

#### NAEOTOM Alpha

ailesiyle photon-counting BT  
portföyünde yeni bir seviye

#### ARTIS icono

ile inme tedavisinde gelinen son  
nokta

#### MAGNETOM Flow. Platform

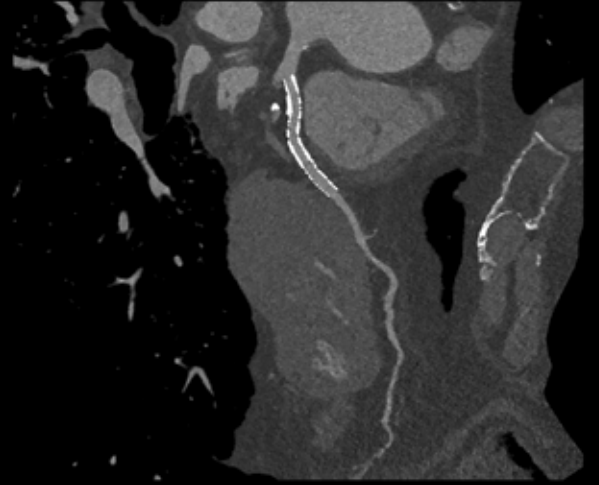
ile enerji tasarrufu, yapay zekâ desteği  
ve hasta konforu bir arada

#### Multitom Rax

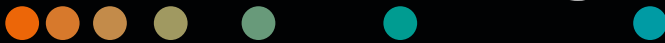
Kas- iskelet sistemi görüntülemesi  
için True2scale tüm vücut taraması

# inovasyon

## TÜRKRAD Özel Sayısı



# Görüntülemeye yeni bir çağ





08 Prof. Dr. Kaan Esen: "Geçmişin izlerini çağımızın ileri teknolojiyle birleştiriyoruz"

12 Girişimsel onkolojide hedefe yönelik teknolojiler

16 Acıbadem Maslak Hastanesi'nde NAEOTOM Alpha ile photon-counting çağı

23 Gazi Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Ana Bilim Dalı'nda Siemens Healthineers MAGNETOM Lumina kullanımı

26 Yapay zekâ destekli MR ile İnönü Üniversitesi'nde yeni bir dönem

30 Gelişmiş görüntüleme ile hedefe odaklı müdahale

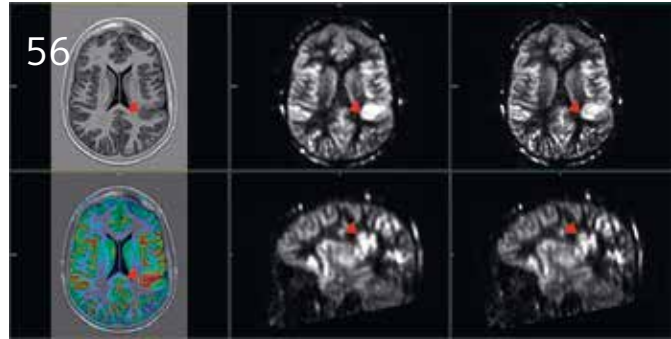
34 Siemens Healthineers ARTIS icono ile inme tedavisinde geline son nokta

36 ERA Radyoloji Merkezi'nde MAMMOMAT B.brilliant ile daha güvenilir tanı, zaman kazancı ve hasta memnuniyeti

38 Amerikan Hastanesi ve Koç Üniversitesi Hastanesi radyolojik doz optimizasyon projesinde Siemens Healthineers teamplay çözümü



- 42 Çift tüp çift dedektör teknoloji ile SOMATOM Drive deneyimi
- 48 Siemens Healthineers, NAEOTOM Alpha serisiyle photon-counting bilgisayarlı tomografi portföyünü güçlendiriyor
- 50 Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde SOMATOM go.Top ile hasta tedavi süreçlerinde daha fazla hız, güvenilirlik ve konfor
- 56 AI-Rad Companion
- 58 Beyinde 3D Arterial Spin Labeling ile yüksek çözünürlüklü perfüzyon görüntüleme
- 66 Derin öğrenme ile rekonstrüksiyon yoluyla hızlı abdominal MR: Zhongshan Hastanesi'nin uygulama deneyimleri
- 72 0.55T MR deneyimi: Kloströfobik, metal implantı bulunan, pediatrik hasta ve takip hastası senaryolarını vurgulayan vaka serisi
- 78 Siemens Healthineers MAGNETOM Flow. Platform ile enerji tasarrufu, yapay zekâ desteği ve hasta konforu bir arada
- 80 Sütçü İmam Üniversitesi, MAGNETOM Altea ile daha hızlı tarama süresi daha yüksek görüntü kalitesi ve daha konforlu görüntüleme hizmeti sunuyor
- 84 Girişimsel onkoloji, karaciğer malignitelerinin tedavisi için "büyük ve parlak bir gelecek" sunuyor
- 86 PAE ve UAE: Yeni hassas görüntü kılavuzluğu teknolojisi ile, umut vaat eden minimal invaziv prosedürlerin etkinliği artıyor
- 88 Yeni OPTIQ radyasyon maruziyet kontrolü, CO<sup>2</sup> anjiyografi ve yeni IR prosedürlerinde "büyük bir atılım" sağlıyor
- 91 Multitom Rax ile kas-iskelet sistemi görüntülemesinde True2scale farkı: Tüm vücut taramasında gerçek boyutlu ölçüm



Dergi Yönetim Yeri: Yakacık Yolu No: 111 34870 Kartal-İstanbul Tel: 444 0 633 Faks: 0216 459 20 31

e-Posta: inovasyon.tr@siemens.com Yönetim: Siemens Healthcare Sağlık A.Ş. Adına Sahibi Nesrin Kalay Bozpınar

Genel Yayın Direktörü (Sorumlu): Enis Sonemel

Yayın Türü: Yaygın-sürelî-üç ayda bir İçerik ve Tasarım Uygulama: Konak Medya Kalfa Çesmesi Sokak Validebağ Sitesi No:3/13 D.1

Altunizade/Üsküdar 34662 - İstanbul e-Posta: bilgi@konakmedya.com Telefon: 0216 350 03 03 Web: www.konakmedya.com

Baskı ve Cilt: Elman Basım Ambalaj Tanıtım Hiz. ve Turizm Esişehir Mah. Füsün Sok. 25 Ümraniye Tel: 0216 499 06 96 - 0216 499 06 94

*"Görüntüleme teknolojilerinde yapay zekânın hakim olduğu heyecan verici yeni bir döneme tanıklık ediyoruz. Bu çağ, tanı süreçlerini dönüştürürken, sürdürülebilir sistemler enerji verimliliği ve çevre dostu yaklaşımlarla ön plana çıkıyor.*

*Yapay zekâ destekli sistemlerimiz, tarama hızlarını kayda değer ölçüde kısaltırken, enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilir radyolojiye katkı sağlıyor. Yeni nesil BT cihazlarımız ise doz optimizasyonu ile radyasyon maruziyetini minimize ederek hem hasta güvenliğini hem de çevresel etkiyi dengeliyor."*

**Enis Sonemel**  
Yönetim Kurulu Başkanı ve CEO  
Siemens Healthineers Türkiye

# Değerli dostlarımız,

Radyoloji ve görüntüleme alanındaki bilimsel birikimi ve uluslararası gelişmeleri sizlerle paylaşma misyonuyla yola çıktığımız İnovasyon dergimizin 37. sayısını, Türk Radyoloji Derneği (TÜRKRAD) Kongresi'ne özel olarak sunmaktan mutluluk duyuyoruz.

1966 yılından bu yana yenilikçi araştırmalara ışık tutan ve ulusal sağlığınıza önemli katkılar sağlayan TÜRKRAD Kongresi, radyoloji profesyonelleri için eşsiz bir platform olmaya devam ediyor. Siemens Healthineers olarak uzun yıllardır bir parçası olmaktan gurur duyduğumuz bu köklü etkinlik; en son yenilikleri, klinik deneyimleri ve zengin bilimsel programıyla değerli sağlık profesyonellerini bir araya getiriyor. 46. TÜRKRAD Kongresi'nin ruhuna uygun bir kapsamla hazırladığımız bu sayımız, BT'den MR'a, anjiyografiden mamografiye kadar uzanan geniş bir spektrumda bilimsel incelemeleri, önde gelen Türk hekimlerle röportajları ve hem yerel hem de uluslararası vaka örneklerini içeriyor.

Görüntüleme teknolojilerinde yapay zekânın hakim olduğu heyecan verici bir döneme tanıklık ediyoruz. Bu çağ, tanı süreçlerini dönüştürürken; sürdürülebilir sistemler de enerji verimliliği ve çevre dostu yaklaşımlarla ön plana çıkıyor. Siemens Healthineers olarak geliştirdiğimiz yapay zekâ destekli inovatif sistemlerimiz, tarama hızlarını kayda değer ölçüde kısaltırken, enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilir radyolojiye katkı sağlıyor.

Bu yöndeki yeni gelişmelere yer verdiğimiz bu sayımızda geçmişin değerli mirasını günümüzün ileri teknolojileriyle birleştirmenin potansiyeli, Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden Prof. Dr. Kaan Esen'in SOMATOM Force sistemi üzerine yaptığı değerlendirmelerle somutlaşıyor. Acıbadem Bakırköy Hastanesi'nden Prof. Dr. Özlem Barutçu'nun SOMATOM Drive hakkındaki görüşleri, çift tüp çift dedektör teknolojisinin klasik tek tüp sistemlere göre sunduğu avantajları aydınlatıyor. Girişimsel onkolojideki ilerlemeleri ise Prof. Dr. Nurullah Doğan'ın Kasım 2023'ten beri kullandığı Artis Icono Biplane sistemi üzerinden inceliyor.

Acıbadem Maslak Hastanesi'nde Türkiye'nin ilk NAEOTOM Alpha photon-counting BT cihazını deneyimleyen Prof. Dr. Ercan Karaarslan, Dr. Müjgan Orman ve Prof. Dr. Düzgün Yıldırım'ın değerlendirmeleri, bu teknolojinin klinik avantajlarını vurguluyor.

İnovasyon dergimizin bu sayısında ayrıca Gazi Üniversitesi Hastanesi'nden Prof. Dr. Nil Tokgöz ile söyleşimizde MAGNETOM Lumina sisteminin teşhis hızını nasıl artırdığını keşfedebilirsiniz. Yanı sıra, İnönü Üniversitesi'nde MAGNETOM Altea ile bölgeye ilk YZ tabanlı MR'ın getirilerek, karaciğer nakli gibi yüksek hacimli işlemlerin verimliliğinin nasıl yükseldiğini de görebilirsiniz. ERA Radyoloji Merkezi'nden Dr. Özlem Sezgin Okcu ile röportajımız ise MAMMOMAT B.brilliant'ın mamografi tanısında sağladığı güvenilirlik, zaman tasarrufu ve hasta memnuniyetini inceliyor.

Son olarak; Amerikan Hastanesi ve Koç Üniversitesi'nin teamplay ile doz optimizasyonu projesi, Multitom Rax'in True2scale kas-iskelet taramaları ve Artis Q Ceiling ile Syngo Dyna3D'nin hedefe odaklı müdahaleleri gibi birçok özel konu, bu sayımızın zengin içeriğini tamamlıyor.

İnovasyon Dergimizin TÜRKRAD Kongresi'ne özel 37. sayısını incelerken, teknolojinin sunduğu fırsatların sizleri de en az benim kadar heyecanlandıracağına inanıyorum.

Keyifli okumalar dilerim.

**Enis Sonemel**

Yönetim Kurulu Başkanı ve CEO  
Siemens Healthineers Türkiye



*Yakın gelecekte yapay zekâ-insan iş birliği hayal bile edemeyeceğimiz bir seviyeye ulaşacak. Bence ideal model, yapay zekânın ilk taslakları ve veri entegrasyonunu yöneterek son derece verimli bir asistan olarak hareket ettiği, radyoloğun ise kritik bağlamı, ayrıntılı yargıları ve nihai tanısal denetimi sağladığı bir sinerjidir. Makine hız ve veri işlemede; insan ise anlama, akıl yürütme ve etik sorumlulukta üstündür.*

**Prof. Dr. Şükrü Mehmet Ertürk**  
Yayın Editörü

# Değerli meslektaşlarım,

Geleceğin tarihçileri yaşadığımız şu yılları muhtemelen yeni bir çağın başlangıcı olarak niteleyecekler. Hepimiz yapay zekânın istikrarlı bir biçimde yaşamın tüm alanlarını domine etmeye başlamasını izliyoruz. İş yapış şekillerimiz değişiyor, bilgiye daha hızlı ulaşıyoruz ve çok daha doğru kararlar veriyoruz. Ya da en azından, biz radyologlar olarak doğru kararlar verdiğimiz inaniyoruz. Özellikle Large Language Models (LLM), bizleri her seferinde hayrete düşüren performanslar sergiliyor ve her geçen gün daha da güçleniyorlar.

LLM'in sahneye çıkıp hemen hemen herkesten rol çalmaya başlaması, tıp dünyasında da heyecan ve endişe dalgaları yaratmaya devam ediyor. Tüm tıp disiplinleri içerisinde teknoloji ile en iç içe olan radyolojide de durum farklı değil. Bu güçlü yapay zekâ araçları, biz radyologların tıbbi görüntüleri yorumlama biçimimizi yeniden şekillendirmeye hazırlar, ancak bence "insan radyologların" daha uzun bir süre radyolojik tanı gemisinin kaptanı olarak kalmasını sağlayacak kritik ve intrinsik bir kusurları da var.

LLM'in güçlü yönleri ilk bakışta devrim niteliğinde. Zaman alıcı rapor oluşturma sürecini otomatikleştirerek radyologları klavye köleliğinden kurtarmayı vaat ediyorlar. Akciğer grafilerinin ya da abdomen MR'larının ön raporlarını hazırlayan ve uzmanların en karmaşık vakalara odaklanmasını sağlayan bir sistem hayal edin. Bu modeller, salt dikte etmenin ötesinde, güçlü sentezleyiciler olarak işlev görebilir ve bir hastanın klinik notlarından, genomik verilerden ve geçmiş görüntüleme çalışmalarından gelen bilgileri bir araya getirerek birleşik ve kapsamlı bir teşhis tablosu sunabilirler. Bu potansiyel, bizi geleceğin gerçek anlamda kişiselleştirilmiş tıbbına taşıyabilirler. Bonus olarak da yoğun ve ağır teknik bir dille yazılan radyoloji raporlarını hastaların anlayabileceği bir formata çevirerek iletişim köprüleri görevi görerek, hasta-doktor kooperasyonunu güçlendirebilirler.

Ancak bu parıltılı istikbal, gerçek anlamda asal, intrinsik ve de çok tehlikeli olabilecek bir zaaf tarafından gölgeleniyor: Halüsinasyon görme eğilimi. Yapay zekâ bağlamında halüsinasyon bir rüya değil, kendinden emin şekilde formüle edilmiş bir fabrikasyondur. Bir BT taramasını tanımlamakla görevli bir LLM, var olmayan bir nodül icat edebilir, ince ama kritik bir kırığı atlayabilir veya bir bulguyu alakasız bir klinik semptomla yanlış bir şekilde ilişkilendirebilir. Bu istisnai bir hata değil; bu modellerin çalışma şeklinin temel bir özelliğidir. LLM, bir sonraki en olası kelimeyi tahmin ederek metin üreten istatistiksel algoritmalar ve kulağa mantıklı gelen ama tamamen yanlış bilgilerle "boşlukları doldurmaya" eğilimlidirler.



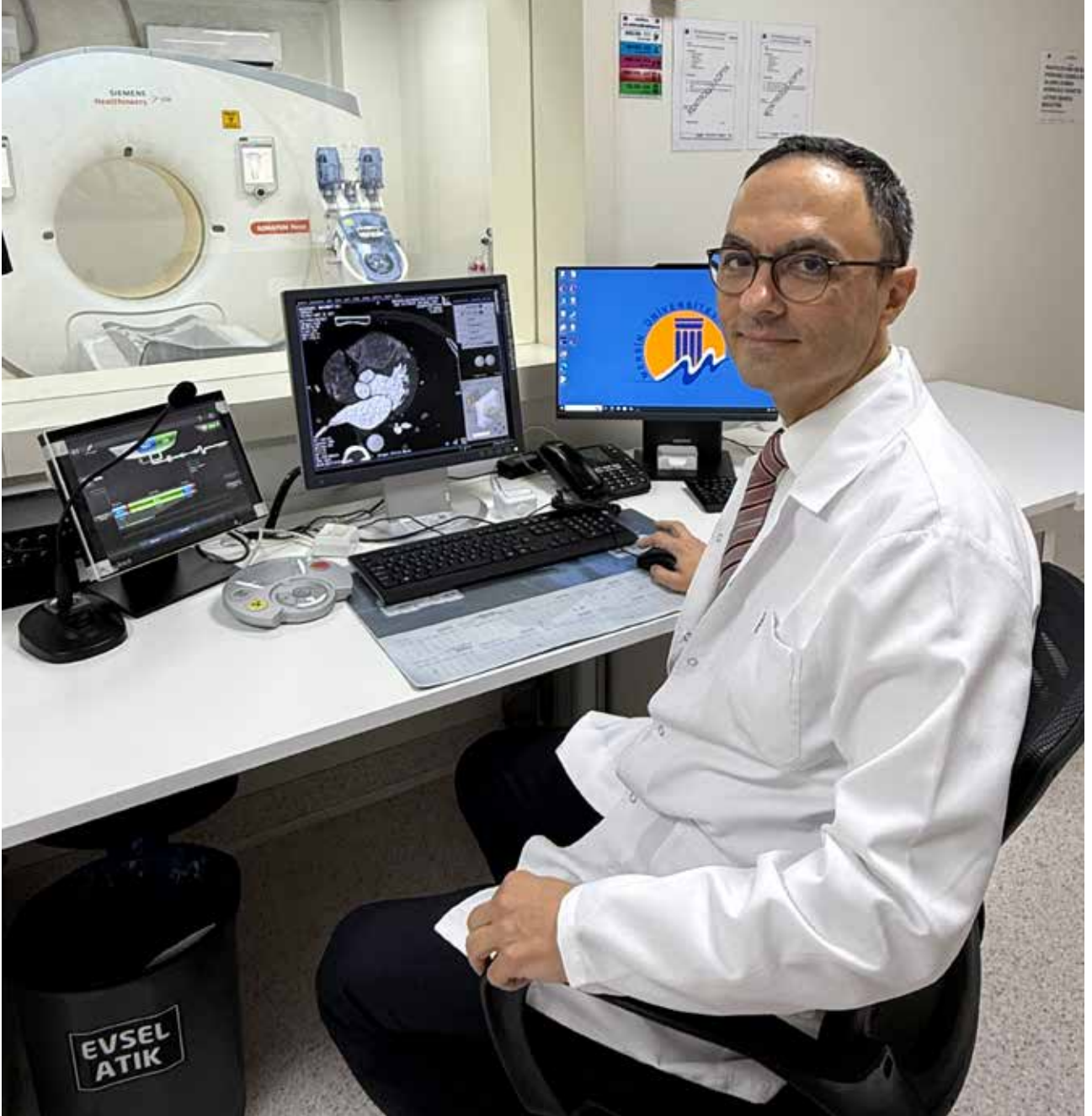
Bu intrinsik kusur, veri gizliliği ve "akıllı" makineler hakkındaki yerleşik önyargılar ile bir araya geldiğinde, "insan radyologların" rolü ister istemez bir müddet için daha vazgeçilemez hale geliyor. Yakın gelecek, yapay zekânın insanların yerinin alacağı bir gelecek olmayacak muhtemelen. Ama yapay zekâ-insan iş birliği hayal bile edemeyeceğimiz bir seviyeye ulaşacak. Bence ideal model, yapay zekânın ilk taslakları ve veri entegrasyonunu yöneterek son derece verimli bir asistan olarak hareket ettiği, radyoloğun ise kritik bağlamı, ayrıntılı yargıları ve nihai tanısal denetimi sağladığı bir sinerjidir. Makine hız ve veri işlemede; insan ise anlama, akıl yürütme ve etik sorumlulukta üstündür.

Özetle, öngörülebilir gelecekte, insan radyologların eğitimli gözü ve eleştirel zihni, hasta güvenliği için nihai ve temel güvence olmaya devam edecek ve tıp sanatının makinenin mantığına yenik düşmemesini sağlayacaktır. Yani hep söylediğim gibi, radyologlar tıbbın gören gözü olmaya epeyce bir süre daha devam edecekler.

**Prof. Dr. Şükrü Mehmet Ertürk**  
Yayın Editörü

# Geçmişin izlerini çağımızın ileri teknolojisiyle birleştiriyoruz

Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Kaan Esen Siemens Healthineers SOMATOM Force sisteminin hasta tanı sürecine sunduğu katkıları değerlendiriyor.



**Prof. Dr. Kaan Esen**  
Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı

**M**ersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda 1999 yılında kurulan SOMATOM AR STAR, bölümün ilk bilgisayarlı tomografi (BT) sistemi olarak hizmet vermeye başladı. Bölüm çalışanlarının "PAKİZE" ismini verdiği bu sistem, yaklaşık on yıl boyunca 7 gün 24 saat kesintisiz çalışarak binlerce hastanın tanısında kritik rol oynadı. Sadece tanı koymakla kalmadı, aynı zamanda radyoloji uzmanlık eğitiminde de önemli bir eğitim aracı oldu ve pek çok öğretim üyesinin ve öğrencinin mesleki gelişimine katkı sağladı. Bugün yeni nesil BT teknolojilerine yerini bırakmış olsa da "PAKİZE" bölüme kazandırdığı tecrübe ve bilgi birikimiyle Mersin Üniversitesi'nin dijital görüntüleme tarihinde önemli bir dönüm noktası olarak anılmaya ve bölüm girişinde sergilenmeye devam ediyor.

Bugün geçmişin izlerini çağımızın ileri teknolojiyle birleştiriyoruz. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda yıllarca hizmet veren ve bölüme önemli katkılar sunan SOMATOM AR STAR'ın ardından, eşsiz teknolojiler ile donatılmış SOMATOM Force sistemi hastalara hizmet vermeye başladı. Çift tüp ve çift dedektör mimarisıyla donatılmış SOMATOM Force, bugüne kadar ulaşılmış en hızlı tarama süreleriyle, düşük doz avantajı ve üstün görüntü kalitesiyle hem hasta konforunu hem de tanı doğruluğunu en üst düzeye taşıyor. Böylece geçmişten gelen tecrübe ve birikim, modern görüntüleme çözümleriyle birleşerek hastalara daha ileri düzeyde hizmet sunma imkânı sağlıyor.

Bu dönüşümün klinik pratiğe yansımalarını ve Siemens Healthineers SOMATOM Force sisteminin hasta tanı sürecine sunduğu katkıları daha yakından değerlendirmek üzere, Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Kaan Esen ile bir röportaj gerçekleştirdik.

**Öncelikle bize "PAKİZE" isminin nereden geldiği hakkında bilgi verebilir misiniz? SOMATOM Force sisteminize herhangi bir isim verdiniz mi?**

Asistanlığımız sırasında günümüzdeki uygulamalardan farklı olarak BT cihazını kullanabilmek eğitimimizin önemli bir parçasıydı. Gece nöbetlerinde BT teknisyenimiz olmazdı ve tüm çekimleri nöbetçi asistan hekim olarak tek başımıza bizler yapardık. Nöbetlerde vaktimizin büyük kısmı BT cihazının konsolu başında geçerdi. Vazgeçilmez bir "iş arkadaşı" olarak ister istemez cihazın tüm özelliklerini ve "huylarını" çok iyi bilirdik. Cihazımız çok çalışkan bir personel gibiydi. Sürekli bize eşlik eder ama doğal olarak hiç durmadan çalıştığı için bazen de yorulur, duraksardı. O bizim iş arkadaşımızdı, arkadaşımızın bir ismi de olmalıydı. Nedenini hatırlayamıyorum ama, "Pakize" ismini



verdik bu arkadaşımıza. Günümüzde BT çekimlerinin çoğunu radyoloji teknikerlerimiz gerçekleştirdiğinden dolayı cihazımızın "huylarına" yeteri kadar aşina olmadık, bu nedenle yeni cihazımıza henüz bir isim veremedik.

**"PAKİZE" döneminden bu yana, BT teknolojisinin geldiği noktayı düşündüğünüzde sizi en çok heyecanlandıran gelişme ne oldu?**

Görüntü kalitesindeki iyileşmelerin yanı sıra artık çok daha düşük radyasyon dozlarında çekim yapabilmek beni en çok heyecanlandıran gelişme oldu. Çünkü geçmişle karşılaştığımızda artık BT çekimleri çok daha fazla yapılmakta, bu durumda ortaya çıkabilecek en büyük problem ise kişilerin maruz kaldığı radyasyon miktarı olmaktaydı. Günümüzde yeni nesil cihazlar çok daha güvenli ve artık üretici firmalar bu konuya çok daha fazla önem vermekte ve yatırım yapmaktaydı.



