

Medikal Fizik Derneği'nin Katkılarıyla

# MedFiz@Online

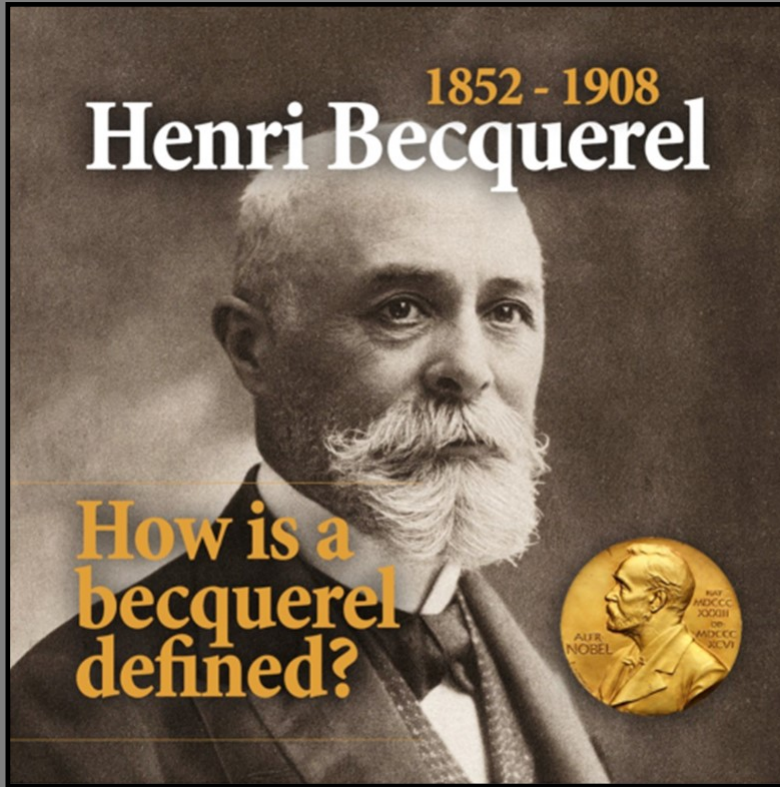
E-DERGI

ŞUBAT-MART 2018

medfizonline@gmail.com

[www.medfizonline.org](http://www.medfizonline.org)

**SAYI: 13**



## Bu sayıdaki popüler konular;

- RÖPORTAJ: Prof. Dr. HATİCE BİLGE BECERİR
- RAPOR: AAPM MEDICAL PHYSICS PRACTISE GUIDELINE 8.a: LINEAR ACCELERATOR PERFORMANCE TESTS
- RÖPORTAJ: EGE'DEN GELEN DOSTLUK
- RAPOR: STEREOTAKTİK RADYOTERAPİ NORMAL DOKU DOZ KISITLAMALARI İÇİN İNGİLTERE KONSENSÜSÜ
- NÜKLEER TIP'TA HASTALARIN RADYASYONDAN KORUNMASI
- II. ULUSLARARASI KATILIMLI RADYASYONDAN KORUNMA KONGRESİNİN ARDINDAN
- BÖLÜM TANITIMI: İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ MEDİPOL MEGA HASTANESİ
- SERBEST KÜRSÜ: İKİ TEKER TUTKUSU

**BAŞ EDITÖR**

Haluk Orhun  
orhun.haluk@gmail.com

**EDITÖR GRUBU**

Boran Güngör  
borgun@gmail.com  
Ertuğrul Ertürk  
mehmet.ertugrul@mnt.com.tr  
Fadime Alkaya  
alkayafadime@hotmail.com  
Mertay Güner  
mertay.guner@okanhastanesi.com.tr  
Nadir Küçük  
nadir.kucuk@anadolusaglik.org  
Türkey Toklu  
turkaytoklu@yahoo.com

**DERGİ TASARIM VE YAZI**

Mertay Güner

**BU SAYIDAKİ YAZARLAR**

A. GÖNÜL BUYAN  
BORA SINDIR  
BORAN GÜNGÖR  
CANER ARSLAN  
HİLAL ACAR DEMİR  
MERTAY GÜNER  
NADİR KÜÇÜK  
SEÇKİN GÜNDÜZ  
TÜRKAY TOKLU

(Yazarlar harf sıralamasına göre  
sıralanmıştır.)

**WEB TASARIM VE DİZAYN**

Adil Merih  
Cem Gökşen

# İÇİNDEKİLER

- **MERHABA**
- **AYIN RÖPORTAJI 1: PROF. DR. HATİCE BİLGE BECERİR**
- **AYIN RAPORU 1: AAPM MEDICAL PHYSICS PRACTISE  
GUDELİNE 8.a: LINEAR ACCELERATOR PERFORMANCE  
TESTS**
- **AYIN BÖLÜMÜ: İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
MEDİPOL MEGA HASTANESİ**
- **NÜKLEER TIP'TA HASTALARIN RADYASYONDAN  
KORUNMASI**
- **AYIN RÖPORTAJI 2: EGE'DEN GELEN DOSTLUK**
- **AYIN RAPORU 2: STEREOTAKTİK RADYOTERAPİ  
NORMAL DOKU DOZ KISITLAMALARI İÇİN İNGİLTERE  
KONSENSÜSÜ**
- **II. ULUSLARARASI KATILIMLI RADYASYONDAN  
KORUNMA KONGRESİNİN ARDINDAN**
- **RADYOTERAPİDE SON GELİŞMELER**
- **SERBEST KÜRSÜ: İKİ TEKER TUTKUSU**

e-posta: [medfizonline@gmail.com](mailto:medfizonline@gmail.com)

web: [www.medfizonline.org](http://www.medfizonline.org)

**BASIM**

e-kopya

Medikal Fizik Derneği'nin katkılarıyla

MedFiz@Online DERGİSİNDE YAYINLANAN YAZILAR  
YAZARIN SORUMLULUĞUNDADIR.

## MERHABA

2018 yılındaki ilk sayımızı sizlere sunuyoruz. Daha önce de belirttiğimiz üzere, 13. Sayımızdan başlayarak bu yılda da yine sizlerle birlikte olmayı planlıyoruz. Doğal olarak, bu yolculuklarda, zaman zaman dergi kadrosunda yer alan ve çok değerli katkılarını bizlere veren dostlarımızın, bizim değerlendirmemize göre geçici ayrılıkları ile karşılaşılıyor. Zorunlu ve haklı gerekçelerden kaynaklanan bu durumu saygı ile kabul ediyoruz. Uzun bir yolculukta, önemli olan, derginin gönüllü katılımlarla sürekliliğinin, birlikte ve değişik orandaki katkılarla sağlanmasıdır diye düşünüyoruz. Kadromuza yeni katılan arkadaşlarımıza hoş geldiniz diyoruz.

Geçtiğimiz Ocak ayında, dergimizi çıktığı günden bu yana destekleyen Medikal Fizik Derneği yeni dönem Yönetim Kurulu ile ortak bir toplantı yapma fırsatı bulduk. Dergimizin 2 yıllık dönemde değişik alanlardaki faaliyetlerinin sunulduğu ve değerlendirildiği çok yararlı bir ortam yaratıldığını düşünüyoruz. Genç meslektaşlarımızın, dergimizden nasıl etkilendiği, yine genç meslektaşlarımızın bilimsel kuşkuculuk, seçicilik, çok seçeneği birlikte değerlendirme yeteneklerinin geliştirilmesi konuları gündemi oluşturdu.

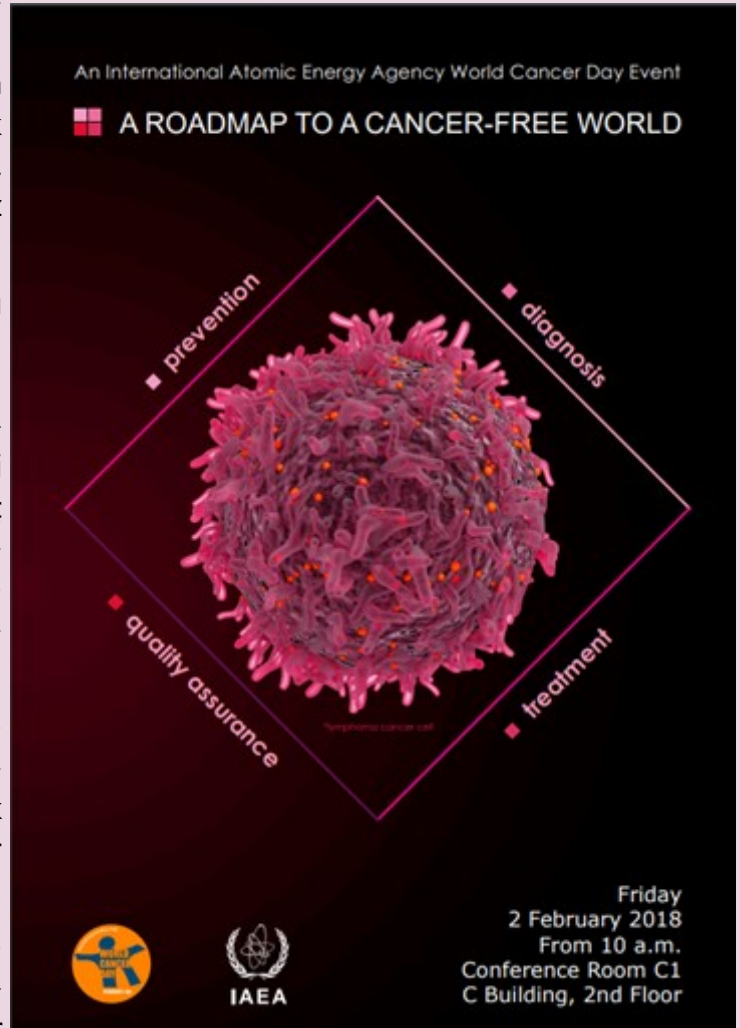
Görüntü olarak, Dernek ve derginin iki ayrı Web Sitesine sahip olmasının olumsuzlukları ve olabilecek tartışmaları dile getirilerek, yeniden düzenlenen Dernek Web Sitesinin içinde derginin kolay ulaşılabilir bir yer alması görüşü ağırlık kazandı.

2018 yılına kadar hiçbir kurumdan mali destek almadan, tamamen gönüllü bazında yayınlanan MedFiz@Online elektronik dergisi olarak, bugüne kadar dergimize değişik konulardaki yazılara imza atan 160 meslektaşımıza, 30 radyasyon onkolojisi uzmanına çok teşekkür ediyoruz, her türlü yeni katkı ve değerlendirmelere açık olduğumuzu burada ifade etmek istiyoruz.

Bilindiği üzere her yıl 4 ŞUBAT tarihi “**Dünya Kanser Günü**” olarak anılıyor. Değişik düzeylerde, değişik etkinlikler ile değerlendiriliyor. **Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu (IAEA)**’na göre kanser, hastalıkların ve ölümlerin birinci nedeni olarak biliniyor. IAEA istatistiklerine göre yaklaşık olarak, yılda 14 Milyon yeni hasta ve 8 Milyon kansere bağlı ölüm meydana geliyor. IAEA, özellikle düşük ve orta gelire sahip ülkelerdeki kanserle savaşı, beslenme, teşhis ve izleme, radyasyon onkolojisi ve radyoterapi, kalite kontrol alanlarında destekliyor. Kansere karşı verilen savaşta çok önemli bir yere sahip medikal fizikçilerin, bu savaşta en önlerde görev yaptığını burada belirtmek gerekiyor.

Saygılarımızla.

**Haluk Orhun**



## AYIN RÖPORTAJI 1

### PROF. DR. HATİCE BİLGE BECERİR

#### MEDİKAL FİZİK YÜKSEK LİSANS ÖĞRENCİSİ: SEÇKİN GÜNDÜZ

*Medikal Fizik Derneği Olağan Genel Kurul Toplantısı 25 Kasım 2017 Cumartesi günü İstanbul'da yapıldı. Toplantıya İstanbul içinden ve dışından birçok meslektaşımız katıldı. Derneğimizi önümüzdeki iki yıl yönetecek kadrolar kapalı oylama usulü seçimle belirlendi. Yeni yönetim kurulu, ilk toplantısında Prof. Dr. Hatice Bilge Becerir (HBB) hocamızı ikinci kez Medikal Fizik Derneği yönetim kurulu başkanı olarak seçti. Bu nedenle MedFiz@Online dergisi olarak bu sayıda başkanımızı biraz daha yakından tanımak ve yeni dönem faaliyetlerini kendisinden dinleyip size aktarmak istedik. Keyifle okuyacağınızı umuyoruz.*



**SORU: Medikal Fizik Derneği Başkanlığı'na tekrar seçildiğiniz için dergimiz adına sizi kutlarız. Birçoğumuz sizi iyi tanıyoruz, fakat genç arkadaşlarımızın sayısı da oldukça fazla. Kendinizi bize biraz tanıtır mısınız?**

**HBB:** 30 yıldır medikal fizikçi olarak çalışmaktayım. Bu alanda yüksek lisans diploması olan ilk kişiyim. İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü'nden mezun olmuş 2. Yüksek lisans öğrencisi ve Tıbbi Radyofizik programından mezun olan ilk kişiyim. Böyle bir tarihsel tesadüf söz konusudur.

**SORU: Eğitiminiz tamamen İstanbul Üniversitesi'nde(iÜ) geçmişti, doğru mudur?**

**HBB:** Evet, İÜ Fen Fakültesi Fizik Bölümü mezunuyum. Dediğim gibi, Tıbbi Radyofizik adıyla ilk açılan programın dışarıdan gelen ilk öğrencisiyim ve ilk diploma almış öğrencisiyim. O günden bugüne kadar da bu işin içerisindeyim. İşimi seviyorum. Hayatım boyunca eğitimin içerisindeydim. Bu işe başlamadan önce de lise de 5 yıl fizik öğretmenliği yaptım. Şu anda da aslında öğretmenliğe devam ediyorum. Hala öğrencilerim bulunmakta. Hem öğrenmekten hem aktarmaktan hem de paylaşmaktan ve onlarla tartışmaktan çok zevk alıyorum. Çok şanslı biriyim. Sevdiğim işi yapıyorum.

**SORU: Yeni yönetim kurulumuzda kimler var? Belli başlı görevleri neler olacak?**

**HBB:** Yeni yönetim kurulumuzda Bülent Bey (Bülent Yapıcı) hariç bütün arkadaşların hocasıyım, derslerine girmişliğim var. Bülent Bey de sevdiğim meslektaşımıdır. Diğer arkadaşların hepsi İstanbul Üniversitesinde yüksek lisans eğitimlerini tamamlamışlardır ve benim öğrencim olmuşlardır. Salih Bey (Salih Gürdallı), Kadir Bey (Kadir Yaray), Oğuz Bey (Oğuz Gürsoy), Fadime Hanım (Fadime Alkaya), Aydın Bey (Aydın Çakır). Hepsi tesadüf muhtemelen ama Çapa mezunudur.

Derneğimizin bu dönemki ikinci başkanı Bülent Bey'dir. Salih Bey ve ben eğitim düzenlemesi ile ilgileniyoruz. Salih Bey aynı zamanda uluslararası ilişkilerimizde bağlantımızı sağlayan kişi olacak. Yine üyelerle ilişkilerden ve bakanlıkla ilgili ilişkilerden sorumlu Bülent Bey, Kadir Bey ve Oğuz Bey olacak. Genel sekreterimiz Aydın Bey, muhasip ise Fadime Hanım olacaklar. Tabi ki herkesin bir görev ve sorumluluğu bulunuyor ama her grup bilgi topluyor ve yönetim kurulunda tartıştıktan sonra karar alınıyor. Genç arkadaşlarımız da özellikle internet üzerinden web sayfasının düzenlenmesi ve sosyal medyada tanıtımlarımızın yapılması için çaba sarf ediyorlar.

**SORU: Yaklaşık derneğimizin üye sayısı nedir? Bunların branşlara göre (Radyoterapi, Radyoloji, Nükleer Tıp ve diğer) dağılımı hakkında bilgi verebilir misiniz?**

**HBB:** Dernek üye sayımız 500 kişi civarında. Derneğimiz meslek kuruluşu olduğu için öğrenciler doğrudan üye olmuyor, ancak öğrenimi sırasında çalışıyor ise üye olabiliyor. Derneğimize üye olmayıp çalışan fizikçiler de var. Mevcutta şu an 380 civarında Radyoterapi, 80 civarında Nükleer Tıp ve 10-15 civarı Radyoloji bölümünde çalışan fizikçi var. Bu grup tabii ki heterojen bir grup çünkü daha önce yüksek lisans yapılması zorunlu olmadığı için özellikle Nükleer tıpta yüksek lisans diploması olmayan fizikçi arkadaşlarımız da var. Sağlık Bakanlığı 2012 yılından itibaren yüksek lisans yapılmasını zorunlu hale getirdi. Bu yıldan itibaren yüksek lisans yapmayanlar atanamamaktadır. Bu sebeple bu sayıların hepsi yüksek lisans mezunudur ve akademik bir eğitimden geçmiştir diyemeyiz. Ama yakın bir gelecekte muhtemelen yüksek lisans mezunu olmayan hiç kimse kalmayacaktır.

**SORU: Medikal Fiziğin ülkemizdeki durumu nedir? Avrupa veya Amerika ile karşılaştırıldığında ne durumda-  
yız? Bizde çözüm bekleyen temel konular var mı? Varsa nelerdir?**

**HBB:** Medikal fizik tüm dünya ülkelerinde homojen dağılımı olan standart eğitimi olan bir meslek grubu değildir. Hep sorunları olmuştur ve muhtemelen de olacaktır. Nedeni; kuramsal eğitime geç başlanması ve uzmanlık eğitimi-  
nin çok yeni olmasıdır. Daha önceleri bize yurtdışından gelen konuşmacılar gülererek, espri olsun diye şunu derlerdi;  
Amerika'da berberlerin bile lisansı var ama medikal fizikçilerin lisansı yok diye örnek gösterirlerdi. Hep medikal fi-  
zikçiler kendi çabalarıyla mesleğe geçiş yapmışlardır geçmiş yıllarda. Tabii günümüzde bu daha farklı ama aynı he-  
terojenlik Amerika'da da var. Yani Amerika'da yüksek lisans yapmış kişiler var fakat yapmadan başlamış kişiler de  
var. Avrupa, Amerika kadar karışık değil. Biraz daha oturmuş ama yine heterojenite var. Onlar yüksek lisans ile baş-  
ladılar bu işe ama son 5 yıl içerisinde "residency" (ihtisas alanı) yani tıptaki uzmanlık gibi eğitim görmeye başladılar.  
Eğitimleri sırasında maaş alan ve iş ile birebir çalışan insan grupları oluştu. Muhtemelen yakın zaman içerisinde biz-  
de de aynı durum söz konusu olacaktır. Ama bu durum aşama aşama gerçekleşecektir. Avrupa Birliği Uyum Yasaları  
içerisinde Türkiye'nin verdiği sözler bulunmakta. Bu sözler, yani imzaladığı önemli sözleşmeler içerisinde Medikal  
Fizik tanımı, Fizik Lisansı veya Mühendislik Eğitimi üzerinde en az 2 yıllık yüksek lisans yapma koşulu bulunmaktadır.  
Böylece en azından temel bir eğitim standardı oluşturulmuştur.

**SORU: Medikal fizik Türkiye'de hiç bilinen bir dal değil, açıkçası neredeyse hiç kimse bilmiyor, bu normal bir  
durum mudur?**

**HBB:** Medikal Fizik dünyada da hiç bilinen bir dal değil. Dünyada da sorsanız çoğu kişi Medikal fiziği bilmez. Bu se-  
beple Türkiye'deki durumda da bir gariplik bulunmuyor. Amerika'da herhangi birine sorsanız medikal fiziğin ne ol-  
duğunu pek bilemezler. Hayatın içinde bire bir karşılaşılan bir dal değil, özel uzmanlık alanı. Medikal fizik uzmanı,  
hastalık durumunda insanların doktora koşup gittiği gibi biri değil. Ya da mühendislik alanında gidip direkt başvu-  
rabileceğiniz biri değil. Multi-disipliner çalışma içinde yer alan bir branştır. Halkın bilmesi için ihtiyaç hissetmesi ge-  
rekir. Bunu bilebilecek kişiler ancak ilgili birimler ve kişilerdir. Fizik bölümünde okuyan kişilerin ve tıp alanında çalış-  
an meslek guruplarının bilmesi önemlidir.

**SORU: Yeni döneminizde en çok neler üzerinde çalışacaksınız? Projelerinizi bizimle paylaşabilir misiniz?**

**HBB:** Derneklerin yapabilecekleri yasalarla sınırlıdır. Mesela kâr amacı güdemezler. Meslek derneği olduğumuz için  
bilgilendirme amaçlı olarak eğitim programlarımızı yılın başında belirlemeyi planlıyoruz. Bu yönde çalışmalarımız  
var. Daha ihtiyaca yönelik bu programları oluşturmayı düşünüyoruz. Zaten derneğimizin kurulduğu günden itibaren  
her iki yılda bir yaptığımız bilimsel kongrelerimiz bulunuyor. Bunları devam ettirmeyi düşünüyoruz. Günümüz koşul-  
larında firmaların maddi anlamda destek sıkıntısı malum. Firmalar hekimlere daha rahat mali destek verirlerken biz-  
lere daha kısıtlı destek veriyorlar. Yasalar da onları sorumlu tuttuğu için firmalar da onlara daha çok sevimli gözük-  
meye çalışıyorlar.

**SORU: Çok güzel bir kongre geçirdik. Başta Kadir Yaray hocamız ve siz olmak üzere tüm düzenleme kurulu  
çok emek sarf etti. Buradan sizlere tekrar bir teşekkür etmek isteriz. Kongremiz size göre nasıldı? Neler göz-  
lemlediniz? Bir sonraki kongre için çıkardığınız dersler oldu mu?**

**HBB:** Kongre düzenlemek gerçekten çok zor bir iş, eksiksiz olarak yapılmış Medikal Fizik kongrelerinin 16.sını bitir-  
dik. Tabii zaman zaman çok iyi geçenler oldu ya da çok vasat geçenler oldu. Bu bazen ülkenin, bazen dünyanın du-  
rumu ile ilgili değişkenlik gösterdi. Özellikle son yılları düşünürsek, Türkiye'de yaşanan terör olayları vs. gibi konular  
yüzünden yabancılar ülkemize gelmek istemiyorlardı. Bu gibi sıkıntılar da yaşadık. Kişisel olarak iletişimde olduğ-  
muz kişileri getirerek daha değişik bakış açısı yakalamaya çalıştık. Önceden daha çok Amerika'dan geliyordu konu-  
şmacılar fakat son zamanlarda farklı ülkelerden de konuşmacılar davet ettik. Finans kısmı gerçekten çok zordu. Son  
güne kadar Kadir Bey ve ben kalp krizi geçirmek üzereydik. Çünkü attığımız imzalar ve verdiğimiz sözler vardı. Sı-  
kıntılıydı ama geçti.

Ben de ilk Medikal fizik kongresinde sizin gibi öğrenciydim ve yüksek lisans tez aşamasındayım. Hayatımda ilk kez  
kongreye katılmışım. Heyecanımı, hatta giydiğim kıyafeti bile hatırlıyorum. Hiç unutmam ilk kez MR'ı o dönem di-  
agnostik çalışan uluslararası bir medikal fizikçi olan Orhan Nalcioğlu'ndan dinlemiştim ve kendime söz vermişim;  
bir sonraki kongreye ben de çok iyi hazırlanacaktım. O sözümü tuttum. Her kongrede muhakkak hazırladığım çalış-  
malar oldu. O günden beridir de tüm kongreleri takip ediyorum. Fiilen katılmamış olsam bile muhakkak takip edi-  
yorum. Baktığım zaman bu seneki kongre başarılı bir kongreydi. Geleceğe projeksiyon tutan bir bakış açısı vardı.  
Kongrede program yayınlandıktan sonra bazı eleştiriler geldi. Daha çok radyoloji ağırlıklı olduğuna yönelik eleştiri-  
lerdi. Bu tür eleştiri yapanların radyoterapiyi takip etmediğini düşünüyorum. Çünkü radyoterapiyi takip ediyor olsa-  
lardı, radyolojinin artık radyoterapinin merkezinde olduğunu görmüş olmaları gerekirdi. Bundan sonra da böyle  
olacak.

Adaptif Radyoterapi demek zaten radyoloji demektir. Eleştiri hep olur, kaçınılmaz bir şeydir. İnsan her eleştiriye dinlemelidir ve ben de öyle yaparım. Eğer eleştiri haklı ise hemen memnuniyetle düzeltmek gerekir. Yıllar içinde hep duyduğum bir eleştiri vardı; Medikal Fizik Derneği radyoloji ve nükleer tıbbı üvey evlat muamelesi yapıyor. Aslında her şey ihtiyaçtan doğar. İhtiyaç varsa bir konu gündeme gelir. İhtiyaç yoksa gelmez. O bölümde çalışan arkadaşların derneğe iletip cevabını alamadığı bir konu olmamıştır ama hiçbir şekilde istek iletilmemişse, böyle bir ihtiyaç duyulmamışsa ve çalışanlar tarafından da hissedilmemişse, tabii ki dernekdeki insanlarda hadi gelin biz bunu yapalım demez. Her şey ihtiyaçtan doğar diye bir laf vardır. Bu da çok doğrudur. Bize gelen istekleri de değerlendirdik. Ben internette bir makale okudum, keşke onu bütün üyelerimize gönderseydik ama şu anda elimde bulunmuyor. Makale senelerce radyoloji ve radyoterapiyi ayırmak için uğraşıldığından ama şimdi tekrar bir arada olmak zorunda olmalarından bahsediyordu. Bu eleştirileri duyunca da aklıma o makale gelmişti ve gülümsemiştim. Tabii ki her zaman yapılan bir işin daha iyisi yapılabilir ve daha iyisinin yapılması için çaba sarf edilmelidir. Kongrede, özellikle oturumlar arasında çok bölünme (farklı salon) olmadığı için oturumların takibinin de iyi olduğunu gözlemledim. İkinci bir gözlemimde son güne hiç bu kadar fazla katılım olmamıştı. Herkes önceden biletlerini alır giderdi. Düzenlemeyle bu durumu engellemeye çalıştık. Hem gün sayısını sınırladık hem de programı o şekilde dizayn ederek son güne kadar katılımı sağlamış olduk. Kongre günlerinin efektif kullanıldığını düşünüyorum. Bundan sonrada genç arkadaşların fikirlerini alıp neye ihtiyaçları olduğunu tabii ki gözeteceğiz. Çünkü kongrenin iki amacı var; birincisi meslektaşları bir arada tutup günlük bilgi alışverişini, iletişimi sağlamak. İkincisi ise geleceğe projeksiyon tutmak. Ben bu anlamda kongrenin her iki amacını yerine getirdiğini düşünüyorum. SBRT, QA vb. şu anda hatırlayamadığım birçok konu vardı. Adaptif RT, MR tabanlı RT ile ilgili gençler için geleceğe ışık tutan konular da vardı. Gelecekte adaptif RT'nin standart tedavi olacağı kaçınılmaz gözüküyor.

**SORU: Medikal Fizikçilerin devlette veya özelde çalışan, ayırmaksızın çeşitli mesleki sorunları var. Bunların birçoğu genel sorunlar aslında ama kısmen bireysel sorunlar da olmuyor değil. Ne yapabilirler? Derneğimiz bu konularda aktif rol oynuyor mu?**

**HBB:** Özelde ve devlette çalışan arkadaşların sorunlarını ayrı ayrı değerlendirmek zorundayız. Çünkü ayrı kanunlara tabiler. Örneğin devlette çalışan bir kişi için kanunu değiştirmeden ücretle ilgili statüsünü değiştiremeyiz. Mutlaka kanunun değişmesi gerekiyor. Bunun için geçmiş yönetimlerinde çok çabası oldu, bu yönetiminde önünde duran bir mesele. Şu anda yönetimi-mizde olan herkes konuya hâkim ve bu bilinçtedir. Kanun teklifi verilmesi için de çabalarımız var. Bunun için Cumhurbaşkanlığı dahil olmak üzere her türlü yönetim mekanizmalarıyla iletişimdeyiz. Ama tahmin edersiniz ki ülkemiz çok sıkıntılı günlerden geçiyor. Bu sebeple medikal fizikçiler için kanun değişikliği mecliste kaçınıcı sırada olabilir? Ama ümitsiz değiliz.

