

ULUSAL

MEDİKAL FİZİK BÜLTENİ

N İ S A N 2 0 2 4 / S A Y I : 1



Ulusal Medikal Fizik Bülteni Medikal Fizik Derneği Yayınıdır.

EDİTÖRLER

Baş Editör

Ali DOĞAN

Nükleer Tıp Editör Grubu

Songül BARLAZ US

Mustafa DEMİR

Meral HIÇÜRKMEZ

Radyoloji Editör Grubu

Songül BARLAZ US

Ayşegül YURT

Asena YALÇIN

Radyoterapi Editör Grubu

Evren OZAN GÖKSEL

Halil KÜÇÜCÜK

Oğuzhan AYRANCIOĞLU

Bülten Sorumlusu

Abdullah YEŞİL

Tasarım

Cem GÖKŞEN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	4
DERNEKTEN HABERLER	5
BİLİM KÖŞESİ	16
DERLEME	26
EĞİTİM KURS VE TOPLANTILAR.....	29
EĞİTİM KURS VE TOPLANTILAR.....	30
PLANLANAN ETKİNLİKLER.....	31
YENİ ÜYELER.....	34
TARİH KÖŞESİ	35
İLETİŞİM	37

ÖNSÖZ

Sevgili Meslektaşlarımız,

Sağlık sektöründe uzmanlık alanımızla ilgili çözüm sunan bir aile olarak, Türkiye’de çalışan medikal fizik uzmanlarının bilgi paylaşımına katkıda bulunmanın heyecanını yaşıyoruz. Sizleri yeni çıkarttığımız e-bültenimizde ağırlamaktan mutluluk duyuyoruz.

Bu e-bülten, radyasyon onkolojisi, nükleer tıp ve radyoloji gibi kritik sağlık alanlarında faaliyet gösteren meslektaşlarımıza yönelik özel bir platform sunmayı hedefliyor. Medikal Fizik Uzmanlarının deneyimlerini, başarı hikâyelerini ve güncel gelişmeleri paylaşarak birbirimize olan desteğimizi güçlendirmeyi amaçlıyoruz.

Bültenlerimizde Neler Bulabilirsiniz?

Uygulama Alanları ve İnovasyon: Radyasyon onkolojisi, nükleer tıp ve radyoloji alanlarında yapılan son teknoloji uygulamalar ve yenilikçi projeler hakkında detaylı bilgiler.

Eğitim ve Gelişim: Mesleki gelişim fırsatları, eğitim programları ve sektördeki en son eğilimlere dair güncel içerikler.

Mesleki Deneyim Paylaşımları: Sektördeki diğer medikal fizik uzmanlarının deneyimlerini öğrenme şansı, sorularınızı paylaşma ve çözüm bulma imkânı.

Etkinlikler ve Haberler: Sektördeki önemli etkinliklere dair duyurular, haberler ve sektörel gelişmeler.

Bu e-bültenin hepimiz için değerli olacağına inanıyoruz. Sizden gelecek katkılarla bu platformu daha da zenginleştirmeyi ve medikal fizik uzmanları olarak aramızdaki dayanışmayı güçlendirmeyi amaçlıyoruz.

Sizleri derneğimize üye olmaya ve bu değerli bilgi ve destek ağına katılmaya, katkı sunmaya davet ediyoruz. İlgi ve katkılarınız için şimdiden teşekkür ederiz.

Sağlıkla kalın!

Ali DOĞAN

Medikal Fizik Derneği Başkanı

DERNEKTEN HABERLER

Medikal Fizik Derneği'nin Değerli Üyeleri,
Medikal Fizik Derneği'nin Olağan Genel Kurul Toplantısı 16 Aralık 2023 tarihinde yapılmış ve 2023-2025 dönemi için başkan, başkan yardımcısı, yönetim kurulu, denetim kurulu asıl ve yedek üyeleri seçimle belirlenmiştir. Seçim sonuçlarına göre;

Başkan: Ali Doğan

Başkan Yardımcısı: Murat Okutan

Yönetim Kurulu Asıl Üyeleri: Tülay Meydancı, Abdullah Yeşil, Songül Barlaz Us, Turgay Toksoy, Emriye Algül

Yönetim Kurulu Yedek Üyeleri: Evren Ozan Göksel, Serap Çatlı Dinç, Görkem Güngör, Tamer Başer, Ferhat Cengiz

Denetim Kurulu Asıl Üyeleri: Kadir Yaray, Fadime Alkaya, Emine Burçin İspir

Denetim Kurulu Yedek Üyelikleri: Esim Gündem, Özgür Kablan, Meral Hiçürkmez olarak belirlenmişlerdir.

Yönetim Kurulu 27.12.2023 tarihinde ilk toplantısını yapmış olup genel sekreter, sayman ve komisyonlarda görev alacak yönetim kurulu üyeleri belirlenmiştir. Görevlendirilen yönetim kurulu üyelerinin görev dağılımları aşağıdaki gibidir:

Genel Sekreter: Tülay Meydancı

Sayman: Emriye Algül

Bilimsel Faaliyetler Komitesi: Murat Okutan, Abdullah Yeşil, Songül Barlaz Us

Hukuk ve Özlük Hakları Komitesi: Tülay Meydancı, Emriye Algül, Ali Doğan, Songül Barlaz Us, Abdullah Yeşil

Ulusal Yönetmelik ve Mevzuatlar: Ali Doğan, Turgay Toksoy, Emriye Algül

Uluslararası Kuruluşlar ve Protokoller: Murat Okutan, Songül Barlaz Us, Abdullah Yeşil

Dış İlişkiler Komitesi: Ali Doğan, Abdullah Yeşil, Murat Okutan, Tülay Meydancı

Mesleki Eğitim Standartları: Murat Okutan, Songül Barlaz Us, Emriye Algül

Üyelikler, Sosyal İlişkiler ve İletişim: Turgay Toksoy, Tülay Meydancı, Songül Barlaz Us

Tüzük ve Elektronik Genel Kurul/Yönetim Kurulu Komitesi: Ali Doğan, Tülay Meydancı, Turgay Toksoy

05.02.2024 tarihinde yapılan yönetim kurulu toplantısında Murat Okutan görevinden ayrılmış olup, yönetim kurulu 1.yedek üyesi olan Evren Ozan Göksel yönetim kuruluna dahil olmuştur. Murat Okutan'dan boşalan başkan yardımcılığına Tülay Meydancı'nın, Tülay Meydancı'dan boşalan genel sekreterlik görevine de Evren Ozan Göksel'in getirilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

DERNEKTEN HABERLER

Medikal Fizik Yönetim Kurulu 17 Ocak 2024 tarihinde web sayfamız ve sosyal medya hesapları üzerinden ilk mesajını üyeleriyle paylaştı.



Değerli Hocalarımız, Kıymetli Meslektaşlarımız, Bizler gibi sizlerin de yaşanan Yönetim Kurulu seçim sürecinin güzel yönlerini görmekten memnuniyet duyduğunuzu düşünüyoruz. Bunun için, buradan bir kez daha Nadir Küçük ve ekibine, aday olan diğer kıymetli meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

Nispeten genç, ismi çok duyulmamış meslektaşlarımız olarak, ekip olarak seçilmenin sorumluluğunun farkındayız.

Yol haritamızı pek çok meslektaşımızla birebir paylaşma imkanımız oldu. Ekibi belirlerken kamu, özel, akademi temsilini önemsedik. Üzerine basa basa söylüyoruz ki biz hepimiz biriz.

Bu yönetim kuruluna özel olmayan bir gerçeği kendimizi de dışında bırakmadan söylemek istiyoruz: Özellikle bizimki gibi tek odağı mesleği ve meslektaşı olan, sayıca az mensubu ve çokça meselesi olan derneklerin yönetim faaliyetlerinin çoğulcu bir destekle gerçekleşmesi çok daha önemli. Herkesin bildiği gibi bilimsel konulardan, eğitim konularına ve özlüğe dair konulara geniş yelpazede meselelerimiz var. Bunların her birini beraber ele almamız gerekiyor.

Tek bir derneğimiz var. Ona değer katacak olan bizleriz.

DERNEKTEN HABERLER



29 Ocak 2024 tarihinde Yönetim Kurulu üyelerimiz Sağlık Bakanlığı Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü'ndeydi. Daire başkanları Dr. Yasin Şahin Oğuz ve Dr. M. Zahid Kaya ile ek ödeme katsayıları ile ilgili görüşmelerde bulundular.



Medikal Fizik Yönetim Kurulu olarak, Fizik Mühendisleri Odası'nı ziyaret ettik. Başkan Dr. Abdullah Zararsız' a ve yönetim kurulu üyesi Özge Kurukavak'a destek ve misafirperverlikleri için teşekkür ederiz.

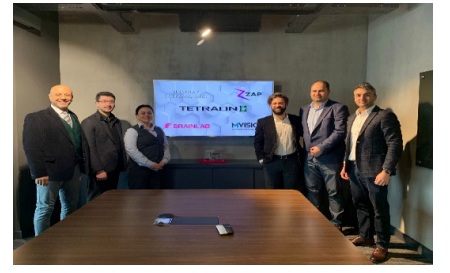


Medikal Fizik Derneği Yönetim Kurulu olarak, Sağlık Bakanlığı Türkiye Tıbbi Cihaz ve İlaç Kurumu'nu ziyaret ederek istek ve önerilerimizi ilettik. Misafirperverlikleri için Daire Başkanı Servet Sarıhan'a ve Uzman Ahu Uzun'a teşekkür ederiz.



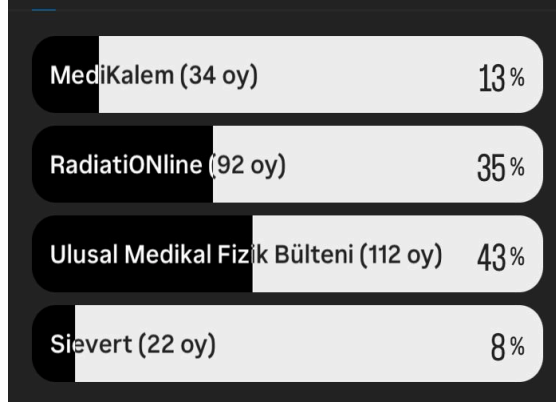
Medikal Fizik Yönetim Kurulu olarak, Radyoterapi Teknikerleri Derneği'ni ağırladık. İşbirlikleri ve eğitimler başta olmak üzere pek çok konunun istişare edildiği keyifli ve verimli bir toplantı gerçekleştirdik.

DERNEKTEN HABERLER



Medikal Fizik Derneği olarak, sektörde faaliyet gösteren paydaşlarımızı ziyaret ederek, derneğimizin hedefleri, yapmak istedikleri, ileriye dönük projeleri hakkında bilgi alışverişinde bulduk. Paydaşlarımızın da istek ve önerilerini dinleyerek, birlikte neler yapabiliriz diye fikirlerimizi paylaştık. Misa-fırperverlikleri ve destekleri için tüm paydaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

Bültenimize İsim Arıyoruz



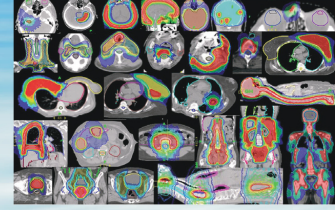
18 Ocak tarihinde bültenimizin ismi ne olsun diye sizlere sorduk? Gelen önerileri yönetim kurulumuzda oylayarak öne çıkan 4 öneriyi üyelerimizin seçimine sunduk. Yapılan oylamada üyelerimizden Serhat Aras'ın önerisi olan "Ulusal Medikal Fizik Bülteni" en fazla oyu alarak bültenimizin ismi olarak belirlendi.