**SOMATOM Force sisteminin hastanenizdeki kullanım alanları hakkında bilgi verebilir misiniz?**

SOMATOM Force, hastanemizde yer alan Acil Servis'e ve ayrıca Kardiyoloji, Onkoloji, Nöroloji, Ortopedi ve Travmatoloji, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları gibi pek çok akademik birime hizmet veriyor. Ayda yaklaşık olarak 4000 BT tetkikini SOMATOM Force BT sistemi ile gerçekleştiriyoruz.

**Çift tüp ve çift dedektör teknolojisine sahip SOMATOM Force BT sistemi günlük klinik pratiğinizde hangi avantajları sağlıyor?**

Çift tüp ve çift dedektör bilgisayarlı tomografi teknolojisi ile hastalarımıza daha hızlı ve kaliteli çözümler sunabiliyoruz. Hızlı tarama süresi sayesinde acil durumlarda, özellikle stabil olmayan hastalarda tanı gücümüz artıyor. Ayrıca bölgemizde inme merkezi olarak da hizmet veren

hastanemizde, yüksek oranda mortalite ve morbiditeye sahip ve müdahale süresinin önem arz ettiği inmeli hasta grubunda bu teknoloji ile çok kısa sürede doğru tanı koyabiliyor, doğru tedavi için yol haritamızı belirleyebiliyoruz.

Pediyatrik hastalarda sedasyona ihtiyaç duyulmadan hızlı çekim modu kullanılarak düşük dozda görüntüleme yapabiliyoruz. Sistemin sahip olduğu yüksek güç ve hız kombinasyonu, özellikle obez veya hareketli hastalarda daha iyi bir görüntü kalitesi elde edilmesine yardımcı oluyor. Hastanemizde bu BT sistemi ile gerçekleştirilen tüm tetkiklerde hastaları düşük doz radyasyon ile incelemekte olup, tanı sürecine güvenli ve etkin bir şekilde katkı sunuyoruz.

Çift tüp ve çift dedektör bilgisayarlı tomografi teknolojisi hastanemizde özellikle kalp ve kalp damarları gibi hızlı hareket eden organ ve yapıların daha

net ve detaylı görüntülenmesine olanak sağlıyor. Bu teknoloji sayesinde, kalp atım hızı yüksek veya değişken olan hastalarda hareket kaynaklı artefaktları en aza indirerek tüm kardiyak BT incelemelerini başarıyla tamamlayabiliyoruz. Özellikle 66 milisaniyeye kadar düşebilen gerçek zamansal çözünürlük sayesinde kalp atımından bağımsız olarak – tüm kalp atım hızlarında artefaktsız yüksek çözünürlüklü kardiyak BT görüntüleri elde edebiliyoruz.

Sistemin sahip olduğu çift enerji seviyeli spektral görüntüleme ve geniş kapsamlı perfüzyon uygulamaları, bize fonksiyonel görüntüleme konusunda yepyeni tanışıl kapılar açıyor. Böylece doku ve organları sadece yapısal olarak değil, aynı zamanda fonksiyonel ve işlevsel olarak da değerlendirebiliyoruz.

### **SOMATOM Force sisteminin kurumunuza sağladığı yeniliklerden bahsedebilir misiniz?**

Sistem sahip olduğu Flash modu ile 1 saniyede 737 mm'ye kadar geniş bir alanı tarayabilmekte. Nabızı uygun olan hastalarda tek kalp atımında 0,20 saniye gibi çok kısa sürede ve direkt grafi dozlarında koroner BT anjiyografi incelemelerini gerçekleştirebiliyoruz. Aynı zamanda eski nesil cihazlarla karşılaştırıldığında daha yüksek nabızlarda koroner BT anjiyografi yapabiliyoruz.

Çift tüp çift dedektör sisteminin en önemli kazanımlarından biri de hastalara düşük miktarlarda kontrast madde enjeksiyonu yapılarak etkin BT tetkikleri yapılabilmesi. Bu sistem ile daha az kontrast madde kullanarak hastalarımızın böbrek fonksiyonlarını koruyor, kontrast madde ile ilişkili gelişebilecek komplikasyonları en aza indirmeye çalışıyoruz. Bu nedenle bu sistemin ve kurumumuzun böbrek dostu olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

### **SOMATOM Force'un Dual Enerji özelliğiyle elde edilen spektral veriler, tanı sürecinize nasıl katkı sağlıyor?**

Dual enerji uygulamaları dokuların iki farklı enerji seviyesinde taranması sonucunda doku içerisindeki farklı materyallerin ayırt edilmesine imkân sağlar. Bu uygulamalar ile böbrek taşlarının kimyasal farklılıklarını ortaya koyabiliyor, gut hastalığında ürik asit kristallerinin birikimini değerlendirebiliyor, kemik iliğindeki değişiklikleri inceleyebiliyor, sanal kontrastsız görüntüler oluşturarak görüntüleri kontrast maddelerin olası etkilerinden arındırabiliyor, onkolojik görüntülemelerde lezyonları karakterize edip tedavi yanıtını değerlendirebiliyoruz. Ayrıca iki farklı enerji seviyesindeki bu veriler, gelişmiş yazılım algoritmalarıyla işlenerek akciğer ve miyokard perfüzyonu, iyot haritaları ve monoenerjetik görüntüler gibi detaylı fonksiyonel

görüntülemeleri bizlere sunuyor. Sonuç olarak bu teknoloji sayesinde sadece anatomik yapıları değil, aynı zamanda dokuların işlevsel durumunu da analiz edebiliyoruz.

### **Radyolojik görüntülemelerde en yüksek teknolojileri kullanan bir kurum olarak, bilgisayarlı tomografi sistemlerinin yakın geleceğine ilişkin öngörüleriniz ve sağlık teknolojilerinden beklentileriniz nelerdir?**

Bilgisayarlı tomografi sistemlerinin, manyetik rezonans görüntüleme sistemleri ile karşılaştırıldığında en önemli dezavantajlarından birisi radyasyon içermesi. Bu nedenle BT ile ilişkili teknolojik gelişmelerin temelinde daha kaliteli görüntüleri, daha düşük radyasyon dozlarında ve daha kısa zamanda elde edebilme prensibi bulunmaktadır. Bu bağlamda yakın gelecekte BT cihazlarındaki radyasyon dozlarının direkt grafi dozlarına yaklaşacağına inanıyorum. Yapay zekâ destekli sistemlerin daha da yaygınlaşıp gelişeceğini tahmin etmek de zor değil. Yapay zekânın radyologların iş yükünü hafifleteceğini, ancak bir radyoloğa rakip olmayacağını düşünüyorum. Radyologlar olarak sağlık teknolojisinin gelecekte bize sunabileceği en önemli kolaylık tanı doğruluğunu artıran kalitesi yüksek görüntüleri kısa zamanda ve hastalara en az zarar verecek şekilde oluşturmak olacaktır.

### **Genç veya yeni radyoloji uzmanlarına teknolojik gelişimleri takip etmek için ne önerirsiniz?**

Genç radyoloji uzmanı arkadaşlarıma güncel literatürü sıkı bir şekilde takip etmelerini, imkanları dahilinde yurtiçi ve yurtdışı kongrelere katılmalarını ve yapay zekâ alanında yapılan çalışma ve projelere dahil olmalarını, yapabiliyorlarsa bu konuda kendi projelerini üretmelerini öneriyorum. ●

### **Prof. Dr. Kaan Esen kimdir?**

İlk, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden 2001 yılında mezun oldu. Uzmanlık eğitimini 2003-2008 yılları arasında Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda tamamladı. 2008 yılında radyoloji uzmanı olarak Silifke Devlet Hastanesi'ne atandı. Aynı yıl GATA Haydarpaşa Hastanesi'nde askerlik görevini yerine getirdi. Daha sonra Adana Numune Hastanesi'nde görev yapan Dr. Kaan Esen 2014 yılında Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda yardımcı doçent olarak akademik kariyerine başladı. 2018 yılında doçent, 2024 yılında profesör unvanı aldı. Prof. Dr. Kaan Esen halen aynı kurumda, nonvasküler girişimsel radyoloji ve kardiyovasküler radyoloji alanında çalışmalarına devam etmektedir.

# Girişimsel onkolojide hedefe yönelik teknolojiler

Özel Doruk Bursa Hastanesi'nde görev yapan Prof. Dr. Nurullah Doğan, Kasım 2023'te kullanmaya başladığı Artis Icono Biplane ile girişimsel onkolojide elde edilen faydaları aktarıyor.

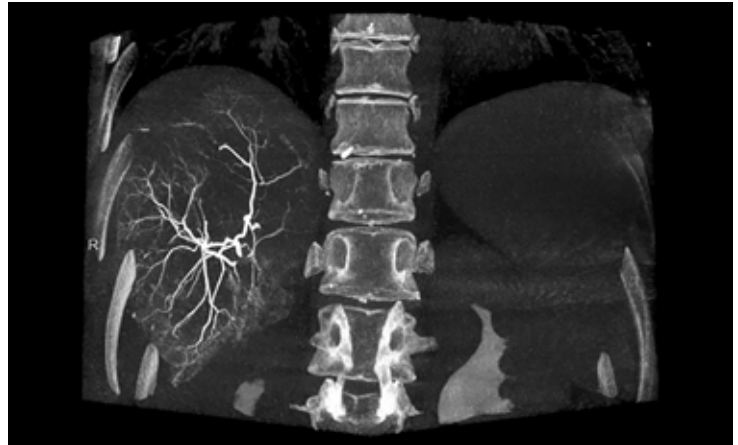
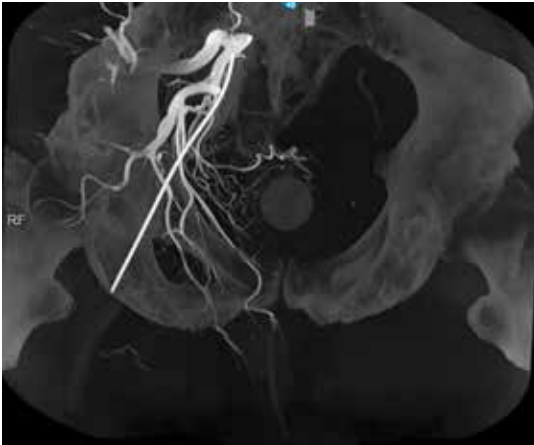


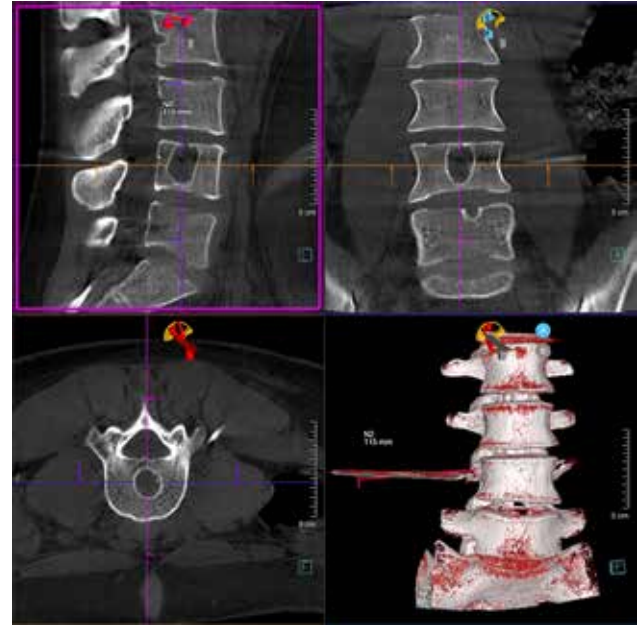
Prof. Dr. Nurullah Doğan

**G**irişimsel onkoloji alanında son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmeler, hem hastaların tedavi süreçlerini hem de hekimlerin uygulamalarını köklü biçimde değiştirdi. Klasik yöntemlerin ötesine geçen yeni nesil anjiyografi cihazları, üç boyutlu görüntüleme ve algoritmalar sayesinde tedavilerin daha güvenli, hızlı ve etkin şekilde yapılmasına olanak tanıyor. Bu sayımızda, 2023 yılından bu yana Artis icono Biplane cihazını kullanan ve Özel Doruk Bursa Hastanesi'nde görev yapan Prof. Dr. Nurullah Doğan ile girişimsel onkolojide hedefe yönelik teknolojiler üzerine konuştuk.

## Yeni nesil anjiyografi cihazlarının klasik yöntemlerden farkını bizimle paylaşır mısınız?

Klasik anjiyografi cihazları damarları sadece iki boyutlu olarak görüntüleyebiliyordu. Bu, özellikle kompleks anatomilerde sınırlayıcıydı. Yeni nesil cihazlar ise bize üç boyutlu (3D) görüntüler sunuyor. Artis Icono Biplane ile birlikte görüntü kalitesi gerçekten çok yüksek. OPTIQ teknolojisi, yüksek hızlı syngo DynaCT ve syngo DynaCT Smart sayesinde damarları ve çevre dokuları çok daha net ve detaylı görebiliyoruz. Bu sayede damarların anatomik yapısını çok daha iyi inceleyebiliyor ve tedavi planlamamızı çok daha doğru yapılabiliyoruz. Klinik kararlarımız da bu sayede güvenle alınıyor.



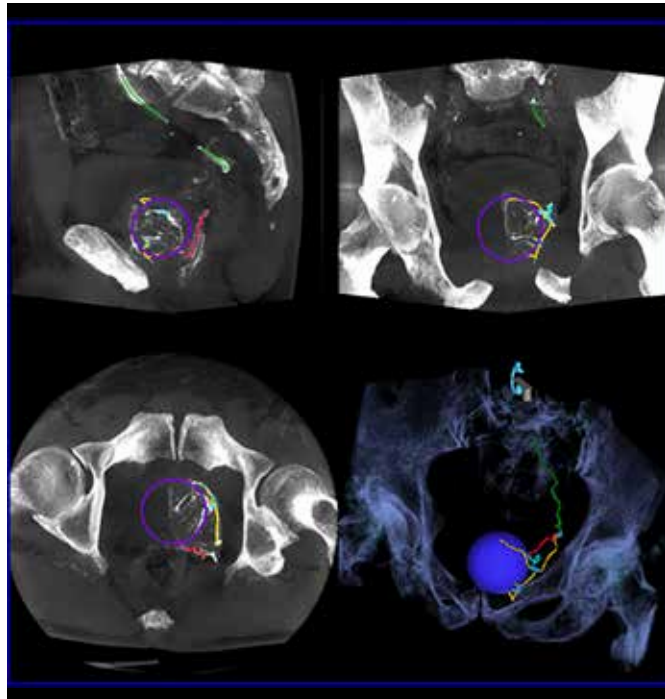


### Syngo DynaCT ve üzerine geliştirilmiş uygulamalar günlük pratiğinizi nasıl etkiliyor?

Syngo DynaCT teknolojisi aslında 2004 yılında hayatımıza girdi. BT ve anjiyografinin avantajlarını birleştirerek üç boyutlu görüntüleme imkânı sağladı. Bugün Artis Icono Biplane cihazımızda bu teknolojinin çok daha gelişmiş hâlini kullanıyoruz. Özellikle yumuşak doku çözünürlüğündeki artış, küçük yapıların daha net görülmesini sağlıyor. Böylece hem tanı hem de tedavi sırasında daha güvenli ve etkin bir yol izliyoruz.

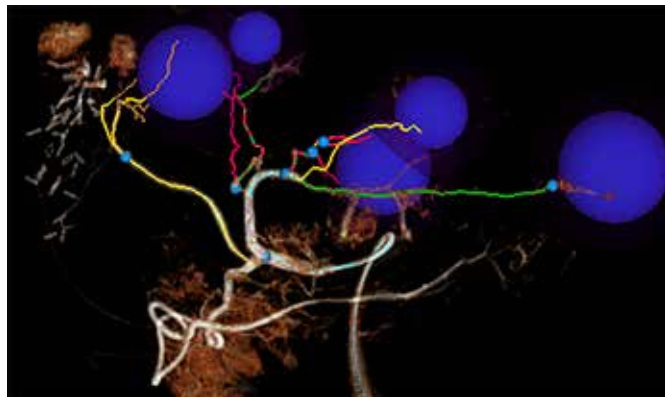
### “Syngo needle guidance” uygulamasının avantajları neler?

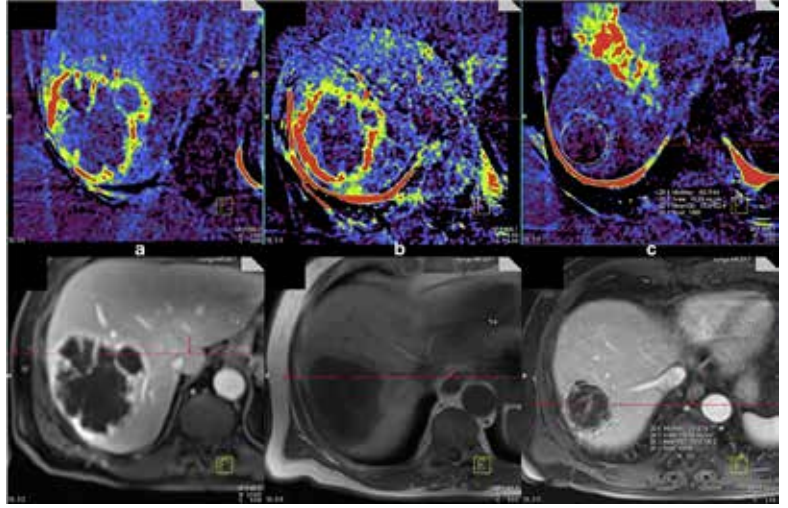
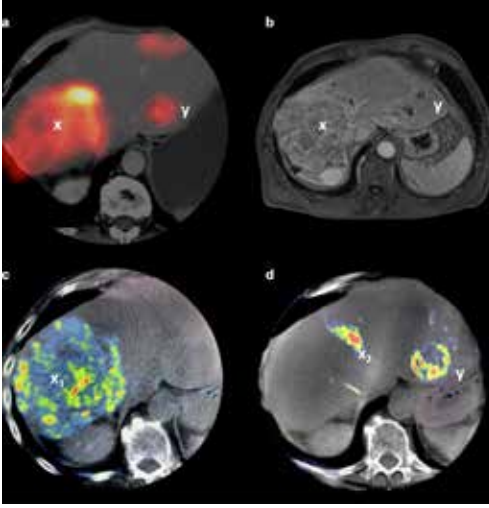
Bu uygulama, biyopsi, ablasyon, vertebroplasti ve drenaj gibi işlemlerde bize büyük kolaylık sağlıyor. İğne yolunun uzunluğunu ve açısını net olarak gösteriyor, hatta C kolunu otomatik konumlandırarak giriş noktasını lazerle cilde yansıtıyor. Ekstra radyasyon vermeden iğne rehberliği yapabiliyoruz. Ayrıca canlı floroskopi üzerine bindirme özelliği ile iğnenin ilerleyişini anlık takip etme şansımız oluyor. Birden fazla iğne gerektiren işlemlerde de oldukça faydalı.



### Embolizasyon işlemlerinde kullanılan “syngo embolization guidance” hangi yenilikleri getiriyor?

Embolizasyon, girişimsel onkolojide en sık yaptığımız işlemlerden biri. Bu uygulama sayesinde tümörü besleyen damarlar otomatik olarak tespit edilebiliyor. Bir tümörün damar yapısını net bilmek, tam embolizasyon için çok kritik. Ayrıca 3D Roadmap ile kateter ve tel navigasyonu oldukça kolaylaşıyor. Böylece işlemi hem daha güvenli hem de daha kısa sürede tamamlıyoruz.





### Syngo DynaPBV'den de bahseder misiniz?

Syngo DynaPBV, doku perfüzyonunu üç boyutlu ve renk kodlu şekilde görüntülememize imkân veriyor. Böylece kontrast maddenin dokulara nasıl yayıldığını, kan akış hızını ve lezyonların beslenme durumunu net görebiliyoruz. İşlemin başında ve sonunda alınan görüntüleri karşılaştırarak tümörün tedaviye yanıtını da değerlendirebiliyoruz. Eğer işlem sonunda hâlâ perfüze kalan bir segment varsa, bu o bölgenin başka bir damardan beslendiğini gösterir ve müdahaleyi tamamlamamızı sağlar. Bu da yetersiz embolizasyonu ve erken nüksü azaltıyor.

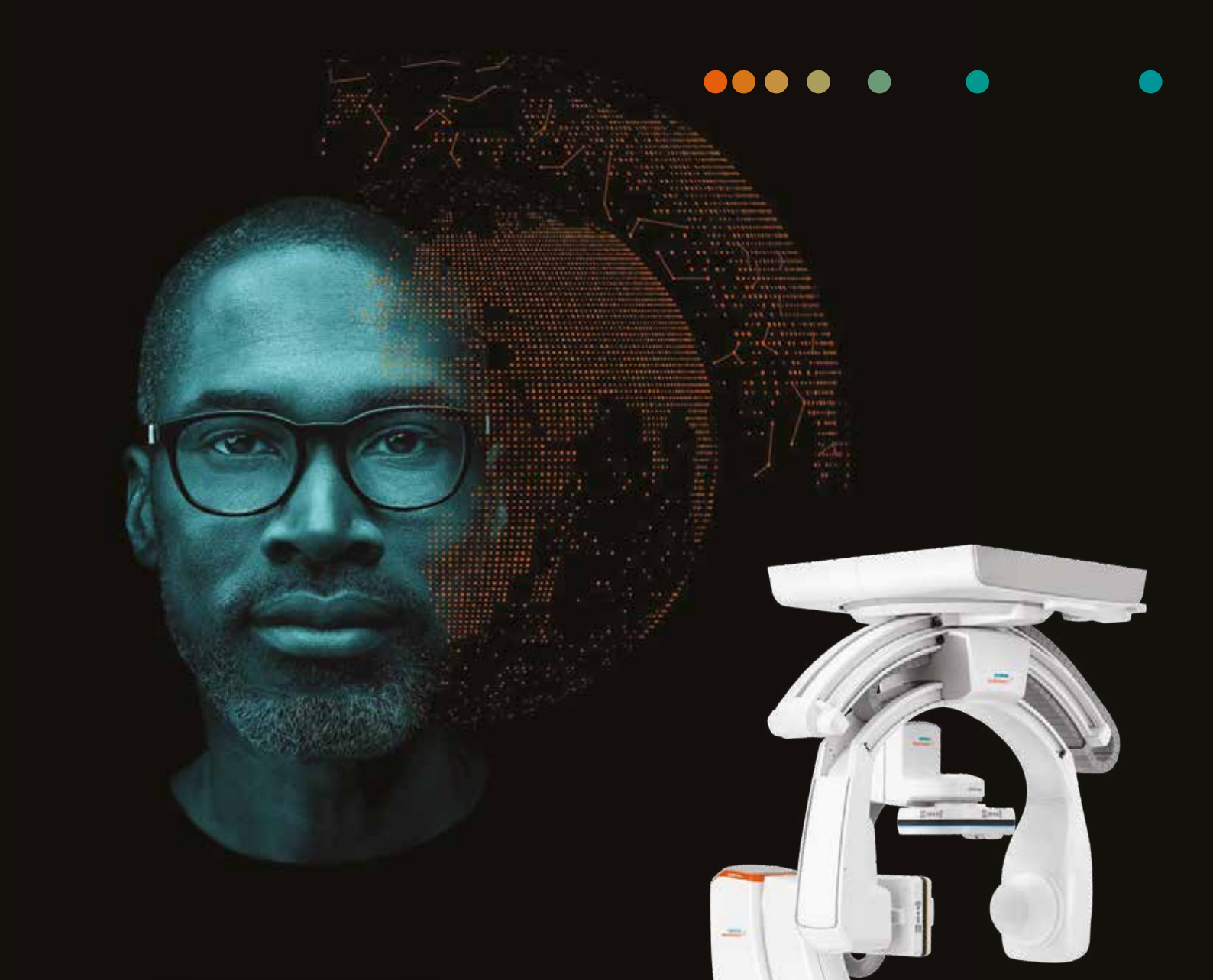
### Son olarak, bu teknolojilerin hasta sonuçlarına etkisini nasıl değerlendiriyorsunuz?