Özelde ise durum tamamen farklıdır. Orada ise ikili anlaşma esas alınır. Çalışan ve işveren asgari ücretin altına düş-



memek koşulu ile ikili anlaşma ile mutabakata varırlar. Statü ilgili sorunlarda; kanunla statünüz değiştiği zaman ister istemez diğer statü de değişecektir. Ben burada medikal fizikçi arkadaşlarımıza, özellikle gençlere çok görev düştüğü kanaatindeyim. Öncelikle bilgi donanımları ve özgüvenleri olacak. Ama özgüvenli olmak ile küstahlık arasında ince bir çizgi vardır. O çizgiyi aşmamaya çok dikkat etmeleri gerekiyor. İkincisi kişilikleri dahi statü kazanmak da önemli rol oynar. Saygıdeğer olmak, bilgi birikimi ve davranış biçimi hepsi bir bütündür. Kişinin yaptığı yanlış sadece kendisine değil, mensup olduğu camiaya da zarar verebilir. Çünkü böyle bir durum yaşandığında "fizikçiler böyle" yaftası boynumuza asılabilir. Muhtemelen hiçbir meslek grubuna hiçbir hak altın tepsiyle sunulmamıştır. Bizler, bilgi anlamında çok donanımlı olmalıyız, görev tanımlarımızı iyi bilmeliyiz, nerede duracağımızı nerede adım atacağımızı iyi bilmeliyiz ve biraz dik durmalıyız diye düşünüyorum.

### **SORU: Uluslararası yayınlarımız çok az. Sizce neler yapılabilir?**

**HBB:** Kongre özetlerini değerlendirirken hepsini çok detaylı olarak okudum. Medikal Fizik camiası olarak bir özet bile yazamadığımızı gördüm, çok yazmayı iyi bir şey zannediyoruz. Sözel bildirilerin çok olmasına özen gösterdik çünkü genç arkadaşlarımızın bu tecrübeyi kazanmalarını ve heyecanlarını üzerlerinden atmalarını istedik. Bu yüzden çok şans vermeye çalıştık. Bu durum da eleştirildi, bu bildiriler sözel olmasaydı, poster gibi görsel çalışmalar olması gerektiği şeklinde eleştiriler de aldık. Ama hiç önemli değil. Bu eleştirilerin geleceğini biliyorduk zaten ama genç arkadaşlarımızın heyecanını üzerlerinden atmasını daha çok önemsemiştik. Tabi orada da gördüğümüz eksiklikler vardı. Bir bildiri 10 slaytı geçmesin diyorsunuz fakat karşınıza 30 slayt ile çıkanlar oluyor. Mesela sözel sunumlarda amacını bile söylemeden ne yaptığını geçen arkadaşlarımız oldu. Bu konuda da bir eksiklik olduğunu görmüş olduk. Bu yüzden dernek olarak bir günlük bir kurs planlamayı düşünüyoruz. Fakat bu kurs çok kalabalık olmayacak. 10-15 kişiyle sınırlı kalacak. Çünkü herkes yazı yazmak istemeyebilir. Gerçekten öğrenmek isteyenler varsa bu kurslara katılabilirler. Bu sebeple bu dönem daha büyük kurslar yerine, daha küçük gruplara ihtiyaca yönelik olarak daha bire bir iletişim kurulabilecek kurslar planlıyoruz.

### **SORU: Mesleğimize yakın diğer dernekler ile ortak çalışmalar yapılabilir mi? Veya mevcutta devam eden çalışmalarınız nelerdir?**

**HBB:** Bizim en yakın olarak çalıştığımız Radyasyon Onkoloji Derneği var. Onlar tabii ki hem üye sayısı hem de maddi olarak çok güçlü bir dernek. Her zaman birlikte çalışmalarımız devam edecektir. Nükleer Tıp Derneği, Radyoloji Derneği, Radyasyondan Korunma Derneği ve diğer ortak çalışma yürüteceğimiz dernekler ile iş birliğine hazırsınız.

### **SORU: Sektördeki firmalar ile ortak neler yapılabilir? Yeterince desteği gördüğümüze inanıyor musunuz?**

**HBB:** Bu soru biraz standart bir soru gibi duruyor. Bizde sektör firması dediğimiz zaman bize cihaz ve ekipman satan firmalar aklımıza geliyor. Düzenlenen her toplantı bu firmalarla iş birliği içinde yapılıyor ve yapılmaya devam edecek ama aslında sektörle iş birliği sadece bu değil. Ortak bir şey yapmak, üretimde olan firmalarla bilgi ve teknoloji üretmek de işin içine girer. Radon firmasından Caner Bey kongrenin sonunda kendisinin genç arkadaşlarımızdan yeni fikirler beklediğini ve bu konuda destek vereceğini söylemişti. Örneğin doktora öğrencimiz Deniz Çelik, tüm mekanik kontrollerin yapılabileceği bir sistem dizayn etti. Ulusal ve uluslararası patentini aldı. Türkiye’de üniversitedeki tekno-kentler ile iş birliği yaptı. Sektörel iş birliği ile bu örneklerin sayısını arttırabiliriz.

### **Soru: MedFiz@Online dergimiz hakkında birkaç cümle alabilir miyiz sizden?**

**HBB:** Bu dergiyi arkadaşlar düşünüp başta Haluk Bey olmak üzere Nadir Bey, Hande Hanım, Cemile Hanım, Görkem Bey, Ertuğrul Bey, Gökhan Bey ve şu anda ismini hatırlayamadığım arkadaşlar varsa eğer kusura bakmasınlar, bu kişiler düşünmüşler. Ve bana bu fikirle geldiklerinde derneğimizin de bu fikri memnuniyetle destekleyeceğini söyledim. Kişisel olarak da yönetim kurulu olarak da kendilerine her türlü desteği gösterdik. Ama son zamanlarda bende birtakım endişeler oluştu bu dergi ile ilgili. Çünkü genç insanların sadece bu dergiyi okuyarak hiçbir akademik araştırmayı incelemeyen fikir sahibi olmaları beni endişelendiriyor. Bu dergide yazılan yazıların hiçbirisi herhangi bir hakem kurulundan geçmiyor. Arkadaşların dergide sergiledikleri görüşlerle ilgili hiçbir problem yok. Ama siz o yazıları referans alıp, klinikte uygulamaya çalışırsanız bu çok yanlış olur. Bu bizim gençlere verdiğimiz bir yanılsama olur. O zaman onlara hiç okumayın alın bunları çalışın demiş oluruz. Ve ben bu hale doğru bir geçiş görüyorum. Tabii ki bu durum da beni ürkütüyor.

### **Soru: Peki hocam camia içerisinde yanlış, hatalı bir bilgi paylaşılabilecek kişiler var mıdır? Tabiki kasıtsız olarak yapıldığını düşünerek soruyorum.**

**HBB:** Yanlış bir bilgi diye bir bilgi olmaz fakat farklı bir bakış açısı oluşmasına neden olunabilir.

### **Soru: Farklı bir mantalite mi oluşturur demek istiyorsunuz?**

**HBB:** Tabii ki. O zaman öyle bir şey olsaydı bir sürü yayın çıkmazdı. Tek bir yayın çıkardı ve hepimiz onu okuyup öğrenirdik. Neden bir sürü zahmet çekelim. Ama kesin şeylerden kaçınmak lazım. Gençler için bu çok önemli. Bu şüphe belki gençlerden kaynaklı olarak benim kafamda oluşmuştur. Genç meslektaşlarımız okuduğu bilgiyi süzgeçten geçirmedi yeterli olmayabilir, yanlış anlaşılabilir durumlar oluşabilir. Bu sebeple yanlış bilgi demeyelim ama farklı yorumlanabilecek durumlar oluşabilir. Editörlerin her makaleyi çok iyi değerlendirmeleri zaman açısından mümkün değildir. Okurlar ve gözlerine bir şey çarparsa düzeltirler fakat çarpmayabilir de. O yüzden böyle bir korkum var. Bu benim şahsımla ilgili bir korku değil. Ben 35 senedir hocalık yapıyorum ve 30 senedir de bu camianın içerisindeyim. Doğal olarak da bende mesleki deformasyon oluştu, aman yanlış bir bakış açısı oluşturmasın endişesini her zaman duyarım ve işin felsefesinin anlaşılmasını önemserim, benden ders almış olanlar ne demek istediğimi anlamışlardır diye düşünüyorum.

Onun için dergi nasıl baştan dizayn edildi ise o şekilde devam etmesi gerekir. Eğer evrilmesi gerekiyorsa da evrilmenin gerektirdiği şeyleri yapmak gerekir.

**Soru: Bu mesleği yeni seçmiş veya seçmek üzere olan gençlerimize Medikal Fiziğin ve Medikal Fizikçinin geleceği hakkında neler söylersiniz?**

HBB: Ülkemiz için konuşmak gerekirse, genç nüfusu olan bir ülkeyiz. Her meslek grubunun gelecekte iş bulma sıkıntıları olabilir. Özel üniversiteler teknisyenler için biliyorsunuz yüksekokulu açarak o mesleği çok şükür bitirdiler. Buradaki 'çok şükür' sözü espri tabii ki. Neden? Para kazanmak için hiçbir ihtiyaç, istihdam dengesini gözetmeksizin astronomik sayıda öğrenciler aldılar. 120 kişilik sınıflar da okuttular ve mezun ettiler. Meslek okulları için bu kadar kişi olmamalı. Çünkü öğrenemezler. Şu anda meslek yüksekokullarından 3000 kişi mezun oluyor ve ancak 150 kişi işe girebiliyor. Şimdi bu durumun medikal fizik ile ne alakası var? Diye soracak olursanız. Sağlık fiziği konusu özel üniversitelerin iştahını kabartıyor. Hatta devlet üniversitelerini de dahil edebiliriz. Kendilerine çalışma alanı bulamayan gruplar, program için yeterli donanımları olmasa bile bu programları açıp öğrenci yetiştiriyorlar. AAPM'in sayfasını açıp baktığınızda **"medikal fizikçi kimdir? diye soruyor ve ardından diyor ki; hiçbir program yoktur ki 2 yılda medikal fizikçi yetiştiresin"** gibi bir cümle görürsünüz. Bu meslek sadece teorik derslerle öğretilmez, bir süreç gerekir. Medikal fizikte yüksek lisans öğrenci sayıları kontrolsüz bir şekilde artarsa bunun sonucu olarak medikal fizikte iş bulma olanakları kısıtlanır. Ama medikal fizik konusu olarak baktığımda tıbbın içinde her zaman olacaktır. Hem bizim çalıştığımız iyonize radyasyon kullanılan alanlarda hem de iyonize olmayan radyasyon kullanılan alanlarda yeri daha da artacaktır. Teknoloji bu kadar tıbbın içerisindeyse, medikal fizikçinin yerinin azalması söz konusu olmaz. Ama istihdama, mesleğe döndüğümüz zaman arz talep ön plana çıkar.



**Medikal Fizik Yüksek Lisans Öğrencisi: Seçkin GÜNDÜZ**

1989 yılında İstanbul'da doğdum. 2016 yılında Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Fizik bölümünden mezun oldum. Aynı yıl içerisinde Acıbadem Üniversitesi Sağlık Fiziği yüksek lisans programına başladım. Şu an 2.sınıf öğrencisiyim ve "Farklı aplikatörlerin Brakiterapi uygulamasında fraksiyonlar arası dozimetrik karşılaştırılması" konulu tezim üzerinde çalışmaktayım.

## AYIN RAPORU 1

# AAPM MEDICAL PHYSICS PRACTISE GUIDELINE 8.a

## LINEAR ACCELERATOR PERFORMANCE TESTS

### MED. FİZ. UZM. BORA SINDİR

Lineer hızlandırıcılar (Linac) ile ilgili performans testleri, radyasyon onkolojisi departmanında kalite yönetim programının önemli bir kısmını oluşturur. Linac'ların klinik uygulamalar temel alınarak ilk kabul testlerinde belirlenen performans değerlerinden sapmaması için rutin kalite kontrol programı uygulaması radyasyon onkolojisinin olmazsa olmazıdır. Bu amaçla hem kalite kontrol programlarında ortak dil oluşturmak adına hem de lineer hızlandırıcıların mekanik ve dozimetrik değerlerini belli kabul değerlerinin içinde tutmak amacı ile AAPM'in daha önce yayınladığı raporların yanında bu programları klinikte medikal fizikçinin pratik bir şekilde uygulaması için 2017 yılının başında 8.a kılavuzu yayınlanmıştır.

Bu kılavuzda Linac için dozimetri, mekanik, güvenlik testleri önerilirken; CyberKnife, TomoTherapy gibi özel sistemler ve cihaza monte (on-board) görüntüleme ekipmanı ile ilişkili testler kılavuzun kapsamında değildir. Görüntüleme testleri AAPM TG 142, 179 raporları ile AAPM Medical Physics Practice Guideline 2.a (MPPG 2.a) uygulama kılavuzunda, CyberKnife ve TomoTherapy ile ilgili testler AAPM TG 135, 145 raporlarında açıklanmıştır. AAPM TG 24, 40 ve 142 raporlarda ise Linac ile ilgili performans testleri önerileri vardır. Kılavuzda önerilen her testin hedefinin Nitelikli Medikal Fizikçi (NMF) tarafından anlaşılabilmesi için testlere ait uygulama notları bulunmaktadır. Ancak, kılavuz "testlerin nasıl yapıldığını" anlatmayı amaçlamamaktadır. Kılavuzda hem performans testleri hem de ölçümlerde kullanılacak uygun cihazlar için öneriler verilse de ölçüm ekipmanı ve tekniğin seçimi ile uygun testleri belirlemek ve uygulamak NMF'nin sorumluluğundadır. Medikal fizikçinin sorumlulukları ve genel görevleri AAPM Professional Policy 1.6'da açıklanmıştır. Bu kılavuzun amacı; NMF'ye Linac için yeterli ve uygulanabilir kalite temini programı hazırlama konusunda ve bu programın uygulaması aşamasında yardımcı olmak amacıyla önemli kalite kontrol testlerinin listesini sağlamaktır.

### 1. Performans Testlerinin Derlemesi

Kılavuzda, Linac ile ilgili güncel AAPM TG raporlarından derlenen testler için AAPM TG 100 raporundaki Hata Modu ve Etki Analizi (Failure Mode Effects Analysis, FMEA) yaklaşımı kullanılarak yapılan risk değerlendirmesi sonuçları sunulmuştur. AAPM TG 100 raporuna göre risk değerlendirmesinin amacı hasta güvenliği ve kalitenin korunmasında en etkili olan testleri belirlemektir. FMEA yaklaşımında her test, Linac ile ilişkili potansiyel bir hata modu olarak kabul edilebilir. Her test ya da test edilen herhangi bir klinik parametre ile ilgili test sonucu Linac için potansiyel arıza oluşturacaksa oluşacak olayın; olma sıklığı (O), şiddeti ya da klinik önemi (S) ve tespit edilebilirliği (D) olarak skorlanmıştır. O, S ve D parametrelerine değer verilmesinde sırası ile "test sonuçlarının tolerans dışında kalma sıklığı nedir?", "tolerans dışındaki test sonucu klinik parametreyi ne kadar etkiler?", "bir parametreye günlük test uygulanmadığında, bu parametrenin tolerans dışına çıktığını tespit edebilme olasılığı nedir?" sorularının cevabına göre yapılmıştır. Her test için belirlenen bu üç değer çarpımıyla risk öncelik değerleri (risk priority number value-RPN) hesaplanmıştır. Ancak O'Daniel (2015) de FMEA yaklaşımını tanımlamıştır. Bu yaklaşımda O, S ve D parametrelerinin skorlanmasında dikkate alınan değerlendirme kriterleri yukarıda sözü edilen AAPM TG 100 raporunda açıklanan FMEA yaklaşımındaki kriterlerden farklıdır. O'Daniel (2015)'in tanımladığı FMEA yaklaşımında; O parametresinin skorlamasında "ölçüm sonuçları", S parametresinin skorlanmasında "olası hatanın tedavi planlama sisteminde (TPS) modelleme sonuçları" dikkate alınarak O ve S parametresinin skorlama değeri atanır. Aynı yaklaşımda tespit edilebilirlik (D) parametresinin skorlanmasında "herhangi bir parametre için test yapılmadığı takdirde parametredeki hatanın tespit edilemeyeceği" öngörüsü dikkate alınmaktadır. Kılavuzda, AAPM TG142 raporunda verilen her performans testi için AAPM TG 100 raporunda açıklanan FMEA yaklaşımı kullanılarak 25 katılımcı tarafından RPN değerleri hesaplanmıştır. Tablo 1'de RPN değerleri ölçüm sıklığına göre dört gruba ayrılmıştır. Her grupta her test için hesaplanan RPN değerlerinin ortalaması ve her grupta ortalaması en yüksek RPN değerinin yüze normalize edilmiş sonuçları sunulmuştur. AAPM TG142'deki günlük ve aylık testler için AAPM TG 100 ve O'Daniel FMEA analiz yaklaşımlarına göre hesaplanan RPN değerleri karşılaştırılması kılavuzda verilmiştir.

Kılavuza göre, Linac donanım ve yazılım sistemleri, tüm radyoterapi sürecinde kullanılır. Söz konusu sistemlerde oluşabilecek hata riski nedeniyle sistemlerle ilişkili testler de nitelik temini programına eklenmelidir. Bu süreçteki donanım ve yazılım kaynaklı hataların rölatif riskleri, insan faktörü, prosedür eksikliği ve yetersiz eğitiminden kaynaklanan hata risklerinden daha düşüktür.

TABLE I

| Rank order           | Performance tests from TG142                                        | Average RPN score <sup>a</sup> | Normalized RPN score |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| <b>Daily tests</b>   |                                                                     |                                |                      |
| 1                    | X-ray and electron output constancy                                 | 132                            | 100                  |
| 2                    | Stereotactic interlocks (lockout)                                   | 105                            | 79                   |
| 3                    | Laser localization                                                  | 83                             | 63                   |
| 4                    | Collimator size indicator                                           | 70                             | 53                   |
| 5                    | Wedge: Morning check-out run for one angle                          | 55                             | 42                   |
| 6                    | Distance indicator (ODI) @ iso                                      | 41                             | 31                   |
| 7                    | Audiovisual monitor(s)                                              | 35                             | 26                   |
| 8                    | Door closing safety                                                 | 33                             | 25                   |
| 9                    | Door interlock (beam off)                                           | 22                             | 16                   |
| 10                   | Radiation area monitor (if used)                                    | 12                             | 9                    |
| 11                   | Beam-on indicator                                                   | 11                             | 9                    |
| <b>Weekly tests</b>  |                                                                     |                                |                      |
| 1                    | MLC: Qualitative test (aka, "picket fence")                         | 101                            | 100                  |
| <b>Monthly tests</b> |                                                                     |                                |                      |
| 1                    | X-ray, electron, output constancy, backup monitor chamber constancy | 143                            | 100                  |
| 2                    | Photon and electron beam profile constancy                          | 120                            | 84                   |
| 3                    | MLC: leaf position accuracy (IMRT and Non-IMRT)                     | 113                            | 79                   |
| 4                    | Electron beam energy constancy                                      | 100                            | 70                   |
| 5                    | Localizing lasers                                                   | 86                             | 60                   |
| 6                    | Wedge placement/compensator placement accuracy                      | 74                             | 52                   |
| 7                    | Light/radiation field coincidence (asymmetric)                      | 73                             | 51                   |
| 8                    | Jaw position Indicators (asymmetric)                                | 72                             | 50                   |
| 9                    | MLC: travel speed (IMRT)                                            | 71                             | 49                   |
| 10                   | Wedge factor for all energies                                       | 69                             | 48                   |
| 11                   | Typical dose rate output constancy                                  | 68                             | 48                   |
| 12                   | Jaw position indicators (symmetric)                                 | 67                             | 47                   |
| 13                   | Accessory trays (i.e., Graticule or Dot Tray)                       | 66                             | 46                   |
| 14                   | Light/radiation field coincidence (symmetric)                       | 66                             | 46                   |
| 15                   | Digital graticule                                                   | 63                             | 44                   |

(Continues)

Tablo 1: RPN Değerleri

## 2. Performans Testleri İçin Kalite Yönetim Programının Geliştirilmesi

Kılavuzda performans testleri için kalite yönetim programının geliştirilmesinde; referans veriler, eş merkez konumu, hasta hizalaması, Stereotaktik Radyocerrahi (SRS) veya Stereotaktik Vücut Radyoterapi (SBRT), üretici firma cihazları, üretici firmanın önerdiği testler ve bakım sonrası kalite kontrolle ilişkili konular ele alınmıştır. Ancak farklı hasta türlerinde kullanılan iletim tekniklerinin (VMAT, IMRT vs.) doğru ve güvenli uygulanması için gerekli performans testlerinin tamamını içeren kalite yönetim programı yoktur. Önemli testleri içeren tablo kılavuzda verilmiş olup NMF Linac'ların teknoloji ve klinik uygulama farklarını gözeterek bu testleri düzenlemesi gerektiği önerilmiştir. AAPM TG 100 raporu bu testlerin düzenlenmesinde başvurulacak önemli bir kaynaktır.

Kılavuza göre; performans test sonuçlarının değerlendirilebilmesi için referans verilerle karşılaştırılması gerekir. AAPM TG142 ve AAPM TG106 raporlarına göre Linac'ın klinik uygulamaları temel alınarak düzenlenen uygulamaya alma (commissioning) işlemi sırasında toplanan veriler referans olarak kullanılabilir. Referans veriler radyoterapinin doğruluğunu sistematik olarak etkilemesi nedeniyle çok önemlidir. Radyoterapi tedavi kararı TPS'de hesaplanan doz dağılımına dayandığı için performans test sonuçları performans test koşullarında elde edilen TPS verileri ile de karşılaştırılmalıdır. Bu karşılaştırmayı yapmaktaki amaç TPS'de doktorun onayladığı plan ile Linac'tan iletilen plan arasında benzerliğin sağlanmasıdır. Kılavuzda ayrıca TPS ve huzme verilerinin karşılaştırılmasının Linac nitelik temininden farklı olarak TPS nitelik temini programı dahilinde yapılması önerilmiştir.

TABLE I (Continued)

| Rank order   | Performance tests from TG142                                                  | Average RPN score <sup>a</sup> | Normalized RPN score |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|
| 16           | Cross-hair centering (walkout)                                                | 62                             | 44                   |
| 17           | Gantry/collimator angle indicators                                            | 61                             | 43                   |
| 18           | Distance check device for lasers compared to front pointer                    | 61                             | 43                   |
| 19           | Backup diaphragm settings (Elekta only)                                       | 60                             | 42                   |
| 20           | Treatment couch position indicators                                           | 55                             | 38                   |
| 21           | Laser guard-interlock test                                                    | 44                             | 30                   |
| 22           | Latching of wedges, blocking tray                                             | 28                             | 19                   |
| Annual tests |                                                                               |                                |                      |
| 1            | X ray and electron output calibration (TG-51)                                 | 183                            | 100                  |
| 2            | TBI/TSET output calibration                                                   | 114                            | 62                   |
| 3            | X ray/electron symmetry change from baseline                                  | 113                            | 62                   |
| 4            | X ray/electron flatness change from baseline                                  | 103                            | 56                   |
| 5            | MLC: leaf position repeatability                                              | 94                             | 51                   |
| 6            | Electron output constancy vs gantry angle                                     | 89                             | 49                   |
| 7            | X-ray output constancy vs gantry angle                                        | 87                             | 47                   |
| 8            | X ray and electron off-axis factor constancy vs gantry angle                  | 83                             | 46                   |
| 9            | Electron beam quality (R50)                                                   | 83                             | 45                   |
| 10           | MLC: moving window IMRT test                                                  | 78                             | 43                   |
| 11           | TBI/TSET PDD or TMR and OAF constancy                                         | 76                             | 42                   |
| 12           | Physical wedge transmission factor constancy                                  | 74                             | 41                   |
| 13           | MLC: segmental IMRT (step-and-shoot) test                                     | 74                             | 40                   |
| 14           | X-ray output constancy vs dose rate                                           | 73                             | 40                   |
| 15           | Couch rotation isocenter                                                      | 73                             | 40                   |
| 16           | X-ray beam quality (PDD10 or TMR 20/10)                                       | 72                             | 40                   |
| 17           | X-ray monitor unit linearity (output constancy)                               | 71                             | 39                   |
| 18           | Coincidence of radiation and mechanical isocenter                             | 71                             | 39                   |
| 19           | Wedge: off center ratio check (60 and intermediate angle)                     | 67                             | 37                   |
| 20           | Gantry rotation isocenter                                                     | 63                             | 35                   |
| 21           | Electron monitor unit linearity (output constancy)                            | 63                             | 34                   |
| 22           | Arc mode (expected MU, degree)                                                | 62                             | 34                   |
| 23           | SRS arc rotation mode                                                         | 59                             | 32                   |
| 24           | Table top sag                                                                 | 59                             | 32                   |
| 25           | MLC: coincidence of light field and x-ray field (all energies)                | 58                             | 32                   |
| 26           | MLC spoke shot                                                                | 58                             | 32                   |
| 27           | Stereotactic accessories, lockouts, etc.                                      | 57                             | 31                   |
| 28           | TBI/TSET accessories                                                          | 57                             | 31                   |
| 29           | Collimator rotation isocenter                                                 | 57                             | 31                   |
| 30           | Output factors for electron applicators (spot check of one applicator/energy) | 55                             | 30                   |
| 31           | Spot check of field size dependent output factors for x ray (two or more FSs) | 54                             | 30                   |
| 32           | Table angle                                                                   | 50                             | 27                   |
| 33           | MLC transmission (average of leaf and Interleaf): all energies                | 48                             | 26                   |
| 34           | Safety: follow manufacturer's test procedures                                 | 38                             | 21                   |
| 35           | Electron applicator interlocks                                                | 37                             | 20                   |
| 36           | Table travel maximum range movement in all directions                         | 34                             | 19                   |
| 37           | TBI/TSET mode                                                                 | 24                             | 13                   |

<sup>a</sup> The standard deviation of the average value for O, S, and D was  $\leq 3$  for all tests scores.

Tablo 1: RPN Değerleri (devam)

Uygulamaya alma işlemi ve yıllık ölçümlerde genellikle su fantomu kullanılırken rutindeki ölçümlerde kullanımı daha kolay cihazlar kullanılmaktadır. Bu cihazlar ikincil ve üçüncül ölçüm sistemi olarak sınıflandırılır. İkincil ölçüm sistemi aylık ölçümler için, üçüncül ölçüm sistemi ise günlük ölçümler için kullanılabilir. Bu sistemlerle değerlendirme yapılabilmesi için sistemlere ait referans verilerin oluşturulması gereklidir. Referans verilerin elde edilme aşamaları aşağıdaki gibidir;

- Kullanılan huzme ile ilgili yıllık ölçümler yapıp ölçüm sonuçları referans verilerle karşılaştırılır.
- Yıllık ölçüm sonuçları TPS verileriyle karşılaştırılır.

1. ve 2. adımlardaki sonuçlar tolerans içerisinde değil ise düzeltme yapılır.

Huzme ölçümlerinin yapıldığı gün (ideal olan) ikincil ve üçüncül ölçüm sistemleri ile belirli koşullarda (alan, enerji vs.) ölçüm alınır. Bu ölçümlerden alınan okumalar referans kabul edilir.

Kılavuza göre; Mekanik ve radyasyon eş merkezlerinin doğruluğu ve çakışması uygulamaya alma ölçümlerinden önce kontrol edilmeli, tolerans dışında ise düzeltilmelidir. TPS'deki Linac modelini oluşturmak için gerekli dozimetrik parametrelerin doğruluğu eş merkezlerin doğru konumda olmasına bağlıdır. Rutin ölçümlerde eş merkezi temsil eden referans sistemi kullanılmalıdır. Bu sistemin temsil ettiği eş merkez ile uygulamaya alma/kabul ölçümleri sırasında tanımlanan eş merkezler çakışmalıdır. Bu eş merkezlerin çakışması tolerans dışında ise mekanik kalite kontroller yapılmalıdır. Lazer referans sistemi olarak kullanılıyorsa, lazerler herhangi bir mekanik test gerçekleştirilmeden önce radyasyon/mechanik eş merkeze karşı test edilmelidir.

