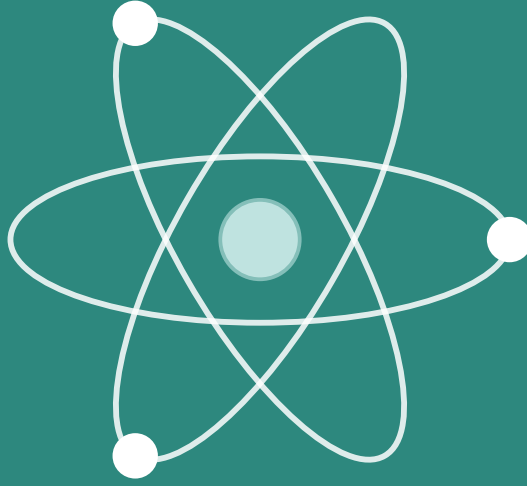


ULUSAL

# MEDİKAL FİZİK BÜLTENİ

2026 / SAYI:04



# EDİTÖRLER

## **Baş Editör**

Tülay MEYDANCI

## **Nükleer Tıp Editör Grubu**

Songül BARLAZ US

Yasemin PARLAK

Dilruba BABÜROĞLU

Can GÜNEŞ

## **Radyoloji Editör Grubu**

Songül BARLAZ US

Ayşegül YURT

Ayça ÇAĞLAN

## **Radyoterapi Editör Grubu**

Oğuzhan AYRANCIOĞLU

Esil KARA

Osman Vefa GÜL

İrem AYDIN

## **Bülten Sorumlusu**

Oğuzhan AYRANCIOĞLU

## **Bülten $\LaTeX$ Tasarımı**

Recep KANDEMİR

# İçindekiler

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| ÖNSÖZ.....                                                                   | 3  |
| MEDİKAL FİZİK UZMANLIĞININ AKADEMİK VE MESLEKİ GELİŞİMİNE DAİR BİLDİRİ ..... | 4  |
| DERNEKTEN HABERLER.....                                                      | 6  |
| BİLİM KÖŞESİ .....                                                           | 10 |
| PLANLANAN ETKİNLİKLER .....                                                  | 37 |
| YENİ ÜYELER.....                                                             | 39 |
| TARİH KÖŞESİ .....                                                           | 40 |
| İÇİMİZDEN BİRİLERİ .....                                                     | 49 |
| İLETİŞİM .....                                                               | 53 |

# ÖNSÖZ

## Değerli Meslektaşlarımız,

**2026 yılının son bülteniyle sizlerle buluşurken**, yılın kalan aylarına bizi heyecanlandıran yoğun ve üretken bir gündemle giriyoruz. Bilimsel etkinliklerden yeni iş birliklerine, mesleki haklarımızdan 2027'ye uzanan hazırlıklara kadar yürüttüğümüz çalışmaların ortak bir amacı var: medikal fiziğin bilimsel ve mesleki gücünü artırmak, meslektaşlarımızın gelişimine alan açmak ve mesleğimizin sağlık hizmetine kattığı değeri daha görünür kılmak.

Bu anlayışla, meslektaşlarımızın ve medikal fizik alanında eğitim gören gençlerin bilimsel gelişimini desteklemek amacıyla **bilimsel etkinlik burs programımızı** oluşturduk. Eğitimi, bilimsel üretimi ve mesleki donanımı desteklemeyi Derneğimizin temel sorumluluklarından biri olarak görüyor; Derneğimiz güçlendikçe bu desteğin de büyümesini arzu ediyoruz.

**10 Ekim Kariyer Günleri'ne sayılı günler kaldı.** Başvurulara ve etkinliğe gösterilen ilgi bizi ayrıca mutlu etti. Genç arkadaşlarımız, meslektaşlarımız ve sektör temsilcileriyle bir araya geleceğimiz bu buluşmayı heyecanla bekliyoruz. **22-24 Ekim'de Ege Üniversitesi, IAEA ve Derneğimiz iş birliğiyle gerçekleştirecek program kapsamında 23 Ekim'de medikal fizik uzmanlarına yönelik kurslarda** meslektaşlarımızla buluşacağız. Ay sonunda ise **30-31 Ekim'de Samsun Bölgesel Toplantımızda** yeniden bir araya geleceğiz.

Bilimsel ve mesleki gelişimin güçlü iş birlikleriyle daha da hızlandığına inanıyoruz. Üniversiteler, uluslararası kuruluşlar, klinikler ve meslek örgütleri arasında bilgi ve deneyimi buluşturan çalışmaların çoğalmasını önemsiyor; Derneğimizin de bu iş birliklerini geliştiren ve yenilerine alan açan bir yapı olmasını istiyoruz.

Mesleki haklarımız açısından da önemli bir dönemdeyiz. Ek ödeme haklarımıza ilişkin hukuki hazırlıklarımızı tamamlarken, mevzuat alanında kalite güvence sisteminden mesleğimizin yasal konumuna kadar uzun süredir üzerinde çalıştığımız başlıklarda ilgili kurumlara görüş, öneri ve taleplerimizi sunmaya devam ediyoruz. Bu çalışmaların yalnızca bugünün sorunlarına değil, medikal fizik uzmanlığının gelecekteki konumuna da katkı sağlayacağına inanıyoruz.

Bir yandan da **21. Ulusal Medikal Fizik Kongremizin** hazırlıklarını büyük bir heyecanla sürdürüyoruz. Kongre web sitemiz açıldı; bilimsel programdan organizasyonun farklı bileşenlerine kadar hazırlıklarımız devam ediyor. Kongremizin asıl gücünü sizlerin bilimsel üretiminin oluşturacağını biliyor; meslektaşlarımızın ve özellikle genç arkadaşlarımızın çalışmalarını, yeni fikirlerini ve bilimsel katkılarını şimdiden heyecanla bekliyoruz.

Bu dönemde bizi en çok heyecanlandıran adımlardan biri de Üreten Medikal Fizik Çalışma Grubu. Mesleklerin yalnızca kendilerine tanımlanan görevlerle değil; ürettikleri bilgi, geliştirdikleri yöntemler, çözdükleri sorunlar ve ortaya koydukları yeniliklerle görünür ve güçlü hâle geldiğine inanıyoruz. Üreten Medikal Fizik'i bu nedenle, mesleğimize bilimsel ve teknolojik üretim üzerinden daha fazla görünürlük kazandırabilecek önemli bir adım olarak görüyoruz. "Benim de bir fikrim var" diyen tüm meslektaşlarımızın bu yapının parçası olmasını istiyoruz.

**Önümüzde Ekim, Kasım ve Aralık aylarını kapsayan hareketli bir dönem var. Bu yılı yalnızca yeni çalışmalar başlattığımız değil, uzun süredir emek verdiğimiz bazı konularda sonuçlarını görmeye başladığımız; daha çok ürettiğimiz, daha çok paylaştığımız ve mesleğimiz adına yeni alanlar açtığımız bir dönemle tamamlamayı diliyorum.**

Sevgi ve saygılarımla,

**Tülay Meydancı**  
Medikal Fizik Derneği Başkanı

# MEDİKAL FİZİK UZMANLIĞININ AKADEMİK VE MESLEKİ GELİŞİMİNE DAİR BİLDİRİ

Medikal fizik uzmanlığının bilimsel, akademik ve mesleki olarak güçlenmesinin öncelikle bizlerin sorumluluğunda olduğunun farkındayız. Bilimsel ve teknolojik gelişmeleri izlemek, mesleki donanımımızı geliştirmek, mevzuatımıza hâkim olmak, eksiklerimizi gidermek ve görevimizi meslek etiğinin gerektirdiği standartlarda yerine getirmek hepimizin sorumluluğudur.

**Bir unvan tek başına güçlü bir meslek yaratmaz;** o unvanın gerektirdiği bilgi, yetkinlik ve sorumluluğun karşılığını verebilmek gerekir. Meslektaş dayanışması da bunun ayrılmaz bir parçasıdır. Dayanışma; gelişime katkı sağlamayı, mesleki standartları birlikte yükseltmeyi ve hakkı ihlal edilen meslektaşımızı yalnız bırakmamayı gerektirir.

Bir süredir Derneğimize ulaşan bildirimler, medikal fizik uzmanlarının akademik ve klinik gelişimlerinin önünde üzerinde durulması gereken sorunlar bulunduğunu göstermektedir. Meslektaşlarımızın doçentliğe ve profesörlüğe yükselmesi, bilimsel çalışmalar yürütmesi ve ulusal ya da uluslararası olanaklardan yararlanarak bilgi ve deneyimini geliştirmesi mesleğimiz adına kazanımdır. Akademik ilerlemenin veya klinik çalışma alanımızla ilişkili kadrolara erişimin, başka bir meslek grubunun hakkından alınmış bir pay gibi değerlendirilmesi doğru değildir.

Medikal Fizik Derneği olarak, medikal fiziğin radyasyon onkolojisi, nükleer tıp ve diagnostik radyoloji bünyesinde birbirinden **kopuk yapılar yerine kendi bilimsel çatısı altında güçlü bir akademik yapılanmaya kavuşmasını** gerekli görüyoruz. Bununla birlikte mesleğimizin temel uygulama alanı hastanelerdir. Akademik kadroların ağırlıklı olarak meslek yüksekokullarında konumlandırılması, tıp fakültelerinde mesleğimizin çalışma alanıyla ilişkili kadrolara erişimin güçleşmesi ve klinikteki akademik varlığımızın görevlendirmelere bağımlı kalması, çözülmesi gereken yapısal sorunlardır.

Gerekli kurumsal süreçler yerine getirildiği hâlde bir meslektaşımızın bilimsel veya mesleki gelişim olanaklarının kişisel takdire dayalı izin ve onaylara bağlı kılınması da sağlıklı bir akademik çalışma kültürüyle bağdaşmaz.

Klinik çalışma hayatında da mesleki yetki alanlarına saygının geri planda kaldığı uygulamalarla karşılaşyoruz. Meslektaşlarımızdan, uzmanlık alanlarıyla ilgisi bulunmayan sekreteryaya işleri, ilaç, hasta veya sarf takibi gibi görevlerin kendilerine verilmeye çalışıldığı yönünde bildirimler almaktayız. Medikal fizik uzmanının mesleki görevleri, başka bir meslek mensubunun kendisine “ihtiyaç duyup duymadığına” ilişkin kişisel değerlendirmesine bağlı değildir. **Bir uzmanlık alanının mevzuatla tanımlanmış varlığı ve görevleri, kişisel takdirle ortadan kaldırılamaz.**

Bu noktada idarelere önemli sorumluluk düşmektedir. Kararlarda mevzuat, hizmet gerekleri, mesleki yetkinlik, liyakat ve hakkaniyet esas alınmalı; uzmanlık eğitimiyle bağdaşmayan görevler idari takdir gerekçesiyle olağanlaştırılmamalıdır. Mesleki sorumluluklarını yerine getirmeye çalışan bir meslek mensubunun bu nedenle görev alanından uzaklaştırıldığı veya mesleğini yapmaktan vazgeçmeye zorlandığı bir çalışma ortamı oluşmamalıdır.

Mesleğimizin klinik görev ve sorumluluklarını açıklığa kavuşturan yargı kararları da görev paylaşımını hukuka ve mesleki yetkinliğe uygun biçimde belirginleştiren kazanımlar olarak değerlendirilmelidir.

Bir mesleğin kendi görev alanının tanınması, başka bir mesleğin alanından bir şey eksiltmez. **Bir meslek grubunun gelişmesi diğerinin kaybı değildir.** Multidisipliner çalışmada her meslek grubunun bilgi ve yetkinliğinin güçlenmesi, ortak çalışmanın niteliğini ve tüm ekibin katkısını artırır. İşlerin o alanda eğitim almış, yetkin ve liyakatli kişiler tarafından nitelikli biçimde yapılması; sağlık hizmetini, kurumları ve nihayetinde ülkeyi güçlendirir.

Medikal Fizik Derneği olarak, meslektaşlarımızdan bize ulaşan bildirimleri takip etmeye, gerektiğinde ilgili kurumlar nezdinde girişimlerde bulunmaya ve mesleğimizin bilimsel, akademik ve klinik gelişiminin önündeki sorunların çözümü için çalışmaya devam edeceğiz.

Talebimiz açık: **liyakatin gözetildiği, mesleki yetkinliğe saygı duyulan ve herkes için adil bir akademik ortam ve çalışma hayatı.** Bize düşen ise daha çok öğrenmek, daha iyi yapmak, mesleğimizin hakkını bilgi ve emekle vermek ve birbirimize sahip çıkmaktır.

Saygılarımızla,

**MEDİKAL FİZİK DERNEĞİ YÖNETİM KURULU**

# GÖRÜNTÜLEME VE DOZİMETRİYİ TEK İŞ AKIŞINDA BİRLEŞTİRİN

Patient Safety Starts Here

GÜNLÜK DOZİMETRİ

CBCT, kV/kV, MV/MV GÖRÜNTÜLEME

WINSTON-LUTZ İZOMERKEZ KONTROLÜ

SGRT TABANLI KONUMLANDIRMA



SunCHECK arayüzü  
ile kolay kullanım



## DAILY QA™ 4 Pro

Machine, Dosimetry, Imaging, Surface Guidance

[www.prokalmedikal.com](http://www.prokalmedikal.com)

# DERNEKTEN HABERLER

## Medikal Fizik Derneği – Advances in Medical Physics and Applied Sciences (AMPAS) Yeni Sayısı (2026; 2(3)) Yayında

Değerli Meslektaşlarımız,

Medikal Fizik Derneği'nin uluslararası hakemli bilimsel dergisi olan, **Advances in Medical Physics and Applied Sciences (AMPAS) (ISSN:3062-2522)** yeni sayısı yayımlanmıştır.

Medikal fiziğin farklı alanlarındaki çalışmaları yeni sayımız ile birlikte sizlerle buluşturmanın mutluluğunu yaşarken, AMPAS'ın bilimsel yayıncılık yolculuğunda kaydettiği önemli gelişmeleri de paylaşmak isteriz. Dergimiz ROAD, Crossref ve OpenAlex gibi önemli akademik platformlarda indekslenmeye başlamıştır. Bu gelişmeler, AMPAS'ta yayımlanan çalışmaların akademik dünyada daha geniş bir görünürlük ve erişilebilirlik kazanması açısından önemli bir adım oluşturmaktadır.

AMPAS olarak bilimsel yayıncılıkta niteliği, şeffaflığı, erişilebilirliği ve uluslararası görünürlüğü geliştirmeye devam ediyoruz. Bu doğrultuda medikal fizik ve ilişkili alanlarda çalışan araştırmacıları özgün araştırmalarını ve derleme çalışmalarını AMPAS'a göndermeye davet ediyoruz. Radyoterapi fiziği, tıbbi görüntüleme, nükleer tıp, radyasyon güvenliği, radyasyon biyolojisi, yapay zekâ ve medikal fiziğin diğer güncel çalışma alanlarında gerçekleştirdiğiniz çalışmalarla sizleri de AMPAS'ın bilimsel yolculuğuna katılmaya bekliyoruz.

### Adv Med Phy App Sci, 2026; 2(3) Sayısı Yayınları:



- Optimizing Internal Target Margins for Moving Lung Tumors in VMAT-SBRT: A Phantom Study on Anatomical Modulation Complexity
- The Effect of Increased Tube Tension in Head and Neck Scans on CTDIvol and Critical Organ Doses: A Monte Carlo-Based Evaluation
- An Integrated GPU-Accelerated Monte Carlo and AI-Based System for Real-Time Respiratory Motion Management in Thoracic Proton Therapy
- Occupational Radiation Exposure in Diagnostic and Interventional Radiology: A Comprehensive Review

### Adv Med Phy App Sci, 2026; 2(3) Sayısı Yazarları:

Ahmet Fatih **YÜREKLİ**, Bahar **DİRİCAN**, Turan **ŞAHMARAN**, Süreyya **NUR**, Hadi **TALESHİ AHANGARİ**, Ahmad **SAUD DAKHEL ALKATAN** ve Özcan **ÖZDEN**

Bilimsel çalışmalarıyla AMPAS'a katkı sunan tüm yazarlarımıza, çalışmaların değerlendirilme ve yayın süreçlerine titizlikle katkıda bulunan hakemlerimize, editörlerimize ve yayın ekibimize

teşekkür ederiz. Dergimize ve yeni sayımıza <https://ampasjournal.com/> bağlantısına giderek ulaşabilir, yayın yükleme süreçleri ile ilgili bilgilere erişebilirsiniz.

### Bilimsel Etkinliklere Katılım İçin Burs Desteği

Son dönemde Derneğimize, bilimsel etkinliklere katılım için burs desteği başvuruları ulaştı. Meslektaşlarımızın mesleki gelişimini desteklemek ve yeni dönemde bilimsel etkinliklere katılım için burs sağlamak 2025–2027 dönemi hedeflerimiz arasında yer alıyordu.

Bu başvurulara destek sağlarken, **2025–2027 dönemi için toplam 7.000 € tutarında burs bütçesi** planladık. Yurt dışı etkinliklerde sözlü bildiri için **1.000 €**, poster için **750 €**, katılım için **500 €**; yurt içi etkinliklerde ise sırasıyla sözel bildiri için **550 €**, poster için **450 €** ve katılım için **250 €** destek sağlanması planlanmıştır.

Eğitimi ve meslektaşlarımızın mesleki donanımını güçlendirmeyi önemsiyor; Derneğimiz güçlendikçe bu desteğin de artmasını diliyoruz.

### RTTDer ve MFD Radyoterapi Akademi İş Birliği

**IAEA ve ESTRO tarafından desteklenen RTT Train the Trainer Programı** kapsamında, 17 Ekim tarihinde Memorial Göztepe Hastanesi'nde gerçekleştirilecek olan **"SGRT Klinik Uygulamaları Kursu"**na, Medikal Fizik Derneği Radyoterapi Akademisi olarak bilimsel destek verilecektir.

### Ege Üniversitesi'nin Radyoterapi'deki 50 Yılında "Hematolojik Malignitelerde Özel Radyoterapi Teknikleri (TBI ve TSEI) ve Yüzey Takibi Rehberliğinde Radyoterapi Üzerine Medikal Fizikçilere Yönelik Uygulamalı Kurs

Ege Üniversitesi Radyasyon Onkolojisinin kuruluşunun **50. yılı** kapsamında, **22–24 Ekim 2026** tarihlerinde Ege Üniversitesi, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) ve Medikal Fizik Derneği iş birliğiyle bilimsel bir program gerçekleştirilecek.

Program kapsamında **23 Ekim'de medikal fizik uzmanlarına yönelik ayrı bir kurs programı** düzenlenecek. Kurs başvuruları **kontenjan dâhilinde** kabul edilecek olup programa ilişkin ayrıntılar ve başvuru duyuruları çok yakında paylaşılacak.

**Bu değerli iş birliğiyle hazırlanan programa meslektaşlarımızın ve medikal fizik alanında eğitim gören genç arkadaşlarımızın ilgi göstereceğine inanıyor, programda bir araya gelmeyi diliyoruz.**

### Ek Ödeme Hakları İçin Pilot Dava

Medikal fizik uzmanlarının ek ödeme haklarına ilişkin **pilot dava** için ön hazırlıklar tamamlandı. Ekim ayına ait ek ödeme bordrolarının sisteme yüklenmesinin ardından hukuki sürecin başlatılması planlanıyor.

Hazırlık sürecinde, hem maaş hem de ek ödemelere ilişkin düzenlemelerin **somut norm denetimi yoluyla Anayasa Mahkemesi önüne taşınması** seçeneği de değerlendirildi. Ancak bu yolun, davaya bakan mahkemenin Anayasa'ya aykırılık iddiasını ciddi bulmasına ve Anayasa Mahkemesine başvurmaya bağlı olması nedeniyle, **ilk aşamada ek ödeme uygulamasına ilişkin pilot dava ile ilerlenmesine** karar verildi. Pilot davada gerekli görülmesi hâlinde Anayasa'ya aykırılık iddiasının ileri sürülmesi de mümkün olacak.

Davada ayrıca, Sağlık Bakanlığı Ek Ödeme Yönetmeliği'nde yer alan **eğitim ve uzmanlık eğitimi vurgusu** üzerinden medikal fizik uzmanlarının eğitim düzeyi, uzmanlık niteliği ve görev sorumluluklarının mevcut ek ödeme uygulamasındaki karşılığının hukuken değerlendirilmesi amaçlanıyor. Bu değerlendirmede, mesleğe giriş için öngörülen eğitim süresi ve ek ödeme sistemindeki konumu bakımından **eczacılar karşılaştırma grubu olarak ele alınacak.**

#### IV. Bölgesel Toplantımız 30–31 Ekim’de Samsun’da

Medikal Fizik Derneği Bölgesel Toplantıları kapsamında **30–31 Ekim 2026 tarihlerinde Samsun Şehir Hastanesinde** meslektaşlarımızla bir araya geleceğiz.

**Meditel Healthcare sponsorluğu ve Sezin Tıbbi Görüntüleme katkılarıyla** gerçekleştirilecek toplantının ana bilimsel başlıklarını **Helikal Tedaviler, Yüzey Takip Rehberliğinde Radyoterapi ve Nükleer Tıpta Klinik Uygulamalar** oluşturacak.

Farklı alanlardan meslektaşlarımızı aynı bilimsel ortamda buluşturacak toplantının, güncel uygulamaların paylaşılması ve bölgedeki mesleki iletişimin güçlendirilmesi açısından verimli bir buluşma olmasını diliyoruz.

Toplantıya ilişkin **katılım başvuru duyurusu ve program ayrıntıları çok yakında Derneğimiz iletişim kanallarından ve sosyal medya hesaplarımızdan paylaşılacaktır.** Organizasyona verdiği destek için **Meditel Healthcare’a**, katkıları için de **Sezin Tıbbi Görüntüleme’ye** teşekkür ediyoruz.

#### Medikal Fizik Akademi Serisi Hazırlıkları Başladı

Medikal Fizik Derneği tarafından hazırlanacak **4 ciltlik Medikal Fizik Akademi Serisi** için çalışmalar başladı. Serinin baş editörleri ve ana konu başlıkları belirlendi; bölüm yazarlarının belirlenmesine yönelik çalışmalar ise devam ediyor. Serinin mevcut planlamaya göre;

- **1. Cilt: Medikal Fiziğin Temelleri**
- **2. Cilt: İleri Radyoterapi Fiziği**
- **3. Cilt: İleri Nükleer Tıp Fiziği**
- **4. Cilt: İleri Diagnostik Radyoloji Fiziği**

Başlıklarıyla hazırlanması planlanıyor.