Radyoterapi'de Üstün Teknoloji TomoTherapy Tedavisi



Synchrony®
ClearRT™

Radixact®
by TomoTherapy



TomoTherapy
Tedavi Spektrumu

Yüksek Hassasiyette Hızlı Planlama, Hızlı Kontrolleme & Hızlı Tedavi

- ✓ **CENOS** On Table Adaptif Radyoterapi opsiyonu
- ✓ **Helical Motion Synchrony**; Aktif Harekete Duyarlı Online Adaptif Radyoterapi opsiyonu
- ✓ **VOLO Ultra**; Premium düzey optimizasyon, tedavi hızlandırma ve tedavi geliştirme opsiyonu
- ✓ **Clear RT**; Helikal Fan Beam KVCT teşhis kalitesinde görüntüleme opsiyonu
- ✓ **Precision**; Tam entegre gelişmiş Planlama ve Kontrolleme opsiyonu
- ✓ **IDMS**; Entegre data yönetim sistemi, Entegre BT (Bilgisayarlı Tomografi) dedektörü sayesinde gerçek 3 Boyutlu görüntü alıp, Helikal yapısı sayesinde kusursuz tedavi sunar.
- ✓ Gold Standart IG-IMRT (Görüntü Rehberliğinde Yoğunluk Ayarlı Radyoterapi)
- ✓ Adaptif Radyoterapi, Radyocerrahi, SRS, SBRT ve SIB (Simultane Entegre Boost)
- ✓ Radyocerrahi, IG-IMRT, IMRT, 3D-CRT ve IG-RT tedavi tekniklerinin rutin olarak kullanıldığı en gelişmiş tedavi sistemlerindedir.
- ✓ Radyoterapi ışın demetlerinin TomoTherapy CT dedektörü tarafından görüntülenerek, planlanan tedavinin nasıl gerçekleştiğini değerlendirir ve ayrıca QA yapma imkanı sunar
- ✓ Tek seansta izo-merkez ihtiyacı duymadan 40x135 cm² alanda sınırsız sayıda tümörü ışınlayabilen dünyadaki tek cihazdır
- ✓ 1000MU doz hızı, 10 rpm gantry hızı, Precise ART adaptif radyoterapi ve Precise RTX retreatment opsiyonu
- ✓ Motion management (Synchrony) FDA ve CE onaylı

MEDITEL HEALTHCARE RADYOTERAPİ ÜRÜNLERİ

PTW
THE DOSIMETRY
COMPANY



Leeds Test Objects
medical imaging phantoms



RAD formation



visionrt



CQ MEDICAL
Formerly CIVCO RT™ and Ofite™



CIVCO
RADIATION THERAPY
SYSTEMS

Best Theratronics
A THORLABS GLOBAL COMPANY



"Since 1984"
meditel
HEALTHCARE GROUP

Merkez Ofis: Molla Gürani
Mah. Halıcılar Köşkü Sok.
No:26 Fatih 34093 İstanbul
Tel:+90 212 444 63 85
Faks:+90 212 635 81 43

Ankara Ofis: Sağlık Sok.
Çetin Apt. No:30 Kat:1 D:3
Yenişehir 06410 Ankara
Tel:+90 312 433 75 20
Faks:+90 312 433 80 92

www.meditelhealthcare.com
www.meditel.com.tr

Sağlıkta
40.
yıl

DERNEKTEN HABERLER

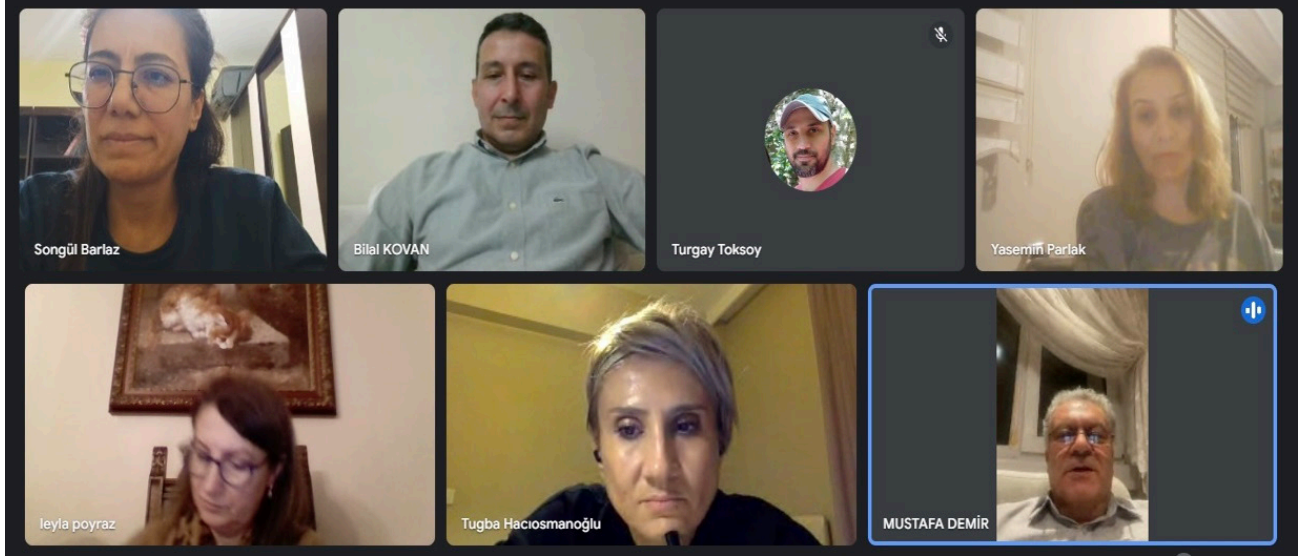
Derneğimizin bünyesinde Diagnostik Radyoloji, Nükleer Tıp ve Radyoterapi bilimsel kurulları oluşturulmuş olup; Bilimsel Kurullar, Yönetim Kurulumuzun belirlediği ilke ve oluşturduğu bütçe olanaklarına uygun olarak, yapılacak olan tüm bilimsel faaliyetlerin planlama ve programından sorumludur. Bilimsel Kurullarımız güncel bilimsel gelişmeleri kapsayan, ülkemiz Medikal Fizik topluluğunun yetkinliğini arttıran, yeni perspektifler kazandıran teorik ve pratik bilimsel içerikler hazırlamak için özveriyle çalışmalarını sürdürmektedirler.

Diagnostik Radyoloji Kurulumuzun yürütücülüğünü yönetim kurulu üyemiz Doç.Dr. Songül Barlaz US sürdürmekte olup, kurulumuzda; Prof.Dr. Turan OLGAR, Doç.Dr. Ayşegül YURT, Dr. Türkay TOKLU, Dr. Asena YALÇIN ve Med.Fiz. İsmail FINDIKLI yer almaktadır.



DERNEKTEN HABERLER

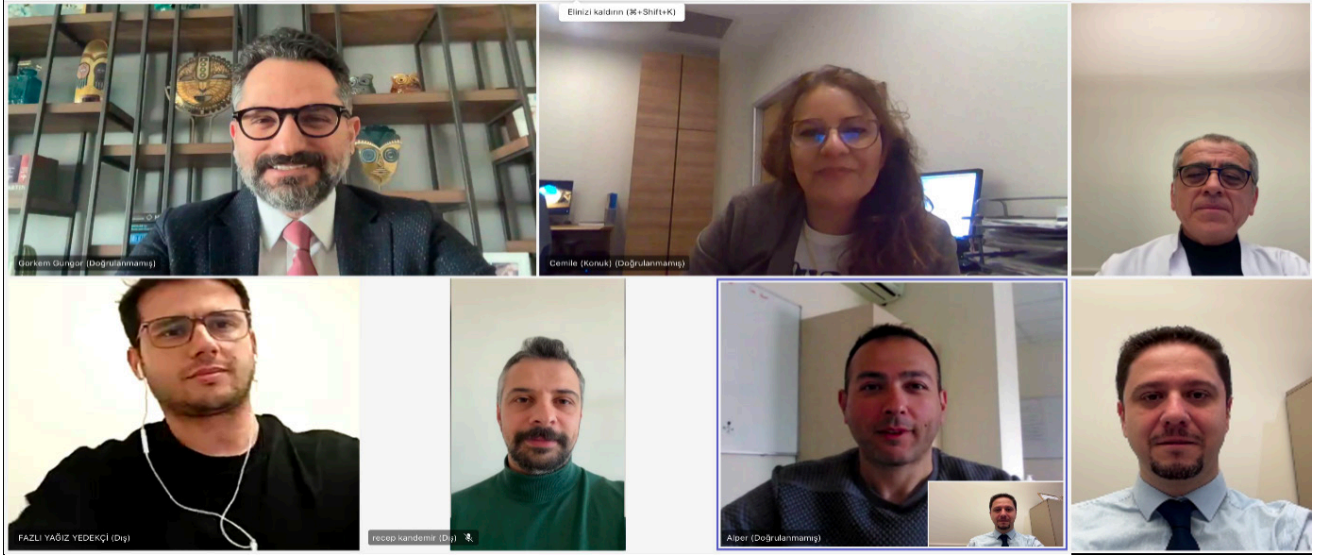
Nükleer Tıp Kurulumuzun yürütücülüğünü yönetim kurulu üyemiz Doç.Dr. Songül BARLAZ US sürdürmekte olup, kurumumuzda; Prof.Dr. Mustafa DEMİR, Prof.Dr. Yasemin PARLAK, Dr. Bilal KOVAN, Dr. Tuğba HACIOSMANOĞLU, Med.Fiz. Leyla POYRAZ ve Med.Fiz.Alptuğ Özer YÜKSEL yer almaktadır.



DERNEKTEN HABERLER

Radyoterapi Kurulumuzun yürütücülüğünü yönetim kurulu üyemiz Dr. Evren Ozan GÖKSEL sürdürmekte olup, kurulumuzda; Doç.Dr. Fazlı Yağız YEDEKÇİ, Doç.Dr. Alper ÖZSEVEN, Dr. Cemile CEYLAN, Dr. Görkem GÜNGÖR, Öğr.Gör. Recep KANDEMİR, Med.Fiz. Halil KÜÇÜCÜK yer almaktadır.

Medikal Fizik Derneği yönetim kurulu olarak bilimsel kurullarımızda yer alan tüm meslektaşlarımıza yaptıkları ve yapacakları özverili çalışmaları için çok teşekkür ediyoruz.



DERNEKTEN HABERLER

İlk üç ayında MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ özlük hakları ve mesleki haklarımızla ilgili neler yaptı?

Mevzuatlar sebebiyle kamu ve dolaylı olarak özel sektördeki maaş seviyelerinin ne eğitim standartlarımızın ne de sorumluluklarımızın karşılığı olmadığı hepimizin bildiği bir gerçek. Yasal düzenleme gerektiren yönleri olan meselelerimize dair ilgili kurumlarla etkileşim halindeyiz.

Maaşlarla ilgili düzenleme yasal değişiklik gerektiren bir konu. Bununla birlikte temel ek ödeme ve teşvik ek ödeme katsayılarının artırılmasıyla ilgili Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü ile görüştük ve düzenlemelerde değerlendirilmek üzere dilekçemizi yazdık.

Sağlık Bakanlığı'nda devam etmekte olan sağlık meslekleri çalışmaları çerçevesinde uzmanlığımızla ilgili konularda bakanlıkla etkileşim halindeyiz

Tıp dışı uzmanlık konusunda Yükseköğretim Kurumu'na yönelik çalışmalar yapmaktayız.

KISA...KISA...

•Derneğimize ait WEB sitemiz yenilenen yüzüyle çok yakında hizmete girmiş olacak. Web sitesi üyeliği, sanal POS özellikleri ile bazı önemli yenilikler sizleri bekliyor.

•Artık derneğimize ait bir cep numaramız var. Üyelerimizle iletişimimiz artık daha hızlı olacak.

•Genel Kurullara tüm üyelerimizin bulunduğu yerden katılabilmesi adına "e-Genel Kurul" araştırmalarımızı tamamladık. Üye bilgilerindeki eksikliklerin tamamlanması ile potansiyel sorunların ortadan kalkması adına çalışmalarımız devam ediyor.



**Elekta
Care**
By your side

Hope for everyone
dealing with cancer.



Experience the freedom of the most comprehensive radiation therapy ecosystem from Elekta—adaptive, precise and personalized for you, your patients and your practice.

We don't just build technology, **we build hope**



elekta.com

LADKK221108 © 2023 The Elekta Group. All rights reserved. Elekta Unity, Elekta Studio, Elekta Harmony, Elekta MSAIG Pivo and Elekta Esprit are trademarks of Elekta Group and not available in all markets.

BİLİM KÖŞESİ

Bilgisayarlı Tomografide Yetişkin ve Çocuk Dozları

Öğr.Gör. İsmail FINDIKLI

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Hizmetleri MYO, ANKARA

1990'lı yılların sonlarında çok dedektörlü bilgisayarlı tomografinin (MDCT) kullanıma sunulmasıyla birlikte, hem yetişkin hem de pediatrik hastalarda bilgisayarlı tomografi (BT) incelemelerinin sıklığı önemli ölçüde arttı. Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl gerçekleştirilen 60 milyondan fazla BT incelemesinin yaklaşık 4 ila 7,1 milyonu pediatrik BT taramalarından kaynaklanmaktadır (Hwang, 2015). BT kullanımındaki bu artış, BT'den kaynaklı radyasyon dozunun toplum ışınlanmasındaki oranının artmasına da sebep olmuştur. Araştırmalar, BT incelemelerinin Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) %11, Avrupa'da %4'ünü temsil etmesine rağmen, BT'nin toplam kolektif doza katkısının ABD ve Avrupa'da sırasıyla %67 ve %40 kadar yüksek olabileceğini göstermektedir. Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi'ne (UNSCEAR) göre çocukların radyasyondan kaynaklanan kanser riski yetişkinlere göre yaklaşık üç ila dört kat daha yüksektir. Çünkü çocukların hızla bölünen hücreleri radyosensitif olma eğilimindedir ve potansiyel radyasyon hasarının gelişmesi için daha uzun bir yaşam süresine sahiptirler. (Hwang 2015). Ayrıca çocuklar, 23 farklı radyojenik kanser türünden tiroid kanseri, lösemi, meme ve beyin kanseri dahil olmak üzere yaklaşık %25'ine daha duyarlıdır (Satharasinghe vd. 2021). Ayrıca bebeklik döneminde beyne uygulanan düşük radyasyon dozunun bir sonucu olarak yetişkinlikte bilişsel işlevlerde azalma olduğu da rapor edilmiştir (Chen vd. 2016).