C-kollu Linac'larla birlikte hasta hizalamasında kullanılan Görüntü Rehberlikli Tekniklerin (GRT) kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu tekniklerde hasta hizalaması kesitsel görüntülere dayanmaktadır. Bu nedenle doğru hizalamayı sağlamak için görüntüleme testleri çok önemlidir. Bu testler Linac ve görüntü eş merkez uyumunun sağlanması örneklerinde olduğu gibi Linac mekanikğine doğrudan bağlıdır. Görüntüleme ve lazer testleri AAPM TG 142, AAPM TG 179 raporları ve AAPM MPPG 2.a uygulama kılavuzunda önerilmiştir. GRT kullanımı yaygınlaşması ile lazer referans sisteminin olan bağlılık azalmıştır. Bu nedenle görüntüleme ekipmanlarının nitelik temininin önemi artar ve sıklıkla test edilmesi önem kazanırken lazer testlerinin sıklığı azaltması düşünebilir.

SRS veya SBRT'nin Linac uygulaması yaygındır. SRS/SBRT uygulamalarında fraksiyon sayısı bir veya birkaç kez iken konvansiyonel uygulamalarda fraksiyon sayısı daha fazladır. Fraksiyon sayısı az olan SRS/SBRT'de beklenen doğruluk geleneksel uygulamalarda beklenen doğruluktan daha fazladır. Bu doğruluğu sağlamak için SRS/SBRT için yazılmış protokollerden alınan performans testleri yapılmalıdır. Ayrıca, bu uygulamalarda Winston-Lutz testi de yapılabilir.

Üretici firmalar cihazları için kalite temini ve güvenlikle ilişkili testler önermektedir. Bu testler, NMF tarafından yararlı bir referans olsa da cihazın tüm özelliklerini kontrol edemez. Bu nedenle, NMF kullanılan cihaz ve kliniğe uygun kalite temini programı hazırlamaktan sorumludur. Etkin ve verimli kalite temini programlarının geliştirilmesi için üretici firma ve NMF birlikte çalışmalıdır. Üretici firmanın önerdiği testler genellikle firma tarafından tedarik edilen araçlar kullanılarak yapılır. Bu araçların bir kısmı cihaza ve ihtiyaca özeldir. Diğer kısmı ise genel amaçlar için kullanılan araçlardır. Bu araçların rutinde kullanım uygunluğu NMF tarafından değerlendirilmelidir. NMF, rutin ve/veya kabul testlerinde, cihaz standardizasyonu, daha fazla veri sunumu ve kullanım kolaylığını sağlamak için üretici firmanın önerdiği araçlardan farklı araçlar kullanabilir.

Linac'ların genel ve özel bakımları sırasında isteyerek ve/veya istemeyerek cihaz parametrelerinde değişim olup olmadığını kontrol etmek için her Linac bakımından sonra yapılması gereken bazı testler vardır. Bu testler bakım esnasındaki çalışma ve olası cihaz performans değişikliğine göre NMF tarafından düzenlenir. Testlerin düzenlenmesinde Linac'ların ve alt sistemlerinin çalışma prensipleri dikkate alınır. Bu nedenle NMF'nin bu sistemlerin çalışma prensiplerini bilmesi gerekir. NMF'nin yapılan bakımın cihaz parametrelerini nasıl etkileyebileceğini anlamasında ise bakım/onarım işlerini yapan servis mühendislerinin bilgisinden yararlanması önemlidir. NMF cihazla ilişkili yapılan bakımların tamamı hakkında bilgi sahibi olmalı ve bakım sonrası gerekli kontrolleri yaptıktan sonra cihazla tedaviyi başlatmalıdır.

### 3.Linac Performans Testleri

Kılavuzun bu bölümünde performans testleri ve performans testlerinde dikkat edilmesi gereken unsurlardan söz edilmektedir. Performans testlerinin farklı sıklıkta, farklı personel ve ekipmanla yapılması önerilmektedir. Linac ile ilgili herhangi bir parametre ve/veya referans değiştiği zaman hem testleri hem de cihaz ile TPS arasındaki dozimetrik uyumu nasıl etkilediğine özellikle dikkat edilmelidir. Testleri yapılan klinik bir parametrenin tolerans dışına çıktığı ve ayarlanması gerektiği tespit edildiğinde; bu parametrenin ayarlanmasının diğer klinik parametreler üzerinde herhangi bir etkisinin olup olmadığından emin olmak için kalite temini aşamalarında birkaç adım geriye gitmek gerekebilir.

Performans test programının hazırlanması ve bu testlerin sonuçları ile huzme parametreleri arasındaki ilişki NMF tarafından bilinmelidir. Bununla birlikte, arızaların sistem tarafından bulunmasını sağlayan Linac sistemi içerisindeki yazılımın özelliğini ve kısıtlamalarının da farkında olmalı ve anlamalıdır. Test sonuçları ile huzme parametreleri arasındaki ilişkiye şu örnek verilebilir; Linac'ın günlük verimdeki sapma, verimi etkileyen ve Linac kafasında bulunan iyon odasındaki arızadan değil de hüzme enerjisindeki değişiklikten kaynaklanabilir.

Linac için yeterli ve uygulanabilir kalite temini programı hazırlama konusunda NMF'ye yardımcı olmak için risk analizi sonuçları ve bu kılavuzu yazan komitenin görüş birliğine göre düzenlenen testler Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'da verilmiştir. Bu tablolarda her test için önerilen ölçüm sıklığı ve toleranslar belirtilerek dozimetrik, mekanik, güvenlik ve wedge ile ilgili bazı testler verilmiştir. Tablo 5'deki elektronik wedge ifadesi, kafa içerisindeki fiziksel ve kolimatör hareketlerini kullanan wedge sistemlerini tanımlamaktadır. Ayrıca Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6'daki her bir test için yazılmış uygulama notları da kılavuzda verilmiştir. Dozimetrik testler için önerilen uygulama notları yazının sonunda derlenerek Tablo 7'de sunulmuştur.

**TABLE 2** Dosimetry Tests.

| Item | Test                                       | Frequency          | Tolerance                                                                                       |
|------|--------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D1   | Photon and electron output constancy       | Daily <sup>a</sup> | 3% of baseline                                                                                  |
|      |                                            | Monthly            | 2% of baseline                                                                                  |
|      |                                            | Annual             | 1% of TG51                                                                                      |
| D2   | Photon and electron beam profile constancy | Daily <sup>a</sup> | 2%                                                                                              |
|      |                                            | Monthly            | 2%                                                                                              |
|      |                                            | Annual             | 2% of TPS OAFs <sup>b</sup>                                                                     |
| D3   | Electron beam energy                       | Monthly            | 2 mm                                                                                            |
|      |                                            | Annual             | 2 mm                                                                                            |
| D4   | Photon beam energy                         | Monthly            | 1% of PDD/TPR (relative change in value)                                                        |
|      |                                            | Annual             | 1% of PDD/TPR at reference depth                                                                |
| D5   | Dynamic delivery control                   | Monthly            | 3% of open field dose                                                                           |
| D6   | Photon MU linearity (output constancy)     | Annual             | 2% >10 MU for open field; 2% for segmented field                                                |
| D7   | Electron MU linearity (output constancy)   | Annual             | 2% for clinical range                                                                           |
| D8   | Photon output vs dose rate                 | Annual             | 2%                                                                                              |
| D9   | Photon and electron output vs gantry angle | Annual             | 2% of IEC gantry 0° output                                                                      |
| D10  | Photon and electron OAF vs gantry angle    | Annual             | 2% of OAFs at IEC gantry 0°                                                                     |
| D11  | Arc mode (expected MU, degree)             | Annual             | 2% of MU and 2°                                                                                 |
| D12  | Special procedure mode (TBI/TSET)          | Annual             | Output: same as regular beam;<br>energy: same as regular beam;<br>profile: same as regular beam |

<sup>a</sup>Daily checks should be conducted for the energies used that day.<sup>b</sup>Tolerance is the same as what was acceptable for TPS model evaluation at the time of commissioning.**Tablo 2: Linac için yeterli ve uygulanabilir kalite temini programı hazırlama konusunda NMF'ye yardımcı olmak için risk analizi sonuçları ve bu kılavuzu yazan komitenin görüş birliğine göre düzenlenen testler.****TABLE 3** Mechanical tests.

| Item | Test                                                                                             | Frequency     | Tolerance                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------|
| M1   | Localizing lasers                                                                                | Daily         | 2 mm                                                       |
|      |                                                                                                  | Monthly       | 1 mm                                                       |
| M2   | Optical distance indicator                                                                       | Daily         | 2 mm at isocenter                                          |
|      |                                                                                                  | Monthly       | 2 mm over clinical range                                   |
| M3   | Jaw position indicators                                                                          | Daily         | 2 mm per jaw for single field                              |
|      |                                                                                                  | Monthly       | 2 mm per jaw for clinical range of motion                  |
| M4   | Light to radiation field coincidence                                                             | After Service | 2 mm per jaw                                               |
| M5   | Leaf position accuracy                                                                           | Monthly       | 1 mm                                                       |
| M6   | Gantry/collimator angle indicators                                                               | Monthly       | 1°                                                         |
| M7   | Physical graticule (port film graticule)                                                         | Monthly       | 2 mm                                                       |
| M8   | Cross-hair centering                                                                             | Monthly       | 1 mm                                                       |
| M9   | Treatment couch positions (absolute and relative)                                                | Monthly       | Abs: 2 mm and 1°;<br>Rel: 1 mm over 10 cm and 0.5° over 3° |
| M10  | Radiation isocentricity (MLC/jaw radiation isocenter with collimator, gantry and couch rotation) | Annual        | 2 mm diameter <sup>a</sup>                                 |
| M11  | Electron applicator collimator settings/physical inspection/interlocks                           | Annual        | Same as acceptance/TPS                                     |
| M12  | Stereotactic accessories, lockouts, cone coding                                                  | Daily         | Functional                                                 |
|      |                                                                                                  | Annual        | Functional                                                 |
| M13  | Accessory latches/interface (all slots)                                                          | Annual        | Functional                                                 |

<sup>a</sup>For SRS-SBRT applications, refer to the relevant AAPM Medical Physics Practice Guideline.**Tablo 3: Linac için yeterli ve uygulanabilir kalite temini programı hazırlama konusunda NMF'ye yardımcı olmak için risk analizi sonuçları ve bu kılavuzu yazan komitenin görüş birliğine göre düzenlenen testler.**

**TABLE 4** Safety tests.

| Item | Test                  | Frequency         | Tolerance                                                                              |
|------|-----------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| S1   | Door interlock        | Daily             | Functional                                                                             |
| S2   | Door closing safety   | After service     | Functional                                                                             |
| S3   | Audio/visual monitors | Daily             | Functional                                                                             |
| S4   | Beam-on indicator     | Daily<br>Annual   | Functional<br>Functional (all indicators)                                              |
| S5   | Anti-collision test   | Daily<br>Monthly  | Functional (single point for system function)<br>Functional (all collision interlocks) |
| S6   | Safety procedures     | Determined by QMP | Functional                                                                             |

**TABLE 5** Wedge tests.

| Item | Test                                                        | Frequency        | Tolerance                                                |
|------|-------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|
| W1   | Electronic wedge check                                      | Daily<br>Monthly | Internal: functional; collimator shaped wedges: 3%<br>2% |
| W2   | Physical wedge placement accuracy                           | Monthly          | 1 mm                                                     |
| W3   | Wedge profile for 60 degree electronic wedges, all energies | Annual           | 2% of TPS OAFs                                           |
| W4   | Wedge dose for collimator shaped wedges, all angles         | Annual           | 2% of TPS dose                                           |

**TABLE 6** Comprehensive review of machine settings.

| Item | Test                                     | Frequency | Tolerance                   |
|------|------------------------------------------|-----------|-----------------------------|
| C1   | Comprehensive review of machine settings | Annual    | Same as acceptance/expected |

**Tablo 4,5,6: Linac için yeterli ve uygulanabilir kalite temini programı hazırlama konusunda NMF'ye yardımcı olmak için risk analizi sonuçları ve bu kılavuzu yazan komitenin görüş birliğine göre düzenlenen testler.**

| Dozimetrik Testler İçin Uygulama Notları |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Madde                                    | Test                                       | Uygulama Notları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| D1                                       | Foton ve elektron verim kararlılığı        | <p>Risk değerlendirmesinde en yüksek RPN skoruna sahiptir. Bu nedenle verimin günlük, aylık ve yıllık olarak ölçülmesi önerilir.</p> <p>Günlük ve aylık verim kontrolleri klinikte kullanılan tüm huzmeler için yapılmalıdır.</p> <p>Günlük verim ölçümleri, o gün klinik kullanımdaki huzmeler için sınırlandırılabilir.</p> <p>Yıllık verim ölçümleri TG51'e göre (veya TRS 398) hesaplanmalıdır.</p> <p>TG51'e göre yapılan mutlak kalibrasyonun başka bir NMF tarafından da doğrulamasının yapılması tavsiye edilir.</p> |
| D2                                       | Foton ve elektron huzme profil kararlılığı | <p>Günlük verim ölçümleri için tasarlanan birçok cihaz, merkezi eksen dışı faktör kararlılığının günlük değerlendirmesi için kullanılabilir.</p> <p>Aylık ölçümlerde; günlük merkezi eksen dışı ölçümler değerlendirilmeli veya farklı cihaz veya yöntemle huzme profili ölçülmelidir.</p> <p>Yıllık ölçümlerde ölçülen huzme profilini TPS'deki merkezi eksen dışı noktalar ile uyumlu olmalıdır.</p>                                                                                                                       |
| D3                                       | Elektron Huzme Enerjisi                    | <p>Günlük ölçüm cihazları ile günlük elektron enerji kararlılığı da değerlendirilebilir.</p> <p>Aylık ölçümlerde; günlük enerji kararlılık ölçümleri değerlendirilmelidir. Farklı yöntemlerle de enerji kararlılık ölçümleri alınabilir.</p> <p>Yıllık ölçümlerde; I50 veya R50 değerlerini doğrulamak için nokta doz ölçümü veya suda ölçülen tam iyonizasyon eğrisi ölçülebilir.</p>                                                                                                                                       |

|     |                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D4  | Foton Huzme Enerjisi                                               | Günlük ölçüm cihazları ile günlük foton enerji kararlılığı da değerlendirilebilir.<br>Aylık ölçümlerde; günlük enerji kararlılık ölçümleri değerlendirilmelidir. Farklı yöntemlerle de enerji kararlılık ölçümleri alınabilir.<br>Yıllık ölçümlerde; nokta ölçümler veya derin doz eğrisi ile huzme enerjisi değerlendirilebilir.<br>Merkez eksen dışı faktördeki değişimler son zamanlarda foton huzme enerji değişiminin bir göstergesi olarak sunulmuştur. |
| D5  | Dinamik İletim Kontrolü                                            | Aylık ölçümlerde; klinik olarak kullanılan dinamik bileşenlerin testi önerilir.<br>Üretici firmalar bu testleri önermektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| D6  | Foton MU lineeritesi (verim kararlılığı)                           | Yıllık ölçümlerde; klinikte kullanılan Monitör Unit (MU) ve MU/Segment aralığında yapılmalıdır.<br>Segmentli alanların lineeritesi, Linac'ın ışınlamayı başlatma/durdurma kontrol sistemi de dikkate alınarak test edilmelidir.<br>MU karşılık gelen doz lineer olmalı ve kalibrasyon koşulundaki MU'a karşılık gelen dozla uyumlu olmalıdır.                                                                                                                 |
| D7  | Elektron MU lineeritesi (verim kararlılığı)                        | Yıllık ölçümlerde, elektron huzmeleri için klinikte kullanılan MU aralığında testler yapılmalıdır.<br>MU karşılık gelen doz lineer olmalı ve kalibrasyon koşulundaki MU karşılık gelen dozla uyumlu olmalıdır.                                                                                                                                                                                                                                                |
| D8  | Doz hızına karşılık foton verimi                                   | Klinikte kullanılan doz hızı aralığı için verim kararlılığı testi yapılmalıdır.<br>Rutin doz hızında ölçülen verim ile diğer doz hızlarında ölçülen verimler karşılaştırılmalıdır.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| D9  | Gantry açısına karşılık foton ve elektron verimi                   | Bu ölçümlerde iyon odası ve 2B ölçüm sistemleri kullanılabilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| D10 | Gantry açısına karşılık foton ve elektron merkez eksen dışı faktör | Bu faktörler 2B ölçüm sistemleri veya nokta ölçümü ile kontrol edilebilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| D11 | Arc Modu (beklenen MU, derece)                                     | Bu test klinikte ark tekniği ile kullanılan her enerji ve doz hızı için yapılmalıdır.<br>Klinikte sadece VMAT tekniği kullanılıyorsa, hastaya özel VMAT KT ve D5'deki test yapılıyorsa bu test yapılmayabilir.                                                                                                                                                                                                                                                |
| D12 | Özel Uygulama Modu (TBI/TSET)                                      | Özel uygulamalarla kullanılan önemli parametreler test edilmelidir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

**Tablo 7: Dozimetrik testler için önerilen uygulama notları.**



**Med. Fiz. Uzm. Bora SINDIR**

1983 Girne doğumludur. 2000 yılında 20 Temmuz Fen Lisesi'nden, 2006 yılında Ege Üniversitesi Fizik Bölümü'nden mezun oldu. 2008 yılında, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Medikal Fizik Yüksek Lisans Programı'nı tamamladı. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı'nda doktora eğitimine devam etmektedir. 2008 yılından beri Akdeniz Üniversitesi'nde Medikal Fizik Uzmanı olarak çalışmaktadır.

# AYIN BÖLÜMÜ

## İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ MEDİPOL MEGA HASTANESİ

**Doç. Dr. Hilal ACAR DEMİR**



**İstanbul Medipol Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Bölümü Ekibi**

İstanbul Medipol Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi bölümü 2013 yılında kurulmuştur. Hasta alımına 1 adet Varian marka Trilogy lineer hızlandırıcı cihazı ve Varian marka Varisource HDR Brakiterapi cihazı ile başlamıştır. 2014 yılında Elekta marka GammaKnife Perfection ve Zeiss marka Intrabeam intraoperatif cihazlarının kurulumu gerçekleştirilmiştir. 2014 yılının sonunda ise Accuray marka Cyberknife M6 ve Varian marka Truebeam STx 2.5 cihazlarının kurulumu ile cihaz parkurumuz tamamlanmıştır. Bölümümüzde tedavi gören hastaların planlama CT'lerinin çekimi için nükleer tıp A.D.'na ait Philips marka PET-CT cihazı ve radyoloji bölümüne ait Philips marka Bigbore CT cihazı kullanılmaktadır. 3DCRT, IMRT, VMAT, RPM solunum takipli tedavi teknikleri kullanılarak tedaviler yapılmaktadır. Kliniğimizde uygun hastalar için tercih edilen tedavi yöntemi SRS, SBRT olsa da konvansiyonel fraksiyonizasyon ve hiperfraksiyonizasyon uyguladığımız hastalarda hasta yoğunluğumuzun yüzde 30'unu oluşturmaktadır.

Bölümümüz 2017'de yenilenen kadrosu ile 2 profesör, 2 doçent olmak üzere 4 radyasyon onkoloğu, 1 doçent medikal fizik uzmanı öğretim üyesi, 4 medikal fizik uzmanı, üniversite kadrosunda bulunan 2 medikal fizik uzmanı öğretim görevlisi, 1 dozimetrist, 10 tekniker, 3 hemşire ve 6 hasta kabul personeli ile hizmet vermeye devam etmektedir.

### **EĞİTİM PROGRAMLARI VE ARAŞTIRMA OLANAKLARI**

#### **Radyoterapi Teknikerleri Ön lisans Programı**

2013-2014 eğitim öğretim yılından itibaren hekim ve medikal fizik uzmanlarımız tarafından Medipol Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu radyoterapi teknikerliği bölümünde eğitim ve öğretim sürdürülmektedir. Şu ana kadar mezun öğrenci sayımız 200'ün üstündedir.

#### **Sağlık Fiziği Yüksek Lisans ve Doktora Programları**

Sağlık bilimleri enstitüsü sağlık fiziği anabilim dalı bünyesinde 2014-2015 eğitim yılında öğrenci kabulüne başlayan programımızdan bugüne kadar 5 sağlık fizikçisi mezun olmuştur. 3'ü tez aşamasında olmak üzere halen eğitim öğretim hayatına devam eden 5 öğrencimiz bulunmaktadır. Ayrıca 2017-2018 eğitim öğretim döneminde doktora programımızda da eğitim başlamıştır.

Bölümümüzde, medikal fizik uzmanlarımız, doktorlarımız ve öğrencilerimiz ile kliniğimizde her hafta yaptığımız makale tartışmaları, konu anlatımları ve bilimsel çalışmalar ile kendimizi her zaman daha çok geliştirmeyi hedeflemekteyiz.

## Cihaz Parkuru

- Accuray Cyberknife M6: MLC, FIX Cone ve IRIS kolimatörlere sahip robotik radyocerrahi cihazı
- Elekta Gamma Knife Perfexion: 192 Co-60 kaynağı içeren beyin sterotaksi cihazı
- Varian Trilogy: Millennium 120 MLC'li lineer hızlandırıcı, 6-18 MV foton enerjisi ve 6 farklı elektron enerjisi bulunmaktadır.
- Varian Truebeam STx 2.5: 120 HD MLC'li Lineer Hızlandırıcı, filtreli 6MV, 10MV, 15MV, filtresiz 6MV, 10MV foton enerjisi ve 5 farklı enerjide de elektron enerjisi bulunmaktadır.
- Varian Varisource HDR Brakiterapi: Iridyum-192 HDR kaynaklı silindir ve tandem ovoid aplikatöre sahip Brakiterapi cihazı
- Zeiss Intrabeam: 50 kV foton enerjili, silindirik ve flat aplikatörlü intraoperatif radyoterapi cihazı



## Dozimetrik Altyapı

Sun Nuclear su fantomu, RW3 katı Su fantomu, PTW 0.6 cc farmer iyon odası, PTW Roos paralel plak iyon odası, PTW Semiflex 0.125 cc iyon odası, PTW Pinpoint 0.015 cc iyon odası, Sun Nuclear Edge detektör, PTW microdiamond detektör, Sun Nuclear ArcCheck ve 3 DVH yazılımı, Nanodot OSL ve okuyucu sistemi, Sun Nuclear film dozimetre sistemi.



### Doç. Dr. Hilal ACAR DEMİR

10.01.1976 Karaman doğumluyum. İlk orta ve lise eğitimimi Ankara'da tamamladım. 1998 yılında ODTÜ fizik öğretmenliği bölümünden mezun oldum. 2002 yılında ODTÜ Fizik bölümü yüksek enerji fiziği ve 2004 yılında Hacettepe Üniversitesi Radyoterapi Fiziği programlarında yüksek lisansımı tamamladım. 2010 yılında İstanbul Üniversitesi Tıbbi Radyofizik programında doktoramı bitirdim. Doçentlik unvanımı 2015 yılında aldım. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sağlık Fiziği Anabilim Dalı başkanı olarak çalışmaktayım.

# NÜKLEER TIP'TA HASTALARIN RADYASYONDAN KORUNMASI

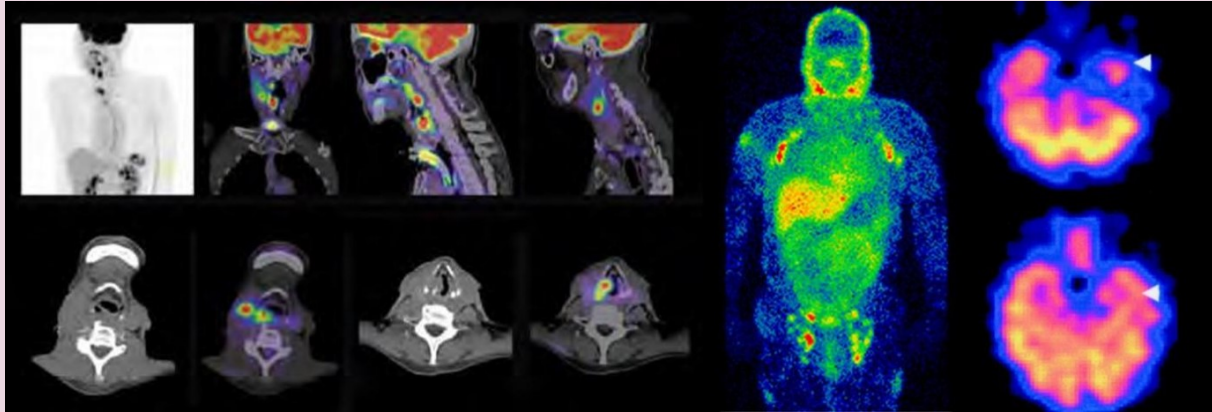
## Dr. Türkey TOKLU

Bu yazıda Nükleer Tıp uygulamalarında hastaların radyasyondan korunması ilkeleri, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'nın (IAEA) "Hastaların Radyasyondan Korunması-Radiation Protection of Patients (RPOP)" başlığı altında sağlık profesyonelleri için sağladığı bilgilerin bir derlemesi şeklinde sunulmuştur. Bilgiler, sağlık profesyonellerinin sıklıkla sordukları sorulara yanıtlardan oluşturulmuştur.



## Diyagnostik Nükleer Tıp Uygulamaları

Diyagnostik Nükleer Tıp'ta bir organın görüntülenmesi ve/veya tüm/bölgesel fonksiyonunun ölçülmesi için radyofarmasötikler (kimyasal yapısına radyoaktif madde eklenmiş farmasötik ürünler) kullanılır. Fonksiyonu değerlendirilecek olan organ ile ilişkili olarak radyofarmasötikler hastalara, i.v. enjeksiyon, ağız yolu veya diğer yöntemler ile verilebilmektedir. Radyofarmasötiklerin tutulumu, çevrimi veya atılımı gama kamera, pozitron emisyon tomografisi (PET) veya basit bir radyasyon dedektörü ile incelenir. Organdaki tutulum miktarı genellikle organ fonksiyonu, metabolizması veya organ kan akımının bir ölçüsüdür.



Diyagnostik amaçlı Nükleer Tıp uygulamaları, radyoaktivitenin doğru uygulanması halinde oldukça güvenlidir. Bununla beraber, ekstrasvasyon gibi enjekte edilen radyoaktivitenin enjeksiyon sahasından hızlıca uzaklaşmasının mümkün olmadığı, küçük hacimlere yüksek aktivitelerin enjekte edilmesi durumlarında, enjeksiyon sahasında soğurulan doz deterministik etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Ekstrasvasyon, kaza sonucu ışınlama olarak düşünülebilir çünkü büyük ölçüde amaçlananın dışında bir ışınlama gerçekleşmiştir.

Eğer bir Nükleer Tıp tetkiki için birden fazla radyofarmasötik kullanılabilirse, radyofarmasötiğin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri dikkate alınarak, hastaların organ dozlarının minimumda tutulması ve böylece ilişkili riskleri azaltmak mümkün olacaktır. Öte yandan, sağlık profesyonellerinin sadece lisanslı radyofarmasötik üreticilerinin ürünlerini kullanma zorunluluğu vardır.

Doğru radyofarmasötiğin doğru miktarda doğru hastaya verilmesi, radyofarmasötiğin hazırlanması prosedürüyle başlar. Yerel çalışma prosedürlerinin farklı radyofarmasötiklerin karışması riskini minimuma indirmesi gereklidir. Her hazırlıkta radyofarmasötik cinsi, hazırlandığı hacim ve referans saatte aktivitesi vial üzerine yazılmalıdır. Radyofarmasötik hasta dozajlarına ayrılırken bu bilgiler kontrol edilmelidir. Gerekliğinde enjektör üzerine de radyofarmasötik bilgisi, miktarı ve referans zamanı ile birlikte hasta adı veya protokol numarası eklenmelidir. Hasta kimliği, hastanenin genel kurallarına göre doğrulanmalıdır. Kadın hastalar gebelik ve emzirme ile ilgili sorgulanmalıdır. Hastanın istem formu, uygun radyofarmasötiğin uygun tetkik için verildiğinin kontrolü için gözden geçirilmelidir.

