8-14.
5. SAYINER, Ö. and T. ÇOMOĞLU, *Nanotaşıyıcı sistemlerde hedeflendirme*. 2016.
6. Bertrand, N., et al., *Cancer nanotechnology: the impact of passive and active targeting in the era of modern cancer biology*. Advanced drug delivery reviews, 2014. **66**: p. 2-25.
7. Bozzuto, G. and A. Molinari, *Liposomes as nanomedical devices*. International journal of nanomedicine, 2015. **10**: p. 975.
8. Lee, C., et al., *Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene*. Science, 2008. **321**(5887): p. 385-388.
9. Haley, B. and E. Frenkel. *Nanoparticles for drug delivery in cancer treatment*. in *Urologic Oncology: Seminars and original investigations*. 2008. Elsevier.
10. Pérez-Herrero, E. and A. Fernández-Medarde, *Advanced targeted therapies in cancer: Drug nanocarriers, the future of chemotherapy*. European journal of pharmaceuticals biopharmaceutics, 2015. **93**: p. 52-79.
11. Zhang, X., et al., *Octaarginine-modified gold nanoparticles enhance the radiosensitivity of human colorectal cancer cell line LS180 to megavoltage radiation*. International journal of nanomedicine, 2018. **13**: p. 3541.
12. Bojat, V., V. Balabanyan, and R. Alyautdin, *The entrapment of paclitaxel in PLGA nanoparticles increases its cytotoxicity against multiresistant*

- cell line. Journal of Advances in MedicineMedical Research, 2011: p. 306-319.
13. Monge-Fuentes, V., et al., *Photodynamic therapy mediated by acai oil (Euterpe oleracea Martius) in nanoemulsion: A potential treatment for melanoma*. Journal of PhotochemistryPhotobiology B: Biology, 2017. **166**: p. 301-310.
 14. Reuveni, T., et al., *Targeted gold nanoparticles enable molecular CT imaging of cancer: an in vivo study*. 2011. **6**: p. 2859.
 15. Guo, T., *Nanoparticle radiosensitizers*. atent WO2006037081, 2006: p. Q3.
 16. Praetorius, N.P. and T.K. Mandal, *Engineered nanoparticles in cancer therapy*. Recent Patents on Drug Delivery Formulation, 2007. **1** (1): p. 37-51.
 17. Juzenas, P., et al., *Quantum dots and nanoparticles for photodynamic and radiation therapies of cancer*. Advanced drug delivery reviews, 2008. **60**(15): p. 1600-1614.
 18. Liu, Y., et al., *Metal-based nanoenhancers for future radiotherapy: radiosensitizing and synergistic effects on tumor cells*. Theranostics, 2018. **8**(7): p. 1824.
 19. Vines, J.B., et al., *Gold nanoparticles for photothermal cancer therapy*. Frontiers in chemistry, 2019. **7**: p. 167.
 20. Butterworth, K.T., et al., *Physical basis and biological mechanisms of gold nanoparticle radiosensitization*. Nanoscale, 2012. **4**(16): p. 4830-4838.
 21. Kwatra, D., A. Venugopal, and S. Anant, *Nanoparticles in radiation therapy: a summary of various approaches to enhance radiosensitization in cancer*. Transl Cancer Res, 2013. **2**(4): p. 330-342.
 22. Hall, E. and A. Giaccia, *Radiobiology for the radiologist eighth edition*. 2018, Wolters Kluwer Health.
 23. Jeremic, B., A.R. Aguerri, and N. Filipovic, *Radiosensitization by gold nanoparticles*. Clinical Translational Oncology, 2013. **15**(8): p. 593-601.
 24. Rosa, S., et al., *Biological mechanisms of gold nanoparticle radiosensitization*. Cancer nanotechnology, 2017. **8**(1): p. 1-25.
 25. Chompoosor, A., et al., *The role of surface functionality on acute cytotoxicity, ROS generation and DNA damage by cationic gold nanoparticles*. Small, 2010. **6**(20): p. 2246-2249.
 26. Pan, Y., et al., *Size-dependent cytotoxicity of gold nanoparticles*. Small, 2007. **3**(11): p. 1941-1949.
 27. Chen, N., et al., *BSA capped Au nanoparticle as an efficient sensitizer for glioblastoma tumor radiation therapy*. RSC Advances, 2015. **5**(51): p. 40514-40520.



Med. Fiz. Uzm. Yeliz Yalçın

Lisans eğitimini Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümünde 2008 yılında tamamladı. 2012 yılında Hacettepe Üniversitesi Radyoterapi Fiziği Bölümünde yüksek lisans eğitimini, 2021 yılında Bülent Ecevit Üniversitesi Nanoteknoloji Mühendisliğinde doktora eğitimini tamamladı. Denizli Onkomer Özel Onkoloji Merkezi bünyesinde Aydın Atatürk Devlet Hastanesi'nde halen Medikal Fizik Uzmanı olarak görev yapmaktadır.

RADYOTERAPİ TEKNİKERLERİ DERNEĞİ YENİ SEÇİLEN BAŞKANI

AYDIN ÖZKAYNAK İLE RÖPORTAJ

Bu sayımızda RTT Derneği başkanlığına seçilen Aydın Özkaynak ile röportajımız var. Kendisi ile röportajı deneyimli tekniker arkadaşımız Erhan Erge yaptı. RTT derneğinin gelecek hedeflerini okuyabileceğiniz sohbetimizi keyifle okuyacağınızı umuyoruz.

EE. Kendinizi bize biraz tanıtabilir misiniz?

AÖ. Merhaba ben Aydın Özkaynak 1999 Yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Hizmetleri bölümünden mezun oldum. O tarihten beri de aktif sahada çalışmaktayım. 2009-2012-2014-2016-2018 tarihlerinde çeşitli zaman aralıklarında MD Anderson Cancer Center’da “training and observer” olarak bulundum. Meslek hayatımın hemen hemen tamamını aynı kurum bünyesinde ki hastanelerde tamamladım.



Resim 1. Dernek başkanı Aydın Özkaynak ve röportajı yapan tekniker arkadaşımız Erhan Erge

EE. Derneğiniz hakkında bilgi verebilir misiniz? Tarihçesi, kaç üyeniz var, üyelerin dağılımı, misyonunuz vs.

AÖ. Derneğimiz resmi olarak 11 Ekim 2011 tarihinde kurulmuştur. Yolumuz kısa bir sürede olsa Cerrahpaşa Tıp Fakültesinde kesişen değerli meslektaşım Gökhan Özuynuk ile zaman zaman konuşur bazen yazıya dökmeye çalışır çoğu zamanda Gökhan beyin hayal ve planlarına acaba yapabilir miyiz sorusuna cevap bulmaya çalıştım. Zaman zaman farklı derneklerin çalışma alt grubunda Radyoterapi Teknikerlerini Temsil etmeye çalıştık. Nihayetinde Gökhan beyin büyük gayreti ve ben, Muharrem Yanar, Derya Çöne, Fırat Akın, Volkan Çakır ve Gülhan Mazı ile kurucu üyeler olarak yola çıktık. O günden bugüne yönetim kurulunda ve tüm kurullarda olan meslektaşlarıma sonsuz şükranlarımı sunarım.

-Derneğimizin Derbis sistemi üzerine kayıtlı üye sayısı her geçen gün artıyor, aramıza devlet, özel ve üniversite hastanelerinde yeni yeni arkadaşlar katılıyor.

-Yoğun olarak bir grup yok. Daha öncelerden özel yoğunluk da idi ama şimdi üniversite ve devlet hepsi hemen hemen eşit diyebilirim.

-Misyonumuz, Ülkemizdeki Radyoterapi Teknikerliğini daha kaliteli, uluslararası standartların üstünde Asya dan Amerika ya tüm kıtalarda tanınan bir meslek örgütü yapmak.

EE. Yeni dönem için başkan seçildiniz. Sizi ve yönetim kurulunuzu dergi editör grubu olarak tebrik ederiz. Neler var yapmayı planladığınız yeni dönemde?

AÖ. Derneğin kurucu üyelerinden birisi olmanın gururunu taşıyorum, amacımız derneğin kurulmasından önce ve sonrasında çalışan meslektaşlarımızı, mezun ve öğrenci arkadaşlarımızı bir çatı altında toplamak ortak bir dil konuşmak mesleki bilgi, birikim ve tecrübelerimizi meslektaşlarımızla paylaşıp mesleğimizi daha tanılır, bilinir ve saygın bir hale getirmek.

Dünya artık küçük bir köy, mesafeler kıaldı bilgi artık sadece bir tık uzakta oldu. Yapmak istediğimiz en büyük işler, dünyanın her yerindeki meslektaşlarımızla iletişim kurmak, kıyaslamalar yapmak, çalışma koşullarını düzeltmek, olumlu veya olumsuz klinik farklılıklarımızı görerek varsa eksiklerimizi düzeltmek olacaktır.



Resim 2. Dernek yönetimi

EE. Günümüzde radyoterapi teknikerinin görev ve sorumlulukları nelerdir?

AÖ. Bu çok zor bir soru. Teknik olarak şöyle diyebilirim: 1219 Sayılı konuda var ama bölümlere göre farklılıklar gösterebiliyor. Maalesef günümüz çalışma koşulları, hasta yoğunlukları ve maaş adaletsizlikleri bu sorunun cevabını değiştiriyor. Özel sektörde çalışan birçok meslektaşımız birçok işleri

yaparken devlet de ya da üniversitede çalışan benim görev tanımım da yok deyip yapmaya biliyor. Ben yine de olması gerek bir takım olmazsa olmazları da burada belirtmek isterim. Bence, tekniker sabah çalışacağı cihaza gelir gelmez açmadan içeri ve dışarda herhangi bir olumsuz durum var mı önce onu gözlemlemeli sonrasında cihazı açıp sabah ölçüm ve kalibrasyonlarını yapmalı, eğer farklı cihaz sorumlulukları da var ise CT gibi onlara da bakıp, maske potası kontrolü, mold odası, kontrolü gibi sahasında olan her yere bakmalı ve görmeli. Olan veya olabilecek olumsuzlukları amirine bildirmeli iş akışında olumsuzlukla karşılaşmamalı.

EE. Çalışan radyoterapi teknikerlerinde mevcut temel sorunlar nelerdir?

AÖ. Özel merkezlerde işverenlerin mobingleri, devlet hastanelerinde iş akış şemasında görev karmaşaları en büyük sorunlar arasındadır. Bunu yapmak senin görevin mi benim görevim mi? Ayrıca gelir adaletsizliği, fazla mesai ücretinin ödenmek istenmeyişi ya da düşük ücretler ödenmesi, kadın çalışanların hamilelik ve doğum izin sürelerinin kesilmek istenmesi yasal hakkı olduğu halde süt izni veya ücretsiz izni uzatmasında olumsuz dönüşler olması diğer büyük sorunlardandır.

EE. Üniversiteden mezun birçok iş bulamayan meslektaşlarınız mevcut. Bu kişiler için derneğiniz ne gibi çalışmalar yapıyor?

AÖ. Bu bizim en büyük sorunlarımızdan bir tanesi. Daha önceki başkan Sayın Abidin Tecik ve şu an Genel Sekreterimiz Funda Kayacı hanımın ile Sağlık Bakanlığı müsteşar düzeyinde görüşmeler yapılmıştı. Sağlık bakanlığı topu YÖK'e atıyor. YÖK ise şartları sağlayan

üniversiteye ben bölüm açma yetkisi veririm demektedir. Maalesef özel üniversiteler için de ticari unsura dönüşüyoruz.

Kurucu üyesi de olduğumuz Sağlık Profesyonelleri Platformu ile toplu olarak gittiğimiz Sağlık bakanlığı Müsteşar ziyaretlerinde olumlu kazanımlar elde ettiğimizi düşünüyoruz. En azından daha önce 4-5 kişilik atama yapılırken şimdilerde 11-15 sayılarına ulaştık. Tabiki çok yetersiz sayılar. Şimdilerde ise yurtdışında çalışma fırsatlarını değerlendiriyoruz. Almanya bu konuda en az sorunlu ülkelerden. En azından denklik alabiliyor ve koşulları uyarlayabilen tekniker çalışabiliyor. Beklide bundan sonraki süreçte yurtdışına gitmek isteyen teknikere de yardımcı olmaya çalışacağız.

EE. Pandemi dönemini nasıl geçirdiniz? Meslektaşlarınızı salgından korumak ve moral düzeylerini yüksek tutmak için neler yaptınız?

AÖ. Bildiğiniz üzere ilk vaka sayın bakanımız Fahrettin KOCA tarafında 11 Mart 2020 tarihinde açıklandı. Ben o dönem de derneğimizin yönetim kurulunda genel sekreter görevini yapıyordum. Hemen yönetim kurulumuzu topladık ve ne gibi reaksiyon alabilirizi tartıştık. Online toplantılar düzenleyerek gerekli önlemleri almaya çalıştık. Sahadaki arkadaşlara ulaşmaya çalıştık. Ne gibi sorunları olduğunu malzeme tedarikinde eksiklik veya aksama var mı bunları araştırdık. Covit-19 ile mücadelede derneğimize üye olan ya da olmayan tüm meslektaşlarımıza kargo ile bone gönderdik. Salgının yoğun olduğu ve başka bölümlerde görevlendirmeler başlayınca dönemin TROD başkanı Sayın Yavuz Anacak hocamızdan yardım istedik. Yanlış

hatırlamıyorsam aynı sorun tüm Radyasyon Onkolojilerinde olmaya başlayınca değerli hocalarımızın da büyük gayreti ile görevlendirmeler durduruldu.



Resim 3. Pandemi döneminde radyoterapi teknikerlerimiz

EE. Diğer Dernekler ile (MFD ve TROD) ilişkileriniz nasıl? Beklentileriniz nelerdir?

AÖ. Aslında bu sorunuza az önce de biraz değinmiş olduk. Hem Medikal Fizik hem de TROD ile kurulduğumuz günden beri dirsek temasındayız diyebilirim. Hem Medikal Fizik de hem de TROD daki hocalarımızın ışığı ilk günden beri yolumuzu aydınlatmaya devam ediyorlar. Bundan sonraki süreçte de bizlere olan desteklerinin artarak devam edeceğini umut ediyoruz.

EE. Gelecekte dernek olarak beklentileriniz nelerdir?

AÖ. Gelecekte beklentimiz çok fazla; hem dernek hem de meslek olarak çok genç bir topluluğuz, eğitim

ve gelişime önem vermekteyiz. Sahada çalışan bir çok tekniker arkadaşımız zorlu hayat şartlarından dolayı iki yıllık bir okul tercih etmek zorunda kalmış, bir an evvel iş bulup hayata kısa yoldan atılmışlardır. Şimdilerde ise artık birçok meslektaşımız farklı dil hatta diller konuşabiliyor, artık istiyoruz ki bizler de Lisans eğitimi alalım akademik olarak da kariyer yapalım. Bu konuda da Hem Medikal Fizik hem de TROD un bize sonsuz destek sağlayacağına inanıyoruz.