Radyolojik muayenelerde uygulanabilir tanısal referans seviyeler (Diagnostic Reference Level, DRL), tıbbi maruziyetlerin optimizasyon sürecinde kullanılacak pratik bir araç olarak tanıtılmaktadır. DRLlerin uluslararası, ulusal ve bölgesel olarak belirlenmesi tavsiye edilmektedir. DRL'leri belirlemek ve klinik doz verilerini DRL'lerle karşılaştırmak üzere tipik doz değerlerini türetmek için veri toplama süresi önemlidir. Pediatrik muayene sayısının yetişkinlere göre daha az olduğu ve pediatrik hastaların vücut büyüklüklerindeki farklılıklar düşünüldüğünde veri toplama süresi oldukça uzun olabilir. Bu durum pedatrik hasta grupları için DRL'lerin etkinliğini kısıtlayabilir. Literatürde pediatrik yaş gruplarında (0-1, 1-5, 5-10 ve 10-15 yaş), baş bölgesi için DRL aralıkları 18-68 mGy (CTDIvol),

göğüs ve karın bölgeleri için varyasyonlar sırasıyla 1,0-15,6 mGy, ve 1,8-23 mGy, olarak verilmektedir (Almen vd. 2021). Yetişkin hastalar için ise baş, göğüs ve karın bölgesi için DRL seviyeleri sırası ile 56 mGy, 12 mGy ve 15 mGy'dir (Kanal vd. 2017). Hem yetişkin hem de çocuk hastalarda benzer incelemelerin geniş bir doz aralığında gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu ve bunun gibi birçok nedenle BT incelemelerinde verilen doz düzeylerinin bilinmesi, hastaların ve hekimlerin bilgisine sunulması önem arz etmektedir.

BT' de dozların azaltılması için inceleme parametrelerinin (voltaj, tüp akımı, pitch faktörü vb.) optimizasyonu, geliştirilen görüntü oluşturma algoritmaları, çift enerjili BT kullanımı, tüp akım modülasyonu (Willeminck vd. 2013), düşük doz ve ultra düşük doz BT (Komarraju vd. 2021) kullanımı uygulanan yöntemler arasında yer almaktadır. Bu teknik çalışmalara ek olarak toplumsal bilincin artırılması radyasyondan korunma çalışmalarının etkinliği daha da artıracaktır.

Kaynaklar

1. Hwang, J. Y., Do, K. H., Yang, D. H., Cho, Y. A., Yoon, H. K., Lee, J. S., & Koo, H. J. (2015). A survey of pediatric CT protocols and radiation doses in South Korean hospitals to optimize the radiation dose for pediatric CT scanning. *Medicine*, 94(50), e2146.
2. Satharasinghe, D. M., Jeyasugithan, J., Wanninayake, W. M. N. M. B., & Pallewatte, A. S. (2021). Paediatric diagnostic reference levels in computed tomography: a systematic review. *Journal of Radiological Protection*, 41(1), R1.
3. Chen, H., Danielsson, M., & Xu, C. (2016). Size-dependent scanning parameters (kVp and mAs) for photon-counting spectral CT system in pediatric imaging: simulation study. *Physics in Medicine & Biology*, 61(11), 4105.
4. Almén, A., Guðjónsdóttir, J., Heimland, N., Højgaard, B., Waltenburg, H., & Widmark, A. (2022). Paediatric diagnostic reference levels for common radiological examinations using the European guidelines. *The British Journal of Radiology*, 95(1130), 20210700.
5. Kanal, K. M., Butler, P. F., Sengupta, D., Bhargavan-Chatfield, M., Coombs, L. P., & Morin, R. L. (2017). US diagnostic reference levels and achievable doses for 10 adult CT examinations. *Radiology*, 284(1), 120-133.
6. Willeminck, M. J., Schilham, A. M., Leiner, T., Mali, W. P. T. M., de Jong, P. A., & Budde, R. P. (2013). Iterative reconstruction does not substantially delay CT imaging in an emergency setting. *Insights into imaging*, 4, 391-397.
7. Komarraju, A., Mehta, S. T., Glacier, C., Nabaweesi, R., Choudhary, A., & Ramakrishnaiah, R. (2021). Ultra-low-dose computed tomography protocol for preoperative evaluation in children with craniofacial anomalies. *Journal of Craniofacial Surgery*, 32(1), 130-133

BİLİM KÖŞESİ

Radyonüklit Tedavilerin Güncel Uygulamaları ve Medikal Fizikçinin Rolü

Prof.Dr. Mustafa Demir

İÜ, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Fatih-İstanbul

Radyonüklitlerin tiroit hastalıklarının tedavisinde kullanılmasına 1946 yılında Amerikada başlanmış, daha sonraki yıllarda yeni radyoizotopların bulunması ve bunların radyoaktif ilaç formuna (radyofarmasötik) dönüştürülmesi sayesinde başka kanserlerinde radyonüklit yöntemlerle tedavi edilmesi mümkün olmuştur. Bu makalede nükleer tıpta en çok uygulanan radyonüklit tedaviler işlenmiş olup tedavilerde medikal fizikçinin görevlerinden biri olan dozimetri yöntemi hakkında genel bilgiler verildi.

1.Tiroit Kanserleri ve Hipertiroidi Tedavileri

Nükleer tıpta yapılan radyonüklit tedaviler Dünyada 1946, Türkiye'de 1954 yılında benign bir tiroit hastalığı olan hipertiroidi tedavisinde radyoiyot (I-131) radyoizotopunun kullanılmasıyla başlamıştır (1). I-131 hem tanıda hem de tedavide kullanılan en eski teranostik ajandır. Tiroit hücrelerinin yiyecek ve içeceklerle vücuda alınan iyot elementini içine alıp troglobulin ile sentezleyerek tiroksin hormonuna dönüştürmektedir. Daha sonra bu hormonu vücudun ihtiyacına göre kana salmaktadır. Papiller tiroit kanserleri iyi diferansiyel kanserler olup metastazları da primerleri gibi işlev görmektedir. Yani metastatik kanser hücreleri de iyot tutmakta ve primerlerini taklit etmektedir. Bu durum radyoiyot tedavisinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Şöyle ki, hasta tedavi öncesi klinisyenin öngördüğü şekilde iyot diyene sokulur. Sonra I-131 radyoizotopu uygulandığında primer kanser hücreleri ile birlikte metastatik kanser hücrelerinde de tutulum sağlanmış olur. Böylece hücresel boyuttan tümör boyutuna kadar tüm tiroit kanser hücrelerinde yıkım sağlanmaktadır (2).

Radyonüklit tedavide genellikle alfa (α) ve beta (β) parçacıkları kullanılır. I-131'in 8 gün fiziksel yarılanma süresi, 364 keV enerjili gama ışınları, 606 keV max. β - enerjisi vardır. Lokalize olduğu bölgede gama ışınları sayesinde sintigrafik görüntü sağlarken aynı zamanda kanser hücresinde çift zincir DNA kırığı yaratabilir. Doku penetrasyonu 2-3 mm olup yolu boyunca etki ettiği DNA moleküllerinden elektron koparıp kırık oluşturur. Bilindiği gibi, kanser DNA'sına çarpan radyasyonun tipi partiküler ve enerjisi de yaklaşık 1 MeV ise

etkin tedavi yapabilmektedir. β - salınımı yapan daha yüksek enerjili radyoizotopların tümörün kapsülüne yakın bölgelerdeki radyasyonları toplandıktan sonra Bystander Effect olarak bilinen tümör dışındaki sağlam dokulara istenmeyen zararlı etki yapabilir.

Günümüzde I-131 tiroit kanserlerinin tedavisinde ve ayrıca benign bir hastalık olan hipertiroidi tedavisinde de rutin olarak kullanılmaktadır. Peki tiroit kanserlerinin tedavisinde niçin radyoterapi kullanılmıyor? Çünkü tiroit kanserlerinde bakiye doku için tedavi dozu 300 Gy, metastazlarda (tümör) tedavi dozu 100-120 Gy olup bu yüksek dozlar radyoterapi ile sağlanamıyor. Bu nedenle radyonüklit tedaviler seçilmektedir. Bununla birlikte, tıbbi görüntüleme aletleri ile görüntülenemeyen mikro/makro boyuttaki kanserlerinde radyoiyot ile tedavisi mümkün olmaktadır.

Tiroit kanserlerinin radyoiyot ile tedavisinde kemik iliği tolerans dozu açısından en kritik yapıdır. Kemik iliğinin 2 Gy'den fazla doza maruz kalması durumunda kemik iliği depresyonu gelişebilir ve bunun sonucunda aplastik anemiden hasta kaybedilebilir. Bu nedenle özellikle tekrarlayan radyoiyot tedavilerinde 2 Gy'lik kemik iliği dozuna neden olacak radyoiyot aktivite miktarının belirlenmesi gerekir. Bu işlem için medikal fizikçi (Sağlık Fizikçisi) tarafından hastaya spesifik dozimetri yapılması gerekir. Ayrıca sağlık fizikçisi dozimetrik hesaplarında kür başına bakiye tiroit doku dozunu, uzak metastaz durumunda tümör dozunu da hesaplar. Tümörlerin radyoiyot tutulumu ve ağırlıkları hastadan hastaya farklılık gösterdiğinden dozimetrisinin de hastaya spesifik yapılmasını zorunlu kılar (3).

BİLİM KÖŞESİ

Hipertiroidi tedavisinde, I-131 aktivitesi hastaya spesifik olarak belirlendiğinde bu hastalığın tek doz radyoyotla tedavisi mümkündür (4) (Şekil 1). Ancak burada da yine hastaya spesifik dozimetri ile doğru tedavi yapılarak tedavi etkinliği sağlanabilir. Dozimetri yapmadan radyoyot tedavisi uygulayan kliniklerde hipertiroidi hastalarına verilen radyoyot aktivite miktarının az olması durumunda tedavi etkinliği sağlanamaz. Radyoyot aktivite miktarının fazla uygulanması durumunda ise hastada hipotiroidi gelişebilir. Bununla birlikte hastaya spesifik dozimetri yapılarak uygulanacak radyoyot aktivitesinin belirlenmesi durumunda tam yanıt alınabilmektedir. Bu süreçte sağlık fizikçisi dozimetri sonucunda hastaya uygulanabilecek toplam radyoyot aktivite miktarını belirleyerek klinisyene bildirir. Kür başına uygulanacak radyoyot aktivite miktarı ise klinisyen tarafından belirlenir.



Şekil 1: Bir hipertiroidi hastasının tedaviden önceki görüntüsü (solda), dozimetri sonucunda hesaplanan 43 mCi I-131 radyonüklidi uygulandıktan 6 ay sonraki görüntüsü (sağda). Hastanın tedaviye tam yanıt verdiği, tiroit hormonlarının normal düzeye geldiği ve tiroit nodülünün %98 oranında küçüldüğü belirlendi.

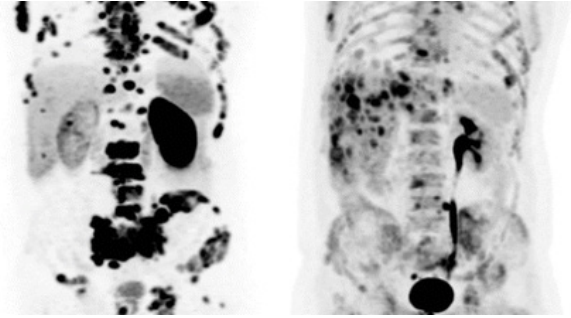
2.Prostat Kanseri Tedavileri

2.1.1.Lu-177 PSMA tedavileri

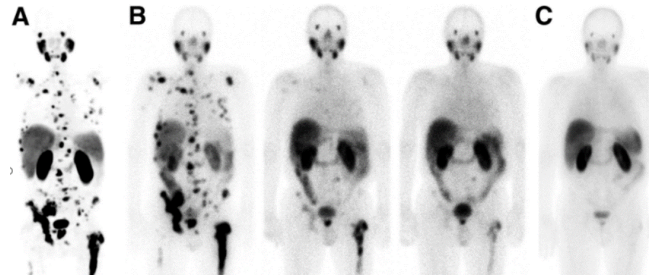
Son yıllarda kastrasyona dirençli (stabil Prostat Sitümlen Antijen-PSA yüksekliği olan) prostat kanserlerinde ağrı palyasyonu amacıyla Lutesyum-177 (Lu-177) radyoizotopu ile işaretlenen prostat spesifik membran antijeni (PSMA) radyofarmasötiği (Lu-177 PSMA) infüzyon halinde hastaya uygulanmaktadır. PSMA kiti bir somatostatin analogu olup, kanser hücrelerindeki somatostatin reseptörlerine bağlanma özelliği göstermektedir. Lu-177 PSMA tüm prostat kanserler hücrelerinde yüksek oranda tutulum göstermektedir. Lu-177 radyoizotopu da tıpkı I-131 gibi iyi bir teranostiktir. Lu-177'nin 6.7 gün fiziksel yarılanma süresi, 169 ve 208 keV enerjilerde gama ışınları ile 430 keV enerjide β^- ışınları vardır. Gama ışınları ile sintigrafik görüntü imkanı verirken aynı zamanda beta (β^-) ışınları ile kanser hücrelerinde tedavi etkinliği sağlamaktadır (5). Lu-177 PSMA radyofarmasötiği böbreklerden nispeten yavaş süzülerek mesaneden atılmaktadır.

Bu nedenle böbreklerin maruz kaldığı doz 23 Gy tolerans dozunu aşmamalıdır. İşte burada medikal fizikçi devreye girmekte olup hastaya spesifik dozimetri yaparak Lu-177 PSMA için böbrek tolerans aktivite miktarını belirlemektedir. Kür başına uygulanacak Lu-177 aktivite miktarı da klinisyen tarafından belirlenmektedir (6). Bu işlemde de klinisyen-medikal fizikçi işbirliği yapılmaktadır (7).