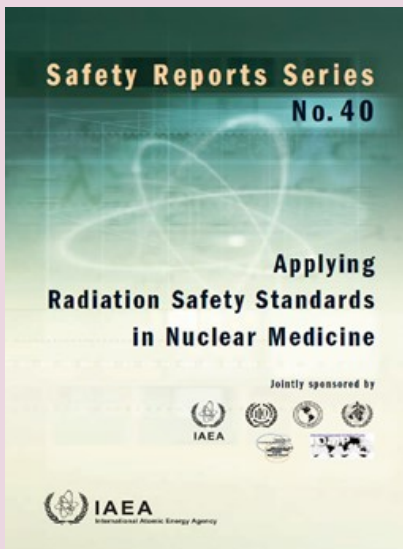
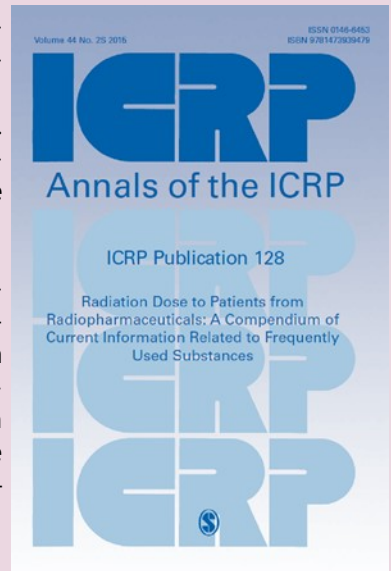
Bir Nükleer Tıp tetkiki için kullanılacak optimum aktivite miktarı hastanın vücut ağırlığına, hastanın metabolik karakteristikleri ve klinik durumuna, kullanılacak ekipmanın tipine, gerçekleştirilecek çalışma tipine ve süresine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bir görüntüleme ekipmanı için bir tetkikten elde edilecek diyagnostik değer ise, hastaya uygulanan aktivite ile ilişkilidir. Belirli bir eşik değerinin altında yeterli bilgi elde edilemez. Bunun üzerinde, aktivitenin artmasıyla diyagnostik kalite hızlı bir şekilde yükselir. Yeterli görüntü kalitesinin üzerinde aktivite verilmesi sadece hasta dozunu artırırken görüntü kalitesi katkı sağlamayacaktır.

Hastalara uygulanacak aktivite miktarlarında üst sınır bulunmamakla birlikte, hastaların gereksiz radyasyona maruziyetini engellemek açısından rehber seviyeler yol göstermektedir. Rehber seviyelerin kullanımı hasta dozlarının tahminini içerir. Bu seviyeler bireysel olarak hastalara uygulanamamaktadır, aksine bunlar standart hasta boyutları ve standart prosedürler için belirlenmiştir. Rehber seviyeler, sağlık profesyonellerinin değerlendirmesinde rehber olması için kullanılmaktadır. Ülkemizde Nükleer Tıp tetkikleri için rehber seviyeler 24.03.2000 tarih ve 23999 sayılı Resmî Gazete’de yayınlanan “Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği” Ek IV’de verilmektedir.

Hastalara radyofarmasötiklerin verilmesinden sonra hastaların maruz kalacağı efektif doz düşürmek mümkündür. Örneğin böbrekler yoluyla atılan radyofarmasötikler için hasta hidrasyonu organ dozlarını ve efektif dozu düşürecektir. Hastaların mesanelerini sıklıkla boşaltmaları istenmelidir. Yine tiroitle ilgili durumlar dışında radyoaktif iyonun kullanıldığı hallerde, tiroidin bloke edilmesi için potasyum iyodür veya potasyum perklorat kullanımı genel olarak kabul görmüş uygulamalardır.

Pozitron Emisyon Tomografisi / Bilgisayarlı Tomografi (PET/CT), Tek Foton Emisyon Tomografisi / Bilgisayarlı Tomografi (SPECT/CT) gibi anatomik görüntüleme ile kombine edilmiş Nükleer Tıp görüntülemesinde fazladan diyagnostik kazançlar sağlanır. Özellikle PET/CT onkoloji, kardiyoloji ve nöroloji alanlarında yüksek sensitiviteye sahip bir görüntüleme modalitesidir. PET görüntüsü ile CT görüntüsü farklı bilgiler sunmakta ancak birbirlerinin tamamlayıcısı roldedir. PET görüntülemesi metabolik bilgi sağlarken CT görüntüsü anatomik detayı vermektedir. Bu iki bilginin birleşimi Nükleer Tıp uzmanlarına daha güçlü diyagnoz yeteneği sağlar.

Bir PET/CT görüntülemesinde hasta dozu hem PET hem de CT komponentinden kaynaklanır. 370 MBq (10 mCi) FDG ( $^{18}\text{F}$ -Floro deoksiglikoz) enjeksiyonu nedeniyle hastalar ortalama 7 mSv gibi bir radyasyon dozuna maruz kalırken, yüksek rezolüsyonlu tüm vücut CT görüntülemesinde dozlar 30 mSv seviyelerine çıkabilir. PET/CT taramasında doz azaltma, CT komponentinin çekim parametrelerinin değiştirilmesiyle mümkün olabilmektedir. Düşük doz CT çekimi, çoğu durumda yeterli diyagnostik bilgi sağlarken hasta dozlarının da dramatik bir şekilde düşmesini sağlar. Bunun yanı sıra, eğer mümkünse görüntüleme Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR) ile kombine PET sistemi ile (PET/MR) gerçekleştirilirse CT komponentinden kaynaklı radyasyona maruziyet ortadan kalkmış olacaktır.



Konvansiyonel Nükleer Tıp görüntülemelerde dinamik görüntülemeler hariç birçok tetkikte hastaların fazladan radyasyona maruz kalmadan tekrar görüntülenmesi mümkün iken, CT ile kombine tekrar görüntüleme yapılması halinde hasta dozu artacaktır.

Nükleer Tıp uygulamaları nedeniyle hastaların maruz kaldıkları radyasyon dozları direkt ölçülememekle birlikte, organ dozları bazı hesaplamalarla tahmin edilebilir. Medical Internal Radiation Dose Committee (MIRD) tarafından geliştirilen bir metodoloji bu alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. International Commission on Radiation Protection (ICRP) radyofarmasötiklerin ortalama biyokinetik modellerini ve diğer verileri sağlamaktadır. ICRP Publication 128, bu verilerin sunulduğu güncel dokümandır. ICRP tablolarında verilen katsayılar ile hastalara verilen aktivite miktarları (MBq cinsinden) çarpılarak birçok radyofarmasötikten kaynaklı organ dozları ve efektif doz tahmin edilebilmektedir. Tablo 1’de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -dimercaptosuccinic acid (DMSA) için hastaya uygulanacak birim aktivite başına organ dozu ve efektif doz katsayıları verilmektedir.

Elde edilen doz değerleri yaklaşık değerler olmakta, hastalara özgü hesaplama yapılabilmesi için her bir organda radyofarmasötiğin biyokinetik özellikleri, radyofarmasötiğin bağlanma kalitesi, organların gerçek şekil ve boyutları gibi parametrelerin biliniyor olması gereklidir. Bu ise her hasta için mevcut değildir.

Emziren annelerin Nükleer Tıp tetkiki yaptırmaları halinde uygulanan radyofarmasötiğe ve aktivitesine bağlı olarak emzirmeyi belirli bir süre veya tamamen kesmesi gereklidir. Bu nedenle uygulanacak tetkikin mecburiyeti veya annenin emzirmeyi kesceği makul bir süre ertelenmesi gibi hususlar sorgulanmalıdır. IAEA’nın “Safety Report Series No. 40 – Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine” dokümanının eklerinde, emziren annelerin Nükleer Tıp tetkiki yaptırmaları halinde emzirmeyi kesmeleri önerilen periyotlar tablolar halinde verilmiştir. Bunlardan bir tanesi Tablo 2’de belirtilmektedir.

| Organ                                   | Absorbed dose per unit activity administered (mGy MBq <sup>-1</sup> ) |          |          |         |          |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------|----------|---------|----------|
|                                         | Adult                                                                 | 15 years | 10 years | 5 years | 1 year   |
| Adrenals                                | 1.2E-02                                                               | 1.6E-02  | 2.4E-02  | 3.5E-02 | 6.0E-02  |
| Bone surfaces                           | 5.0E-03                                                               | 6.2E-03  | 9.2E-03  | 1.4E-02 | 2.6E-02  |
| Brain                                   | 1.2E-03                                                               | 1.5E-03  | 2.5E-03  | 4.0E-03 | 7.2E-03  |
| Breast                                  | 1.3E-03                                                               | 1.8E-03  | 2.8E-03  | 4.5E-03 | 8.4E-03  |
| Gallbladder wall                        | 8.3E-03                                                               | 1.0E-02  | 1.4E-02  | 2.2E-02 | 3.1E-02  |
| Gastrointestinal tract                  |                                                                       |          |          |         |          |
| Stomach wall                            | 5.2E-03                                                               | 6.3E-03  | 1.0E-02  | 1.4E-02 | 2.0E-02  |
| Small intestine wall                    | 5.0E-03                                                               | 6.4E-03  | 1.0E-02  | 1.4E-02 | 2.4E-02  |
| Colon wall                              | 4.3E-03                                                               | 5.5E-03  | 8.2E-03  | 1.2E-02 | 2.0E-02  |
| (Upper large intestine wall             | 5.0E-03                                                               | 6.4E-03  | 9.5E-03  | 1.4E-02 | 2.3E-02) |
| (Lower large intestine wall             | 3.3E-03                                                               | 4.3E-03  | 6.5E-03  | 9.6E-03 | 1.6E-02) |
| Heart wall                              | 3.0E-03                                                               | 3.8E-03  | 5.8E-03  | 8.6E-03 | 1.4E-02  |
| Kidneys                                 | 1.8E-01                                                               | 2.2E-01  | 3.0E-01  | 4.3E-01 | 7.6E-01  |
| Liver                                   | 9.5E-03                                                               | 1.2E-02  | 1.8E-02  | 2.5E-02 | 4.1E-02  |
| Lungs                                   | 2.5E-03                                                               | 3.5E-03  | 5.2E-03  | 8.0E-03 | 1.5E-02  |
| Muscles                                 | 2.9E-03                                                               | 3.6E-03  | 5.2E-03  | 7.7E-03 | 1.4E-02  |
| Oesophagus                              | 1.7E-03                                                               | 2.3E-03  | 3.4E-03  | 5.4E-03 | 9.4E-03  |
| Ovaries                                 | 3.5E-03                                                               | 4.7E-03  | 7.0E-03  | 1.1E-02 | 1.9E-02  |
| Pancreas                                | 9.0E-03                                                               | 1.1E-02  | 1.6E-02  | 2.3E-02 | 3.7E-02  |
| Red marrow                              | 3.9E-03                                                               | 4.7E-03  | 6.8E-03  | 9.0E-03 | 1.4E-02  |
| Skin                                    | 1.5E-03                                                               | 1.8E-03  | 2.9E-03  | 4.5E-03 | 8.5E-03  |
| Spleen                                  | 1.3E-02                                                               | 1.7E-02  | 2.6E-02  | 3.8E-02 | 6.1E-02  |
| Testes                                  | 1.8E-03                                                               | 2.4E-03  | 3.7E-03  | 5.3E-03 | 1.0E-02  |
| Thymus                                  | 1.7E-03                                                               | 2.3E-03  | 3.4E-03  | 5.4E-03 | 9.4E-03  |
| Thyroid                                 | 1.5E-03                                                               | 1.9E-03  | 3.1E-03  | 5.2E-03 | 9.4E-03  |
| Urinary bladder wall                    | 1.8E-02                                                               | 2.3E-02  | 2.9E-02  | 3.1E-02 | 5.7E-02  |
| Uterus                                  | 4.5E-03                                                               | 5.6E-03  | 8.3E-03  | 1.1E-02 | 1.9E-02  |
| Remaining organs                        | 2.9E-03                                                               | 3.7E-03  | 5.2E-03  | 7.7E-03 | 1.4E-02  |
| Effective dose (mSv MBq <sup>-1</sup> ) | 8.8E-03                                                               | 1.1E-02  | 1.5E-02  | 2.1E-02 | 3.7E-02  |

The physical half-life of <sup>99m</sup>Tc is 6.01 h.

**Tablo 1: Hastaya uygulanacak birim aktivite başına organ dozu ve efektif doz katsayıları.**

### Nükleer Tıp'ta Tedavi Uygulamaları

Nükleer Tıp bölümlerinde korumasız (unsealed) radyoaktif kaynaklar ile gerçekleştirilen tedavi uygulamaları, tiroid tedavisi (hipertiroidizm ve tiroid kanseri), kemik ajanları ile gerçekleştirilen ağrı palyasyonu tedavisi, prostat ve nöroendokrin tümörlerin tedavisinde kullanılan Lutesyum tedavisi ve diğer birçok tedavi seçeneğini içerir. Yeni farmasötiklerin keşifleri ve alfa salıcı izotopların kullanılmaya başlanmasıyla bu tedavi seçenekleri çoğalmaktadır.

Nükleer Tıp'ta tedavi amacıyla çoğunlukla kısa menzilli partikül (beta, Auger elektronu, alfa gibi) salıcı izotoplar kullanılmaktadır. Bu partiküller çoğunlukla hedeflenen dokudan çıkamazken, izotopların aynı zamanda salmış oldukları X ve gama ışınları hastanın dışına çıkıp çevreye radyasyon salınmasına neden olabilmektedir. Tedavide temel prensip bu izotopların hedef dokuya yerleştirilmesi şeklindedir. İzotoplar, radyofarmasötik halinde hastalara oral, i.v. veya vücut içerisini doğrudan enjeksiyon şeklinde verilebilir. Nükleer Tıp tedavilerinde çoğunlukla, hedef dokuda soğurulan dozlar hedef olmayan dokulara göre oldukça yüksektir.

Nükleer Tıp'ta tedavi amacıyla çoğunlukla kısa menzilli partikül (beta, Auger elektronu, alfa gibi) salıcı izotoplar kullanılmaktadır. Bu partiküller çoğunlukla hedeflenen dokudan çıkamazken, izotopların aynı zamanda salmış oldukları X ve gama ışınları hastanın dışına çıkıp çevreye radyasyon salınmasına neden olabilmektedir. Tedavide temel prensip bu izotopların hedef dokuya yerleştirilmesi şeklindedir. İzotoplar, radyofarmasötik halinde hastalara oral, i.v. veya vücut içerisini doğrudan enjeksiyon şeklinde verilebilir. Nükleer Tıp tedavilerinde çoğunlukla, hedef dokuda soğurulan dozlar hedef olmayan dokulara göre oldukça yüksektir.

TABLE 17. RECOMMENDATIONS FOR CESSATION OF BREAST FEEDING FOR CLASS A RADIOPHARMACEUTICALS

| Radiopharmaceutical      | Administered activity, MBq (mCi) | Need for counselling | Advice             |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|
| Ga-67 citrate            | 185 (5.0)                        | Yes                  | Cessation          |
| Tc-99m DTPA <sup>a</sup> | 740 (20)                         | No                   |                    |
| Tc-99m MAA <sup>b</sup>  | 148 (4)                          | Yes                  | Cessation for 12 h |
| Tc-99m pertechnetate     | 185 (5)                          | Yes                  | Cessation for 4 h  |
| I-131 NaI                | 5550 (150)                       | Yes                  | Cessation          |

<sup>a</sup> DTPA, diethylene-triamine-penta-acetic acid.

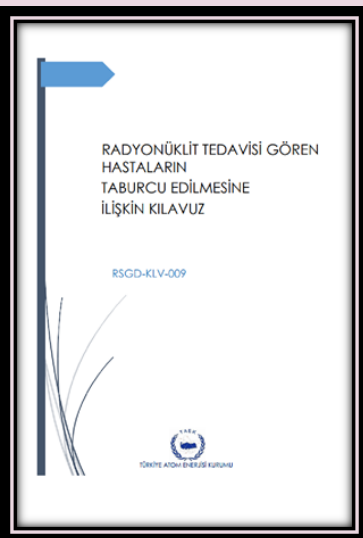
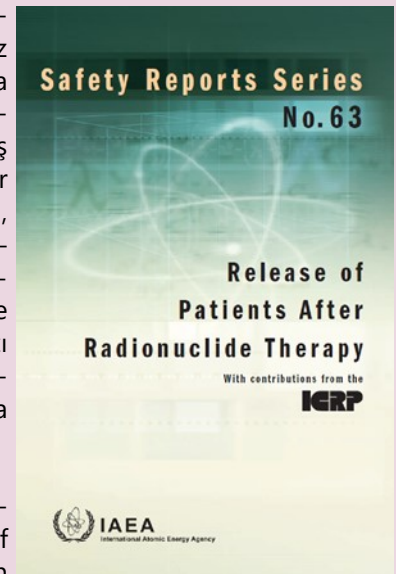
<sup>b</sup> MAA, macro-aggregated albumin.

**Tablo 2: Emziren annelerin Nükleer Tıp tetkiki yaptırmaları halinde emzirmeyi kesmeleri önerilen periyotlar.**

Uygulanan tedaviye ve radyofarmasötiğe bağlı olarak, bazı hastalar tedavi sonrası hemen evlerine gönderilirken, bazı hastalar hastanın ailesi ve topluma vereceği radyasyon seviyesi göz önünde bulundurularak belirli sürelerle hastanede tutulurlar. Hastanın ailesine ve topluma vereceği radyasyondan korunmada iki unsur düşünülmelidir. İlki, verilen izotopun salmış olduğu X ve gama ışınları nedeniyle meydana gelen dış radyasyondur. Hastadan kaynaklı bu dış radyasyonun, hastanın aile bireylerinde kanser riski açısından değerlendirildiğinde önemli bir etkisi bulunmamaktadır. Bununla beraber dış radyasyon, özellikle çocuklar ve gebeler için, mümkün olan en düşük seviyede (as low as reasonably achievable – ALARA) tutulmalıdır. İkinci unsur ise radyoaktif maddenin hastanın vücudundan atılımıdır. Radyoaktif maddeler, hastaya uygulanan radyofarmasötiğin özelliğine göre idrar, dışkı, tükürük, ter, gözyaşı veya anne sütü yoluyla vücut dışına atılabilirler. Ana atılım yolu genellikle idrardır. Vücut dışına atım hızı hastadan hastaya ve radyofarmasötiğe göre büyük farklılıklar gösterir. Hastaların bu atıklarının diğer insanlara bulaşma olasılığı düşüktür ve bu nedenle dış radyasyona göre çok daha düşük tehlike arz etmektedir.

Nükleer Tıp bölümlerinde tedavi gören hastaların taburcu edilmesine dair uluslararası standardize edilmiş kurallar bulunmamakla birlikte IAEA "Safety Report Series No. 63 – Release of Patients After Radionuclide Therapy" dokümanında önerilerde bulunmaktadır. Ülkemiz için kurallar "Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği" ve TAEK'in "RSGD-KLV002D009-Radyonüklit Tedavisi Gören Hastaların Taburcu Edilmesine İlişkin Kılavuz"u kapsamında verilmektedir.

Nükleer Tıp tedavilerinde optimizasyon prensibinin uygulanması diyagnostik Nükleer Tıp'tan farklıdır. Görüntülemelerde radyasyon dozu, görüntü kalitesi ile ilişkili olarak mümkün olduğunca düşük olmalıdır (ALARA). Tedavi uygulamalarında ise optimizasyon prensibi, tedavi edilecek hedef doku veya organda istenen biyolojik etkinin yaratılabilmesi için veya hedef olmayan kritik organlarda radyasyonun zararlı etkilerinin ortaya çıkmaması için uygun hasta dozlarının belirlenmesini içerir. Bu nedenle optimizasyon, hastadan elde edilen tutulum, biyokinetik ve organ boyutu gibi parametreler ile hastaya özgü doz belirlenmesidir.



Bireysel doz hesaplamaları medikal fizikçiler tarafından, benin ve malin tiroit hastalıklarında uygulanan radyonüklid tedavilerin yanı sıra, Y-90 mikroküre, Lu-177 ile prostat kanseri ve nöroendokrin tümör tedavisi gibi tedavi uygulamalarında başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir. Eksternal demet radyoterapisinin aksine radyonüklid tedavide hastaya özgü doz hesaplaması yapabilmek çok daha büyük efor gerektirmektedir.

Tedavi uygulamalarında hastaların ve toplumun radyasyondan korunmasında bunların dışında, diyagnostik uygulamalarda da olduğu gibi hastaların doğrulanması, tedavi hakkında bilgilendirilmesi ve taburculuk sonrası dönem için kurallar sözlü ve gerektiğinde yazılı olarak hastalara aktarılması önem arz etmektedir. Yine i.v. olarak verilecek radyofarmasötiklerin ekstrevasyasyonunun önüne geçilmesinde ekstra dikkat sarf edilmelidir.

Bir radyonüklid tedavi sonrasında kadın hastaların belirli bir süre gebe kalmaması önerilir. Bu süreler IAEA'nın "Safety Report Series No. 40 – Applying Radiation Safety Standards in Nuclear Medicine" dokümanında Tablo 3'deki gibi verilmiştir. Bu gereklilik, fetüsün 1 mGy'in altında (halk için verilen doz sınırı) radyasyona maruz kaldığından emin olunması içindir. Yine I-131 tedavisi sonrası erkek hastaların spermlerinde hasar oluşma potansiyeli bulunmaktadır.

**TABLE 20. RECOMMENDED TIMES FOR AVOIDING PREGNANCY FOLLOWING RADIONUCLIDE THERAPY***(pregnancy should be avoided for the period indicated in column four even when the activity administered was smaller than that shown in column three)*

| Nuclide and form        | Disease           | Maximum activity (MBq) | Pregnancy avoidance period (months) |
|-------------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Au-198 colloid          | Cancer            | 10 000                 | 2                                   |
| I-131 iodide            | Thyrotoxicosis    | 800                    | 4                                   |
| I-131 iodide            | Thyroid cancer    | 5 000                  | 4                                   |
| I-131 MIBG <sup>a</sup> | Phaeochromocytoma | 5 000                  | 4                                   |
| P-32 phosphate          | Polycythemia      | 200                    | 3                                   |
| Sr-89 chloride          | Bone metastases   | 150                    | 24                                  |
| Y-90 colloid            | Arthritic joints  | 400                    | 0                                   |
| Y-90 colloid            | Cancer            | 4 000                  | 1                                   |
| Er-169 colloid          | Arthritic joints  | 400                    | 0                                   |

<sup>a</sup> MIBG, meta-iodo-benzyl-guanidine.**Tablo 3: Bir radyonüklid tedavi sonrasında kadın hastaların gebe kalmaması önerilen süreler.**

Radyofarmasötiklerde kullanılan birçok radyonüklid, emziren annenin sütüne geçmektedir. Bu da bebekler için radyasyon hasarı tehlikesini ortaya çıkartmaktadır. Çocuklarda kanser gelişme riski, popülasyon ortalamasının yaklaşık 2 ila 3 katıdır. Diyagnostik uygulamada kullanılan birçok radyofarmasötik hızlı bir şekilde vücuttan atılır, genellikle sadece gama ışını yayar ve yarı ömürleri kısadır. Tedavi radyonüklidleri ise hedef dokuya hasar vermek için dizayn edilmiştir, partikül radyasyonu (beta, Auger elektronu, alfa gibi) salar ve daha uzun yarı ömürleri vardır. Oral veya i.v. olarak verilmiş herhangi bir tedavi radyofarmasötiği, çocuk için potansiyel olarak zararlı olacaktır ve bu nedenle emzirme kesilmelidir. Y-90 silikat gibi intrakaviter uygulanan radyofarmasötikler daha az tehlikeli olsalar da emzirmenin kesilmesi akılcı olacaktır.

### Nükleer Tıp'ta Hastaların Radyasyondan Korunmasında Sağlık Profesyonellerinin Sorumlulukları

**Nükleer Tıp uzmanlarının**, hastaların radyasyondan korunmasında sorumlulukları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Her medikal ışınlamanın, hastayı yönlendiren doktor ile konsülte edilerek gerekçelendirildiğinden (justification) emin olmak,
- İlgili tıbbi ışınlama referans seviyelerini göz önünde bulundurarak, hastaların radyasyona maruziyetini minimumda tutmak,
- Görüntüleme ve tedavi prosedürlerini, medikal fizikçi ve Nükleer Tıp teknikeri ile istişare ederek optimize etmek,
- Gebelerin ve pediatrik hastaların tetkikleri ile mediko-legal prosedürler, mesleki sağlık araştırmaları, medikal ve biyomedikal araştırmaların yönetimi için kriterler belirlemek,
- Meydana gelen radyasyon kazaları veya olaylarda tıbbi açıdan değerlendirme yapmak.

**Nükleer Tıp teknikerlerinin**, hastaların radyasyondan korunmasında ana sorumlulukları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Hasta kimliğini doğrulamak,
- Hasta ve hasta yakınlarını bilgilendirmek,
- Nükleer Tıp tetkiki veya tedavisi sonrası hastaya bakım sağlayacak personeli bilgilendirmek,
- Kadın hastaların hamile olmadığını doğrulamak,
- Emziren annelere, emzirmenin kesilmesi veya ara verilmesi ile ilgili bilgi verildiğinden emin olmak,
- Nükleer Tıp tetkiklerinin optimize edilmiş protokollere uygun gerçekleştirmek ve bu sayede hastaların radyasyona karşı korunduğundan emin olmak,
- Yerel kurallara göre, pediatrik hastalara uygulanacak radyoaktif madde miktarını hesaplamak,
- Hastalara uygulanan radyofarmasötikleri ve bunların aktivite miktarlarını doğrulamak,
- Doz kalibratörü ve gama kamera için rutin kalite kontrollerini gerçekleştirmek,
- Yeni ekipman alımında, ekipman özelliklerini belirlemede katkıda bulunmak,
- Görüntüleme protokollerinin optimizasyonunda katkıda bulunmak,
- Radyasyon kazası veya olaylara ilişkin Nükleer Tıp uzmanı ve radyasyondan korunma sorumlusunu (radiation protection officer – RPO) bilgilendirmek.

**Nükleer Tıp'ta medikal fizikçinin,** hastaların radyasyondan korunmasında ana sorumlulukları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Nükleer Tıp bölümünün planlanmasında Nükleer Tıp uzmanı ve RPO ile beraber görev almak,
- Nükleer Tıp ekipmanının radyasyondan korunma ile ilgili performans özelliklerini belirlemek,
- Nükleer Tıp pratiğinin kaynakları (bütçe, ekipman, personel gibi), operasyonları, politikaları ve prosedürlerinin sürekli gözden geçirilmesi uygulamalarına katılmak,
- Nükleer Tıp ekipmanının kabul testlerini ve devreye alınmasını gerçekleştirmek,
- Kalite temini prosedürlerini tasarlamak ve uygulanmasını sağlamak ve denetlemek,
- Nükleer Tıp ekipmanının bakımlarını denetlemek,
- Nükleer Tıp ekipmanının ve doz ölçerlerin kalibrasyonlarının yapılmasını sağlamak,
- Hasta dozu değerlendirmelerini gerçekleştirmek,
- Görüntüleme protokollerinin optimizasyonunda katkıda bulunmak,
- Radyasyon kazası veya olayların araştırma ve değerlendirmesine katılmak,
- Radyasyondan korunma eğitim programına katkı sağlamak.



**Dr. Türcay TOKLU**

1977 yılında Konya'da doğdu. Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği bölümü mezuniyetinin ardından aynı bölümünde 2002 yılında Medikal Fizik dalında yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Doktora öğrenimini 2016 yılında Yeditepe Üniversitesi Fizik Bölümünde tamamladı. Halen Yeditepe Üniversitesi Hastanesinde görev yapmakta olan Türcay Toklu, evli ve iki çocuk babasıdır.