Artis Icono Biplane ile birlikte gelen bu yeni uygulamalar sadece işlem güvenliğini değil, hasta sonuçlarını da olumlu etkiliyor. Daha düşük radyasyon, daha kısa işlem süresi ve daha hassas tedavi imkânı sağlıyor. Literatür verileri de bu teknolojilerin sağkalımı artırdığını, erken nüks ve yetersiz tedavi oranlarını düşürdüğünü gösteriyor. Bizim deneyimlerimiz de bunu doğruluyor. ●

### Nurullah Doğan kimdir?

1992-1998 yılları arasında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinden mezun olan Nurullah Doğan 1998-1999 ve 2001-2002 yılları arasında Balıkesir-Bigadiç Eti-Bor İşletmesinde İşletme Hekimi olarak çalışmıştır. 2003 yılında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Bölümünde başladığı asistanlık eğitimini 2008 yılında tamamlayarak Radyoloji Uzmanı olan Nurullah Doğan 2008-2010 yılları arasında Kütahya Evliya Çelebi Devlet Hastanesinde Radyoloji Uzmanı olarak görev yapmıştır. 2010 yılından beri Bursa'da özel hastanelerde çalışmakta olan Nurullah Doğan 2019'da Doçent unvanı almıştır.

Radyoloji asistanlığından bu yana girişimsel radyoloji ve kalp damar sistemi görüntülemesi üzerinde çalışmakta, The European Research Journal dergisinin radyoloji editörlüğünü yapmakta, Birçok bilimsel dergiye hakem olarak destek vermektedir. Türkiye'deki ilk girişimsel radyoloji kitabının (Görüntüleme yöntemleri kılavuzluğunda santral venöz kateterizasyon) yazarı olan Nurullah Doğan Türk Radyoloji Derneği (TRD), Türk Girişimsel Radyoloji Derneği (TGRD), Türk Tabip Odası (TTB), Avrupa Radyoloji Derneği (ESR), Avrupa Kardiyovasküler ve Girişimsel Radyoloji Derneği (CIRSE), Avrupa Kardiyak Radyoloji Derneği (ESCR) üyesidir.



An icon of innovation

# ARTIS icono

Transforming care delivery  
in image-guided therapy

[siemens-healthineers.com/artis-icono](https://siemens-healthineers.com/artis-icono)

**SIEMENS**  
Healthineers 



## Acıbadem Maslak Hastanesi'nde NAEOTOM Alpha ile photon-counting çağı

Acıbadem Sağlık Grubu'ndan Prof. Dr. Ercan Karaarslan, Dr. Müjgan Orman ve Prof. Dr. Düzgün Yıldırım Türkiye'de ilk kez Acıbadem Maslak Hastanesi'nde 2024 yılından itibaren kullanılan NAEOTOM Alpha hakkındaki değerlendirmelerini sunuyor.

## Photon-counting teknolojisi ile BT görüntülemeye yeni dönem

Photon-counting teknolojisi, teşhis doğruluğunu ve görüntü kalitesini konvansiyonel BT sistemlerinin ötesine taşıyor. Konvansiyonel bilgisayarlı tomografi sistemlerinde X-ışınları önce ışığa, ardından elektrik sinyaline dönüştürülürken, NAEOTOM Alpha serisinin sahip olduğu Quanta-Max dedektörleri bu ara aşamayı ortadan kaldırıyor, CdTe (Kadmiyum Tellür) kristali sayesinde X-ışınlarını doğrudan elektrik sinyaline çeviriyor ve her bir fotonun enerjisini tek tek ölçüyor. Elektronik gürültünün ortadan kaldırılmasıyla çok daha düşük radyasyon dozlarında yüksek kontrast, ultra yüksek çözünürlük ve spektral bilgi elde edilebiliyor. Bu sayede en küçük yapılar ve lezyonlar daha detaylı görüntülenirken, tanı ve tedavi süreçlerinde hasta güvenliği ve klinik başarı önemli ölçüde artıyor.

## NAEOTOM Alpha tanı ve tedavi süreçlerinde fark yaratmaya devam ediyor

Çift tüp ve çift dedektör teknolojisiyle donatılan NAEOTOM Alpha, saniyede 737 mm tarama hızıyla NAEOTOM Alpha serisinin en hızlı sistemi olarak fark yaratmaya devam ediyor. 0.2 mm yüksek çözünürlük ile her taramada alınan spektral bilgi, erken evre tümörler küçük lezyonların daha net tespit edilmesini sağlayarak kardiyovasküler, pulmoner, onkolojik ve nörolojik görüntüleme alanlarında önemli avantajlar sunuyor. Photon-counting dedektör teknolojisinin getirdiği yüksek rezolüsyon sayesinde blooming artefaktları olmadan en küçük damarları, stent içini ve koroner plakları ayrıntılı bir şekilde göstererek kateter anjiyo görüntü kalitesinde taramalar gerçekleştiriyor. Koroner BT anjiyografilerde nefes problemi yaşayan hastalarda hareketten kaynaklı basamak artefaktları ZeeFree teknolojisi sayesinde düzeltiyor ve her kalp atımında yüksek kaliteli görüntüler elde edilebiliyor. Özellikle yaşlı, pediatrik veya nefes kontrolünde güçlük yaşayan hasta

gruplarında klinik iş akışı kolaylaşıyor, tanılarda güven artıyor. Düzensiz kalp atımına sahip hastalarda dahi beta-bloker kullanımına ihtiyaç duyulmadan güvenilir sonuçlar alınabiliyor. Bu sayede, invazif olmayan kardiyak BT incelemelerini çok daha geniş hasta grubunda erişilebilir hale getirerek, hasta konforunu önemli ölçüde artırıyor.

Pulmonoloji ve onkoloji alanında akciğer nodülleri ve interstisyel hastalıklar spektral olarak değerlendirilebilirken, parankimal organların derinlemesine incelenmesi ve tümör teşhisinin daha hassas yapılması sağlanıyor. Nörolojik görüntülemelerde 0.2 mm ve 0.4 mm kesit kalınlığıyla anevrizmalar ve damar darlıkları daha detaylı incelenirken, karotis BT anjiyo taramalarında ağır kalsifik plakları olan hastalarda damar tıkanıklıklarını yüksek hassasiyetle tespit edilebiliyor. Her taramada elde edilen spektral bilgi ile tanı ve teşhis süreçlerinde çığır açan NAEOTOM Alpha, sağlık alanında hastalar ve sağlık profesyonelleri için bugüne kadar ulaşılamamış bir görüntü kalitesi, teşhis doğruluğu ve klinik güvenilirliği en üst düzeyde sağlıyor.

## Acıbadem Maslak Hastanesi'nde NAEOTOM Alpha Klinik Uygulamaları

Türkiye'de ilk kez Acıbadem Maslak Hastanesi'nde 2024 yılından itibaren kullanılan NAEOTOM Alpha, kardiyovaskülerden periferik damarlara, karotis değerlendirmelerinden, nörolojik uygulamalara kadar birçok klinik alanda kullanıcılarına çözümler sunuyor.

Acıbadem Maslak Hastanesi'nden değerli hocalarımız; Radyoloji Bölüm Sorumlusu Prof. Dr. Ercan Karaarslan ile geçen bir buçuk yıllık süredeki deneyimleri, Prof. Dr. Düzgün Yıldırım ile temporal kemik BT'de ortaya koyduğu yeni mikroanatomi ve Dr. Müjgan Orman ile vasküler, kardiyovasküler, steno ve stent çalışmalarında sistemin üstün performansını değerlendirme fırsatı bulduk.



### NAEOTOM Alpha ile deneyimler

**Prof. Dr. Ercan Karaarslan**  
**Acıbadem Sağlık Grubu:**

Bilgisayarlı tomografi teknolojisi, ilk kullanıma girdiği 1970'lerden bu yana sürekli gelişim gösteriyor. Dünyada 2021 yılında klinik pratiğe giren ve Türkiye'de ilk kez Mart 2024'te, Acıbadem Maslak Hastanesi Radyoloji Bölümünde kullanmaya başladığımız Siemens Healthineers NAEOTOM Alpha photon-counting teknolojisine sahip BT sistemi ile geçen 18 aylık sürede 15.000'i aşan hastada incelemeler başarı ile tamamlandı. Photon-counting dedektör teknolojisine sahip BT sistemleri, konvansiyonel (enerji entegre) dedektör teknolojilerinin ötesinde görüntü kalitesini artıran, radyasyon dozunu azaltan ve spektral bilgiyi her taramada sağlayan devrimsel bir yöntem olarak öne çıkıyor.

### Nöroradyolojide photon-counting BT

Siemens Healthineers NAEOTOM Alpha sistemi photon-counting teknolojisine sahip dedektörü ile fotonları tek tek sayarak görüntü oluşturuyor ve bu sayede taramalarda çok daha yüksek uzaysal çözünürlük elde ediliyor. Özellikle küçük vasküler yapıların değerlendirilmesinde, 1024

x1024 matrisli ve 0.2 mm en ince kesit kalınlığı ile ultra yüksek çözünürlüklü incelemelerle, alışılmışın ötesinde detaylar görünür hale gelirken, distal damar yapıları ile küçük anevrizmalar daha net seçilebiliyor. Ayrıca yoğun kalsifikasyon içeren zor vakalarda kalsifikasyon ayrıştırma, pür lümen görüntüleme ve stent analizi güvenli bir şekilde gerçekleştirilebiliyor. Aynı zamanda stent için görüntülenmesi ve plak kompozisyonunun analizi de belirgin ölçüde kolaylaşıyor.

Pediyatrik vakalarda ise radyasyon dozunun minimal düzeyde tutulması, hasta güvenliği açısından kritik öneme sahip. Photon-counting BT sistemi ile geleneksel enerji entegre BT sistemlerine kıyasla çok daha düşük dozda, daha yüksek sinyal-gürültü oranı ve keskin kontrast duyarlılığı sunuyor. Böylece hem radyasyon dozu optimizasyonu sağlanırken tanısal kalite korunuyor. Her taramada elde edilen spektral bilgi ile daha yüksek kontrast duyarlılığı, plak kompozisyonu analizi, kanama ve kontrast ayrımı, kalsifikasyon karakterizasyonu gibi ileri incelemelerin yüksek çözünürlük ile görüntülenmesi sağlanıyor. Yüksek enerji ayrımı ve gelişmiş rekonstrüksiyon algoritmaları ile de metal artefaktlar belirgin şekilde azaltılıyor.

Kliniğimizde Siemens Healthineers NAEOTOM Alpha sistemi ile nöroradyoloji alanında yapılan ileri uygulamalar arasında koroner ve boyun damarlarının eş zamanlı değerlendirilmesi (nörokardiyak yaklaşım), intrakraniyal anevrizma ve vasküler malformasyonların yüksek çözünürlükte görüntülenmesi, boyun ve beyin damarlarının endovasküler tedavi öncesi ve sonrası görüntülenmesi ile stent içi inceleme, akut inme hastalarında eş zamanlı parankim perfüzyonunun ve vasküler yapıların multifazik BT anjiyografi ile kapsamlı ve çok hızlı değerlendirilmesi ve beyin tümörlerinde perfüzyon incelemeleri gibi uygulamalar yer alıyor. Bugüne kadar elde ettiğimiz klinik deneyimler, photon-counting bilgisayarlı tomografi sisteminin yalnızca mevcut görüntüleme standartlarını yükseltmekle kalmadığını, aynı zamanda nöroradyolojide tanısal doğruluğu artıran ve hasta güvenliğini iyileştiren bir teknoloji olduğunu gösteriyor.

Acıbadem Maslak Hastanesi olarak Türkiye'de bu teknolojiyi klinik pratiğe ilk kazandıran merkez olmanın gururunu yaşıyoruz. Önümüzdeki dönemde daha geniş hasta gruplarında elde edeceğimiz verilerle bu inovatif teknolojinin tanı ve tedavi süreçlerine katkısını bilimsel çalışmalarımızla da destekleyerek ortaya koymayı hedefliyoruz.



Acıbadem Sağlık Grubu Maslak Hastanesi Radyoloji Bölümü



### Kardiyolojide photon-counting BT

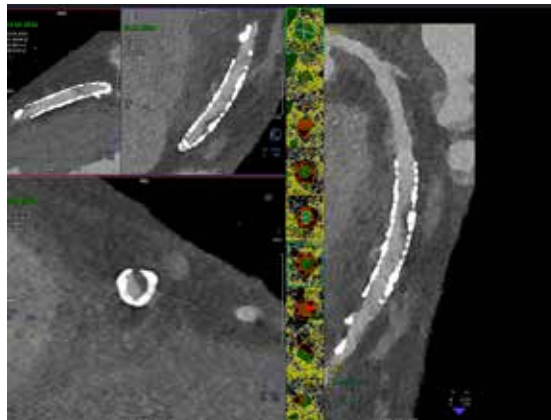
**Dr. Müjgan Orman**  
Acıbadem Sağlık Grubu

Photon-counting BT (PCCT), yüksek uzaysal çözünürlük, daha iyi kontrast-gürültü oranı ve düşük dozda rutin spektral bilgi sunar. Bu teknik, kardiyovasküler görüntülemelerde hem tanısal doğruluğu hem de hasta güvenliğini artırma potansiyeline sahiptir.

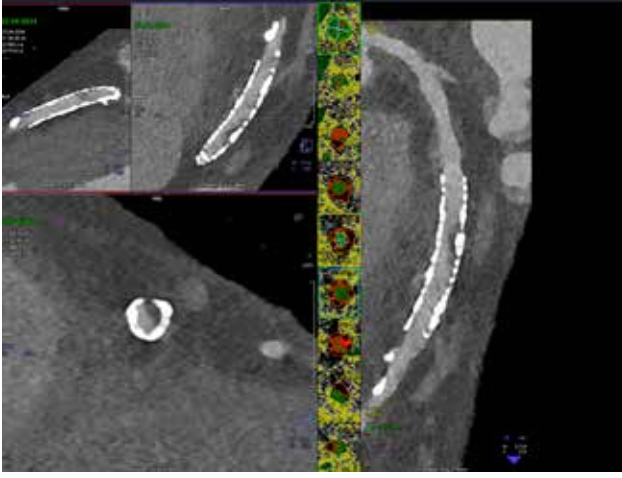
PCCT'nin en dikkat çekici avantajlarından biri, artırılmış uzaysal çözünürlüğü (tipik olarak 0.2–0.25 mm- izotropik voxel boyutu) ve düşük gürültüsü sayesinde stent içi lümenin değerlendirilmesindeki performansdır. Yüksek çözünürlük, blooming artefaktlarını azaltarak lümen açıklığının daha doğru ölçülmesini sağlar. PCCT'nin özellikle küçük çaplı ve yoğun metalik

stentlerde rezidüel stenozun değerlendirilmesinde yüksek doğruluk sunmaktadır. Bu gelişmeler, özellikle çoklu damar hastalığı veya stent öyküsü olan hastalarda CCTA'nın tanısal değerini artırarak invaziv anjiyografiye duyulan ihtiyacı azaltabilir.

### Kardiyak Re-stenoz stent değerlendirme

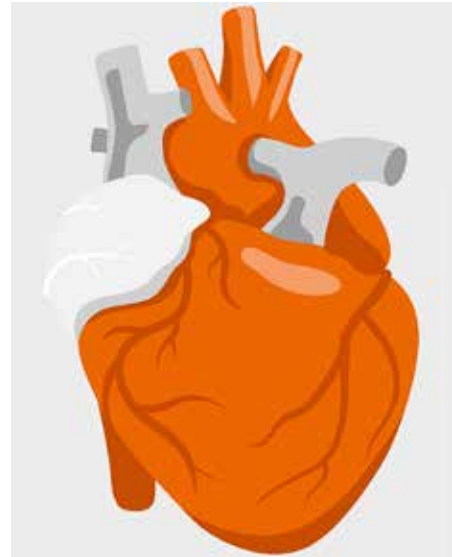
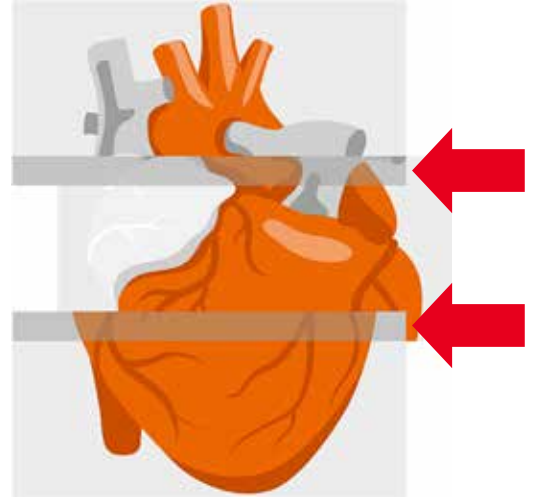
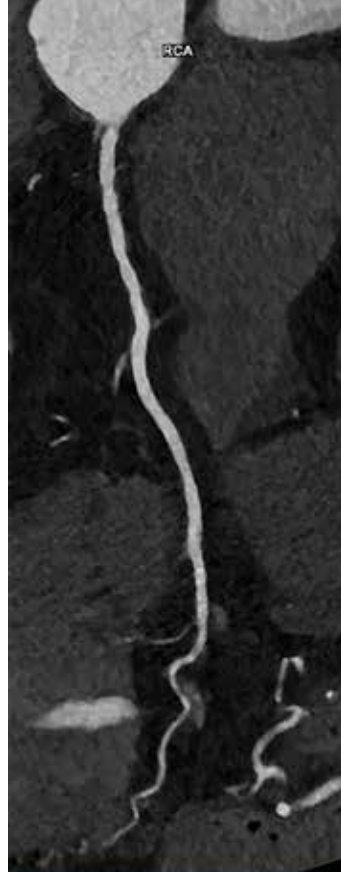
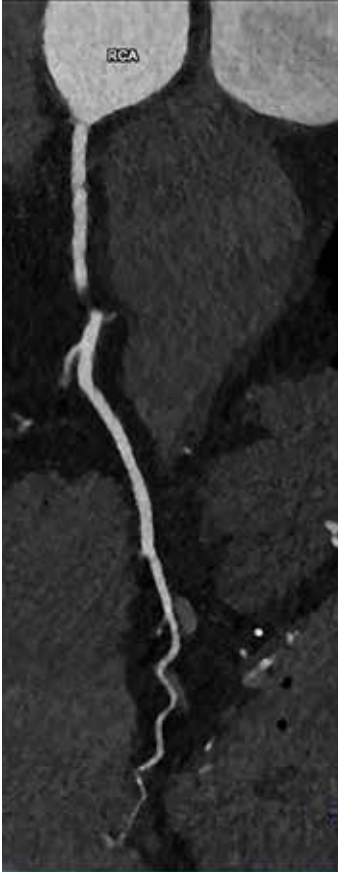


## Photon-counting kardiyak BTA ile karoter anjiyo kıyaslama



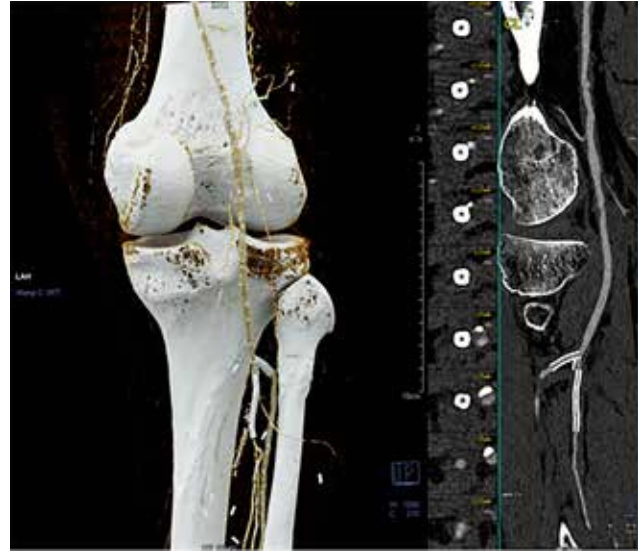
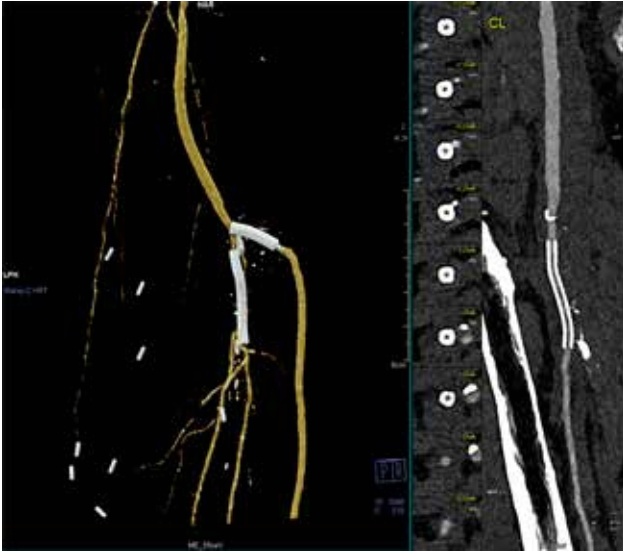
### Kardiyak ZeeFree algoritması

ZeeFree, kalp atımına bağlı olarak oluşan hareketi prospektif gating olmaksızın (yani EKG senkronizasyonuna gerek kalmadan) düzeltiyor. Böylece koroner arterlerin daha net ve sürekliliği korunmuş şekilde görüntülenmesini sağlıyor. ZeeFree, foton sayımlı BT teknolojisine sunduğu yüksek çözünürlüklü ve düşük gürültülü görüntüleme avantajlarını, yapay zekâ destekli hareket düzeltme ile birleştiren önemli bir yeniliktir.



## Periferik anjiyo alt bacak stent değerlendirme

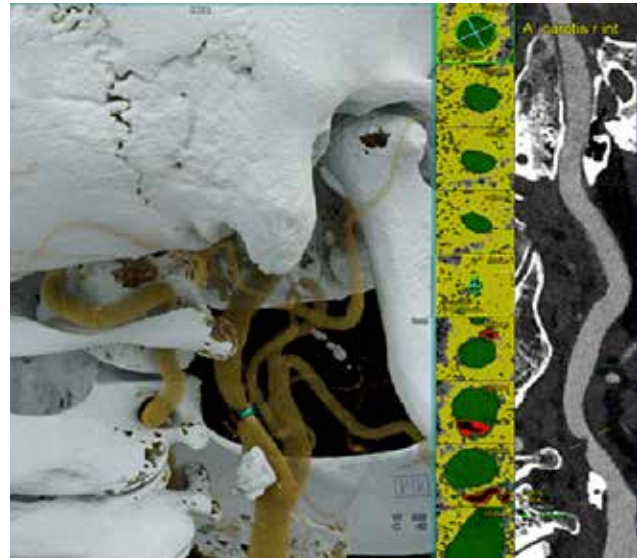
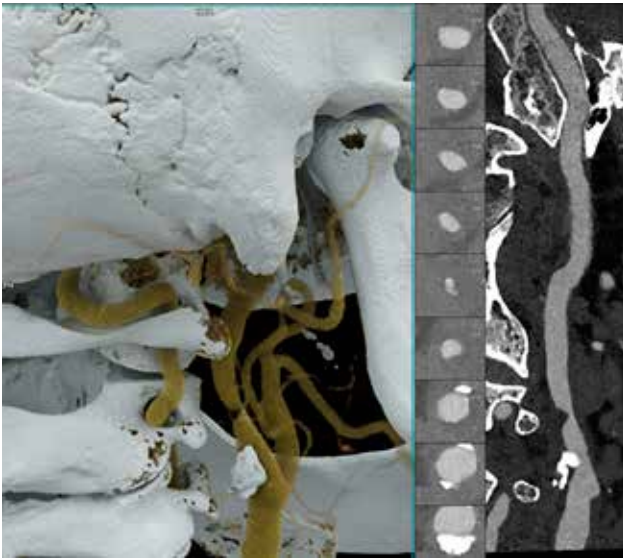
PCCT, periferik arter hastalığında segment düzeyinde stenoz saptamada yüksek duyarlılık, özgüllük ve genel doğruluk oranları sunuyor. Alt ekstremité değerlendirmelerinde yaklaşık 0,4 mm kesit kalınlığı kullanılması, küçük damar segmentlerinin daha net ve güvenilir biçimde görüntülenmesini sağlıyor.