Radyofarmasötikler hastalığa spesifiktir. Örneğin prostat kanseri tanısında Galyum-68 (Ga-68) PSMA kullanılarak Pozitron Emisyon Tomografi/Bilgisayarlı Tomografi (PET/BT) görüntüleme yapılır. Tutulum varsa hastanın tedaviye uygun olduğu anlaşılır. Tedavi için Lu-177 PSMA uygulanır. Şekil 2'de prostat kanseri tanılı bir hastanın Ga-68 PSMA ve F-18 FDG ile çekilmiş PET görüntüleri görülmektedir. Bu görüntüde görüldüğü üzere prostat tanısı için uygun radyofarmasötik Ga-68 PSMA'dır. Tedavi için seçilen hastaya birinci kür Lu-177 PSMA tedavisinden hemen sonra dozimetri yapılır. Böylece hastanın böbrek tolerans dozu için verilebilecek maksimum Lu-177 aktivite miktarı belirlenir. Şekil 3'de bir hastanın Ga-68 PSMA görüntü ve 1-4 kür Lu-177 PSMA tedavilerindeki sintigrafi görüntüleri verilmiştir. 4. Kür sonunda tam kür sağlandığına karar verilerek tedavi başarı ile tamamlanmıştır.



Şekil 2: Prostat ca tanılı bir hastanın Ga-68 PSMA ve F-18 FDG görüntüleri



Şekil 3: Prostat ca tanılı bir hastanın Ga-68 PSMA PET görüntüsü (A), 1-4 kür Lu-177 PSMA tedavilerinden sonra gama kamerada alınmış tüm vücut sintigrafik görüntüleri (B,C)

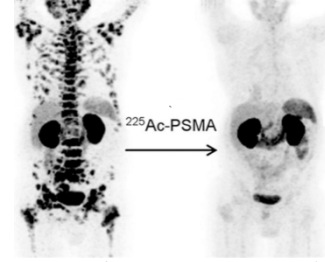
BİLİM KÖŞESİ

2.2. Prostat Kanserinde Alfa Tedaviler

Beta ışınları yayan Lu-177 PSMA ile yapılan tedaviler, metastatik kastarasyona dirençli prostat kanseri (mKDPK) tedavisinde iyi etkinlik ve güvenlik sağlamaktadır. Ancak hastaların yaklaşık %37'sinde zaman içerisinde biyokimyasal progresyon ve Lu-177 PSMA tedavisine direnç gelişmektedir. Bununla birlikte, mevcut şartlarda Lu-177 PSMA tedavisine dirençli hale gelen ileri evre mKDPK hastaları için etkin bir tedavi seçeneği bulunmamaktadır.

Alfa-yayıcı radyonüklitler mKDPK tedavisi için radyoterapötik bir ajan olarak umut vaat etmektedir. Alfa parçacıkları ile yapılan radyonüklit tedavisi, konvansiyonel tedavilere göre iki ayrı avantaja sahiptir. Alfa parçacıklarının dokudaki menzillerinin kısa olması (<0.1 mm) ve yüksek lineer enerji transferi (LET) sayesinde beta partiküllerine göre daha etkili bir tedavi fırsatı sunmaktadır. Ayrıca, alfa parçacıklarının yüksek LET'i sayesinde, hücre döngüsü aşamasına veya doku oksijenlenmesine bağlı olmaksızın doğrudan DNA da çift sarmal kırıklarına yol açmaktadır. Alfa parçacıklarının bu özellikleri nedeniyle, alfa yayıcı radyonüklitlerle yapılan tedavi, beta yayıcı radyonüklitlerle yapılan tedaviye veya kemoterapötik ilaçlarla yapılan tedaviye kıyasla direncin üstesinden gelebilme potansiyeline sahiptir. Alfa yayıcı radyonüklitlerden Ac-225, Bi-213, Tb-149, Pb-212/Bi-212, At-211, Ra-223 ve Th-227 gibi alfa partikülü salan radyonüklitlerin, PSMA inhibitörleri ile işaretlenerek mKDPK'nin tedavisinde etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabileceği prelinik ve klinik çalışmalarla gösterilmiştir (8). Bunlardan Ac-225 ve Bi-213 güvenli ve yaygın uygulama alanı bulmuştur. Bi-213'ün fiziksel yarılanma süresinin çok kısa (45.6 dak.) olması nedeniyle ticari ve tedavi etkinliğini olumsuz etkilemektedir. Günümüzde Ac-225 daha popüler olmuştur (Şekil 4).

Dozimetri açısından bakıldığında hastaya uygulanan Ac-225 aktivite miktarının çok az (<0.5 mCi) ve vücuttaki saçılma etkisinin çok fazla olması nedeniyle sintigrafik görüntüler üzerinden organ ayırımı yapılamamaktadır. Bu nedenle dozimetri için uygun fiziksel ve biyolojik özellikler göstermemektedir.



Şekil 4: Bir kür Ac-225 PSMA tedavi öncesi PET görüntüsü (solda), tedavi sonrası PET görüntüsü (sağda). Ac-225 tedavisinde 6 ay sonra tüm metastatik lezyonların yok olduğu görülmektedir.

3. Nöroendokrin Tümör Tedavileri

3.1. Lu-177 PRRT Tedavileri

Nöroendokrin tümörler (NET) vücudun farklı bölgelerinde yerleşimli nöroendokrin hücrelerden ortaya çıktığı düşünülen çok geniş spektruma sahip bir malign tümör grubudur. Epidemiyoloji çalışmalarına göre NET'lerin %67 oranı ile en sık olarak gastro intestinal sistem GIS'de yerleşimli olduğu, %27.4'ünün ise akciğer kökenli olduğu gösterilse de hemen hemen her organdan köken alabilmektedirler.

Oktreotid peptidinin radyonüklit ile işaretlenmesi ile yapılan peptit radyonüklit reseptör tedavisi (PRRT) ise 20 yılı aşan bir süredir ileri evre NET'lerin sistemik tedavisinde kullanılmakta ve sürekli geliştirilmektedir. PRRT'nin temel etki mekanizması beta veya alfa partikülü yayan bir radyonüklitin somatostatin analogları ile tümör hücresinin içerisine taşınması prensibine dayanır. Terapötik etkinliği oluşturan radyonüklit olarak ise genellikle beta yayıcılar olan Lutesyum-177 (Lu-177), İtiryum-90 (Y-90) ve yakın geçmişte uygulanmaya başlayan alfa yayıcı olan Aktinyum-225 (Ac-225), Bi-213 kullanılır. Bu radyonüklitlerin somatostatin analogları (DOTATATE, DOTATOC, DOTANOC vb.) ile işaretlemesi ile elde edilen tedavi radyofarmasötığı hastaya uygulanır (9). Bu tedavi yöntemi sentetik moleküllerin peptit yapıda olmasından dolayı "Peptit Reseptör Radyonüklit Tedavi veya PRRT" ismi ile literatürde yer bulmaktadır.

Nöroendokrin tümörlerin Lu-177 PRRT Tedavilerinde dozimetri medikal fizikçiler tarafından ilk tedavisini alan her hastaya yapılmaktadır. Dozimetri, birinci kür Lu-177 DOTATATE tedavisini alan hastanın 6, 24, 48 ve 72 saatlik sintigrafik görüntüleri üzerinden yapılarak özellikle böbrek toksisitesi yönünden maksimum doz toleransı değerlendirilmektedir.

BİLİM KÖŞESİ

3.2 Alfa Partikül yayıcıları ile Nöroendokrin Tümör Tedavileri

Alfa partikül yayıcı radyonüklitler ile yapılan tedaviler de son yıllarda büyük ilgi uyandırmaktadır. Alfa partikülünün doku içerisinde kısa etkili olması (<0.1 mm) tümör hücrelerine selektif olarak yüksek radyasyon dozları uygulanırken çevre dokuların korunabilmesini sağlar. Çok yüksek olan lineer enerji transferi sayesinde DNA'da çift sarmal kırığı yapması, bunun da oksijenasyon veya hücre siklusundan bağımsız olarak sitotoksik etki yaratabilmesi sayesinde yüksek tedavi etkinliğine ulaşmakta ve beta radyasyonuna direnç bulunan olgularda da uygulanabilmektedir. Güncel bir çalışmaya göre, 39 hastanın 5 yıllık takibinin sonucunda, Ac-225 DOTATATE tedavisinin 20 MBq/kür şeklinde 4 aylık aralıklar ile toplamda 60-80 MBq dozun ileri evre hastalıkta uygulanmasının güvenli olduğu belirtilmiştir (8).

Ac-225 DOTATATE tedavisinde dozimetri, prostat tedavilerinde olduğu gibi günümüz koşullarında mümkün değildir. Ancak medikal fizikçilerin buna bir çözüm bulacaklarına inanıyorum.

4. Karaciğer Kanserlerinde Y-90 Mikroküre Tedavisi ve Dozimetri

Radyoaktif maddelerin kanser tedavisinde kullanımına verilebilecek en gelişmiş örnek Y-90 ile mikroküre tedavisidir. Son yıllarda kullanıma sunulan ve çapları 35-40 mikrometre olan bu radyoaktif maddeler ameliyat edilemeyen karaciğer kanserlerini çok etkin bir biçimde tedavi edilebilmektedir. Katater yardımı ile hepatik arteden karaciğere gönderilen çok sayıda radyoaktif mikroküreler ile primer (HCC) ve metastatik karaciğer kanserleri tedavi edilmektedir.

Hastaya 4-5 mCi Tc-99m makro agregat albümin (MAA) verilerek (çapları 15-30 mikrometre) sintigrafik olarak karaciğerdeki dağılımları incelenir. Bu işlemin yapılmasının esas nedeni karaciğer damarlarından kaçak olup olmadığını anlamak ve verilecek dozun hesaplamasını yapmaktır. Bu tedavi sadece karaciğerdeki kanserleri etkiler. Eğer kaçak var ise radyonüklit karaciğer dışına çıkar. Bu durumda olumsuz yan etkiler görülebilir. Bu işlemden sonra nükleer tıp bölümüne getirilen hastanın sintigrafisi çekilir. Bu sintigrafi dozimetri hesaplarına da yol gösterir. Damarlardan kaçak olup olmadığına, varsa kaçak oranına bakılır (10). Eğer kaçak yok ise veya kaçak oranı düşük ise doz hesaplaması yapılarak Y-90 mikroküre siparişi verilir.

⁹⁰Y'ın fiziksel yarılanma süresi 2.66 gün, β- enerjisi 930 keV'dir. β- ışınlarının vücut dokusunu oluşturan elementlerin atomları ile etkileşmesi sonucunda enerjileri 55-285 keV arasında değişen Bremsstrahlung radyasyonu salarlar. Gama kamerada sintigrafik görüntüleme bu X-Işınlarından yararlanılarak yapılır. Bu X-ışınlarının maximum verimi 100-120 keV aralığında olup sintigrafik görüntülemede bu enerji pik enerjisi olarak ayarlanır. β- ışınlarının doku içinde ortalama 3-8-mm menzilleri vardır.

Karaciğer tümörleri dozimetrisinde birkaç yöntem vardır. Fakat bunlar arasında medikal internal radyasyon dozimetrisi (MIRD) ve Partitasyon yöntemlerini kullanan yazılımlar vardır. Bu yazılımlardan OLINDA Exm ve SimpliCIT90Y ticari olarak en çok kullanılanlarıdır.

Kaynaklar

1. Kabasakal L. Teranostik Yaklaşımın Atası: Radyoaktif İyot "Radyonüklit Tedavi İçin Bir Prolog. Nükleer Tıp Seminerleri 2015;2:85-91
2. Mazzaferri EL, Kloos RT. Clinical review 128: Current approaches to primary therapy for papillary and follicular thyroid cancer. J Clin Endocrinol Metab 2001;86:1447-1463.
3. GB. "Internal radiation dosimetry. 6th Edition. Of Fundamentals of Nuclear Pharmacy; 2010;193-205.
4. Sawin CT, Becker DV. Radioiodine and the treatment of hyperthyroidism: the early history. Thyroid 1997;7:163-176.
5. Kratochwil C, Giesel FL, Eder M, Afshar-Oromieh A, Benešová M, Mier W, Kopka K, Haberkorn U. [177Lu]Lutetium-labelled PSMA ligand-induced remission in a patient with metastatic prostate cancer. 2015;42:987-988
6. Hindorf C, Glatting G, Chiesa C, Lindén O, Flux G; EANM Dosimetry Committee. EANM Dosimetry Committee guidelines for bone marrow and whole-body dosimetry. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2010;37:1238-1250.
7. Demir M, Abuqbeith M, Uslu-Bešli L, Yıldırım Ö, Yeyin N, Çavdar İ, Vatankulu B, Gündüz H, Kabasakal L. Evaluation of radiation safety in (177)Lu-PSMA therapy and development of outpatient treatment protocol. J Radiol Prot 2016;36:269-278.
8. Ocak M, Akit A A, Ünak P. Targeted Alpha Radionuclide Therapy (TAT)-Ac-225 Radiopharmaceuticals. Nükleer Tıp Seminerleri 2023;9(1):16-24.
9. Bilgiç S, Demirci E, Selçuk N, Kabasakal L. PRRT'nin NET'teki Yeri: Lu-177 PRRT ve Yeni Bakış Alfa tedavi. Nucl Med Semin 2021;7:300-309.
10. Yeyin N, Kesmezacar F F, Tunçman, Demir Ö, Uslu-Bešli L, Günay, O, Demir, M. Hepatopulmonary Shunt Ratio Verification Model for Transarterial Radioembolization. Current Radiopharmaceuticals 2024.