## AYIN RÖPORTAJI 2

### EGE'DEN GELEN DOSTLUK

#### MED. FİZ. UZM. NADİR KÜÇÜK

**Bilimsel toplantı ve kongrelerin en temel amaçlarından birisi mesleki tecrübemizi artıracak teorik ve pratik bilgileri, o konunun uzmanlarından dinleyerek fikir sahibi olabilmektir. Bildiğiniz gibi 28-30 Ekim 2017 tarihinde Antalya'da 16. Medikal Fizik Kongremiz gerçekleşti. Bu kongrede düzenleme kurulu yukarıda bahsedilen amaca yönelik, uluslararası alanda isim yapmış başarılı olmuş konuşmacıları ülkemize davet ederek bizlerle buluşturdu. Bunların içinde şüphesiz bizi çok iyi tanıyan Ege'nin karşı yakasından Yunanlı dostlarımız Kiki THEODOROU (KT) ve Constantin KAPPAS (CK) da vardı. Bizde dergimizin bu sayısında onları biraz daha yakından tanıyalım istedik. Orijinallliğini bozmamak için cevapları İngilizce hali ile aynen yazdık. Ayrıca hemen altına tercümesini yazarak her iki dilde okunabilir hale getirdik. Bakın bizlere neler anlattılar.**

**SORU: It was honour for us to see you in our National Medical Physics Congress in October 2017. You made a great contribution to the meetings in the congress. What's your impression after the congress? What do you think about Turkish Physics Society? Do you have friends in it? Would you like to say a few words about the organisation?**

Sizleri Ekim 2017'de Medikal Fizik Kongremizde görmekten mutluluk duyduk. Kongremize büyük katkılarınız oldu. Kongre hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Türk Medikal Fizik Camiası hakkında düşünceleriniz nelerdir? İlişkileriniz nasıl? Organizasyon hakkında neler söylersiniz?

**KT: It was really an honour for me to participate to the National Medical Physics Congress in October 2017. Actually, during the introduction of my speech, I was reminded that the first time that I was invited to the Turkish Medical Physics Congress was in 2001. It was a very touching moment for me since for the last 16 years I got the chance to visit Turkey, which I love, to meet colleagues from all over the country and most importantly to make good friends. The Turkish Medical Physics Society is a very strong organization, with many active members. The organization of the Congress was very good, the scientific and social program was great and I really enjoy it.**

Ekim 2017'de Ulusal Medikal Fizik Kongrenizin katılımcısı olmak benim için büyük onurdu. Konuşmamın başlangıcında Türk Medikal Fizik Kongresine ilk defa 2001 yılında davet edildiğimi hatırladım. 16 yıl sonra çok sevdiğim Türkiye'yi tekrar ziyaret etmek, dünyanın her yanından birçok meslektaşımızla buluşmak ve en önemlisi yeni arkadaşlar edinmek benim için inanılmaz güzel anlardı. Derneğin birçok aktif üyesi ile çok güçlü bir topluluk. Kongre organizasyonu çok iyiydi. Sosyal ve bilimsel program mükemmeldi. Gerçekten her şey çok güzeldi.

**CK: It is numerous how many times I have visited your country as Congresses' participant, University invited teacher or tourist. I have many friends, especially medical physicists. What I really like about your Congresses is the enhanced participation. So many people are coming to learn and to contribute; they respect the time schedule and have full presence during the sessions. Concerning your question about the Turkish Society, I prefer to ask you: according to your regulations, may I pose my candidature to be a member as foreign?**

Ülkenizi, kongre katılımcısı, üniversitenin davetli eğitmeni veya turist olarak birçok kez ziyaret ettim. Özellikle medikal fizikçi birçok arkadaşım var. Kongrelerinizde yüksek katılımcı sayısı beni gerçekten etkilemektedir. Birçok insan katılımda bulunmaya ve öğrenmeye geliyor, zaman sınırlamasına uyuyor ve oturumlar ful konsantre dinleniyor. Dernek ile ilgili sorunuza gelince size şunu sormak isterim; Bir yabancı olarak derneğimize üye olabilir miyim?

**SORU: Is it possible to describe us medical physicists situation in your country?**

Ülkenizdeki medikal fizikçilerin durumunu anlatmanız mümkün mü?

**KT: In Greece there more that 250 regitered Medical Physicists. Most of them are working in the fields of Radiotherapy, Nuclear Medicine and Radiology in hospitals and medical centers of both private and public sector. We have an established registration scheeme that composes in BSc in Physics, 1-2 years MSc in Medical Physics, 1 year clinical training in a hospital and final exams in the Ministry of Health for the aquisition of the working licence. We are trying now (and hopfully we will succeed in 2018) to organize a 3-years residence program in order to become Medical Physicist. The Medical Physics profession is recognised by the State, which is important, but more work has to be done in order to comply with the requirements of the new IAEA Basic Safety Standards in the frame of the recognition of "Medical Physics Expert" as well as "Staffing Levels" proposed by IAEA and EFOMP.**

Yunanistan'da 250'den fazla kayıtlı Medikal Fizikçi vardır. Bu fizikçilerin birçoğu devlet ve özel hastanelerde radyoterapi, nükleer tıp ve radyoloji alanında çalışmaktadır. Fizikte BSc için oluşturulmuş bir düzenimiz mevcuttur. 1-2 yıl Medikal Fizikte MSc, daha sonra bir yıl hastanede klinik eğitim ve son olarak Sağlık Bakanlığı çalışma lisansı için son bir sınav yapılmaktadır. Bu günlerde (2018'de başaracağımızı umuyoruz) Medikal Fizikçi olmak için 3 yıllık bir eğitim programı organize etmeye çalışıyoruz. Medikal Fizik mesleği eyalet tarafından tanıyor ki bu önemli bir şey, fakat "Medikal Fizik Uzmanı" olabilmek hem de IAEA ve EFOMP tarafından önerilen "Staffing Levels" a ulaşabilmek için yeni "IAEA Basic Safety Standards" ın gereklilikleri tamamlanabilmek için daha çok çalışmak gerekmektedir.

**CK:** *We try to move in two directions: a) extend our professional activities outside hospital physics (industry, cell phones companies, army, Ministries) and in, generally speaking, non-ionizing radiation fields and b) reorganize our education curriculum, in such a way that the length of our studies be equivalent or even equal to that of medical doctors.*

İki yönde hareket ediyoruz: a) Mesleki aktivitelerimizi hastane fiziği dışına (endüstri, cep telefonu şirketleri, ordu, bakanlıklar) çıkarmak, genellikle non-iyonize radyasyon alanları hakkında konuşarak ve b) eğitim müfredatımızı tekrar organize ederek, çalışmalarımızın kapsamını medikal doktorlara eşit veya eşdeğer olmasını sağlamak.

**SORU: What's your main interests in your work? Are you or your university open to a cooperation to do a common projects?**

İlgi duyduğunuz alanlar neler? Siz veya üniversiteniz ortak projeler yapabilmek için iş birliğine açık mı?

**KT:** *My main scientific interests are focused in the field of Radiotherapy Physics and more specifically in dosimetry, radiobiological modeling, Monte Carlo, SRT/SRS, IMRT/VMAT. My University and my Department of Medical Physics is always open to collaborations and I will be more than happy if any of the Turkish colleagues is interested in joined research or clinical projects.*

İlgilendiğim bilimsel alan Radyoterapi Fiziği fakat daha spesifik olarak dozimetri, radyobiyolojik modelleme, Monte Carlo, SRT/SRS ve IMRT/VMAT çalışmalarına zaman harcıyorum. Üniversite ve Medikal Fizik Departmanım iş birliğine her zaman hazır ve herhangi bir Türk meslektaşım araştırma veya klinik projelere katılım yönünde bir isteği olursa çok mutlu olurum.

**CK:** *My research interests are primarily focused on Radiation Therapy, Radiation Protection (technical and biological basis) and Non-Ionizing Radiation (especially ELF and RF). Common Projects? With pleasure! European projects, bilateral projects, reciprocal training, lectures, seminars etc.*

Benim primer ilgi alanım Radyoterapi, Radyasyondan Korunma (teknik ve biyolojik temelli) ve Non-İyonize Radyasyon (özellikle ELF ve RF). Ortak projeler? Zevkle tabii ki. Avrupa Projeleri, iki taraflı projeler, karşılıklı eğitim, dersler, seminerler vs.

**SORU: What's your offer to Turkish physicists to improve their professional status in the country?**

Türk Medikal Fizikçilere profesyonel durumlarını iyileştirmek için neler önerirsiniz?

**KT:** *I think that the most important thing now is the compliance with the new IAEA Basic Safety Standards (you could download it from the IAEA site), which will upgrade our status in the medical system. Furthermore, the IAEA/WHO recommendation is that Medical Physicists should be recognized in each country as Health Professionals. I don't know if in Turkey it is recognized, but if it is not, then this is a good opportunity and it will give you the same advantages as the other medical professionals. Finally, it is a good idea to take a look at IAEA/EFOMP Staffing Levels recommendation which improves the number of Medical Physicists working in hospitals and creates new job positions.*

Bence medikal sistem içerisinde durumumuzu daha iyileştirecek en önemli şey yeni IAEA Basic Safety Standards (IAEA sitesinden indirilebilir) uyumunun gerçekleşmesidir. Ayrıca IAEA/WHO medikal fizikçilerin Sağlık Profesyoneli olarak tanınmasını önermektedir. Türkiye'de durum nedir bilmiyorum fakat eğer tanınmıyorsa diğer medikal profesyonellere verilen avantajların benzerine sahip olunacağından bunun için uğraşmanın iyi olacağını düşünüyorum. Son olarak hastanelerde çalışan medikal fizikçilerin sayısını iyileştirebilecek ve yeni iş imkanlarına olanak sağlayacak IAEA/EFOMP Staffing Levels önerilerine bir bakılmasının iyi bir fikir olduğunu düşünüyorum.

**CK:** *Any collaboration should be based on a mutual basis of equality and respect. So my answer is already given in last question before this one.*

Eşitlik ve saygı temelinde karşılıklı herhangi bir iş birliği olabilir. Bir önceki soruda bu sorunun cevabı da var.

**Soru: Would you like to say something to young physicist? What is the future? What kind of areas still open to study more?**

Genç fizikçilere bir şeyler söylemek ister misiniz? Gelecek nasıl sizce? Hangi alanlarda daha fazla çalışmaya, araştırmaya ihtiyaç var?

**KT:** *Medical Physics is an exciting scientific world with numerus applications. In my opinion all areas are still open (and will be for the next years) and many questions left to be answered. If you follow the recent literature you could see research work in classic dosimetry, small field dosimetry, simulation codes (Monte Carlo, tumor growth models etc), hybrid systems (like MRI/Linak, PET/Linak), particle beams as well as imaging (e.g. MRI physics). I can see that in the future the Medical Physicists will be forced to move more to biological physics (on a cellular level), so young students should start to learn a little more biology and genetics along with their physics courses. I believe that Medical Physics is a great profession that composes knowledge both from Physics and Medicine but also means that the young physicists have to try very hard in order to undertake the responsibility of treating patients.*

Birçok uygulamaları ile medikal fizik heyecan verici bir bilimsel dünya. Benim düşünceme göre tüm alanlar hala çalışmaya açık (ve gelecek yıllarda da açık olmaya devam edecek) ve birçok soru hala cevabını beklemekte. Yeni yayınları takip ettiğimizde, klasik dozimetri, küçük alan dozimetrisi, simülasyon kodları (Monte Carlo, tümör büyüme modelleri vs), hibrid sistemler (MRI/Linak, PET/Linak gibi), parçacık ışınları ve görüntüleme (örn, MRI fiziği) gibi konularda araştırmaları görebiliyorsunuz. Gördüğüm kadarıyla gelecekte Medikal Fizikçiler daha fazla biyolojik fiziğe (hücresel seviyede) yönelmek zorunda kalacaklar. Bu nedenle öğrenciler fizik öğrenimleri sırasında daha fazla biyoloji ve genetik öğrenmeye başlamalıdır diye düşünüyorum. Ben medikal fiziğin, Tıp ve Fizik bilgilerini harmanlayan çok büyük bir meslek olduğuna inanıyorum fakat ayrıca genç fizikçilerin hastaları tedavi etme sorumluluğunu gerçekleştirmek için çok çaba sarf etmeleri gerektiği fikrindeyim.

**CK:** *In my opinion, open areas are all the areas if someone is dedicated to science. There aren't "run out" scientific fields... but if you ask me to give examples; I could choose MRI spectroscopy, nanoparticles and MRI-Linacs.*

Benim düşünceme göre eğer biri kendini bir bilime adarsa, tüm alanlarda açık alan vardır. Bilimsel alanlarda "sona ermek" yoktur... fakat benden örnek vermemi isterseniz, MR spektroskopisi, nano-parçacık ve MRI-linakları seçebilirim.



**Kiki THEODOROU**

**Degrees:** BSc in Physics (1994), MSc in Medical Physics (1996), Ph.D. in Medical Physics (1999) Medical Physics Department, Medical School, University of Patras, Patras, Hellas, Post-Doc in Medical Physics, Karolinska Institute, Sweden (1999-2001). **Present Position:** Assistant Professor in Medical Physics and Medical Informatics, Medical Physics Department, Medical School, University of Thessaly. **Grants:** Swedish Cancer Institute (1998-2000), ESTRO (June 1998), Bodosakis Foundation (1996-2000), Marie Curie Research Grant, European Community (1998 – 2001). **Clinical Experience:** University Hospital of Patras (1994-2001), Medical Radiation Physics Dept., Institute Curie, France (1995), Medical Radiation Physics Dept., Karolinska Institute, Sweden (1999-2001). **Research Areas:** Decision making systems, medical informatics, stereotactic radiotherapy, treatment planning algorithms, Monte Carlo techniques, radiobiology, optimization algorithms. **Projects:** Participation in 8 European and 10 National research projects (total research fund: 1.6 million Euros). **Publications:** 102 peer reviewed papers in international journals with more than 1100 references (h-index 20), more than 130 presentations in international conferences, 9 books, 75 invited talks in national and international conferences.



**Constantin KAPPAS**

Constantin Kappas is Professor on Medical Physics and Head of Medical Physics Department, Medical School, University of Thessaly and University Hospital of Larissa, Hellas. He was born in Athens in 1954 and his studies include BSc on Physics (University of Patras, Hellas), MSc on Medical Physics (D.E.A.-C.P.A.T. Université Paul Sabatier, Toulouse), Doctorat de Spécialité and Doctorat d'État ès Sciences (Institut Curie, Paris). He has studied with Basil Proimos and Jean-Claude Rosenwald. For the last 30 years Constantin Kappas has successfully combined a highly regarded academic work with quality medical physics service at the hospital. His research was mainly focused to the Radiotherapy Physics and he is known in particular for his work in inhomogeneity corrections in radiotherapy treatment planning and in the development of a new non-invasive stereotactic unit (K. Theodorou & C. Kappas), which was also the first installed in his country. He and his colleagues are also actively involved in Treatment Planning Algorithms, Networks & Integration Procedures in Radiotherapy, Monte Carlo Methods in Radiotherapy, High Field MR Imaging, Quantitative MR Imaging and MR Spectroscopy. Constantin Kappas is also very active in the education process; He teaches a broad spectrum of medical physics subjects to under and post graduate students, to medical doctors, to radiation physicists and to general public as well as being an author to several scientific books. For this work he has been awarded on several occasions by different academic bodies and organizations. He is also actively involved in ethical matters (writing and participating in respective committees) concerning scientific misconduct and medical malpractice. Finally, Constantin Kappas is actively involved in social work at national and international level. He participated in several UN – IAEA and other Organizations' scientific missions in developing countries for commissioning of radiotherapy units, gives lectures and supports local clinical projects. Moreover he is the founder of the National Institute for Documentation, Information and Research on Cancer named "G. N. Papanikolaou" as well as he is the founder of the National Institute Against Narcotics named "I.K.A.N.O.". Both the Institutes do not only have a positive social impact but they also attract and actively involve medical students, health scientists and academic staff.

**AYIN RAPORU 2****ÇEVİRİ****STEREOTAKTİK RADYOTERAPİ NORMAL DOKU DOZ KISITLAMALARI İÇİN  
İNGİLTERE KONSENSÜSÜ****MED. FİZ. UZM. CANER ARSLAN**

G.G. Hanna, L. Murray, R. Patel, S. Jain, K.L. Aitken, K.N. Franks, N. van As, A. Tree, P. Hatfield, S. Harrow, F. McDonald, M. Ahmed, F.H. Saran, G.J. Webster, V. Khoo, D. Landau, D.J. Eaton, M.A. Hawkins

**ÖZET**

Stereotaktik ablatif radyoterapi (SABR)'yi araştıran altı UK çalışması halen açıktır. Bunların birçoğu vücudun farklı yerlerinde oligometastatik hastalığın tedavisini içerir. Tüm çalışmaların yönetici üyeleri, uygun organ doz kısıtlamaları konusunda bir konsensus belgesi oluşturmak için iş birliği yaptı. Mevcut ancak eski değerlendirmelerden alınan değerler mevcut çalışmaların verilerini kullanarak güncellendi. Bu yaklaşımın Birleşik Krallık genelinde SABR'nin standartlaştırılmış uygulanmasını kolaylaştıracağı ve SABR çalışmaları ile uluslararası düzeyde anlamlı toksisite karşılaştırmalarına olanak tanıyacağı umulmaktadır.

**GİRİŞ**

Stereotaktik ablatif radyoterapi (SABR veya SBRT) erken evre periferik akciğer kanseri tedavisinde rutin olarak kullanılırken diğer primer ya da metastatik hastalıklarda kullanımı giderek artmaktadır. [1-9]. Şu an İngiltere'de devam eden çalışmalarda (ki bunlardan üçü randomize çalışma) oligometastatik hastalıklarda (meme, akciğer ve prostat) akciğer, prostat, pankreas ve hepatobiliyer primer malignitelerde SABR'nin faydası araştırılmaktadır. [10-13]. Bunlar İngiltere Kanser Araştırmaları tarafından desteklenmektedir ve yeni çalışmalar geliştirilmektedir. Buna ek olarak, klinik araştırmaların bulunmadığı durumlarda, SABR'yi değerlendirmek için NHS, 2015 yılında Değerlendirme Programı başlatmıştır.

Bu çalışmaların çoğunun odak noktası, oligometastatik hastalığın tedavisinde SABR kullanımıdır. Oligometastatik hastalıklarda SABR tedavisi verilirken lokal normal doku dozu sınırlamalarını anlamak gerekmektedir. SABR nispeten yeni bir tedavi tekniği olduğu için, toksisite riski ile doğrudan ilişkili belirlenmiş kesin doz sınırlamaları nadirdir. Bununla birlikte, protokolleri ve ilgili radyoterapi planlamasını standartlaştırmak için, çeşitli çalışmaların yönetici üyeleri, birçok ortak SABR fraksiyonasyonu ile ilişkili uygun kritik organ (OAR) doz kısıtlamaları üzerinde fikir birliğine sahip doküman oluşturmak için iş birliği yapmışlardır.

Çeşitli organlarda SABR sonrası toksisiteyi rapor eden çok sayıda yayın bulunmaktadır. Bunlar bir dizi rapor veya derlemede özetlenmiştir [15-18]. Bu incelemelerin en kapsamlı olanı AAPM-101 raporudur [16] ancak bu 5 yılı geçmiştir ve daha yeni veriler mevcuttur. Birincil bir sistemik gözden geçirme yapmak yerine, AAPM-101 raporunda yer alan değerler, aşağıda açıklanmış üzere, panelin görüşüne göre belirli bir doz kısıtlaması değeri üzerinde güncellenmiş veya daha sağlam veriler dikkate alınarak uygun olduğunda revize edilmiştir.

**DOZ SINIRLAMA SEÇİMİNDE GENEL PRENSİPLER VE KLİNİK ARAŞTIRMALARIN VEYA RUTİN  
PRATİĞİN UYGULANMASI**

İngiltere SABR tedavileri için en uygun doz kısıtlamalarını seçerken bu doz kısıtlamalarını seçme ve uygulama için aşağıdaki ilkeler kullanılmıştır:

- Uygun olduğunda hem optimal hem de zorunlu doz sınırlamaları dahil edildi.
- Spinal kord / kanal haricindeki vücut (ekstrakranyal) doz kısıtlamaları için, bölge boyunca 0,5 cm<sup>3</sup> 'lük bir yakın nokta maksimum doz hacmi kullanılmalıdır. Bu, farklı planlama sistemleri arasında hesaplandığında hem klinik olarak gerçekçi hem de karşılaştırılabilir bir hacmi temsil eder. Kranyal bölgede ve çoğu vakada kord dozu yerine geçen spinal kanalda, 0,1 cm<sup>3</sup> 'lük yakın nokta maksimum doz hacmi kullanılmalıdır. Tedavi edilecek bölgenin spinal kord ile temas ettiği yerde spinal kordun hem bilgisayarlı tomografi hem de manyetik rezonans görüntüleme üzerinde açıkça tanımlanması ve lokal spesifikasyona bağlı olarak set-up hataları için bir marjin verilmesi gerektiği unutulmamalıdır.
- Seri ve paralel organlar için doz sınırlamaları raporlanma şekillerinde farklılıklar vardır. Bunları birbirinden ayırmak için özen gösterilmelidir ve bunun için anahtar prensipler Şekil 1'de listelenmiştir.
- Bu yönergelerin amacı doğrultusunda ekstrakranyal bölgede tek fraksiyon tedavisi verilmemelidir. Üç veya beş fraksiyon ile birlikte seçilen torasik lezyonlar için sekiz fraksiyon rejimi önerilmektedir.
- OAR'ların konturlanması için Radyoterapi Onkoloji Grubu (RTOG) normal doku atlasları kullanılmalıdır [19]. Özellikle spinal kanalın konturlanmasında, spinal kanalın kemik limitleri temel alınarak RTOG yönergelerinin takip edilmesi önerilir. Omurilik, krikoidin hemen altındaki seviyeden başlayarak (veya akciğer apeks tümörü için kafatası tabanı düzeyinde) konturlanmalı ve L2 tabanına kadar her bilgisayarlı tomografi kesitinde devamı getirilmelidir. Nöral foremenler dahil edilmemelidir.

- Bu dokümanda açıklanan doz kısıtlamaları yalnızca tek başına SABR alan hastalar için geçerlidir. Yeni alınan veya eş zamanlı sistemik tedavi alan (ve özellikle anti-anjiyotik ajanlar ve diğer biyolojik ajanlar) hastalar için normal doku toksisitesi riski artmış olabilir.
- Bu doz kısıtlamaları, aynı organın başka bir bölümünün (örn., akciğer veya karaciğer) daha önce bir vesileyle standart fraksiyasyon radyoterapisi aldığı durumlar haricinde SABR ile aynı organın ikincil ışınlanmaları için geçerli değildir.
- Aynı tedavi seansında, aynı organda (örn., iki ayrı akciğer metastazı) iki ayrı tümör hacmi tedavi edildiğinde hem lezyonlara hem de ilişkili OAR'lara ait toplam doz, verilen doz kısıtlamalarını aşmamalıdır.
- Hastalar SABR ile tedavi edilen birden fazla akciğer lezyonuna sahipse, bunların gūnaşırı ve aynı doz / fraksiyasyonla (genellikle en konservatif program ile) tedavi edilmesi önerilir. Gūnaşırı tedavilerinin kullanımı tüm akciğerde fraksiyon başına düşen dozu düşürür ve bu şiddetli pnömoni ve fibroz riskini sınırlama çabası için önerilmektedir. Eğer küçük metastazlar için tümörler tek bir alan ile kapsanabiliyor ise veya 20 Gy veya daha yüksek (V20 Gy) doz alan her iki akciğer hacminin toplamı tek tümör için belirtilen tolerans dozun altında oluyorsa her iki bölge aynı gün tedavi edilebilir. Birden fazla lezyon için normal doku toleransları hakkında yayınlanmış çok az veri vardır ve ideal olarak standart torasik kısıtlamalar tutturulmalıdır. Bununla birlikte, muhtemelen aşılın OAR kısıtı V20 Gy'dir. İki ya da üç akciğer lezyonunun tedavisinde aşağıdaki V20 Gy akciğer kısıtlamaları kullanılmalıdır:
  - En uygun(optimal) < %12.5
  - Her durumda kabul edilebilir < %15
  - Akciğer fonksiyonlarının iyi olduğu seçilmiş vakalarda kabul edilebilir < % 20
 Akciğer solunum parametreleri FEV1 ve DLCO tahmin edilenin%40'ın altında olduğu durumlarda, V20 Gy'in 12.5'ten (optimal) veya %15'ten (zorunlu) düşük tutulması kuvvetle önerilir.

| Organ type                                                                     | Principle of Dose Constraint Descriptor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Example                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Serial                                                                         | Dose constraints are typically described as a threshold dose or higher that can be given to a small volume of the organ which receives the highest doses, but the remaining volume must be spared below the threshold dose.<br><br>(N.B. For cumulative dose-volume histograms, this is equivalent to the maximum volume of the organ that can receive a threshold dose or higher). | The minimum dose to the 5cc volume of small bowel receiving the highest dose should be lower than 25.2Gy ( $D5cc < 25.2Gy$ ).<br><br>(equivalent to $V25.2Gy < 5cc$ ) |
| Parallel (Entire organ) (e.g. liver, kidneys and lungs)                        | Dose constraints are typically described as a maximum percentage volume of the organ that can receive a threshold dose or higher.                                                                                                                                                                                                                                                   | The volume of lung receiving a dose of 20Gy or higher should be less than 10% of the total lung volume ( $V20Gy < 10\%$ ).                                            |
| Parallel (Minimum critical volume of an organ) (e.g. liver, kidneys and lungs) | For these, the constraint is typically described as a minimum critical volume of the organ which must be spared from receiving a threshold dose (or higher).                                                                                                                                                                                                                        | At least 200cc of kidney should receive a dose of 16Gy or lower ( $Dose\ to\ \geq 200cc \leq 16Gy$ ).                                                                 |

**Figür 1: Doz Sınırlama Tiplerinin Tanımlanması**

- Birden fazla karaciğer metastazı SABR ile tedavi edilen hastalarda tüm OAR'ların doz kısıtlamaları tek lezyon kısıtlamaları ile aynı olması, beş fraksiyon rejiminin kullanılması ve tedaviler arasında en az 40 saat (gün aşırı) ara verilmesi önerilir.
- Bu doz kısıtlamaları sadece kılavuz olarak kullanılacaktır. Bu doz kısıtlamalarını kullananlar, radyoterapi planının değerlendirilmesinde nihai sorumluluğun tedavi eden klinisyen ve tedavi kurumunda olduğunu bilmelidirler.
- Bu kısıtlamalar Birleşik Krallık SABR Konsorsiyumu kurallarına ilişkin iki yıllık güncellemelerin bir parçası olarak gözden geçirilecektir.