Seriyle, medikal fiziğin temel bilgilerinden ileri düzey klinik uygulamalara uzanan, **eğitimde ve mesleki gelişimde kullanılabilecek kapsamlı ve güncel bir başvuru kaynağı** oluşturulması hedefleniyor. Hazırlık sürecindeki gelişmeleri meslektaşlarımızla paylaşmaya devam edeceğiz.

#### Web Sitemizi Aktif Kullanalım

Derneğimizin web sitesi artık yalnızca bir bilgilendirme alanı değil; **üyelik işlemlerinin, geçmiş çevrim içi eğitimlere erişimin, iletişim bilgilerinin güncellenmesinin, aidat ve bağış ödemelerinin** yürütülebildiği ortak platformumuzdur.

İletişim bilgilerinin güncel tutulması özellikle önemlidir. Geçmişte bazı meslektaşlarımıza güncel telefon veya e-posta bilgileri bulunmadığı için ulaşmakta güçlük yaşadık. Web sitesi üzerinden bu bilgiler kolayca güncellenebilmektedir.

Aidat ve bağış ödemelerinin de **2027 yılı itibarıyla tamamen web sitesi üzerinden yürütülmesini** planlıyoruz. Banka kayıtlarının manuel takibi ve ödemelerin tek tek sisteme işlenmesi önemli bir iş yükü oluşturuyor. Bu zamanı Derneğimizin bilimsel ve mesleki çalışmalarına ayırabilmek için üyelerimizin desteğini önemsiyoruz.

“PayTR” komisyonunun üyelerimize ek yük oluşturmaması amacıyla, gerekli hukuki ve mali uygunluk sağlandığında bu maliyetin Dernek tarafından karşılanmasına yönelik düzenleme de değerlendirilecektir.

**Tüm meslektaşlarımızdan web sitemize üye olmalarını, siteyi aktif kullanmalarını, iletişim bilgilerini güncel tutmalarını ve ödeme işlemlerini sistem üzerinden gerçekleştirmelerini bekliyoruz.**

## Üyelerimiz İçin Bazı Hatırlatmalar

Derneğimizin işleyişinin daha düzenli yürütülmesi ve iletişim kanallarımızın amacına uygun kullanılabilmesi için bazı hatırlatmaları paylaşmak isteriz.

**Yüz yüze etkinliklere katılım:** Derneğimiz tarafından düzenlenen yüz yüze etkinliklere katılım için Dernek üyeliğinin bulunması ve aidat borcunun olmaması ön koşul olarak uygulanmaktadır.

**WhatsApp Bölgesel Grupları:** WhatsApp Topluluğumuz altında yer alan bölgesel gruplarda, asli üyelerimizin **çalıştıkları ilin**, öğrenci üyelerimizin ise **öğrenim gördükleri kurumun bulunduğu ilin** bölgesine dâhil olmalarını rica ediyoruz. Yer değişikliklerinde eski bölge grubundan çıkılarak yeni bölgeye katılım sağlanması ve tüm bölgesel gruplara üyelik talebinde bulunulmaması önemlidir. Bu gruplar; bölgesel etkinliklerin duyurulması, aynı bölgede çalışan meslektaşlarımızın iletişim kurulabilmesi, gerektiğinde hasta süreçlerinde birbirlerine ulaşabilmeleri ve acil durumlarda bölgesel koordinasyon sağlanabilmesi amacıyla oluşturulmuştur.

**Doğru konu için doğru e-posta adresi:** Derneğimizin bazı faaliyetleri, süreçlerin daha düzenli takip edilebilmesi ve arşivlenebilmesi amacıyla farklı e-posta adresleri üzerinden yürütülmektedir.

[turkmedikalfizikdernegi \[at\] gmail.com](mailto:turkmedikalfizikdernegi[at]gmail.com)

Derneğimizin ana iletişim adreslerinden biridir. Üyelerimizden gelen resmi içerikli konuların, dilekçe ve başvuruların yanı sıra kurumlar, diğer dernekler ve uluslararası organizasyonlarla iletişimde kullanılmaktadır.

[medikalfizik.uyelikler \[at\] gmail.com](mailto:medikalfizik.uyelikler[at]gmail.com)

Üyelik başvuruları ve evrakları, aidat ödemeleri ile web sitesi üyelik panelinde karşılaşılan sorunlar dâhil **tüm üyelik süreçleri** için bu adres kullanılmaktadır.

[medikalfizik.etikkurul \[at\] gmail.com](mailto:medikalfizik.etikkurul[at]gmail.com)

Meslek onuru, mesleki etik ve ahlaki normlar açısından yaşanan **somut durum ve sorunların** iletilebileceği iletişim adresidir.

[medikalfizik.uretenmedikalfizik \[at\] gmail.com](mailto:medikalfizik.uretenmedikalfizik[at]gmail.com)

Yeni kurulan **Üreten Medikal Fizik Çalışma Grubumuzun** iletişim adresidir. Dernek çatısı altında geliştirilebilecek fantom, dedektör, yapay zekâ, programlama, yeni teknoloji veya ürün geliştirme fikirleri ile farklı nitelikteki proje ve çalışma önerilerinizi bu adres üzerinden bizlerle paylaşabilirsiniz.

**İletişim kanallarımızın amaçlarına uygun kullanılması hem başvuruların daha hızlı sonuçlandırılmasına hem de Derneğimizin çalışmalarını daha düzenli ve etkin biçimde yürütebilmesine katkı sağlayacaktır.**

# REACT™



DAHA FAZLA BİLGİ  
ÇÖZÜMLERİMİZ  
HAKKINDA

fibermetrix.com

## DIAGNOSTİK RADYOLOJİ VE RADYOTERAPİ CİHAZLARINDA

RADYASYON ALANLARININ BOYUTSAL ÖLÇÜMLERİNİ  
HIZLI VE HASSASİYETLE GERÇEKLEŞTİRİN!

PROKAL  
MEDİKAL

www.prokalmedikal.com



- ✓ ETKİLİ
- ✓ HIZLI
- ✓ SIFIR ATIK
- ✓ ÇOK AMAÇLI KULLANIM

### REACT Sintilatörlü Radyopak Cetvel

- **İŞINLAMA ALANINI ANLIK GÖRÜN** | SİNTİLASYON TEKNOLOJİSİ İLE İŞINLAMA SIRASINDA ALANI GÖZLEMLEYİN.
- **GÖRÜNTÜLEYİN, ÖLÇÜN, DOĞRULAYIN** | RADYOPAK METRİK SKALA İLE İŞIN ALANI BOYUTLARINI HASSAS ŞEKİLDE ÖLÇÜN.
- **TG-142 TABANLI KALİTE KONTROL** | RADYOTERAPİ CİHAZLARINDA KV-MV GÖRÜNTÜLEME, IŞIK-IŞIN ALANI UYUMU, MLC VE JAW POZİSYON TESTLERİ
- **TG-66 TABANLI KALİTE KONTROL** | BT SİMÜLATÖRLERDE KESİT KALINLIĞI, GANTRİ AÇISI VE UZAYSAL DOĞRULUK TESTLERİ
- **SARF MALZEMESİ YOK** | TEKRAR KULLANILABİLİR YAPISIYLA SARF TÜKETİMİNİ VE ATIK OLUŞUMUNU AZALTIN.
- **0,5 MM HASSASİYET** | DETAYLARI YÜKSEK HASSASİYETLE YAKALAYIN.



### SET İÇERİĞİ

- TRİPOD
- AKILLI TELEFON UYGULAMASI (ios & ANDROID) ALARA GROUP
- 4 YÖNLÜ CETVEL
- ÇAPRAZ MONTAJ KİTİ
- TAŞIMA ÇANTASI

TÜRKİYE YETKİLİ DİSTRİBÜTÖRÜ PROKAL MEDİKAL

Alara group  
Smarter, safer.

# BİLİM KÖŞESİ

## COMPREHENSİVE MOTİON MANAGEMENT (CMM) VE MR-GUIDED RADYOTERAPİDE İNTRAFAKSİYON HAREKET YÖNETİMİ

Gül Taşkın,

Medikal Fizik Uzmanı

Hisar Hospital Intercontinental Hastanesi

### MR-Guided Radyoterapide Hareket Problemi

Radyoterapide tedavi hedefinin tedavi süresince planlanan yerleşimini koruyamaması, hedefe doğru dozun uygulanmasını etkileyen önemli bir geometrik belirsizlik oluşturmaktadır. İntrafraksiyon hareket, tedavi bölgesine bağlı olarak solunum, organ hacmi değişimi, kardiyak hareket ve hastanın pozisyonundaki değişiklikler gibi farklı kaynaklardan meydana gelebilmektedir [1].

Özellikle solunum kaynaklı hareket, hedefin tedavi sırasında yer değiştirmesine ve buna bağlı olarak hedef doz dağılımı ile doz reçetesinin etkilenmesine neden olabilmektedir [2]. Bu durum; akciğer, karaciğer ve pankreas gibi solunum hareketinden belirgin şekilde etkilenen bölgelerde, özellikle stereotaktik vücut radyoterapisi (SBRT) gibi yüksek hassasiyet ve doz konformitesi gerektiren tedavilerde daha büyük önem taşımaktadır [3].

Hareket kaynaklı belirsizliklerin azaltılmasında hedef hareketinin planlama aşamasında dikkate alınması ve uygun güvenlik marjlerinin belirlenmesi temel yaklaşımlardan biridir [1]. Ancak güvenlik marjlerinin artırılması, hedef çevresindeki sağlıklı dokuların ve risk altındaki organların (OAR) daha fazla doz almasına yol açabilmektedir [4]. Bu nedenle intrafraksiyon hareketin etkin şekilde yönetilmesi, hedef doz kapsamının korunması ve normal dokuların gereksiz doz alımının azaltılması açısından önem taşımaktadır [1].

### Unity MR-Linac ve CMM'nin Gelişimi

MR-Linac teknolojisi, manyetik rezonans görüntüleme ile lineer hızlandırıcı teknolojisini aynı sistem içerisinde birleştirerek tedavi sırasında yüksek yumuşak doku kontrastına sahip görüntüleme olanağı sunmaktadır [5]. Bu özellik, günlük anatominin değerlendirilmesine ve güncel anatomik duruma göre tedavi planının uyarlanmasına olanak sağlamaktadır [5]. Bununla birlikte, çevrimiçi adaptasyon sonrasında ve tedavi süresince meydana gelen intrafraksiyonel anatomik değişiklikler, tedavi doğruluğunu etkileyebilecek önemli bir faktör olmaya devam etmektedir [1]. Bu gereksinim, tedavi sırasında elde edilen MR görüntülerinin yalnızca anatomik değerlendirme amacıyla değil, intrafraksiyon hareketin izlenmesi ve yönetilmesi amacıyla da kullanılmasına yönelik yaklaşımların gelişmesine zemin hazırlamıştır [6].

Unity MR-Linac sisteminde gerçek zamanlı cine-MR görüntüleme ile anatomik yapıların tedavi sırasında izlenmesi mümkün hale gelmiştir [7]. Bu görüntüleme yeteneği, intrafraksiyon hareketin tedavi sırasında değerlendirilmesine yönelik gelişmiş hareket yönetimi yaklaşımlarının uygulanmasına olanak sağlamıştır. Elekta Unity için geliştirilen Comprehensive Motion Management (CMM) sistemi, bu gereksinim doğrultusunda geliştirilmiş bütünlük bir hareket yönetimi yaklaşımıdır [8].

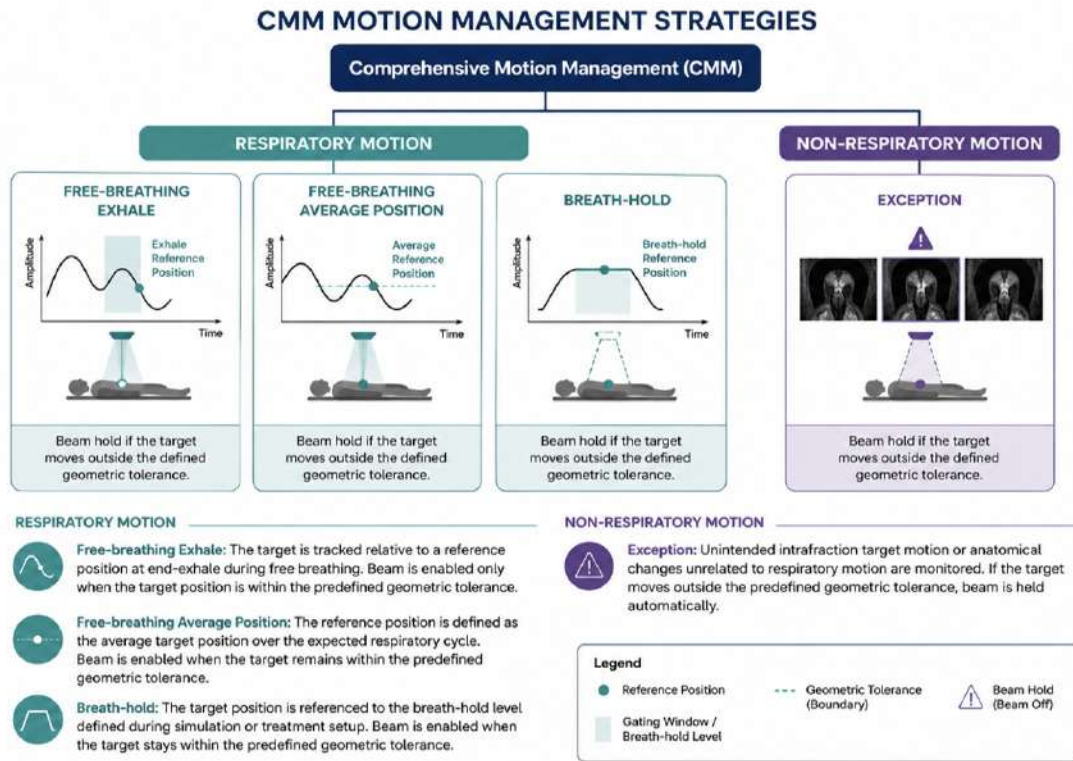
## CMM'nin Temel Çalışma Prensibi

CMM'nin temel çalışma prensibi, tedavi sırasında meydana gelen intrafraksiyonel hareketin gerçek zamanlı görüntüleme aracılığıyla değerlendirilmesine ve elde edilen hareket bilgisinden tedavi sürecini kontrol etmek amacıyla yararlanılmasına dayanmaktadır [8].

Sistem, tedavi sırasında elde edilen cine-MR görüntülerinden yararlanarak takip edilen anatomik yapının pozisyonunu gerçek zamanlı olarak değerlendirir. Hareket takibi sonucunda elde edilen anatomik konuma ilişkin bilgiler, önceden tanımlanan referans konum ve hareket yönetimi kriterleri doğrultusunda değerlendirilir [8]. Takip edilen yapı belirlenen kabul kriterlerini sağladığında ışınlama devam ederken, kriterlerin karşılanmaması durumunda ışınlama otomatik olarak durdurulur [8]. Bu nedenle CMM'nin temel çalışma prensibi, gerçek zamanlı görüntüleme, anatomik hareket takibi ve ışınlamanın otomatik olarak kontrol edilmesi olmak üzere birbiriyle ilişkili üç temel bileşen üzerinden özetlenebilir [8].

## CMM Hareket Yönetimi Stratejileri

CMM kapsamında hareket yönetimi, hedefin hareket karakteristiğine ve klinik gereksinimlere göre farklı stratejiler kullanılarak gerçekleştirilebilmektedir. Unity CMM'de dört temel hareket yönetimi yaklaşımı bulunmaktadır [8].



**Şekil 1:** CMM'de kullanılan hareket yönetimi stratejilerinin şematik gösterimi. Solunum kaynaklı hareket yönetiminde free-breathing exhale, free-breathing average position ve breath-hold stratejileri; solunum dışı hareketlerin yönetiminde ise exception yaklaşımı gösterilmiştir. Hedefin tanımlanan geometrik tolerans sınırlarının dışına çıkması durumunda ışınlama duraklatılmaktadır [8]

## Solunum Kaynaklı Hareket Yönetimi

**Free-breathing Exhale:** Bu yöntemde hasta normal solunumunu sürdürürken hedefin konumu, nefes verme sonundaki referans pozisyon temel alınarak izlenir. Hedefin bu referans pozisyon için belirlenen tolerans aralığının dışına çıkması halinde ışınlama durdurulur [8].

**Free-breathing Average Position:** Bu yaklaşımda hasta serbest solunum sırasında izlenir ve hedefin ortalama konumu referans alınarak hareket değerlendirilir. Hedefin tanımlanan hareket aralığının dışına çıkması durumunda ışın otomatik olarak kesilir [8].

**Breath-hold:** Bu stratejide hedef hareketi, hastanın belirlenen solunum seviyesinde nefesini tutması sırasında yönetilir. Hedefin tanımlanan nefes tutma konumunun dışına çıkması durumunda ışınlama durdurulur [8].

#### Solunum Dışı Hareketlerin Yönetimi

**Exception:** Bu yaklaşım, solunumla ilişkili olmayan veya beklenmeyen intrafraksiyon hareketlerin yönetiminde kullanılmaktadır. Takip edilen yapının önceden tanımlanan hareket sınırlarının dışına çıkması durumunda ışınlama otomatik olarak duraklatılır [8].

#### CMM'de Kullanılan Hareket Takibi Yapıları

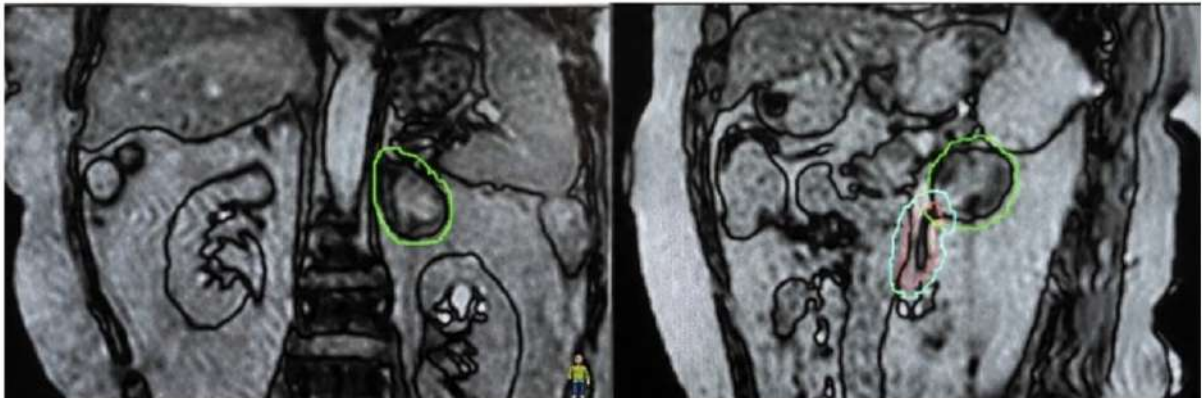
CMM iş akışında, standart tedavi planlama yapılarının yanı sıra hareket takibi ve ışınlama kontrolü için kullanılan ek yapılar bulunmaktadır [9].

##### Target (TAR)

Target (TAR), tedavi sırasında konumu ve hareketi izlenen hedef yapıdır. Gerçek zamanlı hareket takibinde hedefin konumuna ilişkin bilgiler, tedavi sırasında hareketin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır [9].

##### Registration Structure (REG)

Registration Structure (REG), görüntü kayıt algoritmalarında kullanılan anatomik görüntü bölgesini tanımlar. Bu yapının hareketinin, takip edilen hedefin hareketini mümkün olduğunca doğru temsil etmesi ve güvenilir görüntü kaydı için yeterli anatomik ayrıntı içermesi önemlidir [9]. REG bazı durumlarda doğrudan hedef yapıdan veya hedefin küçük bir genişletilmesinden oluşturulabilir. Hedef yapının uygun olmadığı durumlarda ise hedef hareketini temsil edebilecek lokal bir anatomik yapı – örneğin vasküler bir yapı – REG olarak kullanılabilir [9].

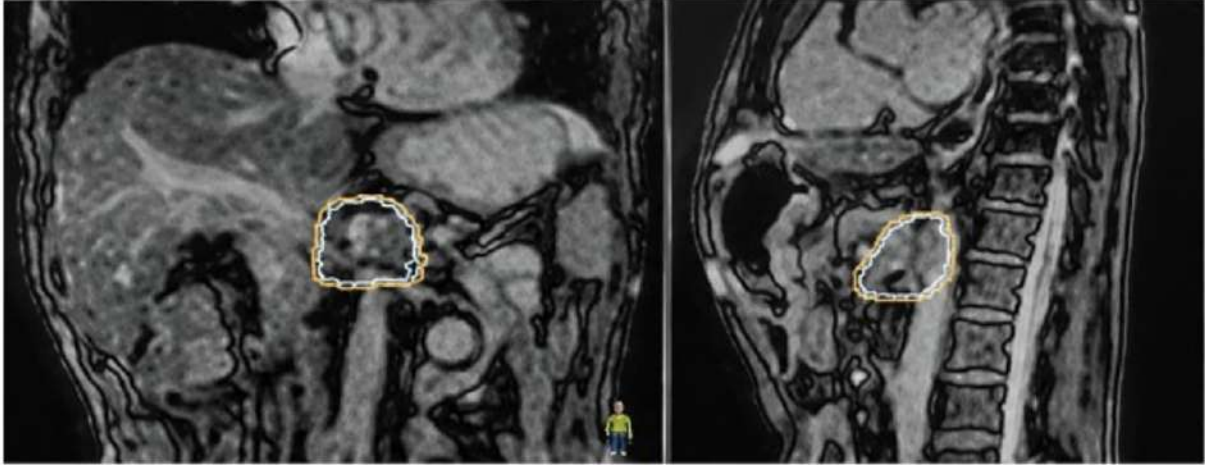


**Şekil 2:** CMM'de hareket takibi amacıyla kullanılan anatomik yapıya ilişkin kliniğimizden örnek. Yeşil kontur ile gösterilen anatomik yapı, hedefin hareketini temsil etmek amacıyla surrogate bir yapı olarak kullanılmaktadır. Surrogate yapının hareketi, hedef hareketinin gerçek zamanlı olarak değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

##### Gating Envelope (ENV)

Gating Envelope (ENV), takip edilen hedef yapıyı içeren ve ışınlama sırasında hedefin kabul edilebilir konumunun değerlendirilmesinde kullanılan yapıdır. ENV genellikle hedef yapının genişletilmesiyle oluşturulmaktadır [9]. Tedavi sırasında hedefin ENV içerisindeki hacimsel örtüşmesi değerlendirilir. Bu değer kullanıcı tarafından belirlenen eşik değer altına düşmesi durumunda

ışınlama durdurulabilmektedir [8].



