

ULUSAL

# MEDİKAL FİZİK BÜLTENİ

EKİM 2024 / SAYI:3



Ulusal Medikal Fizik Bülteni Medikal Fizik Derneği Yayınıdır.



## EDİTÖRLER

### **Baş Editör**

Ali DOĞAN

### **Nükleer Tıp Editör Grubu**

Songül BARLAZ US

Mustafa DEMİR

Meral HİÇÜRKMEZ

### **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 .....                | 11 |
| EĞİTİM, KURS ve TOPLANTILAR ..... | 26 |
| PLANLANAN ETKİNLİKLER .....       | 27 |
| YENİ ÜYELER.....                  | 29 |
| TARİH KÖŞESİ .....                | 30 |
| İLETİŞİM .....                    | 31 |

# ÖNSÖZ

## Sevgili Meslektaşlarımız,

E-bültenimizin üçüncü sayısını sizlerle paylaşmanın mutluluğunu yaşıyoruz. Öncelikle bültenin hazırlanması için katkı veren tüm yönetim kurulu ve kurul dışı meslektaşlarımıza teşekkürü borç biliriz.

Yoğun ve verimli geçen bilimsel faaliyet dönemi sonrası bir yaz tatili molası verilmiş olmakla birlikte mesleğimizin ve meslektaşlarımızın sorunlarının çözümlenebilmesi için avukatlarımız ile Sağlık Bakanlığı ve diğer kurumlara dair çalışmalarımız devam etmiştir. Meslektaşlarımızın sorunları ve özlük hakları ile alakalı Yükseköğretim Kurulu'na, Sağlık Bakanlığı'nda çeşitli genel müdürlüklere ve daire başkanlıklarına, Cumhurbaşkanlığı'na ve Ombudsmanlığa tüm sıkıntılarımızı belirten dilekçe başvuruları hazırlamış ve bazılarına başvurular yapılmıştır. Sözel iletişimimizi ise kesintiye uğratmamak için azami gayret gösteriyoruz.

Derece/kademe, maaş, ek ödeme katsayıları, maaş seviyeleri, uzmanlık konularıyla ilgili önerilerimizi ve taleplerimizi ilgili yerlerle paylaştık. Sağlık Bakanlığı bünyesindeki değişiklikler sonrası yeni kadrolarla tekrar kontak kurduk ve bu sözel iletişimle kendimizi hatırlatma kısmının önemine inanarak hareket ediyoruz. TBMM'ye sunmak üzere tüm sıkıntılarımızı içeren raporumuzu hazırlamış bulunmaktayız. Tüm bu süreçler için sizlerin de maddi ve manevi desteğine ihtiyaç duymaktayız.

Ekim ayının ilk haftasında başlayacak olan, Rad-Aid ve AAPM in katkıları ile gerçekleştireceğimiz MRI kursuna gösterdiğiniz olağanüstü ilgi için de ayrıca teşekkür eder emeği geçen tüm paydaşlarımıza teşekkürü borç bilirim.

Eylül ayı itibariyle yeni bilimsel ve eğitsel faaliyetlerimize yeni konuşmacılar, konular ve katılımcılar ile devam edecek olmanın heyecanı ile saygılarımı sunarım.

Sağlıkla kalın!

Ali DOĞAN

Medikal Fizik Derneği Başkanı



# DERNEKTEN HABERLER

## Özlük Haklarımız Konusunda Çalışmalarımız...

Değerli Meslektaşlarımız,

**B**ir önceki sayıda sizlere Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı'na yazdığımız dilekçeden bahsetmiş-tik. Dilekçemiz alan isminden, uzmanlığa, çekirdek eğitim müfredatına kadar geniş yelpazede-ki bir içeriğe sahipti. Ancak bir sivil toplum kuruluşu olarak esasen beklediğimiz bir red yanıtı aldık. YÖK'e karşı dava yolumuz açılmış bulunuyor. Bazı koşulların olgunlaşması gerektiğinden ge-len yanıtı akademiden görüş yazılarını da ekleyerek öncelikle ombudsmanlığa taşıdık. Diğer yandan Sağ-lık Bakanlığı ile aktif bir iletişim içerisindeyiz. Diğer yandan Üniversiteler Arası Kurul(ÜAK) kararları sebebiyle senelerdir yaşanan mağduriyetleri dile getirdik. ÜAK' nın ihtilaflı kararlarına dair ÜAK' da üst yö-netimle bilgilerimizi paylaştık. Yazdığımız dilekçe ile ihtilaflı kararları ve denklik işlemleriyle ilgili alanı-mızda yaşanan sorunların alt yapısını, eksiklikleri ve yetersizliklerini çözüm önerileriyle ortaya koyduk.

Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği YL programı mezunu bir meslektaşımız denklik alamadığı için atan-dığı kadroya yerleştirilmedi. Meslektaşımız YÖK' e karşı dava sürecini başlatmış bulunuyor. Diğer yandan etki yaratmak adına meslektaşımızla ortak bazı aksiyonlara devam ediyoruz. Bu konu sebebiyle Sağlık Bakanlığı'na sunduğumuz çözüm yollarıyla ilgili ortak çalışmalara devam ediyoruz. Bir meslektaşımızın daha YÖK'ten red yanıtı almış olması sebebiyle diploma tescili yapılmamış olup dava hazırlık sürecindedir. Meslektaşlarımızın ya-nındayız ve olmayı önemsiyoruz. Çalıştıkları hukuk bürosuyla her türlü bilgimizi paylaşarak dava süreçlerine katkı sağlamaktayız.

Lisans mezuniyeti fizik olan meslektaşlarımızın derece/kademe geri çekilmesi yanında maaş seviyeleri, uz-manlık gibi konularla ilgili dilekçelerimiz Sağlık Bakanlığı'nda çeşitli genel müdürlüklere ve daire başkanlıkları-na, Cumhurbaşkanlığı'na ve ombudsmanlığa yazılmıştır. Derece/kademe geri çekilmesi konusu ile ilgili bir mes-lektaşımız üzerinden dava süreci için Sağlık Bakanlığı yanıtı beklenmektedir. Gerekçeli yanıtın gelmesi sonrası meslektaşımız dava açacak ve derneğimiz davaya müdahil olacaktır.

Sağlık Bakanlığı'nda özlükle ilgili sorunlar, medikal fizikçi çalışma belgesi üzerinden uzmanlık ve isimlen-dirme sorunları, YÖK'le ilgili sorunlar sebebiyle belli kabullenimler oluşmuştur. Bazı hususlarda iletişim devam etmektedir. Sadece son üç ayda çeşitli bakanlıklara, kurumlara ve Cumhurbaşkanlığı'na toplamda 14 tane bilgi-lendirme, görüş, öneri içerikli dilekçe yazılmış, ombudsmanlığa 2 başvuru yapılmıştır. Ayrıca TBMM'ye sunmak üzere tüm meselelerimize dair bilgilendirme, öneri ve taleplerimize dair raporumuz hazır durumdadır. 20 Ekim sonrası için randevu beklemekteyiz. Bazı sorunlarımızın hukuki zemine oturtulması konusunun biraz karmaşık olduğu bilgisini paylaşmak istiyoruz. Planladığımız bazı aksiyonları belirli sistem dâhilinde yürürlüğe koymak vakti gelmiş olup sizlerle bunları paylaşacağız ve istisnasız herkesin destek olması gereğinin önemle altını çizmek istiyoruz. Zira arka planda siyasi partilerden destek alarak yürütmeye çalıştığımız bir çalışma var ve bu çalışma-nın önemli lokomotiflerinden biri birlikte hareket etme zorunluluğumuzdur.

Hukuk büromuzun bir uyarısını kamuda çalışan meslektaşlarımızla paylaşmak durumun-dayız: Derece/ kademe ve maaş seviyesi sorunu Anayasa'ya aykırı mevzuatsal dayanaklar sebe-biyle nihai olarak Anayasa Mahkemesi'ne gidecek bir konudur ve mahkeme kararı sonrası mec-lis ayağının tamamlanması gerekmektedir. Bizim tüm çabamız davaları açsak dahi sonuçlanmalarına gerek kalmaksızın büyük meselelerimizi meclisle ve ilgili kurumlarla çözmek üzerinedir. Ancak; kanun deği-şikliği gerektiren bu majör sorunların çözüme kavuşması, kanunun yürürlüğe girdiği tarih itibarıyla olacaktır.

# DERNEKTEN HABERLER

Geriye dönük hak talep etmek için bireysel davalar açılması gerekmektedir. Özellikle derece/kademe geri çekilmesi sorunu için sendikalarınız ya da derneğimizin üyelerimiz için özel bir ücretlendirme sözü aldığı Ankara'daki bir hukuk bürosu üzerinden dava yoluna gitmenizi tavsiye ederek bizler sorumluluğumuzu yerine getirmek istiyoruz. Hali hazırda YÖK' e karşı açılan davalarda olduğu gibi açacağınız davalarda elimizdeki tüm bilgi ve belgelerle avukatlarınızla işbirliği içerisinde olacağımızı bilmenizi isteriz. Olağanüstü kurul gündemimizde olup sizlerle bu konulara dair konuşma imkânımız olacağını umuyoruz.

Nükleer tıp alanında kamuda çalışan meslektaşlarımız iş ve görev tanımları ile il dışı görevlendirme konularında zorluklarla karşılaşmaktalar. Bu konuyla ilgili Sağlık Bakanlığı'ndan randevu talep edilmiş, ayrıca nükleer tıp departmanlarındaki medikal fizikçi ihtiyacına dair önerilerimizi nükleer tıp derneği ile ortak çalışma ile Sağlık Bakanlığı'na iletmek üzere süreci başlatmış bulunmaktayız.

## Sizlerden Beklentimiz...

Değerli Medikal Fizik Camiası,

Mevcut yönetim kurulu olarak temel konularımızdan biri özlük hakları ile ilgili sorunların çözümü için çalışmak, diğeri ise meslektaşlarımızın mesleki bilgi ve donanımlarına gereken katkıyı sağlamak için imkânlar oluşturmaktır. Bilimsel zeminde çok daha güçlü bir durumda olmamız teknolojinin geldiği noktada çok büyük bir öneme sahip: Hem çalıştığımız alanlarda kaliteli işler yapmak adına hem güçlü ve etkili bir meslek grubu olmak adına.

## Ancak bizleri üzen iki hususa dikkat çekmek durumundayız:

1. Dernek olarak keşke her konuda tüzel kişilik olarak dava açmamız mümkün olsa. Ancak idari hukuk açısından bazı esaslar var. Bunları biz söylemiyoruz. Senelerdir meselelerimizin çözümsüzlüğü ile ilgili şikâyetlerin çözümü adına yapılması gereken bireysel aksiyonları gerçekleştirmekten kaçınmamanızı bekliyoruz. Bu yeri gelir her birimizin dilekçe yazması olur, yeri geldiğinde dava hakkını kullanmak olur.
2. Umarız ilk fırsatta sizlere bazı mesleklerin nasıl yollar izleyerek başarı elde ettiklerini paylaşmamız mümkün olur. Kaygılarınızı, soru işaretlerinizi bizimle paylaşın lütfen. Bu noktadan sonra hep birlikte hareket etmemiz gereken konularda bizi yalnız bırakmayacağınızı umuyoruz. Hukuki bilgi ve vizyona, gerektiğinde danışmanlık alma lüksüne sahibiz. Endişelerin harekete geçmenize ya da en azından bizlerle bunları paylaşmanıza engel olmamasını bekliyoruz. Çözüm isteniyorsa herkesin üzerine düşeni yapması gereken vakit gelmiştir.

## 20. Medikal Fizik Kongresi Hakkında...

Kıymetli Meslektaşlarımız,

**2**0. Medikal Fizik Kongresi ile ilgili çalışmalarımız başlamış bulunmaktadır. 6 kongre firmasına şartnamelerimizi ilettik ve Ekim'in ilk haftası içinde geri dönüşleri beklemekteyiz. Teklifler değerlendirilip geniş katılımlı ve bilimsel yönü güçlü bir kongre hedefi için mesleğimizin değerli isimlerinin desteğiyle çalışmalarımızı yürütmeyi umuyoruz. Bu kongrede mesleğe yeni adıma atan öğrenci arkadaşlarımız için bazı parametreler dâhilinde sponsorluk hedeflerimizi gerçekleştirmek kongre çalışmalarıyla ilgili maddeler arasında almaktadır. Yüksek katılımlı, faydalı paylaşımların yapılacağı ve sektör paydaşlarıyla bol etkileşimli bir kongre gerçekleşmesi en güçlü motivasyonumuz.



# DERNEKTEN HABERLER

## MRI Kursu Hakkında...

**M**edikal Fizik Derneği olarak, Rad-Aid ve AAPM (American Association of Physicists in Medicine) ile iş birliği içinde düzenleyeceğimiz MR Görüntüleme konulu çevrimiçi sonbahar kursuna beklenenin ötesinde başvuru olması bizleri çok mutlu etti. Kurs, özellikle derneğimiz üyelerine yönelik olup, MR görüntüleme alanında bilgilerini derinleştirmek isteyen meslektaşlarımız için önemli bir fırsat sunmaktadır. Kurs 9 hafta sürecek ve her hafta Çarşamba günleri saat 20:00'de gerçekleştirilecektir. İlk ders 2 Ekim Çarşamba akşamı başlayacaktır. Kurs boyunca teorik bilgiler ve pratik yaklaşımlar ele alınacak, alanın da uzman eğitmenler tarafından verilecek derslerle katılımcıların MR görüntüleme teknolojileri konusundaki yetkinlikleri geliştirilecektir. Kurs sonunda düzenli katılım gösteren üyelerimize katılım sertifikası verilecektir.