## HER ANATOMİK BÖLGE GRUBU İÇİN ÖZEL PRENSİPLER

### Merkezi sinir sistemi (MSS) (Tablo 1)

Bu kısıtlamaların temeli, seri organlar ( $0.1\text{ cm}^3$ ) için yakın nokta maksimum doz hacimlerinde tutarlılık oluşturmak ve optikler/spinal kord [20,21] için yakın tarihli risk analizlerini hesaba katarak yapılan modifikasyonlar ile birlikte AAPM-101 raporuna [16] dayanmaktadır. Koklea hacimleri genellikle o kadar küçüktür ki, ortalama doz, yakın nokta dozu olarak düşünülebilir ve son çalışmalardan yansıyan optimal bir limit eklenebilir [22]. Lens ve orbita için optimum limitlerde eklenmiştir, ancak bunlar mümkün olduğu kadar düşük tutulmalıdır. MSS metastazları için tek fraksiyon tedavileri önerilir, ancak büyük lezyonlar için veya nadir kafatası kemik metastazları olayında SABR tedavisi için çoklu fraksiyonlu doz kısıtlamalarını da içermektedir. Bu kısıtlamalar stereotaktik radyocerrahi için özel olarak tasarlanmamıştır, ancak bu konuda da yararlı olabilir. Bununla birlikte, bazı merkezler daha yüksek toleransları başarıyla kullanmış veya trigeminal sinir gibi diğer yapıları korumaya çalışmıştır.

| Description                                      | Constraint                  | 1 fraction   |                | 3 fractions  |                | 5 fractions  |                | 8 fractions  |                | Source                                                               | End point (and magnitude of risk if previously quantified)                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |                             | Optimal (Gy) | Mandatory (Gy) | Optimal (Gy) | Mandatory (Gy) | Optimal (Gy) | Mandatory (Gy) | Optimal (Gy) | Mandatory (Gy) |                                                                      |                                                                                                                                                                             |
| Optic pathway                                    | DMax (0.1 cm <sup>3</sup> ) | —            | <8             | —            | <15            | —            | <22.5          | —            | —              | AAPM [16], Hiniker et al. [20]                                       | AAPM: grade 3+ optic neuritis<br>Hiniker et al.: 3 fraction: 0.8% and 5 fraction: 1.6% risk grade 4 radiation-induced optic neuropathy when limited to 0.05 cm <sup>3</sup> |
| Cochlea                                          | Mean                        | <4           | <9             | —            | <17.1          | —            | <25            | —            | —              | AAPM [16], Tamaru et al. [22]                                        | AAPM: grade 3+ hearing loss                                                                                                                                                 |
| Brainstem (not medulla)                          | DMax (0.1 cm <sup>3</sup> ) | <10          | <15            | <18          | <23.1          | <23          | <31            | —            | —              | AAPM [16]                                                            | Grade 3+ cranial neuropathy                                                                                                                                                 |
| Spinal canal* (including medulla)                | DMax (0.1 cm <sup>3</sup> ) | <10          | <14            | <18          | <21.9          | <23          | <30            | <25          | <32            | AAPM [16], Grimm et al. [21], UK SABR Consortium [18], LungTECH [24] | AAPM: grade 3+ myelitis<br>Grimm et al.: single and 3 fraction optimal doses to 0.1 cm <sup>3</sup> limit risk of grade 2-4 myelopathy to <0.4%                             |
|                                                  | D1 cm <sup>3</sup>          | <7           | —              | <12.3        | —              | <14.5        | —              | —            | —              |                                                                      | AAPM: grade 3+ myelitis                                                                                                                                                     |
| Cauda equina and sacral plexus                   | DMax (0.1 cm <sup>3</sup> ) | —            | <16            | —            | <24            | —            | <32            | —            | —              | AAPM [16]                                                            | Grade 3+ neuritis                                                                                                                                                           |
|                                                  | D5 cm <sup>3</sup>          | —            | <14            | —            | <22            | —            | <30            | —            | —              | AAPM [16]                                                            |                                                                                                                                                                             |
| Normal brain (whole brain – gross tumour volume) | D10 cm <sup>3</sup>         | <12          | —              | —            | —              | —            | —              | —            | —              | Group consensus                                                      | Radiation necrosis                                                                                                                                                          |
|                                                  | D50%                        | <5           | —              | —            | —              | —            | —              | —            | —              | Group consensus                                                      | Cognitive deterioration                                                                                                                                                     |
| Lens                                             | DMax (0.1 cm <sup>3</sup> ) | <1.5         | —              | —            | —              | —            | —              | —            | —              | Group consensus                                                      | Cataract formation                                                                                                                                                          |
| Orbit                                            | DMax (0.1 cm <sup>3</sup> ) | <8           | —              | —            | —              | —            | —              | —            | —              | Group consensus                                                      | Retinopathy                                                                                                                                                                 |

DMax is the near-point maximum dose, defined in this case as D0.1 cm<sup>3</sup>, which is the minimum dose to the 0.1 cm<sup>3</sup> volume of the organ receiving the highest doses.  
D1 cm<sup>3</sup>, D5 cm<sup>3</sup> and D10 cm<sup>3</sup> are the minimum doses to the specified volume of the organ (1 cm<sup>3</sup>, 5 cm<sup>3</sup>, 10 cm<sup>3</sup>) that receive the highest doses.  
D50% is the median dose to the volume (equal to the minimum dose to the 50% of the volume receiving the highest doses).  
\* For treatments of the spine itself, these constraints should be applied to the cord planning organ at risk volume (PRV).

Tablo 1: Merkezi Sinir Sistemi Doz Sınırlamaları

## Göğüs (Tablo 2)

8 fraksiyonlu şema için en uygun değerler ile, 3 ve 5 fraksiyonlu şemalar için de güncellenmiş kısıtlamalar ROSEL çalışması [23] ve VU Amsterdam uygulamasında kullanılanlara dayanan İngiltere SABR konsorsiyum rehberlerinden [18] alınmıştır. 8 fraksiyonlu zorunlu kısıtlamalar için LungTech çalışmasında kullanılanlar benimsenmiştir [24]. Bunlar, sırasıyla, Haasbeek ve arkadaşları [25] tarafından tarif edildiği gibi, çalışmalar ve klinik uygulamalardan [24,26,27] ek bilgi ile şekillendirilmiş olan merkezi akciğer kanserleri (diğer bir deyişle ana hava yollarının 2 cm içinde veya proksimal bronş ağacında olanlar) için 8 fraksiyon SABR tedavi stratejilerine dayanıyordu. LungTech protokolü kalp ve büyük damarlar haricinde bütün OAR'lar için doz kısıtlamalarını tanımlar. Bu organlar için hem optimal hem de zorunlu değerler İngiltere'nin SABR konsorsiyum kısıtlamaları değerlerinden adapte edilmiştir [18]. Proksimal hava yollarının her iki tarafı ve distal trakea'nın 2 cm inferioru olarak tanımlanan proksimal bronşiyal ağacı konturlarken, bilgisayarlı tomografide hem mediastinal hem de akciğer pencereleri her vakaya özgü olarak kullanılmalıdır. 'Ultra-merkezi' tümörler, yani hilar yapılarla bitişik durumunda, gross tümör hacmi bir ana bronş [28] ile doğrudan kesişiyorsa, önemli toksisiteler oluşturabilecek SABR için OAR toleransları hakkında hala belirsizlikler vardır. LungTech protokolünün güncellenmiş son versiyonu, proksimal bronşiyal ağacın duvarına yakın veya kesişen planlama hedef hacminde (PTV) proksimal bronşiyal ağaç içinde yüksek dozlara izin vermektedir. Bu senaryoda, proksimal bronş ağacı yakınında çizilen bir küçük hacmin 8 fraksiyonda 60 Gy almasına izin verilmektedir. Bu nedenle, merkezi ve özellikle "Ultra-merkezi" tümörler için temkinli bir yaklaşım öneriyoruz. Potansiyel artmış toksisite riski için hastaların önceden bilgilendirilmesi gerektiğini belirtiyoruz. Bu tür hastalar bir klinik araştırma içerisinde veya prospektif değerlendirme programında tedavi edilmelidir.

## Mide, Bağırsak ve Karın (Tablo 3)

5 fraksiyon şeması için güncellenmiş kısıtlamalar ABC-07 ve SPARC çalışmasından alınmıştır [13,29]. Bu kısıtlamalar, yayınlanmış çalışmaların ışığında [30,32] gözden geçirilmiş AAPM-101[16] kısıtlamalarını içermektedir ve karaciğer sirozu için geçerli değildir. Üç fraksiyon şeması için kısıtlamalar, AAPM-101[16] tarafından rapor edilenler ile aynıdır fakat diğer erken SABR çalışmalarından [33,35] bazı karaciğer kısıtlamaları ek olarak tanımlanmıştır. ABC-07 ve SPARC çalışmalarında rektal kısıtlama bulunmamaktadır ve bu yüzden hem üç hem de beş fraksiyon kısıtlamaları AAPM-101 tarafından rapor edilenlerdir.

Coplanar tedavilerde alt lob akciğer tedavileri için karın yapılarının önemli derecede ışınlaması söz konusu değildir. Eğer bitişik karın içi bir organın (örneğin, sağ alt lob akciğer tümörleri için karaciğer) önemli ışınlama riski varsa, o zaman simülasyonda tüm organın görüntülenmesi yapılmalıdır.

| Description                                 |                             | 3 fractions |           | 5 fractions |           | 8 fractions |           | Source                                                                                                                                                                              | End point (and magnitude of risk where quantified) |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                             |                             | Optimal     | Mandatory | Optimal     | Mandatory | Optimal     | Mandatory |                                                                                                                                                                                     |                                                    |
| Brachial plexus                             | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | <24 Gy      | <26 Gy    | <27 Gy      | <29 Gy    | <27 Gy      | <38 Gy    | 3 and 5 fractions plus optimal constraints for 8 fractions: UK SABR Consortium [18]. 8 fractions mandatory constraints from LungTECH trial [24] (excluding heart and great vessels) | Grade 3+ neuropathy                                |
| Heart                                       | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | <24 Gy      | <26 Gy    | <27 Gy      | <29 Gy    | <50 Gy      | <60 Gy    | As above (8 fraction heart constraints from UK SABR Consortium [18])                                                                                                                | Grade 3+ pericarditis                              |
| Trachea and bronchus                        | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | <30 Gy      | <32 Gy    | <32 Gy      | <35 Gy    | <32 Gy      | <44 Gy    | As above                                                                                                                                                                            | Grade 3+ stenosis/fistula                          |
| Normal lungs* (lungs – gross tumour volume) | V20 Gy                      | –           | <10%      | –           | <10%      | –           | <10%      | As above                                                                                                                                                                            | Grade 3+ pneumonitis                               |
| Chest wall                                  | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | <37 Gy      | –         | <39 Gy      | –         | <39 Gy      | –         | As above                                                                                                                                                                            | Grade 3+ fracture or pain                          |
| Great vessels                               | D30 cm <sup>3</sup>         | <30 Gy      | –         | <32 Gy      | –         | <35 Gy      | –         | As above                                                                                                                                                                            |                                                    |
|                                             | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | –           | <45 Gy    | –           | <53 Gy    | –           | –         | As above (8 fractions great vessels constraints from UK SABR Consortium [18])                                                                                                       | Grade 3+ aneurysm                                  |

DMax is the near-point maximum dose, defined in this case as D0.5 cm<sup>3</sup>, which is the minimum dose to the 0.5 cm<sup>3</sup> volume of the organ receiving the highest doses.  
V20 Gy is the percentage volume of the organ receiving a dose of 20 Gy or higher.  
D30 cm<sup>3</sup> is the minimum dose to 30 cm<sup>3</sup> of the organ that receives the highest doses.  
\* Normal lung (lungs – gross tumour volume) constraints for the treatment of two or three lung lesions in the same patient, should follow the guidelines in general point 9 above.

Tablo 2: Torasik Doz Sınırlamaları

| Description                                          | Constraint                   | 3 fractions |           | 5 fractions |                                 | Source                                                                    | End point                                                                                    |
|------------------------------------------------------|------------------------------|-------------|-----------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      |                              | Optimal     | Mandatory | Optimal     | Mandatory                       |                                                                           |                                                                                              |
| Duodenum                                             | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> )  | –           | <22.2 Gy  | –           | <35 Gy                          | 3 fraction: AAPM [16]<br>5 fraction: ABC-07 [13],<br>SPARC protocols [28] | Grade 3+ ulceration                                                                          |
|                                                      | D1 cm <sup>3</sup>           | –           | –         | <33 Gy      | –                               |                                                                           |                                                                                              |
|                                                      | D5 cm <sup>3</sup>           | –           | <16.5 Gy  | <25 Gy      | –                               |                                                                           |                                                                                              |
|                                                      | D9 cm <sup>3</sup>           | –           | –         | <15 Gy      | –                               |                                                                           |                                                                                              |
|                                                      | D10 cm <sup>3</sup>          | –           | <11.4 Gy  | <25 Gy      | –                               |                                                                           |                                                                                              |
| Stomach                                              | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> )  | –           | <22.2 Gy  | <33 Gy      | <35 Gy                          | As above                                                                  | Grade 3+ ulceration/fistulation                                                              |
|                                                      | D5 cm <sup>3</sup>           | –           | –         | <25 Gy      | –                               |                                                                           |                                                                                              |
|                                                      | D10 cm <sup>3</sup>          | –           | <16.5 Gy  | –           | <25 Gy                          |                                                                           |                                                                                              |
|                                                      | D50 cm <sup>3</sup>          | –           | –         | <12 Gy      | –                               |                                                                           |                                                                                              |
| Small bowel                                          | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> )  | –           | <25.2 Gy  | <30 Gy      | <35 Gy                          | As above                                                                  | Grade 3+ enteritis/obstruction                                                               |
|                                                      | D5 cm <sup>3</sup>           | –           | <17.7 Gy  | <25 Gy      | –                               |                                                                           |                                                                                              |
|                                                      | D10 cm <sup>3</sup>          | –           | –         | –           | <25 Gy                          |                                                                           |                                                                                              |
| Common bile duct                                     | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> )  | <50 Gy      | –         | <50 Gy      | –                               | As above                                                                  |                                                                                              |
| Oesophagus                                           | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> )  | –           | <25.2 Gy  | <32 Gy      | <34 Gy (<40 Gy for 8 fractions) | As above plus LungTECH for 8 fraction schedules [24]                      | Grade 3+ stenosis/fistula                                                                    |
| Large bowel                                          | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> )  | –           | <28.2 Gy  | –           | <32 Gy                          | As above                                                                  | Grade 3+ colitis/fistula                                                                     |
| Rectum                                               | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> )  | –           | <28.2 Gy  | –           | <32 Gy                          | AAPM [16]                                                                 | Grade 3+ colitis/fistula                                                                     |
| Parallel gastrointestinal organs                     |                              |             |           |             |                                 |                                                                           |                                                                                              |
| Normal liver (liver – gross tumour volume)           | V10 Gy                       | –           | –         | <70%        | –                               | 3 fraction: AAPM [16],<br>Wulf et al. [33,34],<br>Rusthoven et al. [35]   | Grade 3+ liver function dysfunction/radiation-induced liver disease (classic or non-classic) |
|                                                      | Mean dose                    | –           | –         | <13 Gy      | <15.2 Gy                        |                                                                           |                                                                                              |
|                                                      | D50%                         | <15 Gy      | –         | –           | –                               | 5 fraction: ABC-07 [13],<br>SPARC [28] protocols                          |                                                                                              |
|                                                      | Dose to ≥700 cm <sup>3</sup> | <15 Gy      | <19.2 Gy  | –           | –                               |                                                                           |                                                                                              |
| Kidneys (individual and combined)                    | Mean dose                    | –           | –         | <10 Gy      | –                               | 3 fraction: AAPM [16]<br>5 fraction: ABC-07 [13],<br>SPARC [28] protocols | Grade 3+ renal function dysfunction                                                          |
|                                                      | Dose to ≥200 cm <sup>3</sup> | –           | <16 Gy    | –           | –                               | ABC-07 [13],<br>SPARC [28] protocols                                      |                                                                                              |
| If solitary kidney or if one kidney mean dose >10 Gy | V10 Gy                       | –           | –         | <10%        | <45%                            |                                                                           |                                                                                              |

DMax is the near-point maximum dose, defined in this case as D0.5 cm<sup>3</sup>, which is the minimum dose to the 0.5 cm<sup>3</sup> volume of the organ receiving the highest doses.  
D1 cm<sup>3</sup>, D5 cm<sup>3</sup>, D9 cm<sup>3</sup>, D10 cm<sup>3</sup> and D50 cm<sup>3</sup> are the minimum doses to the specified volume of the organ (1 cm<sup>3</sup>, 5 cm<sup>3</sup>, etc.) that receive the highest doses.  
V10 Gy is the percentage volume of the organ receiving a dose of 10 Gy or higher.  
Dose to ≥700 cm<sup>3</sup> and ≥200 cm<sup>3</sup> is the maximum dose to the specified volume of the organ (700 cm<sup>3</sup>, 200 cm<sup>3</sup>) that receives the lowest doses.  
\* If total kidney volume <200 cm<sup>3</sup>, or treating renal or adrenal lesions, then total dose to contralateral kidney should be <16 Gy and aim to minimise spillage into ipsilateral kidney if possible.

Tablo 3: Sindirim Sistemi Doz Sınırlamaları

## Pelvis ve Diğerleri (Tablo 4,5,6)

Güncellenmiş sınırlamalar PACE çalışmasında (5 fraksiyon) mevcuttur [12]. Ancak bunlar özellikle metastatik bir bölgeye yapılan tedaviden daha kabul edilebilir, potansiyel olarak daha yüksek bağırsak toksisitesine izin veren prostatın birincil tedavisine uygulanır. Bu nedenle, AAPM-101 kısıtlamaları çoklu metastaz [36] için SABR'nin BR001 denemesinde kullanılan üreterik kısıtlamaların eklenmesi ile genelde pelvik tedavileri için kullanışlıdır. PACE çalışma doz sınırlamaları da ayrı ayrı verilmiştir [12]. Son zamanlarda, Kuzey Amerika'dan elde edilen prospektif datalar ile, SABR'deki rektal toleransların hastaya bağlı faktörlerin etkisini de içerecek şekilde daha fazla bilgi elde edilmiştir [37,38]. Bu veriler aynı zamanda prostatın birincil tedavisiyle ilgilidir ve bu nedenle de diğer radikal olmayan yaklaşımlarda uygun olmayabilir. Cildin optimal sınırlamaları AAPM-101 değerlerine [16] dayanılarak dahil edilmiştir.

| Description | Constraint                  | 3 fractions  |                | 5 fractions  |                | Source     | End point                 |
|-------------|-----------------------------|--------------|----------------|--------------|----------------|------------|---------------------------|
|             |                             | Optimal (Gy) | Mandatory (Gy) | Optimal (Gy) | Mandatory (Gy) |            |                           |
| Bladder     | D15 cm <sup>3</sup>         | –            | <16.8          | –            | <18.3          | AAPM [16]  | Grade 3+ cystitis/fistula |
|             | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | –            | <28.2          | –            | <38            |            |                           |
| Penile bulb | D3 cm <sup>3</sup>          | –            | <21.9          | –            | <30            | AAPM [16]  | Grade 3+ impotence        |
|             | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | –            | <42            | –            | <50            |            |                           |
| Ureter      | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | –            | <40            | –            | <45            | BR001 [35] |                           |

DMax is the near-point maximum dose, defined in this case as D0.5 cm<sup>3</sup>, which is the minimum dose to the 0.5 cm<sup>3</sup> volume of the organ receiving the highest doses.  
D3 cm<sup>3</sup> and D15 cm<sup>3</sup> are the minimum doses to the specified volume of the organ (3 cm<sup>3</sup>, 15 cm<sup>3</sup>) that receive the highest doses.

Tablo 4: Pelvik Doz Sınırlamaları

## Tartışma

Bu doküman SABR'ın sunumu için OAR kısıtlamaları üzerine hali hazırda geçerli İngiltere uzlaşmasını sunar. Bunlar daha yeni verilere ve mevcut klinik protokollere dayanan değişim ile geniş ölçüde 2010'dan itibaren AAPM-101 raporunda bildirilen kısıtlamalara dayanır. Ayrıca bunlar daha yeni datalar tarafından da şekillendirilmiştir. Bu kısıtlamaların çoğu hali hazırda klinik uygulamada düşük oranlarda ciddi toksisite ile adapte olmasına rağmen, SABR ile tedavi edilen hastaların toplam sayısının nispeten düşük olduğu (özellikle periferik akciğer kanseri dışındaki bölgeler için SABR) hatırlanmalıdır ve takip verileri nispeten gelişmemiştir. Bu nedenle burada sunulan kısıtlamalar kesin olmayıp ileriye dönük olarak birleşik bir strateji oluşturmaktadır. Tedavi edilen hastaların muhtemel değerlendirilmesinde toksisitelerin ve dozimetrik analizin belgelendirilmesi ile devam eden muhtemel değerlendirmeler, gelecekte kısıtlamaların düzeltilmesi için gereklidir. İngiltere'de bu kısıtlamaların ve fraksiyonasyon şemalarının benimsenmesi ile bu sürecin verimli bir şekilde yönetilmesini kolaylaştıracaktır.

AAPM gibi resmi bir rapor içindeki kısıtlamaları kabul etmek belki rahatlatıcı olarak düşünülse de AAPM-101 raporundaki kısıtlamaların kapsamlı klinik sonuçlar verisine dayanmadığını ancak kısıtlı klinik tecrübeye dayanan iki merkez tarafından yayınlanan kısıtlamalar ve hatta 'eğitilmiş varsayım' [16] olduğu dikkate alındığında, devam eden prospektif veri toplamının önemini göz ardı etmemek gerekir. Burada herhangi bir kısıtlama kesin değildir fakat bu devam etmekte olan bir çalışma olarak düşünülmelidir. Gelecekte değerleri iyileştirmek için hem İngiltere hem de uluslararası çalışmalardan elde edilen ek kanıtlar ile diğer gruplardan [37-39] gelen öneriler kullanılabilir.

| Description  | Constraint                  | 3 fractions<br>Optimal (Gy) | 5 fractions<br>Optimal (Gy) | Source    | End point           |
|--------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|---------------------|
| Skin         | DMax (0.5 cm <sup>3</sup> ) | <33                         | <39.5                       | AAPM [16] | Grade 3+ ulceration |
|              | D10 cm <sup>3</sup>         | <30                         | <36.5                       |           |                     |
| Femoral head | D10 cm <sup>3</sup>         | <21.9                       | <30                         | AAPM [16] | Grade 3+ necrosis   |

DMax is the near-point maximum dose, defined in this case as D0.5 cm<sup>3</sup>, which is the minimum dose to the 0.5 cm<sup>3</sup> volume of the organ receiving the highest doses.  
D10 cm<sup>3</sup> is the minimum dose to the 10 cm<sup>3</sup> of the organ that receive the highest doses.

**Tablo 5: Diğer doku doz Sınırlamaları**

| Description                    | Constraint (prostate primary only)        | 5 fractions<br>Optimal | Mandatory           | Source          |
|--------------------------------|-------------------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|
| Rectum                         | D50%                                      | —                      | <18.1 Gy            | PACE trial [12] |
|                                | D20%                                      | —                      | <29 Gy              |                 |
|                                | D1 cm <sup>3</sup>                        | —                      | <36 Gy              |                 |
| Bladder                        | D40%                                      | —                      | <18.1 Gy            | As above        |
|                                | V37 Gy                                    | <5 cm <sup>3</sup>     | <10 cm <sup>3</sup> |                 |
| Prostatic urethra (if visible) | D50%                                      | <42 Gy                 | —                   | As above        |
| Femoral head                   | D5%                                       | —                      | <14.5 Gy            | As above        |
| Penile bulb                    | D50%                                      | —                      | <29.5 Gy            | As above        |
| Testicles                      | Avoid beam entry, e.g. blocking structure | —                      | —                   | As above        |
| Bowel                          | D5 cm <sup>3</sup>                        | —                      | <18.1 Gy            | As above        |
|                                | D1 cm <sup>3</sup>                        | —                      | <30 Gy              |                 |

D5%, D20%, D40% and D50% are the minimum doses to the percentage volume of the organ (5%, 20%, etc.) that receive the highest doses.  
D50% is equivalent to the median dose to the volume.  
D1 cm<sup>3</sup> and D5 cm<sup>3</sup> are the minimum doses to the specified volume of the organ (1 cm<sup>3</sup>, 5 cm<sup>3</sup>) that receive the highest doses.  
V37 Gy is the absolute volume of the organ receiving a dose of 37 Gy or higher.

**Tablo 6: Primer Prostat Radyoterapisi Doz Sınırlamaları, PACE çalışması**

Emami ve arkadaşları [40] tarafından üretilen klasik fraksiyonlu radyoterapi için daha geleneksel OAR kısıtlamaları spesifik toksisite sonuçlarına ve bu bitiş noktalarının (örneğin TD 5/5, 5 yılda spesifik bir komplikasyonun %5'lik bir riskini temsil eder) risk büyüklüklerine atıfta bulunur. Hem planları değerlendirirken hem de hastalarla tedavileri tartışırken, uygulamada kuşkusuz riskin niceliği faydalıdır. Bununla birlikte mevcut SABR kısıtlamalarının çoğunun doğasından dolayı bu tip klinik son noktaları sıklıkla kullanılamamaktadır. Bu yüzden bu güncel raporda bu son noktaların risklerinin büyüklüğü ile klinik son noktaların çoğuna eşlik edemiyoruz. Her biri farklı kısıtlama grubu için ciddi toksisite yaşayan hasta sayıları ile birlikte klinik olarak kabul edilen SABR kısıtlamalarının kapsamlı bir derlemesi, Grimm ve arkadaşları [41] tarafından büyük ölçüde faydalı ücretsiz kaynak olarak daha önce 2011'de yayınlandı.

Yakın zamanda, Seminars of Radiation Oncology dergisinin tamamına yakını SABR tedavileri için normal doku toksisitesinin modellenmesi ve raporlanmasına ayrıldı [42]. Her bitiş noktasının hem yüksek hem de düşük riskleri ve geniş ve küçük hacim aralığına bağlı olarak farklı doz kısıtlamaları üretildi. Kabul edilebilir risk düzeyi, sonucun şiddetine bağlı olarak değişti. Örneğin; göğüs duvarı (kaburga kırıkları) kısıtlamaları hala bu komplikasyonun %5-%50 ile ilişkilidir fakat omurilik (miyelit) gibi kritik bir yapı için risk %3-%1 arasında daha uygun olabilir [42]. AAPM-101 Stereotaktik Vücut Radyoterapi Çalışma Grubu bildirilen kısıtlamaların hakemli bir dergide yayınlamasını gerekli gördüğünden, yeni data ve doz cevap modelleri Seminars in Radiation Oncology [42] dergisinde yayınlandı ki burada herhangi bir modelleme sürecine eşlik eden belirsizliklerle de olsa, çoklu fraksiyonlama şemaları için risk nicelikleri ve düşük ve yüksek risk durumları için kısıtlamalar sunulmaktadır. Bu güncel raporda kısıtlamalar yaratmada farklı yaklaşımlara rağmen sunulan kısıtlamalar birbirine benzemez; bu da güven vericidir. Ancak; her iki kısıtlama kümesi devam eden klinik doğrulamayı gerektirir.

SABR OAR kısıtlamalarını belirlemede bir diğer belirsizlik alanı, önceki ameliyatlar, şeker hastalığı, sigara kullanımı, sitotoksik ajanlara önceden maruz kalma ya da aşırı yaşlı hastalar gibi faktörlerin etkisidir. Birleşik yeni ajanların kullanımı SABR öncesi ya da sonrası yaygın hale gelmiştir ve toksisite üzerinde de önemli bir etkiye sahip olacaktır [43]. Bazı hasta grupları bazı komplikasyonlar açısından daha yüksek risk altında olduğu tespit edilmesine rağmen böyle faktörlerin SABR için kısıt belirlenmesinde nasıl entegre edilmesi gerektiği bilinmemektedir [37]. Sezgisel olarak daha zayıf akciğer fonksiyonlu (yukarıdaki 9 nolu madde) ve altında karaciğer sirozu yatan hastalarda V20 Gy zaten tavsiye edildiği için toksisite riski artmış olarak düşünülen hastalarda kısıtlamalar daha uygun olabilir [39]. Bu nedenle, hastaya özgü faktörlerin potansiyel entegrasyonu da dahil olmak üzere kısıtlamaların gelecekteki modifikasyonunu yönlendirmek için dozimetri ve sonuçların yanı sıra, hasta ile ilgili faktörlerin prospektif olarak kaydedilmesi gerekir.

Baş boyun kanserlerinde daha uzun tedavi verilmiş süresi ile yüksek biyolojik etkinlik ilişkisi bilinmektedir [44]. Tedavi verilmiş süresinin SABR alan hastalardaki sonuçları nasıl etkilediği daha az dokümanite edilmiştir. Çoğu linak tabanlı merkezler tedavi sürelerini kısaltmak için hacimsel ayarlı ark radyoterapi (VMAT) ve düzleştirici filtre olmayan (FFF) kullanan SABR tedaviler uygularlar. Cyberknife kullanılarak yapılan SABR'ın tedavi süresi çok daha uzundur. Bununla birlikte, bu yöntemle kontrol oranlarının daha düşük olduğuna dair çok az kanıt bulunmaktadır. Gelecekteki analizler için bunun sonuç üzerinde bir etkisinin olup olmadığının araştırılmasına izin vermek için tedavi süresinin kaydedilmesi yararlı olacaktır.

Daha da önemlisi, bu dokümanda sunulan kısıtlamalar daha önce ışınlanmamış bir alana yönelik SABR'ın tedavileri içindir. Daha önce radyoterapi alan hastalar için, yeniden ışınlama normal doku toleransındaki belirsizlikleri daha da önemli hale getirir. Bununla birlikte, yeniden ışınlama yapılan SABR tedavileri, küçük ve heterojen serilerde düşük dereceli yüksek toksisite ve yüksek lokal kontrol oranları ile oligometastazlara başarılı bir şekilde verildi [45,46]. Bugüne kadar yapılan birçok çalışma spinal kordun yeniden ışınlama toleransına ayrılmıştır ancak yine de hasta sayıları nispeten düşüktür [46,47]. Bu nedenle, SABR yeniden ışınlama kısıtlamalarını belirlemek gelecekteki araştırmalar için bir alandır ve bu güncel raporun kapsamı dışındadır.