**Şekil 3:** CMM’de hareket yönetimi amacıyla kullanılan gating envelope’a ilişkin kliniğimizden örnek. Takip edilen hedef yapının kabul edilebilir hareket sınırını tanımlayan gating envelope (ENV) gösterilmiştir.

### CMM Uygulama İş Akışı

CMM uygulama süreci, hedefin hareket özelliklerinin değerlendirilmesi ve buna uygun hareket yönetimi stratejisinin seçilmesiyle başlar. Seçilen strateji doğrultusunda hareket takibinde kullanılacak yapılar ve ışınlama kontrol kriterleri belirlenir [8].

### Referans Görüntülerin Hazırlanması

Hareket takibinin gerçekleştirilebilmesi için tedavi sırasında kullanılacak referans görüntüleme bilgilerinin hazırlanması gerekmektedir. Günlük 3D MR görüntüsü üzerinden yapılan planlama ve adaptasyon sürecinin ardından, gerçek zamanlı cine-MR görüntüleme ile karşılaştırılmak üzere template görüntüleri oluşturulur [8]. Bu template görüntüleri, takip sürecinde elde edilen gerçek zamanlı cine-MR görüntülerinin referans görüntülerle karşılaştırılmasına temel oluşturur [8].

### Gerçek Zamanlı Hareket Takibi

Tedavi sırasında anatomik yapıların hareketi gerçek zamanlı cine-MR görüntüleme ile izlenir. Elde edilen cine-MR görüntüleri, önceden oluşturulan template görüntüleri ile karşılaştırılarak takip edilen yapının konumundaki değişiklikler değerlendirilir [8]. Bu sayede hedefin veya takip edilen anatomik yapının tedavi süresince konumunun sürekli olarak izlenmesi mümkün olur.

### Hareketin Değerlendirilmesi ve Işınlama Kontrolü

Gerçek zamanlı takip sonucunda elde edilen hareket bilgisi, seçilen hareket yönetimi stratejisine ve önceden tanımlanan kontrol kriterlerine göre değerlendirilir [8]. Takip edilen yapı belirlenen kabul kriterlerinin dışına çıktığında, seçilen hareket yönetimi stratejisine uygun olarak ışınlama otomatik olarak durdurulabilir. Hedef yeniden kabul edilebilir konuma döndüğünde ışınlama yeniden başlatılabilir [8].

Özet olarak CMM uygulama iş akışı, hareket özelliklerinin değerlendirilmesiyle başlamakta; bunu uygun hareket yönetimi stratejisinin seçilmesi, takip yapılarının ve kontrol kriterlerinin belirlenmesi, referans/template görüntülerinin hazırlanması ve gerçek zamanlı cine-MR ile hareket takibi izlemektedir. Elde edilen hareket bilgisinin değerlendirilmesinin ardından, önceden belirlenen kriterler doğrultusunda ışınlama kontrolü gerçekleştirilmektedir [8].

## CMM'nin Klinik Önemi

İntrafraksiyon hareket, özellikle hareketli hedeflerin tedavisinde radyoterapi uygulamalarını etkileyen önemli geometrik belirsizliklerden biridir [1]. MR-guided radyoterapi, yüksek yumuşak doku kontrastı ve tedavi sırasında görüntüleme olanağı sayesinde bu hareketin değerlendirilmesine ve yönetilmesine önemli katkı sağlamaktadır [6].

CMM, gerçek zamanlı cine-MR görüntüleme, anatomik hareket takibi ve otomatik ışınlama kontrolünü bir araya getiren bütünlük bir hareket yönetimi yaklaşımı sunmaktadır [8]. Bu yaklaşım, hedefin tedavi süresince konumunun değerlendirilmesine ve belirlenen hareket kriterlerinin karşılanmadığı durumlarda ışınlamanın kontrol edilmesine olanak sağlamaktadır [8]. CMM kapsamında uygun hareket yönetimi stratejisinin seçilmesi, hareket takibinde kullanılacak yapıların doğru şekilde tanımlanması ve hareket yönetimi kriterlerinin hedefin özelliklerine göre belirlenmesi, sistemin etkin kullanımı açısından önem taşımaktadır [8]. Gerçek zamanlı takip ve ışınlama kontrol sistemlerinin teknik doğruluğu ve dozimetrik performansı üzerine yapılan çalışmalar, CMM'nin hareketli hedeflerin tedavisinde uygulanabilir ve güvenilir bir yaklaşım olduğunu göstermektedir [10].

Sonuç olarak CMM, intrafraksiyon hareketin tedavi sırasında aktif olarak yönetilmesine olanak sağlayan önemli bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Bu teknolojinin klinik kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, hareket yönetimine yönelik deneyim ve klinik verilerin artması, farklı tedavi bölgelerinde CMM'nin kullanımına ilişkin daha kapsamlı değerlendirmelerin yapılmasına katkı sağlayacaktır [6].

## Kaynakça

- [1] Fast MF, Cao M, Parikh PJ, Sonke JJ. Intrafraction Motion Management With MR-Guided Radiation Therapy. *Semin Radiat Oncol*. 2024;34(1):92–106. doi: 10.1016/j.semradonc.2023.10.008.
- [2] Teoh S et al. The impact of intrafraction motion on dose delivery in MR-guided radiotherapy. *J Appl Clin Med Phys*.
- [3] Tyagi N et al. Intrafraction motion and its impact on dose delivery during MR-guided radiotherapy of abdominal targets. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*.
- [4] Buchele C, Renkamp CK, Regnery S et al. Intrafraction organ movement in adaptive MR-guided radiotherapy of abdominal lesions – dosimetric impact and how to detect its extent in advance. *Radiat Oncol*. 2024;19:80. doi: 10.1186/s13014-024-02466-x.
- [5] Winkel D, Bol GH, Kroon PS et al. Adaptive radiotherapy: The Elekta Unity MR-linac concept. *Clin Transl Radiat Oncol*. 2019;18:54–59. doi: 10.1016/j.ctro.2019.04.001.
- [6] Lombardo E, Dhont J, Page D et al. Real-time motion management in MRI-guided radiotherapy: Current status and AI-enabled prospects. *Radiother Oncol*. 2024;190:109970. doi: 10.1016/j.radonc.2023.109970.
- [7] Snyder JE, St-Aubin J, Yaddanapudi S et al. Commissioning of a 1.5T Elekta Unity MR-linac: A single institution experience. *J Appl Clin Med Phys*. 2020;21(7):160–172. doi: 10.1002/acm2.12902.
- [8] Smith BR, St-Aubin J, Hyer DE. Commissioning of a motion management system for a 1.5T Elekta Unity MR-Linac: A single institution experience. *J Appl Clin Med Phys*. 2025;26(4):e70005. doi: 10.1002/acm2.70005.
- [9] Elekta. Comprehensive Motion Management Explained. Elekta Unity MR-Linac Technical Documentation. Elekta.
- [10] Characterizing the motion management system accuracy on a 1.5T MR-Linac. *Phys Med*. 2025;139:105189. doi: 10.1016/j.ejmp.2025.105189.

## KARAR VERMENİN GÖRÜNMEYEN MATEMATİĞİ: GÜNDELİK SEÇİMLERDEN KLİNİK UYGULAMALARA

Öğr. Gör. Dr. Ceren Ayrancıoğlu,

Medikal Fizik Uzmanı

İzmir Tınaztepe Üniversitesi, SHMYO, Nükleer Teknoloji ve Radyasyon Güvenliği Programı

### Karar Verme ve Çok Kriterli Karar Verme Kavramı

Karar verme, günlük yaşamdan profesyonel uygulamalara kadar her alanda karşımıza çıkan bir süreçtir. En genel tanımıyla karar verme, belirli bir amaca ulaşmak ya da bir problemi çözmek için mevcut seçenekler arasından en uygun olanı seçme sürecidir. Bu süreçte önce hedef belirlenir, ardından konuya ilişkin bilgiler toplanır, olası seçenekler değerlendirilir ve sonunda en uygun alternatif tercih edilir (1–5). Ancak her karar süreci basit değildir. Bazı durumlarda yalnızca tek bir ölçüte bakarak karar vermek yeterli olabilirken, birçok durumda birden fazla unsurun aynı anda değerlendirilmesi gerekir. Örneğin; bir ürün satın alırken fiyat, kalite, kullanım kolaylığı, dayanıklılık, garanti süresi ve kişisel ihtiyaçlar dikkate alınır. İşte bu tür durumlarda çok kriterli karar verme yaklaşımı öne çıkar.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV), birden fazla ve çoğu zaman birbiriyle çelişebilen kriterin birlikte değerlendirildiği karar problemlerinde kullanılan sistematik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, farklı alternatifleri belirlenen kriterler doğrultusunda karşılaştırmaya, önceliklendirmeye ve en uygun seçeneği belirlemeye yardımcı olur. Mühendislik, sağlık, işletme, kamu politikaları ve stratejik planlama gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır (1–5).

ÇKKV yöntemlerinin gelişimi, 20. yüzyılın ortalarında karar teorisi ve fayda teorisi gibi alanlardan etkilenerek başlamıştır. İlk dönemlerde *Ağırlıklı Toplam Modeli* ve *Ağırlıklı Çarpım Modeli* gibi basit matematiksel yaklaşımlar kullanılırken, zamanla *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, *İdeal Çözüm Benzerliğe Göre Tercih Sıralaması Tekniği* vb. daha gelişmiş yöntemler geliştirilmiştir. Günümüzde ise bu yöntemler yapay zekâ, optimizasyon algoritmaları ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerle birlikte kullanılarak hem nitel hem de nicel verileri değerlendirebilen güçlü karar destek araçlarına dönüşmüştür (6, 7).

### Çok Kriterli Karar Verme Metodolojisi

ÇKKV metodolojisi, karar problemlerini kolay anlaşılır ve karşılaştırılabilir hale getiren sistematik bir çerçeve sunar. Bu yaklaşım sayesinde karar verici, yalnızca sezgisel ya da alışkanlığa dayalı bir seçim yapmak yerine, elindeki alternatifleri belirli kriterler doğrultusunda daha açık ve gerekçelendirilebilir biçimde değerlendirebilir. ÇKKV yöntemleri özellikle karmaşık karar problemlerinde yararlıdır. Çünkü bu yöntemler, hedeflerin önceliklendirilmesine, kriterler arasındaki ödünleşmelerin görülmesine ve hem nicel hem de nitel değerlendirmelere dayalı olarak en uygun seçeneğin belirlenmesine olanak sağlar (1–5).

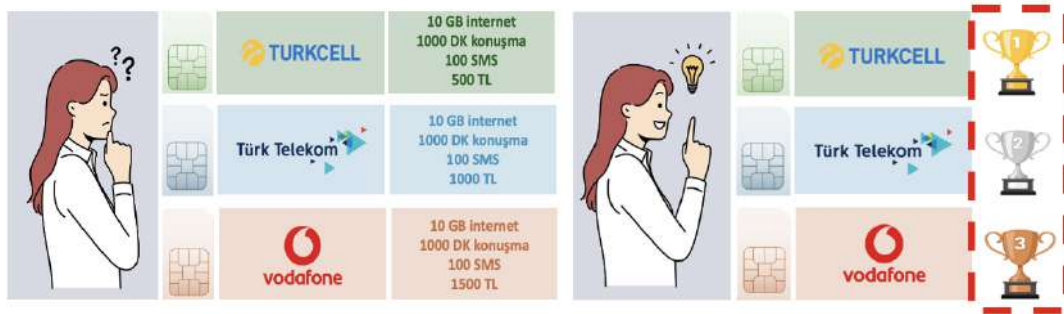
Bu metodolojinin temel bileşenleri; alternatifler, kriterler, kriter ağırlıkları ve karar matrisidir. *Alternatifler*, karar vericinin seçim yapabileceği seçenekleri ifade eder. *Kriterler* ise bu seçeneklerin hangi özelliklere göre değerlendirileceğini gösterir. Her kriter karar verici açısından aynı öneme sahip olmayabilir. Bu nedenle kriterlere, karar bağlamındaki önem düzeylerini yansıtan ağırlıklar (*kriter ağırlıkları*) atanır. *Karar matrisi* ise bu bilgilerin düzenli biçimde bir araya getirildiği tablodur. Bu tabloda alternatifler satırlarda, kriterler ise sütunlarda yer alır. Böylece her alternatifin her bir kriter açısından nasıl bir performans gösterdiği açıkça görülebilir. Bu yapı, karar vericinin seçenekleri daha bütüncül ve karşılaştırılabilir biçimde incelemesini ve analiz etmesini sağlar (1–5).

ÇKKV yöntemleri çoğu zaman kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan *ağırlıklandırma yöntemleriyle* birlikte uygulanır. Objektif veya subjektif olarak kriterlere ilişkin göreceli ağırlık belirleyen yöntemlerin kullanımından sonra belirlenen bu ağırlıklara göre karar probleminin çözümünde kullanılan ÇKKV yöntemleri ile alternatiflerin göreceli performansları saptanır. Bazı karar problemlerinde birden fazla ÇKKV yöntemi de aynı anda kullanılabilir. Böyle durumlarda elde edilen sonuçlar matematiksel *toplulaştırma yöntemleriyle* bir araya getirilerek alternatiflerin genel sıralaması elde edilir (1–5).

### Gündelik Bir Karar Problemi Üzerinden ÇKKV Metodolojisinin Açıklanması

ÇKKV'nin metodolojik yapısı, karar problemlerinin sistematik bir biçimde ele alınmasına yardımcı olur. Alternatiflerin, kriterlerin, kriter ağırlıklarının ve karar matrisinin tanımlanması, karar vericinin farklı seçenekleri nesnel, karşılaştırılabilir ve gerekçelendirilebilir biçimde değerlendirmesini sağlar.

Çok kriterli karar verme süreci yalnızca teknik alanlarda kullanılan bir yaklaşım değildir. Günlük yaşamda verdiğimiz birçok karar da aslında bu yapıya oldukça benzerdir. Bu yapının daha anlaşılır hale gelmesi için mobil iletişim tarifesi seçimi, gündelik yaşamdan alınmış açıklayıcı bir örnek olarak ele alınabilir.



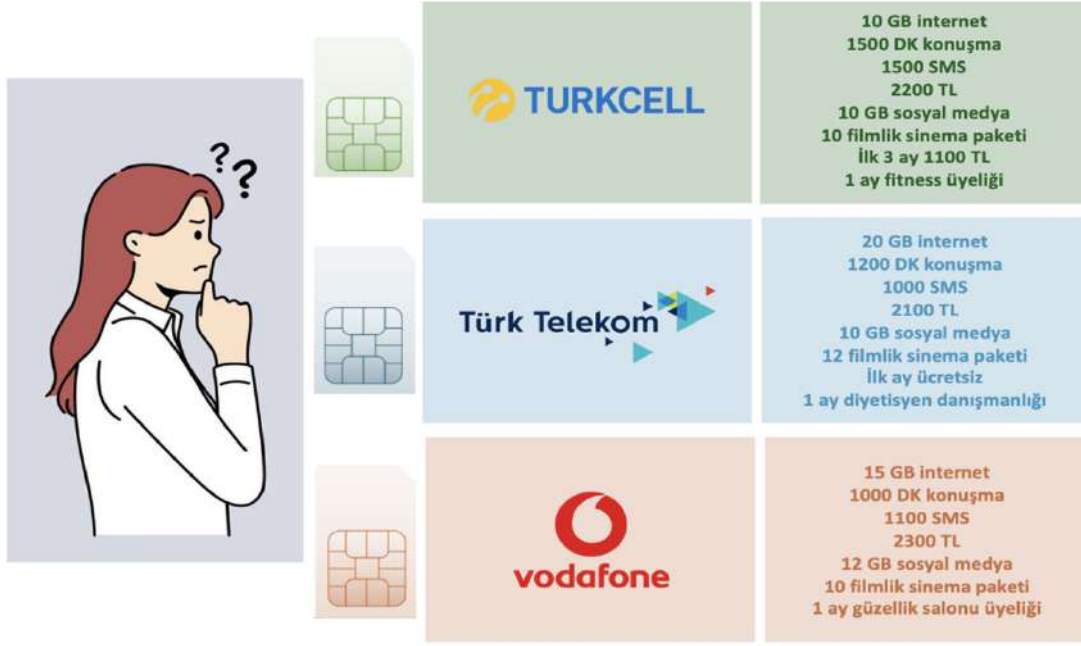
Şekil 1: Dört değişkenli iletişim operatörü seçim problemi ve seçim koşullarına göre sıralama.

Yukarıdaki görselde yer alan karar probleminde alternatifler, kişinin tercih edebileceği mobil operatör tarifeleridir. Kriterler ise bu seçenekleri değerlendirirken dikkate alınan özelliklerdir. Burada kriterler; internet paketi, konuşma süresi, SMS hakkı ve fiyatlandırma gibi temel unsurlardır.

İlk durumda kişi, farklı operatörler tarafından sunulan üç farklı mobil tarifeyi internet paketi, konuşma süresi, SMS hakkı ve fiyatlandırma gibi temel kriterler üzerinden karşılaştırmaktadır. Paketlerin içerikleri birbirine oldukça benzerdir ancak fiyatlandırmada bariz farklılık söz konusudur. Böyle bir durumda karar süreci görece daha basittir. Aynı temel hizmetleri daha düşük maliyetle sunan seçenek daha avantajlı görülür.

İkinci durumda ise karar problemi daha gerçekçi ve karmaşık bir yapıda sunulmaktadır. Burada tarifeler artık yalnızca internet paketi, konuşma süresi, SMS hakkı ve fiyatlandırma gibi temel kriterlerle değerlendirilmez. Sosyal medya kullanımı için ayrı internet paketi, sinema paketi, fitness üyeliği, diyetisyen danışmanlığı ve güzellik salonu üyeliği gibi ek hizmetler de karar sürecine dahil edilmektedir. Burada önemli olan nokta, her kriterin herkes için aynı değeri taşımasıdır. Örneğin bazı kullanıcılar için en belirleyici unsur düşük fiyat olabilir. Buna karşılık sosyal medyayı yoğun olarak kullanan biri için sosyal medya kullanımı için ayrı internet paketi daha önemli hale gelebilir. Spor yapmaya başlamak isteyen bir kişi için fitness üyeliği cazip bir avantaj oluştururken, başka bir kullanıcı için sinema paketi ya da güzellik salonu üyeliği daha anlamlı olabilir.

Bu noktada kişinin kararı sadece en ucuz tarifeyi seçmekten ibaret değildir. Bireyin ihtiyaçları, alışkanlıkları ve kişisel öncelikleri doğrultusunda karar verme süreci, çeşitli ödünleşmelerin devreye girdiği karmaşık bir yapıya dönüşmektedir. Bu tür karmaşık problemlerde kararın, karar vericinin



Şekil 2: Sekiz değişkenli iletişim operatörü seçim problemi.

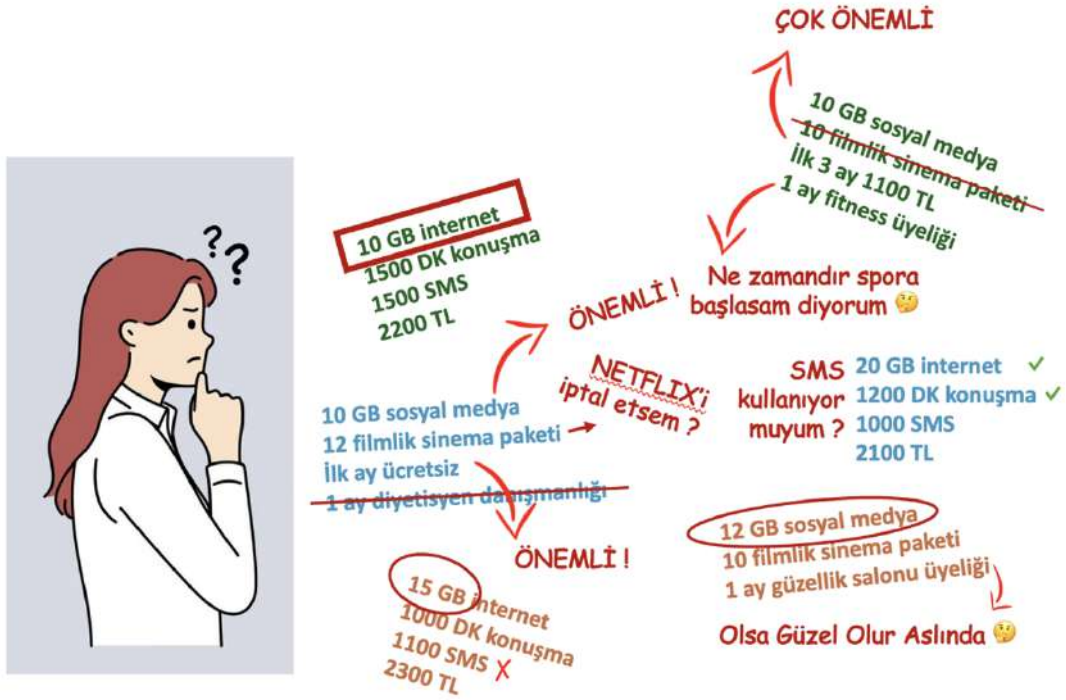
gerçek önceliklerini yansıtabilmesi için ÇKKV yöntemlerine ihtiyaç duyulur. Çünkü bir karar probleminde alternatif ve kriter sayısı arttıkça karar vericinin tüm bilgileri aynı anda zihninde tutması, karşılaştırması ve tutarlı biçimde değerlendirmesi güçleşir. Bu güçlüğün temel nedenlerinden biri, artan bilişsel yük nedeniyle insanın bilgi işleme kapasitesinin sınırlı kalmasıdır. Nitekim George A. Miller'ın 1956 tarihli *"The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information"* başlıklı makalesi de insan bilişinin aynı anda işleyebileceği ya da karşılaştırabileceği bilgi miktarının sınırlı olduğunu ortaya koyan temel çalışmalardan biridir. Miller'ın çalışmasından çıkarılabilecek pratik sonuç, insan zihninin çok sayıda seçeneği ve kriteri aynı anda sınırsız biçimde işleyemeyeceğidir (8). Bu nedenle karmaşık karar problemlerinde alternatiflerin ve kriterlerin yapılandırılması gerekir. ÇKKV yöntemleri de tam olarak bu noktada önem kazanır çünkü karar sürecini kişisel sezgilere bırakmak yerine alternatifleri, kriterleri, ağırlıkları ve karar matrisini sistemli bir yapıya dönüştürür.