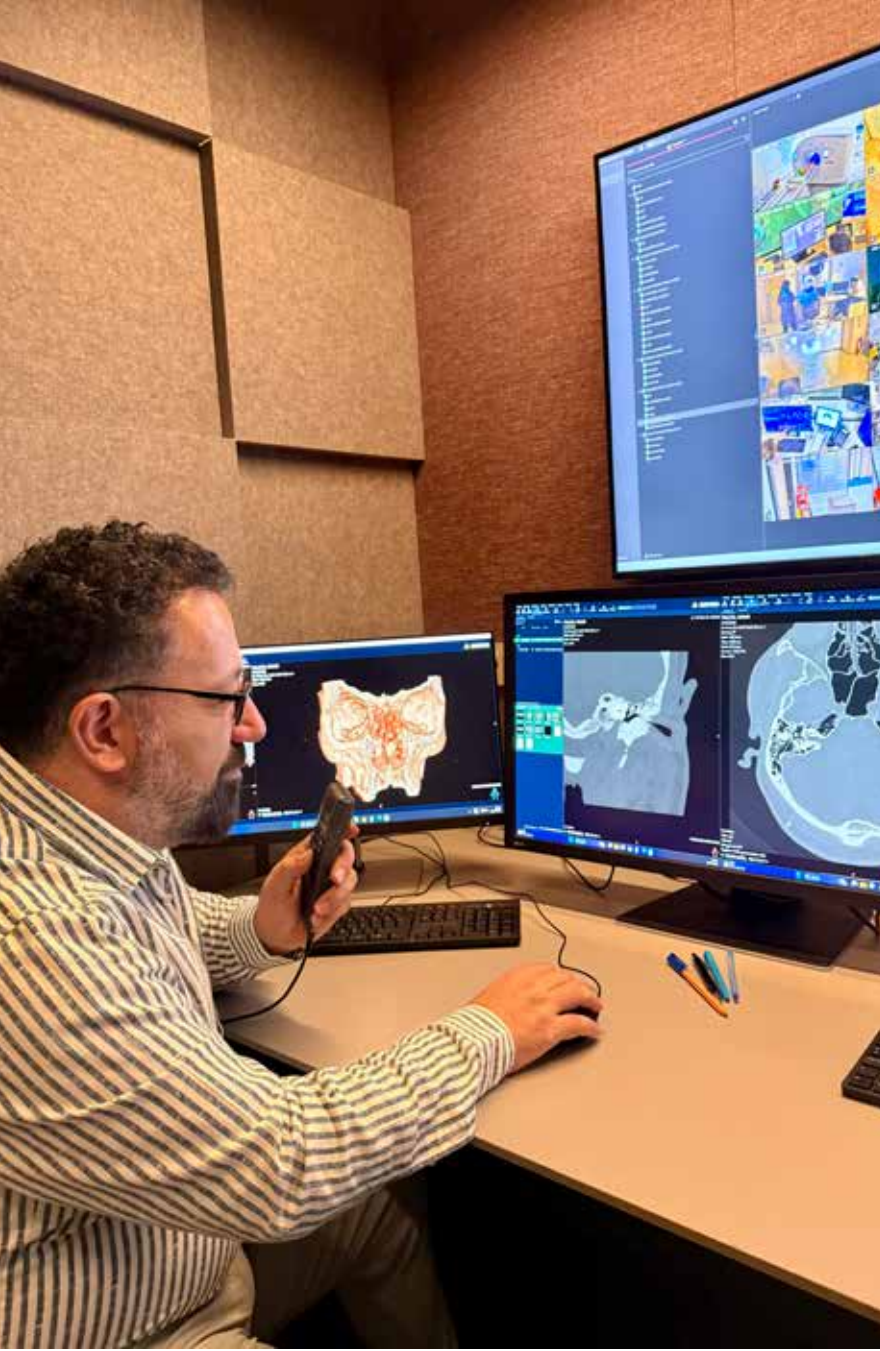


## Karotiste darlık değerlendirme

PCCT'nin karotis arter plaklarının karakterizasyonunda yüksek uzaysal çözünürlük ve spektral ayrıştırma kapasitesiyle, kalsifiye ve non-kalsifiye bileşenleri ayırt ederek plak kompozisyonunu daha doğru analiz etmeye ve yüksek riskli (lipid zengin ya da ülserasyonlu) plakları tanımlamaya olanak sağlıyor. Damar duvarının ince detaylarını görünür kılıyor.

Sonuç olarak PCCT, yüksek uzaysal ve spektral çözünürlüğüyle vasküler görüntülemeye yeni bir kalite basamağı sunuyor.





## Temporal kemik değerlendirilmede photon-counting BT

Prof. Dr. Düzgün Yıldırım

Acıbadem Sağlık Grubu

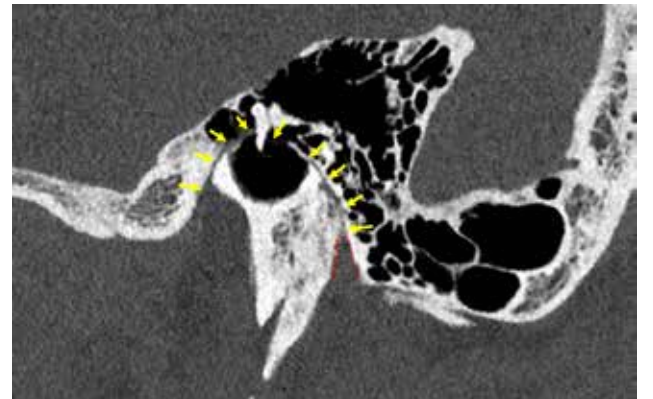
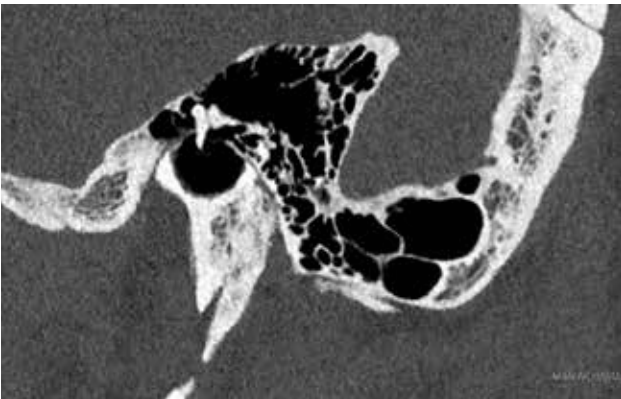
Rutin bir temporal kemik PCD-CT (photon-counting dedektörlü BT) incelemesi, 0,2 mm ile rekonstrükte edildiğinde, kesitler arasında dolaşmak: galakside yıldızları seyretmek gibi...

Standart PACS programının MPR penceresinde, EID-CT (günümüzde kullanılan konvansiyonel BT) ile imkansız gibi görünen chorda tympani trasesi, stilomastoid forameninden başlayarak; orta kulak boşluğunda seyri sonrası petrotimpanik fissürden infratemporal fossaya kadar net olarak takip edilebilir. Güncel teknolojiye, temporal kemik ve mikrokompartmentmanlarını bu rezolüsyonda tespit edebilecek tek modalite photon-counting BT sistemidir.

Ayrıca, stentlerin mikroanatomik yapısını, tedavili segmentlerdeki kalsifik plakların oryantasyonunu artefaksız göstermesinin yanında, stent içi neointimal kalınlaşmalar ve soft plak gelişimlerine bağlı daralmaları da non-invaziv göstermesi BT anjiyografide yeni bir devrin başlangıcını işaret ediyor.

Photon-counting BT ile çaptan bağımsız kontrastlanan kontrastlanan çok küçük damarlar optimal değerlendirilebilir. Bu şekilde kritik segmentler daha objektif belirtilir, haritalanır ve de endovasküler ya da cerrahi tedavilere çok daha hızlı yönlendirilir.

Photon-counting BT, bakış açımızı değiştiren yeni bir teknoloji. Bu bakış açısı ile yakın gelecekte radyolojide yaşama bakışımız da olumlu yönde çok değişecek gibi görünüyor. ●



# Gazi Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Ana Bilim Dalı'nda Siemens Healthineers MAGNETOM Lumina kullanımı

3 Tesla MR gücüyle Siemens Healthineers MAGNETOM Lumina Gazi Üniversitesi Hastanesi'nde klinik ve akademik süreçlere katkıda bulunuyor.



**Prof. Dr. Nil Tokgöz**  
Gazi Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı

**T**ıbbi teknoloji alanında çığır açan yeniliklere öncülük eden Siemens Healthineers, görüntüleme teknolojileri ve sistemleriyle, Türkiye'nin hemen her şehrindeki hastanelerde ve sağlık merkezlerinde, teşhis ve tedavi süreçlerini hızlandırarak, hastalara ve sağlık profesyonellerine destek oluyor. Bu hastanelerden birisi de ülkemizin radyoloji alanında, uluslararası ölçekte tanınan referans merkezlerinden biri olan Gazi Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Ana Bilim Dalı. Yapay zekâ özellikleriyle ve 3 Tesla MR gücüyle öne çıkan Siemens Healthineers MAGNETOM Lumina'yı bölümlerinin klinik ve akademik süreçlerinde deneyimleyen Prof. Dr. Nil TOKGÖZ ile bir röportaj gerçekleştirdik.

## Gazi Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'nın misyonu, akademik vizyonu ve kliniğinizin öne çıkan özellikleri nelerdir?

Gazi Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı, ulusal ve uluslararası ölçekte tanınan bir referans merkezidir. Temel misyonumuz, ileri teknoloji görüntüleme yöntemlerini hasta odaklı tanı ve tedavi süreçlerine entegre ederken, aynı zamanda akademik niteliğimizi bilimsel araştırmalarla güçlendirmektir. Multidisipliner çalışma kültürüyle beyin ve sinir cerrahisi, nöroloji, onkoloji, kardiyo-loji, ortopedi gibi birçok branşla yakın iş birliğiyle tanınan ve girişimsel radyoloji hizmetleri sunuyor; lisans, yüksek lisans ve tıpta uzmanlık öğrencilerine ileri düzey eğitim veriyoruz. Ayrıca, yenilikçi cihazlar, yazılımlar ve yapay zekâ destekli çözümleri hızla pratiğimize adapte ederek, bilim dünyasına rehberlik edecek nitelikte araştırma projeleri yürütmekteyiz.



**Siemens Healthineers MAGNETOM Lumina 3 Tesla MR cihazının klinik rutin ve araştırma perspektifinden hastanenize sunduğu avantajlar neler?**

Siemens Healthineers MAGNETOM Lumina 3T MR sistemi, yüksek manyetik alan gücüyle anatomik yapıları daha yüksek çözünürlükte ve sinyal/gürültü oranı (SNR) avantajıyla görüntüleme imkânı sunuyor. Bu sayede daha kısa sürede daha detaylı anatomik bilgi elde edebiliyoruz. İleri nörolojik, onkolojik, kardiyak ve kas-iskelet protokollerinin yanı sıra, perfüzyon, difüzyon, fMRI, traktografi ve MR spektroskopisi gibi fonksiyonel ve fizyolojik parametreleri de kliniğe entegre etmemizi sağlayacak. Klinik rutinde bu performans erken tanı, doğru evreleme, hedefe yönelik tedavi planlama ve cerrahi öncesi daha detaylı rehberlik anlamına geliyor. Araştırma boyutunda ise 3T gücünün sağladığı yüksek SNR sayesinde daha hassas veri toplayarak, ileri düzey klinik araştırmalar, yapay zekâ destekli görüntü analizi ve kuantitatif parametre ölçümleriyle uluslararası düzeyde bilimsel çalışmalar yapabilmek mümkün hale gelebilecek.

**MAGNETOM Lumina’da bulunan yapay zekâ tabanlı Deep Resolve teknolojisinin klinik uygulamalara sağladığı faydalar nelerdir?**

Deep Resolve Boost teknolojisi düşük gürültüyle yüksek çözünürlüklü görüntülerin elde edilmesini

sağlayarak çekim sürelerini kısaltırken hasta konforunu artırır. Daha hızlı protokollerle hasta hareketinden kaynaklı artefaktları azaltır, tanıya giden süreci kısaltır ve özellikle acil vakalarda kritik öneme sahip olan hızlı aksiyon alma imkânı sunar. Örneğin, onkolojik vakalarda daha kısa sürede elde edilen yüksek kalitedeki görüntüler, tümör yapısının, vaskülaritesinin ve yayılımının daha doğru analizine olanak tanır. Nörolojik olgularda ise yapısal ve fonksiyonel verilerin daha kaliteli bir şekilde sunulması, cerrahi planlama, radyocerrahi uygulamaları veya nörodejeneratif hastalıkların erken evrede saptanması gibi süreçleri olumlu etkiler.

**3T MR sistemlerinin getirdiği imkanlarla, departmanınızda hangi yeni araştırma ve uygulama alanlarına odaklanıyorsunuz?**

3T MR kapasitemiz, beyin tümörleri, epilepsi, demans ve diğer nörolojik hastalıklar alanında gelişmiş fonksiyonel görüntüleme (fMRI), doku karakterizasyonunda spektroskopik analizler ve traktografi ile beyin bağlantısalılığını inceleyen projeler yürütmemize imkân veriyor. Onkoloji alanında tümörlerin mikroçevresini, difüzyon ve perfüzyon temelli parametrelerle derinlemesine analiz ederken; tedaviye yanıtın erken dönemde değerlendirilmesi, akıllı tedavi ajanlarının etkinliğinin görüntüleme ile ölçülmesi gibi çalışmalara da zemin hazırlıyoruz. Kardiyak görüntülemelerde 3T’nin sağladığı üstün sinyal avantajı ile miyokard dokusunun doku karakterizasyonu, fibrozis değerlendirmesi ve ritim bozukluklarına yönelik risk analizleri geliştirmekteyiz. Böylece kliniğimiz, tanısal doğruluk ve tedavi planlama süreçlerinde uluslararası literatüre katkı sağlayacak özgün verilere ulaşmayı hedeflemektedir.

### 3 Tesla gücündeki bir MR sistemi hasta deneyimini ve tanısal doğruluğu nasıl etkiliyor?

Hastalar açısından bakıldığında en önemli avantaj, daha kısa çekim süreleri ve daha yüksek tanısal kesinliktir. Bu durum, özellikle çocuklar, yaşlılar ve klostrofobi gibi nedenlerle çekim sürecinde zorluk yaşayan hasta grupları için konforlu bir deneyim anlamına gelir. Yüksek manyetik alan ve gelişmiş rekonstrüksiyon algoritmaları sayesinde doku kontrastı ve anatomik detaylar daha net şekilde ortaya çıkar; bu da doğru tanı şansını artırarak gereksiz tekrar tetkiklerin önüne geçer. Ayrıca tedaviye yanıtın daha hızlı ve hassas şekilde ölçülebilmesi, hastaların takip protokollerinin kişiselleştirilmesini kolaylaştırır.

### Gazi Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı, Siemens Healthineers ile sürdürülen iş birliğinden nasıl faydalaniyor?

Siemens Healthineers ile uzun süreli iş birliğimiz, satış sonrası teknik destek, yazılım güncellemeleri, eğitim programları ve araştırma projelerinde danışmanlık dahil olmak üzere çok boyutlu bir etkileşim içeriyor. Bu sayede son teknolojilerin kliniğimize entegre edilmesi, çekim protokollerinin optimizasyonu, veri analizi yazılımlarının adaptasyonu

ve personelimizin sürekli eğitimi sağlanmaktadır. Ayrıca ortak yürütülen proje ve çalıştaylar, yeni fikirlerin geliştirilmesi ve uluslararası arenada görünürlüğün artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu stratejik iş birliği, hem klinik hem de akademik standartlarımızı üst seviyeye taşımamıza katkıda bulunuyor.

### 3T MR teknolojisini kullanarak hangi yeni alanlarda fark yaratmayı hedefliyorsunuz?

Önümüzdeki dönemde yapay zekâ tabanlı otomatik post-processing araçlarını, kuantitatif görüntüleme parametrelerini ve kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarını kliniğimize daha güçlü biçimde entegre etmeyi planlıyoruz. Bu sayede hastalıkların tanı ve takip süreçlerinde öngörülme, risk analizi yapabilen, tedaviyi yönlendirici veriler elde etmek mümkün hale gelecek. MR teknolojisiyle birlikte 3T MR'ın avantajlarından da yararlanarak tümör karakterizasyonu, inflamatuvar süreçlerin detaylı analizi ve nörodejeneratif hastalıkların daha iyi anlaşılması gibi konularda uluslararası literatüre katkı sağlamayı amaçlıyoruz. Amacımız, hem ülkemize hem de dünya tıbbına yenilikçi, değer katan bilimsel çıktılar sunarken, hastalarımıza da en ileri düzeyde sağlık hizmeti verebilmektir. ●



# Yapay zekâ destekli MR ile İnönü Üniversitesi'nde yeni bir dönem

İnönü Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda Aralık 2024'te hizmete sunulan Siemens Healthineers MAGNETOM Altea MR görüntüleme kapasitesini ve kalitesini önemli ölçüde artırıyor.

**M**alatya İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi, özellikle Karaciğer Nakli Enstitüsü ile dünya çapında tanınan bir sağlık merkezidir. Dünyada karaciğer nakli alanında lider konumda bulunan enstitü, bugüne kadar yaklaşık 4200 karaciğer nakli gerçekleştirdi. Yüksek hasta potansiyeline hizmet etmek için teşhis/tedavi süreçlerini iyileştirmek amacıyla, Aralık 2024'te yapay zekâ destekli yeni bir Manyetik Rezonans (MR) görüntüleme cihazı üniversiteye kazandırıldı. Siemens Healthineers'ın 1.5 Tesla gücündeki MAGNETOM Altea modeli olan bu MR cihazı, geniş 70 cm açıklığa sahip açık tünel tasarımı, MR elastografi özelliği ve entegre yapay zekâ des-

teğiyle bölgedeki ilk yapay zekâlı MR olma özelliğini taşıyor. Bu gelişmiş cihazın kurulumu ile İnönü Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı, MR görüntüleme kapasitesini ve kalitesini önemli ölçüde artırarak hasta bakımında yeni bir dönemi başlatmış durumda.

Geniş (70 cm) açıklıklı ve yapay zekâ destekli bu ileri teknoloji MR cihazı, özellikle karaciğer hastalarının konforunu ve tanı kalitesini artırmayı hedefliyor.

Bu yenilikçi MR cihazının hastaneye kazandırılmasının arka planını ve getirdiği avantajları konuşmak



**Prof. Dr. Veysel Burulday**

İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı

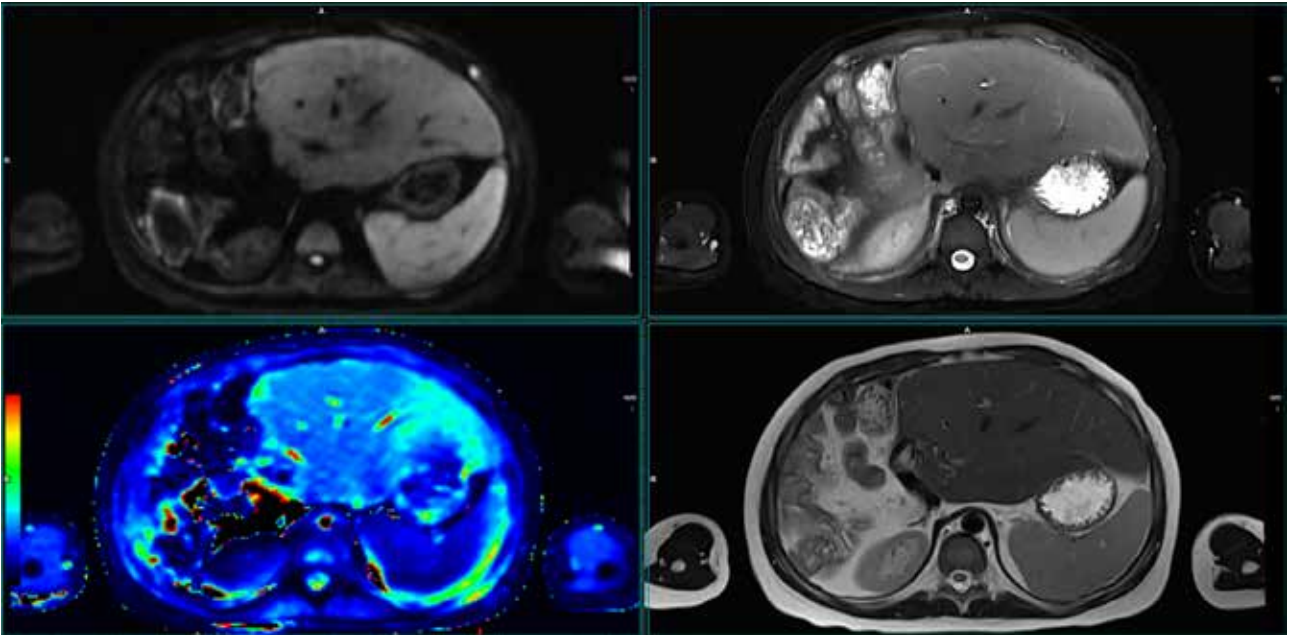
üzere, İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Veysel Burulday ile görüştük. Prof. Burulday, akademisyen kimliğiyle cihazın teknik özelliklerini ve klinik yararlarını bizlerle paylaştı.

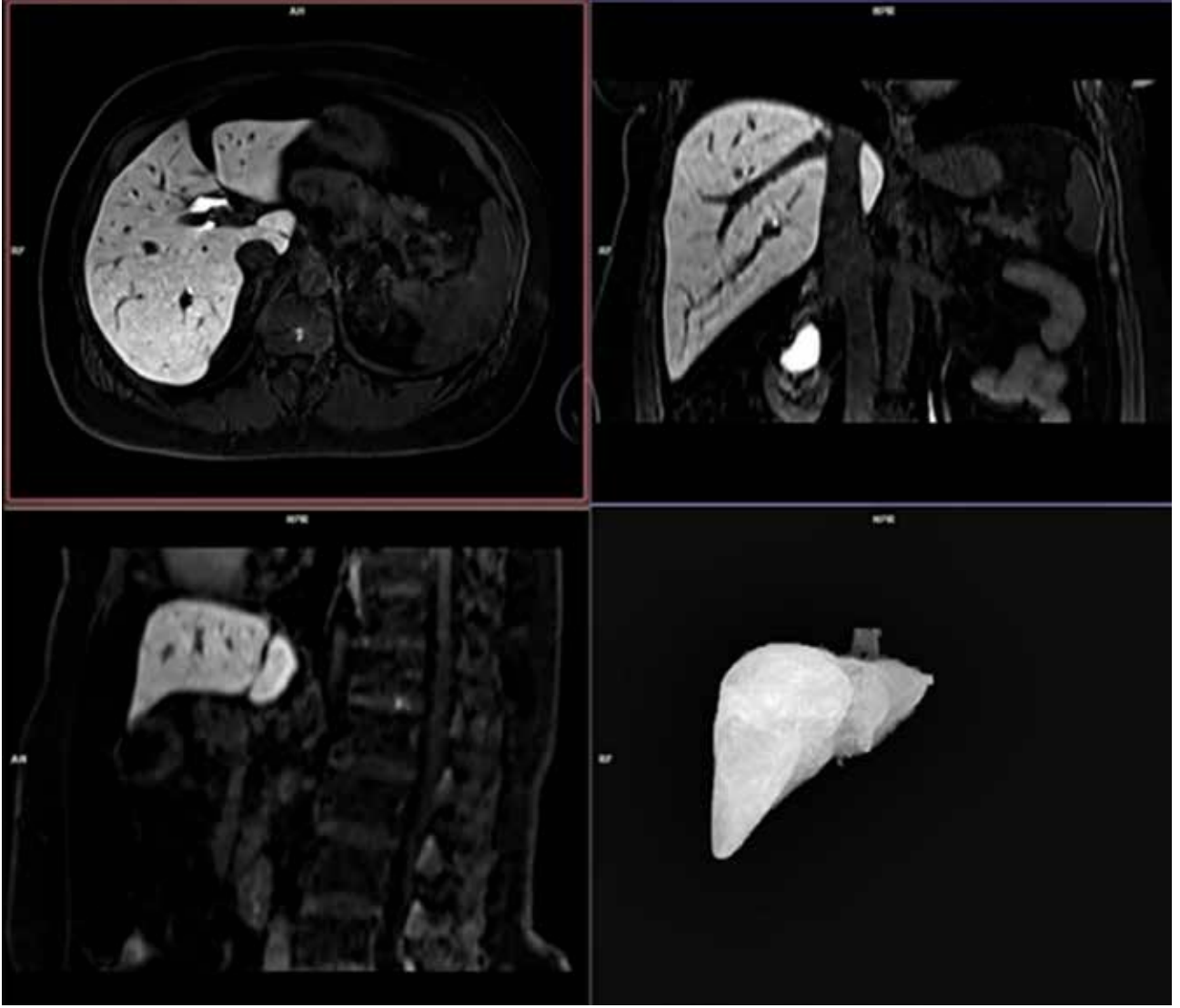
**Öncelikle yeni alınan MR cihazının öne çıkan özelliklerini ve bu yatırımın hastaneniz için neden önemli olduğunu anlatabilir misiniz?**

Elbette. MAGNETOM Altea son teknoloji bir 1.5 Tesla MR cihazı ve her türlü donanıma sahip diyebilirim. En önemli özelliklerinden biri, günümüz teknolojisine ayak uydurarak yapay zekâ entegrasyonuna sahip olmasıdır. Yapay zekâ desteği sayesinde MR çekimlerimizi hızlandırarak önemli ölçüde zaman tasarrufu sağlıyoruz. Hastalarımızın MR cihazı içinde daha kısa süre kalarak; hasta konforu belirgin şekilde arttı. MR cihazının yapay zekâ destekli olması, görüntü kalitesini arttırmaktadır ayrıca çekim sırasında teknisyen arkadaşlarımıza görüntü optimizasyonunda rehberlik ediyor. Cihazımızın bir diğer önemli özelliği MR elastografi yazılım ve donanımının bulunmasıdır. Bu sayede karaciğer başta olmak üzere çeşitli organların elastikiyetini, yani sertlik derecesini ölçebiliyoruz. Özellikle karaciğer hastalıklarında doku sertliğini ölçmek, fibrozis gibi durumların değerlendirilmesinde çok değerli bilgiler sunmaktadır. Cihazın fiziksel tasarım avantajları: 70 cm'lik geniş tünel açıklığı sayesinde kapalı alan korkusu (klostrofobi) yaşayan hastalar daha rahat edebilmektedir. MR cihazının tünel kısmının kısıllığı da bu konforu pekiştirmektedir. Tüm bu özellikler bir araya geldiğinde, yeni MR cihazımızın üniversitemizin ve hastanemizin hizmet kalitesine çok önemli bir katkı sağladığını rahatlıkla söyleyebilirim.