## Ulusal Kalite Temini Raporları Hakkında...

**T**ıbbi teknolojinin hızlı gelişimi, özellikle radyoterapi uygulamalarında belirgin bir değişim ve ilerleme sağlamıştır. Bu ilerlemeler, teknolojinin klinik pratiğe uygulanması ile hasta tedavilerinde daha yüksek doğrulukla ve etkili bir yaklaşımı mümkün kılarak klinik sonuçlarda belirgin bir iyileşmeye yol açmıştır. Ancak, ileri teknolojilerin kullanılmasıyla birlikte yeni zorluklar da ortaya çıkmıştır. Özellikle yüksek teknolojiye sahip radyoterapi cihazlarının kurulumu, devreye alınması, kullanımı ve kalite kontrolü bu alanlarda uzmanlık gerektiren detaylar içermektedir. Bu alanlarda yapılacak hatalı uygulamalar, tedavinin etkinliğini azaltabilir, hastalarda yan etki artışına neden olabilir ve/veya hasta güvenliğini tehlikeye atabilir. Bu nedenle, radyoterapide kullanılan tedavi cihazlarının kalite temini sürecinin her adımının titizlikle planlanması ve uygulanması gerekmektedir. Bu kompleks teknolojilerin kliniklerde etkili bir şekilde kullanılmalarını sağlamak için medikal fizik uzmanlarının standartları belirleyen güncel rehberleri takip etmeleri ve kalite kontrol süreçlerini doğru şekilde yürütmeleri kritik öneme sahiptir.

Günümüzde, ülkemizde görev yapan medikal fizik uzmanları kalite temini sürecinde dünya standartlarını sağlayabilmek için uluslararası kılavuzları takip etmektedir. Uluslararası kılavuzlar genellikle genel prensipleri ve standartları kapsar, ancak her ülkenin kendine özel gereksinimlerini, yasal düzenlemelerini ve kültürel farklılıklarını içeremez. Ulusal kılavuzlar ise, ülke özelindeki gereksinimleri ve yasal düzenlemeleri ele alarak ulusal düzeyde uyumluluğu sağlamak için tasarlanmış olmalıdır. Bu nedenlerle birçok ülke uluslararası kılavuzları temel alarak kendi ulusal kılavuzlarını hazırlamışlar ve yayınlamışlardır.

Medikal Fizik Derneği'nin amaçlarından birisi de üyelerinin uluslararası standartlarda klinik uygulamalar yapmasını sağlayacak ortamı oluşturmak için ulusal standartların belirlenmesidir. Ülkemizde bulunan tedavi ve görüntüleme cihazlarının, dozimetrik ekipmanların ve hareket takip sistemlerinin çeşitliliği göz önüne alındığında, kalite kontrol testlerinin doğru ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için ulusal kalite temini raporlarının oluşturulması kaçınılmaz olmuştur. Bu raporların yazılması amacıyla medikal fizik derneği bünyesinde görev gurupları kurulmuştur. Medikal Fizik Derneği olarak ilk etapta, radyoterapinin klinik başarısını doğrudan etkileyebileceğini düşündüğümüz için radyoterapi cihazlarının kalite kontrolüne yönelik raporların oluşturulmasına karar verilmiştir. Bu nedenle, alanında tecrübeli medikal fizikçiler tarafından derneğimiz bünyesinde sekiz tane görev grubu oluşturulmuştur. Bu gruplar;

# DERNEKTEN HABERLER

- Tomoterapi Kalite Temini Görev Grubu,
- Linak Kalite Temini Görev Grubu,
- Tedavi Planlama Sisteminde Kalite Temini Görev Grubu,
- Brakiterapide Kalite Temini Görev Grubu,
- Bilgisayarlı Tomografi Tedavi Simülatöründe Kalite Temini Görev Grubu,
- Cyberknife Kalite Temini Görev Grubu,
- Görüntü Rehberliğinde Radyoterapide Kalite Temini Görev Grubu
- MR Linak Kalite Temini Görev Grubu,

olarak belirlenmiştir. Bu raporların ulusal anlamda radyoterapi alanındaki literatüre ve klinik pratiğe katkıda bulunacağına inanıyoruz.

Bu ulusal raporlar Türk Onkoloji Dergisi'nin "Medikal Fizik Özel Sayısında" yayınlanacaktır. Ayrıca, raporların daha kapsamlı versiyonlarına dernek web sitesinden erişilebilecektir. Bu sayede, ülkemizde radyoterapi alanında görev alan medikal fizik uzmanlarını ve radyasyon onkologlarını da içeren geniş bir kitleye ulaşılmış olacaktır.

## Derneğimize ait bilimsel dergimiz "AMPAS" yayın hayatına başlıyor...

[Register](#) [Login](#)



### Advances in Medical Physics and Applied Sciences

Home
Issues
Author Guidelines
Reviewer Guideline
Editorial Team
About
Contact

**About the Journal**

*Advances in Medical Physics and Applied Sciences (AMPAS)* is an international, open access, multidisciplinary journal that publishes research in the field of medical physics for researchers and clinicians. The target audience of the journal is Medical Physicists, Radiation Oncologists, Radiologists, Nuclear Medicine Specialists, Biomedical Engineers, researchers and clinicians working in disciplines related to Medical Physics. The journal is published three times a year, covering the months of April, August and December. The official language of the journal is English.

All content is freely accessible without any charge to users or institutions. Users have the permission to read, download, copy, distribute, print, search or link to the full texts of the articles in this journal without prior approval from the publisher or author.

**Make a Submission**

**Information**

For Readers

For Authors

For Librarians

**PUBLISHER**

 **MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ**  
Turkish Medical Physics Association

**Keywords**

**M**edikal fizik camiası olarak, akademik çalışan ve araştırmalarıyla bilime katkı sunan meslektaşlarımızın sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu durum medikal fizik bilim alanında, çalışmaları ve yeni gelişmeleri yaymak amacıyla bilimsel hakemli bir dergiyi zaruri hale getirmiştir.

Bilgiyi ve gelişmeleri yaymak ve akademik okur kitlesine hitap etmek amacıyla dernek yönetim kurulu kararı ile dergi çalışmalarına başlanmıştır. Camiamızda akademik dergi tecrübesine sahip meslektaşlarımızla bir araya gelinerek büyük bir özveri ile çalışılmıştır.

Medikal Fizik Derneği'nin sahibi olduğu derginin adı "Advances in Medical Physics and Applied Sciences (AMPAS)"'dır. AMPAS, araştırmacılar ve klinisyenler için medikal fizik alanında araştırmalar yayınlayan uluslararası, açık erişimli, multidisipliner bir dergidir.

# DERNEKTEN HABERLER

Amacı üst düzey klinik ve deneysel çalışmalar ile vaka raporları, derleme makaleleri, teknik notlar ve editöre mektuplar yayınlamaktır. Derginin hedef kitlesi Medikal Fizikçiler, Radyasyon Onkologları, Radyologlar, Nükleer Tıp Uzmanları, Biyomedikal Mühendisleri, Medikal Fizik ile ilgili disiplinlerde çalışan araştırmacılar ve klinisyenlerdir. Dergi, Nisan, Ağustos ve Aralık aylarını kapsayacak şekilde yılda üç kez yayımlanacaktır. Derginin resmi dili İngilizcedir. Derginin web adresi ise, “ampasjournal.com” dur.

İlk sayıyı Aralık ayında çıkarmayı planlamaktayız. Amacımız derginin, uluslararası dergi veritabanlarında yer almasını ve indekslerde yer almasını sağlamaktır. Dergi, sizden akademik makaleler geldikçe ve dergide yayınlanan makaleler kaynak gösterildikçe sürekliliğini sağlayacak ve ilerleme kat edecektir. Bu nedenle tüm meslektaşlarımızın desteği oldukça önemlidir.

Advances in Medical Physics and Applied Sciences (AMPAS) bilimsel dergimizin, bilime ve medikal fizik camiaına faydalı olmasını diler, destekleriniz için tüm meslektaşlarımıza teşekkür ederiz. Unutmayalım ki birlik oldukça daha güçlüyüz.

Bir sonraki sayıda güzel haberler paylaşmak ümidiyle...



EPSILON



Treatment more precise  
technologies more effective  
and medicine more brilliant



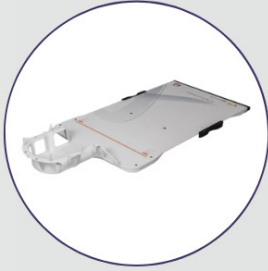
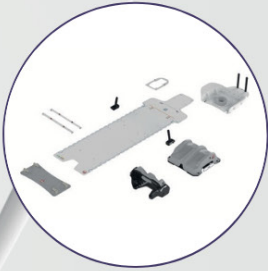
DOSIMETRY

PROTECT +  
ENHANCE +  
SAVE LIVES

DIAGNOMATIC  
www.diagnostic.com

MODUS QA  
an IBA Dosimetry Company

Accuracy. Quality. Confidence.  
Better Accuracy Means  
Better Outcomes.



### RADYOTERAPİ Kalite Uygunluk

- Lineer Hızlandırıcılar
- Robotik Lineer Hızlandırıcı
- Helikal Tomoterapi
- Tedavi Sistemleri Görüntü Bileşenleri
- İntraoperatif Elektron Radyoterapi
- BT Tedavi Similatörü
- Brakiterapi

### NÜKLEER TIP Kalite Uygunluk

- PET ve PET/CT
- SPECT ve SPECT/CT
- Gama kamera sistemleri
- Doz kalibratörleri
- Tiroid uptake sistemleri
- Manual ve otomatik gama radyasyon sayım sistemleri

### RADYOLOJİ Kalite Uygunluk

- Konvansiyonel radyografi sistemleri (Sabit ve Mobil)
- Dijital radyografi sistemleri (DR)
- Bilgisayarlı radyografi sistemleri (CR)
- Bilgisayarlı tomografi (CT)
- Floreskopisi sistemleri
- Mamografi sistemleri
- Dental görüntüleme sistemleri (Panoramik ve Periapikal)
- Film banyo sistemleri
- Görüntüleme panelleri
- Ultrason ve ekokardiyografi cihazları
- Manyetik rezonans görüntüleme (MR)



EPSILON



DOSIMETRY



Epsilon Elektronik San. ve Tic. A.Ş. Ferhatpaşa Mah. 15. Sk. No:126-128A Ataşehir/İstanbul/Türkiye Tel. No: +90 (212) 219 56 57 info@epsilonelektronik.com  
Epsilon Landauer Doz. Tek. San. ve Tic. A.Ş. Ferhatpaşa Mah. 15. Sk. No:126-128/2 Ataşehir/İstanbul/Türkiye Tel. No: +90 (212) 247 65 99 info@epsilonlandauer.com.tr

# BİLİM KÖŞESİ

## NÜKLEER TIPTA ENSTRÜMANTASYON ve KALİTE KONTROLÜN ÖNEMİ

Med.Fiz.Uzm. Alptuğ Özer YÜKSEL

Bilkent Şehir Hastanesi-ANKARA

21. yüzyılda sağlık sistemi, kanıta dayalı sonuçların hasta güvenliği ve memnuniyeti ile birlikte hedeflenmesiyle “nicel kalite” üzerinde durulması bakımından önemli bir değişim geçirmektedir. Her tıbbi ürün kalitesini, performansını, etkililiğini, güvenliğini, güvenilirliğini, stabilitesini vb. doğrulamak için önceden belirlenmiş ve etkinlikleri saptanmış testlere tabi tutulmalıdır. Kalite sistemi, olumsuz durumların uygulamaya başlamadan önce ortaya çıkartılmasını ve gerekli düzenlemelerin yapılmasını sağlar. Mesleğimiz açısından baktığımızda, bu uygulamalar ile hasta ve çalışanların daha fazla radyasyona maruz kalmaları önlenerek ve kuruldukları zamana göre performanslarını kaybetmiş sistemlerin saptanması mümkün olacaktır.

### 1. Kalite Sistemi

İleri teknolojiye dayalı diğer uzmanlık alanlarında olduğu gibi, nükleer tıp uygulamalarında da yüksek verimlilik ve güvenilirlik standartlarına ulaşmanın uygun bir kalite güvence programı gerektirdiği yaygın olarak kabul edilmektedir. Ekipman ve süreçlerin kalitesini korumak veya iyileştirmek için genelde iki standart vardır,

Ürünlerdeki hataları veya arızaları önlemenin bir yolu ve süreç odaklı bir kavram olan Kalite güvencesidir ve bir kalite sistemi içerisinde uygulanan sistematik bir süreci belirtir.