Bundan dolayı, İngiltere'de öncelikler gerekirse gelecekteki değişiklikleri yönlendirecek yüksek kaliteli prospektif veri toplama ve dozimetrik analiz ile birlikte klinik uygulama ve denemelerde burada sunulan kısıtlamaları kullanmaktır. İngiltere çapında kısıtlamaların ve fraksiyonasyon şemalarının birleşik bir setinin kullanılmasının bu kısıtlamaların etkili bir şekilde onaylanmasını kolaylaştıracağı umulmaktadır.

## Sonuç

SABR doz kısıtlamaları konusunda ulusal bir anlaşma sağlandı. Bu birleşik yaklaşımın İngiltere genelinde SABR'nin standartlaştırılmış uygulanmasını kolaylaştıracağı ve SABR çalışmaları ile kısıtlamaların daha da arıtılması arasında anlamlı toksisite karşılaştırmalarına izin vereceği umulmaktadır. Dahası, İngiltere'de geliştirilen diğer SABR çalışmaları bu uzlaşmayı benimsemeyi amaçlamaktadır.

## Referanslar

- [1] Franks KN, Jain P, Snee MP. Stereotactic ablative body radiotherapy for lung cancer. Clin Oncol 2015;27(5):280e289.
- [2] Henderson DR, Tree AC, van As NJ. Stereotactic body radiotherapy for prostate cancer. Clin Oncol 2015;27(5):270e279.
- [3] Aitken KL, Hawkins MA. Stereotactic body radiotherapy for liver metastases. Clin Oncol 2015;27(5):307e315.
- [4] Bhattacharya IS, Hoskin PJ. Stereotactic body radiotherapy for spinal and bone metastases. Clin Oncol 2015;27(5):298e306.
- [5] Hanna GG, Landau D. Stereotactic body radiotherapy for oligometastatic disease. Clin Oncol 2015;27(5):290e297.
- [6] Tree AC, Khoo VS, Eeles RA, Ahmed M, Dearnaley DP, Hawkins MA, et al. Stereotactic body radiotherapy for oligometastases. Lancet Oncol 2013;14(1):e28-37.
- [7] Aitken K, Tree A, Thomas K, Nutting C, Hawkins M, Tait D, et al. Initial UK experience of stereotactic body radiotherapy for extracranial oligometastases: can we change the therapeutic paradigm? Clin Oncol 2015;27(7):411e419.
- [8] Jain P, Baker A, Distefano G, Scott AJ, Webster GJ, Hatton MQ. Stereotactic ablative radiotherapy in the UK: current status and developments. Br J Radiol 2013;86(1029):20130331.
- [9] Distefano G, Baker A, Scott AJ, Webster GJ, Group USCQA. Survey of stereotactic ablative body radiotherapy in the UK by the QA group on behalf of the UK SABR Consortium. Br J Radiol 2014;87(1037):20130681.
- [10] Conventional Care Versus Radioablation (Stereotactic Body Radiotherapy) for Extracranial Oligometastases (CORE). Clinical Trials. Available at: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02759783>. [accessed 14 December 2016].
- [11] Stereotactic Ablative Radiotherapy for Oligometastatic Nonsmall Cell Lung Cancer (SARON). Clinical Trials. Available at: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT02417662>. [accessed 6 July 2016].
- [12] Prostate Advances in Comparative Evidence (PACE). Clinical Trials. Available at: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01584258>. [accessed 6 July 2016].
- [13] ABC-07 Addition of stereotactic body radiotherapy to systemic chemotherapy in locally advanced biliary tract. Cancer Research UK. available at: <http://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/find-a-clinical-trial/a-triallooking-chemotherapy-stereotactic-radiotherapy-peoplelocally-advanced-bile-duct-cancer-abc-07-undefined>. [accessed 6 January 2016].

- [14] Commissioning through Evaluation. Available at: <https://www.england.nhs.uk/commissioning/spec-services/npc-crg/comm-eval/>. [accessed 6 July 2016].
- [15] Timmerman RD. An overview of hypofractionation and introduction to this issue of seminars in radiation oncology. *Semin Radiat Oncol* 2008;18(4):215e222.
- [16] Benedict SH, Yenice KM, Followill D, Galvin JM, Hinson W, Kavanagh B, et al. Stereotactic body radiation therapy: the report of AAPM Task Group 101. *Med Phys* 2010;37(8): 4078e4101.
- [17] Lo SS, Sahgal A, Chang EL, Mayr NA, Teh BS, Huang Z, et al. Serious complications associated with stereotactic ablative radiotherapy and strategies to mitigate the risk. *Clin Oncol* 2013;25(6):378e387.
- [18] UK SABR Consortium Guidelines (v5.1 January 2016). Available at: <http://www.actionradiotherapy.org/wp-content/uploads/2014/12/UKSABRConsortiumGuidelinesv5.pdf>. [accessed 6 July 2016].
- [19] Radiation Therapy Oncology Group Contouring Atlases. Available at: <https://www.rtog.org/CoreLab/ContouringAtlases.aspx>. [accessed 6 July 2016].
- [20] Hiniker SM, Modlin LA, Choi CY, Atalar B, Seiger K, Binkley MS, et al. Dose-response modeling of the visual pathway tolerance to single-fraction and hypofractionated stereotactic radiosurgery. *Semin Radiat Oncol* 2016;26(2): 97e104.
- [21] Grimm J, Sahgal A, Soltys SG, Luxton G, Patel A, Herbert S, et al. Estimated risk level of unified stereotactic body radiation therapy dose tolerance limits for spinal cord. *Semin Radiat Oncol* 2016;26(2):165e171.
- [22] Tamura M, Carron R, Yomo S, Arkha Y, Muraciotte X, Porcheron D, et al. Hearing preservation after gamma knife radiosurgery for vestibular schwannomas presenting with high-level hearing. *Neurosurgery* 2009;64(2):289e296. discussion 96.
- [23] ROSEL: A randomized clinical trial of radiosurgery (stereotactic radiotherapy) or surgery in patients with stage IA nonsmall cell lung cancer who are fit to undergo primary resection. Available at: <https://www.vumc.nl/afdelingenthemas/26080/8716235/Roselprotocol.pdf>. [accessed 14 December 2016]. G.G. Hanna et al. / *Clinical Oncology* 30 (2018) 5e14 13
- [24] Adebahr S, Collette S, Shash E, Lambrecht M, Le Pechoux C, Faivre-Finn C, et al. LungTech, an EORTC phase II trial of stereotactic body radiotherapy for centrally located lung tumours: a clinical perspective. *Br J Radiol* 2015;88(1051): 20150036.
- [25] Haasbeek CJ, Lagerwaard FJ, Slotman BJ, Senan S. Outcomes of stereotactic ablative radiotherapy for centrally located early stage lung cancer. *J Thorac Oncol* 2011;6(12):2036e2043.
- [26] RTOG 0813 Protocol. Seamless phase I/II study of stereotactic lung radiotherapy (SBRT) for early stage, centrally located, non-small cell lung cancer (NSCLC) in medically inoperable patients. Available at: <https://www.rtog.org/ClinicalTrials/ProtocolTable/StudyDetails.aspx?study%40813>. [accessed 14 December 2016].
- [27] Nuytens JJ, van der Voort van Zyp NC, Praag J, Aluwini S, van Klaveren RJ, Verhoef C, et al. Outcome of four-dimensional stereotactic radiotherapy for centrally located lung tumors. *Radiother Oncol* 2012;102(3):383e387.
- [28] Chaudhuri AA, Tang C, Binkley MS, Jin M, Wynne JF, von Eyben R, et al. Stereotactic ablative radiotherapy (SABR) for treatment of central and ultra-central lung tumours. *Lung Cancer* 2015;89(1):50e56.
- [29] A trial looking at stereotactic body radiotherapy before surgery for pancreatic cancer (SPARC). Cancer Research UK. Available at: <http://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/find-a-clinical-trial/a-trial-looking-at-stereotactic-bodyradiotherapy-before-surgery-for-pancreatic-cancer-sparcundefined>. [accessed 14 December 2016].
- [30] Bujold A, Massey CA, Kim JJ, Brierley J, Cho C, Wong RK, et al. Sequential phase I and II trials of stereotactic body radiotherapy for locally advanced hepatocellular carcinoma. *J Clin Oncol* 2013;31(13):1631e1639.
- [31] Scorsetti M, Comito T, Tozzi A, Navarria P, Fogliata A, Clerici E, et al. Final results of a phase II trial for stereotactic body radiation therapy for patients with inoperable liver metastases from colorectal cancer. *J Cancer Res Clin Oncol* 2015;141(3): 543e553.
- [32] Herman JM, Chang DT, Goodman KA, Dholakia AS, Raman SP, Hacker-Prietz A, et al. Phase 2 multi-institutional trial evaluating gemcitabine and stereotactic body radiotherapy for patients with locally advanced unresectable pancreatic adenocarcinoma. *Cancer* 2015;121(7):1128e1137.
- [33] Wulf J, Hadinger U, Oppitz U, Thiele W, Ness-Dourdoumas R, Flentje M. Stereotactic radiotherapy of targets in the lung and liver. *Strahlenther Onkol* 2001;177(12):645e655.
- [34] Wulf J, Guckenberger M, Haedinger U, Oppitz U, Mueller G, Baier K, et al. Stereotactic radiotherapy of primary liver cancer and hepatic metastases. *Acta Oncol* 2006;45(7):838e847.
- [35] Rusthoven KE, Kavanagh BD, Cardenes H, Stieber VW, Burri SH, Feigenberg SJ, et al. Multi-institutional phase I/II trial of stereotactic body radiation therapy for liver metastases. *J Clin Oncol* 2009;27(10):1572e1578.
- [36] NRG-BR001. A phase 1 study of stereotactic body radiotherapy (SBRT) for the treatment of multiple metastases. Available at: <https://www.rtog.org/ClinicalTrials/Protocol-Table/StudyDetails.aspx?study%401311>. [accessed 14 December 2016].
- [37] Musunuru HB, Davidson M, Cheung P, Vesprini D, Liu S, Chung H, et al. Predictive parameters of symptomatic hematochezia following 5-fraction gantry-based SABR in prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2016;94(5):1043e1051.
- [38] Kim DN, Cho LC, Straka C, Christie A, Lotan Y, Pistenmaa D, et al. Predictors of rectal tolerance observed in a dose-escalated phase 1-2 trial of stereotactic body radiation therapy for prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2014;89(3): 509e517.
- [39] Pollom EL, Chin A, Diehn M, Loo BW, Chang DT. Normal tissue constraints for abdominal and thoracic SBRT. *Semin Radiat Oncol* 2017;27:197e208.

- [40] Emami B, Lyman J, Brown A, Coia L, Goitein M, Munzenrider JE, et al. Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1991;21(1): 109e122.
- [41] Grimm J, LaCouture T, Croce R, Yeo I, Zhu Y, Xue J. Dose tolerance limits and dose volume histogram evaluation for stereotactic body radiotherapy. *J Appl Clin Med Phys* 2011; 12(2):3368.
- [42] Grimm J. Dose tolerance for stereotactic body radiation therapy. *Semin Radiat Oncol* 2016;26(2):87e88.
- [43] Kroeze SG, Fritz C, Hoyer M, Lo SS, Ricardi U, Sahgal A, et al. Toxicity of concurrent stereotactic radiotherapy and targeted therapies or immunotherapy: a systematic review. *Cancer Treat Rev* 2017;53:25e37.
- [44] Qi XS, Yang Q, Lee SP, Allen Li X, Wang D. An estimation of radiobiological parameters for head-and-neck cancer cells and the clinical implications. *Cancers* 2012;4(2):566e580.
- [45] Abusaris H, Hoogeman M, Nuytens JJ. Re-irradiation: outcome, cumulative dose and toxicity in patients retreated with stereotactic radiotherapy in the abdominal or pelvic region. *Technol Cancer Res Treat* 2012;11(6):591e597.
- [46] Mantel F, Flentje M, Guckenberger M. Stereotactic body radiation therapy in the re-irradiation situation: a review. *Radiat Oncol* 2013;8(1):7.
- [47] Sahgal A, Ma L, Weinberg V, Gibbs IC, Chao S, Chang UK, et al. Reirradiation human spinal cord tolerance for stereotactic body radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2012;82(1): 107e116.



#### **Med. Fiz. Uzm. Caner ARSLAN**

1983 Erzurum'da doğdu, ortaöğretim eğitimini Erzurum'da tamamladı, 2012 yılında Gaziantep Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu, 2017 yılında Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde Sağlık Fiziği alanında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Ardından altı ay süreyle Medideal şirketinde medikal fizik uzmanı olarak görev yaptı. Halen Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Radyasyon onkolojisi A.D.'da Kayı Holding (Ankara Akademisi) bünyesinde Medikal Fizik Uzmanı olarak görevine devam etmektedir. Amatör olarak tenis ve kayak ile ilgilenmektedir.

## II. ULUSLARARASI KATILIMLI RADYASYONDAN KORUNMA KONGRESİNİN ARDINDAN

RADYASYONDAN KORUNMA UZM. A. GÖNÜL BUYAN



II. Uluslararası Katılımlı Radyasyondan Korunma Kongresi, 23-25 Kasım 2017 tarihinde Ankara Gren Park Otelde gerçekleştirilmiştir.



**RADKOR/Kongre Bşk. A. Gönül BUYAN**



**TRD Bşk. Prof. Dr. Tamer KAYA**

Kongre, beş yıl önce kurulan, üyeleri radyasyondan korunma alanında uzman ve akademisyenlerden oluşan Radyasyondan Korunma Uzmanları Derneğimiz tarafından, Türk Radyoloji Derneği iş birliği ile dünyanın ve ülkemizin içinde bulunduğu güç şartlara rağmen, daha fazla geç kalmadan bu alandaki ihtiyaçlarımızı ortaya koymak, ülke koşullarına en uygun çözüm önerilerini oluşturmak ve mevcut sanayi potansiyelimizi ürüne çevirmek düşüncemizden hareketle düzenlemiştir. IRPA, EUTERP, TRD, TROD, TNTD, NMD, TMRT, NÜKAD, NÜKTE, TFV ile birlikte 11 sivil toplum kuruluşu, ASO, FMO, TOBB ile IAEA, CERN, Japon KEPKO, AKKUYU AŞ, TAEK SANAEM, TİTCK, SHGM, AFAD'ın yetkin temsilcileri, uzmanlar, 22 üniversiteden akademisyenler, kanun yapımcılar, üreticiler, uygulayıcılar, tedarikçiler, sanayiciler ve Türkiye'nin 3 kuşak radyasyondan korunma uzmanları (RKU)'ndan oluşan 237 kişinin katılımı ile gerçekleştirilen Kongre 3 gün yoğun bir programla devam etmiştir.

Kongrede, ülkemizin bu alandaki öncelikleri dikkate alınarak hazırlanmış, bu kapsamda ulusal radyasyondan korunma altyapımızı nasıl güçlendiririz, kuruluşların güçlü, özgün ve sürdürülebilir radyasyondan korunma sistemlerini kurmaları için gerekli şartları nasıl sağlarız, bunun temel ögesi olan RKU'nı sisteme nasıl entegre edebiliriz, gereksiz ışınlamaları nasıl engelleriz, kazaları nasıl daha da aza indiririz, tehlike durumlarını en etkin şekilde nasıl yönetebiliriz, ülke ihtiyaçlarının karşılanmasında ve tıbbi ışınlamalarda gereklilik ve optimizasyon şartlarını en etkin şekilde nasıl sağlarız, ve bu alanda 90 yıllık birikim ve deneyimlerimizi nasıl sanayileştirebiliriz konuları tartışılmış, öngörüler oluşturulmuştur.

Kongrenin birinci günü sabahı IRPA, EUTERP, Akkuyu AŞ, Japon KEPKO'nun üst düzey yetkilileri sırasıyla dünya, Avrupa, Rusya ve Japonya'nın radyasyondan korunma yapılanmaları, uygulamaları, radyasyondan korunma uzmanı ve radyasyondan korunma görevlisi (TAEK mevzuatındaki RKS) tanımları, görev, yetki ve sorumlulukları ile ilgili konulardaki en son gelişmeleri paylaşmıştır. IRPA II.Bşk. tarafından radyasyondan korunma uzmanı ve radyasyondan korunma görevlisi eğitim ve istihdamının önemi ve IRPA ile ilgili bilgiler verilmiştir. EUTERP konuşmasında İngiltere örneği verilerek, büyük tesislerde en az 1 Radyasyondan Korunma Uzmanı ve her departman için yeterli sayıda radyasyondan korunma görevlisi istihdamı, daha küçük tesisler için radyasyondan korunma uzman danışmanlığı alınması ile ilgili öngörüler belirtilmiştir.

Akkuyu Aş nin konuşmasında, nükleer tesislerde radyasyondan korunma uzmanı istihdamında, uygun eğitim ve en az 8 yıl alan deneyimi kriterinin dikkate alınacağı belirtilmiştir. Japonya'da her kademedeki radyasyondan korunma eğitiminin sürekliliği ve radyasyon ölçümünde kullanılan cihazların özellikleri üzerinde hassasiyetle durulduğunu ifade eden bilgiler verilmiştir.



**IRPA II.Bşk. Ediargo Gallego**

**EUTERP Gn.Sek.Penelope Allisy**



**Akkuyu AŞ Teknik Müh.**



**JAPON KEPKO Genel Md.**



**AÜ Prof. Dr. Doğan Bor**



**IAEA Ramon De Leva**



**AFAD Veda Duman**

İlk gün öğleden sonrası oturumlarında, radyasyondan korunmada UNSCEAR, BEIR, ICRP nin en son risk değerlendirmeleri, radyasyon kazalarının yönetiminde AFAD ve IAEA yaklaşımları tartışılmıştır. IAEA kriterleri doğrultusunda hazırlanmış olan acil durumlarda müdahale ile ilgili konuların kapsamlı bir şekilde ele alındığı AFAD'ın taslak yönetmeliği hakkında açıklayıcı bilgiler verilmiştir. Radyolojik ve nükleer kazalarda müdahalede yetki ve sorumluluk sınırlarının belirlendiği bu yönetmeliğin ilgili taraflarca incelenmesinin gerekli olduğu değerlendirilmiştir. Son oturumda radyasyon içeren tüm uygulamaların temel unsuru olan dozimetri konusunda TAEK/SANAEM İSDL laboratuvarları ve lüminesans dozimetri konusunda bilgilendirmeler yapılmıştır.

Ankara Sanayi Odası tarafından yönetilen Özel Oturum, Kongrenin en fazla ilgi gören oturumlarından biri olmuştur. Bu oturumda radyolojik uygulamalar ve radyasyondan korunma alanında yerli sanayi katkısının sağlanmasına yönelik olarak halen üretim ve Arge çalışmaları yapan Firmalar sunumlar yaparak, bu alanda gerekli devlet desteğinin verilmesi halinde başta radyasyon ölçüm cihazları olmak üzere yerli üretim imkân ve kabiliyetlerine sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.



**ASO Gn. Sek. Mustafa Baran (Sol başta), TOBB/CERN, İLGE, GAMAPAK, ATOMTEK, ALARA, ÖGEM, HİTİT ÜNİV.**



**Tanışal Radyolojide Rad. Kor. Oturumu**

**EA Dr.Jenia Vassileva**

**TİTCK Mehmet Karabuğa**

Kongrenin ikinci gününde, tıpta radyasyon uygulamalarında radyasyondan korunma konularındaki konuşmalara yer verilmiştir. Bu kapsamda TRD Bşk. Prof. Dr. Tamer Kaya, TROD Dernek Bşk. Prof. Dr. Esra Kaytan Sağlam ve TNTD Bşk. Prof. Dr. Zehra Özcan'ın oturum Başkanı ve konuşmacı olarak katıldığı, IAEA dan uzman konuşmalarının yer aldığı oturumlar radyoloji, radyasyon onkolojisi ve nükleer tıp oturumları şeklinde gerçekleştirilerek her alanda mevcut durum ve yapılması gerekenlerle ilgili değerli görüş alışverişleri gerçekleştirilmiştir. Radyoloji oturumunda TİTCK tarafından yapılan konuşmada, yeni yönetmelik taslağı hakkında bilgi verilmiştir.



**TROD Bşk. Prof. Dr. Esra KaytanSağlam**

**Prof. Dr. Gökhan Özyiğit**

**CERN Giovanni Porcellana**

Radyasyon Onkolojisinde radyasyondan korunma oturumunda temel olarak ele alınan konu proton tedavisi olmuştur. Medikal uygulamalarda en son gelişmeler, Kongreye CERN den katılan, bu alandaki çalışmaların yürütücülüğünü yapmakta olan uzman tarafından anlatılmıştır.

Bu oturumda, IBA Firma temsilcisi ve radyasyon onkoloğu uzmanlarımız tarafından yapılan bilgilendirme ve değerlendirmelerin ardından düzenlenen, 3 radyasyon onkoloğu, 1 medikal fizikçi ile CERN den gelen uzman ve Türkiye'nin CERN irtibat noktası olan TOBB uzmanının katıldığı masa başı toplantısı ile konu daha spesifik boyutlarda görüşülmüştür. Toplantıda oluşan görüşler, Kongre sonuç bildirgesinde yayımlanmıştır. Bu görüşlerle, uzun yıllardır üzerinde çalışmaların yapıldığı proton tedavisinin, başta çocuklarda fevkalade sonuçlar veren bir teknoloji olduğu ortaya konulmuştur.

Maliyetinin fevkalade yüksek olması ve bakım, onarım, dozimetri vb. konularda bu alanda yetişmiş eleman gereksinimi nedeniyle bu teknolojiye azami yararın sağlanabilmesi için avantaj ve dezavantajlarının çok iyi değerlendirilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur. Çok büyük maliyet getiren, oldukça sınırlı vakada çok iyi sonuç veren bu teknolojilerden istenen sonucun alınabilmesi için konu ile ilgili üniversiteler, uzman meslek kuruluşları ve bu konuda deneyimli uzman görüşlerinin alınması hususuna önemle dikkat çekilmiştir. Altı önemle çizilen bir husus ise Ülke-mizin bu teknoloji ile ilgili bilgi ve deneyime sahip olmasının gerekliliği yönünde olmuştur. Bu konudaki ar-ge çalışmalarının önemi vurgulanmıştır. Sonuç olarak, nitelikli eleman ve eğitim kapasitesi yönünden yeterli imkanlara sahip deneyimli bir merkezin bünyesinde bir proton tedavi cihazının kurulmasının, bu teknolojinin yakından tanınması, ülkemiz açısından avantaj ve dezavantajlarının ortaya konulması, ar-ge faaliyetlerine başlanması, halen üzerinde çalışılmakta olan ve çok uzak olmayan bir süreçte uygulamaya konulması beklenen carbon iyon gibi yeni ve ileri tekniklerin değerlendirilmesi yönünden önemli katkılar sağlayacağı hususunda görüşler ortaya konulmuştur.



**Nükleer Tıpta Rad. Korunma Oturumu**

**TNTD Bşk. Prof. Dr. Zehra Özcan**

**Dr. Türkay Toklu**

Nükleer Tıpta Radyasyondan Korunma oturumunda; nükleer tıpta mevcut durum, medikal fizikçi ve tekniker istihdamında mevcut mevzuattaki eksiklikler, yaşanan sıkıntılar, radyasyondan korunma konusunda ihtiyaç duyulan ekipmanlar gündeme gelmiş ve özellikle açık kaynaklarla tedavi uygulamalarında eğitim ve uygulamaya yönelik ihtiyaçlar ortaya konulmuş ve bu konudaki sunum uygulamalı olarak gerçekleştirilmiştir.



**Tıpta Radyasyondan Korunma oturumu sonrası**



**Dr. Hasan Alkan**



**Dr. Candan Töre**



Radyoaktif atıklar, dedektör imalatı, zırlama, biyolojik etkiler vb konularda 10 serbest bildiri ile 16 poster bildirinin sunulduğu Kongre'nin 3. gününde ışınlanmış gıda güvenliği, radyoaktif maddenin güvenli taşınması ve endüstriyel kazaların nedenleri ve sonuçları ile ilgili sunumlar yapılmıştır. Bu oturumlar Anadolu ajansı tarafından yönetilmiştir. Gıda ışınlaması konusunda en önemli değerlendirme bu konuda halkın farkındalık düzeyinin yeterince yüksek olmadığı yönündedir. Halen taze meyve ve sebzelerin de ışınlanmış olabileceği kanaatinin bulunduğu görülmektedir. Radyoaktif madde taşımacılığında da TAEK mevzuat ve uygulamalarının oldukça güncel olduğu ancak özellikle Ulaştırma Bakanlığının bu konuda uygulama ve denetim yönünden çalışmalar yapması gerektiği vurgulanmıştır.



### Endüstriyel Radyografi Kazası Canlandırması (gerçek saha personeli tarafından yapılmıştır)

Kongrenin sonunda Sakarya'da meydana gelen kazanın, gerçek saha personeli tarafından canlandırması yapılmıştır. Ciddi sağlık hasarlarına neden olan kazanın nedenleri üzerinde tartışmalar yapılmıştır. Bu konuda Düzenleme kuruluş standartlarının önemi, ulusal mevzuatımızda yer alan radyasyondan korunma sorumlusunun yeterliliği, sorumlulukların yeterince yerine getirilememesinin tartışılmıştır.



### SANAEM Dr.Çiğdem Yıldız

### SANAEM Dr. Serdar Bulut

Kongrede Türkiye Atom Enerjisi Kurumu SANAEM'de kurulan İSDL (SSDL) tesisi ve proton üretim tesisinin tanıtımlarının yapıldığı konuşmalar yer almıştır.



### TMRT Çalıştay

### NÜKAD Açık Oturum

Kongrede iki yan etkinlik yer almıştır. Bunlardan biri TMRT Türkiye Medikal Radyoloji Teknikerleri tarafından bir Çalıştay gerçekleştirilmiştir. Teknikerler için lisans programlarının tartışıldığı, radyoloji ve radyoterapi teknikleri ile hocalarımızın katılımı ile gerçekleşen çalıştay sonunda Çalıştay Bildirgesi yayınlanmıştır.

Diğeri ise Win Nuclear Global'in Türkiye Şubesi NÜKAD tarafından gerçekleştirilmiştir. Açık oturum şeklinde gerçekleşen bu oturumda nükleer konularda halkın bilinçlendirilmesi ve farkındalığın artırılmasına yönelik görüş alış-verişi yapılmıştır.

Kongrenin birinci günü sonunda verilen mini gitar resitali ile katılımcılara yoğun bir programın ardından rahatlayacakları bir atmosfer sunulmuştur. Kongrenin gerçekleştirildiği Ankara Green Park otelin bir kongre oteli olması nedeniyle, konaklama, servis ve yeme içme yönüyle memnuniyet duyulmuştur.



**Kongrede ASO, ATOMTEK A.Ş., GAMAPAK A.Ş., MEDİTEL A.Ş., ALARA Ltd., ÖGEM Ltd., DÜZEY Ltd., MADEL Ltd. tarafından stantlar açılmıştır.**

Radyasyondan Korunma; tıp, sanayi, enerji, tarım, hayvancılık, enerji, güvenlik, araştırma gibi çok geniş bir yelpazede pek çok disiplini kapsayan bir bilim alanıdır. Bu nedenle, her Kongre, içinde bulunulan dönemin öncelikleri dikkate alınarak programlanmaktadır. 2015 yılında düzenlenen 1. Ulusal Radyasyondan Korunma Kongresi, radyasyondan korunmada nitelikli insan gücü ekseninde programlanmıştır. Buradaki ana hedef, kuruluşların özgün ve sürdürülebilir bir radyasyondan korunma sistemini kurmalarının sağlanmasıdır. Radyasyondan korunma sistemi; tesisin planlanmasını, zırhlama hesaplarını, risk değerlendirmesini, doz hesaplarının yapılmasını, her durum için kaza ve tehlike durumu planları ve iş yeri ölçüm programlarının hazırlanmasını, iç denetim sisteminin kurulmasını, her düzeyde eğitimlerin verilmesini gerektiren pek çok konuyu kapsamaktadır. Bu sorumluluğun yerine getirilmesi, bu alanda gerekli eğitim ve deneyime sahip uzmanlık gerektirir. 1. Radyasyondan Korunma Kongresinin temel çıktısı Akdeniz Üniversitesi bünyesinde Radyasyondan Korunma ve Güvenlik alanında lisansüstü programının başlatılması olmuştur. Böylelikle bu programdan mezun olacak kişilerin "radyasyondan korunma uzmanı" olarak özel/resmi kurum ve kuruluşlarda radyasyondan korunma danışmanlığı verebilmesinin ilk adımı atılmıştır.