Prof. Dr. Veysel Burulday ve İnönü Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi Radyoloji Anabilim Dalı Ekibi





**İnönü Üniversitesi Karaciğer Nakli Enstitüsü, dünya çapında saygın ve nakil sayılarıyla öne çıkan bir merkez. Yeni MR cihazınızın özellikle karaciğer nakli alanında ne gibi avantajları olacak?**

Doğru, merkezimiz karaciğer nakli konusunda dünyanın en önde gelen merkezlerinden biridir. Bugüne dek yaklaşık 4200 karaciğer nakli yapmışır. Bu alandaki başarımızda, cerrahi ekibimizin uzmanlığı kadar, tanı ve takip süreçlerindeki kalite de büyük rol oynamaktadır. Yeni MR cihazımızın elastografi özelliği, karaciğer dokusunun sertliğini ölçebilmemizi sağlıyor. Karaciğer nakli hastalarında ve donör değerlendirmelerinde çok büyük öneme sahiptir. Karaciğerin fibrozis derecesini, siroz gelişimini veya nakil sonrası greftin durumunu non-invaziv şekilde takip edebilmekteyiz. Örneğin, karaciğer nakli sonrası hastalarda rejeksiyon veya başka bir problem mi var, elastografi bize erken dönemde ipucu verebilir. Ayrıca yüksek çözünürlüklü MR görüntüleri sayesinde karaciğer tümörleri, damar

yapısı veya safra yolları gibi nakil öncesi değerlendirilmede önemli olan detayları daha net görebiliyoruz. Yani bu cihaz, nakil öncesi ve nakil sonrasına kadar tüm süreçte bize hem tanısal güvenilirlik hem hız kazandırmaktadır. Sonuç olarak, karaciğer nakli hastalarımıza daha iyi hizmet sunmamıza yardımcı olacak ve merkezin uluslararası düzeydeki başarısını destekleyecek bir teknoloji yatırımına sahip olduk.

**Yapay zekâ entegrasyonu dediniz; biraz daha açabilir misiniz? Yapay zekâ teknolojisi MR görüntülemeye nasıl bir rol oynuyor?**

Yapay zekâ, MR cihazımıza entegre edilmiş akıllı algoritmalar bütününe kapsıyor. Bu teknoloji birden fazla açıdan fayda sağlamaktadır. Öncelikle, MR çekimleri sırasında yapay zekâ destekli yazılımlar görüntü oluşturma süreçlerini hızlandırmaktadır. Örneğin, ham verilerin görüntüye çevrilmesi (rekonstrüksiyon) veya görüntülerin gürültü azaltma işlemleri yapay zekâ ile çok daha hızlı ve

optimal yapabilmektedir. Yani aynı kalitede görüntüyü daha kısa sürede elde edebiliyoruz. İkinci olarak, yapay zekâ teknisyenlerimize adeta bir asistan gibi rehberlik etmektedir. Hangi protokolün nasıl uygulayacağı konusunda tavsiyeler verebiliyor veya olası hatalarda uyarılar yapabiliyor. Bu da özellikle deneyimsiz arkadaşlarımız için bile tutarlı ve yüksek kalitede çekimler yapılmasını mümkün kılıyor. Yapay zekâ tabanlı uygulamalar sayesinde elde ettiğimiz görüntülerde çözünürlük artışı veya hareket artefaktlarının azaltılması gibi kazanımlarımız oluyor. Hasta hareket etse bile yapay zekâ bunu telafi etmemize yardımcı olabiliyor. Özetle, yapay zekâ bizim için MR süreçlerinde hızı, verimliliği ve tutarlılığı artıran bir devrim ve bu teknolojiler sayesinde iş yükümüz azalırken, tanınal güvenilirliğimiz de artıyor diyebilirim.

**“Nefessiz batın” protokolünüzün hastaya avantajı nedir? Deep Resolve bu bağlamda nasıl bir fark yaratıyor?**

Free-breathing dinamik abdomen, tekrar çekim oranını ve tetkik süresini düşürürken, Deep Resolve ile gürültü azaltımı ve detaylar belirginleşiyor; böylece nefes tutabilme durumu değişken hastalarda dahi tanınal güven korunuyor. Radyoloji teknikerleri içinse daha az çekim tekrarı ve daha tutarlı görüntü kalitesi anlamına geliyor.

**Yeni MR ünitesinin devreye girmesiyle hizmet kapasitenizde nasıl bir değişim gerçekleşti? Hasta sayıları ve iş akışına etkisi nasıl oldu?**

Yeni cihazımızla birlikte hastalarımıza 7 gün 24 saat kesintisiz hizmet veriyoruz. Merkezimizde 3 MR cihazımız aktif çalışıyordu, şimdi toplam 4 MR cihazına sahibiz. Bu tabii ki bize büyük bir kapasite artışı sağladı. Yeni cihazımız sayesinde MR çekim sayımızı yaklaşık %40 oranında artırmayı hedefliyoruz. Burada önemli bir nokta, bizim merkezimizde yapılan MR incelemelerinin çoğu özellikli çekimler olmasıdır. Örneğin bir karaciğer nakli hastasının MR incelemesi ortalama 45 dakika kadar sürüyor; normal bir devlet hastanesinde belki daha kısa olabilecek bir tetkik, bizde kapsamlı protokoller uygulandığı için uzun sürebiliyor. Yeni cihazımız ile bu sürelerin kayda değer oranda kısaldığını söyleyebilirim. Yapay zekâ destekli hızlandırma sayesinde 45 dakikalık bir inceleme yaklaşık yarım saate inebiliyor. Bu da hem hastamızın konforunu artırıyor hem de aynı zaman diliminde daha fazla hastayı inceleyebilmemize imkân tanıyor. Kısacası, iş akışımız daha verimli hale geldi ve artan talebe yanıt verme kapasitemiz ciddi ölçüde yükselmiş durumda. Görüntü kalitesinden bir kayıp vermeden, daha kısa sürede daha çok detaya sahip olmamız tüm ekibimiz için sevindirici.

**Son olarak, böyle bir ileri teknolojiyi bünyenize katmanın üniversitenizdeki eğitim ve araştırma faaliyetlerine yansımaları nasıl olacağını düşünüyorsunuz?**

İnönü Üniversitesi bir üniversite hastanesi olarak sadece hasta tedavi eden değil, aynı zamanda eğitim ve araştırma misyonu da olan bir kurum. Bu nedenle, böylesine yeni bir teknolojiyi deneyimlemek bizim için çift yönlü bir kazanç. Eğitim tarafında, tıp fakültesi öğrencilerimiz ve radyoloji asistanlarımız en güncel cihazlar üzerinde öğrenim görme şansına sahip oldu. Güncel teknolojileri içeren Yapay zekâlı MR cihazıyla çalışmak, onların ufkunu genişletecek ve mesleki becerilerini çağın gereklerine uygun şekilde geliştirmelerini sağlayacağını düşünüyorum. Araştırma tarafına gelirsek, elimizde artık çok güçlü bir araştırma cihazı da var diyebiliriz. Örneğin, nakil öncesi ve sonrası karaciğer dokusundaki değişimleri uzun vadeli izleyip analiz edebileceğimiz projeler mümkün hale gelecek. Yapay zekânın görüntüleme alanındaki etkileri üzerine, belki farklı hasta gruplarında çalışma yapabiliriz. Ayrıca, elde edeceğimiz yüksek kaliteli görüntü verileri uluslararası yayınlara da temel oluşturabilir. Sonuç itibarıyla, en yeni teknolojiyi kullanmak hem hastalarımıza sunduğumuz bakımın kalitesini artıracak hem de akademik üretkenliğimizi destekleyecek.

**Görüşleriniz için teşekkür ediyoruz. Son olarak eklemek istediğiniz bir şey var mı?**

Ben teşekkür ederim. Şunu eklemek isterim: Bu cihazın hastanemize kazandırılmasında emeği geçen üniversite yönetimimize, radyoloji bölümümüze ve Karaciğer Nakli Enstitüsü'ne teşekkürlerimi sunuyorum. İnönü Üniversitesi olarak hastalarımıza en iyi imkânları sunma ve sağlıkta öncü olma misyonumuz devam edecek. Bu yeni MR ünitesinin hem hastalarımıza şifa getirmesini hem de bilimsel çalışmalara ilham kaynağı olmasını diliyorum. ●

# Gelişmiş görüntüleme ile hedefe odaklı müdahale

Siemens Healthineers Artis Q Ceiling anjiyografi ve Syngo Dyna3D teknolojisiyle iki klinik olgu.

Prof Dr Özgür Kılıçkesmez,

Memorial İstanbul Göztepe Hastanesi - Girişimsel Radyoloji

## Giriş

Girişimsel radyoloji, teknolojik gelişmelerle birlikte son yıllarda önemli bir dönüşüm geçirdi. Özellikle yüksek çözünürlüklü görüntüleme sistemlerinin entegrasyonu sayesinde hem tanısal doğruluk hem de tedavi başarısı belirgin şekilde arttı. Siemens Healthineers'ın geliştirdiği anjiyografi platformları ve entegre Syngo Dyna3D teknolojisi, bu dönüşümün öncülerinden biri olarak öne çıkıyor<sup>1</sup>.

Syngo Dyna3D ve Syngo DynaCT, vasküler yapılarla birlikte yumuşak doku ve kemik yapılarını da detaylı bir şekilde ortaya koyarak işlemlerin her aşamasında hekime üç boyutlu bir perspektif sunar. Planlama, uygulama ve değerlendirme adımlarının tek bir sistem üzerinden gerçekleştirilebilmesi; özellikle komplike vakalarda, zaman kazandırdığı kadar işlem güvenliğini de artırır<sup>1</sup>. Aşağıda yer alan iki klinik olgu, bu teknolojinin farklı endikasyonlardaki etkinliğini açık biçimde ortaya koyuyor.

## Penil Venöz Kaçak: Minimal İnvaziv Bir Çözüm Olarak Embolizasyon

Eretil disfonksiyonun sık rastlanan nedenlerinden biri olan venöz kaçak, özellikle genç erişkin erkeklerde yaşam kalitesini ciddi biçimde etkileyen bir sorundur. Normal fizyolojide penil venöz dönüşüm, ereksiyon sırasında baskılanarak ereksiyonun devamlılığı sağlanır. Ancak bu mekanizmada bozulma olduğunda, kanın erken geri dönüşü nedeniyle yeterli sertlik sağlanamaz veya sürdürülemez hale gelir<sup>2</sup>.

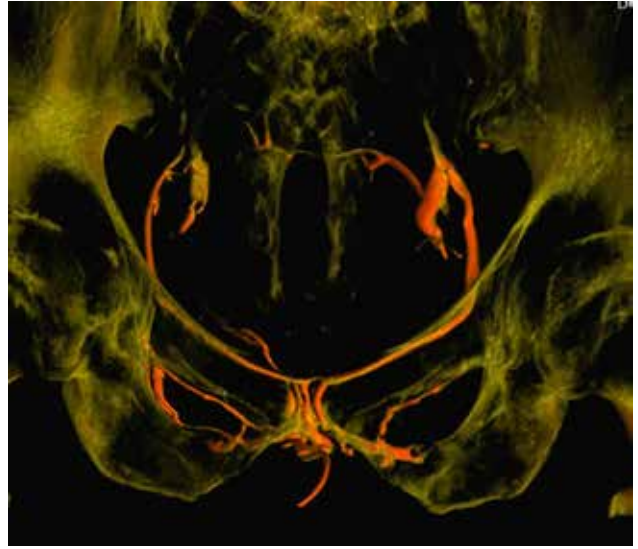
Farmakolojik tedaviler birçok vakada ilk basamak olarak önerilse de, venöz kaçak varlığında bu tedavilere yanıt sıklıkla sınırlı kalır. Son yıllarda cerrahiye alternatif olarak geliştirilen venöz embolizasyon yöntemleri, seçilmiş vakalarda etkili ve güvenli bir seçenek sunmaktadır<sup>3</sup>. Derin dorsal ven ve periprostatik venöz yapılar hedeflenerek yapılan bu işlemlerde, glue (n-BCA) gibi embolik ajanlar Lipiodol ile karıştırılıp mikrokater aracılığıyla uygulanır. Girişim sonrası syngo DynaCT ile embolizasyonun etkinliği ve materyalin dağılımı anında değerlendirilebilir; bu da işlemin güvenliğini önemli ölçüde artırır<sup>4</sup>.

## Olgu 1

28 yaşında erkek hasta, yaklaşık dört yıldır süren erektile disfonksiyon nedeniyle tarafımıza başvurdu. Daha önce yapılan tekrarlayan Doppler ultrasonografilerde venöz kaçak saptanmış; PDE-5 inhibitörleriyle kısmi yanıt alınmıştı. Lokal anestezi altında, penil dorsal vene US eşlikli vasküler kılıf yerleştirilmesi sonrası elde edilen tanısal DSA'da derin dorsal ven ve periprostatik venöz yapılardan belirgin kaçak izlendi. Ardından mikrokater ile bu yapılar selektif olarak kateterize edildi ve n-BCA/lipiodol karışımı enjekte edilerek embolizasyon gerçekleştirildi. İşlem sonrası kontrol DSA'da kaçak tamamen ortadan kalktı. Hemen ardından yapılan syngo DynaCT görüntüleri, embolik materyalin uygun şekilde yerleştiğini ve çevre dokulara yayılım olmadığını doğruladı<sup>4</sup>. Hasta, işlem sonrası ikinci ayda erektile fonksiyonlarında belirgin düzelme olduğunu bildirdi. Altıncı ay takibinde ilaç kullanımı neredeyse tamamen bırakılmıştı.



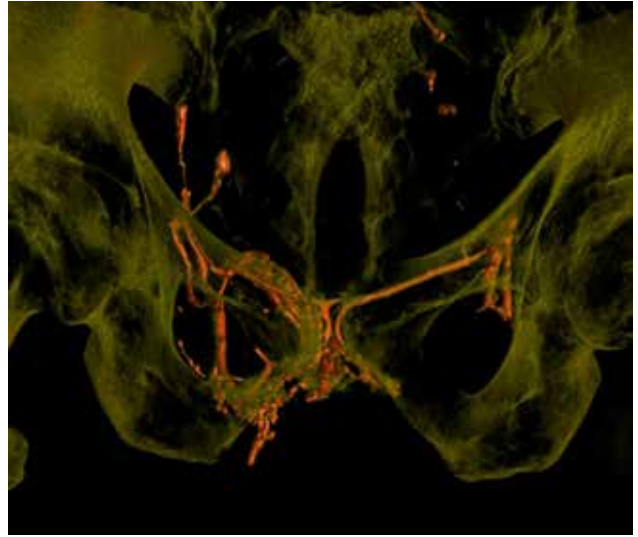
**1a** Tanısal DSA'da dorsal venden yapılan görüntülemeye internal ve eksternal pudendal ve de periprostatik venlerden kaçak görüntüsü



**1b** 3D volumertrik görüntüleme konvansiyonel DSA'da saptanan venlerin 3 boyutlu oryantasyonlu detaylı görüntülenmesi



**1c** Glue kasti. 1/7 glue-Lipiodol karışımı ile embolizasyon sonrası kontrol floroskopi görüntüsü



**1d** Post-embolizasyon 3D volumertrik görüntüleme glue kastının yayılımı 3 boyutlu olarak değerlendirilebiliyor.

### Lomber Disk Hernisinde intradiskal Ozon Uygulaması (Nükleoplasti): Cerrahisiz Alternatif

Bel fıtığı, yetişkin bireylerde en yaygın bel ağrısı sebeplerinden biri olarak bilinir. Disk materyalinin sinir köklerine baskı yapması sonucu gelişen radikülopatik bulgular, çoğu zaman yaşam kalitesini olumsuz etkiler. Konservatif tedaviyle yanıt alınamayan motor ve sensöryel defisit olan hastalarda geleneksel çözüm cerrahi diskektomidir. Ancak nörolojik defisiti olmayan hastalarda cerrahiye alternatif, daha az invaziv yöntemler hem hasta memnuniyeti hem de komplikasyon açısından avantaj sağlamaktadır<sup>5</sup>.

Ozon diskektomi, disk içine ozon-oksijen karışımı uygulanarak fıtık materyalinin büzülmesini ve inflamasyonun azalmasını amaçlayan, giderek yaygınlaşan bir yöntemdir<sup>6</sup>. Etkinliği çeşitli çalışmalarda %65–80 arasında bildirilen bu girişimsel yöntem, doğru uygulanması durumunda cerrahi gereksinimini ortadan kaldırabilir. Özellikle syngo DynaCT ile ozon dağılımının işlem sırasında izlenebilmesi, uygulamanın kontrol edilebilirliğini artırır ve tedavi etkinliğini doğrudan etkiler<sup>1</sup>.

## Olgu 2

43 yaşındaki erkek hasta, L5–S1 düzeyinde sol posterolateral disk hernisi ve buna bağlı radikülopatik ağrı nedeniyle başvurdu. Lomber MR görüntülemesinde sinir kökü basısıyla uyumlu sol foraminal yerleşimli ekstrüde herni izlendi.

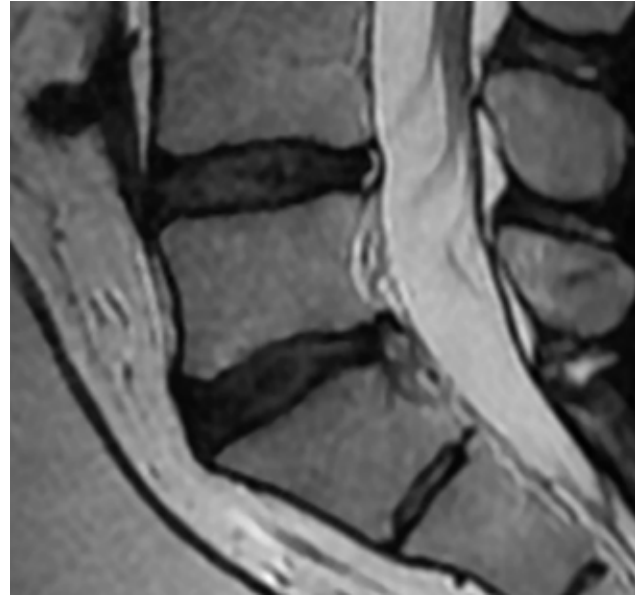
Girişimsel tedaviye karar verildi. Siemens Healthineers anjiyografi sisteminde, floroskopi eşliğinde bilateral intradiskal ozon enjeksiyonu ve sol transforaminal yaklaşımla steroid enjeksiyonu hedeflendi. İşlem öncesi

yapılan diskografi ile patolojik segment doğrulandı. Ardından ozon-oksijen karışımı dikkatli şekilde disk içine enjekte edildi. Takiben alınan syngo DynaCT görüntülerinde ozonun diske ve komşu epidural mesafeye yayılımı net biçimde gözlemlendi<sup>6</sup>.

Hasta, işlem sonrası ilk iki haftada ağrısının belirgin şekilde azaldığını belirtti. Altı ay sonra yapılan kontrol MR'da disk materyalinde dramatik düzeyde gerileme saptandı. Cerrahiye gerek kalmadan tam klinik ve radyolojik iyileşme sağlandı.



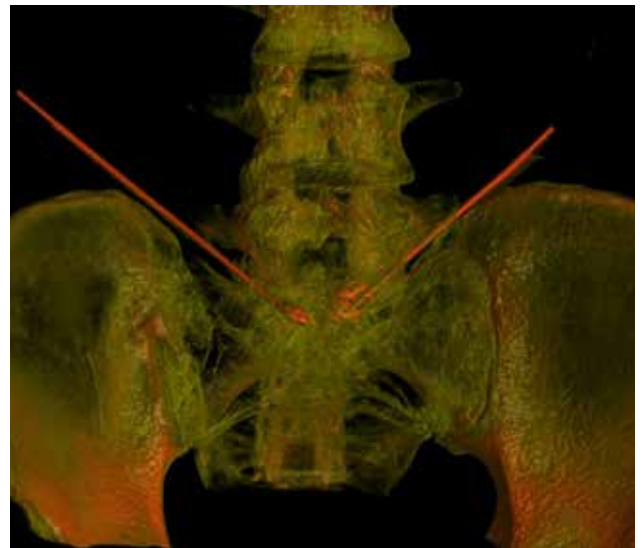
**2a** Sagittal planda T2A MR görüntüsü, L5–S1 düzeyinde kaudale mirate ekstrüde herniasyon



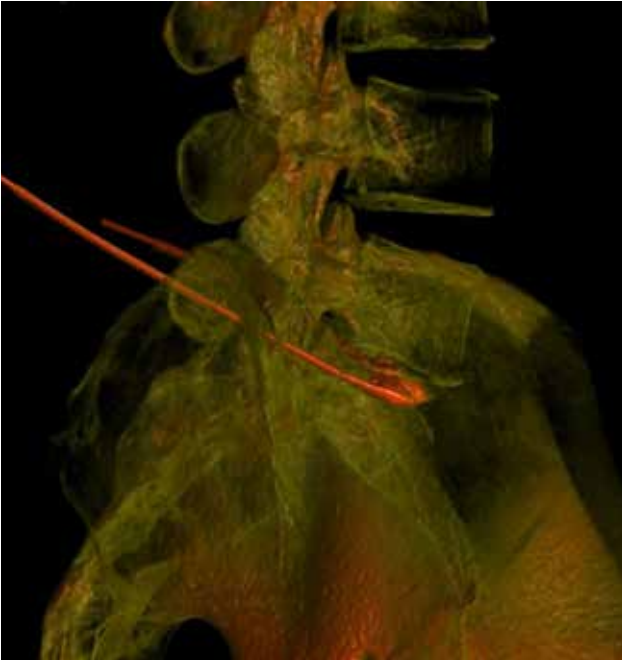
**2b** Ozon nükleoplasti sonrası 6. Ay kontrol sagittal T2A MR görüntüsü, Ekstrüde komponentin %80 regresyonu ve end plato dejenerasyonundaki gerileme dikkati çekiyor.



**2c** AP oryantasyonda DSA diskografi görüntüsü



**2d** 3D volümetrik diskografi görüntüsü



**2e-f** Ozon enjeksiyonu sonrası Sagittal MPR Dyna CT görüntüsü



## Sonuç

Her iki olgu, Siemens Healthineers'in ileri görüntüleme teknolojilerinin farklı klinik alanlardaki katkısını net şekilde ortaya koymaktadır. Syngo DynaCT ile işlem güvenliği ve doğruluğu eş zamanlı olarak kontrol edilebilmekte; bu da özellikle girişimsel radyolojide sonuçları doğru- dan etkileyen önemli bir avantaj sunmaktadır<sup>1</sup>. Siemens Healthineers anjiyografi platformları, sadece bir görüntüleme sistemi değil; hekimin karar alma sürecine aktif katkı sağlayan bütüncül bir çözümdür. Bugün artık yalnızca hedefe ulaşmak değil, hedefte kalmak da teknolojiyle mümkün hale gelmiştir. ●

## Referanslar

- 1 Müller-Hülsbeck S, Heller M, Charalambous N, et al. 3D C-arm imaging with DynaCT: Technique and Clinical Applications. *Eur J Radiol.* 2008;68(3):378-382. doi:10.1016/j.ejrad.2008.07.001
- 2 Virmani R, Jha A, Ananthakrishnan G, et al. Endovascular Treatment of Venogenic Erectile Dysfunction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2020;43(2):177-187. doi:10.1007/s00270-019-02366-1
- 3 Basile A, Rand T, Perego P, et al. Endovascular Treatment of Venogenic Erectile Dysfunction: Midterm Results. *J Vasc Interv Radiol.* 2012;23(2):234-241. doi:10.1016/j.jvir.2011.10.009
- 4 Müller P, Grothoff M, Herold J, et al. Real-time Assessment of Embolic Agent Distribution Using C-arm CT After Prostatic Artery Embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016;39(5):676-684. doi:10.1007/s00270-015-1222-1
- 5 Rebonato A, Ciolina F, Schillaci G, et al. CT-guided Percutaneous Treatment of Lumbar Disc Herniation Using Ozone Injection: A Multicenter Experience. *Radiol Med.* 2019;124(1):25-31. doi:10.1007/s11547-018-0922-3
- 6 Andreula CF, Simonetti L, de Santis F, et al. Minimally Invasive Oxygen-Ozone Therapy for Lumbar Disk Herniation. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2003;24(5):996-1000.