- Kalitenin tüm yönleriyle geçerli olmasını sağlamak için ekipman incelemesini içeren bir süreç ve ürün odaklı bir kavram olan Kalite kontrol mekanizmasıdır.
- Kalite kontrol ile üretilen ürünün veya gerçekleştirilen hizmetin daha önceden tanımlanmış bir dizi performans kriterine uyması amaçlanmaktadır.

|                 | Kalite Güvencesi                                     | Kalite Kontrol                                                                                 |
|-----------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Faaliyetler     | Süreçlerde kaliteyi sağlamaya yönelik                | Ürünlerde kaliteyi sağlamaya yönelik                                                           |
| Amaç            | Hataları önlemek                                     | Hataları tanımlamak (ve düzeltmek)                                                             |
| İşlem           | Proaktif                                             | Reaktif                                                                                        |
| Değerlendirme   | Dokümantasyon dahil planlı ve sistematik faaliyetler | Ürün kalitesini, sürecini ve hizmetini elde etmek ve sürdürmek için faaliyetler veya teknikler |
| Sorumlu Kişiler | Sürece dahil olan herkes                             | Ürünü test eden özel ekip                                                                      |
| Ekipman         | KG, bir yönetim mekanizması                          | KK, düzeltici bir mekanizma                                                                    |

Tablo-1. Kalite güvencesi ile kalite kontrol karşılaştırmaları

Nükleer tıpta kalite güvencesi, klinik uygulamanın tüm yönlerini kapsamalı ve özellikle prosedür taleplerinin iletilmesinde kalite kontrol mutlaka yapılmalıdır.

- Radyofarmasötiklerin hazırlanması ve dağıtılması;
- Hastaların, personelin ve halkın radyasyon tehlikelerine veya hatalı ekipmanın neden olduğu kazalara karşı korunması
- Hastaların planlanması;
- Elektronik aletlerin kurulumu, kullanımı ve bakımı;
- Fiili prosedürlerin metodolojisi;
- Verilerin analizi ve yorumlanması;
- Ve sonuçların raporlanması, kayıtların tutulması gibi birçok örnek verilebilir.

### 2. Kabul Testi

Sistemler üretildikten sonra sevkiyat öncesi fabrika çıkış testlerine tabi tutulurlar. Bu testler her üretici tarafından kendi sistemlerine uyarlanmış şekilde yapılmaktadır. Kliniğine yeni kurulacak sistem için öncelikle kurulumdan sonra mutlaka kabul testleri yapılmalıdır. Klinik incelemeler öncesinde kontroller ve belirli periyotlarla (haftalık, aylık) rutin KK çalışmaları yapılmalıdır. Sonuçların güvenilir olması için standart ölçüm teknikleri kullanılmalıdır.



Kabul testlerinde genellikle kullanılan standart prosedür ve performans ölçümleri,

# BİLİM KÖŞESİ

Uluslararası Elektroteknik Komisyonu (IEC) veya diğer uluslararası otoriteler tarafından yayınlananlardır. Görüntüleme sisteminin garanti süresi, sistemin klinik koşullar altında kabul edilebilir minimum sonuçları vermesiyle yani kabul testini geçmesiyle başlamalıdır. Tıbbi cihazlara yönelik kabul testlerinin Avrupa Birliği içinde yasal bir gereklilik haline geldiği de dikkate alınmalıdır; Avrupa Konseyi Direktifi 2013/59 numaralı uyumlu yasa ve yönetmelik ile “üye devletler ekipmanın klinik amaçlarla ilk kullanımından önce kabul testlerinin yapılması ile ilgili idari hükümleri yürürlüğe koyacak ve 6 Şubat 2018 tarihine kadar sağlayacaktır” şeklinde hükme alınmış ve süreç hali hazırda devam etmektedir.

### 3. Kalite Kontrol Testi

Nükleer tıp ekipmanının düzgün çalıştığından emin olmak için temel düzeyde rutin kalite kontrol de gereklidir. Bu testler, klinik koşullar altındaki çalışma koşullarını yansıtır ve haftalık, aylık, üç aylık veya yıllık aralıklarla yapılabilir. Rutin testlerle ekipmanın devam eden performansının test edilmesine yönelik sonuçlar alınır ve hataların, klinik işleyişi etkilemeden tespit edilmesi amaçlanır. Tüm test sonuçları kaydedilir ve değişiklikler açısından izlenmelidir. Değişiklik gözlemlendiğinde uygun önlemler ivedilikle alınmalıdır. Rutin Kalite Kontrol için yeterli ekipman, personel ve eğitim zamanı mutlaka ayrılmalıdır.

#### 3.1. Fiziki Şartlar

Cihazın monte edileceği yerin seçimi, cihazın performansını ve dolayısıyla kalite kontrolü etkileyebilir. Cihazın düzgün çalışmasını etkileyebilecek diğer parametreler ise;

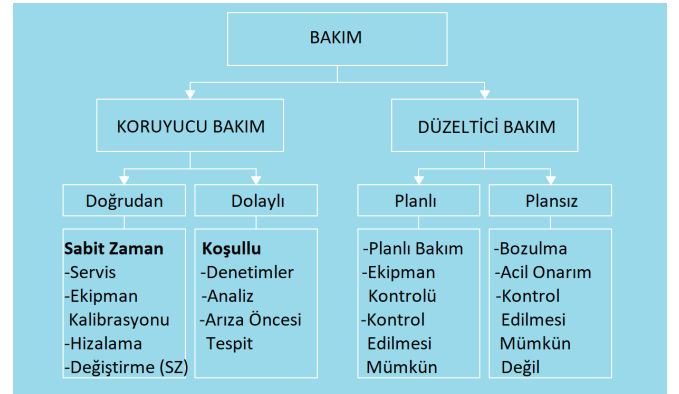
- Alanın kullanılabilirliği (klinik uygulama ve kalite kontrol ve bakım prosedürleri için yeterli alan)
- Elektrik güç kaynakları (voltaj ve frekansa ilişkin cihaz özelliklerine uygun olmalıdır)
- Sıcaklık, nem ve hava kirliliği (sabit sıcaklık ve yavaş sıcaklık değişimleri, düşük nem ve temiz hava)
- Background radyasyon seviyeleri (sıcak hücrenin konumu, radyoaktif maddelerin depolanması ve taşınması ve hastaların hareketi) gibi fiziksel nicelikler de olabilir.

Bu sebeple sistemin çalışacağı lokasyon ve fiziki şartlar da mutlaka hesap edilmemelidir.

#### 3.2. Bakım Türleri

Nükleer tıpta kullanılan ekipmanların neredeyse tamamı mekanik, elektrik veya elektronik parçalardan oluşan karmaşık sistemlerdir ve bu bileşenlerden herhangi biri zaman içinde arızalanabilir. Bu nedenle sistemlerin bakımının yapılması gerekir ve bu süreçte ikiye ayrılmaktadır,

- Ekipmanı çalışır durumda tutmak ve plansız bakım faaliyetlerinden kaçınmak için yapılan temel, rutin ve planlı bakım faaliyetidir ve KORUYUCU BAKIM olarak nitelendirilir.
- Ekipmanın normal durumuna dönmesini sağlamak amacıyla bir arızayı tespit etmek ve düzeltmek için yapılan DÜZELTİCİ BAKIM’lardır. Yani onarım yoluyla ekipmanın işlevsel duruma getirilmesi olarak da nitelendirebiliriz.



Şekil-1: Bakım türleri şeması (EANM Technologists Guide 2017, Şekil-3; Syf 13)

### 4. Kalite Yönetim Sistemi

Mevzuat gerekliliklerini karşılamak, sürekli olarak etkinlik ve verimliliği artırmak amacıyla faaliyetleri koordine etmeye yardımcı olması temel hedef seçilerek kalite politikalarının ve hedeflerinin açıkça tanımlanmış süreçler, prosedürler ve sorumluluklar içeren bir dokümantasyon sistemini üzerine kurulması düşüncesi ile kalite yönetim sistemi (KYS) oluşturulmuştur.

Nükleer tıp hizmeti her biri kendi düzenlemeleri, süreçleri ve çıktıları olan birçok farklı mesleki yeterliliği içerdiğinden doğası gereği multidisipliner bir yaklaşım olmuştur. Bu nedenle de kapsamlı bir kalite yönetim sistemini bünyesinde içermelidir. Nükleer tıpta kalite yönetim sistemi,

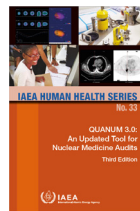
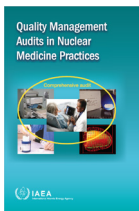


# BİLİM KÖŞESİ

- Ekipman kullanımı ve bunların Kalite Güvencesi ve Kalite Kontrolü de dahil olmak üzere klinik uygulamalar,
- Radyofarmasötik preparatlar ve yine bunlara ait Kalite Güvencesi ve Kalite Kontrolü,
- Hem hastaların hem personelin ve hem de çevrenin radyasyondan korunması, gibi klinik soruları yanıtlama yeteneğine haiz olmalıdır.

Bu sebeple; Uluslararası atom enerji ajansı 2006 yılında uygulama kalitesinin çok farklı düzeylerde olması ve bunların uluslararası kabul görmüş standart düzeylere yükseltilmesi ihtiyacının farkındalığına dayanarak, Nükleer Tıpta Kalite Yönetim Denetimleri adlı kısaca QUANUM olarak ifade edilen bir projenin hazırlanmasını ve uygulanmasını planlamıştır. Projenin amacı, düşük ve orta gelirli ülkelerdeki nükleer tıp uygulayıcılarına, uygulamalarındaki zayıf alanları tespitinde, uluslararası standartlar konusunda farkındalığı arttırmalarında ve yıllık sistematik denetim sürecinin uygulanmasını teşvik etmelerine yardımcı olacak bir ekipman sağlamak olarak planlanmıştır.

Planlama ile birlikte, Nükleer tıbbın uygulanmasıyla ilgili tüm disiplinleri kapsayan bir program dünya çapındaki uygulayıcıların kullanımı için ilk olarak 2008 yılında Nükleer Tıp Uygulamalarında Kalite Yönetim Denetimleri (QUANUM) başlıklı bir kılavuz olarak yayınlanmıştır. Gelişen süreç ile birlikte Uluslararası atom enerji ajansı, Nükleer tıp hizmetindeki mevcut ve en iyi uygulamaları yansıtacak şekilde kılavuzun güncellenmesine ihtiyaç duyulduğunu kabul ederek "İnsan Sağlığı Serisi 33 numaralı raporu" adı altında 2015 yılında "Nükleer Tıp Uygulamalarında Kalite Yönetimi Denetimleri" başlığıyla projenin ikinci baskısını yayımlamış ve sonrasında 2021 yılında "Nükleer Tıp Denetimleri için Güncellenmiş Bir Araç, Üçüncü Baskı" başlığıyla yayımlanmıştır.



Ülkemizde de benzer doğrultuda sağlıkta kalite çalışmaları 2003 yılında Sağlıkta Dönüşüm Programı ile gündeme gelmiş ve bu kapsamda Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü sağlıkta kalite çalışmalarını başlatmış ve son olarak 2020 yılında Sağlıkta Kalite Standartları, Hastane (Sürüm 6) setini yayımlamıştır. Ayrıca ilk

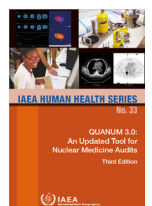
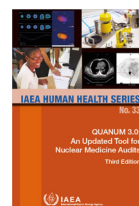
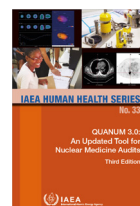
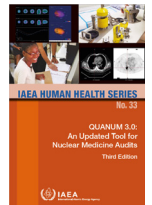
versiyonu 2022 yılında yürürlüğe giren ve Aralık 2023 tarihinde son revizyonunu alan KALİTE UYGUNLUK VE KALİTE KONTROL TESTLERİ HAKKINDA YÖNETMELİK, TİTCK tarafından yayımlanmış ve yönetmelik kapsamında yer alan cihazlara ilişkin uygulanması gereken kalite uygunluk testleri; testler için gerekli asgari donanım, referans alınabilecek ilgili standartlar/kılavuzlar/talimatlar açıkça belirtilmiştir.



Nükleer tıpta kalite güvencesi, klinik uygulamanın tüm yönlerini kapsamalı ve özellikle prosedür taleplerinin iletilmesinde kalite kontrol yapılmalıdır. Bu sebeple radyofarmasötiklerin de kalite kontrolü önemli bir yer tutar. Bu bağlamda Türkiye Nükleer Tıp Derneğinin 2020 yılında yayınlamış olduğu kılavuzlar ile birlikte radyofarmasötiklerin kalite kontrolü, sıcak oda standartları ve iyi radyofarmasi uygulamaları hakkında geniş çerçevede bilgiler paylaşılmıştır.