Sonuç olarak mobil tarife seçimi örneği, ÇKKV sürecinin günlük yaşamdaki karşılığını gösteren pratik bir modeldir. Bu model, ÇKKV metodolojisinin temel bileşenlerini daha anlaşılır hale getirir; mobil operatörler alternatifleri, internet paketi, konuşma süresi, SMS hakkı, fiyatlandırma ve diğer ek avantajlar kriterleri, kişinin bu kriterlere verdiği önem ise kriter ağırlıklarını temsil eder. Karar matrisi ise her operatörün bu kriterler karşısındaki durumunu düzenli biçimde göstermeye yarar.

### Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri, alternatifleri birden fazla kritere göre değerlendirmek için geliştirilmiş farklı yaklaşımları kapsar. Bu yöntemler genel olarak *Çok Amaçlı Karar Verme* ve *Çok Nitelikli Karar Verme* olmak üzere iki ana grupta ele alınabilir. Çok amaçlı karar verme yaklaşımında aynı anda birden fazla amacın optimize edilmesi hedeflenir. Çok nitelikli karar verme yaklaşımında ise belirli ve ayırık alternatifler değerlendirilerek seçim ya da sıralama yapılır (1–5).

Çok nitelikli karar verme problemi farklı matematiksel yaklaşımlar kullanılarak çözülebilir. Bazı yöntemler alternatifleri ikili olarak karşılaştırır. Bazıları fayda temelli ya da üstünlük temelli değerlendirme yapar. Bazı yöntemler ise alternatiflerin ideal bir çözüme ya da referans noktaya olan uzaklığını dikkate alır. ÇKKV kapsamında yaygın olarak kullanılan yöntemler arasında Analitik



Şekil 3: Seçim koşullarına göre kompleks değerlendirme süreci.

Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Ağ Prosesi (ANP), İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS), Gri İlişkisel Analiz (GRA), Karmaşık Oransal Değerlendirme (COPRAS), Katkı Oranı Değerlendirmesi (ARAS), Ağırlıklı Toplam-Çarpım Değerlendirmesi (WASPAS), Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşma Çözümü (VIKOR), Gerçeği Yansıtan Eleme ve Seçim Yöntemi (ELECTRE) vb. gibi yöntemler yer alır. Her yöntemin kendine özgü avantajları ve sınırlılıkları vardır. Bu nedenle hangi yöntemin kullanılacağı, karar probleminin yapısına, eldeki verilere ve karar vericinin ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir (1–5).

### Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulama Alanları

ÇKKV yöntemleri oldukça geniş bir kullanım alanına sahiptir. Cep telefonu, bilgisayar ya da otomobil seçimi gibi günlük tercihlerden; iş, okul ya da ders seçimi gibi daha kişisel kararlara kadar birçok alanda kullanılabilir. Bunun yanında mühendislik, işletme, kamu politikaları, sağlık hizmetleri ve stratejik askeri operasyonlar gibi daha ileri düzey uzmanlık gerektiren alanlarda da önemli bir karar destek yaklaşımı sunar (1–5).

Sağlık hizmetleri özelinde bakıldığında, radyoterapi gibi çok boyutlu karar süreçlerinde ÇKKV yöntemlerinin önemli bir potansiyeli vardır. Radyoterapide tedavi planlarının optimizasyonu, cihaz ve ekipman seçimi, kalite güvencesi, iş akışı düzenleme ve hasta odaklı karar verme süreçleri bu yöntemlerin kullanılabileceği başlıca alanlar arasında yer alır.

**Tedavi Planlamasının Optimizasyonu:** Radyoterapinin temel amacı, hedefe gerekli tedavi dozunu verirken çevredeki sağlıklı dokuları ve risk altındaki organları mümkün olduğunca korumaktır. Bu süreçte birden fazla amaç aynı anda dikkate alınır. Örneğin tümör kontrol olasılığının artırılması istenirken, normal doku komplikasyon olasılığının azaltılması gerekir. Bu amaçlar birbiriyle rekabet halindedir. ÇKKV yöntemleri, bu tür karmaşık ve dengelenmesi gereken amaçların birlikte değerlendirilmesine yardımcı olabilir. Tedavi planlama yazılımlarına entegre edilen çok kriterli yaklaşımlar, klinisyenlere farklı tedavi planlarını karşılaştırma ve en uygun planı seçme konusunda karar desteği sağlayabilir (1, 9–11).

**Ekipman Seçimi:** Radyoterapide kullanılan lineer hızlandırıcılar, görüntüleme cihazları, dozimetrik ekipmanlar ve immobilizasyon araçları gibi cihazların seçimi de ÇKKV yaklaşımına oldukça uygundur. Çünkü bu tür seçimlerde maliyet, teknolojik özellikler, güvenilirlik, dayanıklılık, bakım gereksinimleri ve mevcut altyapıyla uyumluluk gibi birçok faktör birlikte değerlendirilmelidir. ÇKKV yöntemleri, karar vericilerin hem nicel hem de nitel kriterleri dikkate alarak daha dengeli seçimler yapmasına katkı sağlar. Böylece sağlık kurumları, klinik gereksinimleri karşılayan ve finansal kısıtlarla uyumlu yatırımlar yapabilir. Bu da uzun vadede hem hizmet kalitesine hem de hasta bakım süreçlerine olumlu katkı sunar (1, 12).

**Kalite Güvencesi ve İş Akışı Optimizasyonu:** Radyoterapide kalite güvencesi, hasta güvenliği ve tedavi etkinliği açısından kritik öneme sahiptir. Tedavinin doğru, güvenli ve standartlara uygun şekilde uygulanabilmesi için kalite güvence süreçlerinin düzenli olarak değerlendirilmesi gerekir. ÇKKV yöntemleri; doğruluk, verimlilik, güvenlik ve düzenleyici standartlara uyum gibi faktörleri birlikte değerlendirerek kalite güvence protokollerinin iyileştirilmesine yardımcı olabilir. Ayrıca çok disiplinli ekipler arasında karar alma süreçlerini kolaylaştırarak iş akışı yönetimini destekleyebilir. Böylece tedavi süreçlerinin belirlenen kılavuzlara, zaman çizelgelerine ve klinik gerekliliklere uygun şekilde yürütülmesi sağlanabilir (1, 13–16).

**Hasta Odaklı Yaklaşım:** Radyoterapi endikasyonu, tümör tipi ve evresi, genetik profil, eşlik eden hastalıklar, hastanın genel performansı ve hasta tercihi gibi hastaya özgü faktörler doğrultusunda şekillenmektedir. ÇKKV yöntemleri, bu farklı unsurların karar sürecine sistematik bir biçimde dahil edilmesine olanak tanır. Böylece klinisyenler, tedavi seçeneklerini yalnızca teknik ya da klinik ölçütlere göre değil, hastaya özgü gereksinimleri de dikkate alarak değerlendirebilir. Bu yaklaşım, kişiselleştirilmiş tedavi anlayışını destekler ve bakımın hem kanıta dayalı hem de bireysel ihtiyaçlara uygun şekilde sunulmasına katkı sağlar (1, 16–21).

## Kaynakça

- [1] Ayrancıoğlu C. Radyoterapide çok kriterli karar verme yöntemleri ile tedavi planı seçim probleminin çözümleri ve çözümlerin toplulaştırması: Antropomorfik fantom çalışması örneği (Tez No. 988253) [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi; 2026.
- [2] Ayrancıoğlu C, Ayrancıoğlu O, Görken İB. Treatment plan selection in whole left breast radiotherapy using multi-criteria decision-making methods: A phantom study. *Med Dosim*. 2026 Spring;51(1):91–102. doi: 10.1016/j.meddos.2025.09.001. PMID: 41168046.
- [3] Timor M. *Analitik hiyerarşi prosesi*. İstanbul: Türkmen Kitabevi; 2011.
- [4] Aktaş R, Doğanay MM, Gömen Y, Gazibey Y, Türen U. *Sayısal karar verme yöntemleri*. İstanbul: Beta Yayıncılık; 2015.
- [5] Aytekin A. *Çok kriterli karar analizi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık; 2022.
- [6] Köksalan MM, Wallenius J, Zionts S. *Multiple criteria decision making: from early history to the 21st century*. 2011. <http://ci.nii.ac.jp/ncid/BB06333619>
- [7] Kumar R. A comprehensive review of MCDM methods, applications, and emerging trends. *Decis Making Adv*. 2024;3:185–199. doi: 10.31181/dma31202569.
- [8] Miller GA. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychol Rev*. 1956;63(2):81–97. doi: 10.1037/h0043158.
- [9] Bertsimas D, Cacchiani V, Craft D, Nohadani O. A hybrid approach to beam angle optimization in intensity-modulated radiation therapy. *Comput Oper Res*. 2012;39(3):562–571. doi: 10.1016/j.cor.2012.06.009.
- [10] Breedveld S, Craft D, van Haveren R, Heijmen B. Multi-criteria optimization and decision-making in radiotherapy. *Eur J Oper Res*. 2019;277(1):1–19. doi: 10.1016/j.ejor.2018.08.019.
- [11] Romeijn HE, Ahuja RK, Dempsey JF, Kumar A. A new linear programming approach to radiation therapy treatment planning problems. *Oper Res*. 2006;54(2):201–216. doi: 10.1287/op-

- re.1050.0249.
- [12] Turna G, Beşkese A. A model proposal for selecting the most appropriate radiotherapy devices for hospitals. In: Çebi F et al., editörler. *Engineering and technology management in challenging times*. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 1137. Cham: Springer; 2024. p. 31–43. doi: 10.1007/978-3-031-70935-7\_4.
  - [13] Chang J, Jang S, Lalonde R, Huq SM. Fuzzy analytic hierarchy process-based risk priority number for risk assessments of commissioning process of a ring gantry LINAC. *J Appl Clin Med Phys*. 2022;23(11):e13760. doi: 10.1002/acm2.13760.
  - [14] Azadeh A, Saberi M, Eivazy H, Sheikhalishahi M. A unique fuzzy multi-control approach for continuous quality improvement in a radiotherapy department. *Radiother Oncol*. 2015;114(2):298–307. doi: 10.1016/j.radonc.2015.01.014.
  - [15] Liszewski B. A prioritization framework for the analysis of near misses in radiation oncology. *Tech Innov Patient Support Radiat Oncol*. 2020;14:36–42. doi: 10.1016/j.tipsro.2020.04.001.
  - [16] Rivero ADP, Montilla Prieto TCM. Propuesta para la aplicación de los procesos analíticos jerárquicos en la realización de evaluaciones de seguridad de la práctica de la radioterapia. In: IX Congreso Regional Latinoamericano IRPA; 15–19 Nisan 2013; Rio de Janeiro, Brezilya.
  - [17] Soliman THA, Mohamed R, Sewissy AA. A hybrid analytical hierarchical process and deep neural networks approach for classifying breast cancer. In: *2016 11th International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES)*. 2016. p. 212–217. doi: 10.1109/ICCES.2016.7822022.
  - [18] Akram R, Qayyum A, Zafar MS, Naseem A, Khalid R, Javed A. Comparative analysis of Pythagorean MCDM methods for the risk assessment of childhood cancer. *Risk Manag Healthc Policy*. 2022;15:1045–1061. doi: 10.2147/RMHP.S356030.
  - [19] Hasan THA, Mohamed R, Sewissy AA. A multi-criteria ranking algorithm (MCRA) for determining breast cancer therapy. *TNM J Med Inform*. 2021;4(2):25–36.
  - [20] He Q, Li X, Kim DWN, Jia X, Gu X, Zhen X, Zhou L. Feasibility study of a multi-criteria decision-making based hierarchical model for multi-modality feature and multi-classifier fusion: applications in medical prognosis prediction. *Inf Fusion*. 2020;55:207–219. doi: 10.1016/j.inf-fus.2019.09.001.
  - [21] Kitamura Y. Decision-making process of patients with gynecological cancer regarding their cancer treatment choices using the analytic hierarchy process. *Jpn J Nurs Sci*. 2010;7(2):148–157. doi: 10.1111/j.1742-7924.2010.00147.x.

## EVRENİN SIRLARINI ARARKEN HAYAT KURTARMAK: CERN VE TIP DÜNYASIYLA GÖRÜNMEZ BAĞI

**Dr. Çağdaş Şimşek,**  
Medikal Fizik Uzmanı  
İstanbul Amerikan Hastanesi – İstanbul Koç Üniversitesi Hastanesi

Cenevre yakınlarındaki yeraltı tünellerinde, dünyanın en büyük parçacık hızlandırıcısı Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda (LHC) bilim insanları evrenin en temel yapı taşlarını, Higgs bozonunu, karanlık maddeyi ve Büyük Patlama'nın ilk anlarını anlamaya çalışıyor. CERN'i (Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi) düşündüğümüzde aklımıza genellikle gizemli parçacıklar, dev mıknatıslar ve astrofizik denklemleri gelir. Oysa bu kurumun en az bilinen ama en hayat kurtarıcı mirası, tıp dünyasına bıraktığı iz olabilir.

1954 yılında kurulan CERN, o günden bu yana uluslararası bilimsel iş birliğinin en çarpıcı örneklerinden biri haline geldi. Kurumun misyonu; temel fizik alanında dünya çapında öncü araştırmalar yürütmek, araştırmacılara benzersiz parçacık hızlandırıcı tesisleri sunmak, dünyanın dört bir yanından bilim insanlarını bir araya getirerek bilim ve teknolojinin sınırlarını zorlamak ve yeni nesil fizikçi, mühendis ve teknisyenleri yetiştirmek olarak özetlenebilir. CERN Konseyi, örgütün en üst karar organı olarak bilimsel, teknik ve idari konularda kurumun faaliyetlerini yönlendirirken, Konsey tarafından atanan Genel Direktör, laboratuvarın günlük işleyişinden sorumludur. Bu kurumsal yapı, CERN'in hem büyük ölçekli bilimsel vizyonunu hem de - bu yazının konusu olan - beklenmedik toplumsal faydalarını mümkün kılan zemini oluşturuyor.

CERN'in temel amacı çoğunlukla tıbbi teknoloji üretmek olmadı. Ancak parçacık fiziğinin gerektirdiği son derece hassas dedektörler, güçlü hızlandırıcılar ve devasa veri işleme sistemleri, kurumun kurulduğu 1954'ten bu yana tıp alanında dönüştürücü bir etki yarattı. Bu etkinin belirgin bir özelliği, buluş ile klinik kullanım arasındaki uzun gecikmedir: Georges Charpak'ın 1968 tarihli dedektörünün ticari tıbbi görüntülemeye dönüşmesi yaklaşık yirmi yıl aldı; Medipix çiplerinin 1990'lardaki ilk tasarımlarından 2018'de yayımlanan ilk üç boyutlu renkli röntgen görüntülerine uzanan yol da benzer bir süre istedi. Bu gecikme, temel bilimin doğasında var olan sabır gerektiren ama son derece verimli bir dönüşüm sürecine işaret ediyor.

Bu yazıda, temel bilimin nasıl beklenmedik biçimde klinik pratiğe dönüştüğünü; PET taramalarından kanser tedavisine, tıbbi izotoplardan "World Wide Web'e (WWW)" kadar uzanan bu görünmez köprüyü ele alacağız. Ayrıca, bu köprünün soyut bir kavram olmaktan çıkıp bir bireyin kariyerinde nasıl somutlaştığını, kişisel bir deneyim üzerinden de aktaracağız.

### Antimaddeden PET Taramasına: Bir Keşfin Yolculuğu

Modern Nükleer Tıp, Onkoloji ve Nörolojinin vazgeçilmez tanı araçlarından biri olan Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), temelini parçacık fiziğinden alır. PET cihazları, vücuda enjekte edilen radyoaktif bir izleyicinin yaydığı pozitronların (elektronun antimadde eşi) elektronlarla karşılaşp yok olması sonucu ortaya çıkan gama ışınlarını tespit ederek çalışır. Bu "yok olma" (annihilation) olayının fiziği, tam olarak CERN'de yıllarca incelenen antimadde araştırmalarının konusudur.

CERN'in Antiproton Yavaşlatıcısı (Antiproton Decelerator) gibi tesisleri, antimadde davranışını laboratuvar koşullarında incelemeyi mümkün kılıyor. Parçacık fiziği ile tıbbi görüntüleme arasındaki bağ ise tek bir cihazın doğrudan aktarımından çok, ortak bir ölçüm kültüründen doğdu: bugün bir hastanenin PET ünitesinde çalışan gama ışını dedektörlerinin kökleri, parçacık fizikçilerinin kısa ömürlü parçacıkların izlerini yakalamak için geliştirdiği tespit ve zamanlama tekniklerine kadar uzanır.

Bu bağlantı sadece tarihsel bir tesadüf değildir. Fizikçi Georges Charpak'ın 1968 yılında geliştirdiği çok telli orantılı sayaç (multiwire proportional chamber), iyonlaştırıcı radyasyonu fotografik yöntemlerden çok daha verimli saydığı için görüntülemeye gereken dozu düşürme vaadi taşıdı ve tıbbi tanı alanında bir dönüm noktası oldu; bu teknolojiye dayanan ticari görüntüleme sistemleri 1980'lerin sonundan itibaren ortopedi kliniklerine girdi. Kristal sintilatörler cephesinde CERN'in katkısı ise 1990'da kurulan Crystal Clear Collaboration (RD-18) ile başladı. Bugün ticari PET tarayıcılarında standart olan LSO ve LYSO kristalleri CERN kökenli değildir; buna karşılık Crystal Clear'ın LuAP ve LuYAP gibi malzemeler üzerindeki çalışmaları ile ClearPET, ClearPEM ve EndoTOFPET-US prototipleri, uçuş zamanlı (TOF) PET'te zaman çözünürlüğünün sınırlarını zorlayarak alanı ileri taşıdı. Kristal sintilatörler, fotoçoğaltıcı tüpler ve zamanlama elektroniki gibi PET tarayıcılarının kalbini oluşturan bileşenler, LHC deneylerinde kullanılan kalorimetrelerle benzer bir mühendislik sorununu çözmek zorundadır: çok kısa sürede, çok düşük enerji seviyelerinde gerçekleşen olayları yüksek hassasiyetle tespit etmek. Bu ortak zorluk, fizik ve tıp topluluklarının yıllardır birbirinden öğrenmesini sağlamıştır.

### Hadron Terapisi: Kanserle Parçacıklarla Savaşmak

CERN'in tıbbi en somut katkılarının biri hiç şüphesiz hadron terapisi alanındaki öncü çalışmalarıdır. Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine göre kanser, dünya genelinde ölüm nedenleri arasında ilk sıralarda yer almaya devam ederken, alan literatüründeki yerleşik tahminlere göre radyoterapi kanser hastalarının yaklaşık yarısının tedavi protokolünün bir parçası olarak uygulanıyor. Geleneksel radyoterapi X-ışınları kullanır; bu ışınlar vücuda girdikten sonra hedef tümöre ulaşana kadar ve sonrasında da enerjilerini bırakmaya devam ederek sağlıklı dokulara zarar verebilir. Proton ve karbon iyonu gibi ağır parçacıklar ise fizikte "Bragg tepe noktası" (Bragg peak) olarak bilinen bir özelliğe sahiptir: enerjilerinin büyük kısmını, hareket yollarının tam da sonunda, önceden hesaplanabilecek bir derinlikte bırakırlar.

Bu, radyoterapi tedavilerinde, tümörün milimetrik hassasiyetle hedeflenip çevresindeki sağlıklı dokuların - özellikle beyin sapı veya göz gibi hassas organlara yakın tümörlerde - büyük ölçüde korunabilmesi anlamına gelir. CERN'in 1996-2000 yılları arasında Phil Bryant liderliğinde yürüttüğü PIMMS (Proton-Ion Medical Machine Study) projesi, bu tedavi yöntemi için kullanılan hızlandırıcı tasarımlarının temelini attı. Bugün binlerce hastayı tedavi eden İtalya'daki CNAO (Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica) ve Avusturya'daki MedAustron merkezleri doğrudan bu çalışmanın mirasçısıdır. Almanya'daki HIT (Heidelberg Ion-Beam Therapy Center) ise farklı bir soydan gelir: Darmstadt yakınlarındaki GSI pilot projesinde on iki yılda biriken deneyim üzerine kurulmuş ve ilk hastasını 2009'da tedavi etmiştir. İki hattın varlığı, hadron terapisinin tek bir merkezin değil, Avrupa ölçeğinde paralel yürüyen bir hızlandırıcı fiziği geleneğinin ürünü olduğunu gösterir.

Bu tedavi yöntemlerinin klinik pratiğe aktarılmasında, dozimetri planlaması kritik bir rol oynar. Bir hastaya verilecek radyasyon dozunun, tümörü etkisiz hale getirecek kadar yüksek ama çevre dokuyu koruyacak kadar hassas hesaplanması, esasen parçacık fiziğinde dedektörlere çarpan parçacıkların enerji kaybını modellemekle aynı matematiksel altyapıyı paylaşır. Bu nedenle, Monte Carlo (MC) tabanlı doz hesaplama araçlarının önemli bir kısmı, kökeninde CERN gibi merkezlerde geliştirilen parçacık-taşıyım simülasyon kodlarına (örneğin Geant4 ve FLUKA) dayanmaktadır. Özellikle FLUKA, uzun yıllar CERN ile İtalya'nın INFN kurumu tarafından ortaklaşa geliştirilen - 2019'dan bu yana iki ayrı kol hâlinde sürdürülen - bir MC simülasyon kodu olarak, hem LHC'deki dedektörlerin radyasyon ortamını modellemek hem de hadron terapi merkezlerinde proton ve karbon iyon demetlerinin doku içindeki enerji bırakma profilini hesaplamak için doğrudan kullanılıyor; bu da onu parçacık fiziği ile klinik dozimetri arasındaki en somut yazılım köprülerinden biri haline getiriyor.

## MEDICIS, Tıbbi İzotop Üretimi ve PRISMAP+

Kanser tanı ve tedavisinde kullanılan radyoaktif izotoplar, günümüz tıbbının kritik bir bileşenidir. CERN'in ISOLDE (Isotope Separator On Line DEvice) tesisi bünyesinde faaliyet gösteren MEDICIS laboratuvarı, standart nükleer reaktörlerde üretilmeyen, "egzotik" olarak adlandırılan yeni nesil radyoizotopları üretmeye odaklanır. 2010 yılında başlatılan proje, ilk radyoizotopu olan terbiyum-155'i 12 Aralık 2017'de üretti. ISOLDE'nin yüksek yoğunluklu proton demetinin yalnızca yaklaşık yüzde onu kendi hedefinde soğurulduğu için, MEDICIS arta kalan protonları ikinci bir hedefe yönlendirir; elde edilen izotoplar kütle ayrımıyla saflaştırılarak araştırma merkezlerine ve üniversite hastanelerine ulaştırılır.