EE. Derneğiniz uluslararası entegrasyonu sağlamak için bu platformda ne gibi çalışmalar yapmaktadır?

AÖ. Uluslararası organizasyon olan Seetro ve Estro ile de ortak çalışmalarımız oldu ve artarak devam ettirmek istiyoruz. Estro'nun Atom enerji ile yürüttüğü tekniker eğitimlerine pandemi öncesinde katıldık ve bir sonrakine de tekniker başvurumuz oldu. Bu süreçte de yine Yavuz ANACAK hocamız çok büyük destekçimiz oldu. SEETRO için ise pandemi öncesi Bulgaristan Sofya/Tokuda da yapılan organizasyona yaklaşık kırk tekniker ile katıldık. Şimdi amacımız bir sonraki Makedonya da yapılacak organizasyona yine kalabalık katılıp sonraki organizasyonu ülkemize getirip ülkemizde uluslararası bir organizasyona imza atmak.

RTTDER YÖNETİM KURULU

1. AYDIN ÖZKAYNAK - BAŞKAN (AMERİKAN HASTANESİ)
2. FUNDA KAYACI - GENEL SEKRETER, SOSYAL MEDYA (HACETTEPE TIP FAKÜLTESİ)

3. ERHAN ERGE - ÖZLÜK HAKLARI, OKULLAR VE ÖĞRENCİLER ARASI İLİŞKİLER (ŞİŞLİ HAMİDİYE ETFAL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ)
4. DERYA ÇÖNE - YURT İÇİ YURT DIŞI EĞİTİMLER (ALTUNİZADE ACIBADEM HASTANESİ)
5. ÜMMÜ ALATLI - MALİ İŞLER (İSTANBUL HAYDARPAŞA NUMUNE EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ)
6. REŞİT BAĞRA - SPONSORLUKLAR BÜYÜME
7. İLKAY SERBEZ - İNOVASYON, DERNEĞE KAYNAK YARATIMI (MASLAK ACIBADEM HASTANESİ)

KURULLAR

1. ABİDİN TECİK - YURT İÇİ YURT DIŞI EĞİTİMLER (MEDİKAL PARK HASTANELERİ)
2. ALİ GÜNEŞ - SPONSORLUKLAR (ALTUNİZADE ACIBADEM HASTANESİ)
3. SEMA KURUN GÖKÇEOĞLU - MALİ İŞLER (ALTUNİZADE ACIBADEM HASTANESİ)
4. REYHAN SAYDAM - SOSYAL MEDYA VE İLETİŞİM (GAYRETTEPE FLORENCE NIGHTİNGALE HASTANESİ)
5. MUSTAFA KILIÇ - ÖZLÜK HAKLARI, OKULLAR VE ÖĞRENCİLER ARASI İLİŞKİLER (DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ)
6. OZAN ÖZMEN - MALİ İŞLER (JOHN HOPKİNS HASTANESİ-ANADOLU SAĞLIK MERKEZİ)

7. ONUR MÜEZZİNOĞLU - SOSYAL MEDYA VE İLETİŞİM (İSTANBUL ONKOLOJİ HASTANESİ)
8. YAKUP BARKODAT - DERBİS SİSTEMLERİ (KOÇ ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ)
9. ŞEYMA KIZILKAYA - ÖZLÜK HAKLARI, OKULLAR VE ÖĞRENCİLER ARASI İLİŞKİLER (KOÇ ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ)
10. OĞUZHAN KOÇMAR - GENÇ RTT GRUBU TEMSİLCİSİ (TRAKYA ÜNİVERSİTESİ HASTANESİ)
11. BERRA AYDEMİR - ÖZLÜK HAKLARI, OKULLAR VE ÖĞRENCİLER ARASI İLİŞKİLER (OKMEYDANI PROF DR CEMİL TAŞCIOĞLU ŞEHİR HASTANESİ)
12. ABDULKADİR ARSLAN - MALİ İŞLER (JOHN HOPKINS HASTANESİ ANADOLU SAĞLIK MERKEZİ))
13. YAVUZ KEŞKÜŞ - İNOVASYON, DERNEĞE KAYNAK YARATIMI (LİV ULUS HOSPİTAL)

Etfal Eğitim Araştırma Hastanesi Radyasyon Onkolojisi kliniğinde sorumlu tekniker olarak çalışmaktayım.



Erhan Erge

1974 İzmir doğumluyum.1993 yılında Ankara Üniversitesi Dikimevi SHMYO Radyoterapi bölümünü bitirdim. 2007 yılında

Anadolu Üniversitesi İktisat fakültesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstriyel İlişkiler bölümünden,2012-2014 yılları arasında Okan Üniversitesi Sağlıkta Kalite Yönetimi (Tezli) alanında yüksek lisansımı tamamladım.2015 yılında İstanbul Aydın Üniversitesinde,2015-2019 yılları arasında Altınbaş Üniversitesinde öğretim görevlisi olarak çalıştım.2019 yılında İstanbul Üniversitesi Sağlık Yönetimi bölümünde lisans tamamladım.Halen Şişli Hamidiye

GIDA IŞINLAMASI

Gıda Mühendisi Beyzanur Aykanat

RT Teknikeri Dilşah Aydoğmuş

Istanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda Mühendisliği Lisans bitirme tezi olarak Dr Chi-Ching LEE hocam ile radyasyonun meyvelerin raf ömrünü artırmada nasıl etkilediğini inceledik. Tez çalışmamızda düşük doz x-ışınları ile meyvelerin üzerindeki zararlı bakterileri yok ederek raf ömürlerini arttırmak ve küf oluşumunu geciktirmek hedeflenmiştir. Kolay bozulabilen gıda ürünleri, hem israfa hem de çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. Bunun yanısıra günümüzde insan popülasyonunun orantısız artışı gıdaya duyulan ihtiyacı da arttırmıştır. Tüketicinin bilinçlenmesi ise daha sağlıklı yiyecek arayışına sebep olmuştur. "Tarladan çataya" felsefesiyle gıdaların geçtiği her aşamayı inceleyen gıda bilimcileri, daha sağlıklı gıda sunmak, raf ömrünü uzatmak, israfı önlemek ve ekolojik dengeyi korumak amacıyla gıda ışınlama metodunu geliştirmiştir.

Gıda ışınlamanın tarihini anlamak için radyasyonun keşfine kadar gitmek gerekir. 1895'de Wilhem Conrad Röntgen tarafından X-ışınlarının keşfinden sonra Becquerel 1896'da radyoaktiviteyi fark etmiştir (Diehl, 2002). Bunun üzerine, J. Appleby ve A.J. Banks tarafından gıdalardaki mikroorganizmaları yok etmek için iyonize ışınların kullanılması önerildi ve patent mevzuları tartışıldı. Önerileri, tahıl gibi parçacıklı gıdaların ışınlanmasına dayanıyordu: "akışkan yatak" modelinde gıdanın ters yönünde içinden radon gazı akışını öneriyordu. Ancak "akışkan yatak" tasarımıdaki yiyecek tabakası, dar dozaj dağılımı sağlamak için sadece sınırlı bir kalınlığa sahipti. Bu

zorluklardan dolayı tasarım hiçbir zaman pratik olarak çalışılmadı (Ehlermann D. A., 2016). Hayata geçirilemeyen bu tasarımın ardından, 1921'de B. Schwartz, domuz eti içindeki trichinae'yi yok etmek için X-ışınları kullanmayı önerdi ve 1930'da Alman mühendis O. Wust'a, paketlenmiş gıdalardaki tüm mikropları öldürmek için X-ışınlarını kullanan bir yenilik için bir Fransız patenti verildi (Diehl, 2002). Ancak radyumun hazır bulunamaması, yetersiz makineler ve tek ışın kaynağı olması gibi problemler nedeniyle bu öneriler için ticari teknoloji mümkün olmadı (Bashir, vd., 2021).

1943'te ABD ordusu, sahadaki birlikler için konserve gıda bağımlılığını azaltmayı amaçlayan gıdaların ışınlama sterilizasyonu üzerinde çalışmaya başladı (Roberts, 2016). 1950'lerde nükleer enerji sektörünün gelişmesini takiben, kobalt-60 ve sezyum-137 gibi radyoaktif izotoplar, endüstriyel kullanım için bir radyasyon kaynağı ve ayrıca güçlü hızlandırıcı makine kaynakları olarak önemli sayıda erişilebilir hale geldi (Ehlermann D. A., 2016). Tüm bu gelişmeler sayesinde 1958 yılında Almanya'da ilk ticari gıda ışınlama uygulaması baharatların elektron ışını ile ışınlanması olarak tarihe geçti (Farkas ve Mohácsi-Farkas, 2011).

Gelişmeler birbiri ardına takip ederken, bireysel çalışmalar ve dünya çapında gıda ışınlamasına artan ilgi, bilim insanlarını birlikte çalışmaya teşvik etti ve 1966'da Almanya, Karlsruhe'de Birinci Uluslararası Gıda Işınlaması Sempozyumu (Farkas & Mohácsi-Farkas, 2011) 28 ülkeden temsilcilerin katılımıyla gerçekleşti (Diehl, 2002). Ancak bazı izinler verilmiş olmasına rağmen, gıda ışınlaması ile ilgili hala cevaplanmamış sorular, tüketimi ve satışı konusunda

şüphe uyandırıyordu. Sonuç olarak, gıda ışınlaması hakkındaki bu şüpheleri araştırmak için 1970 yılında Uluslararası Gıda Işınlaması Projesi (IFIP) oluşturuldu (Diehl, 2002).

IFIP, ışınlanmış gıdaların kimyasal analizine yönelik araştırmalara ve hayvan besleme çalışmalarına odaklanmıştır (Roberts, 2016). IFIP çalışmalarının sonuçlarını değerlendirmek üzere FAO/IAEA/WHO Işınlanmış Gıdaların Sağlıklılığı Ortak Uzman Komitesi (JECFI) kurulmuş ve bu komite, 10 kGy'ye kadar radyasyon dozunun gıdada herhangi bir toksik tehlike, beslenme ve mikrobiyolojik sorun gözlemlenmediğini doğrulamıştır (Diehl, 2002). JECFI 1981 tarihli makalesinde herhangi bir gıda ürününün toplam ortalama 10 kGy dozuna kadar ışınlaması toksikolojik tehlike oluşturmadığını; bu nedenle, bu şekilde muamele edilen gıdaların toksikolojik testine artık gerek olmadığını belirtmiştir (Roberts, 2016).

Gıda ışınlamasının kullanım alanına baktığımızda, kırmızı etten baharatlara, meyve ve sebzelerden konservelelere kadar birçok ürün raf ömrünü, ürün kalitesini, kimyasal ve fiziksel özelliklerini, ısı direncini ve renk değişikliklerini iyileştirmek için ışınlanmaktadır (Stewart, 2008). Uygulama türü ve ışınlama söz konusu olduğunda, sıklıkla tartışılan beş grup vardır. Beş grup arasında şunlar vardır: dünya çapında tüm ışınlanmış ürünlerin %46'sını oluşturan baharatların ve kuru sebzelerin dezenfeksiyonu; Sarımsak ve patates filizi inhibisyonu (%22) ; tahıl ve meyve ilaçlamaları (% 20) ; et ve deniz ürünleri dezenfeksiyonu (%8); ve sağlıklı gıdalar, mantarlar veya bal gibi ek gıda maddeleri (%4) (Kume, Furuta, Todoriki, Uenoyama, & Kobayashi, 2009). Yiyecekler için iyonlaştırıcı

radyasyon kullanıldığında, tipik olarak üç doz/ uygulama kategorisi dikkate alınır;

1. Filizlenmenin önlenmesi, olgunlaşmanın ertelenmesi ve/veya böcek kontrolü için kullanılan 1 kGy'ye kadar düşük bir doz,
2. Bozulmaya neden olan mikroorganizmaları, spor oluşturmayan patojenleri azaltmak ve/veya olgunlaşmayı geciktirmek için kullanılan 1 ila 10 kGy arasında değişen bir orta doz,
3. Çeşitli ürünler için mikroorganizmaları sterilite noktasına kadar ortadan kaldırmak için kullanılan 10 ila 50 kGy arasında değişen yüksek bir doz (Satin, 1996).

Patojenik mikroorganizmaları yok etmeyi amaçlayan bu teknik ayrıca kanserojen olduğu bilinen aflatoksin miktarını düşürmek için de denenmiştir. Zhang ve ark. (2018) tarafından yürütülen bir araştırmaya göre, 10 kGy'de gama ışınlaması, 30 ve 60 gün boyunca kültürlenmiş soya fasulyesinde sırasıyla aflatoksin B1'in %62,20 ve %76,38 eliminasyonu ile sonuçlanmıştır. Işınlama dozu 30 kGy'ye yükseltildiğinde ışınlanmış örneklerin hiçbirinde aflatoksin B1 tanımlanmamıştır. Bulgular Farag ve ark. (2004) yaptığı çalışmalarla örtüşmüş, 20 kGy dozunda gama ışınlamasının sarı mısırdaki aflatoksin B1'in %76'sını ve yer fıstığındaki aflatoksin B1'in %85'ini giderdiğini göstermiştir (Zhang, Xie ve Che, 2018). Bu çalışmaları destekleyen bir diğer araştırmada Prado ve ark. (2003), 10 kGy'lik bir ışınlama dozunun yer fıstığındaki

Yaptığımız tez çalışmasında, belirlemiş olduğumuz iki tür meyvenin ışınlaması yapılmış olup, durumları günlük ve haftalık periyodlar halinde izlenmiştir. Çalışma, deney bazında yapıldığı için meyveler tüketilmemiştir. Iba marka Dose 1 dozimetre ve FC-65 iyon odası kullanılarak belirli derinlikte bulunan meyvelerin alacağı doz ölçüldü ve hesaplandı. Meyve ışınlamaları Siemens Biograph mCT cihazında kullanılarak düşük enerji X-ışınlarıyla yapıldı. Pandemi sürecinden dolayı laboratuvar kullanımı mümkün olmadığından sadece yüzeysel değişiklikler gözlemlendi ve kayıt altına alındı.

Çilek ve malta eriği meyveleri hassas tartı ile tartılarak önceden gruplandırılmış şeffaf kutulara konuldu. Oluşturulmuş olan A,B ve C grupları farklı radyasyon dozuna maruz bırakılarak buz dolabında muhafaza edilmişlerdir.