RapidPlan & MCO

Machine Learning Human Intelligence



*** Machine Intelligence: When machine learning, human intelligence and patient data unite to build optimal treatment plans.**

We're helping you take machine learning to a whole new intelligence level with RapidPlan™ knowledge-based planning and multi-criteria optimization (MCO). By integrating machine smarts, your expertise, and the data of your cancer patients, we're advancing treatment planning with what we call machine intelligence—a consistent, data-driven, easy-to-implement way to create optimal treatment plans.

See how machine intelligence can help advance your treatment planning at [varian.com/rapidplan](https://www.varian.com/rapidplan)

Safety information: Radiation may cause side effects and may not be appropriate for all cancers.

© 2020-2022 Varian Medical Systems, Inc. Varian is a registered trademark, and RapidPlan and Eclipse are trademarks of Varian Medical Systems, Inc.

RapidPlan knowledge-based planning and its models are not intended to replace clinical decisions, provide medical advice or endorse any particular radiation plan or treatment procedure. The patient's medical professionals are solely responsible for and must rely on their professional clinical judgment when deciding how to plan and provide radiation therapy.

varian
A Siemens Healthineers Company

BİLİM KÖŞESİ

RADYOTERAPİ TEDAVİ PLANLARINDA HASTAYA ÖZGÜ KALİTE KONTROL TEMİNİ

Sümevra CAN, PhD.

Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi
Radyasyon Onkolojisi Kliniği

Gelişen teknoloji ile birlikte radyoterapide kullanılan tedavi modaliteleri de günden güne gelişmektedir. Geleneksel üç boyutlu konformal radyoterapiden (3D-CRT) yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT) ve hacimsel yoğunluk ayarlı radyoterapiye (VMAT) geçiş ile birlikte kompleks tedaviler gündeme gelmiştir. Geleneksel 3D-CRT'nin aksine, IMRT modalitelerinin gerek tedavi planlaması gerekse tedavi uygulaması oldukça karmaşıktır. IMRT, kritik organlar tarafından çevrelenmiş karmaşık hedef hacimler için keskin doz düşüşüyle birlikte son derece uyumlu doz dağılımlarına olanak tanır. Bu, her bir IMRT alanının ışın yoğunluğunun karmaşık modülasyonu ile gerçekleştirilir. Çok yapraklı kolimatörlere (MLC'ler) sahip lineer hızlandırıcıların kullanılmasıyla oluşturulan yoğunluk modülasyonu tedaviler, kompleks MLC hareketi, doz-hızı değişimi ve/veya gantri dönüş hızı değişimi gibi parametrelere bağlı olarak üretilir. Her bir IMRT alanı, monitör unit (MU) ayarı ile radyasyon dozu arasındaki ilişkiye bağlı olarak çok sayıda küçük, düzensiz ve asimetric alt alan içerir. Bir IMRT planının ışınlarının çok küçük alt alanlar (segment) ile oluşturulması nedeniyle MLC'lerin konumlarının doğrulanmasını bu planlar için kritiktir. IMRT planlarında kritik organlar ile hedef hacimler arasında keskin doz gradyanlarının elde edilmesi, tedavi planlama sisteminde ışın yarı gölgesinin ve alan dışındaki dozun doğru modellenmesini zorunlu hale getirir. Bu nedenle IMRT tekniğinin kullanıldığı tüm planlama ve tedavilerde ilgili kalite kontrol (QA) prosedürlerinin uygulanması gereklidir.

Bu durumda hastaya özgü QA işlemi nedir ve ne zaman yapılmalıdır?

Hastaya Özgü Kalite Kontrol (QA) Nedir?

Kalite güvencesi, Sağlık Kuruluşlarının Akreditasyon Ortak Komisyonu (JCAHO) tarafından "Bir hizmet veya ürünün kalite için verilen gereklilikleri karşılayacağına dair yeterli güveni sağlamak için gerekli tüm planlı veya sistematik eylemler" olarak tanımlanır. Buna göre, hastaya özgü QA işlemleri, hastanın tedavi planı parametrelerinin (doz, MLC konumu, vb.) be-

lirtilen kılavuzlar öncülüğünde kullanılan ekipmanın özellikleri dikkate alınarak tedavi öncesinde ve/veya tedavi sırasında yapılmasıdır.

►Radyasyon onkolojisinde bir kalite güvence programının

►Planlanmış olması gerektiği, yani ileriye dönük olması gerektiği anlamına gelir;

►Sistematik, yani iyi organize edilmiş olması ve performansın tüm uygun yönlerini ele almayı amaçlaması gerekir;

►Gerekli, yani yalnızca kalitenin korunmasına anlamlı katkıda bulunan faaliyetleri içermesi gerektiği anlamına gelir.

Sonuç olarak, QA programı, radyasyon tedavisinin uygulanmasının kalite, doğruluk ve güvenlik açısından yayınlanmış ve makul beklentileri karşılayacağına dair "yeterli güveni" sağlamalıdır.

Hastaya Özgü Kalite Kontrol (QA) Ne Zaman Yapılmalıdır?

Radyoterapi sürecinde, tedavinin tasarlanması ve uygulanmasına yönelik bir dizi multidisipliner görevin karmaşık bir şekilde iç içe geçmesinden dolayı, tedavinin doğru ve tutarlı bir şekilde verilmesini sağlamak hasta güvenliği açısından oldukça önemlidir. Radyoterapi endikasyonu alan bir hastanın tedavi süreci, hasta spesifik parametrelerin (immobilizasyon ekipmanı seçimi, hasta oryantasyonu ve pozisyonu, vb.) bilgisayarlı tomografi (BT) aracılığıyla simüle edilmesiyle başlar. Tedavi planlaması için tümör lokasyonu, boyutu ve tedavi dozu ilgili hekim tarafından belirlendikten sonra tümörlü doku ve kritik organlarda soğrulan doz ilgili medikal fizik uzmanı tarafından hesaplanır. Tedavi planı hekim ve medikal fizik uzmanı tarafından onaylandıktan sonra hasta tedaviye alınır. Tedavilerin, planlandığı şekilde devam edebilmesi için tedavi cihazlarının mekanik ve dozimetrik kontrollerinin periyodik olarak yapılması gerekmektedir.

BİLİM KÖŞESİ

Ancak, bu periyodik kontrollerin gerçekleştirilmesine rağmen, hasta pozisyonlaması sırasında oluşabilecek hatalar, IMRT ve VMAT tedavilerinde MLC hareketinin karmaşıklığı ve tedavi planlama sisteminin (TPS) doz hesaplama sınırlamaları (ışın modellenmesinin doğruluğu ve algoritmanın kendisi) gibi parametreler, planlanan ve verilen doz arasında farklılığa yol açabilen ve tedavi uygulamasının doğruluğunu etkileyen birçok faktörden bazılarıdır. Uluslararası Radyasyon Birimleri ve Ölçümleri Komisyonu (ICRU) raporuna göre; hastaya verilen doz ile planlanan doz arasındaki fark \pm %5 sınırları içerisinde olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için tedavi süresince uygulanan tüm adımlarda toplam hata oranının %5'i aşmaması gerekir. Hastaya özgü QA işlemleri, tedavi planı parametrelerinin kontrolünün sağlanmasıyla; tedavi süresince ise hastadaki anatomik değişimlerin ve tedavi cihazı parametrelerinin günlük kontrol edilmesi amacıyla tedavi öncesinde ve/veya tedavi esnasında gerçekleştirilmelidir.

Bununla birlikte, yazılım ve donanım sistemlerinin hızla artan karmaşık doğasının getirdiği zorluklara paralel olarak, tedavi kalitesine ilişkin beklentiler artmakta ve bu da radyoterapi tedavilerinin tasarımı ve uygulanması açısından çok yönlü ve daha karmaşık kalite güvence prosedürlerin gerektirmektedir. Hastaya ve cihaza özgü QA işlemleri uluslararası kılavuzlarda yayınlanmıştır. Ancak, günümüzde kompleks tedavilerin uygulanmaya başlamasıyla birlikte QA ölçümlerinde kullanılan ekipmanların da hastaya verilen dozu daha hassas ölçebilecek ve geometrik, dozimetrik hataların değerlendirilmesine imkân sağlayacak özellikte olması gerekmektedir. Kalite güvencesi programı oluşturulurken, uluslararası kılavuzlara ek olarak, kullanılan ekipmanların üretici kriterlerinin de dikkate alınması QA işlemlerinin uygulanabilirliği açısından oldukça önemlidir.

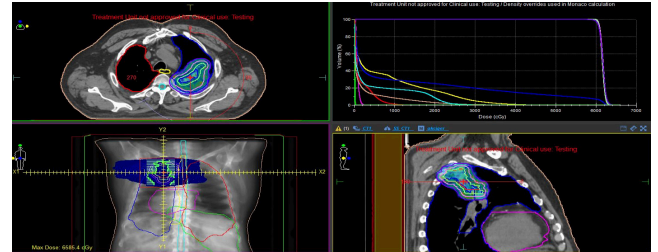
Hasta QA işlemleri nasıl analiz edilmelidir?

Tedavi öncesi hasta QA işlemlerinin en yaygın biçimi, TPS doz hesaplamalarının 2 veya 3 boyutlu doz ölçümleriyle karşılaştırılmasını içerir. Low D. ve arkadaşları tarafından geliştirilen gamma analizi yöntemi (gamma değerlendirme yöntemi veya gamma indeksi analizi olarak da bilinir) yaygın olarak bu tür karşılaştırmalı ölçümleri değerlendirmek için kullanılır. Bu teknik, doz-uzay alanındaki minimum Öklid mesafesi olan her noktanın gamma değerini hesaplayarak, değerlendirilen (genellikle ölçülen) doz dağılımını referans doz dağılımıyla (genellikle hesaplanan) niceliksel olarak karşılaştırır. Değerlendirilen ve referans doz da-

ğılımları arasındaki uyum iki kabul kriteri kullanılarak hesaplanır. Bu kriterler, rölatif doz farkı (%), ΔD ; ve aranan doz değerinin bulunduğu konumunun referans noktaya olan uzaklığı (mm), DTA olarak adlandırılır. Gamma analizi, her bir noktaya atanan gamma indeksi değerleri ile gerçekleştirilir. Bu analizde, gamma indeksi değeri ≤ 1 olan noktalar değerlendirme sonucunun başarılı; gamma indeksi değeri ≥ 1 olan noktalar ise değerlendirme sonucunun başarısız olduğunu gösterir. Gamma dağılımındaki geçiş noktalarının yüzdesine gamma geçiş oranı (veya %GP) adı verilir. %GP, klinikteki hasta potansiyeli, kullanılan fantomun özellikleri ve uluslararası kılavuzlar göz önüne alınarak medikal fizik uzmanları tarafından belirlenmelidir. Tedavi öncesi QA uygulamalarına yönelik araştırmalarda, %3/3 mm'lik ΔD ve DTA kriterleri en sık kullanılan gamma analizi parametreleridir. Bu değerlendirme yöntemi aynı zamanda global ve lokal gamma analizi olarak iki gruba ayrılmaktadır. Global gamma analizi, yüzde farklarını her noktaya kadar global olarak kullanan tek bir değere göre normalleştirir. Bu değer planlanan maksimum dozdur. Yerel gamma analizi ise, her noktadaki yüzde farklarını, beklenen doza göre normalleştirir. Bu nedenle, aynı kriterlerin ve daha düşük doz eşliğinin kullanıldığı global gamma kullanılarak hesaplanan gamma analizi geçme oranı (%GP), lokal gammaya göre her zaman daha yüksek olacaktır. Daha hassas bir değerlendirme için lokal gama analizi tercih edilmelidir.

Konvansiyonel radyoterapide hasta QA işlemleri nasıl olmalıdır?

Hasta QA işlemleri için Şekil-1'de gösterilen akciğer hastasını örnek alacak olursak; hangi gamma analizi kriterleri seçilmelidir?

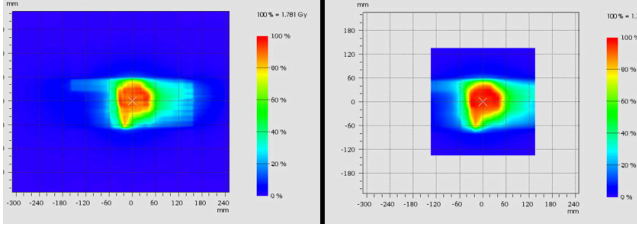


Şekil-1: VMAT tedavi planı uygulanan akciğer hastasına ait tedavi planı parametreleri

Hastanın tedavisi VMAT planlama tekniği kullanılarak, 60 Gy'lik tedavi dozunu 30 fraksiyonda verecek şekilde planlanmıştır. Tedavi öncesinde hastaya QA işlemlerinin yapılabilmesi için QA fantomu üzerinde plan oluşturulması gerekmektedir. Tedavinin eşmerkez konumu fantomun merkezine gelecek şekilde konumlandırılarak oluşturulan QA planı, TPS'de hesaplatılır.