## 5. Yardımcı ve Referans Dokümanlar



# BİLİM KÖŞESİ

## 5. Yardımcı ve Referans Doküman-lar

Hem TİTCK kılavuzundaki testler için referans olan hem de kalite yönetim sistemi içerisinde önemli rolü olan başlıca bazı kaynaklara kronolojik olarak sıralarsak;

|                                                |                                        |                                        |                                           |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                |                                        |                                        |                                           |
| IAEA-TEC-DOC-317 (1984)                        | IAEA-TEC-DOC-602 (1991)                | NEMA STANDARDS PUBLICATION NU-3 (2004) | IAEA-TRS-454 (2006) DAR-DE-TRS-454 (2006) |
|                                                |                                        |                                        |                                           |
| IAEA-HHS-1 (2009)                              | IAEA-HHS-6 (2009)                      | EC-RAD. PROT. 162 (2012)               | Nuclear Medicine Physics (2015)           |
|                                                |                                        |                                        |                                           |
| EAM Technologists' Guide (2017)                | NEMA STANDARDS PUBLICATION NU-1 (2018) | NEMA STANDARDS PUBLICATION NU-2 (2018) | IEC-61223-3-5 (2019)                      |
|                                                |                                        |                                        |                                           |
| EFOMP'S GUIDELINE: PET/CT and PET/MR QC (2022) | IEC-61675-1 (2022)                     | IAEA-HHR-19 (2022)                     |                                           |

# BİLİM KÖŞESİ

## ADLİ TIPTAKİ RADYOLOJİ UYGULAMALARINDA MEDİKAL FİZİĞİN YERİ

Adli Bilimler Uzm. & Medikal Fizik Uzm. Öğretim Görevlisi Ceren Akagündüz Ayrancıoğlu

Tınaztepe Üniversitesi-İZMİR

### 1. Giriş

**A**dli bilimler, hukuksal bir problemin soruşturulması sırasında elde edilen delillerin incelenmesi ve değerlendirilmesi ile delil-olay-mağdur ve fail arasında illiyet bağı kurulmasına hizmet eden, bilimsel ve teknik yöntemleri kullanarak suçun aydınlatılmasını amaçlayan multidisipliner bir alandır.

Adli bilimlerin alt dallarından biri olan adli fizik, fizik biliminin hukuki sorunlarla kesiştiği noktalarda çözüm ararken, adli tıp ise tıp biliminin yöntem ve yaklaşımlarını kullanarak adli nitelikteki olayları inceler. Adli fizik ve adli tıbbın medikal fizik ile kesiştiği önemli bir alan ise adli radyoloji uygulamalarıdır. Özellikle postmortem görüntüleme alanında, medikal fizik uzmanlarının rolü; iyonize radyasyon yayan görüntüleme cihazlarıyla gerçekleştirilen uygulamalarda radyasyondan korunma, radyasyon güvenliği, görüntüleme cihazlarının kalite kontrolü ve kalibrasyonları, cihazların doz çıkışlarının hesaplanması, görüntü kalitesinin sağlanması ve radyolojik görüntülerin işlenmesi gibi kritik görevler olarak sıralanabilir.

Medikal fizik uzmanlarının bu süreçlerde aktif olarak yer almaları, postmortem görüntüleme ile elde edilen verilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini arttıracaktır. Dolayısıyla, adli tıpta radyoloji uygulamaları sadece teknik işlemlerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda elde edilen verilerin adli açıdan doğru bir şekilde yorumlanmasına da önemli bir katkı sunmaktadır. Bu nedenle, adli tıptaki radyoloji uygulamalarında medikal fiziğin rolü, yalnızca teknik işlemlerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda elde edilen verilerin adli açıdan doğru bir şekilde yorumlanmasına da katkı sunar.

Bu makale, adli tıpta radyoloji uygulamalarının da medikal fiziğin rolüne dair genel bir bilgi sunmayı amaçlamaktadır.

### 2. Adli Tıptaki Radyoloji Uygulamaları

Postmortem görüntüleme; ultrasonografi, dijital radyografi, floroskopi, anjiyografi, bilgisayarlı tomog-

rafi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi radyolojik tekniklerin kullanılarak ölüm sonrasında ölen kişinin vücudunun incelenmesini mümkün kılan bir yöntemdir. Bu teknik ile ölü muayenesi invaziv olmayan bir yöntem ile hızlı bir şekilde yapılarak ölüm nedeni, orijini ve mekanizmasını aydınlatarak önemli bulgular elde edilmesini sağlar. Özellikle üç boyutlu ve kesitsel görüntüleme yöntemleri, geleneksel otopsi sırasında gözden kaçabilecek kritik bulguların tespit edilmesine olanak sağlayarak tanısal doğruluğu artırır (1-4).

Postmortem görüntüleme, geleneksel otopsi yapılmasının zor olduğu ya da mümkün olmadığı, örneğin parçalanmış, çürümüş veya yanmış cesetlerin bulunduğu vakalarda son derece değerli bilgiler sunar. Aynı zamanda, kitlesel felaketler ve doğal afetler gibi zaman yönetiminin kritik olduğu durumlarda adli tıbbi incelemenin ve kimliklendirmenin hızlı bir şekilde yapılmasını sağlar (1-4).

Adli uygulamaların yanı sıra, postmortem görüntüleme tıbbi araştırmalar ve eğitimde de önemli bir rol oynar. Bu teknik, hastalıkların prognozu, doğumsal anomaliler ve ölüme katkısı bulunmuş olabilecek teşhis edilmemiş ya da gizli kalmış hastalıklar hakkında bilgi sunarak tıbbi araştırmaları kolaylaştırır. Ayrıca, yeni tanı ve tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı da bulunur (5-8).

Geleneksel otopsi ceset üzerinde girişimsel işlem gerektirdiğinden, otopsi yapan personel açısından sağlık riski taşır. Ancak postmortem görüntüleme ile bu risk özellikle bulaşıcı hastalık taşıdığı bilinen vakaların incelemesinde minimize edilebilir hale gelir.

Postmortem görüntüleme ile elde edilen bulguların dijital olarak doküman edilebilir olması, geleneksel otopsi sırasında kullanılan fotoğraf ve video kayıt yöntemlerine duyulan ihtiyacı azaltır. Dijital verilerin uzun süre bozulmadan arşivlenebilmesi ve transfer edilebilmesi, ante-mortem ve post-mortem veriler arasında yapılacak incelemelerde uzun süre sonra bile yeniden değerlendirme yapılabilmesini mümkün kılar.

Sağlıklı bir otopsinin ölümden sonra yalnızca bir kez yapılabileceği düşünüldüğünde, postmortem görüntüleme, vakaların yeniden değerlendirilmesi açısından da büyük önem taşır.

Genel olarak, postmortem görüntüleme, adli bilimler, klinik uygulamalar ve tıbbi eğitim arasında köprü kuran, doğruluk ve verimliliği arttıran bir araçtır.



# BİLİM KÖŞESİ

## 3. Postmortem Görüntülemeye Medikal Fizik Uygulamaları

Postmortem görüntüleme cesedin adli inceleme-sinde önemli bir yere sahiptir. Yukarıda bahsi geçen farklı tip radyolojik görüntüleme teknikleri, adli vakaların çözümü açısından kritik bilgi sağlar. Postmortem görüntüleme sürecinde medikal fizik, iyonize radyasyon yayan görüntüleme cihazlarıyla gerçekleştirilen uygulamalarda radyasyondan korunma, radyasyon güvenliği, görüntüleme cihazlarının kalite kontrolü ve kalibrasyonları, cihazların doz çıkışlarının hesaplanması, görüntü kalitesinin sağlanması ve radyolojik görüntülerin işlenmesinde anahtar rol oynar.

Bu makalede postmortem görüntülemeye medikal fizik uygulamaları; radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği, görüntü işleme, postmortem interval tayini, fantom modellemesi araştırmaları, bilirkişi raporu ve uzman mütalaası başlıkları altında incelenecektir.

### 3.1. Postmortem Görüntülemeye Radyasyondan Korunma ve Radyasyon Güvenliği Uygulamaları

Postmortem görüntülemeye, dijital radyografi, floroskopi, anjiyografi ve bilgisayarlı tomografi gibi özellikle x-ışını ile görüntüleme yapan sistemler kullanılırken, radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği uygulamaları önem kazanır. Rutin klinik uygulamaların aksine, postmortem görüntüleme ile incelenen hasta artık hayatta olmadığı için radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği önlemleri inceleme konusu ceset açısından bir gereklilik olmamakla birlikte, görüntülemeyi yapan sağlık personeli açısından kritik önem taşımaya devam eder. Görüntüleme sırasında personelin maruz kaldığı radyasyon miktarının kontrol edilmesi, doz izleminin titizlikle yapılmasını, görüntüleme protokollerinin optimize edilmesini, çekim tekrarlarının önlenmesini ve zırlama gibi fiziksel korunma yöntemlerinin uygulanmasını gerektirir. Tüm bu süreçlerde medikal fizik uzmanlarının aktif bir rol üstlenmesi, radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği açısından kritik öneme sahiptir.

Radyasyondan korunma ve radyasyon güvenliği açısından risk teşkil eden bir diğer durum ise radyoaktif cesetlerin ölü muayenesi, görüntülenmesi ve otopsis sırasında ortaya çıkar. Radyasyon kazası geçirerek kontamine olmuş, radyonüklid veya kalıcı radyoaktif implant tedavisi almış kişilerin cesetlerinin taşınması, incelenmesi ve muhafaza edilmesi sırasında, radyoaktif maddenin tespiti, doz ölçümü, yarı ömür tayini gibi

kritik işlemler için standart bir protokol bulunmamaktadır. Bu tür cesetlere yaklaşıma yönelik iş akışı talimatlarının oluşturulması adli tıp çalışanlarının sağlık ve güvenliği açısından büyük önem taşır. Bu bağlamda, medikal fizik uzmanları, gerekli protokollerin hazırlanmasında sorumluluk almalı ve bu protokollerin etkin bir şekilde uygulanması sürecinde aktif rol üstlenmelidir.

### 3.2. Radyolojik Görüntülerin İşlenmesi ve Analizi

Postmortem görüntüleme modaliteleri ile elde edilen ham görüntülerin işlenmesi sürecine medikal fizik uzmanlarının mutlaka dahil edilmesi gerekmektedir. Bu süreç; görüntü kalitesinin iyileştirilmesi, artefaktların azaltılması, anatomik detayların vurgulanması ve cesedin içinde bulunabilecek yabancı cisimlerin (mermi çekirdekleri, saçma taneleri, medikal cihazlar ve implantlar, vb.) tespit edilmesi gibi önemli aşamaları içerir. Örneğin, mermi çekirdekleri veya saçma taneleri gibi metal artefaktına neden olan yabancı cisimlerin varlığında, bu artefaktın düzeltilmesi, yabancı cisimlerin sayısı, anatomik lokalizasyonları, bu cisimlerin oluşturduğu trajelerin tanımlanması veya giriş deliği tayini gibi olayın doğası hakkında kritik bilgiler sunar. Bunun gibi kritik öneme sahip bulguların yüksek doğrulukla elde edilebilmesi açısından postmortem görüntüleme ile elde edilen radyolojik görüntülerin işlenmesi sürecinde kullanılacak algoritmaların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu açıdan medikal fizik uzmanlarının sürece dahil olmaları adli analizlerin doğruluk ve güvenilirliğini arttıracaktır.

### 3.3. Postmortem Görüntüleme ile Postmortem İnterval Tayini Uygulamaları

Postmortem interval (PMİ), bir kişinin ölümünden sonra ne kadar süre geçtiğini belirlemek için kullanılan önemli bir kavramdır ve ölümle sonuçlanan olaylarda adli soruşturma sürecinde sıkça karşılaşılan temel sorulardan biridir. Literatürde, PMI tayinine yönelik entomolojik, histopatolojik ve tanatolojik birçok yöntem bulunmaktadır. Ancak son dönemlerde postmortem görüntüleme teknikleri kullanılarak PMI tayini yapılabileceğine dikkat çeken yeni çalışmalar ortaya çıkmıştır (9-11). Bu bağlamda, postmortem görüntüleme ile adli fizikçi ve medikal fizikçinin ortak perspektifiyle geliştirilecek yeni yöntemler geliştirilebilir. Örneğin, cesedin vücut sıcaklığı, dokuların su içeriği ve diğer fiziksel özelliklerindeki değişimlerin analiz edilmesi, daha kesin PMI tayini sağlayabilecek yeni yöntemlerin geliştirilmesine olanak sunmaktadır.

# BİLİM KÖŞESİ

Adli ve medikal fizik uzmanları, bu parametreleri dikkate alarak PMI tahminlerini daha kesin hale getirebilirler.

### 3.4. Fantom Modellemesi Araştırmaları

İnsansı fantomlar, medikal fizik alanında yaygın olarak kullanılan ve çeşitli araştırma, eğitim ve klinik uygulamalarda önemli bir role sahip olan araçlardır. Özellikle postmortem görüntüleme cihazlarının performansını test etmek, görüntüleme protokollerini optimize etmek, postmortem süreçleri simüle etmek ve adli tıp eğitimine katkı sağlamak amacıyla özel olarak tasarlanmış insansı fantomlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tür fantomlar, gerçek insan anatomisinin hassas bir şekilde taklit edilmesi ve farklı adli senaryoların simülasyonuna olanak tanınması açısından büyük önem taşır.