İşinlama sırasında radyasyon hesaplama için kullanılan formüller aşağıdadır; (IAEA)

$$D = M_0 N D_w K_{q\theta} \quad F = N D_w K_s K_{pol} K_{elec} K_{q\theta} \frac{Su}{RW3} \quad k_{pol} = \frac{|M_+| + |M_-|}{2M}$$

$$M_0 = M_c K_{tp} K_s K_{pol} K_{elec} \quad k_s = a_0 + a_1 \frac{M_1}{M_2} + a_2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \quad k_{TP} = \frac{273.2 + T}{273.2 + T_0} \cdot \frac{P_0}{P}$$

A Grubu 0.02 kGy radyasyon dozuna maruz bırakılmıştır.

B Grubu 0.04 kGy radyasyon dozuna maruz bırakılmıştır.

C Grubu 0.06 kGy radyasyon dozuna maruz bırakılmıştır.

D Grubu radyasyona maruz kalmamıştır.

Hesaplamalar %5 belirsizlik içerisinde yapılmıştır.

Deney sonucunda, ışınlanmamış malta Eriklerinin yenemeyecekleri noktaya kadar bozulduğu gözlemlendi. Işınlanmış gruplar ise yenebilir durumdaydı. Aynı zamanda, başlangıçta çürük kısmı olan malta Eriklerinin ışınlanmadan sonra sağlıklı olan malta Eriklerini etkilemediği açıkça gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, düşük dozlu ışınlama, malta Eriklerinin raf ömrünü arttırabilir bir metod olarak değerlendirilebilir. Çileklere baktığımızda, düşük doz ışınlamanın çilekteki küf gelişimi üzerinde etkisinin olmadığı ve çileklerin raf ömrünü uzatmadığı gözlemlenmiştir.

Satin ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada bozulmaya neden olan mikroorganizmaları, spor oluşturmayan patojenleri azaltmak ve/veya olgunlaşmayı geciktirmek için kullanılan 1 ila 10 kGy arasında değişen bir orta doz ışınlamayı önermektedirler. Malta eriğinin kabuklu dış yapısı ve yoğun iç yapısı 0.02-0.06kGy arası radyasyonun etkili olduğu. Bu radyasyon dozlarının çilekte ise gözenekli yapısı ve daha az yoğun iç yapısı nedeniyle yeterli olmadığını düşünmekteyiz (Satin, 1996). Bir diğer sebep olarakta malta eriği ve çilekteki patojenler farklıdır; malta eriği *alternaria alternata* isimli mantar hastalığını taşıırken, çilekte *botrytis cinerea* küfü görünür. Bu iki farklı patojenin ışınlanmaya karşı dirençleri farklılık göstermektedir.



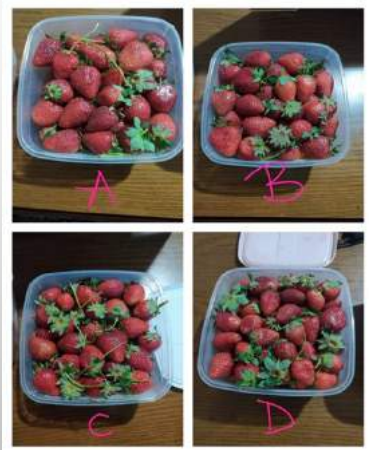
Resim1: Malta eriği numunelerinde ışınlamadan sonraki

1. Gün



Resim2: Malta eriği numunelerinde ışınlamadan sonraki

22. Gün



Resim 3: Çilek numunelerinde ışınlamadan sonraki

1. Gün4



Resim 4: Çilek numunelerinde ışınlamadan sonraki

22. Gün



Gıda Mühendisi Beyzanur Aykanat

Lisans eğitimimi 2021 Ağustos ayında İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Gıda

Mühendisliği (İngilizce) bölümünden mezun olarak tamamladım. Lise hayatımdan beri birçok farklı işte çalışarak iş hayatı tecrübesi kazandım. Öğrencilik hayatımda başta YTÜ Gezi ve Kampçılık Kulübü olmak üzere üniversite kulüplerinde faal olarak yer aldım. Fresh World, Healthfit Catering ve Dripesso firmalarında, biri zorunlu ikisi gönüllü olarak Gıda Mühendisi Stajyerliği yaptım. Ağustos ayından itibaren DQS Türkiye bünyesinde proje bazında Sürdürülebilirlik Denetçisi olarak görev alıyorum.



RT Teknikeri Dilşah Aydoğmuş

Eğitimimi 2017 yılında Şişli Meslek Yüksekokulu Radyoterapi Bölümünden mezun olarak tamamladım. Şişli

Semt Polikliniği, İstanbul Tıp Fakültesi Onkoloji

Enstitüsü, Şişli Hamidiye Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kartal Lütfü Kırdar Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Haydarpaşa Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi gibi birçok hastanede Radyoterapi Stajyerliği yaptım. 20 Temmuz 2018 - 16 Mayıs 2019 tarihleri arasında Memorial Sağlık Grubu, Medstar Antalya Hastanesi bünyesinde Radyoterapi Teknikeri olarak iş hayatına başladım. 31 Aralık 2019 tarihi itibarıyla iş hayatıma Yeni Yüzyıl Üniversitesi Özel Gaziosmanpaşa Hastanesi bünyesinde Radyoterapi Teknikeri olarak devam ediyorum.

THE REPORT OF AAPM TASK GROUP 263

Med. Fiz. Uzm. Taylan Tuğrul

American Association of Physicists in Medicine (AAPM) 2018 yılında "Standardizing Nomenclatures in Radiation Oncology" başlıklı bir rapor yayınlamıştır ve isimlendirme üzerinde bir fikir birliğini geliştirmek için TG-263 görev grubunu oluşturmuştur. Bu rapor, çok kurumlu ve çok satıcı işbirliği, fizikçileri, doktorları ve elektronik bilgi aktarımıyla uğraşan tüm kullanıcıları içermektedir. Bu raporda Radyasyon Onkolojisi topluluğunun; hedeflere, normal doku yapılarına, tedavi planlama kavramlarına ve ölçümlerine uygulanan standartlaştırılmış terminolojilerinden bahsedilmektedir. Kullanılacak olan bu tür bir standardın, rutin devam eden uygulamalar için klinikler içinde ve arasında güvenlik ve kalite çabalarını arttıracığı ve sonuç araştırmaları, kayıtlar ve klinik denemeler için bir veri havuzu oluşturmayı mümkün kılacağı da raporda belirtilmektedir. Standardizasyon, kalite güvencesi ve tedavi planı değerlendirmesi için ölçeklenebilir komut dosyası kullanımlarının geliştirilmesinde önemli bir öncü olabilir. Radyasyon Onkolojisi alanında isimlendirmelerin standartlaştırılması yoluyla artan netlik ve tutarlılık, geniş faydalar sağlayabilir.

AAPM Task Group 263, aşağıdaki konuları standartlaştırarak klinik araştırmalarda, veri havuzu oluşturma girişimlerinde, popülasyona dayalı çalışmalarda ve rutin klinik kullanım için radyasyon onkolojisinde isimlendirme kılavuzları sağlamaktır:

1. Görüntü işleme ve tedavi planlama sistemi platformlarında yapı adları;

2. Dozimetrik veriler için isimlendirme (örneğin, doz/volum histogramı [DVH]);
3. Standartların benimsenmesini kolaylaştırmak için yazılım platformlarının ilk alt kümesinin kullanıcıları ve klinik deney grupları için şablonlar;
4. Gelecekte tanımlanacak diğer yapıların eklenmesini barındırabilen isimlendirme şeması için şekillendirme.

Raporda QUANTEC işbirliğinin vizyonunun da, doz/hacim/sonuç araştırmalarını geliştirmek için kurumlar arasında bir veri havuzu kültürünün teşvik edilmesi olduğu belirtilmiştir. QUANTEC makalelerinin, hangi veri öğelerinin toplandığını ve bunların nasıl rapor edildiğini standartlaştırmanın önemini vurgulayarak, birleştirilmiş veri kümelerinin verimli kullanımı yoluyla paylaşılan bilgilerin gelişmesinin önündeki engelleri azalttığı da yine raporda sunulmuştur.

Daha önce yayınlanan, AAPM Task Group 113 kurum personelinden kalite güvence merkezlerine ve gönderilen verileri gözden geçirmekten sorumlu araştırmacılara kadar klinik araştırmalardaki tüm katılımcılar arasındaki etkileşimi kolaylaştırdığından, terminolojinin standartlaştırılmasını önermektedir.

Rutin hasta bakımının bir parçası olarak, klinikler ve satıcılar tarafından kullanılan ortak bir terminoloji oluşturmak, birden fazla kliniği ziyaret eden hastalar için gelişmiş bir veri alışverişi sağlar. Ortak bir adlandırma, değişkenliği ve belirsizliği en aza indirerek güvenliği de artırır. İsimlendirme, aynı zamanda, plan kalite kontrol sürecinin bölümlerini

otomatikleştirebilen ve güvenliği artırabilen yazılım çözümlerinin oluşturulması için önemli bir etkinleştirme faktörüdür.

The National Patient Safety Agency and the Radiation Oncology Safety Information System (ROSIS), radyasyon terapisindeki olumsuz olayları yayınlamıştır ve bunların esas olarak yanlış iletişimlerden kaynaklandığını bildirmiştir. Benzer şekilde, American Society for Radiation Oncology (ASTRO) ve AAPM tarafından desteklenen the Radiation Oncology-Incident Learning sistemi, radyasyon tedavisi reçetesinin yanlış iletilmesini bir sorun olarak belirlemiştir. Sonuç olarak, radyasyon tedavisinde gelişmiş iletişim, ASTRO'nun doz reçetelerinin standartlaştırılmasına ilişkin teknik incelemesinin temel taşıdır. Bu raporlar, hatalı veya eksik iletişimin zararlı etkilerini belgelemektedir. Task Group 263 raporunda, yapı adlarının standartlaştırılmasının, dikkat edilmesi gereken temel faktörlerden biri olduğu belirtilmiştir.

Bazı klinik uygulamalar ve denemeler için iletişimde tutarlılığı kolaylaştıran, güvenliği ve kaliteyi artıran yapılarla ilgili isimlendirmeler geliştirilmiştir. Bununla birlikte, aşağıdakiler de dahil olmak üzere, halihazırda önerilen sistemlerin daha genel kullanımını engelleyen birkaç engelin olduğu raporda bu şekilde belirtilmiştir:

Satıcıya dayalı zorluklar

- ◇ Uzunluk, özel karakterler ve büyük harf kullanımı dâhil olmak üzere yapılar için kullanılan karakter dizileri kısıtlamalarında satıcılar arası varyasyon.

- ◇ Dâhili ve yaygın web tabanlı veri aktarım biçimleriyle (örn. XML, JSON ve DICOM, veri tabanları ve yakında çıkacak olan HL7 FHIR standardı) ve düzenli ifade yazılım araçlarıyla uyumlu biçimleri kullanarak yazılım geliştirmek.

Çok kurumlu temelli zorluklar

- ◇ Standartları koordine etme sorumluluğunu üstlenecek net bir kurumsal gözetim grubunun olmaması.
- ◇ Belirli adlar kullanılmadığında bile, birden çok dile yayılan yönergelerin olmaması.
- ◇ Adlandırmaların tanımı için ortak bir dil standardının olmaması.
- ◇ Daha önce kullanılan terminolojiyi yeni standartlarla eşleştirmeyle ilgili zorluklar.
- ◇ Tanımları bir dilden diğerine eşlemek için çeviri tablolarının olmaması.
- ◇ Çok kurumlu klinik araştırmalara katılım eksikliği.

Tek kurumsal temelli zorluklar

- ◇ Bazı kurumlarda kullanılan veri yönetimi standartlarının gereksinimleriyle uyumsuzluk.
- ◇ Yeni bir terminoloji uygulamak için maliyet ve çaba.
- ◇ Farklı tedavi yöntemleriyle uyumluluk: external ışın fotonları, elektronlar, parçacık tedavisi ve brakiterapi.
- ◇ Hasta çizelgeleri ile etkileşime giren çeşitli personel grupları tarafından standartların tutarlı kullanımı (örneğin, doktorlar, fizikçiler, terapistler ve dozimetristler).

Klinik personel zorlukları

- ◊ Yanallık ve diğer yapı niteleyicilerini dikkate almak/tanımlamak için tutarsız yaklaşımlar.
- ◊ Otomatik bilgisayar algoritmalarının ilgili bilgileri çıkarmasını sağlamak için hedef yapıların tanımı için ayrıntılı ve sahaya özel kılavuzların eksikliği.
- ◊ Klinik protokollerde doz değerlendirmesi için kullanılan anatomik yapıların ve diğer yapıların (örneğin, cord + 5 mm, Body-PTV gibi risk altındaki organlardan oluşan yapılar) dâhil edilmesine izin veren bir şemanın olmaması.
- ◊ Standart bir terminolojinin yeni unsurlarını açıklığa kavuşturmak veya birleştirmek için açık yönergelerin olmaması.

TG-263 Grubu, yayınlanmış terminolojilerin, ticari olarak mevcut sistemlerde kullanılan yayınlanmamış terminolojilerin ve büyük akademik merkezlerde yayınlanmamış terminolojilerin ilk değerlendirmesiyle çalışmalarına başladı. Grup, ilgili kurumlardaki hedef ve hedef olmayan yapılar, doz hacim histogram ölçümleri, doz (Gy - cGy) ve adlandırmada kullanılan hacim birimleri (mL - cc) için isimlendirme standartları hakkında bilgi toplamıştır. Üyeler ayrıca, DVH değerlendirilmesi için örtüşen yapıların nasıl şekillendirildiğine ilişkin bir ankete tabi tutulmuştur. Bu anketin amacı, en yaygın olarak kullanılan yaklaşımları tanımlamak ve benimsemek değil, bunun yerine amaç, birden fazla kurumdaki yaklaşımlardaki benzerlikleri ve farklılıkları sınıflandırmak ve daha sonra görev grubu tarafından yol gösterici ilkelerin ve özel tavsiyelerin geliştirilmesi sırasında tartışılacak örnekler sunmaktır.