BİLİM KÖŞESİ

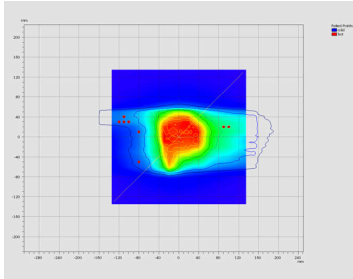
Fantom üzerinde gerçek zamanlı ölçüm alındıktan sonra, planlanan doz ile ölçülen doz karşılaştırılarak tedavi planının uygunluğu değerlendirilmiş olur. Şekil-2'de planlanan doz ile ölçülen doz gösterilmiştir



Şekil-2: (a) planlanan doz, (b) ölçülen doz

QA sonuçlarının analiz edilmesi için, %3/3 mm'lik ΔD ve DTA kriterleri ve lokal gama değerlendirmesi seçilmiştir. Ayrıca %GP, %95 olarak belirlenmiştir. Bu kriterlere göre planlanan doz ile ölçülen doz arasındaki uyum %97 olarak elde edilmiştir. Doz dağılımlarının lokal gama analizine bağlı karşılaştırmalı değerlendirilmesi Şekil-3'te gösterilmiştir. Uyumsuz olan noktalar,

kırmızı ile gösterilmiştir. Ayrıca, Şekil-4'te de tedavi planına ait gamma analizi sonuçları gösterilmiştir.



Şekil-3: Lokal gama analizi değerlendirmesi

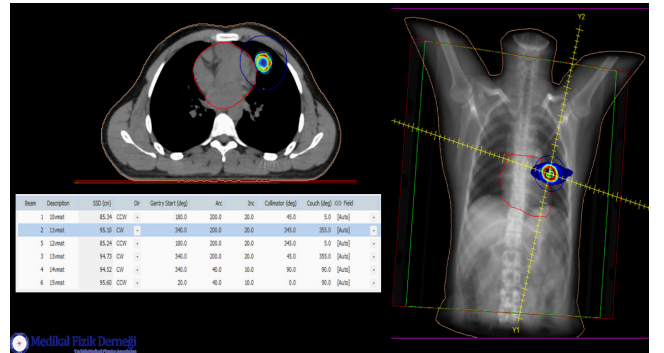
Statistics	
Number of Dose Points:	729
Evaluated Dose Points:	294 (40.3 %)
Passed:	286 (97.3 %)
Failed:	8 (2.7 %)
Result:	97.3 %
Gamma 3D	
Arithmetic Mean:	0.364
Min: (LR=10.0 mm / TG=10.0 mm)	0.007
Max: (LR=100.0 mm / TG=30.0 mm)	1.182
Median:	0.297
Absolute Difference	
Arithmetic Mean:	0.016 Gy
Min: (LR=20.0 mm / TG=60.0 mm)	0.000 Gy
Max: (LR=50.0 mm / TG=20.0 mm)	0.048 Gy
Median:	0.015 Gy
Settings	
Passing criteria: Gamma c=	1.0
Green:	90.0 % to 100.0 %
Yellow:	75.0 % to 90.0 %
Red:	0.0 % to 75.0 %

Şekil-4: Akciğer hastasına ait QA gama analizi sonuçları.

SRS/SBRT için hasta QA işlemleri nasıl olmalıdır?

Ekstrakranial kanserlerin stereotaktik vücut radyoterapisi (SBRT) ve intrakranial lezyonların stereotaktik radyocerrahi (SRS) ile tedavisi, küçük hedef hacimlere fraksiyon başına yüksek dozlar verecek şekilde ışınlanmasıdır. SRS/SBRT tedavileri genel olarak 1 ila 5 fraksiyonda uygulanır. İlk olarak 1950'lerde İsveçli beyin cerrahı L. Leksell tarafından önerilen SRS konsepti, görüntü rehberliği, tedavi planlaması ve radyoterapi sistemlerinde yaşanan gelişmeler ile birlikte, ekstrakranial tümörlerin tedavisine yönelik de uygulanabilir hale gelmiş ve SBRT adını almıştır. Günümüzde SRS ve SBRT teknolojileri ve prosedürleri önemli ölçüde gelişmiş ve bu prosedürler artık kliniklerde daha yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Karmaşıklık, milimetre altı doğruluk ve fraksiyon başına daha yüksek dozun verilmesi, teknik, dozimetrik ve kalite güvencesi için en iyi uygulamalara vurgu yapılmasını gerektirir. Bu nedenle, bu tekniklere ilişkin kalite ve hasta güvenliği hususları önemli bir odak alanı olmaya devam etmektedir. Konvansiyonel tedavilere göre yüksek doz yoğunluğuna sahip SRS/SBRT tedavilerinde, uygulama öncesi tedavi parametrelerinin dozimetrik ve mekanik kontrollerinin yapılması çok önemlidir.

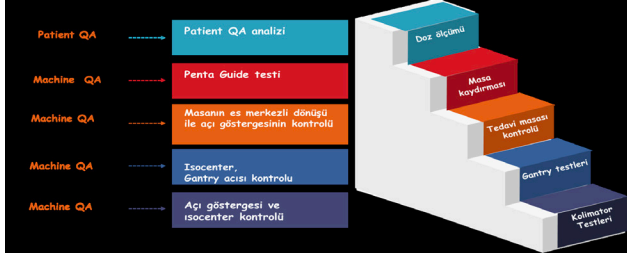
Örneğin 48 Gy'lik tedavi dozunun 6 fraksiyonda verildiği ve fraksiyon dozunun 8 Gy olduğu bir Akciğer SBRT tedavisini göz önüne alacak olursak; normal dokuların korunduğundan ve ablatif dozun hedef hacme doğru olarak verildiğinden emin olmak için tedavi öncesi cihaz ve hasta bazlı QA işlemlerinin gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir. Şekil-5'te tümör lokasyonu ve tedavi planı parametreleri gösterilmektedir.



Şekil-5: Akciğer SBRT planına ait plan parametreleri

BİLİM KÖŞESİ

Özellikle farklı masa ve gantri açıları kullanılarak yapılan non-coplanar tedavi planlarında, masa hareketi ve eşmerkez konumunun gantri ve masa açısına bağlı doğruluğunun kontrol edilmesi tedavinin doğruluğu açısından önemli parametreler arasında yer alır. SRS/SBRT tedavileri için tedavi öncesi cihaz ve hasta bazlı QA işlemleri Şekil-6'da özetlenmiştir.



Şekil-6: SRS/SBRT tedavi için kalite kontrol işlemleri

Bununla birlikte, tedavi öncesi hasta bazlı QA işlemleri kapsamında tedavi planı parametreleri (MLC, doz, vb.) ve planlanan doz ile ölçülen doz arasındaki farkın analiz edilebilmesi için hassas detektörlere ihtiyacı vardır. Aynı zamanda SRS/SBRT için gama analizi kriterleri %2/2 mm'lik ΔD ve DTA kriterleri ve lokal gama değerlendirmesi yapılmalıdır. Ancak hassas detektör bulunmayan kliniklerde gama kriterleri detektör kapasitesine ve üretici kriterlerine göre kliniğe özgü protokol olarak belirlenmelidir. Daha sonra, konvansiyonel tedavilerde bahsedilen QA adımları uygulanır ve tedavi planının doğruluğu test edilerek hastanın güvenli bir şekilde tedaviye alınması sağlanır.

Kaynaklar

- 1.Kron, Tomas, et al. "Quality management in radiotherapy treatment delivery." Journal of medical imaging and radiation oncology 66.2 (2022): 279-290.
- 2.Wall, Phillip DH, and Jonas D. Fontenot. "Application and comparison of machine learning models for predicting quality assurance outcomes in radiation therapy treatment planning." Informatics in Medicine Unlocked 18 (2020): 100292.
- 3.Chan, Gordon H., et al. "Survey of patient-specific quality assurance practice for IMRT and VMAT." Journal of Applied Clinical Medical Physics 22.7 (2021): 155-164.
- 4.Das, Indra J., et al. "Quality and safety considerations in stereotactic radiosurgery and stereotactic body radiation therapy: An ASTRO safety white paper update." Practical radiation oncology 12.4 (2022): e253-e268.
- 5.Song, Chang W., et al. "Biological principles of stereotactic body radiation therapy (SBRT) and stereotactic radiation surgery (SRS): indirect cell death." International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics 110.1 (2021): 21-34.
- 6.Weber, Damien C., et al. "QA makes a clinical trial stronger: evidence-based medicine in radiation therapy." Radiotherapy and Oncology 105.1 (2012): 4-8.
- 7.Kutcher, Gerald J., et al. "Comprehensive QA for radiation oncology: report of AAPM radiation therapy committee task group 40." MEDICAL PHYSICS-LANCASTER PA- 21 (1994): 581-581.

8.Palta, Jatinder R., Chihray Liu, and Jonathan G. Li. "Quality assurance of intensity-modulated radiation therapy." International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics 71.1 (2008): S108-S112.

9.Yu, Liting, et al. "Analysis of dose comparison techniques for patient-specific quality assurance in radiation therapy." Journal of applied clinical medical physics 20.11 (2019): 189-198.

DERLEME

TEKRARLANAN İŞLERİ OTOMASYONA DÖKMEK: KLİNİKTEKİ RUTİN İŞLERİ KOLAYLAŞTIRMANIN SIRLAR

Özcan Özden

Sağlık Bakanlığı, Kanuni Eğitim ve Araştırma Hastanesi / Trabzon

Günümüzde sağlık sektörü, hızla gelişen teknolojiyle birlikte dönüşüme uğruyor ve klinikler de bu değişimden etkileniyor. Sıklıkla tekrar eden rutin işlerin hala insan gücüyle yapılması, bazen sıkıcı, zaman alıcı veya verimsiz olabiliyor. Ancak bu gibi durumlarda bazı işleri otomatik hale getirmek mümkündür.

İşte beni Python programlama dilini öğrenmeye iten güç de buydu. İlk denemem, sosyal medyada bot aracılığıyla tweet atmaktı. Selenium adlı bir Python kütüphanesi sayesinde, bilgisayarımın klavye ve fare hareketlerini taklit ederek istediğim tweetleri otomatik olarak paylaşabiliyordum. Tabii bu süreçte HTML ve CSS bilgisi de oldukça işime yaradı. Kısaca, belirli bir web sitesine gir, bir dizi tıklama yap, e-posta adresini gir, şifreyi yaz, giriş yap düğmesine tıkla ve sonra da istediğim tweet'i gönder gibi basit işleri otomatikleştirmek mümkündür. Bu deneyim, otomasyonun gücünü keşfetmemi sağladı ancak, asıl ilgimi çeken şey klinik rutinde tekrarlanan işleri otomasyona dönüştürmekti.

Örneğin, bir hastanın CT, MR veya PETCT görüntüsü çekildikten sonra, bu görüntülerin otomatik olarak Monaco içerisine aktarılmasını sağlamak istedim. Bu işlemi gerçekleştirmek için sadece fareyi belirli konumlara götürmek ve tıklamak yeterli olacaktı. Ancak tabii ki, bazı sorunlar ile karşılaşılabilir; örneğin, görüntüleme verisinde hastayla ilgili yanlış bir bilgi girilmiş ise sistem çalışmayacak veya içeri aktarım yanlış yapılacaktır. Dolayısıyla, daha sağlam bir çözüm arayışına girdim. Monaco API kullanarak doğrudan program içerisinden bu işlemi gerçekleştirmeyi düşündüm, ancak beklendiği üzere lisanslar ve sınırlamalar gibi problemler ile karşılaştım. Bunun üzerine, farklı projeler üzerine yöneldim. Örneğin, belirli bir CT görüntüsü kesitindeki pikselleri belirlemek ve bunları otomatik olarak işaretlemek gibi daha spesifik görevler üzerinde çalışmaya başladım. Ancak, bu tür işlerin zor olduğunu ve bazılarının zaten yapılmış olduğunu fark ettim.

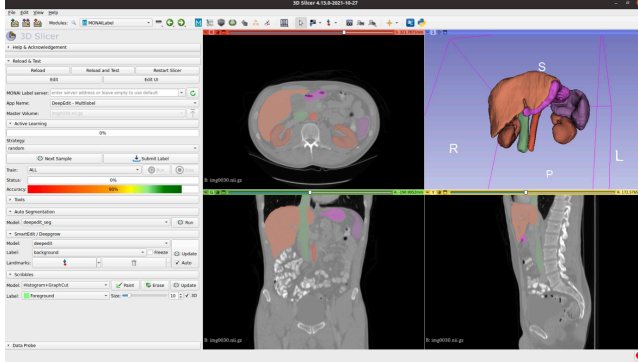
Öncelikle efsaneyi hatırlayalım: “Mr. VMAT”, yani bilinen adıyla Karl Otto, 2007 yılında yayımlanan “Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single

gantry arc” çalışması ile VMAT tekniğinin uygulanması konusunda radyoterapide devrim yaratmış bir isimdir. Medikal fizikçi olarak kariyerini klinik pratik, akademi ve yazılım geliştirme üzerine yoğunlaştıran Karl, son olarak Limbus AI adlı şirkette yapay zekâ tabanlı organ segmentasyon yazılımının geliştirilmesine liderlik ediyor. Bu yazılım, 200’den fazla klinikte kullanılmakta olup, yılda 250 binden fazla CT görüntüsü üzerinde uygulanmaktadır. Eğer isterseniz kliniğiniz için bir demo talep edebilir, memnun kalırsanız da satın alabilirsiniz.