Bu yılki Kongrenin teması ise "İhtiyaçlar ve Fırsatlar" olarak benimsenmiştir. Bu tema ile on binlerce radyasyon kaynağı ve çalışanına sahip olan ülkemizin, radyasyondan korunma sisteminin temel argümanı olan nitelikli insan gücüne, yerli imkânlarla üretilebilecek ölçüm cihaz ve ekipmanlarına, mevzuat düzenlemelerindeki eksiklik ve kargaşaların giderilmesine ve uzman sivil toplum kuruluşlarının planlamalarda yer almalarına ilişkin ihtiyaçların ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçların gerçekleştirilmesinin, ülkenin ekonomik ve teknolojik gelişimi ve nitelikli elemanların sistemdeki yerini alması yönü ile yeni alanlar, yeni meslekler gibi fırsatların ortaya çıkacağı değerlendirilmiştir. Kongre süreci ve sonrasındaki bu anlamda memnuniyet verici gelişmeler yaşanmış ve yaşanmaktadır.

Kongrede tartışılan konular ve ortaya çıkan görüşlerin yer aldığı Kongre SONUÇ BİLDİRGESİ Dernek ve Kongre web sayfalarından [www.radkor.org](http://www.radkor.org), [www.radkor2017.org](http://www.radkor2017.org) ve Radyasyondan Korunma Uzmanları Derneği facebook sayfasından yayımlanmış olup yetkin kurum ve kuruluşlara doğrudan posta ile de gönderilmiştir.

Kongre sürecindeki bir diğer gelişme Derneğimizin IRPA üyeliği ile ilgilidir. Kongremize katılan IRPA II. Başkanı tarafından Derneğimizin IRPA üyeliği için ideal bir yapıya sahip olduğu belirtilmiştir. Derneğimizin IRPA üyeliği ile ilgili girişimler en kısa zamanda başlatılacaktır. Medikal Fizik Uzmanları, RADKOR üyesi dolayısıyla IRPA üyesi olabilmektedir.

Bir proje anlayışı ile gerçekleştirilen, ulusal ve uluslararası yetkin kurum kuruluşlar, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları, kanun yapıcılar, üreticiler ve son kullanıcıların katılımı ile konuların en son bilimsel ve teknolojik gelişmeler doğrultusunda tartışılmasına ve çözüm önerilerinin oluşturulmasına imkân veren bu Kongrelerin gerçekleştirilmesinde, özellikle ekonomik yönden ciddi sıkıntılar yaşamakta olduğu da bilinmesi gereken bir gerçekliktir. Kâr amacı gütmeyen kuruluş imkânları ile gerçekleştirilen bu tür Kongrelerin devamı için son yıllarda neredeyse tamamen kalkmış olan resmi kurum ve kuruluş destekleri kesinlikle gereklidir. Firmalar da Kongreleri gelir getiren ticari bir organizasyon anlayışının ötesinde, ülke geleceği yönüyle önemli konuların tartışıldığı organizasyonlar olarak değerlendirmelidir. Bunun olumlu sonuçlarından konu ilgili tüm taraflar istifade edeceklerdir. Aksi takdirde ülke meseleleri ve menfaatlerine odaklı, bilimsel ve teknik içerikli Kongrelerin tekrarları güçleşecektir.

Ülke ve insanımızın refahı ve aydınlık geleceği adına çalışmalarımızı sürdürmek konusundaki kararlılığımızla, gelecek Kongrelerimizde hep birlikte olmayı diliyorum.

**Radyasyondan Korunma Uzm. A. Gönül BUYAN**

1970-74 yılında AÜFF Fizik Bölümü'nden mezun oldu. Lisansüstü çalışmasını 1974-1975 yıllarında Sağlık Fiziği (Radyasyondan korunma) alanında yaptı. 1976-1982 yıllarında Ankara Onkoloji hastanesinde medikal fizikçi olarak çalıştı. 1982-2012 yıllarında TAEK 'da çeşitli pozisyonlarda görev yaptı. MFD Ankara Şubesi kurucusu olup, 2012 yılından buyana da Radyasyondan Korunma Uzmanları Derneği başkanıdır.

## RADYOTERAPİDEKİ SON GELİŞMELER

MED. FİZ. UZM. BORAN GÜNGÖR

*Bu bölümün amacı, radyoterapi ve ilgili alanlardaki güncel gelişmeleri derleyerek kısaca özetlemek ve okuyucuların bilgi sahibi olmasını sağlamaktır. Bu bağlamda , firma veya üretici kaynaklı haberlere yer verilebilmektedir. Bu haberler kesinlikle reklam veya tavsiye amacı taşımamakla beraber , yalnızca bilgi vermek ve teknik bazlı paylaşım yapmak amaçlıdır.*



### En küçük iyon odası dedektörü üretimi (20 Eylül 2017)

IBA firması, özellikle SRS alanında kullanılmak üzere "Razor Nano" adını verdiği en küçük iyon odası dedektörünü üretti. Küresel şekilli, su geçirmez özellikli dedektör, çok küçük yarıçapı (2 mm) ve kavite hacmi (0.003 ccm) ile dikkat çekmekte. Geliştirilmiş uzun dönem stabilite özelliğiyle beraber, dedektörün  $<2 \times 2 \text{ cm}^2$  alan boyutu koşullarında yüksek uzaysal çözünürlük ve düşük penumbra değerleri ile ölçüm yapılabileceği vurgulanıyor.

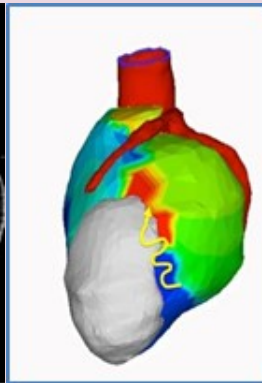
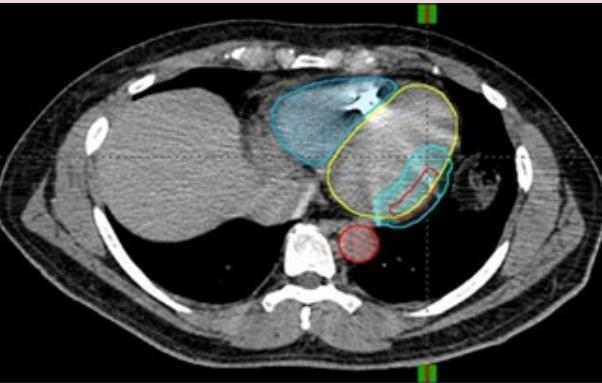
Kaynak: [www.iba-dosimetry.com](http://www.iba-dosimetry.com)



### İlk Gated Proton Tedavisi (28 Eylül 2017)

İtalya'nın Trento şehrindeki proton terapi merkezinde, dünyada ilk "Gated" Proton tedavisi gerçekleştirildi. Timoma hastasının tedavisinde kullanılan teknik ile gerçek zamanlı hasta nefes döngüsü takibi ile proton demetleri senkronizasyonu sağlanarak hasta tedavi edildi.

Kaynak: <https://iba-worldwide.com>

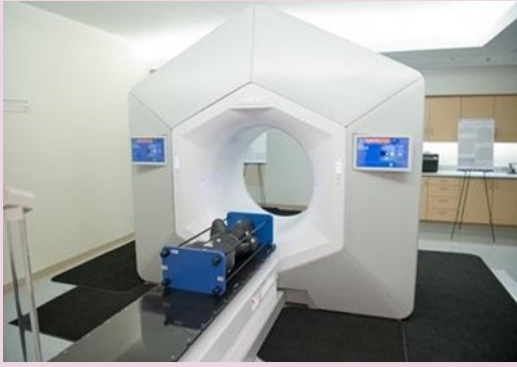


### Ölümcül Kalp Ritim Bozukluğu Hastalığının Radyoterapi ile Tedavisi (14.12.2017)

ABD/Washington Üniversitesi Medikal Bölümü'nde Yüksek Risk Ventriküler Taşikardi hastaları üzerinde uygulanan radyoterapi ile kür sağlandı. "The New England Journal of Medicine" dergisinde yayınlanan çalışmaya göre; Amerika'da yılda yaklaşık 300.000 ölüme sebep olan, ani kardiyak ölümlerde ilk sırada gelen "Ventriküler Taşikardi" hastalığı teşhisi konan ve geleneksel tedaviye cevap vermeyen

5 hasta (1 hasta 80 yaş üzeri, 4 hasta 60 yaş üzeri) çalışmaya katıldı. Nisan-Kasım 2015 tarih aralığında, SBRT tekniğiyle tek fraksiyon 25 Gy'lik tedavi uygulandı. Hedef bölge olarak, kalp Aritmogenik scar bölümleri non-invaziv elektrokardiyografik görüntüleme ile anatomik görüntüleme yapılarak belirlendi. Tedaviden önceki 3 ay içerisinde 5 hasta toplam 6577 kalp atağı geçirirken, tedavi sonrası ilk 6 haftada bu sayı 680'e düştü. Sonraki 46 ay içerisinde de sadece 4 atak gözlemlendi ve sonuçta %99 üzeri iyileşme görüldü.

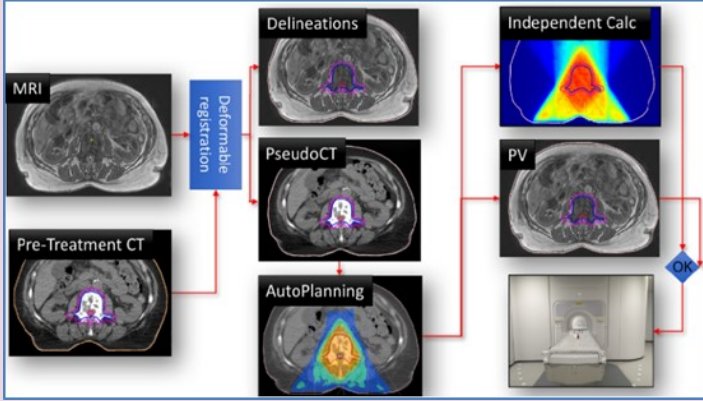
Kaynak: [www.nejm.org](http://www.nejm.org) ve [www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)



### **Varian Halcyon Sistemi İlk Hasta Tedavisi (Amerika-22 Eylül 2017,Avrupa -17 Ekim 2017)**

Amerika Penn Medicine merkezinde, Varian Halcyon Sistemi ile dünyada ilk hasta alımı yapıldı. Baş-Boyun hastasının tedavisi,9 alan VMAT olarak uygulandı. Tedavi odasındaki toplam süre; setup, görüntüleme, 3 dakika ışınlama süresi ve hastanın çıkarılması ile 13 dakikada tamamlandı. Ayrıca Avrupa'daki ilk hasta alımı da Belçika Leuven Üniversite Hastanesi'nde, 17 Ekim 2017 tarihinde, 80 yaşındaki Baş boyun kanserli hastasının tedavisi ile gerçekleştirildi.

Kaynak: [www.pennmedicine.org](http://www.pennmedicine.org) ve [www.varian.com](http://www.varian.com)



### **Elekta Unity MR Linak ilk Hasta Tedavileri Çalışma Yayını (14 Kasım 2017)**

Elekta Unity 1.5T MR Linak ilk Hasta Tedavileri ile ilgili çalışma yayınlandı. UMC Utrecht Radyoterapi Bölümü/ Hollanda tarafından yayınlanan çalışmaya göre, Unity 1.5 Tesla MR Linak(Elekta) ile Mayıs 2017'den itibaren yapılan, Lomber Spine Kemik Metastazlı ilk 4 hastaya 3-5 alan Step and Shoot IMRT tedavisi uygulandı. İlk grup olarak Kemik metastaz hastalarının seçilmesinin sebebi, tümörün MR görüntülerinde kolayca belirlenebilmesi ve spinal kemiklerin de portal görüntüleme ile belirlenebilmesi olarak

vurgulandı. Çünkü bu şekilde portal görüntüleme bağımsız verifikasyon aracı olarak kullanılabilirdi. Planlar hasta tedavi masasında iken anlık MR görüntüleri ile oluşturuldu. Sonuç olarak, izomerkez absolute doz değişimlerinin % 0 -1.7 aralığında, MR tabanlı geometrik hedeflemenin de portal görüntüleme ile 0.2-0.4 mm aralığında olduğu belirlendi.

Kaynak: [www.iopscience.iop.org](http://www.iopscience.iop.org)

## SERBEST KÜRSÜ İKİ TEKER TUTKUSU

**MED. FİZ. UZM. MERTAY GÜNER**

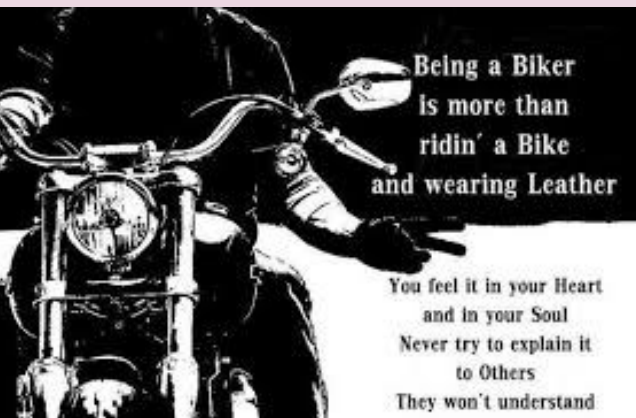
Barkın Bayoğlu anısına...

Birçok sebepten dolayı sürüyoruz. Motosikletle ilk tanışmam lise yıllarıma tekabül eder. O zamanlar karmaşık bir şehir yerine büyük bir Akdeniz kasabasını daha çok andıran, şimdiki haline kıyasla daha sakin olan Antalya'da ilk olarak bir arkadaşımın zorlamasıyla A noktasından B noktasına gitmek amacıyla bindim üstüne. O anı, ilk tanışmayı, ilk bakışmayı, birlikte ilk yolculuğumuzu hiç unutamıyorum. Sonralarda benim de çok zaman çevremdekilere söylediğim 'Bir bindin mi bir daha vazgeçemezsin.' cümlesinin anlamını o an tam olarak anlamıştım. İlk zehir zerk olmuştu ve teslim almıştı tüm bedenimi. Günden güne bir ulaşım aracından çok, keyif veren madde kıvamında kimlik buldu dünyamda. Devamında da neler yaşadığımı az çok tahmin edebilirsiniz aslında. Öğrencilik yıllarının yokluk günlerinde artmaya niyeti olmayan paraları artırarak ortaklaşa alınan motorlar, benzin için saatlerce süren kavgalar ve arkadaşlarla geçen yarı kumlu, yarı tuzlu ve bir o kadar da güneş yanıklarıyla dolu güzel günler...

Antalya'da hemen hemen her evde, evin küçük çocuğundan tutun da annesine kadar herkesin gündelik işlerini halletmesi için iyi kötü bir motosiklet bulunurdu. Bu yüzden neredeyse herkesin alışık olduğu bu kültür, motosiklet sürerken kullandığımız kıyafetlere de yansırı. Kimse kask takmazdı mesela, motosiklet montu ya da ayakkabısı bilmezdi. Tabii ki güvenli değildi ama buna çok gerek duyulacak bir trafik kültürü de yoktu. Ama şimdilerde aşağı yukarı her şehirde, özellikle metropollerde bunu yapmanız imkânsız. Araba kullanan insanların bile birbirine nasıl davrandığını göz önüne getirecek olursak, motosiklet kullananlara saygı beklemek abesle iştigal olmaz mı?

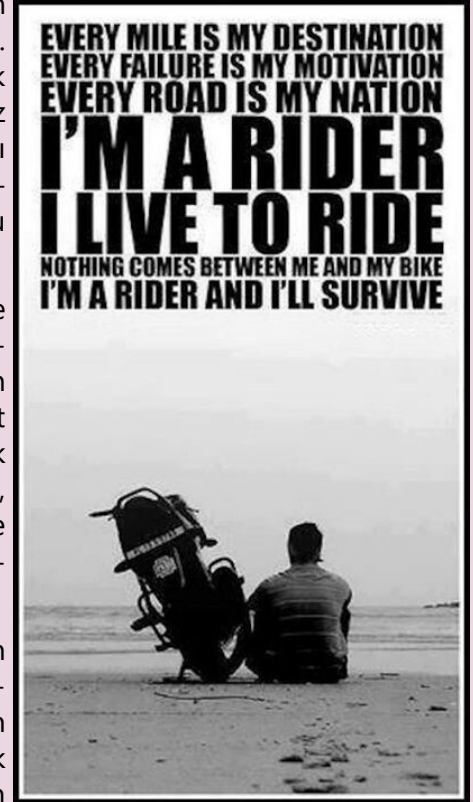
Tabi motosiklete binmenin tehlikelerinin yanında, o anda olmasa bile sonradan çok gülünecek birçok anı yaşanma ihtimali de yüksek. Arkamdaki artçıyla yaptığım bir motosiklet yolculuğunda bir minibüsün bizi sıkıştırma çabasını aracın kaportasına attığı tekmeye savuşturmaya çalışan arkadaşıma karşılık olarak minibüs şoförünün de tüm yolcuları olduğu yerde indirip bizim peşimizden yarırdırcasına gelmeye çalışması, arkanızdaki artçı seçimini de dikkatle yapmanız gerektiğine en güzel örnek olsa gerek. :) Ayrıca yine motosikletin avantajını kullanıp aralardan hızlıca kaçarak minibüsçüyü atlatmamız da bir o kadar ironik bir durum.

Motosiklet kullanan insanlarla konuştuğunuzda, söyledikleri ve hissettikleri birbirine çok benzer şeyler olmakla birlikte diğer insanlardan (kullanmayan) çok daha farklı düşüncede olduklarını rahatlıkla gözlemleyebilirsiniz. Evet dışarıdan ilk bakışta insanlara adrenalin, heyecan ve hız tutkusu gibi görünüyor olsa da aslında birçokları için sadece bunlardan ibaret bir tutku değildir motosiklet. Birçok duyguyu aynı anda ve limitlerinde hissettirir. Ruhumuz ve zihnimiz için gerçek bir kaçış noktasıdır. Üzerindeyken beni dünyadan alıp ulaşılamayacak düşünce ve hayalleri düşünme fırsatı bulduğum bir yerdir mesela.



Araba kullanırken hepimizde olduğu gibi ben de birçok zaman kendimi iş, kişisel sorunlar, gündelik problemler gibi dünyevi şeyleri düşünürken buluyorum. Fakat motosiklette ne bunları düşünecek vaktiniz ne de ruh haliniz olur. Üzerinde hızla adeta uçarcasına giderken etrafınızdaki çiçeklere ağaçlara dokunabilecek kadar yakın olmak, rüzgârı yüzünüzde hissetmek arabanın

aksine aranızda hiçbir paravan girmemesi insanda zamanda yolculuk yapıyormuşçasına bir his bırakır. Zaman ve mekânın durağanlaştığını ve sadece kendinin hareket ettiğini sanmak, ruhunuzda ve zihninizde şimdiye kadar aldığınız en güzel hediyeymiş gibi sevinç yaratır. Ama hız ve adrenalin duygusu bir yandan da aklınızın bir yerlerinde saklı kalan aşırı dikkat ve odaklanma yetisini ortaya çıkarır. Motosikletin, endişelerime ve hayatın sıradan kaygılarına kapılı olduğum sürelerde hayal gücümü hiç yaşamayacağım orijinal düşünce ve perspektiflere açtığını da gördüm.



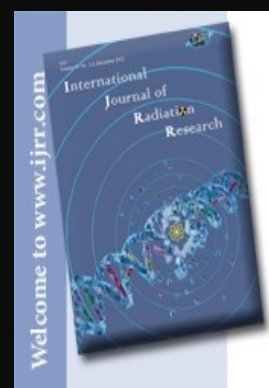
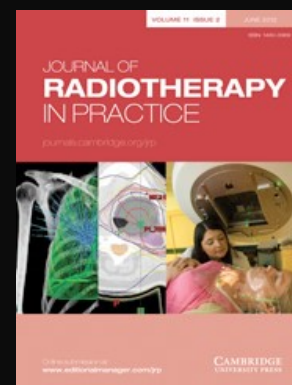
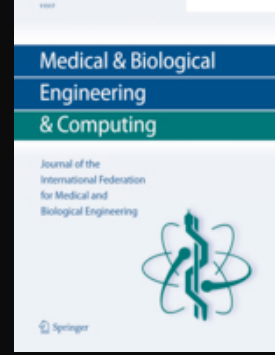
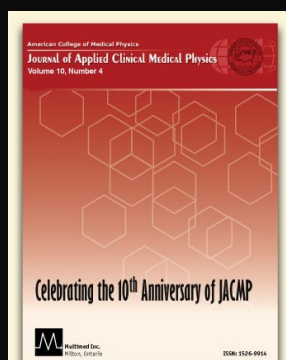
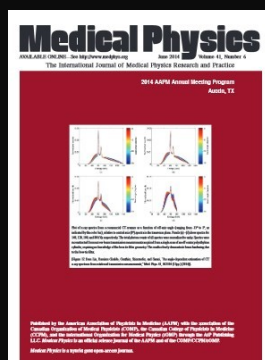
Onunla tanıştığım için ve sürebildiğim için kendimi çok şanslı hissediyorum. Beni şehir kargaşasından ve dünyevi sorunlardan uzaklaştıracak ve benim için felsefi önem taşıyan öğeler üzerinde durabileceğim en uygun yer motosiklet. Hele bir de doğadan, sakinlikten, börtü böcek seslerinden hoşlanan ve sık sık doğaya kaçan bir insansanız, bu eyleminizi motosikletle yapabilme durumu yukarıda bahsettiğim bütün güzellikleri bir kat daha anlamlı hale getiriyor.

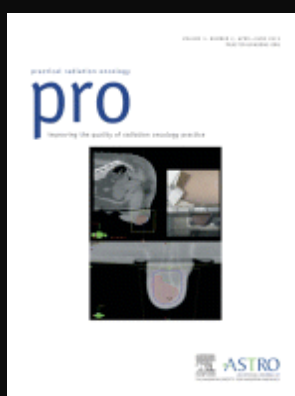
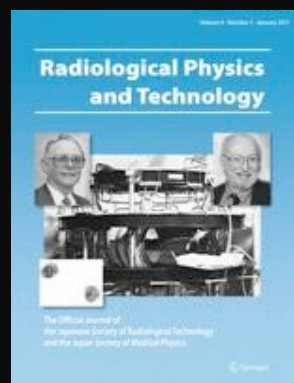
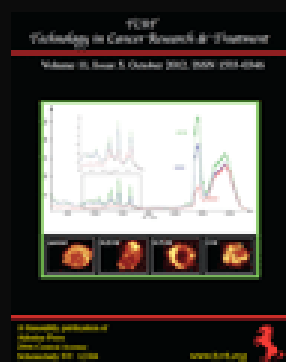
Artık birçok şeyin tamamen maddiyat ve çıkarıcılık üzerinden döndüğü bu dünyada, birkaç gün, belki birkaç saatliğine de olsa zincirlerimizi kırıp çemberin dışına çıkarak kendimize biraz fırsat tanımalıyız. Bir hobi edinmek, bir şeylerle uğraşmak, belki sevdiğimiz bir yere gidip sadece düşünmek bile farkında olmadan birçok şeyi değiştirebilir. Benim kendim için gittiğim dünyada, motosiklet ve doğa var. Bu tutkunun tehlikeleri yok mu? Tabii ki var. Ama ne derler bilirsiniz; 'Gülü seven dikenine katlanır.' O diken ölüm olsa bile. :) Dolayısıyla ne olursa olsun sizin de gidecek bir yeriniz mutlaka olmalı.



***Four Wheels Move The Body But Two Wheels Move The Soul***

# IMPACT FACTOR DEĞERİNE SAHİP ULUSLARARASI DERGİLER





# 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

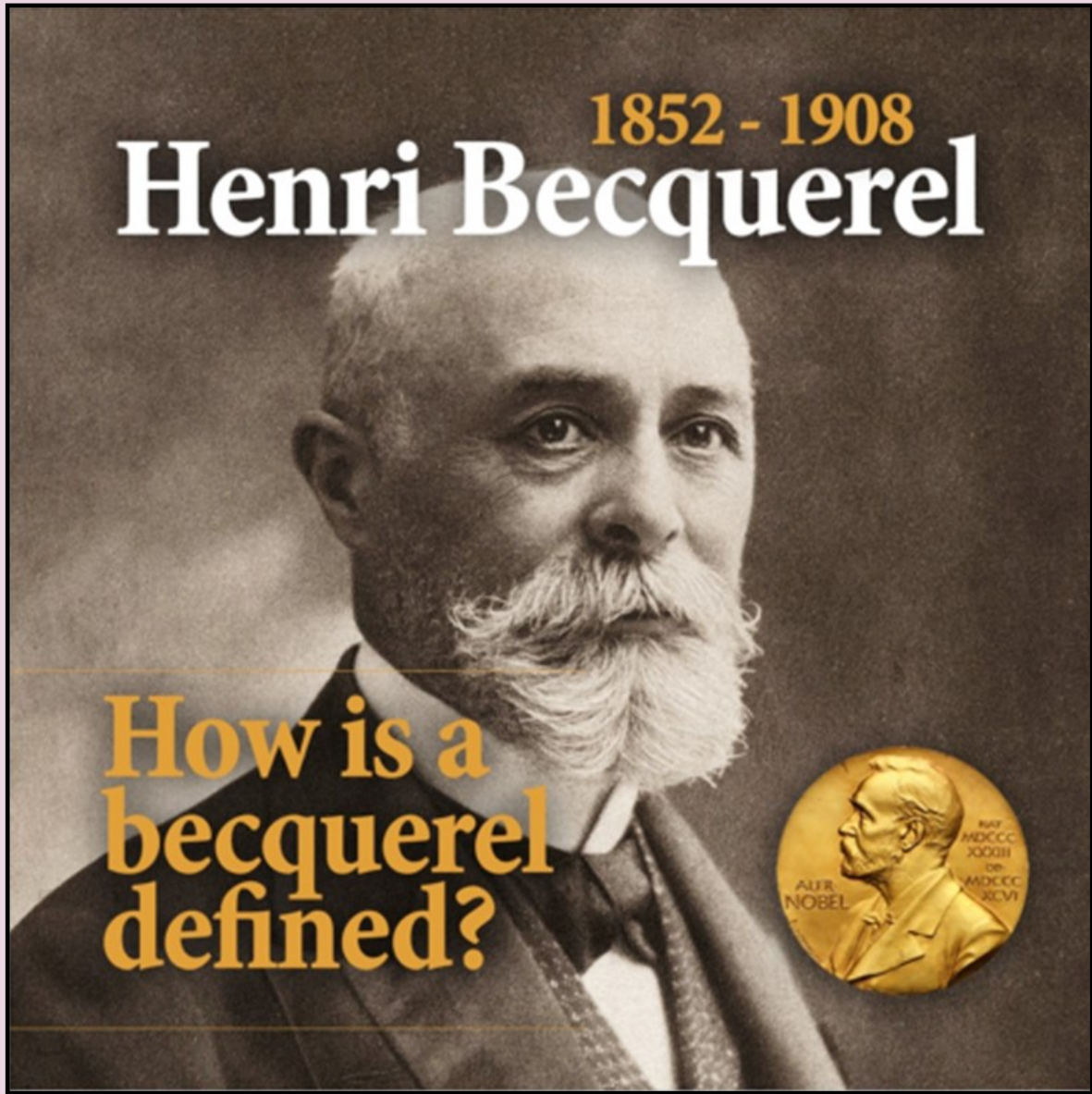
## **Yazarlarımızı Bekliyoruz!**

*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.*





**A**ntoine Henri Becquerel (15 Aralık 1852 – 25 Ağustos 1908), Fransız fizikçi ve radyoaktivitenin keşiflerinden. 1903 Nobel Fizik Ödülü sahibi. SI ölçü sisteminde radyoaktivitenin birimi 'Becquerel' onun ismine ithafen verilmiştir.

**Düzeltilme:** 12. sayıdaki "Intraoperatif Radyoterapi Sistemlerine Genel Bakış" başlıklı yazının "Mobetron" bölümünde teknik bir nedenden dolayı yazımda yanlışlık olmuştur. Gerekli düzeltmeler yapıp, yazı güncel haliyle tekrar yayımlanmıştır. Anlayışınız için teşekkür ederiz.