Grubun yapmış olduğu değerlendirmede hedef yapılara doz belirlemek için en sık kullanılan birim "cGy" idi. Örneğin, 5040 cGy alması öngörülen bir PTV yapısının adlandırılmasına doz dâhil edildiğinde, PTV5040, PTV50.4'ten daha yaygın olarak seçilmiştir. Alternatif olarak, DVH terminolojilerinde normal dokulara verilen dozları belirtmek için kullanılan birimler arasında en yaygın olanı "Gy" idi (örn., V2000cGy[%] yerine V20Gy[%]). Hacim raporlamak için en sık kullanılan standart birim "mL" veya "ml" yerine "cc" idi. TG-263 grubundaki katılımcılar, yapının kök adında bir önek tanımlamasının bir sonek olarak iki kat daha sık kullanıldığını belirtmişlerdir. Ön eke karşı son ek seçimi genellikle, yapı türlerini gruplandırmaya veya ekrandaki karakter sayısı az olduğunda görünürlüğüne göre sıralamaya öncelik vermeye dayanıyordu. Çoğu isimlendirme tek tip bir model takip etmeye çalışmıştır ve farklılıklar raporda Tablo 1'de birkaç örnekle gösterilmiştir.

Table 1. Variations in standardized nomenclatures reported for non-target structures by 16 institutions. The number in () indicates the number of respondents using the same value if > 1.

Structure	Number of Institutions	Examples
Left Optic Nerve	12	Lt Optic Nerve, OPTICN_L, OPTNRV_L, optic_nrv_l, L_optic_nerve, OPTIC_NRV_L, OpticNerve_L, LOPTIC, OpticNerve_L (3), Lef Optic Nerve, ON_L
Left Lung	12	Lt Lung, Lung_L(4), LUNG_L(3), lung_l, L_Lung, LLUNG, L Lung
Both Lungs	12	Lungs(2), LUNGS, LUNG_TOTAL, lung_total, combined_lung, LUNG, LUNGS(2), Lung, BilatLung, Lung_Both
8th Cranial Nerve	7	CN_VIII(5), cn_viii(2), CN8, CN_8
Right External Iliac Artery	2	A_ILIAC_E_R, a_iliac_e_r

İsimlendirmedeki benzerlikler, birkaç karakter gerektiren basit yapılar için en yüksek düzeydeydi (örneğin, heart veya HEART). Yapıyı temsil etmek için gereken karakter sayısı arttıkça varyasyonlar arttı; farklı satıcılar tarafından görüntülenen karakter dizilerindeki teknik sınırlamalar ve büyük harflere ve öğelerin boşluklara, alt çizgilere veya büyük ve küçük harf kombinasyonlarına göre ayrılmasına yönelik yerel tercihler, terminolojideki farklılıkların ana nedenleriydi.

Çoğu grup ortak yapılar (sol akciğer) için isimlendirmeler oluşturmuştu, ancak daha kapsamlı bir yapı listesi (sağ dış iliak arter) için tutarlı bir adlandırma stratejisi geliştirmemişti.

Hedef yapılar, isimlendirme yaklaşımlarında hedef olmayan yapılara göre daha geniş çeşitlilik göstermiştir. ICRU tarafından tanımlanan hedefler (GTV, CTV, ITV, PTV) ve ayrıca tümör yatağı hacimleri (TBV), internal gross target volumes (IGTV) ve internal clinical target volumes (ICTV) için çeşitli örnek ve sonek kombinasyonları; hedef konumu, hedef numarası, yapı türü, verilen doz, revizyon numarası, kişi şekillendirme kimliği vb. durumlar için kullanılmıştır. Büyük harf kullanımı ve öge ayrımlarındaki farklılıklar normal yapılara benzerdi. Bazı örnek kullanımlar raporda Tablo 2'de listelenmiştir.

Table 2. Variations in standardized nomenclatures reported for target structures by 12 institutions.

Structure	Number of Institutions	Examples
PTV	13	–
Dose information only	5	PTV5040
Dose + primary or nodal volumes	2	PTVp_5040
Enumerations of target volumes (PTV1)	6	PTVp1_5040
Only enumerations of target volumes	2	PTV1
Relative dose indicators	2	ptv_high; ptv_intermediate; ptv_low
GTV	13	–
Dose-based suffix	7	GTV5040, CTV_nodal_5040
Target-specifying suffixes	13	–

Türev yapılar, tipik olarak, kesişim, kombinasyon, çıkarma ve kenar boşlukları (x+1.0) gibi işlemleri kullanan hedef veya hedef olmayan yapılardan oluşturulur. Çeşitli yapılardaki varyasyonlar yaygındı (ör. body-ptv, PTV_EVAL, eval_PTV), ancak birden çok kavramı içeren yapılar için geniş çeşitlilik kaydedilmiştir (ör., NS_Brain-PTVs, optCTV-N2R5L_MRT1_ex-3600-v12).

Kurumlar, yapıların, doz değerlendirmesinin aksine sıklıkla doz optimizasyonu için bir araç olarak oluşturulduğunu belirtmiştir. Örneğin, plan

optimizasyonunda doz tavizlerini yansıtmak için kritik “organs-at-risk” (OAR) yapılarını hariç tutan bir türev işlemiyle PTV yapısının bir kopyasından oluşturulan bir optimizasyon yapısı rutin olarak birden çok kurum tarafından oluşturulmuştur. Ancak, bu tür yapılar için adlandırma kuralları üyeler arasında farklılık göstermektedir (örn. modPTV, opt PTV, PTV_OPT). Klinik akış, doz şekillendirici yapıların adlandırılmasında minimum kısıtlamalarla iyileşebilse de, üyeler, bu yapıların doz değerlendirmesi için kullanılan yapılarla (örneğin, PTV, PTVHot, PTVCold, Ring, DLA) karıştırılması durumunda bir güvenlik sorunu oluşturabileceğini belirtmiştir. Yanlış amaç için olası kullanımı en aza indirmek için, çeşitli kurumlar tek bir karakter seçmiştir (örneğin, 'z' veya '_') ve bu yapılara ön ek olarak tek tip olarak uygulanmıştır. Bu örnek, alfabetik bir sıralamada listenin sonunda veya başında görünmelerini sağlamıştır (örneğin, PTV, zPTVHot, zPTVCold, zRing, zDLA). TG-263 raporunda ön ek olarak z'nin seçilmesi önerilmektedir.

Radyasyon onkolojisinde mümkün olan en geniş sistem yelpazesinde standartlaştırılmış isimlendirme kullanılması gerektiği raporda sunulmuştur. Bu geniş uygulama, yalnızca tedavi planlama sistemleri ve tedavi yönetim sistemlerini değil, aynı zamanda veri aktarımı için kullanılan formatları (örn. XML, JSON, DICOM) ve otomatik bilgisayar çıkarımı sırasında kullanılan standart yazılım yöntemlerini de dikkate almayı gerektirmektedir.

Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), radyasyon onkolojisinde hem klinik hem de araştırma çalışmaları için veri aktarımı sağlayan önemli bir teknoloji standardıdır. Henüz genel olarak uygulanmamış olsa da, yapıları tanımlamak ve

sınıflandırmak için DICOM'da kod şemaları ve kontrollü terminoloji kullanılabilir. DICOM-RT şu anda belirli bir radyasyon tedavisi planı için "the region of interest" (ROI) ve "point of interest" (POI) bölgesine ayrıştırma düzeyi ekleyen iyi tanımlanmış bir ROI değerlendirilmiş tür özelliğini desteklemektedir. Bu değerlendirilmiş türler, serbest metin dizilerinin eksikliklerinin üstesinden gelen belirli bir ROI veya POI için yapılandırılmış, standartlaştırılmış yardımcı bilgiler sağlayabilir. Örnek terimler seti raporda bulunan Tablo 4'te listelenmiştir.

Table 4. Defined terms for interpreted types from DICOM.

Interpreted Type	Term	Definition
Regions of Interest (ROI)	AVOIDANCE	Region in which dose is minimized
	BOLUS	Material layered onto the patient to increase high dose provided by external beam therapy to the patient's skin surface
	CAVITY	Patient anatomical cavity
	CONTRAST_AGENT	Volume into which a contrast agent has been injected
	CTV	Clinical Target Volume (as defined in ICRU 50/62)
	EXTERNAL	External patient contour
	GTV	Gross Tumor Volume (as defined in ICRU 50/62)
	IRRADIATION_VOLUME	Irradiated Volume

Radyasyon onkolojisi topluluğunun, DICOM-RT üzerinde, yapıların çok çeşitli nitelikleri için farklı adlandırmalardan yararlanabileceği raporda belirtilmiştir, ancak şu anda pratik olmayan karakter dizisi gösterimi veya uzunluk kısıtlamaları ile çalışılmaz zorluklarla karşı karşıya olduğu da raporda sunulmuştur. Olumsuz örnekler, raporda aşağıdaki gibi aktarılmıştır:

- ♦ Öngörülen doz ve fraksiyonasyona ilişkin spesifik doz alaka düzeyi.

- ♦ İlişkili türev işlemleri ve kenar boşlukları ile birlikte bir yapının diğerinden türetilmesi (örneğin, ITV yapılarının oluşturulması).
- ♦ Kaynak görüntü sistemleri ve hacimlerin oluşturulmasında kullanılan hususlar (örneğin, optik yapılar için birleşik CT ve MR bilgileri, hedef hacimleri tanımlamak için MR, CT ve PET'in birleşik kullanımı).
- ♦ Tedavi için kullanılan 4DCT'nin spesifikasyonu.
- ♦ Bir GTV hakkında raporlama için ICRU Report 83 (s. 42) tarafından tanımlanan gereksinimler:

- TNM'ye göre yerleşim ve tümör yaygınlığı
- GTV'nin tanımlandığı görüntüleme türü
- Görüntünün yapıldığı ve tanımlamanın temel aldığı nokta.

TG-263 Görev grubu, yapı şablonları ve DVH eğrileri için standart renklerin kullanılıp kullanılmadığını da araştırmıştır. Belirli renklerin ve ekran parametrelerinin seçimi (örneğin, dolgulu, yarı şeffaf, tel kontur) kurumlar arasında oldukça değişkendi. Kurumlardaki yapıların standart renklendirilmesi, plan kalite güvencesini (QA) ve ekran incelemesi ve dokümantasyon için planların yorumlanmasını kolaylaştırmıştır. Ancak, kurumlar arasında renklerin standardizasyonu kolayca sağlanamaz çünkü:

1. Tedavi planlama ve plan gözden geçirme sistemleri sınırlı ve değişken renk seçeneklerine sahiptir.
2. BT görüntülerinde dokular üzerine bindirilen konturların görünürlüğü, konturlanan yapının yoğunluğuna ve çevredeki yapıların

yoğunluğuna bağlıdır. Renkler CT görüntüleri için uygun olsa bile, farklı bir modele aktarılan veya görüntülenen renkler artık görünmeyebilir.

3. Konturların görünürlüğü doz göstergesine de bağlıdır (izodoz çizgileri veya renkli boyama). Örneğin, hedef ve reçete izodoz çizgisini ayırt etmek için farklı renkler gerekir. Renk körü insanların nüfusun %10'unu oluşturduğu bilgisi de ayrıca raporda yazılmıştır ve dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Görünürlüğü artırmak için farklı biçimler (düz çizgi ve kesik çizgi) de dikkate alınmalıdır.

4. Yorumcuların görsel algısı farklıdır.

TG-263 grubu, bu noktada renkler için belirli önerilerde bulunmamayı tercih etmiştir.

Bir terminolojiyi tanımlamanın birincil amacı, adlandırmadaki değişkenliği azaltmaktır. Raporda, varyasyonun, verilerin doğru şekilde çıkarılması, değiştirilmesi ve işlenmesi için otomatik çözümler geliştirmenin önündeki temel engel olduğu belirtilmiştir. TG-263, yapı adları oluşturmak için aşağıda belirtilen kılavuz ilkeleri tanımlamıştır. Yeni yapılar eklendikçe, bu ilkelere uyulması, mevcut satış sistemleriyle çalışabilen ve yapı olarak tutarlı isimlerin olmasının sağlanacağı raporda belirtilmiştir. TG-263, hedef olmayan yapıların adlandırılmasında yol gösterici olarak belirtilen unsurları raporunda aşağıdaki şekilde tanımlamıştır:

1. Satılan sistemlerin çoğuyla uyumluluğu sağlamak için tüm yapı adları 16 veya daha az karakterle sınırlanmalıdır.
2. Tüm yapı adları, büyük harf kullanımından bağımsız olarak benzersiz değerlerle

çözümlemelidir. Bu, büyük/küçük harfe duyarlı olmayan biçimlere sahip sistemlerin çakışan tanımlarla sonuçlanmamasını sağlar.

3. Bileşik yapılar çoğul kullanılarak tanımlanır, yani ad, kök yapı adına uygun şekilde bir 's' veya 'i' ile biter (örn., Lungs, Kidneys, Hippocampi, LNs (for all lymph nodes), Ribs_L.)
4. Her yapı kategorisinin ilk karakteri büyük harfle yazılır (örn. Femur_Head, Ears_External).
5. Boşluk kullanılmaz.
6. Kategorileri ayırmak için bir alt çizgi karakteri kullanılır (örneğin, Bowel_Bag).
7. Birincil ad için uzamsal kategorizasyonlar her zaman bir alt çizgi karakterinden sonra dizinin sonunda bulunur (örneğin, Lung_L, Lung_LUL, Lung_RLL, OpticNrv_PRV03_L):
 - a. Sol için L,
 - b. Sağ için R,
 - c. Anterior için A,
 - d. Posterior için P,
 - e. Inferior için I,
 - f. Superior için S,
 - g. Sağ üst, alt ve orta lob için RUL, RLL, RML,
 - h. LUL, LLL sol üst ve alt lob için,
 - i. non-adjacent için NAdj,
 - j. Distal için dist, proksimal için Prox,
8. Tüm alt yapılar için tutarlı bir kök yapı adı kullanılır (Örneğin, SeminalVes ve SeminalVes_Dist'in tutarlı bir kök yapısı adı