Fakat ben, siz değerli meslektaşlarımı açık kaynak kodlu yazılımları kullanmaya ve geliştirmeye teşvik etmek için bu yazıyı yazıyorum, herhangi bir uygulama satın aldırılmak için değil. O yüzden de bir diğer öncü medikal fizikçi ve aynı zamanda da Python hayranı olan Simon Biggs ile devam edeceğim. Astrofizikçilerin ilk karadelik fotoğrafını çekmek için kullandıkları astropy yazılımından ilham alarak, biz medikal fizikçiler için pymedphys kütüphanesini geliştirdi. Temel amacı, astropy ile aynıydı: “bir şey hazırladım, isterseniz katkı yapın, modifiye edin veya doğrudan kliniğinizde kullanın”. Ben alıp direkt kullananlardanım, katkı yapacak kadar Python bilmek isterdim.

Python kullanırken yararlandığım diğer bir favorim ise pylinac kütüphanesidir. Maksimum 10 satır kod yazarak istediğiniz tüm testleri gerçekleştirebilirsiniz. Ancak, gerçekten etkileyici olan, “medical open network for artificial intelligence (MONAI)” adlı yapay zekâdır. Bu yapay zekâ, CT görüntülerini konturlamak, yani organları çizmek için oldukça pahalı olan bir seçeneği açık kaynak kodlu yapısı ile herkesin kullanımına sunuyor. 3D slicer uygulamasını indirir ve üzerine MONAI label’ı kurarsanız, verdiğiniz bir CT görüntüsündeki tüm organları çizebilir ve her bir vertebra için ayrı ayrı isimlendirme yapabilirsiniz (Resim 1). Bu, klinikteki işlerinizi büyük ölçüde kolaylaştırır ve hızlandırır. Bu nedenle, MONAI gibi yapay zekâ çözümleri, sağlık sektöründe dönüşümün bir parçası olmaya adaydır. Bu gibi açık kaynak kodlu çözümler, yüksek maliyetlerin ve sınırlı erişimin engellerini kaldırarak, tıp alanındaki gelişmelerin daha kolay bir şekilde erişilebilmesine ve daha adil bir sağlık hizmeti sunumuna katkıda bulunurlar. Bu yapay zekâ ismini ileride daha fazla duyacağız gibi hissediyorum.

DERLEME



Resim 1: MONAI label modülü ile 3D Slicer programında yapay zekâ ile konturlama örneği.

3D Slicer'ı indirip MONAI yapay zekâ eklentisini entegre etmek için harekete geçme zamanı geldi! Ancak, bu yolculuğa başlamadan önce birkaç önemli detayı göz önünde bulundurmanız gerekiyor. MONAI Label eklentisini yüklemek tek başına yeterli olmayacaktır. Bir adet yerel ya da uzaktan bir server bilgisayarına ve bu bilgisayarda güçlü ekran kartlarına ihtiyacımız olacak. Öncelikle, işletim sisteminize uygun şekilde MONAI'yı yerel olarak kurmanız gerekecek. Ancak, macOS işletim sistemi için bu seçenek geçerli değil. Adım adım MONAI'nin kurulumu, 3D Slicer'ın indirilmesi ve MONAI Label eklentisinin entegrasyonunu içeren kılavuzları bulabileceğiniz linkleri sizinle paylaşacağım. Bu süreçte gerekebilecek Python ve pip gibi araçları da unutmayın. Her adımı özenle takip ederek, MONAI'yı kendi iş akışınıza sorunsuz bir şekilde entegre edebilirsiniz. Eğer bir hata ile karşılaşırsanız endişelenmeyin, çünkü yalnız değilsiniz. Aynı noktada takılan medikal fizikçiler, cerrahlar veya radyologlar gibi birçok sağlık profesyoneli ile aynı gemide yolculuk ediyorsunuz. Beni en çok heyecanlandıran da bu olmuştu. Karşılaştığım hatanın çözümünü Brezilya Üniversitesi'nde karaciğer ameliyatları ile ilgilenen bir cerrahdan öğrenmiştim. Bence bu yolculuğun en heyecan verici yanı, yazılım ve programlama bilgisinin artık bir seçenek olmaktan çıkıp, bir gereklilik haline gelmesi. Artık herkes kendi işine biraz da olsa yazılım ekliyor ve kullanmayı öğreniyor. Bu, tıp alanında devrim niteliğinde bir değişim ve gelişim sağlıyor.

Hazır mısınız? Öyleyse MONAI'nin kapılarını açmaya ve sağlık hizmetlerindeki dönüşümün bir parçası olmaya hazırlanın!

Open source for better science!

Kaynaklar:

Twitter botum: <https://github.com/OzcanOzden/TwitterBot>

Karl Otto: Otto K. Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc. Med Phys. 2008 Jan;35(1):310-7. doi: 10.1118/1.2818738. PMID: 18293586.

LimbusAI : <https://limbus.ai/>

Simon Biggs github: <https://github.com/SimonBiggs>

Astropy: <https://www.astropy.org/>

PyMedPhys: <https://docs.pymedphys.com/en/latest/>

PyMedPhys github: <https://github.com/pymedphys/pymedphys>

PyLinac: <https://pylinac.readthedocs.io/en/latest/>

PyLinac github: <https://github.com/jrkerns/pylinac/tree/master>

PyLinac mail grubu: <https://groups.google.com/g/pylinac?pli=1>

Python kurulum: <https://www.python.org/>

Pip kurulum: <https://pip.pypa.io/en/stable/installation/>

3d slicer: <https://www.slicer.org/>

3d slicer dökümantasyon: https://slicer.readthedocs.io/en/latest/user_guide/getting_started.html#installing-3d-slicer

Monai: <https://monai.io/>

Monai dökümantasyon: <https://docs.monai.io/projects/label/en/latest/index.html>

Monai github: <https://github.com/Project-MONAI/tutorials>

Monai 3d slicer Overview youtube: https://www.youtube.com/watch?v=KjwuFx0pTXU&ab_channel=ProjectMONAI

Monai 3d slicer üzerine kurulumu: <https://github.com/Project-MONAI/MONAILabel>

Monai 3d slicer üzerine kurulumu2: <https://docs.monai.io/projects/label/en/0.1.0/quickstart.html>

Kurulum sırasında karşılaşılabileceğiniz hatalar: <https://discourse.slicer.org/t/let-me-know-how-to-set-monai-label-server-in-monai-label-module/24177>

ONCOTECH

SPECIALIZED IN EVERY STEP OF ONCOLOGY

www.oncotech.com.tr



LINAC Teknik Servis



Yıllık Ortalama 50 LINAC Kurulumu



Elekta
Global Servis Partneri

REFERANSLARIMIZ

Hacettepe
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ HASTANELERİ

KOC ÜNİVERSİTESİ
HASTANESİ

AMERIKAN
HASTANESİ

ACIBADEM

MEDİPOL
SAĞLIK GRUBU

ANADOLU
In Alliance with
JOHNS HOPKINS MEDICINE

MANİSA
CELALBAYAR
ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ

MEDICANA

MEMORIAL

MEDICALPARK
HASTANELER GRUBU



Etilik Şehir Hastanesi
Kocaeli Şehir Hastanesi
İzmir Şehir Hastanesi

Aplikasyon ve Eğitim

Deneyimli Medikal Fizik Uzmanları Tarafından:

- LINAC Kullanıcı Eğitimleri
- Radyoterapi Sistemleri Kullanıcı Eğitimleri
- Beam Data
- Yerinde Teknik Destek
- Danışmanlık
- Bilimsel Çalışmalar
- Proje Yönetimi

Adres: Kızılırmak Mahallesi, 1443. Cad. 1071 Plaza
B Blok Kat: 21 No:151 Çankaya/Ankara
Tel: 0 312 394 07 08
E-Mail: info@oncotech.com.tr



OncotechMedikalSistemler



OncotechMedicalSystems

EĞİTİM KURS VE TOPLANTILAR

ŞUBAT 2024
ÇEVİRİMİÇİ TOPLANTISINA
DAVETLİSİNİZ

**BİLGİ
PAYLAŞIM
GÜNLERİ**

**DOÇ. DR. GÖKÇE
KAAN ATAÇ**
Moderatör
Öğretim Üyesi

İSMAİL FINDIKLI
Davetli Konuşmacı
Medikal Fizikçi

**"BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDE
İTERATİF GÖRÜNTÜ OLUŞTURMA
ALGORİTMALARI"**

TOPLANTI PROGRAMI:

20:00 - 21:00
İsmail Fındıklı
"Bilgisayarlı Tomografide İteratif
Görüntü Oluşturma Algoritmalarının
Radyasyon Dozu ve Görüntü Kalitesi
Uzerindeki Etkisi"

21:00 - 21:30
Sorular ve Tartışma

15 ŞUBAT 2024 20:00 - 21:30

Toplantı erişim bilgileri ilerleyen günlerde paylaşılacaktır

Bilgisayarlı Tomografide İteratif Görüntü Oluşturma Algoritmalarının Radyasyon Dozu ve Görüntü Kalitesi Üzerindeki Etkisi" başlıklı sunum ile 2024 yılı "Bilgi Paylaşım Günleri"nin ilki geniş katılımcı kitleleriyle gerçekleşti.

**Yeni Başlayanlar İçin
Kurs**

**Radyoterapide Cihaza ve Tedavi
Planına Özgü Kalite Temini**

Mehmet Ertuğrul Ertürk
Moderatör

Sinem Güngör
Davetli Konuşmacı

Sümeyra Can
Davetli Konuşmacı

**Konu: Cihaza Özgü
Kalite Temini**

**Konu: Hastaya Özgü
Kalite Temini**

29 Şubat 2024 20:00-21:30

Microsoft Teams Bağlantı Bilgileri: Meeting ID: 322 130 096 297 Passcode: LKv34d

Dr.Mehmet Ertuğrul Ertürk'ün moderatörlüğünde, Dr.Sinem Güngör ve Dr.Sümeyra Can'ın konuşmacı olarak katıldığı "Radyoterapide Cihaza ve Tedavi Planına Özgü Kalite Temini" başlıklı yeni başlayanlar için kurs toplantımız on-line olarak gerçekleştirildi.

EĞİTİM KURS VE TOPLANTILAR



Bilgi Paylaşım Günleri kapsamında SRS/SBRT tedavilerinde kullanılan hipofraksiyone rejimlerin biyolojik etkisini inceleyen HyTEC projesini konu alan on-line toplantıya; Doç.Dr Aysun İNAL, Dr.Görkem GÜNGÖR ve Dr.Nilsu Çini moderatörlük yapmış olup, konuşmacı olarak Dr.Ellen YORKE davet edilmiştir.



Prof.Dr.Yasemin Parlak'ın moderatörlüğünde, Dr.Bilal Kovan'ın konuşmacı olarak katıldığı "Nükleer Tıp Görüntüleme Teknolojisindeki Yenilikler" başlıklı bilgi paylaşım günü yoğun katılımcı kitlesiyle gerçekleşti.



Bilgi Paylaşım Günleri kapsamında SRS/SBRT tedavilerinde kullanılan hipofraksiyone rejimlerin biyolojik etkisini inceleyen "HyTEC'in Kliniğe Yansımaları" konu alan on-line toplantıya; Doç.Dr Aysun İNAL ve Dr. Görkem GÜNGÖR'ün moderatörlüğünde, konuşmacı olarak Prof.Dr. Gül ALÇO davet edilmiştir.

PLANLANAN ETKİNLİKLER

Tarih	Konu	Konuşmacı	Moderatör	Yer
04.04.2024	Radyolojide Monte Carlo ve Uygulamaları	Gizem Şişman	Ayşegül Yurt	On-Line
18.04.2024	Reirradasyon	Day Madalyne Serra Kamer	Şefik İğdem	On-Line
25.04.2024	Reirradasyon	Myriam Ayadi Gözde Yazıcı	Ufuk Abacıoğlu	On-Line
27.04.2024	VARIAN-Radyoterapide Vakalar Eşliğinde Yeniden Işınlamalar Kursu	Zeynep Özen Murat Köylü	Cemile Ceylan	İstanbul
06.05.2024	Nükleer Tıpta Enstrümantasyon ve Kalite Kontrolün Önemi	Alptuğ Özer Yüksel	Tuğba Hacıosmanoğlu	On-Line
11.05.2024	TETRAON-Radyoterapide Güncel Tedavi Yaklaşımları	-	-	Ankara
15.Mayıs.2024	Nükleer Tıp Kursu PET ve Gama Kamera Kalite Kontrol Teorik Eğitimi		Mustafa Demir	On-Line
16.05.2024	Küçük Alan Dozimetrisinin Kliniğe Yansımaları	Derya Yücel Hasan Uysal		On-Line
18-19.05.2024	Nükleer Tıp Kalite Kontrol Kursu (PET ve Gama Kamera)		Bilal Kovan	İstanbul
21.05.2024	Radyolojide Yapay Zeka	M.Alper Selver	Ayşegül Yurt	On-Line
24-25.05.2024	MEDITEL-Bölgesel Toplantı	-	-	Gaziantep
30.05.2023	SRS-SBRT	Gizem Çifter Mustafa Cengiz		On-Line
06.06.2024	Nükleer Tıp BPG			On-Line
8-9.06.2024	Radyoloji Kalite Kontrol Kursu			Ankara
13.06.2024	Adaptif RT			On-Line
25.06.2024	Radyolojide 3 Boyutlu Yazıcının Yeri ve Uygulamaları			On-Line
27.06.2024	Adaptif RT			On-Line
29.06.2024	ELEKTA-Radyoterapide Vakalar Eşliğinde Yeniden Işınlamalar Kursu			İstanbul

Radon Tıbbi Malzemeler A.Ş.