Medikal fizik uzmanları, bu alandaki ihtiyacı karşılamak amacıyla fantom modelleme çalışmalarına yönelerek, hem postmortem görüntüleme süreçlerinin doğruluğunu artıracak hem de adli tıp eğitiminin kalitesini yükseltecek yeni yaklaşımlar geliştirebilirler. Fantomların anatomik, doku benzeşimi ve radyolojik özelliklerinin optimize edilmesi, klinik ve adli uygulamalarda daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacaktır. Bu doğrultuda yapılacak araştırmalar hem medikal fiziğin hem de adli bilimlerin ilerlemesine önemli katkılar sunacaktır.

### 3.5. Bilirkişilik Raporu ve Uzman Mütalaası

Bilirkişi raporu, ceza yargılaması sürecinde uyumsuzluk konusu olan olayın çözümü, uzmanlık, özel veya teknik bilgi gerektiğinde, soruşturma aşamasında Cumhuriyet savcısı, kovuşturma aşamasında ise hâkim veya mahkeme tarafından görevlendirilen bilirkişiler tarafından hazırlanan yazılı bir rapordur. Uzman mütalaası ise, alanında uzmanlığı belgelenmiş kişi veya kurumlar tarafından, ceza yargılamasında uyumsuzluk konusu olan bir olayı aydınlatmak amacıyla hazırlanan teknik veya bilimsel içerikli rapordur.

Adli vakaların çözümünde, çözümün uzmanlık ve teknik bilgi gerektirdiği durumlarda, medikal fizik uzmanları kendi uzmanlık alanlarıyla sınırlı olmak üzere bilirkişi raporu ya da uzman mütalaası yazabilirler. Medikal fizik alanında bilirkişilik ve uzman görüşü sunulabilecek başlıca konular arasında; radyasyon içeren tıbbi uygulamalarda malpraktis iddiaları, radyasyon dozu hesaplaması gerektiren tıbbi durumlar, radyasyon kazalarının incelenmesi, postmortem görüntüleme kullanılan algoritmaların teknik doğruluğunun

değerlendirilmesi ve yargıya sunulacak teknik bilgilerin anlaşılabilir hale getirilmesi yer almaktadır. Bu gibi konularda medikal fizik uzmanlarının sunacağı bilirkişi raporları ve uzman görüşleri, adli süreçlerin bilimsel doğruluğunu ve güvenilirliğini artırmakla kalmaz adaletin tecelli etmesinde de kritik rol oynar.

## 4. Sonuç

Adli tıp ve adli fizik arasında postmortem görüntüleme ile köprü kuran medikal fizik uygulamaları hem adli süreçlerdeki bilimsel doğruluğu hem de tıp eğitimin kalitesini artırma potansiyeline sahiptir. Medikal fizik uzmanlarının radyasyondan korunma ve güvenlik, görüntü işleme, postmortem interval tayini ve insansı fantom modelleme gibi alanlarda sağlayacakları katkılar, yalnızca adli tıbbın teknik boyutunu geliştirmekle kalmayıp, aynı zamanda adli vakaların çözümünde kritik bilgi sağlama açısından da büyük önem taşır. Ayrıca, bilirkişi ve uzman görüşü gerektiren adli süreçlerde medikal fizik uzmanlarının oynayacağı aktif rol, adli incelemelerde bilimsel olarak güvenilir ve objektif sonuçların elde edilmesine önemli katkılar sağlayarak adaletin doğru şekilde tecelli etmesine yardımcı olacaktır.

## 5. Referanslar

1. Clemente, M. A., La Tegola, L., Mattera, M., & Guglielmi, G. (2017). Forensic radiology: an update. *Journal of the Belgian Society of Radiology*, 101(S2). <https://doi.org/10.5334/jbr-btr.1420>.
2. Decker, S. J., Braileanu, M., Dey, C., Lenchik, L., Pickup, M., Powell, J., Tucker, M., & Probyn, L. (2019). Forensic radiology: a primer. *Academic Radiology*, 26(6), 820-830. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2019.03.006>.
3. Elifritz, J., Nolte, K., Hatch, G., Adolphi, N., & Gerrard, C. (2014). Forensic radiology. In: McManus LM and Mitchell R. (Ed.) *Pathobiology of Human Disease*. Academic Press. (pp. 3448-3458). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-386456-7.06706-x>.
4. O'Donnell, C., & Woodford, N. (2008). Post-mortem radiology—a new sub-speciality? *Clinical Radiology*, 63(11), 1189–1194. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2008.05.008>.
5. Sonnemans, L. J. P., Kubat, B., Prokop, M., & Klein, W. M. (2018). Can virtual autopsy with postmortem CT improve clinical diagnosis of cause of death? A retrospective observational cohort study in a Dutch tertiary referral centre. *BMJ Open*, 8(3), e018834. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018834>.
6. Inai, K., Noriki, S., Kinoshita, K., Sakai, T., Kimura, H., Nishijima, A., Iwasaki, H., & Naiki, H. (2016). Postmortem CT is more accurate than clinical diagnosis for identifying the immediate cause of death in hospitalized patients: a prospective autopsy-based study. *Virchows Archiv*, 469(1), 101–109. <https://doi.org/10.1007/s00428-016-1937-6>.
7. Roberts, I. S., Benamore, R. E., Benbow, E. W., Lee, S. H., Harris, J. N., Jackson, A., Mallett, S., Patankar, T., Peebles, C., Roobottom, C., & Traill, Z. C. (2012). Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *The Lancet*, 379(9811), 136–142. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(11\)61483-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(11)61483-9).

# BİLİM KÖŞESİ

8. Kolasinski, J., Stagg, C. J., Chance, S. A., DeLuca, G. C., Esiri, M. M., Chang, E., Palace, J. A., McNab, J. A., Jenkinson, M., Miller, K. L., & Johansen-Berg, H. (2012). A combined post-mortem magnetic resonance imaging and quantitative histological study of multiple sclerosis pathology. *Brain*, 135(10), 2938–2951. <https://doi.org/10.1093/brain/aws242>.

9. Shen, Z., Zhong, Y., Wang, Y., Zhu, H., Liu, R., Yu, S., Zhang, H., Wang, M., Yang, T., Zhang, M. (2024). A computational approach to estimate postmortem interval using postmortem computed tomography of multiple tissues based on animal experiments. *Int J Legal Med*. 138(3):1093-1107. <https://doi.org/10.1007/s00414-023-03127-6>.

10. De-Giorgio, F., Ciasca, G., Fecondo, G., Mazzini, A., De Spirito, M., Pascali, V.L. (2021). Estimation of the time of death by measuring the variation of lateral cerebral ventricle volume and cerebrospinal fluid radiodensity using postmortem computed tomography. *Int J Legal Med*. 135(6):2615-2623. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02698-6>.

11. Wang, J., Zheng, J., Zhang, J., Ni, S., Zhang, B. (2017). Estimation of Postmortem Interval Using the Radiological Techniques, Computed Tomography: A Pilot Study. *Journal of Forensic Science and Medicine* 3(1): 1-8. [https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm\\_4\\_17](https://doi.org/10.4103/jfsm.jfsm_4_17).

# BİLİM KÖŞESİ

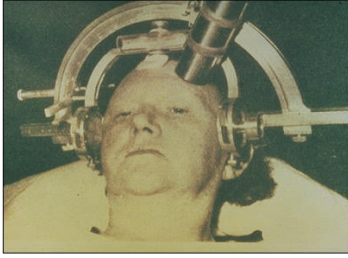
## GAMMA KNIFE RADYOCERRAHİ SİSTEMLERİNE GENEL BİR BAKIŞ

Med.Fiz.Uzm. Mehmet Orbay ASKEROĞLU

Koç Üniversitesi Hastanesi-İSTANBUL

1951 yılında Lars Leksell X-ışını tüpü ve stereotaktik çerçeveyi kombine ederek radyasyon tedavisi olarak kullanma fikrini ortaya atmıştır. Bu fikir aynı zamanda ilk radyocerrahi uygulaması olmuştur (Şekil 1).

First stereotactic radiosurgical procedure



Şekil 1: İlk radyocerrahi uygulaması

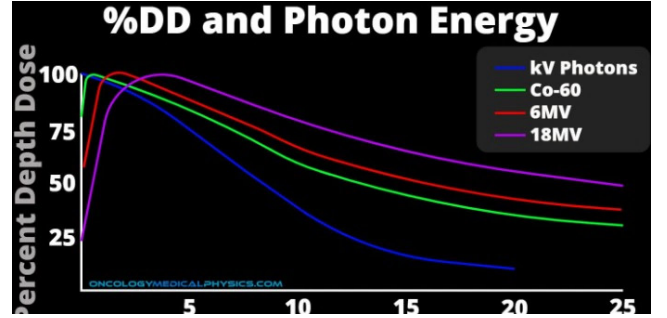
İlerleyen dönemde mevcut sistemin uygulanabilirlik açısından geliştirilmesi ile sentetik bir radyoaktif kaynak olan Co-60 izotopuna yer verilmiş ve görece yüksek enerjili gama ışınları kullanılmaya başlanmıştır. Bu fikir ilk olarak 1960' ların sonunda Lars Leksell ve Börje Larsson tarafından düşünülmüş ve aynı tarihlerde ilk Gamma Knife prototipi, devamında da diğer modeller geliştirilmiştir (Şekil 2)



Şekil 2: 1968 yılında üretilen prototipten başlayarak üretilen Gamma Knife modelleri

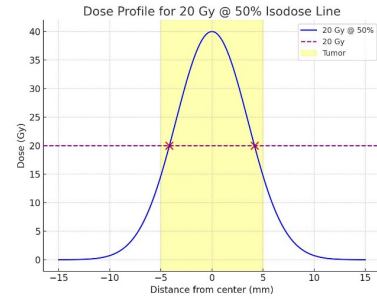
Cihazın güncel modelleri olan Perfection, Icon ve Esprit modelleri, 192 adet radyoaktif Co-60 kaynağı içerir. Bu kaynaklar bir merkez etrafında küresel bir biçimde sıralanmıştır. Gamma Knife, Icon modeli ile birlikte "Cone-Beam Computed Tomography (CBCT)" kullanılmaya başlanmıştır. CBCT'nin sisteme entegrasyonu geleneksel hasta sabitleme çerçevesinin (frame) yanı sıra termoplastik maske fiksasyonuna da olanak sağlamıştır. Hasta tedavilerinde maske kullanılması da hipofraksiyone tedavilerin yapılabilmesine olanak sağlamış, kullanıcılarının uygulama çeşitliliğini arttırmıştır. Co-60 kaynakları tarafından üretilen gama ışınları terapötik açıdan 4 MV foton enerjilerine bezendir ve

doz profili keskin bir doz düşüşüne sahiptir (Grafik 1).



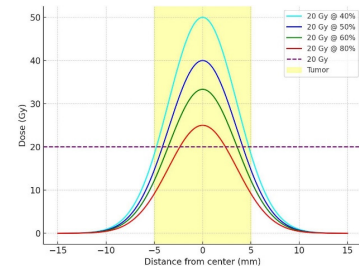
Grafik 1: kV, Co-60, 6MV ve 18MV foton enerjilerinin derin doz eğrileri

Gamma Knife radyocerrahisinde reçetelendirilen radyasyon dozu, geleneksel olarak doz profilinin %50'lik izodoz hattına tanımlanarak uygulanır. Örneğin, reçetelendirilen doz miktarı 20 Gy olan hedef bölgenin, %50'lik izodoz hattına normalize edilmesiyle oluşan doz profili aşağıdaki gibidir. (Grafik 2)



Grafik 2: Farklı kolimatör genişliklerine göre değişecek olan %50 izodoz eğrisine 20 Gy verilmiş varsayımsal bir grafik

Böylelikle hedef hacmi (tümör) çevreleyen doz (reçetelendirilen doz) miktarı 20 Gy olurken, tümör içerisinde oluşacak maksimum doz (Dmax) miktarı ise 40 Gy olacaktır. Tümör içerisinde oluşacak olan bu yüksek doz bölgesi de radyobiolojik olarak fraksiyone radyoterapiye göre daha farklı etkiler yaratacaktır. Literatürde, reçetelendirilen dozun, farklı izodoz hatlarına göre normalize edilmesinin tümörün lokal kontrolü açısından benzer sonuçlar verebildiğini göstermiştir (1,2). (Grafik 3)



Grafik 3: Benzer şekilde varsayımsal olarak farklı izodoz eğrileri için 20 Gy grafiği. İzodoz eğrisi değerini azaltmak maksimum dozu artırırken düşük doz bölgesini azaltır, tam tersi şekilde yüksek izodoz eğrilerinde maksimum doz değeri azalırken düşük doz bölgesi doz profili gradyentine bağlı olarak artar.



# BİLİM KÖŞESİ

Radyocerrahinin radyobiyojik etkilerinden kısaca bahsederek;

- Verilen yüksek doz, tümörün onarım kapasitesini aşacak hasara neden olur.

- Bu yüksek doz yalnızca tümör hücrelerine değil, bu hücrelerin kanlanması sağlayan damar yapılarına da hasar vererek tümörün beslenmesini ve oksijenlenmesini kısıtlayarak büyümesini durdurur. Ayrıca radyasyon hasarı, mikrovasküler pıhtılaşmaya yol açarak tümör hücrelerinin yok edilmesine katkıda bulunur.