- vardır, ancak SeminalVesicle ve SemVes_Dist'in tutarlı bir kök yapısı adı yoktur).
9. Tüm vücuda dağılmış yapılar için standart kategori kökleri kullanılır:
- Arter için A (ör. A_Aorta, A_Carotid),
 - Damar için V (ör. V_Portal, V_Pulmonary),
 - Lenf nodu için LN (örn., LN_Ax_L1, LN_IMN),
 - Kranial sinir için CN (ör. CN_IX_L, CN_XII_R),
 - Glandüler yapı için GInd (ör. GInd_Submand),
 - Kemik (ör. Bone_Hyoid, Bone_Pelvic),
 - Kas için Musc (ör. Musc_Masseter, Musc_Sclmast_L),
 - Boşluk için Spc (örneğin, Spc_Bowel, Spc_Retrophar_L),
 - Vertebral body için VB,
 - Sinüs için sinus (ör. Sinus_Frontal, Sinus_Maxillary),
10. Risk altındaki planlanan organ hacimleri (PRV), bir alt çizgi ile ayrılmış ana yapıdan sonra PRV ile belirtilir (örneğin, Brainstem_PRV). İsteğe bağlı olarak, ana yapıdan PRV'yi oluşturmak için kullanılan milimetre cinsinden tek tip genişleme, sonuç karakter sınırını geçmediği sürece iki rakamla (örn. SpinalCord_PRV05, Brainstem_PRV03) gösterilir. Örneğin, OpticChiasm_PRV03, 17 karakterdir ve OpticChiasm_PRV3 olarak kısaltılabilir.
11. Kısmi yapılar, kök adına bir '~' karakteri eklenerek belirtilir (örneğin, Brain~, Lung~_L). Bu tanımlayıcı, konturu yanlış yorumlamanın klinik etkileri olabileceği durumlarda (tipik olarak paralel organlar) konturlu bir yapının bütün bir organ olarak yanlış yorumlanmamasını sağlamak için kullanılmalıdır. Bir kullanım örneği, tam akciğer hacimlerini içerecek kadar uzun olmayan bir CT taramasıdır, bunun için Lungs~, konturlu akciğer çiftinin tüm yapının sadece bir kısmı olduğunu gösterir.
12. Özel bir niteleyici dize kullanılacaksa, bir '^' karakterinden sonra sona yerleştirilir (örneğin, Lungs^Ex).
13. Her yapı için bir Birincil ve Ters Sıra adı belirleyin.
- Birincil Ad. Soldan sağa doğru okunduğunda, yapı kategorizasyonu, sonunda yanallık ile genelden özele doğru ilerler. Sonuç olarak, alfabetik olarak sıralanmış yapı adları, organa göre gruplandırılmış bir liste üretir (örn., Kidney_R, Kidney_Cortex_L, Kidney_Hilum_R). Birincil Ad, standart seçim olarak önerilir.
 - Ters Sıra Adı. Birincil Adın sırasını tersine çevirin. Bazı üretilen sistemler daha uzun dizelere izin verir, ancak varsayılan olarak 16 karakterden daha azını gösteren ekranlara sahiptir. Ters Sıra Adı, doğru yapıyı güvenli bir şekilde tanımlamak için yeterli bilginin görüntülenme olasılığını artırır. Örneğin, satıcının raporu yalnızca ilk 10 karakteri gösteriyorsa, R_Hilum_Kidney, R_Hilum_Ki olarak görüntülenir. Ters Sıra Adının, satıcı sistem kısıtlamalarının Birincil Adın güvenli

kullanımını engellediği durumlarla sınırlandırılması önerilir.

14. Camel durumu (her kelimenin büyük harfle başladığı ve CamelCase gibi kelimeler arasında boşluk olmayan bir bileşik kelime) yalnızca bir yapı adı iki kavramı ima ettiğinde kullanılır, ancak kavramlar yaygın kullanımda ayrı kategoriler olarak görünmez (örneğin, Cauda_Equina yerine CaudaEquina) çünkü birkaç Cauda_xxxx örneği yoktur. Birincil ve ters sıralı adlar için Camel durumu adları aynıdır.
15. Doz değerlendirmesi için kullanılmayan yapılar (örneğin, optimizasyon yapıları, yüksek/düşük doz bölgeleri) bir 'z' veya '_' karakteri ile ön eklenmelidir, böylece alfabetik bir sıralama, bunları doz değerlendirmesi için kullanılan yapılardan uzaklaştırır (örneğin, zPTVopt). Doz değerlendirme yapılarını belirlemek için 'z' seçimi önerilir. Çok az sayıda satıcı sistemi, yapıları tanımlayan alanlarda büyük harflere izin vermez. Büyük çoğunluğun yaptığı gibi, büyük harf kullanımı yol gösterici ilkelerin bir parçası olarak kullanılmıştır (madde 4).

Ayrıca TG-263 grubu, yapıların aranmasını kolaylaştırmak için bir "Structure Nomenclature List " oluşturulması gerektiği üzerine de tavsiyelerde bulunmuştur.

TG-263 raporunda, hedef olmayan yapıların adlandırılması için de öneriler mevcutlar. Grup, hedef adlandırma stratejileri için üye yanıtlarının anketlerini incelemiş ve kliniklerin çok karmaşık bir dizi kavram kullandığını ortaya çıkarmıştır. Tek bir klinikte bile, farklı tedavi yerleri veya doktorlar için farklı adlandırma stratejileri kullanılabileceğinden, TG-263,

bir hedef ad için çok sayıda kavramı kapsayan ve ayrıca karakter dizisi kısıtlamalarını karşılayan tüm kullanım durumları ve klinikler için tek bir standart tanımlamanın fikir birliğine varamayacağını belirlemiştir. Fakat TG-263, bir kavramın hedef adında temsil edilmesi durumunda nerede ve nasıl görünmesi gerektiğini belirtmek için bir dizi yol gösterici ilke oluşturmuştur. Bu yaklaşım, adları ayırtırmak veya kullanıcılar tarafından seçilen kavramlara dayalı olarak otomatik olarak adlar oluşturmak için bilgisayar algoritmalarının oluşturulmasını sağlamaktadır. TG 263, mevcut kılavuzlarda yer almayan ek bilgileri belirtmek için '^' karakterinin kullanılmasını önermektedir.

TG-263'ün önerdiği kullanımlar raporda aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

1. İlk karakter grubu, izin verilen hedef türlerinden biri olmalıdır:
 - GTV
 - CTV
 - ITV
 - IGTV (Internal Gross Target Volume—gross disease with margin for motion)
 - ICTV (Internal Clinical Target Volume—clinical disease with margin for motion)
 - PTV
 - PTV! (Örtüşen yüksek doz hacimlerini hariç tutan düşük dozlu PTV hacimleri için)
2. Bir hedef sınıflandırıcı kullanılıyorsa, hedef sınıflandırıcıyı boşluk bırakmadan hedef türünden sonra yerleştirin. İzin verilen hedef sınıflandırıcılar aşağıda listelenmiştir:
 - n: nodal (ör. PTVn)

- p: primary (ör. GTVp)
 - sb: cerrahi yatak (ör. CTVsb)
 - par: parankimi (ör. GTVpar)
 - v:venöz tromboz (ör. CTVv)
 - vas: vasküler (ör. CTVvas)
3. Uzamsal olarak farklı birden fazla hedef belirtilirse, hedef türü sınıflandırıcıdan sonra Arap rakamları kullanılır (örn., PTV1, PTV2, GTVp1, GTVp2).
 4. Görüntü kümesindeki görüntüleme modalitesinin ve sıralı sıranın belirlenmesi, uygulanan terapi için kayıt gerektiriyorsa, isimlendirme bir alt çizgi ile tip/sınıflandırıcı/ numaralandırıcıyı ve ardından görüntü modalite tipini (CT, PT, MR, SP) ve dizideki görüntünün numarasını (örneğin, PTVp1_CT1PT1, GTV_CT2) takip eder.
 5. Yapı göstergeleri kullanılıyorsa, bir alt çizgi öneki ile tip/sınıflandırıcı/sayılayıcı/ görüntülemeyi takip ederler ve onlar onaylanmış yapı isimlendirme listesi değerleridir, (örn., CTV_A_Aorta, CTV_A_Celiac, GTV_Preop, PTV_Boost, PTV_Eval, PTV_MR2_Prostate).
 6. Doz belirtilirse, doz, bir alt çizgi karakteri ile ön eklenmiş hedef dizinin sonuna yerleştirilir.
 - Görev grubu, fiziksel doz belirlemek yerine bağlı doz seviyelerinin kullanılmasını şiddetle tavsiye eder.
 - ◊ Yüksek (örneğin, PTV_ High, CTV_ High, GTV_ High)
 - ◊ Düşük (örneğin, PTV_Low, CTV_Low, GTV_Low)
 - ◊ Orta: (ör., PTV_Mid, CTV_Mid, GTV_Mid)
 - ◊ Orta+2 basamaklı numaralandırıcı: üçten fazla görelî doz seviyesinin belirtilmesine izin verir (örneğin, PTV_Low, PTV_Mid01, PTV_Mid02, PTV_Mid03, PTV_High). Daha düşük sayılar, daha düşük doz değerlerine karşılık gelir.
 - Fiziksel doz için sayısal değerler kullanılması gerekiyorsa, dozun sayısal değerinin cGy birimi cinsinden belirtilmesi şiddetle tavsiye edilir (örn., PTV_5040).
 - Fiziksel doz için sayısal değerler kullanılması gerekiyorsa ve bunlar Gy birimlerinde belirtilmesi gerekiyorsa, dozun sayısal değerine "Gy" eklenmelidir (örn., PTV_50.4Gy). Nokta kullanımına izin vermeyen sistemler için 'p' karakteri nokta yerine kullanılmalıdır (örn., PTV_50p4Gy)
 7. Belirtilen dozun toplam doza ulaşmak için kullanılan fraksiyonların sayısını yansıtmaması gerekiyorsa, o zaman fraksiyon başına dozun cGy cinsinden veya Gy cinsinden birim belirtici ile sayısal değerleri ve bir "x" karakteriyle ayrılan fraksiyonların sayısı sona eklenir. (örneğin, PTV_Liver_2000x3 veya PTV_Liver_20Gyx3).
 8. Yapı hasta için dış konturdan geriye doğru kırılırsa, kırılma miktarı "-xx" milimetre olarak hedef dizinin sonuna yerleştirilir. Kırılma uzunluğu, xx milimetre ile gösterilen kırılma

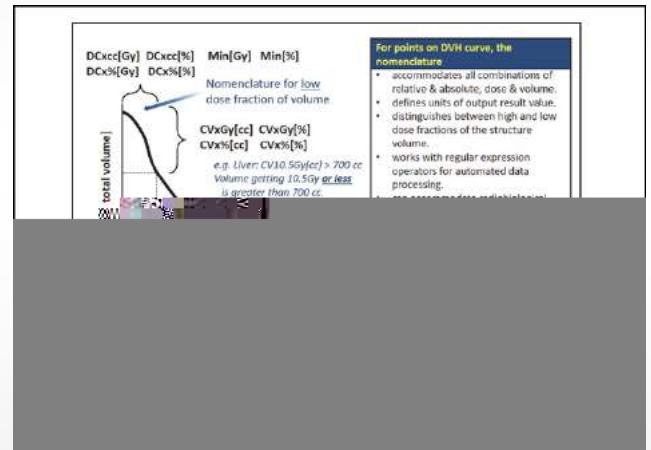
miktarı ile doz göstergesini takip eder (örneğin, PTV_Eval_7000-08, PTV-03, CTVp2-05).

9. Özel niteleyici dizesi kullanılıyorsa, özel niteleyici, bir "^" karakterinden sonra sona yerleştirilir (örneğin, PTV^Physician1, GTV_Liver^ICG).
10. Yönergeleri takip etmek ve 16 karakter sınırı içinde kalmak mümkün değilse, ilgili sıralamayı koruyun ancak alt çizgi karakterlerini kaldırın, sınırı karşılamak için gerektiği kadar soldan sağa ilerleyin (örn. PTVLiverR_2000x3). Bu son çare senaryosu otomatik araçların kullanımını zayıflatır.

Terminolojinin birincil amacı değişkenliği azaltmaktır. İkincil amaç, klinik uygulamaya uyarlanabilirliği kolaylaştırmaktır. Dozların cGy birimi cinsinden reçete edilmesi Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygındır ve ASTRO çalışma grubunun reçetelere ilişkin mevcut tavsiyesidir. Gy biriminde doz reçete etme ABD'de bazı büyük kurumlarda kullanılmakla birlikte Avrupa ülkelerinde daha yaygındır. Geniş çapta benimsenen tek bir doz birimi belirlemek mümkün olmadığından, raporda, her biri ile uyumlu bir yaklaşım belirlenmiştir. Doz bilgisi hedef adında aktarılıyorsa, bağıl dozun kullanılması (örn., PTV_High) raporda birincil öneri olarak sunulmaktadır. Bu yaklaşımın çeşitli avantajlarından da bahsedilmektedir. Birincisi, çeşitli kurumlarda kullanılan fiziksel doz birimlerinden bağımsızdır, bu nedenle cGy (örn., PTV_6660) veya Gy (örn. PTV_66.6Gy) belirtmeye gerek yoktur. İkincisi, bir hastanın tedavisi sırasında bir reçetenin değiştirilmesi alışılmadık bir durum değildir. Bu durumda, fiziksel doz birimleri kullanılmışsa, doğru bilgiyi iletmek için yapı adının doğru dozla yeniden adlandırılması

gerekir (örneğin, PTV_7560'tan PTV_7380'e geçiş). Bu değişiklik olmadan isim, hem lojistik hem de güvenlik sorunları sunarak mevcut reçeteyeyle ilgili çelişkili bilgiler verebilir.

TG-263 grubu Doz-Volüm histogramı (DVH) için de bazı önerilerde bulunmuştur. Pratikte kullanılan doz ve hacim ölçülerinin tamamı için çok az standart terminoloji örneği mevcuttur. Tam olarak neyin ölçüldüğünün, girdi parametrelerinin, doz ve hacim için kullanılan birimlerin, radyobiyojik ifadelerin ve birimlerin Doz-Volüm histogramına dâhil edilmesinin önemli olduğu raporda vurgulanmıştır. Raporda sunulan Figure 4, önerilen DVH terminolojisini göstermektedir.



Raporda DVH için kullanılması önerilen ifadeler aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

- Output ölçümleri için belirtilen birimler veya etiketler, dizinin sonunda köşeli parantez içinde belirtilir.
 - * Doz: Gy veya %, burada yüzde (%) PTV_High yapı tipine reçete edilen dozu belirtir.
 - * Hacim: cc veya %, burada yüzde (%) yapının hacmini gösterir.

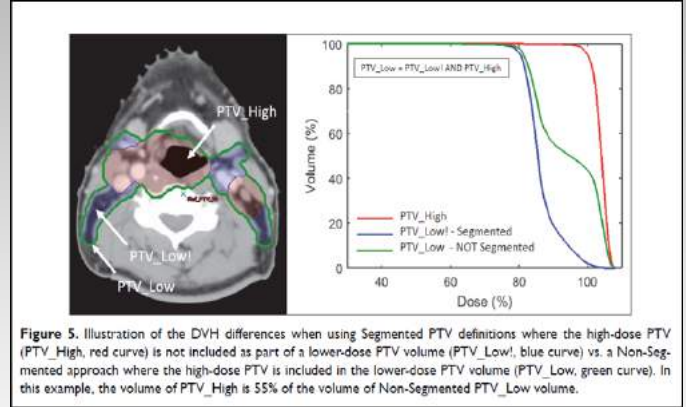
- * Eşdeğer 2 Gy: EQD2Gy
- Ölçüm türü, dizenin başında belirtilir. Noktanın eğri üzerinde ölçüldüğü yer için birimler veya etiket belirtilir.
- * Vx: Doz birimleri veya etiket belirtilir (örn., V20Gy[%], V95%[%], V20Gy[cc])
- * Dx: Hacim birimleri veya etiket belirtilir (örneğin, D0.1cc[Gy], D95%[%])
- * CVx: Doz birimleri veya etiket belirtilir (örn. CV10.5Gy[cc], CV95%[cc])
- * DCx: Hacim birimleri veya etiket belirtilir (ör. DC0.1cc[Gy], DC1%[Gy])
- Metrik için hesaplama parametreleri gerekiyorsa, bunlar çıktı birimlerini veya etiketi tanımlayan köşeli parantezlerin önüne parantez içine alınır (örn., V50EQD2Gy(2.5)[%]).