## İletişim

Prof. Dr. Özgür Kılıçkesmez  
Girişimsel Radyoloji  
Memorial İstanbul Göztepe Hastanesi  
okilickesmez@yahoo.com

# Siemens Healthineers ARTIS icono ile inme tedavisinde geline son nokta

Beyin damar hastalıkları, dünyada en fazla fonksiyon kaybına neden olan ve insanların yaşam kalitesini en fazla etkileyen ölüm nedeni olarak, ikinci sırada yer alan hastalık grubu\* olarak gösteriliyor. İnmeye sebep olabilecek damar hastalıkları ise ülkemizde yaşamımızı tehdit eden sağlık sorunları arasında ilk sıralarda. Ürün ve hizmetleriyle teşhisten tedaviye giden yolun her adımında, hastalara ve sağlık profesyonellerine eşlik eden Siemens Healthineers Türkiye, sektöre sunduğu ARTIS icono sistemi ve yazılımlarıyla hekimlerin daha hızlı tanı koyabilmesine ve inme tedavisine yardımcı oluyor.

**S**ağlık sektöründe çığır açan yeniliklere öncülük eden Siemens Healthineers, dijital teknolojiler, data ve yapay zekâyı kullanarak hem tıbbi süreçleri iyileştirmeye hem de insanlığı en çok tehdit eden hastalıklara karşı global ölçekte katkılar sunmaya devam ediyor. Türkiye’de diagnostik görüntülemeye laboratuvar hizmetlerine, ileri tedavilerden satış sonrası servis ve bakıma kadar sektöre çok geniş bir portföyle hizmet veren şirket, sağlık hizmetlerini dijitalle dönüştürme ve yakın geleceğin en tehdit edici hastalıklarıyla mücadele hedefiyle kardiyovasküler bakıma, nörovasküler bakıma ve kanser bakımına odaklanıyor.

Dijital ikiz, yapay zekâ, sinematik gerçeklik ve tıbbi nesnelerin interneti (IoMT) gibi teknolojilerle sağlık sektöründe adından inovasyonlarıyla söz ettiren Siemens Healthineers, bu kez de inme tanısını ve tedavisini iyileştirmeye yönelik geliştirdiği ARTIS icono ürün ailesi ile sağlık profesyonellerine ve hastalara, girişimsel radyoloji, nöro müdahaleler, kardiyovasküler bakım veya girişimsel cerrahi için, özel ihtiyaçlara göre tasarlanmış sistemini sunuyor.

## ARTIS icono ile inme tedavisinde görüntüleme ve girişimsel yöntemler bir arada

Sağlıklı, normal bir insanın beyinde yaklaşık 86 milyar nöron bulunmaktadır, dolayısıyla inme meydana geldiğinde, nörolojik hasarı en aza indirmek için verilen mücadelede her saniye çok önemlidir. Bu nedenle inmeye neden olabilecek şekilde büyük damar tıkanıklığı yaşayan birçok hastanın görüntüleme ve mekanik trombektominin birlikte

kullanıldığı girişimsel inme tedavisinden yararlanması gerekebilir. Ancak çoğu acil inme vakasında, hasta sağlık merkezine geldiğinde, aciliyetten dolayı görüntüleme adımı atlanarak büyük damar tıkanıklığı (LVO) şüphesi olabilecek hasta doğrudan anjiyo odasına alınabilmektedir. Oysaki endovasküler müdahaleden önce anjiyo odasında hastanın perfüzyon durumunun değerlendirilmesi gerekebilir.

Siemens Healthineers tarafından geliştirilen ve “inovasyon ikonu” olarak adlandırılan ARTIS icono ürün ailesi ve farklı ihtiyaçlara göre geliştirilen yazılımları tam da bu noktada hekimlerin daha hızlı ve kesin inme tanısı koymasına ve inmeyi tedavi etmesine yardımcı oluyor. Her saniyenin önemli olduğu inme durumlarında, inme şüphesi olan hastaların geleneksel ön görüntülemeye ihtiyaç duymadan, anyiyografi odası içerisinde, ARTIS icono ile kanamaların görüntülenmesine imkan sağlıyor. Yapılan çalışmalar, teşhis ve müdahale için hastaların doğrudan anjiyo ünitesine götürülerek trombektomiye kadar geçen süreyi ortalama 34 dakika kısaltabileceğini gösteriyor.

## syngo DynaCT Multiphase ile anjiyografi odasında teşhis ve planlama

ARTIS icono sisteminin yazılımı olan ve anjiyo odasında hastanın teşhis ve tedavi yönteminin karar verilmesine destek olan syngo DynaCT Multiphase, kollateral görüntülemeyi girişimsel yöntemleri prosedürün ayrılmaz bir parçası haline getirerek, mekanik trombektomi öncesinde sağlıklı tedavi kararlarının alınmasına yardımcı oluyor.



60 saniyeden kısa bir sürede 10 farklı zaman noktasını gösteren syngo DynaCT Multiphase ile kollateral görüntülemeye olanak sağlıyor. Serebral kan akışı ve kan hacminin azaldığı beyin bölgeleri ile gecikmeli kontrast alanı olan bölgeleri tespit edilmesine yardımcı olarak, hastayı bilgisayarlı tomografiye aktarmadan serebral kollateral damarların görüntülenmesi sağlıyor.

### **syngo DynaCT Sine Spin ile artık kemikli yapıların etrafındaki kanama görüntülemek mümkün**

syngo DynaCT Sine Spin ise beyin bazal kısmını çevreleyen büyük kemikli yapılardan kaynaklanan artefaktların üstesinden gelmek için yeni bir çift eğimli yörünge kullanıyor. Kafatasından bazale kadar homojen yumuşak doku çözünürlüğü ile ARTIS icono, tüm beyin yumuşak doku görüntülemesini yeni bir kalite ve tutarlılık seviyesine taşıyor. syngo DynaCT Sine Spin, trombektomi yapmadan önce ve tüm nöro müdahalelerden sonra kullanılabilir.

### **Girişimsel prosedürleri kolaylaştıran Case Flows ile daha hızlı, daha standartlaştırılmış iş akışı**

Siemens Healthineers Case Flows ise, operasyonel verimliliği artırmak için özel olarak tasarlanmıştır. Manuel hazırlık adımlarını düzene koyarak ve sistemi sıfır kumanda kolu etkileşimi ile konumlandırarak rutin prosedürleri hızlandırıyor. Sağlık profesyonellerinin yeni ve daha karmaşık prosedürleri güvenle oluşturmaya yardımcı olur. Böylece profesyoneller, kendi tercihlerine ve durumsal ihtiyaçlarına bağlı olarak C-kol ve sistem konumları, SID, yakınlaştırma faktörü, filtreler, kolimasyon ve ekran düzeni gibi görüntüleme parametrelerini tek tuş ile gerektiği gibi ayarlayabiliyorlar. Bu sayede inme şüphesiyle gelen hastalarda zaman yönetimi sağlamak ve kullanıcı kaynaklı oluşabilecek yanlış prosedür seçimi gibi hataların engellenmesi amaçlanıyor. ●

\*<https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/kronikhastaliklar-haberler/29-ekim-2021-dunya-i-nme-gunu.html>

# ERA Radyoloji Merkezi'nde MAMMOMAT B.brilliant ile daha güvenilir tanı, zaman tasarrufu ve hasta memnuniyeti

İzmir Bayraklı'da hizmet veren ERA Radyoloji Merkezi'nde kullanılmaya başlanan MAMMOMAT B.brilliant hakkındaki değerlendirmeleri almak için Dr. Özlem Sezgin Okcu'yla bir röportaj gerçekleştirdik. Dr. Özlem Sezgin Okcu yeni cihazla elde ettikleri faydaları aktardı.

**Yeni nesil bir mamografi sistemi olan MAMMOMAT B.brilliant'ı merkezinizde kullanma kararı nasıl alındı? Bu süreçte hangi klinik ve teknik kriterler sizin için belirleyici oldu?**

Üst modele geçme ihtiyacı olunca, bu modeli ve görüntüleri yerinde incelemek amacıyla Siemens fabrikasının olduğu Erlangen'a gidip, Erlangen Üniversitesi'nde görüntüleri ve biyopsi uygulamasını yerinde izleme şansımız oldu. Burada özellikle mikrokalsifikasyon olan görüntülerde çözünürlüğün çok iyi olması ve stereotaksik biyopsinin kolaylıkla uygulanması bizim için belirleyici oldu. Böylece bu yeni sistemi merkezimize almaya karar verdik.

**Siemens Healthineers ile çalışmayı tercih etmenizdeki temel nedenler nelerdi? Marka ile önceki deneyimleriniz bu kararı etkiledi mi?** Merkezimizdeki sistemlerin büyük kısmı firmamızın ürünüdür. Siemens Healthineers ile çalışmayı tercih etme nedenimiz, sistemlerin son yeniliklerle donatılmış olması ve sonrasındaki bakım ve tamir uygulamalarında firmanın tam destek vermesidir. Tabii ki önceki deneyimlerimiz ve memnuniyetimiz bu kararı vermemizde çok etkilidir.

**MAMMOMAT B.brilliant sistemini kullanmaya başladığınızdan bu yana ilk izlenimleriniz nasıl oldu? Hem kullanıcı hem de hasta açısından deneyimi nasıl değerlendirirsiniz?**

En fark yaratan özellik, görüntü çözünürlüğü, yapay zekâ destekli "noising" azaltma sayesinde sentetik görüntülerin kalitesi, kalsifikasyonlara nokta atışı şeklinde ve son derece kolay bir şekilde biyopsi yapılması ile hastanın çekim esnasında daha az acı duymasındır.

**Sistemin 5 saniyede 50° geniş açılı tomosentez özelliği klinik iş akışınıza nasıl katkı sağladı? Bu yüksek hız ve geniş açı, tanı sürecinde ne gibi farklar yaratıyor?**

Geniş açılı tomosentez sayesinde lezyon saptama olasılığı artıyor ve bazı hastalarda mamografi sonrası ultrason gerekliliği ortadan kalkıyor.

**Yeni biyopsi ünitesi ile ilgili deneyiminizde, bu özellik klinik uygulamalarda size ne tür avantajlar sağladı?**

Şimdilik tek hastada uyguladık. Son derece hızlı ve nokta atışı şeklinde kalsifikasyonlardan örnek aldık. Hemen her stepte cihaz kendi kendini programladı. Bu özellikle, US karşılığı olmayan, sadece





mamografide görülen lezyonların (özellikle mikrokalsifikasyonlar) erken tanısı için harika bir sistem, işimizi çok kolaylaştıracağını düşünüyoruz.

**MAMMOMAT B.brilliant'ın sunduğu yüksek çözünürlüklü görüntüler, özellikle zor tanı vakalarında (örneğin yoğun meme yapısı gibi) karar alma süreçlerini nasıl etkiliyor?**

Özellikle sentetik görüntülerde belirgin fark yaratan yüksek çözünürlük, mamografinin sınırlı kalabildiği tip C ve D memelerde yorum yaparken daha güvenilir şekilde tanı koymamızı sağlıyor. Buna bir de geniş açılı tomosentez görüntülerin katkısı eklenince hastayı doğru yönlendirmemiz, gereksiz ek poz ve dolayısıyla hastanın alacağı gereksiz ek radyasyon olasılığını ortadan kaldırıyor. Bize bir yandan zaman kazandırırken, bir yandan da hasta anksiyetesini önlemiş oluyor.

**Bu sistemin merkezinizdeki kadın sağlığı hizmetlerine nasıl bir değer kattığını düşünüyorsunuz?**

Öncelikle son teknikle donatılmış bir cihazın merkezimize gelmesi, kadınların korkulu rüyası olan meme kanserine karşı bizi daha donanımlı hale getirdi. Daha az radyasyon vererek daha iyi görüntüler elde etmemiz, kadın sağlığı ve erken teşhis açısından paha biçilemez. Buna bir de sistemin

“op-comp” özelliği eklendiğinde, daha az acıyla en iyi görüntünün alınması, kadınların mamografi çekirmekten kaçınmasının en önemli nedenlerinden birini ortadan kaldırmış oluyor.

**Siemens Healthineers'ın teknik destek, kullanıcı eğitimi ve satış sonrası hizmetleriyle ilgili deneyiminizi nasıl değerlendirirsiniz?**

Bugüne kadar Siemens Healthineers'ın hem teknik alanda hem satış sonrası kullanıcı eğitimi konusundaki destekleri zaten bu cihazı tercih etmemizin en önemli nedenlerinden biri oldu. Bu desteğin en iyi şekilde devam edeceği konusunda da hiç şüphemiz yok.

**Gelecekte mamografi teknolojilerinde hangi alanlarda gelişmeler görmeyi bekliyorsunuz? Klinik ihtiyaçlarınız doğrultusunda öncelikli beklentileriniz neler olurdu?**

Açıkçası tanı sürecinde kullanılan medikal sistemlerdeki hızlı teknolojik gelişmeleri göz önüne alırsak bunu tahmin etmek çok da kolay değil. Bizi farklı alanlarda farklı sürprizlerin beklediğini düşünüyorum. Ancak mamografi teknolojilerini düşünürsek, kendi adıma yapay zekâ desteğinin mamografi eşlikli biyopsilerde daha etkin kullanımı konusunda gelişmeler olması en büyük beklentim diyebiliriz. ●

# Amerikan Hastanesi ve Koç Üniversitesi Hastanesi'ndeki radyolojik doz optimizasyon projesinde Siemens Healthineers teamwork çözümünü

2023 yılı başında V.K.V. Sağlık Kuruluşları, Amerikan Hastanesi ve Koç Üniversitesi Hastanesi ile başlayan radyolojik doz optimizasyon projesi hakkında bilgileri ve bu proje kapsamında kullanılan Siemens Healthineers'ın teamwork çözümü ile ilgili değerlendirmeleri V.K.V. Sağlık Kuruluşları Radyoloji Direktörü Prof Dr. Sergin Akpek, Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Kayhan Çetin Atasoy ve V.K.V Sağlık Kuruluşları Radyoloji Koordinatörü Muhittin Erol'dan aldık.

Görüntüleme teknolojilerinde artan kullanım, hasta güvenliğini ve kalite yönetimi açısından doz optimizasyonunu sağlık kurumları için vazgeçilmez bir öncelik haline getirdi. V.K.V. Sağlık Kuruluşları, Amerikan Hastanesi ve Koç Üniversitesi Hastanesi ile başlayarak, bu vizyon doğrultusunda 2023 yılı başında hastaların aldığı radyasyon dozlarını şeffaf biçimde izlemeyi, uygulayıcılar arasında standartlaştırma sağlamayı ve klinik kaliteyi koruyarak doz seviyelerini optimize etmeyi amaçlayarak radyolojik doz optimizasyon projesi başlattı. Siemens Healthineers'ın teamwork çözümü gerçek zamanlı doz izlenmesi, verilerin analizi ve iyileştirme çalışmalarında sürecin yürütülmesine destek sağladı. Siemens Healthineers uzmanlarının danışmanlığında gerçekleştirilen proje, eğitimlerle ve dünya genelindeki uygulama referanslarıyla da desteklendi. Elde edilen olumlu sonuçlar sonrasında, program V.K.V. Sağlık Kuruluşları bünyesindeki tüm sağlık kuruluşlarında uygulanarak, radyoloji bölümlerinin verimliliğini üst seviyeye taşıdı.

Projenin yürütülmesinde ve uygulanması aşamasında V.K.V. Sağlık Kuruluşları Radyoloji Direktörü Prof Dr. Sergin Akpek, Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Kayhan Çetin Atasoy ve V.K.V Sağlık Kuruluşları Radyoloji Koordinatörü Muhittin Erol ile projenin aşamalarını ve süreç ile ilgili tecrübeleri hakkında görüştük.

Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Kayhan Çetin Atasoy, bu süreci şu sözlerle ifade ediyor: "Yaptığımız standartizasyon çalışmasında referans aldığımız uygulamalar arasında Amerika, Avrupa Birliği, Kuzey Avrupa, Almanya ve başka ülkelerin yanı sıra Siemens Healthineers'ın kendi dokümantasyonundaki doz protokolleri de bulunuyordu. Amacımız, tanısal kaliteyi korumak koşuluyla, belirlenen bu dozların da mümkün olduğunca altına inmekti. 7-8 aylık sürecin ardından teamwork çözümüne kendi verilerimizi yükleyerek bölümümüze ait doz standartizasyonunu sağladık. Şimdi kendimize özgü standart bir doz skalamız ve denetim sistemimiz bulunuyor. Diğer taraftan bu çalışmalarımızın sonunda büyük bir dosya oluştu. Büyük bir çaba ve özveri ile oluşturulan bu dosyada her biri tecrübe ile onaylanan ve desteklenen her bilgi çok önemli. Bu süreçte bizim için çok iyi bir yol haritası sunan teamwork çözümünün denetim açısından son derece detaylı ve donanımlı bir yazılım olduğunu düşünüyorum. Elbette kendi organizasyonunuzu yapıp yola çıkabilirsiniz, ancak bir denetleme ve kontrol mekanizması olmadan ve geri bildirimler almadan hedeflenen kaliteye ulaşabilmek pek mümkün olmayacaktır."

Siemens Healthineers teamwork çözümünün ilk uygulanma sürecinden itibaren geldiği noktayı değerlendiren V.K.V. Sağlık Kuruluşları Radyoloji Koordinatörü Muhittin Erol, çözümün sunduğu en



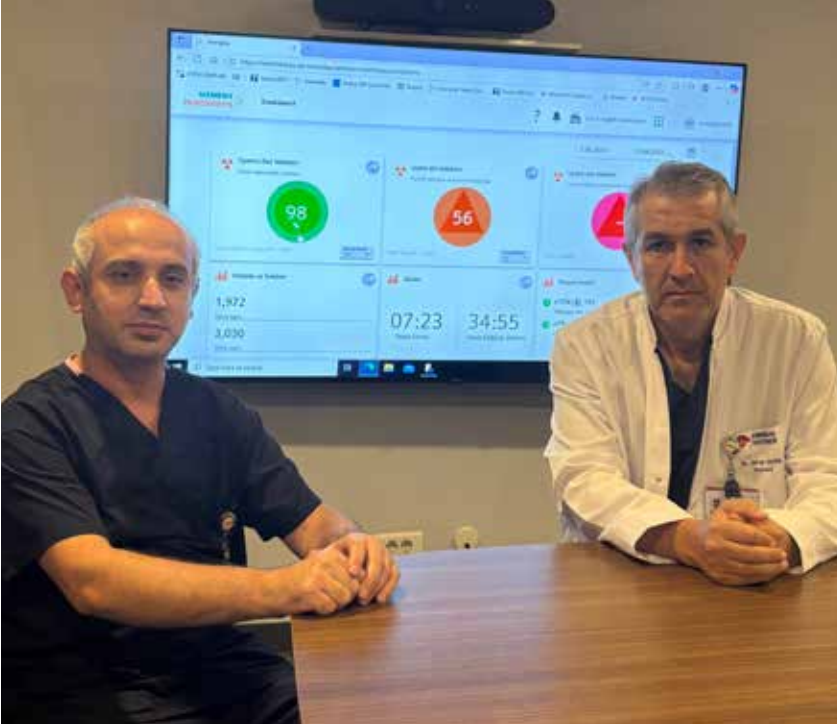
*"Bilgisayarlı tomografi doz optimizasyonunda önemli bir mesafe kat ettik. Siemens Healthineers'ın uzman ekibinin desteği ve danışmanlığı ile tüm BT protokollerimizi tek tek, en az dozla en iyi görüntü kalitesini sağlayacak şekilde düzenledik. Teknikerlerimize bu konuda eğitim verdik. teamplay yazılımı üzerinde her çekim protokolü için referans doz limitlerimizi belirledik. V.K.V. Sağlık Kuruluşları Radyoloji Koordinatörümüz Muhittin Erol ile birlikte çekimleri yürüten teknisyenlerimiz, bu verileri düzenli takip ederek doz aşımı olan tetkikleri inceledi. Kalite süreçlerimize indikatör olarak eklediğimiz bu veriyi aylık olarak düzenli şekilde takip ediyoruz. Bunun sonucunda hastalarımıza mümkün olan en düşük radyasyon dozuyla çekim yapabilmenin huzurunu yaşıyoruz. Radyoloji bölümümüzde belirlediğimiz doz seviyelerine uyum oranını %98 olarak belirledik ve her ay bu veriyi kalite bölümümüze raporlamaya başladık."*

**Prof. Dr. Kayhan Çetin Atasoy**

Koç Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Bölüm Başkanı

önemli avantajın farkındalığı artırmak ve veriye erişimi kolaylaştırmak olduğunu ifade ediyor ve teamplay'in bulut tabanlı yapısının sunduğu avantajları ise şöyle özetliyor: "İstedğimiz miktarda veriyi teamplay sistemine gönderebilmek ve ihtiyaç duyduğumuzda bu verilere hızla erişebilmek

bulut yapısının sunduğu en büyük avantajlardan biri. Bulut tabanlı teamplay, radyoloji ekibine evde veya hastanede bir bilgisayar ve internet üzerinden sisteme ulaşılabilme ve bir iş istasyonuna bağlı kalmak zorunda olmadan çalışma esnekliği sunuyor. Bununla birlikte herhangi bir donanım





*“Çözümün bize sunduğu en önemli kazanımın farkındalığımızı artırmak olduğunu söyleyebilirim. Tüm ekibimiz yüksek bir farkındalıkla hareket ediyor. Aynı zamanda tüm cihazlardan alınan veriyi analiz edebiliyor olmamız da önemli bir avantaj. Ayrıca, tüm grubun radyoloji verilerine aynı platform üzerinden erişebilme ve bunları birbiriyle mukayese edebilme imkânı, gerekli iyileştirmeleri yapabilmemiz için yol gösterici oluyor.*

*Doz kontrol sistemleri dışında cihazların efektif kullanımını da kontrol edebiliyoruz. Hangi cihazda, hangi günler, hangi saat aralıklarında daha çok çekim yapıldığı gibi veriler gelecek planlarımıza ve yatırımlarımıza da ışık tutuyor.”*

**Muhittin Erol**

V.K.V. Sağlık Kuruluşları Radyoloji Koordinatörü

değişikliği veya ekstra bir yükleme gerekmeden kendi kendine güncellendiği için her zaman en yeni versiyonuyla kullanılabilir.

Koç Üniversitesi Hastanesi’nde hayata geçirilen doz takip sistemindeki deneyimler, V.K.V. Sağlık Kuruluşları’nın diğer hastaneleriyle de paylaşarak doz limitlerinin belirlenmesi sağlandı. Böylelikle, kurum bünyesinde bulunan tüm radyoloji bölümlerinde aynı standartlarda çekimleri yapılması sağlanmış oldu.