Bu laboratuvar, tanı ve tedaviyi tek bir kimyasal kimlik altında birleştiren terbiyum dördlüsü (Tb-149, Tb-152, Tb-155 ve Tb-161) üzerinde çalışmalar yürütür; bunlardan terbiyum-149, kısa menzilli alfa parçacıklarının yanı sıra pozitron da yaydığı için tek başına hem hedefe yönelik alfa tedavisine hem de PET görüntülemeye açıktır. Teranostik yaklaşım, aynı taşıyıcı molekülün bir radyoizotop versiyonuyla kanserin görüntülenmesini, bir diğeriyle ise doğrudan tedavi edilmesini sağlayan, onkolojide giderek önem kazanan bir stratejidir. MEDICIS, Avrupa'daki on dokuz ortak kurumdan oluşan bir ağa bu nadir izotopları tedarik ederek klinik araştırmaların önünü açıyor; bugüne dek ürettikleri arasında hedefe yönelik alfa tedavisinin kilit izotopu aktinyum-225, yüksek saflıkta samaryum-153 ve moleküler görüntüleme için Tm/Er-165 bulunuyor.

2025 yılı bu çabalar için bir eşik oldu. CERN Konseyi, MEDICIS'te kütle ayrımıyla üretilen radyonüklidlerin Heidelberg Üniversite Hastanesi ile yürütülecek klinik denemelerde kullanılmak üzere tedarik edilmesini onayladı; süreç samaryum-153 ile başlıyor. Aynı yıl Konsey, MEDICIS'in ve elektron hızlandırıcı tesisi CLEAR'ın görev sürelerini beşer yıl uzatarak 2030'a taşıdı. Temel bilimsel araştırmayı toplumsal faydaya dönüştürme taahhüdünün, laboratuvar raporlarından hasta başına uzanan yolu bundan daha somut özetlenemezdi.

Bu çabaların Avrupa ölçeğindeki çatısı ise PRISMAP programıdır. PRISMAP kapsamında beş yıl içinde 23 farklı radyonüklid için toplam 159 teslimat gerçekleştirildi; program 31 Aralık 2025'te görevini tamamlayarak yerini halefi PRISMAP+'a bıraktı. Avrupa Birliği'nin "Ufuk Avrupa" (Horizon Europe) programı kapsamında yaklaşık beş milyon avroluk bütçeyle desteklenen PRISMAP+, 1 Mayıs 2026'da başladı ve 30 Nisan 2029'a kadar sürecek; Avrupa Tıbbi Radyonüklid Programı'nı ilerleten 23 yararlanıcı ve ortak enstitüyü bir araya getiriyor. AB Konseyi'nin, Avrupa Radyoizotop Vadisi Girişimi ile tıbbi radyonüklidlere yönelik Ar-Ge faaliyetlerini birleştirmeye dönük tavsiyelerine dayanan program, Avrupa genelindeki biyomedikal araştırmacıların önde gelen tesislerden oluşan bir konsorsiyuma erişimini koordine etmeyi amaçlıyor. Önceki konsorsiyuma kıyasla PRISMAP+ hem coğrafi kapsamı hem de tedarik zincirini genişletiyor; Norveç ve Yunanistan'da kurulacak yeni biyomedikal merkezler ağa ekleniyor. İzotop üretiminden biyomedikal uygulamalara kadar tüm zinciri tek bir erişim platformunda birleştiren yapı, kanser araştırmaları ve kişiselleştirilmiş tıp da dahil olmak üzere yenilikçi radyofarmasötiklerin geliştirilmesini destekliyor.

Nükleer tıp pratiğinde bu tarz izotopların önemi son yıllarda katlanarak arttı. Lutesyum-177 ile yapılan Peptid Reseptör Radyonüklid Tedavisi (PRRT), nöroendokrin tümörlerin tedavisinde standart bir yöntem haline gelirken, İtiryum-90 mikroküreleri karaciğer kanserlerinde selektif iç radyasyon tedavisi (SIRT) için kullanılıyor. Bu tedavilerin güvenli ve etkili şekilde uygulanabilmesi, hastaya verilecek dozun yüksek hassasiyetle hesaplanmasını gerektiriyor; bu da parçacık taşınım simülasyonlarının klinik dozimetri alanında neden bu kadar kritik bir rol oynadığını açıklıyor.

## Medipix: Parçacık Dedektöründen Tıbbi Görüntülemeye

CERN'de LHC deneyleri için geliştirilen Medipix çip teknolojisi, tıbbi görüntülemede sessiz bir devrim yarattı. Geleneksel X-ışını dedektörleri ışının toplam yoğunluğunu ölçerken, Medipix çipleri her bir fotonu tek tek sayabilen ve enerji seviyesini belirleyebilen bir teknolojiye dayanır.

2025 yılında Medipix3 iş birliği yirminci yılını kutladı; 23 Eylül 2025'te CERN'de düzenlenen sempozyumda bu teknolojinin tıbbi görüntüleme, radyoterapi, uzay dozimetrisi ve malzeme analizi alanlarındaki yirmi yıllık etkisi ele alınırken, daha yüksek sayım hızı, daha geniş algılama alanı ve daha büyük dinamik aralık sunan Medipix4 çipi de tanıtıldı.

Bu “foton sayan” yaklaşım, çok daha keskin, düşük radyasyon dozlu ve renkli (spektral) X-ışını görüntüleri elde edilmesini mümkün kılar. Yeni Zelanda merkezli MARS Bioimaging tarafından bu teknoloji üzerine geliştirilen spektral BT (bilgisayarlı tomografi) tarayıcıları, kemik, yumuşak doku ve hatta kontrast ajanlarını farklı renklerde ayırt edebilen görüntüler üretebiliyor; sistem 2025'te New York'taki Hospital for Special Surgery'de klinik denemelere girdi. Bu, kırıkların, eklem hastalıklarının ve tümörlerin çok daha erken ve net teşhis edilmesine olanak tanıyor.

Medipix teknolojisinin bir diğer önemli uygulama alanı da radyasyon dozimetrisidir. Geleneksel dozimetreler genellikle toplam radyasyon dozunu ölçmekle sınırlıyken, Medipix tabanlı taşınabilir cihazlar, radyasyonun türünü (foton, elektron, alfa parçacığı vb.) ve enerji spektrumunu gerçek zamanlı olarak ayırt edebiliyor. Bu özellik, hem radyoterapi ünitelerinde çalışan sağlık personelinin maruz kaldığı radyasyonun daha hassas izlenmesini hem de uzay araştırmalarında astronotların kozmik radyasyona maruziyetinin ölçülmesini mümkün kılıyor – 2022'de Uluslararası Uzay İstasyonu'na kurulan Timepix tabanlı dedektör bu ikinci kullanımın somut bir örneğidir.

### Lineer Hızlandırıcılar ve Radyoterapinin Kalbi

Dünya genelinde her yıl milyonlarca kanser hastasının tedavisinde kullanılan medikal lineer hızlandırıcılar (linak), temel tasarım prensiplerini hızlandırıcı fiziğinden alır. Bu soyun başlangıcı CERN değil, İkinci Dünya Savaşı'nın radar teknolojisi ve 1950'lerde Stanford çevresinde gelişen tıbbi hızlandırıcı çalışmalarıdır. Ancak yüksek gradyanlı hızlandırma, demet kontrolü ve kompakt yapı gibi alanlarda CERN'de biriken uzmanlık, bu cihazların yeni kuşaklarının daha küçük, daha güvenilir ve daha hassas hale getirilmesine yönelik araştırmaları besliyor.

Bu alandaki somut CERN altyapıları arasında, 2017'den beri çalışan ve görev süresi 2030'a uzatılan CLEAR (Compact Linear Electron Accelerator for Research) tesisi ile kompakt ve uygun maliyetli iyon terapi hızlandırıcıları tasarlayan NIMMS programı sayılabilir. Her ikisi de gelecekte hastanelerde daha az yer kaplayan ve daha ekonomik radyoterapi cihazlarının önünü açmayı hedefliyor. Bu, özellikle gelişmekte olan ülkelerde radyoterapi erişimini artırma potansiyeli taşıyan önemli bir gelişme alanı.

Dünya Sağlık Örgütü tahminlerine göre, düşük ve orta gelirli ülkelerde radyoterapi cihazlarına erişim ihtiyacın çok altında kalmaya devam ediyor. Bu nedenle CLEAR ve NIMMS gibi programlar kapsamında geliştirilen, geleneksel cihazlara göre daha küçük, daha hafif ve daha az bakım gerektiren hızlandırıcı tasarımları, küresel sağlık eşitsizliğini azaltma potansiyeli taşıyan somut adımlar olarak öne çıkıyor. Bu tasarımlar, özellikle sınırlı altyapıya sahip bölgelerdeki hastanelerin radyoterapi hizmeti sunabilmesi için kritik önem taşıyor.

### Bilgi Paylaşımının Gücü ve CERN'den Çıkan Girişimler

CERN'in tıbbı dolaylı ama muazzam bir katkısı da, hiç şüphesiz 1989'da Tim Berners-Lee tarafından burada icat edilen World Wide Web'dir. Web başlangıçta CERN'deki fizikçilerin birbirleriyle veri paylaşmasını kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmıştı, ancak bugün tıbbi literatüre erişimden uzakta hasta konsültasyonlarına, küresel salgın verilerinin gerçek zamanlı paylaşımına kadar sağlık sisteminin her alanında temel bir altyapı haline geldi. Web olmasaydı, modern tıbbi araştırma iş birliğinin bugünkü hızı ve ölçeği mümkün olmazdı.

CERN'in “Knowledge Transfer” (Bilgi Transferi) grubu, laboratuvarında geliştirilen teknolojilerin dışarıdaki şirketler ve araştırmacılarla paylaşılmasını, ticarileştirilmesini ve klinik uygulamaya taşınmasını organize eder. Bu sayede CERN kökenli birçok teknoloji, spin-off şirketler aracılığıyla

hastane koridorlarına kadar ulaşmıştır. Advacam gibi şirketler Medipix ve Timepix teknolojilerini ticari X-ışını görüntüleme sistemlerine dönüştürürken, CERN’de geliştirilen radyasyon dedektörü tasarımları küçük ve taşınabilir dozimetri cihazlarının üretiminde kullanılmaktadır.

CERN’in kurumsal düzeydeki tıbbi uygulamalar programı (CERN Medical Applications ve Med-Tech Strategy) bu aktarımın çerçevesini çiziyor. Bu çerçevenin en dikkat çekici çıktılarından biri, Lozan Üniversite Hastanesi (CHUV) ve THERYQ ile birlikte yürütülen FLASH radyoterapisi projesidir; taraflar, derin yerleşimli tümörleri FLASH doz hızlarında tedavi edebilecek ilk klinik cihazı geliştirmek üzere çalışıyor. FLASH terapisi, radyasyonun son derece yüksek doz hızlarında verilmesiyle sağlıklı dokuların daha az hasar görmesini sağlayan, hala araştırma aşamasında olan ama büyük umut vadeden bir yaklaşımdır. CERN’in Avrupa Uzay Ajansı ile iş birliği ise ayrı bir hatta ilerliyor: CLEAR tesisinde uydulara ve uzay görevlerine yönelik elektroniğin radyasyon dayanıklılık testleri yapılıyor.

Türkiye de bu küresel bilgi ağının bir parçası. Ülkemiz, CERN’in 25 tam üye devletinin dışında yer alan Ortak Üye Devlet (Associate Member State) statüsüyle örgüte resmi olarak bağlı. Bu statü, TENMAK (Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu) gibi kurumlar aracılığıyla yürütülen ortak projelerle somutlaşıyor. Bu iş birlikleri, yalnızca temel parçacık fiziği araştırmalarına değil, dedektör teknolojisi, simülasyon yazılımları ve dozimetri alanındaki bilgi birikiminin Türkiye’deki araştırmacılara ve dolayısıyla nihayetinde Türk hastanelerine aktarılmasına da zemin hazırlıyor.

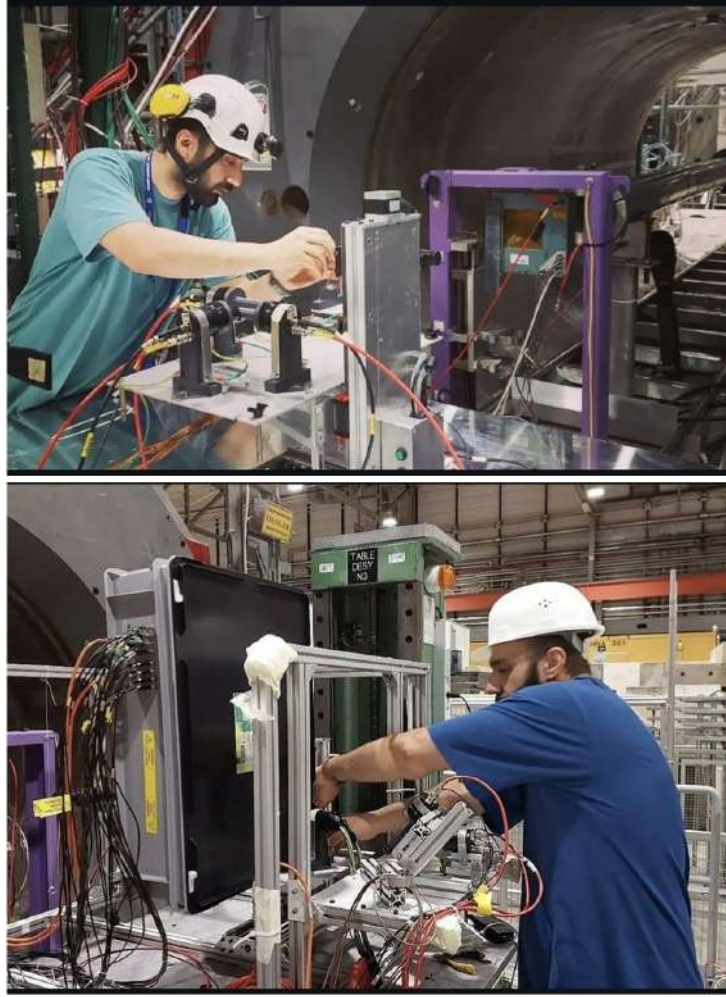
LHC deneyleri saniyede yaklaşık bir petabayt ham veri üretir ve bu veriyi işlemek için CERN, dünya genelinde yüzlerce bilgisayar merkezini birbirine bağlayan Worldwide LHC Computing Grid’i geliştirdi. Bu dağıtık hesaplama altyapısından edinilen deneyim, günümüzde genom dizileme, kanser araştırmaları ve ilaç geliştirme gibi devasa veri kümeleri gerektiren tıbbi alanlarda kullanılan hesaplama yöntemlerine de ilham kaynağı oldu. Ayrıca, LHC deneylerinde parçacık izlerini otomatik olarak tanıyıp sınıflandırmak için geliştirilen makine öğrenmesi algoritmaları, akciğer röntgenlerinde pnömoni tespiti veya tümör segmentasyonu gibi tıbbi görüntüleme problemlerinde kullanılan derin öğrenme yöntemleriyle metodolojik olarak akrabadır.

Bu paylaşım kültürünün somut bir örneği de açık kaynaklı Geant4 ile onun üzerine inşa edilen GATE (OpenGATE Collaboration) simülasyon platformlarıdır. Başlangıçta parçacık dedektörlerini modellemek için geliştirilen Geant4, bugün medikal fizikte de yaygın biçimde kullanılıyor; ancak bu kullanım çoğunlukla klinik rutinin içinde değil, bir adım gerisindedir. Hasta başındaki ticari tedavi planlama ve dozimetri yazılımları, hesap hızı kritik olduğu için kendi hızlandırılmış motorlarını tercih eder. Geant4 ve GATE’in asıl yeri araştırma, doğrulama ve referans veri üretimidir: yeni bir görüntüleme sisteminin tasarımını sınamak, bir dozimetri yönteminin doğruluğunu denetlemek ya da klinik yazılımların beslendiği tabloları üretmek. Nükleer tıp dozimetrisinin dayandığı özgül soğurulan fraksiyon ve S-değeri tablolarını EGSnrc, FLUKA, GATE, Geant4, MCNP ve PENELOPE olmak üzere altı ayrı Monte Carlo koduyla yeniden hesaplayıp açık erişime sunan OpenDose iş birliği bunun iyi bir örneğidir. Parçacık fiziği topluluğunun açık kaynak geleneği kliniğe, doğrudan kullanılan bir yazılım olarak değil, kliniğin güvendiği sayıların ve bu sayıları doğrulama yöntemlerinin ortak altyapısı olarak giriyor.

### Fizikten Kliniğe: Kişisel Bir Yolculuk

CERN ile tıp arasındaki bu bağı akademik bir mesafeden değil, doğrudan içeriden gözlemleme fırsatı buldum. Bu yolculuğun kurumsal başlangıç noktalarından biri, İstanbul Üniversitesi’nin CERN’deki CMS (Compact Muon Solenoid) deneyine 9 Şubat 2019’da, iş birliğindeki iki yüz enstitünün oylamasıyla “tam üye” statüsünde kabul edildiği süreçte görev alan ekibin bir parçası olmamdır. Bu üyelik, üniversitemizin fizik bölümünden Prof. Dr. Suat Özkorucuklu’nun yıllar süren çabalarının bir sonucuydu. İstanbul Üniversitesi’nin CMS deneyine kurumsal düzeyde tam üye olması, üniversitenin CERN’de temsil gücünü artırırken, benim de sonrasında yürüttüğüm CMS araştırmaları için kurumsal zemini hazırladı.

CERN bünyesinde, CMS detektöründe araştırmacı olarak yer aldığım projelerde, Kuantum Renk Dinamiği üzerine gerçekleştirilen fizik analizlerinde katkıda bulundum ve Hassas Proton Spektrometresi (PPS), Hadronik Kalorimetre (HCAL) ile Yüksek Çözünürlüklü Kalorimetre (HGCAL) alt-dedektörlerinin geliştirilmesine yönelik Ar-Ge çalışmalarına katkı sağladım; bu çalışmalar aynı zamanda TENMAK iş birliğiyle yürütülen projeler kapsamında da değerlendirildi. Medikal fizik uygulamalarımda Geant4 ve GATE'in yanı sıra FLUKA Monte Carlo koduyla da çalışıyorum; bu araç, hem dedektör fiziği geçmişimden gelen aşinalığım hem de dozimetri planlamasındaki hassasiyet gereksinimleri açısından, iki dünya arasında sık kullandığım köprülerden biri.

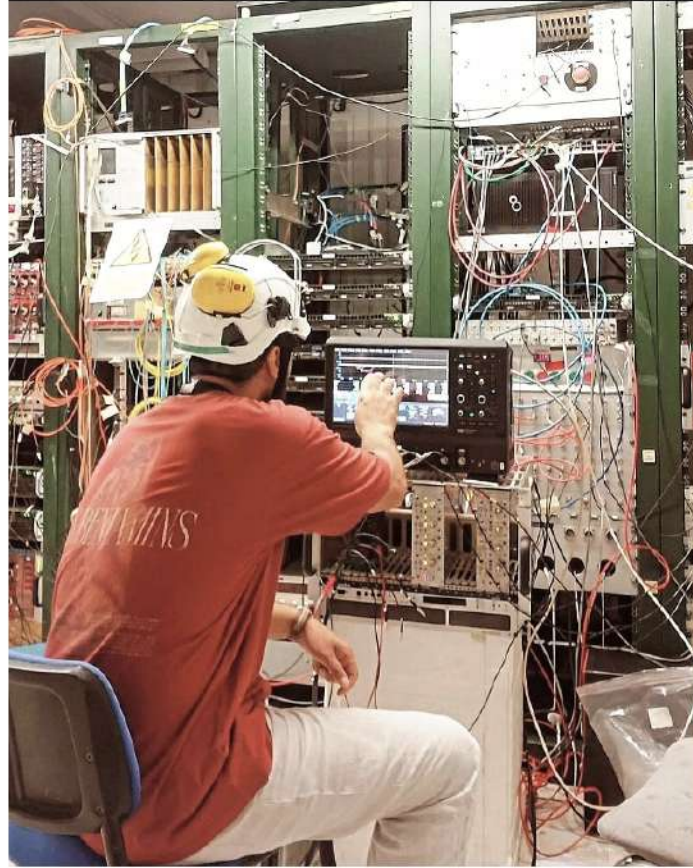


**Şekil 1:** Deney Süreçlerinin Yönetilmesi

İlginç olan şu ki, parçacık dedektörlerinde parçacıkların madde ile etkileşimini modellemek için kullandığım Geant4 ve GATE simülasyon araçları, günümüzde asıl mesleğim olan medikal fizik alanında da doğrudan karşıma çıkıyor. Radyoterapi ve nükleer tıpta hastaya verilen radyasyon dozunu hesaplamak için kullandığım MIM SurePlan MRT, Simplicit90Y, HERMES ve DOSISOFT gibi yazılımlar farklı algoritmik yollar izlese de, hepsi parçacık fiziğiyle aynı fiziksel temeli paylaşır: parçacıkların madde içinde enerjisini nasıl bıraktığı. Lutesyum-177, İtriyum-90, İyot-131, Terbiyum-161 ve Ac-225 gibi radyonüklidlerle yürüttüğüm hedefe yönelik radyonüklid tedavi (PRRT, TheraSphere gibi) dozimetri planlamalarında, bir parçacık fizikçisinin dedektör tasarlarken kullandığı mantığın aynısını, bu kez bir hastanın vücudundaki radyasyon dağılımını hesaplamak için kullanıyorum.

Bu iki dünya arasındaki köprü, CERN'deki CMS İş Birliği çatısı altında, protonların çok ileri açılarda saçılmasını inceleyen Hassas Proton Spektrometresi çalışmalarına katkıda bulunduğum

makalede (Journal of High Energy Physics, 2022) ve proton-proton çarpışmalarında Z bozonu ile jetler arasındaki azimutal korelasyonları inceleyen bir başka çalışmada (Eur. Phys. J. C 83, 2023) katkı yazarı olarak yer aldım. Aynı dönemde, üst kuark çifti ve Higgs bozonu içeren olaylarda etkin alan kuramı ile yeni fizik arayışını konu alan bir çalışma da Physical Review D dergisinde yayımlandı (Phys. Rev. D 108, 032008, 2023).