Task Group 263, DVH ifadeleri için, cGy kullanımını Gy kullanımı önerisiyle karşılaştırdığında hedef yapı adlarını (örn., PTV_4500) tanımlamada cGy doz birimlerinin kullanımına ilişkin tavsiyelerdeki farklılıkları tartışarak kabul ettiğini raporda belirtmiştir (örn., V20Gy[%] ve V2000cGy[%]).

TG-263'de bölümlere ayrılmış ve bölümlenmemiş hedef yapıları ayırt etmek için de öneriler mevcuttur. Farklı doz seviyelerine göre tedavi edilen çoklu PTV hacimleri için rapor edilen DVH ifadeleri, düşük doz PTV hacimlerinin daha yüksek doz PTV hacimlerine hariç (bölümlere ayrılmış) veya dâhil (bölümlenmemiş) olup olmadığını tanımlamalıdır. Örneğin, düşük dozlu bir hedef hacmi 5000 cGy (PTV_5000) olarak ifade edilirken, bu hedef hacim içindeki bir takviye hacim 7000 cGy (PTV_7000) olarak ifade edilir. Bu tartışma, IMRT/VMAT optimizasyonu sırasında uyumlu doz

dağılımları elde etmek için oluşturulan yapılar için geçerli değildir.

Raporda sunulan Figure 5, bu ifadenin daha anlaşılır olmasını sağlayabilir.



Hem bölümlere ayrılmış hem de bölümlere ayrılmamış hacimler, doz değerlendirmesi için önemlidir. Buradaki endişe, planı değerlendirmek için kullanılan klinik PTV'lerin terminolojide bölümlere ayrılmış veya bölümlere ayrılmamış PTV olarak açıkça tanımlanamamasıdır. Örneğin, PTV_5000 bölümlere ayrılmış değilse ve PTV_7000 içeriyorsa, hacim oranını yansıtan V115%[%] mutlaka yüksek olacaktır, oysa bölümlenmiş bir PTV_5000 için V115%[%] önemli ölçüde daha düşük olacaktır. Bölümlere ayrılmamış PTV'ler, doz değerlendirmesiyle ilgili örtüşmeler hakkında bilgi tutarken, bölümlere ayrılmış PTV'ler tutmadığından, birçok kurum tipik olarak bölümlere ayrılmamış hacimler kullanmaktadır. Her iki yaklaşımı da kullanma yeteneğini korumak için, TG-263, varsayılan kullanımın bölümlere ayrılmamış hedef hacimler olmasını tavsiye etmektedir.

Satıcılar, radyasyon tedavisi alan hastaların güvenli ve etkili bakımını kolaylaştırmada kritik bir role sahip olduğundan, TG-263 satıcılar için de bazı önerilerde bulunmuştur. AAPM TG-263 gibi yaygın olarak kabul edilen isimlendirme standartlarının uygulanmasına

izin verebilen platformların sağlanması bu önerilerin genelini kapsamaktadır. Tedavi planlama sistemleri, kayıt ve doğrulama sistemleri, raporlama sistemleri, tedavi makinesi konsolları, QA cihazları gibi sistemlerin eksiksiz bilgi yelpazesi sunması, karakter dizinlerinin benzer olması, sistemlerden elde edilen çıktıların birbiri ile uyumlu olması, satıcılar için belirtilen önerilerden birkaçıdır. TG-263 isimlendirme önerileri, mevcut satış sistemleri kullanılarak uygulanabilir ve mevcut durumu iyileştirebilir. Ancak, satıcıların yapıları karakterize etmek ve bilgileri görüntülemek için daha geniş bir özellik kümesini yakalamak için sistemlerini geliştirmeleri veya güncellemeleri gerektiği raporda vurgulanmıştır.

TG-263, isimlendirmedeki değişimlerin olmasının zor olabileceğini belirtmiştir. Klinikte yeni standartların uygulanması, öğrenme eğrilerinin, mevcut dokümantasyon için çıkarımların, personel için ek çalışmaların, süreç değişikliklerinin vb. ele alınmasını gerektirir. Bununla birlikte yeni önerilerin klinik ortamlarda başarıyla uygulanabileceğini bilmek de önemlidir. TG-263, (Philadelphia, PA), MD Anderson Cancer Center (Houston, TX), University of Florida (Jacksonville, FL), Karmanos Cancer Center (Detroit, MI), ve the University of Michigan (Ann Arbor, MI) bulunduğu 5 merkezle pilot bir çalışma yaparak, ortak isimlendirme için raporda belirtilen durumların uygulanabilirliğini kontrol etmiştir. Pilot gruplar, isimlendirmenin uygulanmasında çok az zorluk bildirmişlerdir. Ortak isimlendirmeye geçişi kolaylaştırmak için uygulanan yaklaşım, doktorlar ve dozimetrisler tarafından yapı listelerinin tedavi planlama sistemlerine şablon olarak tanımlanması veya bunları komut dosyası olarak yazmaları olmuştur. Bazı satıcılar da, kullanıcıların standartlaştırma

yeteneklerini kolaylaştırmak için, TG-263'e uygun terminolojileri ürünlerine dâhil etmiştir. Pilot çalışmada, standart terminolojiye bağlı kalarak planların ve yapıların oluşturulmasını mümkün kılacak yazılabilir komut dizisinin mevcudiyeti, gelecekte önemli bir ilerleme olarak vurgulanmıştır.

TG-263 raporunu kısaca özetleyecek olursak:

- ◆ Standartlaştırılmış terminolojinin, klinik iş akışlarını, güvenliği ve araştırmayı iyileştirmek için veri elde etme ve kalite güvencesi için gelişmiş iletişim ve otomatik çözümler geliştirme yeteneğine bir temel sağlayarak radyasyon onkolojisine değer katacağı düşünülmektedir.
- ◆ Adlandırma, uygulanabilir bir fikir birliğini sağlamak ve tanımlamak için birçok klinik, satıcı ve klinik araştırma grubunun ortak çabasıyla geliştirilmiştir. Adlandırma, klinik denemelerin bir parçası olarak birçok klinikte ve satıcı yazılımında rutin kullanıma girmiştir ve bunun uygulanabilir bir çözüm olduğu raporda gösterilmektedir.
- ◆ Doz, hedef adlandırmanın bir parçası olarak kullanılacaksa, göreceli doz seviyeleri önerilmektedir (örn., PTV_High, PTV_Low). Eğer fiziksel doz belirtmek gerekliyse, ASTRO grubunun mevcut önerileriyle uyumlu olarak cGy birimlerinin tercih edilmesi belirtilmektedir.
- ◆ Raporda belirtilen önerilerin yayınlanmadan önce uygulanabilirliğini kanıtlamak için terminoloji, klinik, satıcı ve deneme gruplarında pilot uygulamaya tabi tutulmuştur.

- ◆ Satıcı katılımının, isimlendirme geliştirmede önemli olduğu ve bunun sistemlerde uygulamayı kolaylaştırmak için fayda sağlayacağı raporda belirtilmiştir.

AAPM tarafından yayınlanan bu rapor, Radyasyon Onkolojisinde ortak bir terminoloji kullanımının, hem makale inceleme süreçlerinde anlaşılabilir bir bilginin sağlanması, hem de klinikler arasında veri paylaşımı esnasında, elde edilen verinin sistemler tarafından incelenmesinin, hasta radyoterapisinde güvenliği arttırarak daha doğru bir uygulama imkânı sağlaması açısından çok önemlidir.



Med. Fiz. Uzm. Taylan Tuğrul

1987 yılında doğan Taylan Tuğrul, 2012 yılında Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Tıbbi Radyofizik yüksek lisans programından

mezun oldu. 2020 yılında da doktora eğitimini tamamladı. 2011 yılında Trabzon Kanuni Eğitim Ve Araştırma Hastanesi, Radyasyon Onkolojisi bölümünde Sağlık Fizikçisi olarak sektöre ilk adımını atan Taylan Tuğrul, 2012 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim dalında Sağlık Fizikçisi olarak çalışmaya başlamıştır. Halen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim dalında Doktor Öğretim Üyesi kadrosunda Sağlık Fizikçisi olarak çalışmaya devam etmekte ve akademik faaliyetlerini eř zamanlı yürütmektedir.

ICRP 147 VOLUME 50 NO.1 (2021) BİZLERE NE ANLATMAYA ÇALIŞIYOR

Med. Fiz. Uzm. Tolga İnal

Doç. Dr. Gökçe Kaan Ataç

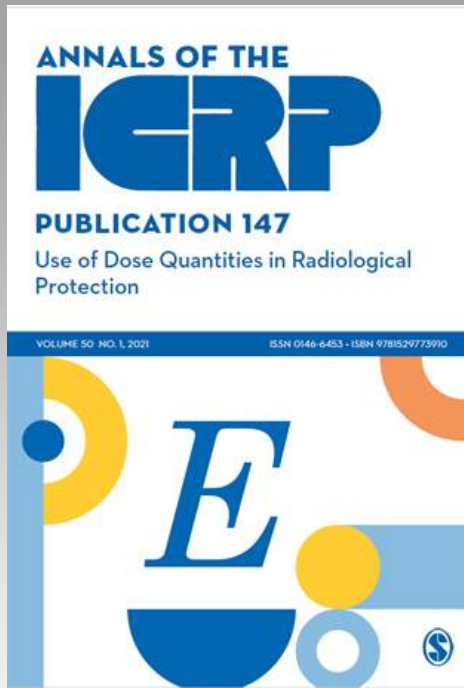
TRT'nin tek kanal olarak izlendiği dönemlerde, televizyonda ilgili izlediği Lassie isimli bir dizi vardı. Eminiz içinizden hatırlayanlar çıkacaktır.

Bu televizyon dizisinde, çok akıllı, Bordor Collie cinsi, Lassie isimli bir köpek, dizinin her bölümünde mutlaka etrafta yolunda gitmeyen bir şeyi fark eder ve kendince etraftaki insanların fark etmesini sağlardı. Köpeğin sürekli havlaması veya garip hareketleri sırasında etraftaki insanların, **"Sanırım bize bir şey anlatmaya çalışıyor"** repliği hala kulağımda. Bu analogiden yola çıkarak, bu yazıda, yeni sürümleri yayınlanmış ve her sürümünde büyük farklılıklar içermeyen, her okuduğunuzda, size monoton olduğunu düşündüren, ICRP-147 (International Commission of Radiation Protection) raporunda, aslında bu raporu yazan uzmanların, bizlere ne anlatmaya çalıştığını ele almaya çalıştık.



Şekil 1: Bizlere hep bir şeyler anlatmaya çalışan kahraman Lassie

Bildiğiniz üzere raporun son revizyonu 2021 yılında 50'inci sayı ile yayınlandı. Genel anlamda incelendiğinde ve bir önceki revizyon ile karşılaştırıldığında büyük bir değişiklik içermiyormuş gibi görünse de aslında bu güncel revizyon hepimizin aşına olduğu ve kullandığı efektif doz kavramının bundan böyle nasıl kullanılması gerektiği ve daha doğru olacağı yönünde tavsiyeler içeriyor. Ayrıca raporda bundan böyle soğurulan dozun organ ve doku hasarlarının engellemesinde kullanılacak limitler için anahtar doz niceliği olduğu vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım artık eşdeğer doz kavramının tarihe karışmakta olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Rapor medikal ışınlama sonrasında yapılacak risk değerlendirmesinde yaş ve cinsiyet gibi faktörlerin daha fazla dikkate alınması gerektiğinden de belirtmektedir. Hatta bunun için kullanılabilecek tablolar içermektedir. Efektif doz kavramının özellikle medikal ışınlamalarda stokastik etkilerle ilgili değerlendirme yapılırken veya hastayı bilgilendirirken kullanılmaya devam edilmesinde bir sakınca olmadığı beyan edilmiştir. Efektif dozun 100 mSv altındaki ışınlamalar için anlamlı olduğu ama acil akut durumlarda 1 Sv'e kadar kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Efektif dozun kullanılmasının, baştan "doğrusal eşik olmayan doz-etki teorimin" kabulünü gerektirdiği vurgulanmıştır. Efektif dozun, özellikle medikal ışınlamalarda, farklı modalitelerde uygulamaların karşılaştırılması ve gerekçelendirme kararları için yardımcı bir kavram olduğu bilgisi paylaşılmıştır.

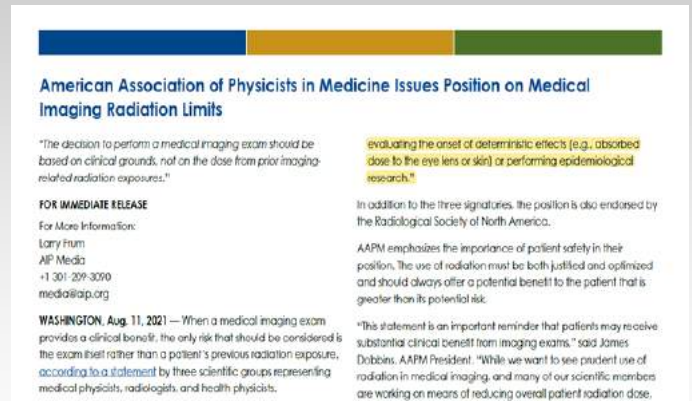


Şekil 2: Annals of the ICRP Publication 147

Efektif dozun hesaplanmasındaki belirsizlikler ve hata payları sebebiyle, bu olgunun “olası risk” için kabaca bir yaklaşım olduğu değerlendirilmektedir. Belki de bu son raporda belirtilen en can alıcı nokta, mevcut radyasyondan korunma sisteminde temel değişiklikler üzerinde çalışıldığını ve ilerleyen raporlarda bunlara yer verileceğinin haberinin verilmesidir. Bu amaçla birkaç görev grubu oluşturulduğundan da bahsedilmektedir. Kolektif doz olgusunun çok dikkatli kullanılması ve ölüm oranları dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğine vurgulama yapılmıştır.