V.K.V. Sağlık Kuruluşları Radyoloji Direktörü Prof. Dr. Sergin Akpek’in sözleriyle: “Biz, bu projeye Koç Üniversitesi Hastanesi ile birlikte başladık. Siemens Healthineers’ın da katkısıyla gerçekten önemli bir mesafe kat ettik. V.K.V. Sağlık Kuruluşları’nın diğer kurumlarını da sürece dahil ederek, kalite süreçlerimizi iyileştirdik.” ●



*“Biz JCI Akreditasyon Belgesi’ne sahip bir hastaneyiz. teamply, oldukça ayrıntılı verilere kolayca erişmemizi sağlayarak kalite süreçlerinin işletilmesi ve verilerin denetimlerde yetkililere sunulması konularında büyük katkı sağladı. Tüm çekimler için doz limitlerinin belirlenmesi ve indikatör olarak takibi teamply sayesinde mümkün oldu. Kullanan merkez sayısının artmasıyla birlikte biriken data sayesinde dünya genelinde eksikliği yaşanan her bir inceleme için olması gereken standart doz değerlerinin oluşması, validasyonu ve bunların aşağı çekilebilmesi konusunda teamply ve benzeri programların çok faydalı olduğunu düşünüyorum.”*

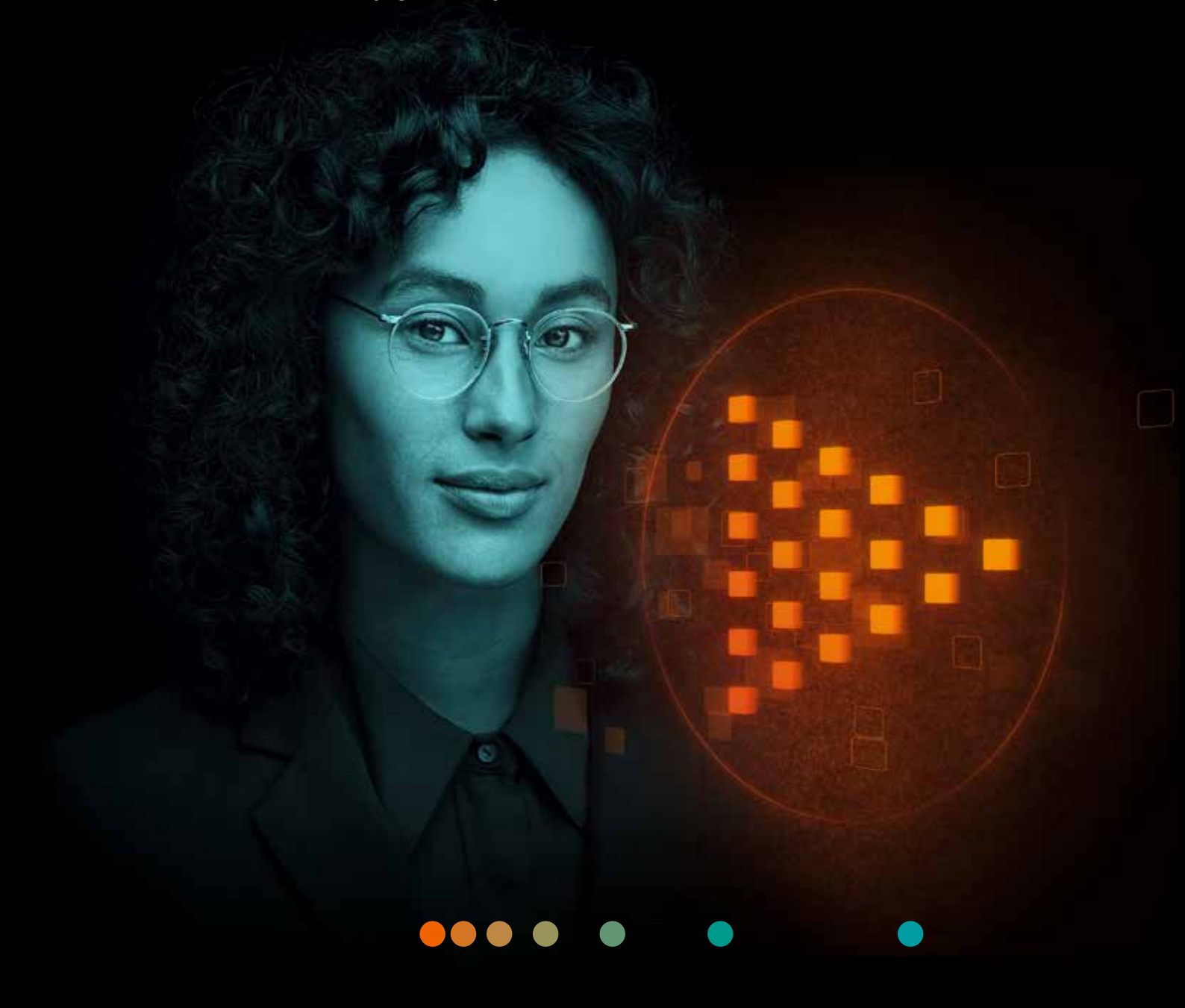
**Prof. Dr. Sergin Akpek**

V.K.V. Sağlık Kuruluşları Radyoloji Direktörü

# Syngo Carbon Flexinity

One solution. Flexible. Future-ready.

[siemens-healthineers.com/syngo-flexinity](https://siemens-healthineers.com/syngo-flexinity)



# Çift tüp çift dedektör teknolojisi ile SOMATOM Drive deneyimi

Tek tüp tek dedektöre sahip BT sistemlerine kıyasla çift tüp çift dedektör teknolojisi sunan Siemens SOMATOM Drive'ın farklılıkları ve sunduğu faydalar açısından bir değerlendirme.

**Prof. Dr. Özlem Barutçu**

Acıbadem Bakırköy Hastanesi Radyoloji Bölüm Başkanı

**S**OMATOM Drive, iki X-ray tüpü ve iki dedektörün eşzamanlı çalıştığı Dual Source CT (DSCT) mimarisine sahiptir. Bu yapı sayesinde her iki dedektör aynı anda veri toplayarak görüntülemenin çok kısa sürede tamamlanmasını sağlar. Tek tüp ve tek dedektörlü Bilgisayarlı Tomografi (BT) sistemleriyle karşılaştırıldığında, görüntüleme hızı en az iki kat artar.

Tek tüp–tek dedektöre sahip BT sistemlerinde sektördeki en hızlı rotasyon süresi ile ulaşılan gerçek temporal rezolüsyon 115 ms'dir. Siemens SOMATOM Drive ise 0,28 saniyelik tüp rotasyonu ve çift tüp çift dedektör teknolojisi sayesinde bu değeri 75 ms'ye kadar düşürmektedir. Gerçek 75 ms'lik temporal rezolüsyon değeri ile sistemde yüksek ve düzensiz kalp atım hızlarında güvenilir kardiyak BT incelemeleri yapılabilmektedir.

## Gelişmiş teknolojilerle daha güvenli BT tetkikleri

SOMATOM Drive sisteminin sahip olduğu güçlü Straton® MX Sigma ve High Power özelliği ile 70 kV tüp voltajında 1600 mA'e kadar çıkan tüp akımlarıyla obez hastalarda dahi yüksek görüntü kalitesinde düşük dozlarda tarama yapılmasını sağlar. Straton® MX Sigma X-ışın tüplerinin düşük kV değerlerinde yüksek akıma çıkabilme özelliği sayesinde görüntü kalitesinden ödün verilmeden BT tetkiklerinde kontrast madde kullanımı da azaltılır. Ayrıca, tüp voltajı 70–140 kV aralığında 10 kV'luk adımlarla ayarlanarak kişisel doz hassasiyeti sağlanarak yüksek kalitede görüntülemeler yapılır.

2 x 100 kW jeneratör ile donatılmış SOMATOM Drive en zorlu vakalarda dahi stabil performans göstererek özellikle vücut kitle indeksi yüksek hasta gruplarında detayların hassasiyetle görüntülenmesine olanak sağlar.

SOMATOM Drive sisteminin sahip olduğu Tin (Sn) Filter (Kalay Filtre) teknolojisi düşük enerjili

fotonları filtreleyerek hem radyasyon dozunu azaltır hem de özellikle akciğer gibi detaylı inceleme gerektiren bölgelerde X-ray dozlarında görüntüleme yapılmasını sağlar.

## StellarInfinity dedektörler ile yüksek uzaysal çözünürlükte görüntüleme

SOMATOM Drive, StellarInfinity dedektörlerin sahip olduğu gömülü devre yapısı sayesinde sinyal kayıplarını azaltır, düşük dozlarda dahi yüksek kontrastlı görüntüler sunar:

- 0,4 mm'lik kesit kalınlığı ile ultra yüksek uzaysal çözünürlükte temporal kemik ve el bileği gibi küçük anatomik yapıların detaylı olarak görüntülenmesi
- Koroner BT çekimlerinde stent ve kalsiyum plak kaynaklı blooming artefaktlarının azaltılması,
- Pediyatrik olgularda ve kreatinin değerleri sınırda olan hasta gruplarında düşük kontrast ile yüksek görüntü kalitesi

## ADMIRE ile daha düşük dozda, daha yüksek görüntü kalitesi

Siemens Healthineers'in geliştirdiği ADMIRE rekonstrüksiyon teknolojisi, BT görüntülerinde hem düşük doz hem de yüksek görüntü kalitesini aynı anda sunar. Tüm BT incelemelerinde hasta güvenliğini artırırken daha net ve artefaksız görüntüler sağlar.

SOMATOM Drive sisteminde bulunan ADMIRE gelişmiş rekonstrüksiyon algoritması, gürültüyü görüntüdeki gerçek anatomik yapılardan yapay zekâ desteği ile ayırarak genişletilmiş bir üç boyutlu voksel veri setinde çalışır. ADMIRE, %90'a kadar görüntü gürültüsü azaltma ve %150'ye kadar iyileştirilmiş düşük kontrastlı doku tespiti sağlayarak günümüzdeki BT sistemlerinde bulunan yapay zekâ/derin öğrenme rekonstrüksiyon algoritmalarına kıyasla



en düşük radyasyon dozlarında en yüksek görüntü kalitesini ve en hızlı rekonstrüksiyonu sunar.

### **Turbo Flash ile hızlı görüntüleme**

SOMATOM Drive Turbo Flash çekim modu ile 1 saniyede 45,8 cm'lik alan tarayabilmektedir. 75 ms gerçek temporal çözünürlük ile tek kalp atımı süresinde EKG tetiklemeli koroner BT anjiyografi, TAVI ve Triple Rule-Out gibi kompleks incelemeler güvenle, mümkün olan en düşük radyasyon dozu ve kontrast madde kullanımı ile gerçekleştirilebilir. Böbrek fonksiyonlarında sorunlar yaşanan hastalarda güvenle BT tetkiki yapılmasını sağlar.

### **Fonksiyonelden patolojiye Dual Source Dual enerji teknolojisi**

SOMATOM Drive sisteminin sahip olduğu Dual Source Dual Enerji teknolojisi, iki farklı X-ışını tüpünden aynı anda iki farklı enerji seviyesinde veri elde edilmesini sağlar. A tüpü 80–100 kV, B tüpü ise Sn140 kV ile çalışır ve farklı akım (mAs) değerleriyle kullanılır.

Bu yaklaşım, tek tüp–tek dedektör sistemlerde yapılan spektral taramalara kıyasla çok daha yüksek spektral ayırım gücü sunar. Böylece yalnızca anatomik yapıların değil, aynı zamanda dokuların fonksiyonel özelliklerinin de güvenle değerlendirilmesine olanak tanır. Düşük enerjili fotonlar yumuşak doku kontrastını artırırken, yüksek enerjili fotonlar kalsiyum, iyot ve metal gibi yoğun yapıların net ayrıştırılmasını sağlar.

Elde edilen veriler, Siemens Healthineers'in gelişmiş algoritmaları ile işlenerek sanal non-kontrast, iyot haritaları ve uptake analizleri, miyokard ve pulmoner perfüzyon, monoenerjetik görüntüler, sert plak karakterizasyonu, gut ve üriner taş analizi gibi geniş bir uygulama yelpazesi sunar.

Dual Enerji uygulamaları arasında altın standart kabul edilen çift tüp çift dedektör teknolojisine sahip SOMATOM Drive, yalnızca morfolojik değil, hastalıkların fonksiyonel ve patolojik değerlendirmelerinde de güvenilir bir çözüm sunar. Tüm bu süreçler, klinisyenlerin daha doğru tanı ve tedavi kararlarını almasına destek olur.



*“Acıbadem Bakırköy Radyoloji Departmanı olarak, ALARA kriterlerine uygun olarak tanısal yeterlilikte en düşük doz ilkesi ile hasta güvenliği ve tanısal mükemmeliyeti bir araya getiren bu teknolojiyi klinik pratiğimize entegre ederek ülkemizde öncü olmaya devam ediyoruz.”*

**Prof. Dr. Özlem Barutçu**

Acıbadem Bakırköy Hastanesi Radyoloji Bölüm Başkanı

### 4D perfüzyon ve dinamik anjio görüntülemesi

Adaptive 4D Spiral çekim modu ile SOMATOM Drive tek taramada 48 cm'lik bir alanda dinamik anjio ve perfüzyon uygulamaları yapılmasını sağlar. Böylece, beyin, karaciğer ve vasküler yapılar gibi kompleks alanlarda hem fonksiyonel hem anatomik bilgi tek incelemede elde edilir. Bu yaklaşım, tanı süresini kısaltırken tedavi planlamasında güvenilirlik sağlar.

### Gelişmiş algoritmalar ile daha yüksek tanısal doğruluk

SOMATOM Drive sisteminin sahip olduğu iMAR (İteratif Metal Artefakt Azaltma) yazılımı metal ışımlarını en aza indirerek yüksek kaliteli ve artefaksız görüntüler elde edilmesini sağlar. 8 farklı özel metal artefakt azaltma filtresiyle farklı implant türleri (diş dolgusu, kalp pili, kalça implantı vb.) için farklı filtre kullanarak yüksek rezolüsyonlu, hastanın implantına spesifik çalışmalar yapılır.

SOMATOM Drive sisteminin sahip olduğu, ışınlı sertleşme artefaktını engelleyen ve %30'a kadar kontrast HU değerini artıran iBHC (İteratif Beam Hardening Correction) yazılımı ile beyin BT tetkikleri yüksek tanısal doğrulukla gerçekleştirilir.

Türkiye'de 3. nesil Dual Source CT (DSCT) sistemi SOMATOM Drive ile klinik uygulamalarda öncülük eden isimlerden biri de Acıbadem Bakırköy Hastanesi Radyoloji Departmanı'ndan Prof. Dr. Özlem Barutçu'dur. Prof. Dr. Barutçu, özellikle kardiyak ve pediatrik olgulardaki deneyimlerini bizimle paylaşarak bu teknolojinin hasta güvenliği ve tanısal doğruluk açısından sunduğu katkıları şu sözlerle özetlemektedir:

### Kardiyak ve pediatrik olgulardaki DSCT klinik deneyimimiz

Acıbadem Bakırköy Hastanesi Radyoloji Departmanı, Türkiye'de Çift Tüp Çift Dedektör (Dual Source CT) teknolojisini klinik pratiğe entegre eden öncü merkezlerdendir.

İlk nesil SOMATOM Definition sistemiyle edindiğimiz deneyim, bugün 3. nesil SOMATOM Drive ile çok daha ileri bir boyuta taşınmıştır. Klinik gözlemlerimiz göstermektedir ki SOMATOM Drive:

- Daha yüksek tarama hızıyla daha düşük doz ve daha az kontrast madde kullanımı,
- Kardiyak incelemelerdeki zorlukların etkin şekilde aşılması,
- Sedasyona gerek kalmadan pediatrik hastalarda ve diğer özel hasta gruplarında güvenli görüntüleme,
- 78 cm gantri açıklığı sayesinde bariatrik hasta dostu tasarım ile bu hasta grubunda da yüksek kaliteli görüntüleme, sunmaktadır.

Tüm bu özellikleriyle SOMATOM Drive; hasta güvenliğini düşük doz protokolleriyle üst seviyeye taşıırken, görüntü kalitesinden ödün vermeden hızlı ve verimli iş akışını mümkün kılmakta, böylece tanısal süreçlerimize doğrudan katkı sağlamaktadır.

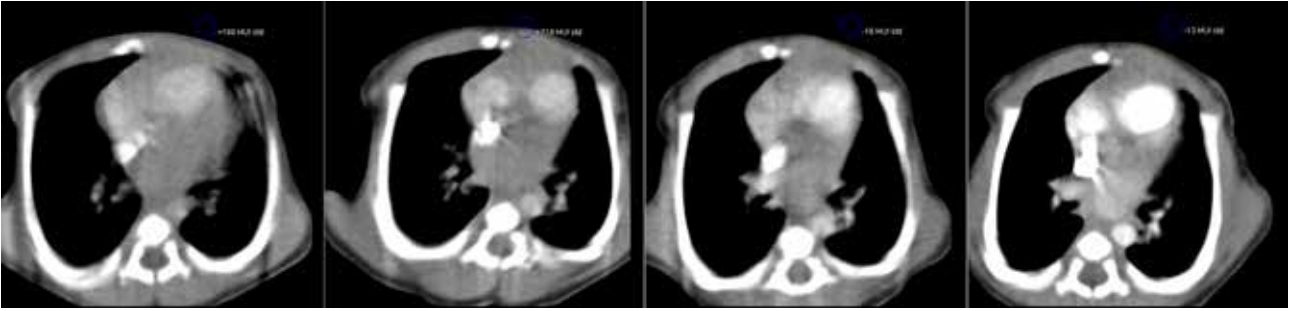
Özellikle pediatrik kardiyak ve EKG tetiklemeli toraks BT incelemelerinde, hareketli çocuk hastalarda dahi tek kalp atımı süresince düşük dozla yüksek kaliteli görüntülerin elde edilebilmesi, bu teknolojinin klinik uygulamadaki etkinliğini açıkça ortaya koymaktadır.

### IV kontrastlı Turbo Flash modu ile Torakal BT anjiyografi incelemesi

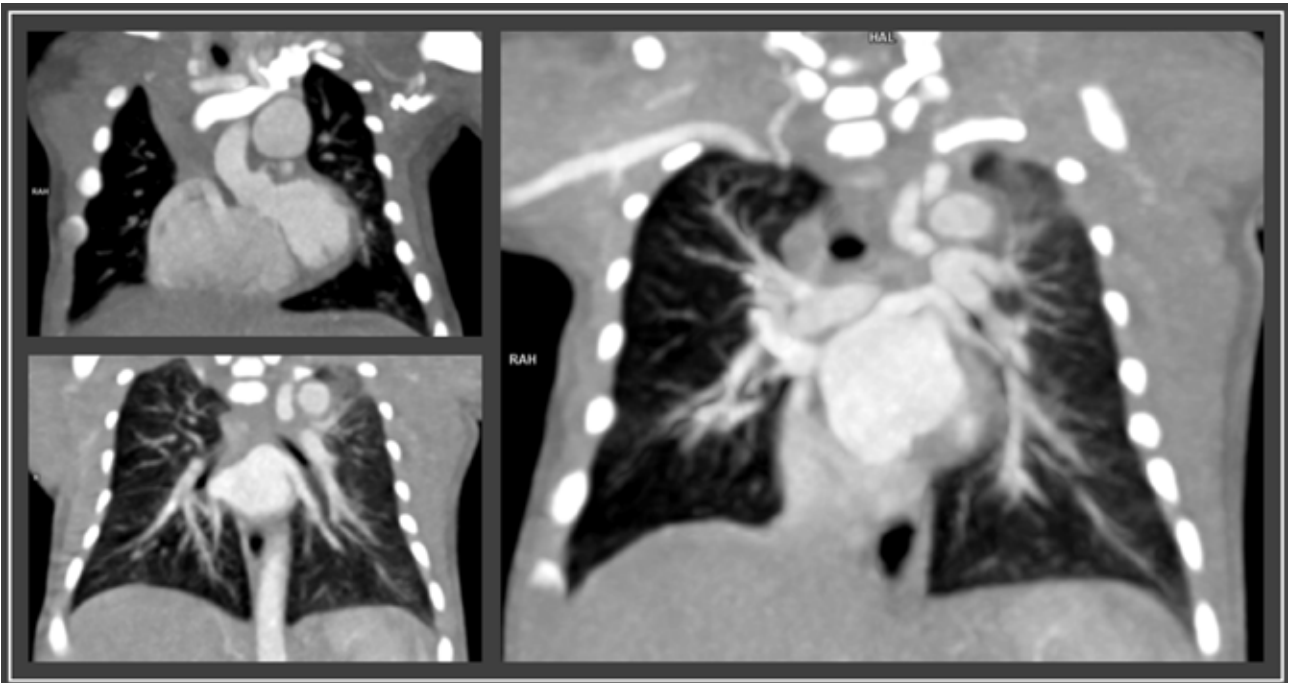
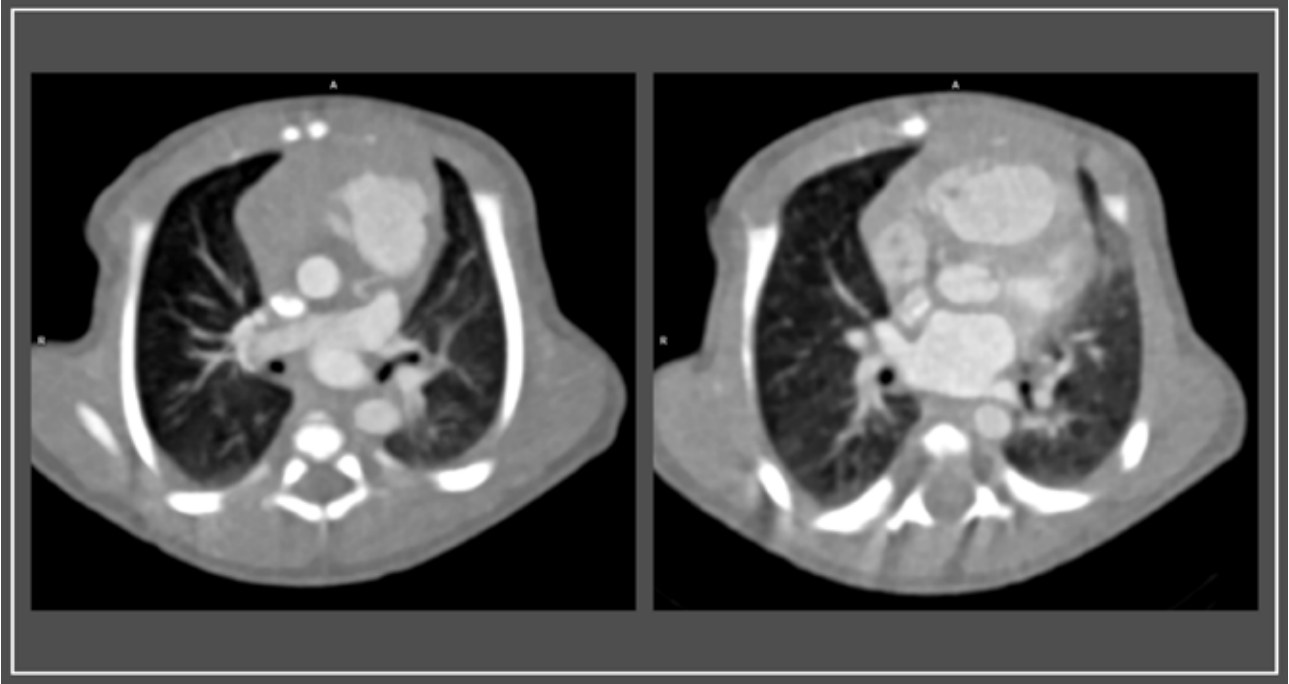
#### Olgu 1: Bir günlük yenidoğan

Hipoplastik sol ventrikül tanılı bir günlük yenidoğana (1.5 kg) BT anjiyografi planlandı. Sedasyon altında EKG tetiklemesiz olarak gerçekleştirilen çekimde bolus tracking yöntemi ile kontrast madde takibi sırasında hasta uyanarak hareket etmeye başladı. Önceki deneyimlerimizden SOMATOM Drive sisteminin Turbo Flash hızına da güvenerek incelemeye devam ettik.

Elde edilen görüntüler aşağıda sunulmuştur:



Bolus Tracking görüntü serisinde çekimi manuel olarak başlatacağımız için toraks duvarının dışına yerleştirdiğimiz ROI (ok) toraks duvarına göre pozisyonu izleniyor. ROI, Hasta hareketine bağlı 2. kesitte toraks duvarı sınırlarında kalırken son kesitte tekrar hareketle dışarda izleniyor.



70 kV | CTDIvol 0.22 mGy | DLP: 3.3 mGy\*cm | Çekim süresi: 0,23 saniye  
Serbest nefes ve hasta hareket halinde

|                       |      |                                                  |            |                 |              |         |           |
|-----------------------|------|--------------------------------------------------|------------|-----------------|--------------|---------|-----------|
| 21-Feb-2023 11:26     |      | ACIBADEM BAKIRKOY HASTANESI                      |            |                 |              |         |           |
| Ward:                 |      | Thorax^FLASH_THORAX_ANJIO_NEFESSIZ_COCUK (Child) |            |                 |              |         |           |
| Physician:            |      | Patient Protocol                                 |            |                 |              |         |           |
| Operator:             |      |                                                  |            |                 |              |         |           |
| Total mAs 284         |      | Total DLP 7 mGycm                                |            |                 |              |         |           |
|                       | Scan | KV                                               | mAs / ref. | CTDIvol*<br>mGy | DLP<br>mGycm | TI<br>s | cSL<br>mm |
| Patient Position H-SP |      |                                                  |            |                 |              |         |           |
| Topogram              | 1    | 80                                               | 18 mA      | 0.01 L          | 0.2          | 1.2     | 0.6       |
| PreMonitoring         | 2    | 100                                              | 23         | 0.61 L          | 0.6          | 0.28    | 10.0      |
| Contrast              | 3    | 100                                              | 23         | 3.07 L          | 3.1          | 0.28    | 10.0      |
| Monitoring            | 8D   | 70                                               | 26 / 354   | 0.22 L          | 3.3          | 0.28    | 0.6       |

### Tetkik bulguları

Resimlerde görülen aksiyal ve koronal BT anjiyografi görüntülerinde, hastanın hareketine rağmen Turbo Flash teknolojisinin sağladığı yüksek temporal çözünürlük sayesinde hareket artefaktı gözlenmemiştir.