- Radyocerrahi, özellikle proliferasyon oranı yüksek olan hücrelere karşı daha etkili olabilir. Tümör hücrelerinin genellikle yüksek olan proliferasyon oranları sayesinde radyocerrahi, bu hücrelerin tedavi süresince sıklıkla bölünme aşamasında yakalanması sebebiyle daha etkin bir rol oynar.

- Hipoksik (oksijen seviyesi düşük) bölgelerdeki tümör hücreleri radyasyona karşı daha dirençli olma eğilimindedir. Radyocerrahinin tek seferde yüksek doz uygulaması, hipoksik hücrelere karşı da belirli bir etki sağlar. Hipoksik hücreler oksijen bakımından fakir olduğu için kalıcı DNA hasarına daha az maruz kalır, ancak radyocerrahi gibi yüksek miktarlarda radyasyon dozunun uygulandığı tedavilerde bu sorun kısmen aşılabılır.

Gamma Knife ile radyocerrahide bir diğer kısım ise tedavi planlamasıdır. Planlama aşamasında manuel planlamanın yanı sıra yoğunluk ayarlı radyoterapidin (IMRT) alışık olduğumuz ve optimizasyon arayüzü üzerinden “inverse” planlama yapabilen “Lightning Dose Optimizer (LDO)” da kullanılabilmektedir.

Gamma Knife Perfexion, Icon ve Esprit modelleri her bir segmentte (sector) 24 adet olacak şekilde toplamda 192 adet (8 segment) Co-60 kaynağına sahiptir. Her bir segment birbirinden bağımsız şekilde hareket edebilir. Her segment 4mm, 8mm, 16mm kolimatör genişliğine veya bloklanmış 4 ayrı pozisyona sahip olabilir (3).

Geleneksel olarak kullanılan manuel ileri planlamada, tedavi planını yapan kullanıcı, ışın eşmerkezlerini (shot) reçetelendirilen izodoz hattınının tümör hacmini saracağı şekilde manuel olarak ayarlar. Bu işlem esnasında eşmerkez sayısı, eşmerkez pozisyonu, kolimatör ayarları ve rölatif eşmerkez ağırlıkları gibi birçok değişken ayarlanır. Tüm bu kombinasyonlar, yapılan

tedavi planında 65.000’in üzerinde eşmerkez kullanıma ihtimaline olanak sağlar. Bu kombinasyonların sonucu olarak, manuel ileri planlama tekniğindeki başarı büyük oranda kullanıcının tecrübesine ve yeteneğine bağlıdır. Bu teknik, şekilsiz ve büyük hacimli hedef vö-lümler için daha da kompleks hale gelebilmektedir.

Elekta AB firması 2020 yılının sonlarında Gamma Plan için LDO yazılımını piyasaya sürmüş, bu yazılım sayesinde de hızlı ters planlama tekniğinin kullanılabilirliğini duyurmuştur (4). Bu planlama teknikleri için kullanılan kalite indeksleri aşağıdaki gibidir;

## Konformite İndeksi (Conformity Index, CI)

Hedef hacim (TV) ile reçetelendirilen izodoz hacminin (PIV) uyumunu gösterir. CI genellikle, reçete edilen dozu alan hacmin hedef yapının hacmine bölünmesiyle hesaplanır (CIRTOG). İdeal bir CI değeri 1’e yakın olmalıdır (Denklem 1) (5,6).

$$CI_{RTOG} = \frac{PIV}{TV}$$

(Denklem 1)

## Gradyan İndeks (Gradient Index, GI)

Radyasyon dozunun hedef hacim dışındaki bölge içerisinde (normal dokular üzerinde) ne kadar hızlı düştüğünü gösterir. İdeal GI, tedavi edilen bölgenin çevresindeki dokulara minimal radyasyon verilmesi anlamına gelir. GI, reçetelendirilen doza göre %50’lik izodoz hacminin , reçetelendirilen izodoz hacmine oranı olarak ifade edilir (Denklem 2). Düşük bir GI, daha dik bir doz gradyanını (keskin doz düşüşünü), dolayısıyla normal dokuların daha iyi korunmasını ifade eder. Gamma Knife radyocerrahisi için GI < 3,00 olmalıdır (5,6).

$$GI = \frac{PIV_{\%50}}{PIV_{\%100}}$$

(Denklem 2)

## Selectivity (Seçicilik)

Gamma Knife radyocerrahi planlamasında önemli bir kalite indeksidir. Selectivity, hedef hacim ile kesişen reçetelendirilen izodoz hacmi ile reçetelendirilen izodoz hacminin birbirine oranıdır (Denklem 3). (5,6).

$$Selectivity = \frac{TV_{PIV}}{PIV}$$

(Denklem 3)

# BİLİM KÖŞESİ

## PCI İndeksi (Paddick's Conformity Index)

Planın doğruluğunu değerlendiren bir diğer parametredir. Bu indeks, hem konformiteyi hem de istenmeyen doz yayılımını değerlendirir. PCI indeksi, tedavi edilen toplam hacmin istenilen hedef hacime oranı ile ilişkilidir (Denklem 4) (7).

$$PCI = \frac{(TV_{PIV})^2}{TV \times PIV}$$

(Denklem 4)

Gamma Knife her ne kadar diğer radyocerrahi sistemlerine göre daha kompakt bir sistem olsa da radyocerrahi de verilen doz yüksekliği ve eşmerkez doğruluğu göz önüne alındığında bir medikal fizik uzmanının yapması gereken günlük, haftalık, aylık ve yıllık kalite kontrolleri vardır. Bu kalite kontroller için "American Association of Physicists in Medicine (AAPM)" kuruluşunun Gamma Knife için hazırlamış olduğu TG-178 raporu (8) takip edilmektedir. Yapılan kalite kontrolleri kısaca şu şekilde özetleyebiliriz;

### Günlük kalite kontroller:

- Sesli-görüntülü hasta takip sistemlerinin fonksiyonelliğinin kontrolü,
- Cihaz ve tedavi odası interlock kontrolü,
- Maske, G-frame ve Vantage frame adaptörlerinin fonksiyonellik kontrolü,
- 4, 8, 16 mm kolimatörler için fonksiyonellik testleri,
- İzomerkez doğruluk testleri.

### Haftalık kalite kontroller:

- Acil durum ekipmanlarının kontrolü,
- HDMM hasta takip sistemi kontrolü,
- CBCT hassasiyet (presicion) testi.

### Aylık-6 Aylık- Yıllık:

- Doz hızı kontrolü,
- Gamma Plan doz hızı ile ölçülen doz hızının kontrolü

- Line pair test,
- Signal to noise ratio testi,
- Uniformity hesabı.

şeklinde kısaca özetlenebilir. Tüm bu kalite kontrollerin yanında radyasyon güvenliği ve eğitimi, kalite yönetimi, ilgili kalite kontrol ve tedavi planlamalarının dokümantasyonu da medikal fizik uzmanının sorumluluğundadır.

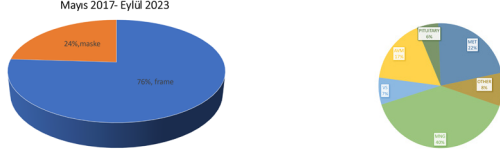
Türkiye'de Gamma Knife radyocerrahisi tedavileri ilk olarak 1997 yılında Marmara Üniversitesi bünyesinde 4B modeli ile başlamıştır. Koç Üniversitesi Hastanesi bünyesinde Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı'na bağlı Gamma Knife birimi Prof. Dr. Selçuk PEKER' in öncülüğünde Mayıs 2017 tarihinde Gamma Knife Icon cihazı ile hasta alımına başlamış olup, Nisan 2024 tarihinde ise Türkiye'nin ilk Gamma Knife Esprit cihazı kurulmuş ve hastalar tedaviye alınmaya başlamıştır.

Gamma Knife radyocerrahi sistemi ile meningeom, hipofiz adenomları, vestibular schwannom, kraniyofaringiom gibi benign hastalıklar, metastaz, glial tümörler gibi malign hastalıklar, arteriovenöz malformasyon, kavernom gibi damarsal bozukluklar ve trigeminal nevralji, tremor, epilepsi gibi hastalıkların tedavisi yapılabilmektedir.

Geleneksel olarak kullanılan frame fiksasyonu, hedef hacim büyüklüğü, riskli organ komşuluğu veya tekrar ışınlama gibi fraksiyone tedavi edilmesi gereken hastalar için çok uygun bir fiksasyon yöntemi değildir. Icon modeli ile birlikte cihaza eklenen CBCT modalitesi sayesinde, bu tarz tedavilerin de uygulanabilmesine olanak sağlanmıştır. Fraksiyone tedavi hastaları için iş akışı; hasta immobilizasyonu için kullanılacak termoplastik maskenin yapılması, maskesi yapılan hastanın stereotaktik referans olarak kullanılacak olan CBCT görüntüsünün çekilmesi, tedavi endikasyonuna uygun radyolojik görüntülemenin yapılması, tedavi edilecek hedefin planlama sisteminde tanımlanması ve uygun doz şeması, tolerans dozlarına göre tedavi planının yapılmasıdır. Tedavi planları hazır olan hastalar çekilen günlük CBCT görüntüleri ile "Image-Guided Radiation Therapy (IGRT)" 'de olduğu gibi, hasta pozisyonunda oluşan farklılıklar düzeltilerek tedaviye alınır.

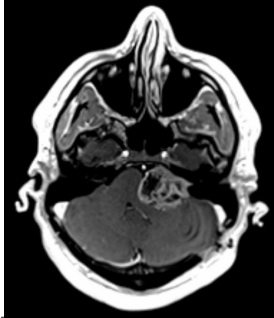
Mayıs 2017'den itibaren tedavi edilen hastaların %76'sı frame fiksasyonu ile %24'ü ise termoplastik maske fiksasyonu ile tedavi edilmiştir (Grafik 2).

# BİLİM KÖŞESİ



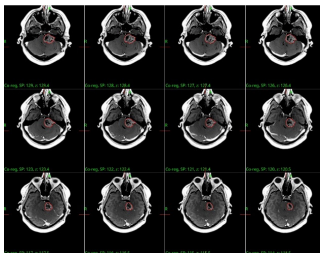
Grafik 2: (a) Mayıs 2017-Eylül 2023 tarihleri arasında tedavi edilen hastalar için maske ve frame fiksasyonları oranı. (b) Endikasyonlara göre hipofraksiyone tedavi olan maske hastalar oranları.

Örnek bir “Vestibular Schwannoma” hastasının hipofraksiyone tedavisini ele alırsak; hasta Temmuz 2019’da baş dönmesi, baş ağrısı ve kulak çınlaması şikayetleri ile polikliniğe muayeneye gelmiştir. Yapılan tetkiklerde ve radyolojik görüntülemelerde hastanın sol vestibular sinirinden kaynaklanan vestibular schwannoma gözlemlenmiş ve tedavi kararı alınmıştır (Şekil 3).



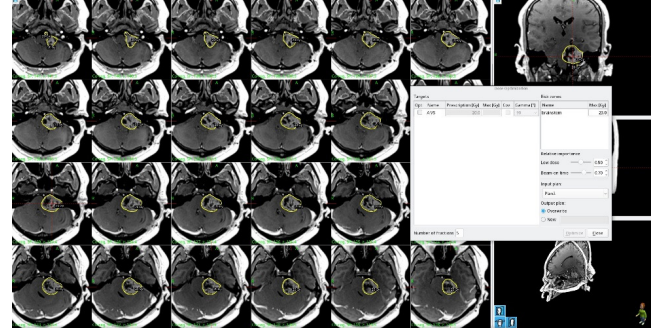
Şekil 3: Kontrastlı T1 MR sekansında görülmüş “Vestibular Schwannoma”

26 yaşında ki erkek hasta için hedef hacim büyüklüğü ve riskli organ yakınlığı nedeniyle hipofraksiyone stereotaktik radyocerrahi tedavisi kararı alınmıştır. İmmobilizasyon için termoplastik maske yapılan hastaya stereotaktik planlamanın yapılabilmesi için, T1C (kontrastlı T1 sekansı), CISS (Constructive Interference in Steady State) MR görüntülemeleri yapılmıştır. Hastanın tümörü “BrainLab Elements” yazılımında MR görüntülerinde oluşan bozulma düzeltilmesi (distortion correction) yapıldıktan sonra tanımlanmıştır (Şekil 4).



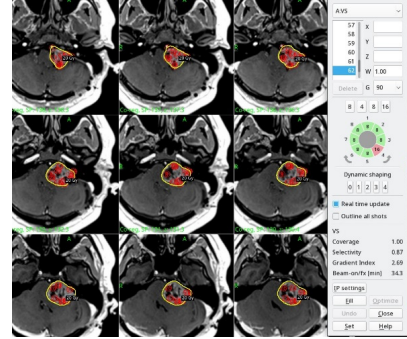
Şekil 4: BrainLab Elements yazılımında tanımlanmış ve planlama için GammaPlana yüklenmiş 16,02cc hedef hacmi

Daha sonra düzeltilmiş bu görüntüler GammaPlan’a gönderilmiş, 5 fraksiyonda 20 Gy (5 x 4 Gy) radyasyon dozu verilecek şekilde planlaması yapılmıştır. Tedavi planlaması GammaPlan versiyon 11 ile birlikte gelen LDO yardımıyla yapılmıştır (Şekil 5).