**Şekil 2:** Veri Çıktılarının ve Analiz Süreçlerinin Yönetilmesi

Bu saf parçacık fiziği çalışmalarının yanı sıra, kariyerimin medikal fizik ayağında yürüttüğüm bazı çalışmaların ana teması bu bağı neredeyse birebir örnekliyor: örneğin tandem Terbiyum-161 ve Aktinyum-225 ile işaretlenmiş PSMA-617 radyoligand tedavisinde, kemik iliğine verilen dozun kan örnekleri üzerinden hesaplanmasına dayanan bir dozimetri fizibilite çalışmasında kullanılan yöntem, temelde bir parçacığın vücut dokusunda bıraktığı enerjiyi modellemekten farksız - sadece bu kez dedektör bir silikon çip değil, hastanın kendi kemik iliği.

Bu deneyim bana şunu gösterdi: CERN’de öğrenilen bir simülasyon tekniği ya da bir dedektör tasarım prensibi, yıllar sonra bambaşka bir bağlamda, bir kanser hastasının tedavi planında karşınıza çıkabiliyor. Akademik kariyerimde İstanbul Üniversitesi’nde “X-Işınları ile elde edilen tıbbi görüntülerin derin öğrenme yöntemleri ile analiz teknikleri” üzerine yürüttüğüm doktora çalışması ile CERN’deki dedektör fiziği araştırmalarım, başlangıçta birbirinden çok uzak görünen iki alan olsa da, aslında ortak bir fiziksel dilin - parçacıkların madde ile etkileşiminin - iki farklı yüzü olduğunu deneyimleyerek öğrendim. Bu da, bu yazının başında bahsettiğim “temel bilimin beklenmedik mirası” fikrinin bana en somut biçimde kanıtlandığı nokta oldu.

## Sonuç: Temel Bilimin Beklenmedik Mirası

CERN'in hikâyesi, temel bilimsel merakın nasıl öngörülemez ama derin pratik faydalar doğurabileceğinin çarpıcı bir örneğidir. Evrenin en küçük yapı taşlarını anlamaya yönelik bir arayış, bugün dünya genelinde kanser hastalarının tedavi edilmesine, hastalıkların daha erken teşhis edilmesine ve tıbbi bilginin sınır tanımadan paylaşılmasına katkıda bulunuyor.

Bu bağlantı, bilim insanlarının sıklıkla vurguladığı bir gerçeği bir kez daha hatırlatıyor: temel araştırmaya yapılan yatırımın getirisi, çoğu zaman en az beklenildiği yerde, en çok ihtiyaç duyulduğu anda ortaya çıkar. CERN'in tünellerinde parçacıkların izini süren fizikçiler, aslında bilmeden, bir hastane koridorunda hayat kurtaracak teknolojilerin de temellerini atıyorlar.

Önümüzdeki yıllarda bu iş birliğinin daha da derinleşmesi bekleniyor. CERN'in "Next Ion Medical Machine Study" (NIMMS) girişimi, yeni nesil iyon terapi hızlandırıcılarının daha kompakt ve daha erişilebilir hale getirilmesini hedeflerken, FLASH radyoterapisi üzerine yürütülen çalışmalar, tek bir ışınlamanın süresini saniyenin altına indirerek tedavi rejimini baştan tanımlayabilecek bir paradigma değişikliğine işaret ediyor. Aynı şekilde, yapay zekâ destekli görüntü analizi ve büyük veri altyapıları alanında CERN'in biriktirdiği devasa deneyim, önümüzdeki on yılda tıbbi tanı süreçlerini daha da dönüştürecek gibi görünüyor.

Sonuç olarak CERN, "sadece" evrenin en temel yasalarını arayan bir laboratuvar değil; aynı zamanda insanlığın sağlık mücadelesine, çoğu zaman fark edilmeden, en az parçacık fiziği kadar değerli bir katkı sunan bir kurumdur. Bu görünmez köprü, temel bilim ile uygulamalı tıp arasındaki sınırların aslında düşünüldüğünden çok daha ince olduğunu bize her seferinde yeniden hatırlatıyor.

## Kaynakça

- [1] CERN. Our Member States. [home.cern/about/who-we-are/our-governance/member-states](https://home.cern/about/who-we-are/our-governance/member-states).
- [2] CERN. CERN accelerates medical applications. 2025. (CLEAR ve MEDICIS'in 2030'a uzatılması; Heidelberg Üniversite Hastanesi ile klinik denemeler onayı.)
- [3] CERN. The CERN chips transforming science and society. 2025. (Medipix3'ün 20. yılı, 23 Eylül 2025 sempozyumu; Medipix4; MARS Bioimaging.)
- [4] CERN-MEDICIS. [medicis.cern](https://medicis.cern) — tesis tarihçesi ve ilk izotop üretimi (12 Aralık 2017, Tb-155).
- [5] Institut Laue-Langevin. Completion of PRISMAP: the project radionuclide delivery map. 2025. (23 radyonüklid, 159 teslimat.)
- [6] CORDIS. PRISMAP+ — Furthering the European Medical Radionuclide Programme, proje no. 101287718, HORIZON-RIA, 1 Mayıs 2026 – 30 Nisan 2029.
- [7] Bryant PJ et al. Proton-Ion Medical Machine Study (PIMMS), Part I–II. CERN/PS 99-010 (D1); 1999–2000.
- [8] Amaldi U. Therapeutic particles. *CERN Courier*. 2020. (PIMMS → CNAO ve MedAustron; HIT'in GSI kökeni.)
- [9] Crystal Clear Collaboration (RD-18). [crystalclearcollaboration.web.cern.ch/history](https://crystalclearcollaboration.web.cern.ch/history).
- [10] CERN. Georges Charpak revolutionizes detection. [timeline.web.cern.ch](https://timeline.web.cern.ch).
- [11] Ferrari A et al. FLUKA: a multi-particle transport code. CERN-2005-10; [fluka.cern](https://fluka.cern).
- [12] Agostinelli S et al. Geant4 — a simulation toolkit. *Nucl Instrum Methods A*. 2003;506:250–303.
- [13] CMS Collaboration. Azimuthal correlations in Z+jets events in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV. *Eur Phys J C*. 2023;83:722.
- [14] CMS Collaboration. Search for new physics using effective field theory in 13 TeV pp collision events that contain a top quark pair and a boosted Z or Higgs boson. *Phys Rev D*. 2023;108:032008.
- [15] İstanbul Üniversitesi. İstanbul Üniversitesi CERN'de Tam Üye Oldu. *İletim Gazetesi*; 2019.

- [16] CHUV / CERN / THERYQ. FLASH radyoterapi iş birliği duyurusu; 2024.
- [17] Chauvin M et al. OpenDose: Open-Access Resource for Nuclear Medicine Dosimetry. *J Nucl Med.* 2020;61:1514–1519; [opendose.org](http://opendose.org).

## IAEA BAŞKANI GROSSİ'DEN KÜRESEL ÇAĞRI: "KANSERLE MÜCADELEDE SÖZÜMÜZÜ TUTUYORUZ"

**Dilruba Babüroğlu,**  
Medikal Fizik Uzmanı  
Kütahya Evliya Çelebi Eğitim ve Araştırma Hastanesi

VİYANA — Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) Genel Direktörü Rafael Mariano Grossi, kurumun küresel ölçekte yürüttüğü kanserle mücadele seferberliği hakkında çarpıcı açıklamalarda bulundu. Grossi, 2026 yılının Eylül ayında yayımlanan IAEA Bülteni'nin (Cilt 67-2) başyazısında, düşük ve orta gelirli ülkelerde hayata geçirilen nükleer tıp ve radyoterapi yatırımlarının milyonlarca insan için bir "umut ışığı" olduğunu vurguladı.

Genel Direktör Grossi, dünya genelindeki eşitsizliğe dikkat çekerek şu ifadeleri kullandı:

*Küresel ölçekte kanserle mücadele, uzun vadeli bağlılık, iş birliği ve yatırım gerektirir. Milyonlarca kanser hastası için, yaşadıkları yer kanseri atlatıp atlatamayacaklarını belirleyebilir.*

### Afrika'dan Dünyaya Uzanan Seferberlik: "Umut Işınları"

IAEA'nın 2022 yılındaki Afrika Birliği Zirvesi'nde başlattığı *Umut Işınları (Rays of Hope)* girişimi, geride kalan dört yılda devasa bir küresel koalisyona dönüştü. İlk etapta tek bir radyoterapi cihazının dahi bulunmadığı Afrika ülkelerini hedef alan proje, bugün dünya genelinde 100'den fazla ülkeye ulaştı.

Girişim kapsamında bugüne kadar 100 milyon Euro'nun üzerinde kaynak toplandığını belirten Grossi, somut başarıları şu verilerle paylaştı:

- Dünya genelinde 20'den fazla kanser merkezi açıldı, genişletildi veya inşaat süreci devam ediyor.
- Bölgesel kapasiteyi artırmak amacıyla dünya genelinde 20 adet Çapa Merkezi (Anchor Centres) kuruldu.
- 15'ten fazla lineer hızlandırıcı (radyoterapi cihazı) ve 80'den fazla mamografi cihazı dahil olmak üzere, toplamda 150'den fazla ileri teknoloji tanı ve tedavi ekipmanı ihtiyaç duyan ülkelere ulaştırıldı.
- Kurulan eğitim ağları sayesinde 800'den fazla tıp uzmanı, radyasyon tıbbının güvenli ve etkili kullanımı konusunda üst düzey eğitime tabi tutuldu.

### Demokratik Kongo ve Etiyopya'da Tarihi Adımlar

Ziyaret ettiği kliniklerdeki gözlemlerini aktaran Grossi; Demokratik Kongo Cumhuriyeti'nde ilk kamu radyoterapi merkezinin açıldığını, Etiyopya'daki Kara Aslan Hastanesi'nde yeni nükleer tıp hizmetlerinin başlatıldığını; Malavi ve Botsvana gibi ülkelerde ise radyoterapi hizmetlerinin hızla genişletildiğini duyurdu.

Projenin başarısında uluslararası finans kuruluşları ve küresel sağlık devleriyle yapılan ortaklıkların payının büyük olduğunu belirten Genel Direktör; OPEC Fonu ve çocuk kanserleri konusunda dünya lideri olan St. Jude Çocuk Araştırma Hastanesi gibi kurumlarla yapılan iş birliklerinin, ulusal kanser bakım sistemlerini dönüştürmede kaldıraç görevi gördüğünü ifade etti.

### **“Bu Sadece Bir Başlangıç”**

IAEA'nın 60 yılı aşkın süredir nükleer bilim ve teknolojiyi kanser tedavisinde kullandığını hatırlatan Rafael Mariano Grossi, yazısını şu sözlerle noktaladı:

*Umut Işınları, bu köklü deneyime dayanarak kanserle mücadeleye daha büyük bir aciliyet ve kapsam kazandırıyor. Ancak bu sadece başlangıç. Daha güçlü ortaklıklar ve sürekli yatırımlarla Rays of Hope, bakıma erişimi genişletebilir, sağlık sistemlerini güçlendirebilir ve hayat kurtarabilir.*

Kaynak: IAEA Bülteni, Cilt 67-2, Eylül 2026. [iaea.org/services/key-programmes/rays-of-hope](http://iaea.org/services/key-programmes/rays-of-hope)

## ASTRO 2026 YENİ TEKNOLOJİLER, DEĞİŞEN ROLLER BİR MEDİKAL FİZİK UZMANI'NIN GÖZÜNDEN...

**Vildan Alpan,**

Medikal Fizik Uzmanı

İstanbul Amerikan Hastanesi - Vet Amerikan Hastanesi

Boston için yola çıkmadan birkaç gün önce kongre programını inceleyerek katılmak istediğim konuşmaları ASTRO sayfamdaki ajandaya kaydettiğimde bana şöyle bir mesaj geldi: "Birbiri ile çakışan 49 oturumunuz var". Buradan da anlaşılabilirceği gibi kongre programı yoğun, konular ilgi çekiciydi. Neyse ki konuşmalar kaydediliyor ve canlı yayın saatine bağlı kalmadan sonra seyredilebiliyordu. Boston'a giderken ASTRO'yu birkaç soru etrafında izlemeyi planlamıştım: Radyoterapide teknoloji bizi nereye götürüyor? Yapay zekâ günlük pratiğimizin ne kadar içinde? Özellikle online adaptatif tedavilerde de tedavi planı her gün değişirken doğruluğundan nasıl emin olacağız ve tedaviyi güvenli bir şekilde nasıl vereceğiz? Radyoterapide teknoloji baş döndürücü bir hızla ilerlerken medikal fizikçilerin rolü nasıl değişiyor? Kongre boyunca dinlediğim ya da sonradan kayıtlarından tamamladığım konuşmalar ve sergi alanında karşılaştığım yenilikler bu sorulara yenilerini ekledi. Bu yazıyı hazırlamak üzere bilgisayar başına geçtiğimde ise asıl mesele tüm bu dinlediklerimi, gördüklerimi sizlere nasıl aktaracağımı.

26-30 Eylül'de Boston'da düzenlenen ASTRO 2026'nın "*Data to Dialogue*" teması, yazımı hazırlarken sık sık aklıma geldi. Günlük pratiğimize giren yeni teknolojilerle görüntülemeler, tedavi planları ve tahminler giderek ayrıntılanıyor. Buna karşılık, bir sonucu ekip arkadaşımıza anlatmak, hastanın yararına kullanmak ve klinik bir karara dönüştürmek hâlâ büyük emek istiyor.

Öncelikle ASTRO 2026'nın yapıldığı Thomas M. Menino Convention & Exhibition Center'dan bahsetmek istiyorum. Kongre merkezi çok büyük olduğundan bir konuşmadan diğerine yetişmek bazen koşmayı gerektiriyordu. Bir oturum biterken izlemek istediğim diğer oturumun nerede olduğu, arada ne kadar zaman olduğu ve çakışan oturumlarda hangisinden vazgeçeceğim günün küçük kararlarına dönüştü. Bir salonda adaptif radyoterapi, diğerinde proton, başka bir yerde yapay zekâ konuşulurken insanın akli ister istemez kaçırdıklarında kalıyordu. İlk günün sonunda anladım ki bütün hedefleri aynı anda karşılamak mümkün değil. Ben de her yere yetişemedim. Posterleri gezmeye fırsat bulamadım; açıkçası biraz da özetlerini okurum diye ona vakit ayıramadım. Neyse ki kongre kayıtları hemen yayınlandı. Yukarıda anlattıklarımın anlaşılacağı üzere, benim için kongre, Boston'dan ayrılınca bitmedi. Sonradan izlediğim oturumları da bu yazıdaki değerlendirmelerime elimden geldiğince eklemeye çalıştım.

Kongrenin yapıldığı yerin çok büyük olması ile ters orantılı olarak öğle yemeği için ücretini ödeyerek bir şeyler alabileceğiniz yerler ve seçenekler şaşırtıcı derecede azdı. Birbirinden ileri tedavi teknolojilerinin konuşulduğu bir ortamda öğle yemeği aramak, kongre deneyiminin gayet gerçek bir parçasıydı. Kongre binası içindeki küçük markette kasiyer yoktu. Ürünleri kendiniz alıyor, tutarın kartınızdan otomatik çekildiği bir sistemle alışveriş yapıyordunuz. Salonlarda yapay zekânın iş akışlarımızı nasıl değiştireceğini dinleyip dışarıda böyle bir markete girmek ilginçti. Kongre ile alakası olmasa da çalışanı olmayan markette aklıma ister istemez şu sorular takıldı: Daha önce bu işlemi yapan kişinin emeği nereye gidiyor, hangi işler azalıyor, hangileri ortaya çıkıyor? Tabii ki tek bir market gözleminden işsizlik hakkında büyük bir sonuca varmak mümkün değil. Yine de teknoloji tartışmasının, dönüşen işleri ve bu dönüşüme uyum sağlaması beklenen insanları da kapsamaması gerektiğini düşünüyorum. Sağlıkta otomasyon konuşurken zaman kazancını kolayca ölçebiliyoruz; peki kazanılan zaman artan iş yüküne ve kalite kontrole mi aktarılıyor? Yeni bir sistem, ekip içindeki görevleri ve otorite ilişkilerini de değiştirebiliyor. Bu yüzden "yapay zekâ işimizi elimizden alacak mı?" sorusundan çok, işimizin içeriğinin nasıl değişeceğini konuşmaya ihtiyacımız var. Yemek konusundan daha da önemli bir konu ise kongre salonlarının gereksiz yere soğuk olması... Konuşmaları dinlerken şalı olan arkadaşlarla şalları dizlerimize örterek konuşmaları dinledik desem salonların soğukluğu ile ilgili olarak abartmadığım anlaşılır değil mi?

### Yapay Zekâ: Araçtan Sisteme

Bilimsel programda farklı konuşmaları birbirine bağlayan konulardan biri, radyoterapinin giderek daha fazla veriyle ve daha sık karar verilerek yürütülmesiydi. David Jaffray'nin görüntüleme teknolojilerinden elde edilen verilerin klinik kararlara nasıl dönüştürülebileceğine ilişkin yaklaşımı özellikle dikkat çekiciydi. Daha

iyi görüntü elde ediyoruz, daha hızlı hesaplıyoruz, daha çok bilgiyi bir araya getirebiliyoruz. Bütün bunların hastanın tedavisinde hangi kararı değiştirdiğini açıklayabilmemiz gerekiyor. Dijital ikizler ve tedavi yanıtını öngörmeye yönelik modeller, medikal fizikçilerin klinik karar süreçlerindeki rolünün giderek genişlediğini gösteriyordu.

Yapay zekâ oturumlarında dikkatimi çeken bir başka şey, alanın kendi tarihini irdelemesiydi. Carlos Cardenas, 1988’de radyoterapide veri tabanları ve uzman sistemler üzerine yayımlanan çalışmayı gösterdiği slaytlarında; kural tabanlı sistemlerden bilgi tabanlı planlamaya, doz tahmininden planlama sistemini kullanabilen ajanlara uzanan çizgide araçların değiştiği fakat klinikte yararlı bir yardımcıya duyulan ihtiyacın devam ettiği açıkça görülüyordu. Steve Jiang ve Carlos Cardenas’ın konuşmalarını birlikte düşündüğümde, tekil modellerden bütüncül klinik akışlarına uzanan bir dönüşüm gördüm. Geldiğimiz noktada sorun yalnızca bir algoritmanın ne kadar doğru çalıştığı değil, o algoritmanın içinde yer aldığı klinik sistemin ne kadar güvenilir işlediğiydi. Sanırım bu satırları okurken medikal fizikçi olarak aklınıza gelecek ilk soru: "Tekil bileşenlerin hatalarını biliyoruz; peki bu bileşenler bir araya geldiğinde ortaya çıkan sistemin davranışını ne kadar öngörebiliyoruz? Bileşenlerin tek tek doğrulanması bütün sistemin güvenilirliğini garanti eder mi?"

ARCHERY çalışması, bu teknolojilerin farklı klinik koşullarda değerlendirilmesi bakımından önemli geldi bana. Sunumda Güney Afrika, Ürdün, Malezya ve Hindistan’daki merkezleri kapsayan, binden fazla hastanın dahil edildiği prospektif değerlendirmeden söz edildi. Bu çalışmanın yapay zekâ destekli otomatik konturlama ve tedavi planlamasının farklı klinik koşullardaki uygulanabilirliğinin değerlendirilmesi bakımından önemli olduğunu düşünüyorum. Sunumda prostat kanseri olgularında yapay zekâ ile oluşturulan konturların ve tedavi planlarının %87’sinin, serviks kanseri olgularında ise %98’inin klinik açıdan kabul edilebilir olduğu aktarıldı. Bu oturumlardan aldığım en güçlü mesajlardan biri; başarılı bir modelin etrafına eğitim, doğrulama, sorumluluk paylaşımı ve sürekli izlem zincirini kurmak gerekiyor. Yazılım güncellendiğinde ne değiştiğini bilmek, performansın zaman içinde değişip değişmediğini takip etmek ve beklenmeyen sonucun kimin önüne düşeceğini tanımlamak günlük işimizin parçası hâline geliyor. Yapay zekânın tedavi planlama sürecindeki farklı adımları koordine ederek yürütebildiği ajan tabanlı sistemlerin umut verici retrospektif sonuçlarını izlerken, bu yaklaşımların gerçek klinik uygulamada nasıl karşılık bulacağını özellikle merak ettim.

### Adaptif Radyoterapi: Hız, Karar ve Güvenlik

Adaptif radyoterapi de Henke’nin klinik örnekleri, pankreas tedavilerinden aynı gün gerçekleştirilen uygulamalara ve adaptif proton yaklaşımlarına uzanıyor. "Simülasyonsuz" iş akışları, tedavi hazırlığı için alıştığımız zaman çizelgesini yeniden düzenlemeyi gerektiriyor. Hastayı görüntülemek, planlamak ve tedavi etmek arasındaki sürenin kısalması, anatomik değişikliklerin yaratabileceği sorunların bir bölümünü azaltmasına karşılık daha kısa bir zaman diliminde daha çok karar vermek gerekiyor. Bu da ekip hazırlığını ve sürecin önceden tanımlanmasını kritik hâle getiriyor.

Beyin metastazlarında MRI-only simülasyon ve sentetik CT ile aynı gün SRS/SRT üzerine çalışma bu açıdan dikkat çekiciydi. Tedavi pozisyonunda alınan MRI üzerinden hedef tanımlanıyor, doz hesabında sentetik CT kullanılıyor ve plan tedavi gününün anatomisine uyarlanıyordu. Sunulan dozimetri karşılaştırmaları ve end-to-end testleri bu iş akışının teknik temelini destekliyordu. Bu çalışmada daha küçük marjlar, hatta marjın kaldırılması olasılığı da tartışıldı. Geometrik doğruluğa ilişkin iyi sonuçların böyle bir klinik araştırmaya gerekçe oluşturmasını önemli buldum. Marjsız uygulamanın güvenliği ise prospektif çalışmada yanıtlanması gereken bir soru. SRS/SRT gibi küçük hacimlerde bir milimetrenin bile normal doku açısından anlamlı olabilmesi, bu araştırmaları özellikle ilgi çekici kılıyor.

Medikal fizikçi olarak adaptif örneklerde gözüm sık sık uygulama sürelerine ve kalite güvencesine takıldı. Hasta masadayken kontur, optimizasyon, kontrol ve onay adımlarının yürütülmesi, ekip içindeki iletişimi doğrudan tedavinin bir bileşeni yapıyor. Xenia Ray’nin kalite ve güvenlik yaklaşımında kliniğe özgü risk analizi ve standardizasyon öne çıkıyordu. Bir iş akışını kâğıt üzerinde tanımlamakla, yoğun bir tedavi gününde aynı güvenilirlikle sürdürebilmek arasında eğitim ve deneyim gerektiren bir mesafe var. Kimin neyi kontrol edeceğinin, hangi durumda sürecin durdurulacağını anlaşılır olması gerekiyor.