Bu konuda, son dönemde AAPM (American Association of Physicists in Medicine) bir deklarasyon da yayınlamıştır. Bu deklarasyonda, tanı sürecinde medikal ışınlama öncesinde efektif doz dahil olmak üzere herhangi bir doz değerinin kullanılmasını önerilmediği belirtmiştir. Bu gibi doz değerlerinin kullanılmasının, inceleme istenmeden önce verilecek tanısal kararları ve hasta bakımını olumsuz etkileyeceğini vurgulanmıştır. Ayrıca hastanın radyolojik incelemelerden aldığı doz kayıtlarının

saklanması ve kaydedilen bu kümülatif doz verisinin, stokastik riskler açısından değerlendirilmek üzere kullanılması gerektiğinden bahsedilmektedir. AAPM yayınladığı bu pozisyon bildiriminin, organ spesifik dozların deterministik etkilerin belirlenmesi veya epidemiyolojik araştırmaları içermediğinin altını çizmiştir.



Şekil 3: AAPM Annals of the ICRP Publication 147

Brenner ve arkadaşları, efektif doz yerine efektif risk olgusunun kullanılmasının daha doğru olacağını savunmaktadır. Bu yaklaşımda, ışınlamaya maruz kalan kişinin cinsiyeti ve yaşına bağlı olarak doz değeri yerine risk değeri hesaplanmaktadır.

Son Söz

Görüldüğü üzere bu konuda farklı kuruluş ve araştırmacılar benzer yaklaşımlar sergileseler de bazı noktalarda birbirinden ayrılmaktadır. Hatta Brenner gibi araştırmacılar, artık risk belirleme ve hasta bilgilendirme konularında doz değerlerinin tamamen terk edilip sadece risk üzerinden konuşulmasının daha sağlıklı olacağını önermektedir. Radyasyondan korunma sisteminin gözden geçirilmesinin üzerinden 23 sene geçmiştir ve mevcut ICRP 147 dokümanının bir önceki revizyonu 14 sene önce 2007 yılında yayınlanmıştır. Şu ana kadar önerilen sistem iyi görmüş ve sağlam bir sistem olduğu

değerlendirilmektedir. Bununla beraber, sistemin kendisi de ilerleme sağlamalı, gelişen bilimsel anlayış ve değişen toplumun ihtiyaçlarını karşılamak üzere amaca hizmete etmeye devam etmek zorunda olduğu değerlendirilmektedir.

Kaynaklar

- 1) Annals of the ICRP Publication 147 "Use of Dose Quantities in Radiological Protection" 2021.
- 2) American Association of Physicists in Medicine Issues Position on Medical Imaging Radiation Units, Washington, Aug, 11, 2021. www.aapm.org
- 3) Brenner, D.J., 2008. Effective dose: a flawed concept that could and should be replaced. Br. J. Radiol. 81, 521–523.
- 4) Clement, W Rühm, J Harrison, K Applegate, D Cool, C-M Larsson, C Cousins, J Lochard, S Bouffler, K Cho, M Kai, D Laurier, S Liu, S Romanov. Keeping the ICRP Recommendations Fit for Purpose. Journal of Radiological Protection, 20 July 2021.



Med. Fiz. Uzm. Tolga İnal

1980 yılında Almanya'nın Bavyera eyaletinin, gözde şehirlerinden biri olan Nürnberg'de doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Ege bölgesinin incisi, İzmir şehrinde

tamamlamanın ardından, hayatımdaki en doğru kararlarından biri ve şansım olan, Ankara Üniversitesi Fizik bölümünde okumak üzere 1998 yılında Ankara'ya geldim. O dönemlerde iki aşamalı sınav vardı ve tercihler puan gelmeden önce yapılırdı.

Benim 18 tercihimin 13'ü Fizik ve Fizik Mühendisliği bölümleriydi. 2003 yılında lisans eğitimini tamamladım. Ardından 2005 yılında Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünden Fizik Öğretmenliği alanında yüksek lisans derecesi ve 2007 yılında da Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Mühendisliği Medikal Fizik opsiyonundan yüksek lisans derecesi aldım. 2005-2008 yılları arasında yeni kurulmakta olan Ankara Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Medikal Fizik ABD'da araştırma ve eğitim asistanı olarak çalıştım. 2020 yılında Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği bölümünde doktora çalışmalarımı tamamladım. 13 yılı aşkın süredir, özel bir firmada AR-GE mühendisi olarak çalışmaktayım ve emniyet kritik sistemler tasarlamaktayım. Evli ve iki çocuk babasıyım.



Doç. Dr. Gökçe Kaan Ataç

1965 yılında İzmir'de doğdum. 1989 yılında Gülhane Askeri Tıp Fakültesini bitirdim. 1995 yılında Radyoloji Uzmanı 2017 yılında ise Doçent

oldum. Halen, 2009 yılında çalışmaya başladığım Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesinde, Öğretim Üyesi ve Radyoloji Uzmanı olarak görev yapıyorum. Tıbbi görüntülemede kullanılan radyasyonun hasta ve çalışanların sağlığına etkisi ve korunmaları konusunda, eğitim çalışmaları ve araştırmalar da yürütüyorum.

MedFiz@Online e-Dergi tasarımının hikâyesi...

Bu sayımızda MedFiz@Online e-Dergisi teknik tasarımını gerçekleştiren Med. Fiz. Uzmanı Ebru Oruç Bakır ile yaptığımız röportajı sizlere sunuyoruz.

Soru 1. Merhaba, biz sizi MedFiz@Online e-dergisi Dergi Tasarım biriminden tanıyoruz. Bize kendinizi tanıtır mısınız? Mesleki geçmişinizi anlatır mısınız?

Merhaba, öncelikle bana yazı dizisinde yer ayırdığınız için teşekkür ederim. Ege Üniversitesi'nde fizik lisans ve Acıbadem Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimlerimi tamamladım. Yüksek lisans eğitimimi tamamladıktan sonra Anadolu Sağlık Merkezinde her biri çok değerli hocalarımdan öğretici ve eğitici klinik deneyimi kazanma şansım oldu. 2019 yılı itibariyle Okan Üniversitesi Hastanesi'nde Medikal Fizik Uzmanı olarak görev yapmaktayım.

Soru 2. Dergi teknik tasarımı çok özel bir çalışma. MedFiz@Online e-dergisi'nde böyle bir çalışmaya nasıl karar verdiniz?

MedFiz@Online dergisini, tasarım bölümünde çalışmaya başlamadan daha önce de biliyordum. Nadir ağabey vesilesiyle "ASTRO Whitepaper: Doz Reçetelenmesinin Standardizyonu" yazı dizisinin çevirisi yapmıştım. Herkesin de bildiği üzere MedFiz@Online gönüllük esasıyla oluşan bir ekibin emekleriyle ilerleyen ve gelişen bir dergidir. Tasarım bölümünde çalışma fırsatım Nadir ağabey ve Haluk Ağabey'in vesilesiyle oldu. Açıkçası tasarım programını kullanmayı bilmiyordum, yeni bir şey öğrenme ve böylesine değerli bir ekibin bir parçası olmak heyecan verici olduğu için karar vermem kolay

oldu. Ekibe beni de dâhil ettiğiniz için Editör Grubuna buradan da teşekkür etmek isterim.



Soru 3. Teknik tasarım çalışması sizde nasıl bir bakış açısı sağladı. Okuduğunuz benzer dergilere bu açıdan bakıyor musunuz?

Word' da tasarımını yaptığınız bir yazıyı, Publisher'da (derginin tasarımını yaptığımız program) aynı şekilde elde etmek zordur. Bu gibi farklılıklardan dolayı daha çok görsele dayalı farklı bir bakış açısı sağlıyor bu çalışma. Artık ister istemez hem bilimsel dergilere hem de magazin dergilerine tasarım açısından bakıyorum. Dergileri bu açıdan incelemek benim için tasarım yapmada yardımcı oluyor. Örneğin, beğendiğim herhangi bir yazı dizinin tasarımını uygulamaya çalışıyorum.

Soru 4. Her dergi çıkışından sonra yaptığınız düzenlemeyi eleştirel gözle değerlendiriyor musunuz?

Dergiyi son kontrolleri için Editör Grubuna teslim etmeden en önce kontrol ediyorum bunu farklı

yapabilir miydim diye düşünüyorum. Bazen yeni bir fikir geliyor ve yazı dizisini değiştiriyorum. Bazen bir kısır döngüde oluyorum o yazı dizisini başka şekilde tasarlayamıyorum. Dergi çıkmadan önce geri dönüşler çok önemli oluyor, bir yanlışımı ya da başka şekilde tasarım önerileri geliyor. Derginin son halini elde etmede hem özeleştiri hem de bir başka göz çok önem taşıyor.

Soru 5. Bu konuda zamanla bir gelişme sağlanabiliyor mu? Yeni bir sanat duygusu gelişiyo mu?

Program ve tasarım konusunda açıkçası en ufak bir fikrim ve bilgim yoktu. Dergi tasarımını meslektaşım Mertay'dan devir aldım. Mertay teslim ederken en ufak detaya kadar öğretti. O yüzden kendimi geliştirme konusunda şanslı oldum. Programdan Bir şeyler öğrenmeye vakit harcamak yerine dergide yeni bir standardizyon (tasarım veya görsel) elde etmeye çalıştım. Bence yeni bir sanat duygusu geliştirdiğine inanıyorum. Dergileri içerikleriyle birlikte tasarımına da bakmaya veya incelemeye başlıyorsunuz.

Soru 6. Derginin teknik düzenlemesini yayın sürecindeki son halka olarak düşünürse, bu çalışmayı vitrin olarak görebiliriz. Yani derginin okunmasına katkı yapan bir faktör gibi. Bu durum sizde bir baskı unsuru yaratıyor mu?

Yazı dizisinin okunmasını ya da okunmamasını etkileyen tasarım bölümü olduğuna düşünüyorum. Ve kesinlikle teknik tasarım her yazının görsele dönüştüğü son halka, çalışmaların vitrini gibi düşünebiliriz. Her sayıda, bir birinden çok değerli konular işleniyor ve bu konuların seçilmesi ve oluşması için çok fazla emek ve özveri var. Vitrin gibi düşünürsek eğer emeklerin ortaya çıktığı parladığı yer

tasarım oluyor o yüzden çok fazla baskı unsuru oluşturuyor.

Soru 7. Bu çalışmanızı yaşamınızın bir parçası olarak sürdüreceksiniz mi?

Yaşamamın bir parçası oldu bile, artık dergilere başka gözle bakıyorum. Ve MedFiz@Online'nın bir parçası olmaktan mutluluk duyuyorum.

Teşekkürler.

ADAPTİF RADYOTERAPİDE CBCT NİN ÖNEMİ

RT Teknikeri Nilay Canavar

Kanser çağımızın en yaygın hastalıklarından birisi haline gelmiş olup bunun ile kullanılan teknolojiye çok olumlu bir şekilde değişip gelişmektedir. Bu değişimin en önemli parçalarından biri IGRT (Görüntü kılavuzluğunda radyoterapi)'dir. IGRT'nin en önemli bileşenlerinden biri olan CBCT (konik ışınlı bilgisayarlı tomografi) adaptif radyoterapide en önemli kılavuzlarımızdan biridir. CBCT ile hem SRS, SBRT vb. spesifik tedaviler hem de standart tedaviler daha güvenli hale gelmiştir.

Adaptif radyoterapi Yan D. ve arkadaşlarının (Adaptive Radiation therapy-Phys Med Biol. 1997 Jan;42(1):123-32) matematiksel kavramı ve bu yaklaşımın potansiyel faydalarını tartışan ilk makaleyi yayınlamalarından itibaren ilerleyen bir tartışma konusu olmuştur. Başlangıcında, adaptif radyoterapi hastanın planlama hedef hacimlerini hassaslaştırmak için sıklıkla uygulandı. IGRT'nin gelişmesiyle adaptif radyoterapi, tedavi süresince elde edilen anatomik ve fonksiyonel bilgileri kullanarak tedavinin terapotik oranını iyileştirmek amacıyla tedavi planının değiştirilmesini sağlamak için ilerlemiştir. Bu, hastada ki değişikliklerin hesaba katılarak tedavi planının düzeltilmesi anlamına gelebilir (kilo değişimi ve tümör yanıtının hesaba katılması). Kısacası; bir tedavi planı oluşturduktan sonra periyodik görüntüleme yapmak ve klinik ekip tarafından ihtiyaç duyulduğunda yeni bir tedavi planı oluşturmaya karar vermek kadar basit olabilir. Adaptif tedavi; radyoterapi kararı verilmiş bir hastanın tedavisindeki sürece bağlı olarak uygulanmaktadır, her hasta için uygulanma zorunluluğu yoktur.

Günümüzde IGRT de ki gelişmeler, tümörün tedaviye yanıtının ve normal dokunun her tedavi fraksiyonunda anatomik ve bazı durumlarda fonksiyonel olarak görüntülenebilmesini sağlamaktadır. Yani imkanlar çoğaldıkça kalite kontrol, klasik radyoterapi dışına çıkıp ekstra tedavi seçenekleri, bu sebeplerle de geçmiş yıllara göre radyoterapideki başarı oranını arttırmıştır. Adaptif tedavide bu imkanlardan payını almıştır. Tedavi başlangıcından adaptif radyoterapi kararı verilene kadar geçen süreçte pek çok önemli parametreye dikkat edilmesi gerekmektedir.