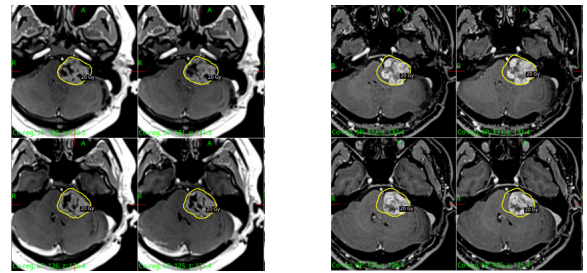
Şekil 5: Lightning Dose Optimizer optimizasyon arayüzü

GammaPlan LDO ile yapılan tedavi planı 5 x 4 Gy (20Gy) %50 izodoz eğrisi marjinal doz kanül edilecek şekilde hazırlanmıştır. Bu tedavi planının kalite indeksleri; reçetelendirilen dozun hedefi kapsama oranı (coverage) %100, Selectivity 0,87, Paddick Conformity Index (PCI) 0,86 ve Gradient Index (GI) 2.69 hesaplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6: Tedavi planı izomerkez sayısı (#61), kalite indeksleri, coverage değerleri

Tedavisinden yaklaşık 4 yıl (Ağustos 2023) sonra kontrole gelen hastanın kontrol görüntülemesinde regresyon görülmüştür (Şekil 7).



Şekil 8: (a) Tedavi günü hedef hacmi (16,02 cc), (b) 4 yıl sonra çekilen kontrol görüntülemesinde hedef hacmi (14,68 cc)

# BİLİM KÖŞESİ

Gamma Knife radyocerrahi sistemleri kranial radyocerrahi de referans olarak kabul edilebilecek fiziksel doğruluğa sahiptir (9,10). Bu sayede yüksek radyocerrahi dozlarını, keskin bir doz gradyanı ve yüksek konformite ile yüksek doğrulukta hedefe verebilmektedir (11). Yenilenen modeller ile gelen CBCT görüntüleme ve maske immobilizasyonu sayesinde hipofraksiyone tedavilere de imkan sağlamaktadır.

## Referanslar

- 1- Johnson, P.B., Monterroso, M.I., Yang, F. et al. Optimization of the prescription isodose line for Gamma Knife radiosurgery using the shot within shot technique. *Radiat Oncol* 12, 187 (2017). <https://doi.org/10.1186/s13014-017-0919-4>
- 2- Choosing a Prescription Isodose in Stereotactic Radiosurgery for Brain Metastases: Implications for Local Control, *World Neurosurgery* Volume 98, February 2017, Pages 761-767.e1.
- 3- Elekta Elekta Instrument AB; 2020, s.333-41
- 4- Sjolund, J. ; Riad, S. ; Hennix, M. ; et al. A linear programming approach to inverse planning in Gamma Knife radiosurgery. *Med Phys* 46 :1533-44; 2019 .
- 5- Torrens M, Chung C, Chung HT, Hanssens P, Jaffray D, Kemeny A, Larson D, Levivier M, Lindquist C, Lippitz B, Novotny J Jr, Paddick I, Prasad D, Yu CP. Standardization of terminology in stereotactic radiosurgery: Report from the Standardization Committee of the International Leksell Gamma Knife Society: special topic. *J Neurosurg.* 2014 Dec;121 Suppl:2-15.
- 6- Patel G, Mandal A, Choudhary S, Mishra R, Shende R. Plan evaluation indices: A journey of evolution. *Rep Pract Oncol Radiother.* 2020 May-Jun;25(3):336-344.
- 7- Paddick I. A simple scoring ratio to index the conformity of radiosurgical treatment plans. Technical note. *J Neurosurg.* 2000 Dec;93 Suppl 3:219-22.
- 8- Report No. 178 - Recommendations on the Practice of Calibration, Dosimetry, and Quality Assurance for Gamma Stereotactic Radiosurgery: Report of AAPM Task Group 178 (2021)
- 9- Christer Lindquist, Gamma knife radiosurgery, *Seminars in Radiation Oncology*, Volume 5, Issue 3, 1995, Pages 197-202.
- 10- Chung, H.-T., Park, W.-Y., Kim, T.H., Kim, Y.K. and Chun, K.J. (2018), Assessment of the accuracy and stability of frameless gamma knife radiosurgery. *J Appl Clin Med Phys*, 19: 148-154.
- 11- K. Antończyk-Szewczyk, B. Kozłowska, Analysis of treatment planning parameters in the Gamma Knife® technique for different prescription isodoses and volumes of meningiomas, *Applied Radiation and Isotopes*, Volume 172, 2021, 109653.



# BİLİM KÖŞESİ

## RADYOTERAPİ TEKNİKLERİ DERNEĞİ (RTTDER)

*Abdülkadir Arslan*

*RTTDER Yönetim Kurulu Başkanı*

Radyoterapi Teknikerleri Derneği (RTTDER), radyoterapi teknikerlerinin meslek standartlarını geliştirmek, eğitim ve bilgi paylaşımını artırmak ve mesleki dayanışmayı güçlendirmek amacıyla 2011 yılının Ekim ayında kurucu başkanımız Sayın Gökhan Özuynuk ve kıymetli meslektaşlarımız tarafından kuruldu. Başkanımız ve dönemin yönetim kurulunda yer alan; Aydın Özkaynak, Cafer Atar, Muharrem Yanar, Fırat Akın, Sevil Özcan, Volkan Çakır, Gülhan Mazı, Derya Çöne ve nice gönüllü komisyon kurulu üyesi tekniker arkadaşımız ile faaliyetlerine başladı.

Derneğimiz kuruluş vizyonu, radyoterapi alanındaki en son gelişmeleri takip ederek bu bilgileri dernek üyelerimiz ile paylaşmak ve mesleki standartları sürekli olarak güncellemektir. Bu süreçte dernek olarak, çeşitli sağlık kuruluşlarıyla iş birliği yaparak meslektaşlarımızı, radyoterapi alanındaki en güncel uygulamaları kullanmaları yönünde teşvik etmekteyiz.



RTTDER olarak misyon ve vizyonumuz;

### Misyonumuz

- Radyoterapi teknikerlerinin mesleki bilgi ve becerilerini artırmak,
- Mesleki standartları geliştirmek ve uygulamak,
- Üyelerin eğitim ve profesyonel gelişim ihtiyaçlarını karşılamak.
- Kamuoyunu radyoterapinin önemi hakkında bilgilendirmek ve farkındalık yaratmaktır.

### Vizyonumuz:

- Radyoterapi alanında uluslararası standartlara ulaşmak,
- Meslektaşlar arasında güçlü bir dayanışma ve iş birliği ortamı oluşturmak,
- Eğitim ve araştırma alanında lider bir dernek olmaktır.

Yıllar içerisinde yönetim kurullarımız değişse de belirttiğimiz bu misyon ve vizyona uygun hedeflerimiz hep aynı kalmış olup ilk defa 2012 yılında İstanbul'da yaptığımız "1. Radyoterapi Teknikerleri Kongresinin" ardından birçok farklı şehir ve yerde sayısız bilgi tazeleme kursu, ESTRO kursları, konturlama ve dozimetri kursları, öğrenci bilgilendirme kursları ve en son bu sene Antalya'da "3. Ulusal Radyoterapi Teknikerleri Kongresi ve Eğitim Seminerlerini" düzenledik.



Bu süre zarfında dernek olarak, özlük haklarımızı savunmak için Sağlık Bakanlığı ile görüşmeler gerçekleştirdik. Bu görüşmelerde öğrenci kontenjanları, artan mezun sayısı, atama sayılarının artırılması, eğitim kalitesinin yükseltilmesi gibi konuları resmi makamlara ileterek hem problemlerimizi paylaştık hem de bu konu başlıkları hakkındaki çözümlerimizi sunduk. Sesimizi daha güçlü duyurmak için 32 dernekten oluşan Sağlık Profesyonelleri Platformunun (SPP) bir parçası olduk. Ankara'da birebir ziyaretler yaparak somut adımlar attık. ESTRO kurulları ile görüşmeler yaparak lisans düzeyinde eğitim için gerekçeleriyle hazırladığımız detaylı dosyayı Yüksek Öğrenim Kurumuna (YÖK) sunduk. Görüşmelerimiz çoğunlukla müspet bir seyir izlese de maalesef kesin sonuçlara varamadık.

# BİLİM KÖŞESİ



## Yurt dışında RTTDER

ESTRO ile yaptığımız iş birliktelikleri ülkemizdeki radyoterapi teknikerlerinin Dünya ve Avrupada yaşanan gelişmelere entegre olmasına katkıda bulundu. “ESTRO-RTT Alliance” (ESTRO-RTT Topluluğu) üyeliği ile hem ülkemizin ve mesleğimizin yurt dışında tanıtımına hem de farklı platformlarda yer alarak mesleğimizin gelişimine katkıda bulunduk. ESTRO-RTT Topluluğunun bir parçası olarak ilk defa bu sene, İskoçya’nın Glasgow kentinde düzenlenen ESTRO kongresinde RTTDER standımızı açtık ve çok daha geniş kitlelere ulaşabildik. Ayrıca yurt dışında ESTRO ve Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu’nun (IAEA) ortaklaşa düzenlediği “Train The Trainers” kursuna ülkemizden temsilciler göndererek daha sonra ESTRO gözlemcilerinin katıldığı kurslar organize ettik. ESTRO ile geliştirdiğimiz ilişkiler sayesinde ilk defa 2015 yılında sunum ve konuşmacılarla katıldığımız SEETRO (Radyasyon Onkolojisinde Güneydoğu Avrupa Teknolojisi) kongresinde, 2017’den beri bilimsel kurul ve organizasyon komitesinde birer temsilci bulundurarak, kongre paydaşlarından biri olduk. İki senede bir farklı ülkelerde düzenlenen SEETRO Kongresi 2025 senesinde İstanbul’da düzenlenecek.



## SEETRO 2025 İstanbul

Derneğimiz yönetim kurulu olarak, 7. si yapılacak olan SEETRO kongresine ev sahipliği yapacak olmanın gururunu yaşıyoruz. Bugüne kadar misafir olduğumuz ya da sadece konuşmacılarla katıldığımız SEETRO’ya bu defa kongreyi düzenleyen taraf olarak katılmak hem

bizim için hem de meslektaşlarımız için bir kilometre taşı olacaktır. Gerek 10 farklı ülkeden katılacak meslektaşlarımızın olması, gerekse hem bilimsel programın hem de organizasyonun büyüklüğü, ülkemizdeki radyoterapi teknikerlerinin mesleki ve organizasyonel olarak kendilerini ne kadar geliştirdiklerinin en büyük göstergesi olacaktır. RTTDER olarak SEETRO 2025’i, radyoterapi teknikeri arkadaşlarımız için büyük bir fırsat ve aynı zamanda mesleğimizin bir adım daha öteye gitmesi hususunda büyük bir basamak olarak görüyoruz.

RTTDER olarak belirttiğimiz misyon ve vizyonumuza uygun hareket ederek meslektaşlarımızın özlük hakları ve mesleki gelişimlerini devam ettirmek için ilk günden beri yaptığımız gibi Türk Radyasyon Onkoloji (TROD) ve Medikal Fizik Derneği (MFD) ile iş birlikteliği içinde çalışmalarımızı devam ettireceğiz. Bu vesileyle bugüne kadar yaptığımız tüm kurs, kongre ve çalışmalarda yanımızda olan meslektaşlarımıza, TROD, MFD ve yurtiçi/yurtdışı eğitim, kongre, kurs faaliyetlerinde bizden desteğini esirgemeyen tüm firmalara teşekkür ederiz.



## RTTDER Yönetim Kurulu Üyelerimiz

Abdülkadir Arslan  
Abidin Tecik  
Adnan Şafek  
Duygu Çatal  
Erhan Erge  
Funda Kayacı  
Onur Müezzinoğlu

## RTTDER Yedek Üyelerimiz

Bilge Atan,  
Derya Çöne  
Esra Erkan  
İlkay Serbez  
Melis Gençtürk  
Mücahit Bereketli  
Oğuzhan Koçmar  
Ozan Özmen  
Özlem Özkaya Bingöl  
Reyhan Saydam  
Şeyma Kızılkaya Y  
Yakup Barkodat



# EĞİTİM, KURS ve TOPLANTILAR

BİLGİ PAYLAŞIM GÜNLERİ - EYLÜL

ONLINE

**ADLİ TIPTA  
RADYOLOJİ  
UYGULAMALARI**

12 EYLÜL 2024 - 20:00

**KONUŞMACI**  
Öğr. Gör.  
Ceren  
Ayrancıoğlu  
İZMİR YINAZTEPE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK HİZMETLERİ MESLEK YÜKSEK  
OKULU

**MODERATÖR**  
Dr. İsmail  
Özsoykal  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
BİYOİZMİR 3 BOYUTLU MODELLEME  
VE VERİ İŞLEME LABORATUVARI

**ULUSAL MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ**  
1988

**Bioizmir**  
Research Community of Turkey

Toplantı Kimliği: 354 410 299 204 Geçiş kodu: WnnuE7

“Adli Tıptaki Radyoloji Uygulamalarında Medikal Fizikğin Yeri” başlıklı Bilgi Paylaşım Günleri Toplantısı geniş bir katılımcı kitlesi ile gerçekleşmiştir. Son derece faydalı geçen toplantıya katkılarından dolayı davetli konuşmacımız Öğr. Gör. Ceren Ayrancıoğlu’na, moderatörümüz Dr. İsmail Özsoykal’a ve değerli vakitlerini ayırdıkları için tüm katılımcılarımıza teşekkür ederiz.