FMEA ile ilgilenen biri olarak, adaptif uygulamalarda hata türlerinin sistematik değerlendirilmesine ayrıca dikkat ettim. Sunumda aktarılan analizler, yeni süreçlerin yeni riskler getirebildiğini, bu risklerin uygun kontrollerle azaltılabildiğini gösteriyordu. Programın gelişimini izlemek için önerilen ölçütler de çok somuttu; masada geçen süre, adaptif planın seçilme sıklığı, dozimetri, hasta sonuçları ve ramak kala olaylar. Standart çalışma prosedürlerinin düzenli gözden geçirilmesi bu takibin parçasıydı. Böyle bir yaklaşım, ilk

hastayı başarıyla tedavi etmenin ardından programın nasıl olgunlaştığını anlamamıza yardım ediyor.

Adaptasyonun biyolojik bilgiyle buluştuğu örnekler ilgi çekiciydi. Yumuşak doku sarkomlarında HEAT yaklaşımını ilk kez bu vesileyle duydum. Tümör içindeki farklı görüntüleme özellikleri gösteren bölgelerin, yani "habitatların", biyolojik açıdan da farklı davranabileceği düşüncesi üzerine kurulu bir araştırma yaklaşımıydı. MRI ile tanımlanan bölgelerin biyopsiyle ilişkilendirilmesi, radyomik ve genomik bilgilerin birlikte değerlendirilmesi ve daha dirençli olabilecek bölgelere farklı dozlar planlanması araştırılıyordu. Tedavinin ikinci veya üçüncü haftasında erken yanıtın değerlendirilerek adaptasyon yapılması da şemada yer alıyordu. DARD çalışma şemasında da tedavi sırasındaki değişimlerle kişiselleştirilmiş doz yaklaşımı ele alınıyordu. Bunları sonuçları kesinleşmiş uygulamalar olarak görmemek gerekiyor. Benim ilgimi çeken, dozun belirlenmesinde hangi bilgilerin kullanılabileceğine ilişkin araştırma yönüydü. Fizik, görüntüleme ve tümör biyolojisinin birbirine bu kadar yaklaşması, disiplinler arasındaki sınırları da daha geçirgen hâle getiriyor.

### Yeniden Işınlama: Bilgiyi Artırmak

Yeniden ışınlama konuşmalarından aklımda kalan en güçlü mesajlardan biri Kristy Brock'un **"Dozu artırmadan önce bilgiyi artırın"** çağrısı oldu. Önceki dozları birleştirip düzgün görünen bir harita elde etmek, maalesef belirsizlikleri ortadan kaldırmıyor. Anatomik eşleştirmenin güvenilirliği, deformasyonun makullüğü ve dozimetri açısından önemi birlikte değerlendirilmeli. Kümülatif doz dağılımı ne kadar ikna edici görünürse görünsün; bu dağılımı elde etmek için kullanılan görüntü eşleştirme yöntemlerinin ve yapılan varsayımların ne kadar güvenilir olduğunu ayrıca sormamız gerekiyor. Sunum, görsel olarak düzenli bir sonucun insana verebildiği güven hissini sorgulatıyordu. Yeniden ışınlama kararlarında, önceki tedavilerde alınan dozun güvenilir biçimde değerlendirilmesi kadar, normal dokuların kalan toleransının da dikkate alınması gerektiği ile birlikte radyasyon onkoloğu, medikal fizik uzmanı ve teknikerin ortak çalışmasını gerektiren bir süreç olduğunu vurguladı.

### İletişim: Doğru Bilgiyi Doğru Yere

Kongrenin teknik yoğunluğu arasında gülümseten anlar da oldu. Kelly Paradis'in paylaştığı, uzun ve ayrıntılı teknik açıklamalar içeren bir mesaja verilen kısa **"Looks good. Thank you."** yanıtı bunlardan biriydi. Hepimizin meslek hayatından aşına olduğu bu örnek, teknik ayrıntılarla klinik karar süreçleri arasındaki iletişimin önemini düşündürmesi açısından önemli bir vurguydu. Teknik açıdan doğru ve ayrıntılı bilgiyi sunmak kadar, bu bilginin klinik karar sürecinde nasıl kullanılacağını düşünmek de önemliydi. **"Yanıtı hekimin zaten baktığı yere koyun"** önerisi, etkili iletişimin bazen bilgiyi artırmaktan çok doğru yerde ve doğru biçimde sunmakla ilgili olduğunu hatırlatıyordu.

TG-263 gibi standart isimlendirmelerin kullanılması ve kayıtların sonradan veri çıkarılabilecek şekilde tutulması, gelecekteki araştırmanın bugünkü klinik notta başladığını hatırlatıyordu. **"Birbirimizle konuşmıyorsak hiçbir kayıt sistemi bizi kurtaramaz"** cümlesi bütün bu tartışmanın özünü ortaya koyuyordu. Ortak bir dil oluşturmak, yalnızca ekip içi iletişim değil klinik verilerin doğru kaydedilmesi, paylaşılması ve değerlendirilmesi için de gerekli.

### Hareket Yönetimi ve Görüntüleme

Hareket yönetimi (motion management) ile ilgili oturumlarda zaman yeniden gündeme geldi. Yaklaşık 21 bin görüntü çiftine dayanan çalışma, görüntüleme ve pozisyon doğrulamasından tedavi uygulamasına kadar geçen artan belirsizlikleri ve bunların PTV marjlarına etkisini ele alıyordu. Bu bulgular kendi klinik pratiğimizde tedavi sürelerini ve yeniden görüntüleme gerekliliğini sorgulamamızı sağlıyor. Çalışma, görüntü eşleştirme ve tedavi uygulama sürelerinin anatomik bölgeye göre farklı etkiler gösterebildiğini ortaya koyuyordu. Özellikle gating ve nefes tutma gibi solunum hareketini kontrol etmeye yönelik tekniklerde hastanın hareketlerinin birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanıyor.

Daniel Low'un model tabanlı "5DCT" (5 boyutlu bilgisayarlı tomografi) yaklaşımı, solunum hareketini yalnızca solunum fazına göre değil, solunum genliği ve bu genliğin değişim hızı üzerinden de değerlendirilerek düzensiz solunumun modellenmesine farklı bir bakış sunuyordu. İşaretleyicisiz tümör takibine yönelik çalışmada derin öğrenme tabanlı OLO (You Only Look Once) modeli kullanılarak floroskopik görüntüler üzerinden tümörün konumu belirleniyordu.

"Best of Physics" oturumunda proton demetinin akustik sinyallerle izlenmesini amaçlayan iRABL sistemi

ve radyasyon kaynaklı akustik görüntülemeyle gerçek zamanlı doz takibine yönelik çalışmalar dikkat çekiciydi. Yine de ışının uygulanışını tedavi sırasında izleyebilme fikri güçlü bir araştırma konusu olarak öne çıktı. Henüz araştırma aşamasındaki bu yaklaşımlar, uygulanan dozun tedavi sırasında doğrulanabilmesi açısından medikal fizik için önemli bir potansiyel taşıyordu.

LINAC üzerinde foton sayımlı CBCT'nin ilk fantom uygulaması, görüntü kalitesini artırma potansiyeli açısından dikkat çekiciydi. Henüz geliştirilmesi gereken teknik yönleri bulunsa da bu teknoloji, radyoterapide görüntüleme alanında yeni araştırma olanakları sunuyordu.

Oksijene duyarlı MRI ile tümör hipoksisinin değerlendirilmesi ve yapay zekâ destekli görüntü analizi, görüntülemenin yalnızca anatomik değil biyolojik bilgi de sunabileceğini gösteriyordu. RadPrior-Net çalışması ise radyolojik ön bilgilerin yapay zekâ modellerine entegre edilmesinin tanısal değerlendirmeye katkısını gösteriyordu.

### Proton Tedavisi

Proton tedavisinde Harald Paganetti'nin online adaptasyon üzerine konuşması dikkat çekiciydi. Anatomik değişiklikler ve menzile belirsizliklerine duyarlı proton tedavisinde, adaptif planlamanın olanaklarını ve uygulamadaki güçlüklerini gündeme getiriyordu.

Proton ark tedavisinde LET dağılımı ile tedavi süresini birlikte değerlendiren PATTLET çalışması da dikkat çekiciydi. Tedavi süresini kısaltırken hedefteki LET dağılımını iyileştirme potansiyeli, fiziksel optimizasyonun farklı boyutlarını ortaya koyuyordu.

### Minibeam ve Araştırmada Medikal Fizikçinin Rolü

Michael Grams'ın minibeam radyoterapi sunumunda paylaştığı erken klinik sonuçlar, özellikle semptomatik iyileşme ve lokal kontrol açısından dikkat çekiciydi. SFRT ve FLASH yaklaşımlarıyla birlikte değerlendirildiğinde, dozun yalnızca miktarının değil, uzaysal ve zamansal dağılımının da giderek önem kazandığı görülmüyordu. Bu gelişmeler biz medikal fizikçilerin klinik araştırmalardaki yerini yeniden düşündürürken, Vinogradskiy'nin konuşması da medikal fizikçilerin araştırma liderliğinde üstlenebileceği sorumlulukları gündeme getirdi. Araştırma protokolünün oluşturulmasından çok merkezli çalışmaların yürütülmesine kadar medikal fizikçilerin katkısı dikkat çekiciydi.

### Veri Paylaşımı, Güvenlik ve Afet Hazırlığı

Veri paylaşımı bölümünde, hastanın kimliğini korumak amacıyla görüntüye yapılan müdahalelerin radyomik özellikleri değiştirebildiği vurgulandı. Bu durum, hasta mahremiyeti ile verinin bilimsel güvenilirliği arasındaki dengeyi yeniden düşündürmesi açısından önemliydi. Ortak veri standartları ve kurumlar arası paylaşımın önemi, kongrenin "Veriden Diyaloğa" temasını somutlaştırıyordu.

Afetler ve siber güvenlik oturumlarında, doğal afetler ve sistem kesintilerinin radyoterapi hizmetlerinde yarattığı aksaklıklar ele alındı. Kriz öncesinde oluşturulan iletişim ağları, alternatif çalışma planları ve merkezler arası dayanışmanın önemi vurgulandı. Teknolojiye bağımlılığımız arttıkça, beklenmedik durumlara hazırlıklı olmanın da en az teknolojik gelişmeler kadar önemli olduğunu düşündüm.

### Sergi Alanı: Yeni Cihazlar ve Yeni Sorular

Kongrenin sergi alanı bütün bunlara başka bir tempo kattı. Varian'ın yeni lineer hızlandırıcısı Accela'nın lansmanı, birçok meslektaşım gibi benim de merakla beklediğim bir andı. Büyük ekranlar, ışıklar, örtünün kaldırılmasını bekleyen kalabalık, havaya kalkan telefonlar ve sonunda örtüsü kaldırılan yeni cihaz... Bilimsel toplantının ortasında bir teknoloji gösterisinin içindeydik. Accela'nın NeoArc (DMAT) teknolojisi ile tedavi süresini kısaltmayı hedeflemesi, 2.5 rpm gantri dönüş hızı, 40 Gy/dk'ya ulaşan doz hızı ve yeni 8 MV FFF enerjisi medikal fizik açısından dikkat çekiciydi. Peki, bu hız ve teknolojik yenilikler günlük klinik pratiğe, tedavi doğruluğuna ve kalite güvencesine nasıl yansıtılacak?... Bu soruların cevabı da artık bir dahaki kongrelerde...

Tabii ki sergi alanının en çok ziyaret edilen standlarından ikisi IBA'nın proton tedavi sistemleri ve Mevion'un dik pozisyonda tedaviye olanak sağlayan S250-FIT sistemi de dikkat çekiciydi. Daha kompakt tasarımlar ve farklı hasta pozisyonlama yaklaşımları proton tedavisinin geleceğine ilişkin yeni olanaklar sunuyordu.

Sergi alanındaki stantlarda hareketli QA fantomları, spektral görüntüleme ölçüm araçları, parçacık tedavisi

için QA sistemleri, SGRT ile uyumlu boluslar, hastaya özel bolus üretimi ve ekstremitte immobilizasyon çözümleri yan yana duruyordu. Oral mukozite yönelik destekleyici uygulamalar ve yüzeysel tedavi sistemleri de bildiğimiz özelliklerine yeni özellikler eklenmiş olarak alıcılarını bekliyordu.

Kongre kaydını izlerken karşıma çıkan **"Technical Difficulties"** ekranı da beni gülümsetti. Yapay zekâ, otomasyon ve dijital ikizlerin konuşulduğu bir kongrede teknolojinin küçük aksaklıklarını görmek hoş bir tezat oluşturuyordu. Bazen böyle küçük anlar da bilimsel konuşmalar kadar akılda kalabiliyor.

### Sonuç

Kongrenin ardından "En önemli yenilik hangisiydi?" sorusuna tek bir cevap vermekte zorlandım. Yapay zekâ, adaptif radyoterapi, görüntüleme ve yeni tedavi teknolojileri birbirinden farklı görünse de hepsi aynı soruya cevap arıyordu: Bu gelişmeleri klinik pratiğe nasıl güvenilir bir şekilde aktaracağız?

Boston'dan dönerken aklımda yalnızca yeni cihazlar ve araştırmalar değil, medikal fizikçilerin giderek genişleyen sorumlulukları da vardı. Teknoloji hızla ilerliyor, bizim görevimiz ise bu ilerlemenin doğruluğunu sorgulamak, sınırlarını bilmek ve hastaya sunulan tedaviye gerçekten ne kattığını göstermek...

# PLANLANAN ETKİNLİKLER

## Dokuz Eylül Üniversitesi Medikal Fizik 20. Yıl ve MFD 1. Öğrenci Kariyer Günleri

Tarih: 10 Ekim 2026 | Yer: Dokuz Eylül Üniversitesi Sürekli Eğitim Merkezi (DESEM), İzmir

Etkinlik programına ulaşmak için tıklayınız.

## Ege Üniversitesi 50. Yıl – IAEA ve MFD İş Birliği ile 23 Ekim Günü Medikal Fizik Kurs Programı

Tarih: 22–24 Ekim 2026 | Yer: Ege Üniversitesi, İzmir

Etkinlik programına ulaşmak için tıklayınız.

## MFD IV. Bölgesel Toplantı

Tarih: 30–31 Ekim 2026 | Yer: Samsun Şehir Hastanesi, Samsun

Etkinlik programına ulaşmak için tıklayınız.

## IBA Dozimetre Kursu

Tarih: Kasım 2026 | Yer: Çalışmalar Devam Ediyor

Çalışmalar Devam Ediyor.

## LAP – Yüzey Takip Sistemleri (SGRT)

Tarih: Kasım 2026 | Yer: Çalışmalar Devam Ediyor

Çalışmalar Devam Ediyor.

### Nükleer Tıp Kalite Kontrol Kursu

Tarih: Kasım 2026 | Yer: Teorik – Çevrimiçi | Pratik – Çalışmalar Devam Ediyor

Çalışmalar Devam Ediyor.

### Varian – İntrakranyal SRT’de Multidisipliner Yaklaşım; Cihaz Hazırlık ve Klinik Karar

Tarih: 12 Aralık 2026 | Yer: Varian Medikal Sistemler Ofisi, İstanbul

Çalışmalar Devam Ediyor.

### Brakiterapi Kursu

Tarih: Aralık 2026 | Yer: Çalışmalar Devam Ediyor

Çalışmalar Devam Ediyor.

### Nükleer Tıp Hasta Dozimetrisi

Tarih: Aralık 2026 | Yer: Teorik – Çevrimiçi | Pratik – Çalışmalar Devam Ediyor

Çalışmalar Devam Ediyor.

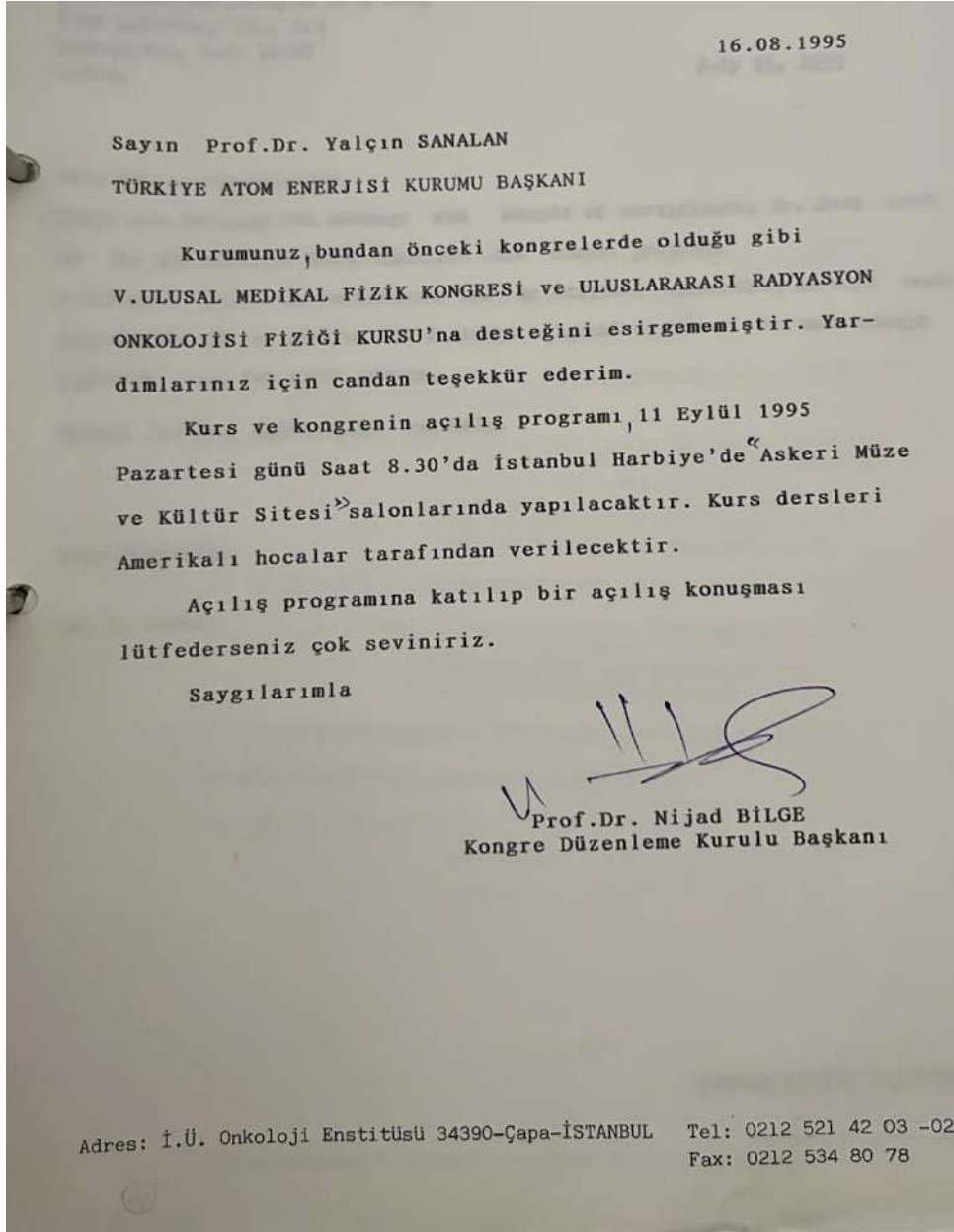
# YENİ ÜYELER

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

| Ad Soyad           | Üyelik Türü | Kurum                                                        |
|--------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|
| Beyza Börücü       | Öğrenci Üye | Akdeniz Ün. Radyoterapi Fiziği YL                            |
| Ece Çokçeken       | Öğrenci Üye | Aydın Üniversitesi Sağlık Fiziği YL                          |
| Ersun Işın         | Asil Üye    | Onkomer Özel Onkoloji Tıp Merkezi                            |
| Habibe Bayındır    | Öğrenci Üye | Trakya Ün. Sağlık Fiziği YL                                  |
| Mehmet Han Özerdem | Öğrenci Üye | Akdeniz Ün. Sağlık Fiziği Ens. Radyoterapi Fiziği YL         |
| Mert Koyun         | Öğrenci Üye | Tınaztepe Ün. Lisansüstü Eğt. Enst Salık Fiziği YL           |
| Şevin Ulusoy       | Öğrenci Üye | Yeditepe Ün. Lisansüstü Eğitim Ens. Sağlık Fiziği YL         |
| Yaren Sezgin       | Öğrenci Üye | Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Ens Sağlık Fiziği YL |

# TARİH KÖŞESİ

Değerli meslektaşlarımız bültenimizde derneğimizin arşivinde yer alan bizler için çok değerli dokümanları sizlerle paylaşmaya devam ediyoruz. Bültenimizin bu sayısında, derneğimizin, geçmiş yıllardaki Temmuz – Ağustos ve Eylül aylarında gerçekleştirmiş olduğu bazı yazışmaları sizlerle paylaşıyoruz.



T. C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
ONKOLOJİ ENSTİTÜSÜ  
Tıbbi Radyofizik Bilim Dalı

Tarih ...../...../.....

Sayı : .....

I.Ü. CERRAHPASA TIP FAKÜLTESİ  
RADYASYON ONKOLOJİSİ ANABİLİM DALI BASKANLIĞINA  
İSTANBUL

IV. Ulusal Medikal Fizik Kongresi, I.Ü. Onkoloji Enstitüsü, TAEEK, TÜBİTAK, Onkoloji Derneği ve Fizik Mühendisleri Odasının katkıları ile Medikal Fizik Derneği ve Türk Fizik Derneği tarafından düzenlenmiştir. Kongre 29.30 Eylül-1 Ekim tarihleri arasında I.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Prof. Dr. Cem'i Demiroğlu Oditoryumunda yapılacaktır.

Kongrenin bir amacı da Tıbbi Radyasyon Fiziki ve Radyasyon Onkolojisi alanındaki gelişmeleri Radyasyon Onkologlarına ve Tıbbi Radyasyon Fizikçilerine duyurmak ve bu konularda araştırma yapan kuruluş ve kişilerin bilimsel çalışmalarını sunmaları ve mesleki konularda bilgi alışverişinde bulunmalarını sağlamaktır.

Bu kongrede, konferanslar, paneller tertip edilmiş ve yurt dışından uzman kişiler konuşmacı olarak davet edilmiştir.

Bundan evvel yapmış olduğumuz kongrelerde kurulusunuzun katkıları olmuş ve kongrenin bilimsel bakımdan yüksek seviyede başarılı olmasında yardımcı olmuştur.