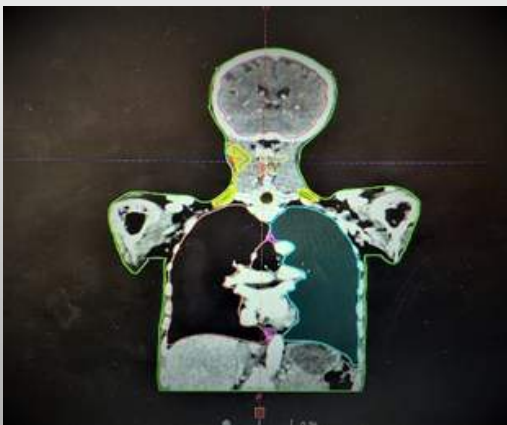
Öncelikle hastaların tedavi sürecini başlatabilmek için bilgisayarlı tomografi (BT) çekimi yapılır. Hastalar açısından sıradan bir tomografi çekimi gibi görünüyorsa da bu süreçte en büyük rol ona aittir. Tedavinin başından sonuna kadar bizim en büyük referansımız BT olacaktır. Çekilen bilgisayarlı tomografinin yani hastanın çekim sırasında ki anatomisinin tüm tedavi sürecinde aynı ve uygulanabilir olması, PTV'nin yerleşimine göre kritik organ çizimi, tedavi dozu ve tedavi planlaması o an gözükeneye göre yapılır. Bu plan, tedavi süreci boyunca hastada ki değişiklikleri (kilo değişimi, tümör hacminin değişimi vb.) baz almadan yapılır. Hastaların ilk tedavi günlerinden son tedavi günlerine kadar cihaz başında eşlik edecek ve tedavi takibini yapacak zincirin bir diğer halkası olan radyoterapi teknikerleri de süreçteki en önemli faktörlerdendir. Tedavi aşamasında her fraksiyon için hastanın tedavi pozisyonunda görüntüsü alınır. Bunun için Kv, Mv ya da CBCT görüntüleme teknikleri kullanılabilir. Alınan görüntüler planlama tomografi görüntüleri ile eşleştirilir. Buna göre gerekirse hastaya

tekrar pozisyon verilir. Planlanan anatomi ile fraksiyonlardaki anatomi arasındaki farklar takip edilir. Adaptif radyoterapiye ihtiyaç duyulması durumu da bu takip sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kv ya da Mv görüntüleme teknikleri bize daha çok kemik yapı hakkında referans olmaktadır. CBCT ise bize hem kemik hem de yumuşak doku yapıları için kılavuz olmaktadır. Adaptif radyoterapinin yanı sıra rutin tedavilerde de önemli bir rolü vardır.

CBCT'nin her kanser türüne göre adaptif radyoterapi kararı vermede ayrı ayrı avantajları vardır.

Baş boyun kanserlerinde adaptif radyoterapi

Bu kanser türlerinde doz cevabına bağlı organ deformasyonu, hacim değişimi, hastada kilo değişimi ve ödemin artması/azalması CBCT yardımıyla gözlemlenebilir ve adaptif radyoterapi uygulanabilmektedir. Resim1 de baş-boyun kanserli hastanın tedaviye başlamadan çekilen BT görüntüsü görülmektedir. Resim2 de ise tedavinin 10. fraksiyonunda hastanın tedavi bölgesindeki değişim CBCT yardımıyla gözlemlenmiş ve klinik ekip tarafından adaptif radyoterapi kararı verilip tedavi planı yeniden düzenlenmiştir.

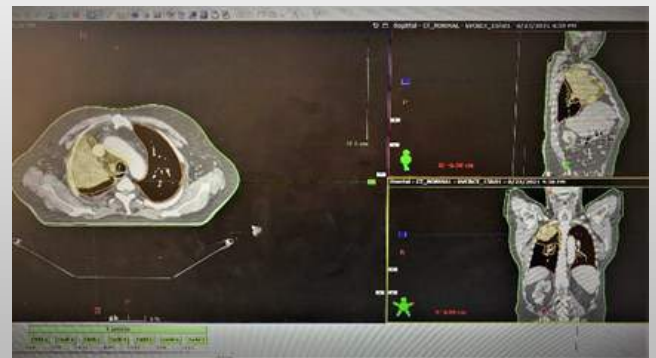


Resim1: Tedavi öncesi BT görüntüsü

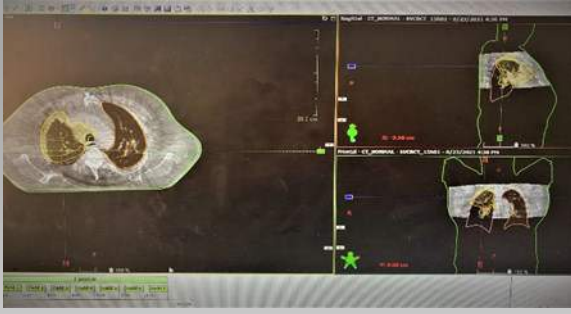
Resim2: Tedavinin 10. fraksiyonu CBCT görüntüsü

Akciğer kanserlerinde adaptif radyoterapi

Akciğer kanserlerinde tedavi süreci; organ hareketleri, tümör hacmindeki küçülme, solunum fonksiyonunda ki değişiklik ve kilo değişimi ile birlikte etkilenmektedir. Bu durum dozimetrik olarak da değişikliklere sebep olacağından adaptif radyoterapi ile hem kritik yapılar daha iyi korunabilir hem de tümör kontrolü arttırılabilir. Bütün bunların gözlemlenebilmesi için CBCT önemli bir araçtır. Resim3 ve Resim4 te hastanın tedavi öncesinde çekilen BT görüntüsü ile tedavinin 20. fraksiyonunda çekilen CBCT görüntülerinde tümör boyutundaki ve anatomik yapılardaki değişiklik görülmüş ve adaptif radyoterapi kararı verilmiştir.



Resim3: Tedavi öncesi çekilen BT görüntüsü



Resim4: Tedavinin 20. Fraksiyonunda çekilen CBCT görüntüsü

Prostat kanserlerinde adaptif radyoterapi

Prostat radyoterapisin de mesane ve rektum komşuluğundan dolayı bu organlardaki farklılık hem normal doku hasarını arttırabilir hem de tümör kontrolünü zorlaştırabilmektedir. Adaptif radyoterapi ilk olarak prostat kanseri tedavisinde uygulanmış ve etkinliği birçok çalışma ile gösterilmiştir. Prostat kanserli hastalarda mesanenin dolu olup ışınlama esnasında rektumun alan dışında olması beklenir. BT de hasta bu şekilde hazırlanıp çekimi yapılır. Tedavinin her fraksiyonun da yine BT de yapıldığı gibi uygulanmaktadır. CBCT ile birlikte mesane ve rektum kontrolü, tümör kontrolü yapıp adaptif radyoterapi kararı verilebilmektedir. Resim5 te tedavi öncesi çekilen BT görüntüsü görülmektedir. Burada hastaya belirli bir protokol eşliğinde su içirilerek mesane doluluğu sağlanmıştır. Tedavi aşamasına geçildiğinde ilk 3 fraksiyonda takip yapılmış ve hastanın BT deki protokole göre hazırlandığında aynı mesane doluluğuna ulaşamadığı gözlemlenmiştir. Resim6 da görülen, tedavinin 3. fraksiyonunda çekilmiş CBCT görüntüleri ile birlikte klinik ekip tarafından adaptif tedavi kararı verilmiştir. Hastaya yeni bir protokol ile tekrar BT çekilmiş ve yeniden planlanmıştır. Verilen bu adaptif tedavi kararı ile hem kritik organlar daha iyi

korunmuş hem de hastanın daha güvenli bir tedavi alması sağlanmıştır.



Resim5: Tedavi öncesi çekilen BT görüntüsü



Resim6: Tedavinin 3. fraksiyonu CBCT görüntüsü

Bütün bunların yanı sıra serviks, mesane, özefagus kanserleri, karaciğer tümörleri vb. tedavilerde adaptif radyoterapinin ve CBCT'nin önemi çok büyüktür.

Sonuç olarak IGRT nin en önemli bileşenlerinden olan CBCT'nin adaptif radyoterapi konusunda çok önemli bir rolü vardır. Bugüne kadar yapılan çalışmaların sonucunda; kilo değişimi, fraksiyon sayısı, vücut konturunda ki değişim gibi pek çok faktörün adaptif plan zamanlamasını etkileyebileceği görülmüştür.

**RT Teknikeri Nilay Canavar**

Eğitimimi Acıbadem Üniversitesi
Sağlık Hizmetleri MYO
Radyoterapi Bölümünden 2017
yılında mezun olarak
tamamladım. Kasım 2017 itibari

ile Medideal Medikal Projeler ve Çözümler San. Tic.
A.Ş. bünyesi altında Sakarya Üniversitesi Eğitim ve
Araştırma Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Bölümünde
iş hayatıma başladım. 2020 Ocak ayı itibari ile aynı
şirket bünyesinde Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyasyon Onkolojisi Bölümünde iş hayatıma devam
etmekteyim.

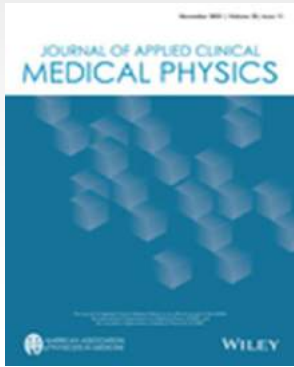
MEDİKAL FİZİK ALANINDA BİLİMSEL YAYIN YAPAN DERGİLER



Şekil 1. Medikal Fizik Dergisi dergi kapağı Ağustos 2021

Zeitschrift für Medizinische Physik: Almanya ve Avusturya Medikal Fizik Derneği ve İsviçre Radyobioloji ve Medikal Fizik Derneğinin resmî yayın organıdır. Derginin amacı medikal fizikteki en son gelişmeleri yayımlamaktır. Dergi radyasyon fiziği, dozimetre, biyomedikal görüntüleme, medikal akustik, görüntüleme biyosinyal ve veri modellemesi ve medikal fizikte yapay zeka konularında makale yayımlamaktadır. Etki faktörü 4.82'dir. Dergi yılda dört kez yayınlamaktadır (Şekil 1).

Web adresi: <https://www.journals.elsevier.com/zeitschrift-fur-medizinische-physik>



Şekil 2. Journal of Applied Clinical Medical Physics dergisinin son sayısının kapağı

Journal of Applied Clinical Medical Physics: Dergi AAPM tarafından iki ayda bir yayınlanmaktadır. Dergi klinik medikal fizik konusunda uluslararası açık erişim yayın yapmaktadır. Derginin etki faktörü 2.102'dir. Kasım 2021 sayının kapak resmi şekil 2'dedir.

Web adresi: <https://aapm.onlinelibrary.wiley.com/journal/15269914>



Şekil 3. Polish Journal of Medical Physics and Engineering dergisi kapağı

Polish Journal of Medical Physics and Engineering: Polonya Medikal Fizik Derneği tarafından yayınlanmaktadır. Yılda dört kez yayınlanan dergi medikal fizik ve biyomedikal mühendisliği alanında yeni yöntem ve teknikler, klinik uygulamalar, teknoloji gelişimi, araştırma ve deneysel çalışmaları yayınlamaktadır. İlgili derginin son sayısının kapak resmi Şekil 3'tedir.

Web adresi: <https://sciencedirect.com/journal/pjmpe>



Şekil 4. Medical and Biological Engineering and Computing 2019 proceeding kapağı

Medical & Biological Engineering & Computing:

Dergi klinik ve biyomedikal mühendisliğin tüm alanlarındaki yayınları basmayı hedefler. Etki faktörü 2.602'dir. Ayda bir yayınlanan derginin kapak resmi Şekil 4. 'te verilmiştir.

Web adresi: <https://ifmbe.org/medical-and-biological-engineering-computing/>



Şekil 5 Physical & Engineering Sciences In Medicine dergisi kapağı

Physical and Engineering Sciences In Medicine: Eski adı Australasian Physical & Engineering Sciences In Medicine olan dergi Avusturalasya Fizik Bilimleri ve Mühendisleri Koleji Tıp Fakültesi resmî dergisidir. Tıpta fizik ve mühendislik bilimleri, tıbbi fizik ve biyomedikal mühendisliği araştırmalarını kapsamaktadır. Dergi yılda üç yayın yapmaktadır Derginin kapak resmi Şekil 5. 'te verilmiştir. Etki faktörü 1.43'tür.

Web adresi: <https://www.springer.com/journal/13246>

Başlık	Kısa Başlık	ISSN
Acta Oncologica*	ACTA ONCOL	0284-186X
Advances in Radiation Oncology	ADV. RADIAT. ONCOL.	2452-1094
Applied Radiation and Isotopes	APPL. RADIAT. ISOT.	0969-8043
Biomedical Physics & Engineering Express	BPEX	2057-1976
Brachytherapy	BRACHY.	1538-4721
British Journal of Radiology*	BRIT J RADIOL	0007-1285
British Journal of Radiology Open	BJRO	2513-9878
Computer Methods and Programs in Biomedicine	COMPUT METH PROG BIO	0169-2607
Cureus Journal of Medical Science	CUREUS	2168-8184
International Journal of Medical Physics, Clinical Engineering and Radiation Oncology	IJMPCCERO	2168-5436
International Journal of Particle Therapy	IJPT	2331-5180
International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*	INT J RADIAT ONCOL	0360-3016
Imaging	IMG	1748-8818
International Journal of Radiation Research	IJRR	2322-3243
Iranian Journal of Medical Physics	IJMP	2345-3672
Journal of Applied Clinical Medical Physics	JACMP	1526-9914
Journal of Biomedical Physics & Engineering	JBPE	2251-7200
Journal of Korean Physical Society	J. Korean Phys. Soc.	0374-4884
Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences	JMIRS	1876-7982
Journal of Medical Physics	J MED PHYS.	0971-6203
Journal of Medical Radiation Sciences	JMRS	2051-3909
Journal of Medicine and Applied Science	MEDAPPSCI	2791-8114
Journal of Radiation Research*	J RADIAT RES	0449-3060
Journal of Radiotherapy in Practice	J RADIOTHER PRACT	1460-3969
Medical & Biological Engineering & Computing	MED. BIOL. ENG. COMPUT.	0140-0118
Medical Dosimetry	MED. DOSIM.	0958-3947
Medical Engineering & Physics*	MED ENG PHYS	1350-4533
Medical Physics International	MED PHYS INT	2306-4609
Medical Physics*	MED PHYS	0094-2405
Physica Medica: European Journal of Medical Physics*	PHYS. MEDICA.	1120-1797
Physical & Engineering Sciences In Medicine	PHYS. ENG. SCI. MED.	0158-9938
Physics & Imaging in Radiation Oncology	PHIRO	2405-6316
Physics in Medicine & Biology*	PHYS MED BIOL	0031-9155
Polish Journal of Medical Physics and Engineering	PJMPE	1898-0309

Başlık	Kısa Başlık	ISSN
Practical Radiation Oncology*	PRACT RADIAT ONCOL	1879-8500
Progress in Particle and Nuclear Physics*	PROG PART NUCL PHYS	0146-6410
Progress in Medical Physics		
Radiation Measurements	RADIAT. MEAS.	1350-4487
Radiation Oncology Journal	RADIAT ONCOL J.	2234-1900
Radiation Oncology*	RADIAT ONCOL	1748-717X
Radiation Physics and Chemistry	RADPHYSCHEM	0969-806X
Radiation Research*	RADIAT RES	0033-7587
Radiotherapy and Oncology*	RADIOTHER ONCOL	0167-8140
Seminars In Radiation Oncology*	SEMIN RADIAT ONCOL	1053-4296
The Lancet Oncology*	LANCET ONCOL	1470-2045
Turkish Journal Of Oncology	T J ONCOL	1300-7467

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.