BİLGİ PAYLAŞIM GÜNLERİ - EYLÜL

ONLINE

**RADYOAKTİF  
MADDELERİN  
GÜVENLİ  
TAŞINMASI VE  
ATIK YÖNETİMİ**

19 EYLÜL 2024 - 20:00

**KONUŞMACI**  
Öğr. Gör.  
Melek Can  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK  
HİZMETLERİ MESLEK YÜKSEKOKULU,  
NÜKLEER TIP TEKNİKLERİ PROGRAMI

**MODERATÖR**  
Prof. Dr. Yasemin  
Parlak  
CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ TIP  
FAKÜLTESİ NÜKLEER TIP ANABİLİM  
DALI

**ULUSAL MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ**  
1988

**Bioizmir**  
Research Community of Turkey

Toplantı Kimliği: 370 417 929 694 Geçiş kodu: 4ftioE

“Radyoaktif Maddelerin Güvenli Taşınması ve Atık Yönetimi” başlıklı Bilgi Paylaşım Günleri Toplantısı 19 Eylül 2024 tarihinde gerçekleşmiştir. Son derece faydalı geçen toplantıya katkılarından dolayı davetli konuşmacımız Öğr. Gör. Melek Can’a, moderatörümüz Prof. Dr. Yasemin Parlak’a ve değerli vakitlerini ayırdıkları için tüm katılımcılarımıza teşekkür ederiz.

# PLANLANAN ETKİNLİKLER

| Tarih         | Konu                                                                                                                 | Konuşmacı                                     | Moderatör                          | Yer             |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| 02.10.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(1. Ders)                                                                                          | Joe WEYGAND                                   | Görkem GÜNGÖR                      | Online          |
| 09.10.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(2. Ders)                                                                                          | Benjamin MUSALL                               |                                    | Online          |
| 10.10.2024    | Yapay Zeka Konseptleri                                                                                               | Mohammad Ali BALAFAR                          | Songül BARLAZ US                   | Online          |
| 16.10.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(3. Ders)                                                                                          | Keith MICHEL                                  |                                    | Online          |
| 23.10.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(4. Ders)                                                                                          | Harry HU                                      |                                    | Online          |
| 24.10.2024    | Dose Accumulation in Brachytherapy                                                                                   | Georgina FRÖHLICH<br>S.Seyhun NASIR CAN       | Songül KARAÇAM<br>Ziya HAZAREL     | Online          |
| 26.10.2024    | PTW-Yeni Başlayanlar için Dozimetri Kursu                                                                            | Bahar DİRİCAN<br>Yağız YEDEKÇİ<br>Sümeyra CAN | Alper ÖZSEVEN<br>Evren Ozan GÖKSEL | İstanbul        |
| 30.10.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(5. Ders)                                                                                          | Sam EINSTEIN                                  |                                    | Online          |
| 31.10.2024    | Nükleer Tıp ve Diagnostik Radyoloji Uygulamalarında Fetüs Dozu Ve Hamilelik Sürecinde Mesleki Radyasyon Işınlamaları | Feryal ÇAKIR                                  | Asena YALÇIN                       | Online          |
| 06.11.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(6. Ders)                                                                                          | Travis SALZILLO                               |                                    | Online          |
| 13.11.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(7. Ders)                                                                                          | Pradnya MHATRE                                |                                    | Online          |
| 20.11.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(8. Ders)                                                                                          | Joe WEYGAND                                   |                                    | Online          |
| 21.11.2024    | MonteCarlo Kursu                                                                                                     | Gizem BAKICIERLER<br>Oğuzhan AYRANCIOĞLU      | Recep KANDEMİR                     | Online          |
| 23-24.11.2024 | Radyoloji Kalite Kontrol Kursu (MR-BT)                                                                               |                                               | Türkay TOKLU                       | Yeditepe        |
| 27.11.2024    | MRI-Sonbahar Kursu(9. Ders)                                                                                          | Gülin ÖZ                                      |                                    | Online          |
| 07.12.2024    | SUN NUCLEAR-Radyoterapide Kalite Güvence Çözümleri                                                                   |                                               |                                    | Hisar Hastanesi |



# PLANLANAN ETKİNLİKLER

|                   |                                                                    |                                 |               |                                   |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| 12.12.2024        | Yapay Zeka                                                         | Yağız YEDEKÇİ<br>Davide CSUMANO | Görkem GÜNGÖR | Online                            |
| 14.12.2024        | IBA- Yeni Başlayanlar için<br>Dozimetri Kursu                      |                                 | Cemile CEYLAN | İstanbul<br>Onkoloji<br>Hastanesi |
| 14-<br>15.12.2024 | Nükleer Tıp Kalite Kontrol<br>Kursu (PET-SPECT-Doz<br>Kalibratörü) |                                 |               | Etlik<br>Şehir<br>Hastanesi       |
| 21.12.2024        | TETRAON-WorkShop                                                   |                                 |               | İzmir                             |
| 26.12.2024        | Yapay Zeka                                                         | Stephanie TANADI<br>Norbart BUS | Görkem GÜNGÖR | Online                            |

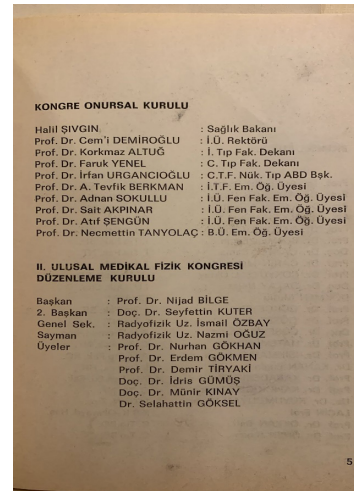
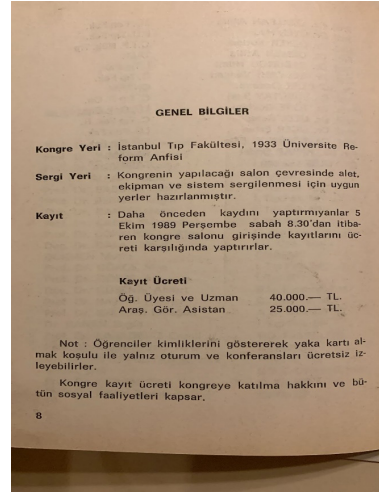
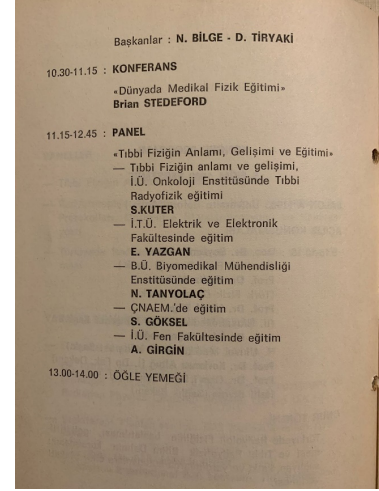
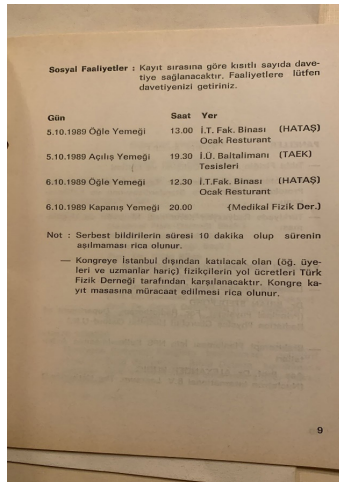
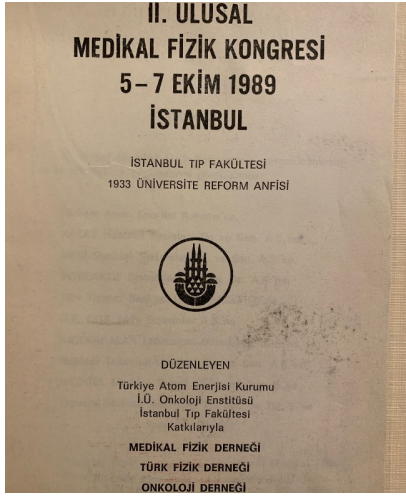
# YENİ ÜYELER

| Ad Soyad              | Kurum                                                  |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|
| Esen Çelik            | Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi                       |
| Fatih Şamil Uludağ    | İstanbul Eğitim Araştırma Hastanesi                    |
| Ömer Faruk Demirtaş   | Karadeniz Teknik Üniversitesi                          |
| Elçin İlke Okur       | Konya Şehir Hastanesi                                  |
| Gülderen İnci         | Erzurum Şehir Hastanesi                                |
| Muhammed Edip Korkmaz | Dr. Abdurrahman Yurtaslan Onkoloji Hastanesi           |
| Yaren Ergin           | Göztepe Medical Park Hastanesi                         |
| Esra Taylan           | Trakya Üniversitesi                                    |
| Tuğçe Tekirdağ        | Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Rize EAH             |
| Ezgi Yılmaz           | Denizli Devlet Hastanesi                               |
| Deniz Erkal           | Şişli Hamidiye Etfal Eğitim Araştırma Hastanesi        |
| Serdar Sedat Işık     | Denizli Devlet Hastanesi                               |
| Özlem Balıkçı         | İzmir Katip Çelebi Eğitim Araştırma Hastanesi          |
| Özgür Boran           | Marmara Üniversitesi Pendik Eğitim Araştırma Hastanesi |
| Serdar Şahin          | Ankara Demetevler Onkoloji Hastanesi                   |

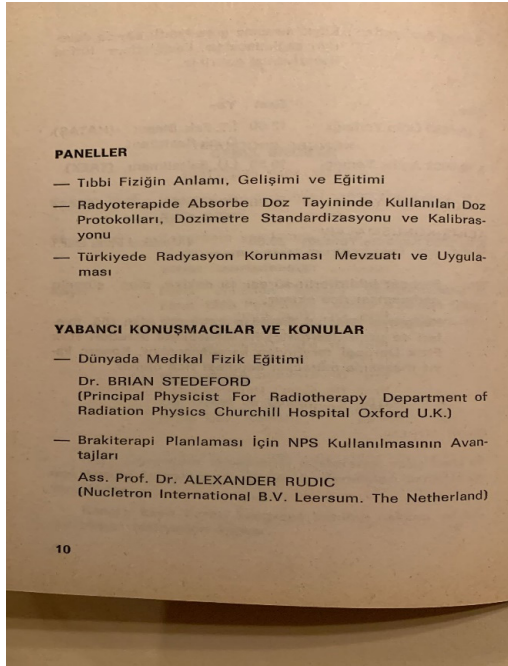
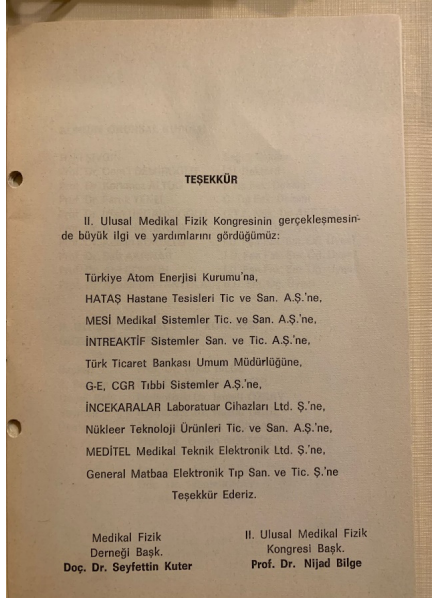
Medikal Fizik Yönetim Kurulu olarak yeni üyelerimize meslek hayatlarında başarılar diliyoruz.

# TARİH KÖŞESİ

Değerli meslektaşlarımız bültenimizde derneğimizin arşivinde yer alan bizler için çok değerli dokümanları sizlerle paylaşmaya devam ediyoruz. Bültenimizin bu sayısında 5-7 Ekim 1989 tarihleri arasında İstanbul Tıp Fakültesi'nde düzenlenen 2. Ulusal Medikal Fizik Kongresi'nin kitapçığını sizlerle paylaşıyoruz.



# 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](mailto:turkmedikalfizikdernegi@gmail.com)

## Banka Hesap No:

T.C. Ziraat Bankası, Şehremini Şubesi:

Medikal Fizik Derneği

IBAN: TR66 0001 0008 6602 0167 1250 01