Kongrenin, ana bilim dalınızda çalışan radyasyon onkologları ve fizikçilere duyurulmasını ve bilimsel katkılarının sağlanmasına yardımcı olmanızı diler, saygılar sunarım.

Doc. Dr. Seyfettin Kuter  
Bilim Dalı ve IV. Ulusal Medikal  
Fizik Kongresi Başkanı

Ek :  
Gönderilecek cevaplarda yazımızın tarih ve sayısını lütfen bildiriniz. Adres : Topkapı - İstanbul, Tel. : 531 31 00 (4 hat) Fax : 533 13 00

T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ  
Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

Tarih ...../...../.....

Sayı : .....

HAYDARPAŞA GULHANE ASKERİ TIP AKADEMİSİ KOMUTANLIĞI'NA

Gulhane Askeri Tıp Akademisi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Fizik Mühendisleri Odası, Türk Fizik Derneği, Radyasyon Onkolojisi Derneği ve Türk Onkoloji Vakfı'nın bilimsel ve maddi katkıları ile Medikal Fizik Derneği, İstanbul Üniversitesi Onkoloji Enstitüsü ve AAPM (American Association of Physicists in Medicine) tarafından düzenlenen "V. ULUSAL MEDİK FİZİK KONGRESİ VE RADYASYON ONKOLOJİSİ FİZİĞİ KURSU" 11-15 1995 tarihleri arasında İstanbul'da yapılacaktır.

Kongrede basta kanser tedavisinde büyük yeri olan Radyasyon Onkolojisindeki son gelişmeler olmak üzere Nükleer Tıp, Diagnostik Radyoloji, MRI, Ultrasaund, Laser, Hipertermi gibi konularda yapılacak çalışmalar sunulacaktır. Ayrıca, konularında uluslararası üne sahip yerli ve yabancı bilim adamları tarafından konferanslar verilecektir. Kursta ise Radyasyon Onkolojisi Fiziki'ndeki en yeni teknikler ve uluslararası protokollar anlatılacaktır. Dersleri Amerikalı öğretim üyeleri vereceklerdir.

Kongreve kursun ilgili birimlerimize duyurularak, ilgili bilim adamlarının katılımını sağlamak suretiyle, bu önemli girişimize yardımcı olmanızı diler saygılar sunarız.

Prof. Dr. Nijad Bilge  
Kongre Düzenleme Kurulu adına  
Başkan

Ek :  
Gönderilecek cevaplarda yazımızın tarih ve sayısını lütfen bildiriniz. Adres : Topkapı - İstanbul, Tel. : 531'31 00 (4 hat)

**September 11, 1995  
Monday**

|             |                                                                                                                    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8:00-10:00  | Local inauguration program.                                                                                        |
| 10:00-10:30 | Break                                                                                                              |
| 10:30-11:30 | Role and Responsibilities of Medical Physicists<br>Faiz M. Khan, Ph.D.                                             |
| 11:30-12:30 | Education and Training of Medical Physicists<br>James Purdy, Ph.D.                                                 |
| 12:30-14:00 | Lunch                                                                                                              |
| 14:00-16:00 | Acceptance Testing, Quality Assurance and Beam<br>Data Acquisition of Linear Accelerators<br>Saiyid M. Shah, Ph.D. |
| 16:00-16:30 | Break                                                                                                              |
| 16:30-17:30 | Measurement of Ionizing Radiation<br>Leroy Humphries, Ph.D.                                                        |

**September 12, 1995  
Tuesday**

|             |                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|
| 8:00-10:00  | Measurement and Calculation of Absorbed Dose<br>Faiz M. Khan, Ph.D. |
| 10:00-10:30 | Break                                                               |
| 10:30-12:30 | Photon Beam Dosimetry<br>James Purdy, Ph.D.                         |
| 12:30-14:00 | Lunch                                                               |
| 14:00-16:00 | Brachytherapy<br>Bhudatt Paliwal, Ph.D.                             |
| 16:00-16:30 | Break                                                               |
| 16:30-17:30 | System of Dosimetric Calculations<br>Budhatt Paliwal, Ph.D.         |

**September 13, 1995**  
**Wednesday**

|             |                                                                                                                                                                |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8:00-10:00  | Dose Distribution, Scatter Analysis, Inhomogeneity<br>(%DD, TAR, TMR, SAR, OAR, etc.)<br>James Purdy, Ph.D.                                                    |
| 10:00-10:30 | Break                                                                                                                                                          |
| 10:30-11:30 | Radiobiology and Time Dose Models<br>Bhudatt Paliwal, Ph.D.                                                                                                    |
| 11:30-12:30 | Dosimetry Instrumentation for Low and High Energy Photon<br>and Electron Beams<br>Leroy Humphries, Ph.D.                                                       |
| 12:30- 2:00 | Lunch                                                                                                                                                          |
| 14:00-17:30 | Workshop<br>(i) Chamber intercomparison and dose measurements<br>Leroy Humphries, Ph.D.<br>(ii) Linear Accelerator Acceptance Testing<br>Saiyid M. Shah, Ph.D. |

**September 14, 1995**  
**Thursday**

|             |                                                                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8:00-10:00  | Comparison of Dose Calculation Protocols and AAPM Task<br>Group Report #45<br>Faiz M. Khan, Ph.D.           |
| 10:00-10:30 | Break                                                                                                       |
| 10:30-11:30 | Linear Accelerator Technology<br>Theodore Thorson, Ph.D.                                                    |
| 11:30-12:30 | TBI and TSI<br>Bhudatt Paliwal, Ph.D.                                                                       |
| 12:30-14:00 | Lunch                                                                                                       |
| 14:00-15:00 | Electron Beam Dosimetry<br>Faiz Khan, Ph.D.                                                                 |
| 15:00-16:00 | Therapy Facility Shielding Design/Calculations;<br>Radiation Protection and Safety<br>Saiyid M. Shah, Ph.D. |

16:00-16:30 Break  
16:30-17:30 Acceptance Testing and Quality Assurance of Treatment  
Planning Systems  
Budhat Paliwal, Ph.D.

**September 15, 1995  
Friday**

8:00- 9:00 Low/Med/High Dose Rate Remote Afterloading  
Saiyid M. Shah, Ph.D.  
9:00-10:00 Conformal Radiotherapy Planning  
James Purdy, Ph.D.  
10:00-10:30 Break  
10:30-11:30 Acceptance Testing and Quality Assurance of Therapy  
Simulators  
Saiyid M. Shah, Ph.D.  
11:30-12:30 Recent Advances (3D, MLC, Sterotactic)  
James Purdy, Ph.D.  
12:30-14:00 Lunch  
14:00-16:00 AAPM TG-21 Protocol Workshop  
Faiz M. Khan, Ph.D.  
16:00-17:00 Course Review - Saiyid M. Shah, Ph.D.  
Remarks of Participants  
Presentation of Certificates  
Vote of Thanks by Host Director - S. Kuter, Ph.D.

Mr. MURAT IŞIL Fax: 0-216- 334 87 96  
212- 5348078 or 5347206 . Dr. S. KUTER

MEDICAL PHYSICS ASSOCIATION  
Corresponding Address:  
İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü  
Tıbbi Radyofizik Bilim Dalı  
34390 Çapa-İstanbul-TÜRKİYE

**AAPM/IOMP INTERNATIONAL SCIENTIFIC EXCHANGE COURSE/WORKSHOP IN  
RADIATION THERAPY PHYSICS AND V. NATIONAL MEDICAL PHYSICS CONGRESS**

**SEPTEMBER 11-15 1995, İSTANBUL TÜRKİYE**

**SPONSORING ORGANIZATIONS:**

- American Association of Physics in Medicine
- International Organization of Medical Physics
- Turkish Association of Medical Physics
- Medical Radiophysics Division, Oncology Institute, University of Istanbul.

**GENERAL INFORMATION:**

- **VENUE:** "Military Museum and Culture Center" HARBİYE and Oncology Institute at ÇAPA
- **LANGUAGES:** Course/Workshop in English and Congress in Turkish.
- **COURSE DIRECTORS:** Saiyid M. Shah, Ph.D. and S.Kuter, Ph.D.
- **COURSE/WORKSHOP PROGRAM:** Course program will cover the latest development in the Radiation Oncology Physics and it will be advance level.
- **COURSE FACULTY MEMBERS:** FAIZ KHAN Ph.D, Prof. Dr. Minneapolis, Minnesota, USA  
JAMES PURDY Ph.D, Prof. Dr. St. Louis, Missouri, USA.  
BHUDATT PALIWAL Ph.D, Wisconsin, USA.  
SAIYID M. SHAH Ph.D, Evansville CC, USA.  
LEROY HUMPHRIES Ph.D, CNMC Company Inc. USA.  
THEODORE THORSON Ph.D, Varian Associate, USA.
- **COURSE- CONGRESS SECRETARIES:** GÖNÜL KEMİKLER Ph.D, İSMAIL ÖZBAY Ph.D.
- **CORRESPONDING ADDRESS:** Tıbbi Radyofizik Bilim Dalı, İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü, 34390,  
Çapa-İstanbul / TÜRKİYE  
Tel: 90-212-531 31 00/231 and 212-534 00 10/1580  
Fax: 90-212-534 80 78 and 90-212-534 72 06
- **COURSE/WORKSHOP REGISTRATION FEE:** 100 USD. (Free for foreign participants)
- **HOTEL RESERVATION:** Please contact Course/Congress Secretary

x: Bank Account number: T.C. Ziraat Bankası  
Şehremini şubesi İstanbul - Turkey  
Account : 30440 - 13.11.8 -5

**AAPM INTERNATIONAL SCIENTIFIC EXCHANGE COURSE / WORKSHOP**

**ON**

**RADIATION ONCOLOGY PHYSICS**

**ONCOLOGY INSTITUTE, ISTANBUL UNIVERSITY**

**ISTANBUL, TURKEY**

**SEPTEMBER 11-15, 1995**

**SPONSORING ORGANIZATIONS**

AMERICAN ASSOCIATION OF PHYSICISTS IN MEDICINE

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF MEDICAL PHYSICS

TURKEY ASSOCIATION OF MEDICAL PHYSICS

**FACULTY**

Leroy J. Humphries, Ph.D.  
CNMC Company  
Nashville, TN.

Budhatt R. Paliwal, Ph.D.  
University of Wisconsin  
Madison, WI.

Saiyid M. Shah, Ph.D.  
Evansville, Cancer Center  
Evansville, IN.

Faiz M. Khan, Ph.D.  
University of Minnesota Hospital  
Minneapolis, MN.

James A. Purdy, Ph.D.  
Malinckrodt Institute of Radiology  
St. Louis, MO

Theodore M. Thorson, Jr., Ph.D.  
Varian Associates  
Palo Alto, CA.

**COURSE DIRECTORS**

Saiyid M. Shah, Ph.D.

Seyfettin Kuter, Ph.D.

**HOST INSTITUTION**

Medical Radiophysics Department, Oncology Institute, University of Istanbul

Medical Radiophysics Department  
İstanbul- 34390 - Çapa - Turkey

Azam Miroomand- Rad, Ph.D.,  
Georgetown University Medical Center  
Department Rad.Med./LL Bles Bldg  
3800 Reservoir Rd., N.W  
Washington, D.C. 20007  
U.S.A.

July 25, 1995

Dear Dr. A. Miroomand-Rad,

Thank you for your fax message and sample of certificate. Dr. Shah sent me the new schedule that finalize the course program.

I enclosed sample of certificate and my original signature. We will much appreciate if you send me all lectures original copies we can make enough quantity copy for participants.

Thanks for your cooperation and help.

Your Sincerely,

Dr. S. Kuter

\*\*\*\*\* 0-212- 5348078-534720

# İÇİMİZDEN BİRİLERİ

## ADIMLARIN ÖTESİ

**Alptuğ Özer Yüksel,**  
**Medikal Fizik Uzmanı**  
Ankara Şehir Hastanesi

### “Halk Oyunlarıyla Başlayan ve Yıllar Sonra Yeniden Sahneye Uzanan Bir Hikâye”

Halk oyunları Aydın'da, ilkököl yıllarımda tanıştım. 10-11 yaşlarındaydım. Okulda çalışmaların başladığını öğrenince katılmak istedim; ancak derslerimi aksatacağımı düşünüp izin vermeyebileceklerinden çekinerek aileme haber veremedim. Yaklaşık üç dört ay boyunca çalışmalara onlardan gizli gittim.

Yarışma ekibine seçilince durumu anlatmam gerekti. Okul müdürümüzden ailemle konuşmasını rica ettim. Müdürümüz onlara halk oyunlarında başarılı olduğumu, yarışma ekibine alındığımı ve yakında bir yarışmamız bulunduğunu söyledi. Endişelendiğim gibi de olmadı: Ailem beni destekledi, sonraki yarışmalarına gelip gösterilerimi izledi. Böylece yalnızca benim bildiğim bir uğraş, ailemin de izlediği ve desteklediği bir yolculuğa dönüştü.

#### İlk Yıllardan Kalanlar

O yıllarda öğrendiğim ilk oyunlardan biri Harmandalı'ydı. Aydın'da büyüyen bir çocuk olarak zeybek müziğine ve efe kostümüne yabancı değildim. Ancak ilk kez bir oyuncu olarak hazırlanıp efe kıyafeti giymek farklı bir deneyimdi. İlk gösterilerimden biri 29 Ekim törenindeydi. Kostümle sahneye çıktığım o günü ve hissettiğim heyecanı hâlâ hatırlarım.



Şekil 1: 29 Ekim 1995

Gösterilerin dışında da efelik/zeybeklik kültürünü ve türkülerin anlattığı hikâyeleri merak ediyordum. O yaşta bu kültürün geçmişini ayrıntılarıyla bilmiyordum; ilgim daha çok gördüklerimden, duyduklarımın ve kostümü giydiğimde hissettiklerimden doğuyordu. Sonraki yıllarda zeybekle bağımın sürmesinde bu ilk merakın da payı olduğunu düşünüyorum.

### Yarışmalar ve Yolculuklar

Halk oyunları zamanla hayatımın düzenli bir parçası oldu. Okul yarışmaları il düzeyinde başlıyor, bölge yarışmaları ve Türkiye finalleriyle devam ediyordu. İlkokuldan üniversiteye uzanan yıllarda farklı ekiplerde yer aldım; il ve bölge dereceleri, Türkiye şampiyonlukları, yurt içi ve yurt dışı festivallere katıldım.



**Şekil 2:** 1996 - Aydın İl Yarışması / İl Birinciliği

Yarışmalarda iyi bir sonuç almak elbette önemliydi ve bunun için uzun süre hazırlanıyor, aynı hareketleri birlikte tekrar ediyor ve sahnede bir ekip olarak uyum sağlamaya çalışıyorduk. Bugün o yılları düşündüğümde derecelerin yanında çalışmaların ve yarışma günlerinin atmosferini de hatırlıyorum. Yarışma öncesinde ekip sırasının gelmesini beklemek, intronun (giriş müziğin) başlamasıyla birlikte sahneye çıkmak ve performans bittiğinde ekip arkadaşlarımla aynı heyecanı yaşamak, bu deneyimin önemli parçalarıydı.

Bir yarışmanın ardından nasıl bir sonuç alırsak alalım, yolculuğa yine birlikte devam ederdik. Provalar, otobüs yolculukları ve gösteriler sayesinde kurulan arkadaşlıklar, halk oyunları ile geçirdiğim yılların kalıcı taraflarından biri oldu. Sahneye çıkmaktan ve bütün bu hazırlığın içinde bulunmaktan keyif aldığım için devam ettim.



**Şekil 3:** 2003 - Türkiye Yarışması (Hatay) / Türkiye Birinciliği

Başlangıçta zeybek oynarken zamanla Kırklareli ve Teke gibi farklı yörelerin oyunlarını da öğrendim. Her yörenin müziği, ritmi, kostümü ve oyuncudan beklediği tavır farklıydı. Yeni bir yöreye çalışmak, daha önce öğrendiğim hareketleri tekrarlamaktan çok, başka bir anlatım biçimine alışmayı gerektiriyordu. Farklı oyunlar oynamak halk oyunlarına bakışımı genişletti; buna rağmen Aydın'da başlayan hikâyemde zeybeğin yeri hep ayrı kaldı.

Halk oyunlarının bana sağladığı bir başka imkân, çocuk ve genç yaşta pek çok yere gidebilmektir. Türkiye'nin birçok şehrini ve ilçesini görme fırsatım oldu. Gösteriler veya yarışmalar için gidiyorduk; fakat bir yeri tanımak yalnızca sahneye çıktığımız süreyle sınırlı kalmıyordu. Yolculuklarda, konakladığımız yerlerde ve diğer ekiplerle karşılaştığımızda da yeni kültürler öğreniyorduk.

Bu yolculukların en unutulmazlarından biri, 1996 yılında bir festival için İtalya'nın Bedonia kasabasına gidişimizdi. 11-12 yaşlarındaydım. 20-25 gün süren bu yolculukta İtalya'nın birçok şehrini gezme fırsatı bulduk. Aydın'da büyüyen bir çocuk olarak başka bir ülkeye gitmek, farklı bir dil duymak ve bir festivale katılmak benim için alışılmışın dışında bir deneyimdi. Aradan yıllar geçse de o yolculuğun bende bıraktığı merak ve heyecanı hatırlıyorum.

### Sahneden Uzaklaşmak ve Geri Dönmek

Lise ve üniversite yıllarında halk oyunlarına devam ettim. Farklı yöreler ve ekiplerle tanıştım. Üniversite için Aydın'dan ayrıldıktan sonra ise sahnede geçirdiğim zaman giderek azaldı. Alıştığım ekip ortamından uzaklaşmıştım; eğitim, ardından çalışma hayatı ve başka sorumluluklar da zamanımı dolduruyordu.

Sahneyle arama mesafe girse de halk oyunlarına ilgim sürdü. Türküler dinlemeye, efelik ve zeybeklik kültürüyle ilgili kitaplar okumaya, gösterileri/yarışmaları ve yeni koreografileri takip etmeye devam ettim. İşin özü, halk oyunlarını tam olarak bıraktım diyemem. Sahnede olmasam da onunla ilişkim bir şekilde devam etti.

2025 yılında sosyal medyada Başkent Otantik Spor Kulübünün Çakırcalı Destanı için deneyimli dansçılar aradığı bir ilan gördüm. Başvurmak konusunda önce tereddüt ettim. Neredeyse yirmi yıldır kostüm bile giymemişim. Sonunda ailemin de desteğiyle başvurdum ve ekibe kabul edildim.



Şekil 4: 2026 - Çakırcalı Destanı

Ekip arkadaşlarımdan çoğu benden gençti. Ortama alışmak, onların enerjisine uyum sağlamak ve uzun bir aradan sonra yeniden düzenli çalışmaya başlamak mental ve fiziksel olarak kolay olmadı. Buna rağmen hareketler zamanla oturdu. O günlerde durumumu anlatırken espriyle "Minare yıkılmış ama mihrap hâlâ yerinde," diyordum.

Birlikte çalıştıkça yeniden bir ekibin parçası olmanın tanıdık yanlarını tekrardan yaşadım: Aynı gösteri için hazırlanmak, hareketleri birlikte düzeltmek ve birbirimizin emeğine güvenmek. Yıllar sonra tekrar kostüm giymek de bu dönüşün benim için özel anlarımdan biriydi.

**Çakırcalı Destanı** kapsamında 18 Haziran ve 4 Temmuz 2026 tarihlerinde yeniden seyirci karşısına çıktık. Ardından **Seyyah** projesi kapsamında Erzurum ve Kırklareli yöre oyunlarını oynama fırsatı buldum. Bu gösterilere hazırlanırken çocuklukta öğrendiğim bazı şeylerin, sahneden uzak kaldığım yıllara rağmen benimle olduğunu fark ettim.



Şekil 5: 2026 - Seyyah Projesi

### Seyirciler Arasında Ailem

Çakırcalı Destanı gösterilerini kızım Iraz da izledi. Eşimle yıllar önce onun adını seçerken Çakırcalı'nın gerçek hikâyesinde duyduğumuz Iraz karakterinden esinlenmiştik. Daha sonra aynı hikâyeyi konu alan bir gösteriyle sahneye dönmek ve kızımın beni efe kıyafetiyle izlemesi, önceden öngörebileceğim bir şey değildi tabi ki... Bu tesadüf, gösteriye benim için ayrı bir anlam katmış oldu.

O gün, Annem ve babam da seyirciler arasındaydı ve sahneden bakıp onları gördüğümde halk oyunlarına ilk başladığım günleri hatırladım. Aradan onlarca yıl geçmişti ve bu kez okul yarışmasına hazırlanan bir çocuk olarak değil, kızımın da izlediği bir gösteride, hayatımın başka bir döneminde sahnede idim. Tüm ailenin aynı salonda olması benim için tarifsiz bir mutluluktur.

Ezcümle eğitim, iş ve sorumluluklar bazen bütün zamanımızı dolduruyor. Böyle dönemlerde kendimize ayırdığımız zamanı ertelemek kolaylaşıyor. Oysa yaşımız ne olursa olsun sanatla, sporla veya bize iyi gelen başka bir uğraşla ilgilenmek, kendimizi başka yönlerimizle tanımamıza fırsat veriyor. Bunun büyük bir hedefe ya da başarıya dönüşmesi de gerekmiyor. Sevdiğimiz bir şeye zaman ayırdığımızda hissettiğimiz heyecan ve mutluluk, çoğu zaman birlikte çalıştığımız insanlara ve ailemize de yansıyor. Kendimize ayırdığımız zaman, çevremizden eksilttiğimiz bir zaman olmak zorunda değil.



Şekil 6: Çekirdek Ailem

Benim için o şey halk oyunlarıydı. Meğer onları hiç bırakmamışım. Sadece yeniden kavuşacağım günü beklemişim.

# İLETİŞİM

## Dernek Adresi:

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

## Bülten Sorumlusu Yazışma Adresi:

Oğuzhan AYRANCIOĞLU  
Manavkuyu Mah. 250 Sok. No:23  
İzmir Tınaztepe Üniversitesi Galen Hastanesi  
Bayraklı / İZMİR  
e-mail: [oguzhan.ayrancioglu \[at\] tinaztepe.edu.tr](mailto:oguzhan.ayrancioglu@tinaztepe.edu.tr)

## İnternet Sayfası:

web: <https://medikalfizik.org/>  
e-mail: [turkmedikalfizikdernegi \[at\] 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

---

*Ulusal Medikal Fizik Bülteni Medikal Fizik Derneği Yayınıdır.  
© 2026 Medikal Fizik Derneği. Tüm hakları saklıdır.*