Firmamız, yıllık cirosunun % 45'ini ihracat yaparak ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Yurtdışında kendisine inananmış, müşteri camiasıyla, ilkeli ve dürüst hizmet anlayışı ile hedeflerini yükseltmek arzusunda.



+90 312 395 87 62 – 63 www.radonmedical.com.tr info@radonfix.net

Batı Sitesi Mahallesi Tahsin Kahraman Str. Gersan Sanayi Sitesi
No:115 Yenimahalle, Ankara / Turkey

Radon Tıbbi Malzemeler A.Ş.



+90 312 395 87 62 – 63 www.radonmedical.com.tr info@radonfix.net

Batı Sitesi Mahallesi Tahsin Kahraman Str. Gersan Sanayi Sitesi
No:115 Yenimahalle, Ankara / Turkey

En iyi çözüm için, ileri teknolojiyi kullanıyoruz.



Su Tankı



Kurşun Eritme Potası



Kurşun Çeker Ocak



Karbon Fiber Diz Altı ve Ayak Destek



Karbon Fiber Akciğer Tutucu Düzlem



Elektron Strafor Kesici



Hareketli Lazer



Sabit Lazer



SRS Baseplate



Karbon Fiber Prone Yastık



Karbon Fiber Prone Düzlem



Karbon Fiber SBRT Abdomen Baskı Aparatı ve Adaptör Plakası

Sorumluluk anlayışı içinde Türkiye'de tek olan, karbon fiber ekipmanlar, termoplastik maskeler ve akrilik ekipmanlar ile radyasyon onkolojisi ve görüntüleme sistemlerinde kullanılan sabit ve hareketli lazer üretimi yapmaktadır. 20 kişilik çalışan kadrosu ve danışmanları ile MDR Standartları'na uygun üretim yapmaktadır.



Termoplastik Maskeler

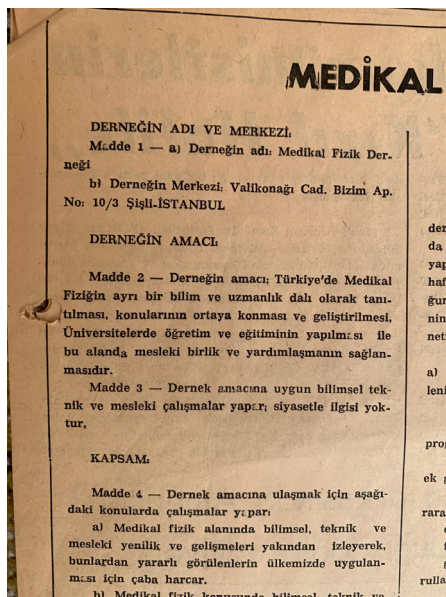
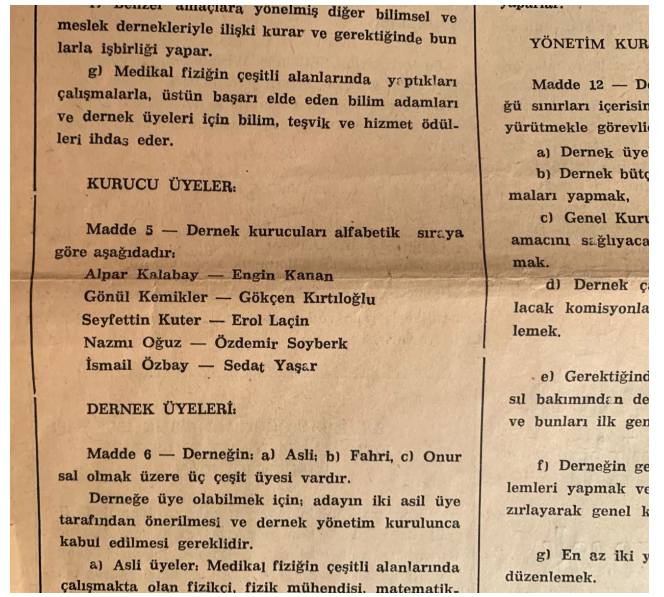
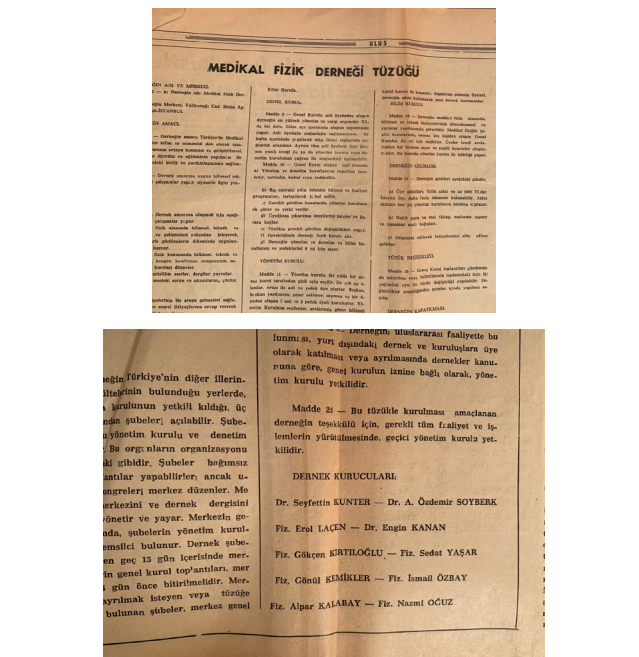
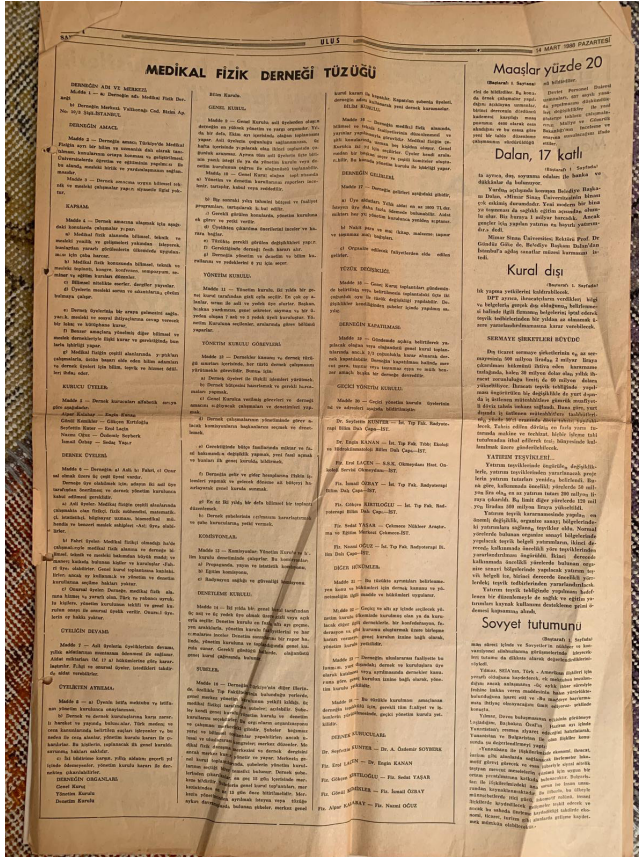
YENİ ÜYELER

Adı ve Soyadı	Çalıştığı Kurum
Enis Can CAVAK	İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Ceylan DİREN ERİM	İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Kıvılcım Doğan KESKİN	İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Burak AKGÜL	GE Medical Systems Türkiye
Hüda Seçil DEMİRER	İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Gizem ERÇETİN	İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Demet BAYRAKTAR OVALI	İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Caner İNCE	Ege Özel Onkoloji Merkezi
Esra ÇANKAYA AYIK	Gazi Üniversitesi
Gamze BERK	Adana Şehir Hastanesi
Burak ŞENGÜL	Prof.Dr. Cemil Taşçıoğlu Şehir Hastanesi
Melis TARLACI	Prof.Dr. Cemil Taşçıoğlu Şehir Hastanesi
Merve CİNOĞLU KARACA	Prof.Dr. Cemil Taşçıoğlu Şehir Hastanesi
Fatih BİLTEKİN	Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Tuğçe KAVALCI	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Kerem GÖLBAŞI	Kocaeli Şehir Hastanesi
Anatolia SERKİZYAN	ACIBADEM Maslak Hastanesi
Hoda Torkan MALAYERI	-

Medikal Fizik Yönetim Kurulu olarak yeni üyelerimize meslek hayatlarında başarılar diliyoruz.

TARİH KÖŞESİ

Değerli meslektaşlarımız bültenimizde derneğimizin arşivinde yer alan bizler için çok değerli dokümanları sizlerle paylaşmak istiyoruz. Bültenimizin bu sayısında derneğimizin 14.03.1988 tarihli ULUS gazetesinde yayınlanan ilk tüzüğünü ve rahmetli hocamız Seyfettin Kuter'in imzasının bulunduğu 13.09.1988 tarihli ilk faaliyet raporunu paylaşıyoruz.

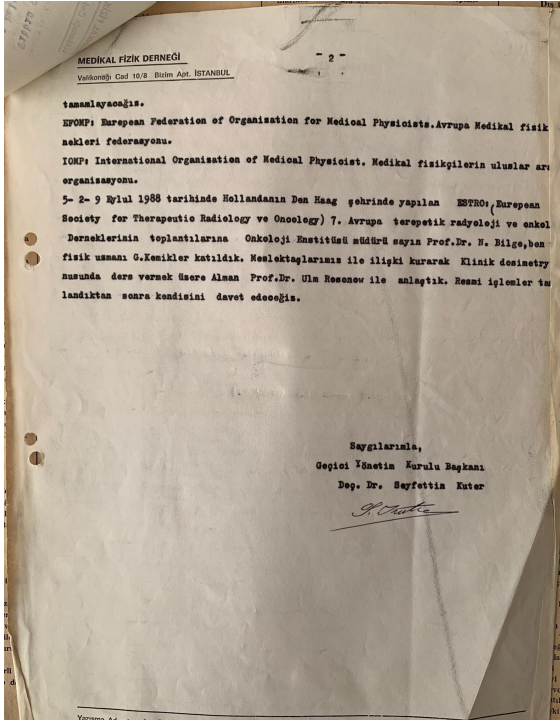
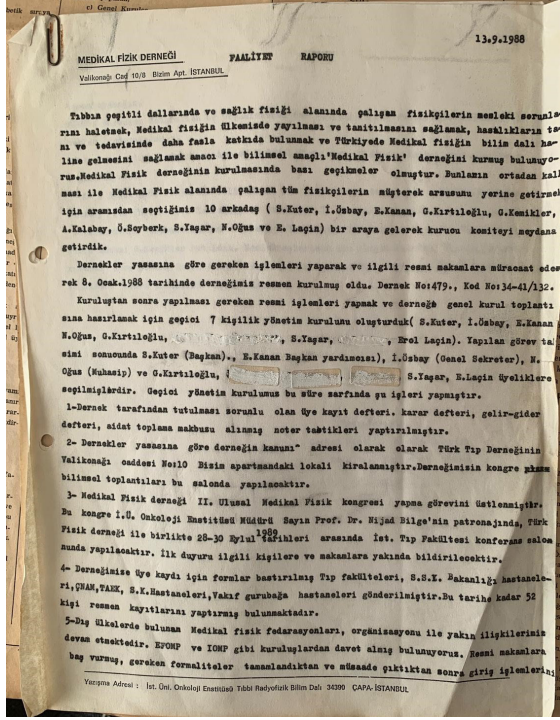


Derneğin uluslararası faaliyeti bu olarak katılması ve kuruluşuna üye olarak katılması ve kuruluşuna üyelerinin birliğinde geçici yönetim kuruluna katılmasıdır.

Madde 2 - Bu tüzükle kurulması amaçlanan derneğin temel amacı, genel ilim faaliyet ve işlemlerini yürütmesindedir. Geçici yönetim kurulu yetkilidir.

DERNEK KURUCULARI
Dr. Seyfettin KUNTER — Dr. A. Özdemir SOYBERK
Fiz. Erol LACEN — Dr. Engin KANAN
Fiz. Gökçen KIRTILOĞLU — Fiz. Sedat YAŞAR
Fiz. Gönül KİMKİLER — Fiz. İsmail ÖZBAY
Fiz. Alpar KALABAY — Fiz. Nazım OĞUZ

TARİH KÖŞESİ



İLETİŞİM

Dernek Adresi:

Osmanağa Mah. Serasker Cad. Sönmez Apt. No:35 Daire:3Kadıköy/ İSTANBUL

Tel: 0541 902 88 24

Yazışma Adresi:

Turgay Toksoy

Soğanlı Mh. Akıllı Sk. Atış Premium Sitesi No:21 C1/12

Osmangazi / BURSA

İnternet Sayfası İçin:

Editörler:

Turgay Toksoy

Tel: 0 554 985 72 38

e-mail: turkmedikalfizikdernegi@gmail.com

Banka Hesap No:

T.C. Ziraat Bankası, Şehremini Şubesi:

Medikal Fizik Derneği

IBAN: TR66 0001 0008 6602 0167 1250 01