Kalp boşlukları ile beraber tüm torasik damarsal yapılar (pulmoner arterler, aort ve dalları, pulmoner venler, koroner arter çıkışları) ile komşu yumuşak dokular net bir şekilde seçilebilmiş, ince detaylar tanısal doğrulukla değerlendirilmiştir. Özellikle pulmoner vasküler yapıların kontrastlanması optimal düzeyde olup, pediatrik hasta grubunda dahi yüksek kaliteli görüntülerin güvenle elde edilebileceği ortaya konmuştur.

Sonuç olarak, SOMATOM Drive sisteminin Turbo Flash modu ile tek kalp atımı süresince elde edilen görüntüler adeta hareket dondurulmuşçasına kaydedilmiş; hem damarsal hem de parankimal yapılar en düşük doz ve kontrast kullanımıyla tanısal kalitede görüntülenmiştir.

Önemle vurgulanmalıdır ki, 70 kV protokolünde, 1 saniyede 45,8 cm tarama yapabilen Turbo Flash modu ile yalnızca 0,23 saniyelik tarama süresinde 10,65 cm'lik pediatrik inceleme başarıyla tamamlanmıştır. Bu süreçte elde edilen toplam doz yalnızca 3.3 mGy-cm DLP olup, pediatrik olgularda dahi klinik tanısal kaliteden ödün vermeden, ultra düşük dozda güvenli görüntüleme sağlanabileceğini güçlü bir şekilde göstermektedir.

### Olgu 2: Erişkin hasta

43 yaşında hipertansiyon ve göğüs ağrısı şikayeti olan hastaya, aort diseksiyonu ve koroner arter hastalığı ön tanıları ile BT anjiyografi incelemesi gerçekleştirildi.

Otomatik kV ve otomatik mAs doz modülasyonu ile optimize edilmiş protokolde 100 kV değerinde 70 cc kontrast madde uygulanmış; 65 cm'lik tarama mesafesi yalnızca 1,5 saniyelik tarama süresi içerisinde başarıyla tamamlanmıştır.

Tek kalp atımı süresince Turbo Flash ECG Gating modu kullanılarak eş zamanlı koroner BT

anjiyografi ve torakoabdominal BT anjiyografi incelemesi gerçekleştirilmiştir.

### Doz parametreleri

- ECG'li koroner + torakoabdominal anjiyo fazında: 218,2 mGy-cm DLP ( $\approx$  3,05 mSv)
- Kalsiyum skorlamada (Sn Filter ile): 8,6 mGy-cm DLP ( $\approx$  0,12 mSv)

Agatston skorunun hesaplandığı Sn (Kalay) Filtreli BT kalsiyum skorlama taraması, tek yönlü akciğer grafisi doz seviyeleriyle kıyaslanabilecek düzeyde gerçekleştirilmiştir.

|                       |      |                                            |            |                 |              |         |           |
|-----------------------|------|--------------------------------------------|------------|-----------------|--------------|---------|-----------|
| 02-Jun-2020 10:28     |      | Acibadem Bakirkoy                          |            |                 |              |         |           |
| Ward:                 |      | Cardiac^FLASH_Sn_KALSIYUM_SKORLAMA_Dusuk_D |            |                 |              |         |           |
| Physician:            |      | Patient                                    |            |                 |              |         |           |
| Operator:             |      |                                            |            |                 |              |         |           |
| Total mAs 2767        |      | Total DLP 233 mGycm                        |            |                 |              |         |           |
|                       | Scan | KV                                         | mAs / ref. | CTDIvol*<br>mGy | DLP<br>mGycm | TI<br>s | cSL<br>mm |
| Patient Position H-SP |      |                                            |            |                 |              |         |           |
| Topogram              | 1    | Sn100                                      | 50 mA      | 0.01 L          | 0.9          | 4.1     | 0.6       |
| FI_CaSc               | 2D   | Sn100                                      | 266 / 268  | 0.49 L          | 8.6          | 0.28    | 0.6       |
| PreMonitoring         | 3    | 100                                        | 23         | 0.61 L          | 0.6          | 0.28    | 10.0      |
| Contrast              | 4    | 100                                        | 23         | 4.25 L          | 4.3          | 0.28    | 10.0      |
| Monitoring            | 11D  | 100                                        | 339 / 274  | 3.15 L          | 218.2        | 0.28    | 0.6       |

**Görüntüleme kalitesi**

Yüksek temporal çözünürlük, yüksek uzaysal çözünürlük ve yüksek izotropik çözünürlük ile koroner arterler ve torakoabdominal vasküler yapılar yüksek tanısal kalitede ve artefaksız olarak değerlendirilmiştir.

**Ek klinik katkı**

Bu olgu, Turbo Flash teknolojisinin erişkin hastalarda tek kalp atımı süresince geniş anatomik alanların taranmasına olanak tanıdığını göstermektedir. Böylece hem doz ve kontrast kullanımında etkinlik sağlanmış, hem de eş zamanlı olarak koroner arterler ile torakoabdominal damar yapılarının güvenle değerlendirilebilmesi mümkün olmuştur. ●



Angio View



MIP



Cinematic VR



100 kV | CTDIvol 3.15 mGy | DLP 218.2 mGy\*cm | Çekim süresi:1,5 saniye  
Turbo Flash ECG tek kalp atımında

# Siemens Healthineers, NAEOTOM Alpha serisiyle photon-counting bilgisayarlı tomografi portföyünü güçlendiriyor

Düşük dozla yüksek görüntü kalitesi sunabilen, dünyanın ilk ve tek photon-counting teknolojisine sahip bilgisayarlı tomografi (BT) sistemi NAEOTOM Alpha, ürün ailesine katılan yeni BT sistemleriyle teşhis ve tedavi yöntemlerinde çığır açmaya devam ediyor.

**S**iemens Healthineers, 2021 yılında dünyanın ilk photon-counting BT sistemi olan NAEOTOM Alpha'yı tüm dünyaya tanıtmalarının ardından bu yıl, ürün ailesine katılan yeni sistemlerini de tanıttı. NAEOTOM Alpha.Pro seriyeye, ikinci çift tüp çift dedektör photon-counting BT sistemi olarak dahil oldu. NAEOTOM Alpha.Prime ise dünyadaki ilk tek tüp tek dedektör photon-counting BT sistemi olarak seriyeye katıldı. NAEOTOM Alpha ise artık NAEOTOM Alpha.Peak adıyla varlığını sürdürecektir.

Siemens Healthineers Türkiye Pazarlama Yöneticisi Arda Savda, photon-counting BT sistemi ile ilgili son gelişmeleri şöyle değerlendirdi: "Siemens Healthineers olarak 2030 yılına kadar tüm bilgisayarlı tomografi ürün portföyümüzü photon-counting teknolojisine dönüştürmeyi hedefliyoruz. Photon-counting teknolojisi radyoloji alanında literatürün yeniden yazılmasına yönelik bir dönemi başlattı ve NAEOTOM Alpha serisi ile öncü klinik çalışmalar yayınlanmaya devam ediyor. NAEOTOM Alpha, bugüne kadar ulaşılmamış uzaysal rezolüsyonu ve her çekimde elde ettiği spektral bilgiler sayesinde tıpkı siyah beyaz televizyondan renkli televizyona geçiş gibi, büyük bir dönüşüm sağlıyor."

## Photon-counting Teknolojisi: Görüntülemeye yeni dönem

Photon-counting teknolojisi, teşhis doğruluğunu ve görüntü kalitesini konvansiyonel BT sistemlerinin ötesine taşıyor. Geleneksel sistemlerde X-ışınları önce ışığa, ardından elektrik sinyaline dönüştürülürken, QuantaMax dedektörleri bu ara aşamayı ortadan kaldırarak CdTe (Kadmiyum

Tellür) kristali sayesinde X-ışınlarını doğrudan elektrik sinyaline çeviriyor ve her fotonun enerjisini tek tek ölçüyor. Elektronik gürültünün ortadan kaldırılmasıyla daha düşük radyasyon dozlarında yüksek kontrast, ultra yüksek çözünürlük ve spektral bilgi elde edilebiliyor. Bu sayede küçük yapılar ve lezyonlar daha detaylı görüntülenirken, tanı ve tedavi süreçlerinde hasta güvenliği ve klinik başarı önemli ölçüde artıyor.

## NAEOTOM Alpha.Peak tanı ve tedavi süreçlerinde fark yaratıyor

Çift tüp ve çift dedektör teknolojisiyle donatılan NAEOTOM Alpha.Peak, saniyede 737 mm tarama hızıyla serinin en gelişmiş modeli olarak kullanıcı deneyimini iyileştiriyor. Yüksek çözünürlük ve her taramada alınan spektral bilgi, erken evre tümörler ve küçük lezyonların daha net tespit edilmesini sağlayarak kardiyovasküler, pulmoner, onkolojik ve nörolojik görüntüleme alanlarında önemli avantajlar sunuyor. Kardiyovasküler incelemelerde nefes tutma veya hareket zorluğu yaşayan hastalar için klinik başarıyı artırırken, blooming artefaktları olmadan küçük damarları, stent içini ve koroner plakları ayrıntılı bir şekilde göstererek kateter anjiyo kalitesinde taramalar gerçekleştiriyor. Pulmonoloji ve onkoloji alanında akciğer nodülleri ve interstisyel hastalıklar spektral olarak değerlendirilebilirken, parankimal organların derinlemesine incelenmesi ve tümör teşhisinin daha hassas yapılması sağlanıyor. Nörolojik görüntülemelerde 0.2 mm ve 0.4 mm kesit kalınlığıyla anevrizmalar ve damar darlıkları daha detaylı incelenirken, karotis BT anjiyografisinde ağır kalsifik plakları olan hastalarda damar tıkanıklıkları yüksek hassasiyetle tespit edilebiliyor. Gelişmiş spektral görüntüleme



yetenekleriyle tanı ve tedavi süreçlerinde çığır açan NAEOTOM Alpha.Peak, sağlık alanında hastalar ve sağlık profesyonelleri için yeni bir dönem başlattı.

### **NAEOTOM Alpha.Pro ile hız, hassasiyet ve hasta konforu bir arada**

Serinin bir diğer çift tüp çift dedektör photon-counting BT sistemi NAEOTOM Alpha.Pro ise kullanıcılarına ultra yüksek çözünürlükte, her çekimde spektral bilgi sağlıyor ve saniyede 491 mm tarama imkanı sunuyor. NAEOTOM Alpha.Peak'te olduğu gibi, NAEOTOM Alpha.Pro photon-counting BT sistemi de radyolojik görüntüleme alanındaki ileri düzey uygulamaları yüksek başarı oranlarıyla gerçekleştiriyor. Kardiyoloji alanında yüksek ve/veya değişken kalp atım hızına sahip hasta gruplarında beta blocker kullanılsa dahi yapılan taramalar yapılmasına imkan sunuyor. Pulmonoloji alanında hastaların daha kısa süre nefes tutmalarını gerektiren zorlayıcı uygulamalarda veya pediatrik hastalarda sedasyona ihtiyaç duyulmadan yapılan incelemelerde kullanıcılarına eşsiz çözümler sunuyor. Yalnızca klinik iş akışlarını iyileştirmekle kalmayıp, aynı zamanda hasta deneyimini de arttırıyor. Photon-counting dedektör mimarisine sahip NAEOTOM Alpha.Pro, spektral ayırım gücü ile zamanla yarışılan kritik tedaviler için hızlı çözüm sunuyor.

### **NAEOTOM Alpha.Prime: Tek tüp tek dedektör, maksimum verimlilik**

NAEOTOM Alpha.Prime ise dünyadaki ilk tek tüp tek dedektör photon-counting teknolojisine sahip bilgisayarlı tomografi sistemi olarak Siemens Healthineers ürün portföyünde yerini aldı. NAEOTOM Alpha serisinin tüm modellerinde olduğu gibi NAEOTOM Alpha.Prime, yapay zekâ destekli myExam Companion uygulamaları ile kullanıcıları çeşitli muayene adımlarında; sistem ve hasta hazırlığından görüntü elde etmeye ve sonrasında postprocess adımı da dahil tanısal ve müdahale süreçlerini hızlandırırken kullanıcılarına eşsiz bir iş akış deneyimi sunuyor.

Şimdiye kadar dünya çapında bir milyondan fazla hasta, Siemens Healthineers'in photon-counting teknolojisine sahip bilgisayarlı tomografi sistemi ile tarandı ve bu teknolojinin gelecekteki yaygın kullanımına zemin hazırladı. Ülkemizde ise ilk photon-counting teknolojisine sahip BT sistemi Acıbadem Maslak Hastanesi'nde kuruldu ve kardiyolojiden nörolojiye farklı uygulama alanlarında hasta deneyimini iyileştirmeye devam ederken sağlık profesyonellerine hız kazandırıyor. ●

# Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde SOMATOM go.Top ile hasta tedavi süreçlerinde daha fazla hız, güvenilirlik ve konfor

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı'ndan Dr. Sevcihan Kesen Özbek'in SOMATOM go.Top sistemi hakkındaki değerlendirmelerini ve görüşlerini sizlerle paylaşıyoruz. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde kullanılan SOMATOM go.Top sistemi ile edinilen klinik deneyimler ve değerli öğretim üyelerimizin gözlemleri, bu teknolojinin teşhis ve tedavi süreçlerine sunduğu katkıları daha iyi anlamamıza ışık tutuyor.

**G**azi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde bilgisayarlı tomografi (BT) sistemleri ile günde yüzün üzerinde BT anjiyografi incelemesi yapılıyor. Bu yoğun iş akışında daha fazla hastaya hızlı, güvenilir ve yüksek görüntü kalitesinde hizmet sunabilmek amacıyla Siemens Healthineers tarafından üretilen yapay zekâ destekli SOMATOM go.Top BT sistemi, Radyoloji Bölümü'nde klinik kullanıma başladı.

## Yapay zekâ ile donatılan myExam Companion

Artan BT çekim sayılarına karşı Siemens Healthineers'in geliştirdiği myExam Companion platformu, radyoloji teknisyenleri ve doktorların iş yükünü önemli ölçüde hafifleten bir teknoloji olarak öne çıkıyor. Kullanıcıyı en uygun tarama protokollerine ve parametrelere yönlendirerek hasta güvenliğini ön planda tutar. Özellikle farklı hasta tiplerine göre otomatik kişiselleştirilmiş ve optimize edilmiş protokoller sunması, minimum doz ve minimum kontrast madde kullanımıyla maksimum görüntü kalitesini mümkün kılar. Yapay zekâ desteğiyle 180.000'den fazla veriyi ve 20'den fazla karar destek ağacını analiz ederek kullanıcıyı en uygun protokol ve rekonstrüksiyon algoritmasına yönlendirir; böylece iş akışlarını hızlandırır.

## GO teknolojileri ile hızlanan iş akışları

Siemens Healthineers'in geliştirdiği GO Teknolojileri, BT uygulamalarında kullanıcı deneyimini kolaylaştırmak ve süreçleri hızlandırmak amacıyla tasarlanmıştır.

**Scan&GO:** Çekim öncesi hazırlıklar, hasta girişleri, protokol seçimleri, çekim ve post-processing işlemleri dokunmatik tablet üzerinden yapılabilir. Bu sayede kullanıcı, ana konsoldan bağımsız çalışarak iş akışını kolaylaştırır.

**Check&GO:** Görüntü kalitesi ve tarama parametreleri otomatik denetlenir, olası hatalar en aza indirilir, tekrar çekim ihtiyacı azalır. Çekim tamamlandığında aksiyal görüntüler otomatik olarak koronal (thorax, abdomen) veya sagittal (beyin, vertebra) kesitlere dönüştürülür. Böylece kontrast dağılımı ve tarama bölgesi hızlıca kontrol edilir, ek konsola gerek kalmaz.

Kontrastlı tetkik ve BT anjiyografi çekimlerinde, ilgili damara manuel ROI yerleştirme gereksinimi ortadan kalkar. Otomatik ROI teknolojisi, yanlış damar seçimini engelleyerek tetkiklerin daha hızlı ve doğru yapılmasını sağlar.

Bunun yanı sıra, topogram görüntüsünde küpe, fermuar, kolye, diş protezi, iğne veya para gibi metaller otomatik tespit edilir. Tablet üzerinde sarı bant ile işaretlenerek kullanıcı uyarılır ve metalin çıkarılması istenir. Böylece metal kaynaklı artefaktlar engellenir.

Gantriye entegre 2D hasta takip kamerası çekim süresince hastayı gerçek zamanlı olarak izler. Hastanın hareket edip etmediği, nefesini tutup tutmadığı ve kontrast madde enjeksiyonuna bağlı herhangi bir tepki verip vermediği anlık olarak takip edilebilir. Bu sayede hasta güvenliği artar, komplikasyonlara hızlı müdahale imkânı sağlanır, görüntü kalitesi korunur ve yeniden çekim ihtiyacı en aza indirilir.

**Recon&GO:** Ham veriler otomatik olarak yüksek kaliteli görüntülere dönüştürülür, rekonstrüksiyon süresi kısılır ve klinik karar verme hızlanır. Üç kesitsel planda (aksiyal, koronal, sagittal) simetrik görüntüler elde edilir. Ayrıca kalp (koroner), boyun (karotis) ve bacak (alt ekstremite–periferik) damarları otomatik olarak Curved MPR ve Curved MIP Thin formatlarında isimlendirilir. Ek iş istasyonuna gerek kalmadan analizler tamamlanır. 3D MIP ve VRT görüntülerinde kemikler otomatik çıkarılarak damarlar görselleştirilir. Yapay zekâ destekli, ham data temelli otomatik analiz algoritmaları sayesinde; vertebraların otomatik etiketlenmesi, akciğer nodüllerinin saptanması ve kaburgaların tek bir düzlemde açılımını sağlayan Rib Unfolding gibi uygulamalar güvenilir ve hızlı bir şekilde doğrudan ham veriler üzerinden rekonstrüksiyon ile elde edilir.

**CT View&GO:** Çekim sonrası görüntüler kolayca değerlendirilir, işlenir ve paylaşılır. Ana konsol aynı zamanda iş istasyonu işlevi görür. Damar bulma, damar analizi, kemik çıkarma ve endoskopik görüntüleme gibi post-processing uygulamaları doğrudan konsolda hızlıca yapılabilir.

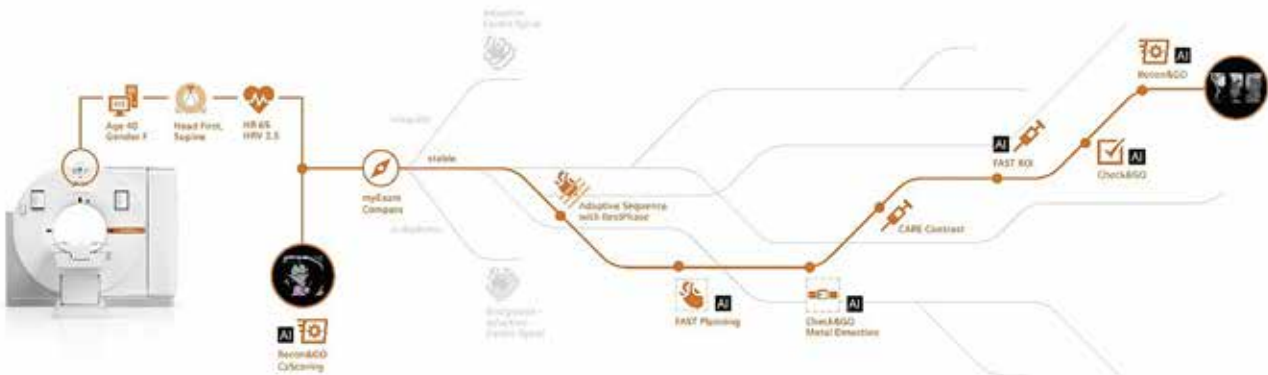


Dr. Öğretim Üyesi Sevcihan Kesen Özbek

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı

## Yüksek tüp performansı ile artan görüntü kalitesi

SOMATOM go.Top, Athlon™ tüp teknolojisi ve High Power 70 özelliği ile 825 mA'e kadar çıkan tüp akımlarında 70 kV tüp voltajı ile yüksek görüntü kalitesinde tarama yapmasını sağlar.



Kontrastlı çekimlerde tüp akımını (mA) artırmak hastanın maruz kaldığı etkin doz miktarını lineer olarak artırırken, tüp voltajını (kV) arttırmak doz miktarını eksponansiyel olarak artırır. SOMATOM go.Top hasta güvenliğini ön planda tutarak hastanın maruz kaldığı etkin dozun düşük olması için tüp voltajı (kV) değerini azaltarak, tüp akımı (mA) değerini artırma teknolojisini kullanır.

Bu sayede çok daha düşük dozlarda kontrastlı çekimler gerçekleştirilir. Ayrıca, kontrastlı çekimlerde tüp akımı (mA) arttırmak kontrast dansitesini arttırdığı için kontrast madde kullanımı da en aza indirilir. Böylece kontrast madde kullanımı azalırken, üre-kreatin düzeyi yüksek olan böbrek hastaların da güvenle BT incelemesi yapılabilir.

### Ultra yüksek çözünürlükte görüntüleme

SOMATOM go.Top sisteminde bulunan ADMIRE gelişmiş rekonstrüksiyon algoritması, gürültüyü görüntüdeki gerçek anatomik yapılardan yapay zekâ desteği ile ayırarak genişletilmiş bir üç boyutlu vokselle veri setinde çalışır. ADMIRE

rekonstrüksiyon algoritması %90'a kadar görüntü gürültüsü azaltma ve %150'ye kadar iyileştirilmiş düşük kontrastlı doku tespit edebilmesiyle günümüzdeki BT sistemlerindeki bulunan yapay zekâ/derin öğrenme rekonstrüksiyon algoritmalarına kıyasla en düşük radyasyon dozlarında en yüksek görüntü kalitesi sağlayarak en hızlı rekonstrüksiyon yapabilen algoritmadır.

SOMATOM go.Top sistemi 1024 x1024 matris ile 0.6 mm kesit kalınlığında 5 cm görüntü alanı (FOV) dahi ultra yüksek çözünürlükte ham veriler üzerinden rekonlar yaparak görüntü verir. Bu sayede en küçük doku ve lezyonlar daha kolay ayırt edilerek karakterize edilebilir.

### Ultra düşük dozlarda yüksek çözünürlüklü BT görüntüleme

Siemens Healthineers'in öncü teknolojileri sayesinde, çok düşük radyasyon dozlarında dahi BT tetkikleri yüksek görüntü kalitesiyle gerçekleştirilebilir.

SOMATOM go.Top sistemi, standart filtrelemelere (Alüminyum, Bakır vb.) ek olarak yalnızca Siemens Healthineers'e özgü ikinci bir filtrasyon sistemi olan Kalay Filtre (Tin Filter) ile donatılmıştır. Bu teknoloji sayesinde toraks, paranazal sinüs, sanal endoskopi, temporal kemik, ekstremiteler ve vertebra gibi kontrastsız çekimlerde ve takip hastalarında, röntgen dozuna yakın seviyelerde görüntüleme yapılabilir.

Siemens Healthineers'in X-CARE (Organ Bazlı Doz Azaltma) teknolojisi, bilgisayarlı tomografi (BT) cihazlarında kullanılan, hastaların radyasyona en duyarlı organlarını korumayı hedefleyen gelişmiş bir doz optimizasyon yöntemidir. Bu teknoloji sayesinde tarama sırasında göz merceği, tiroid, meme dokusu veya gonadlar gibi hassas organların bulunduğu bölgelerden geçen X-ışını tüp akımı otomatik olarak azaltılır ve böylece gereksiz radyasyon maruziyeti en aza indirilir. X-CARE, doz azaltımını yalnızca belirlenen açılarda uyguladığı için görüntü kalitesi korunur, tanılabilirlik kaybı yaşanmaz.

SOMATOM go.Top, kalay filtreleme teknolojisi, X-CARE (organ bazlı doz azaltma), ileri düzey rekonstrüksiyon algoritması ADMIRE ve ultra yüksek çözünürlüklü 1024x1024 matrisi özelliklerini bir arada sunar. Bu güçlü kombinasyon sayesinde hem ultra düşük dozlarda hem de ultra yüksek çözünürlükte BT protokolleri güvenle uygulanabilir. Böylece hastalar minimum radyasyon dozuyla dahi yüksek kaliteli görüntüler elde edilerek güvenli ve doğru tanı imkânı sağlanır.



Dr. Öğretim Üyesi Sevcihan Kesen Özbek ve Bilgisayarlı Tomografi Teknikerleri  
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı

## SOMATOM go.Top klinik uygulama alanları

### Kardiyak görüntüleme

Siemens Healthineers SOMATOM go.Top bilgisayarlı tomografi (BT) sistemi 1024 x 1024 ultra yüksek çözünürlüklü rekonstrüksiyon matrisi ile birlikte kullanılabilen ileri düzey yapay zekâ algoritması ADMIRE sayesinde, kardiyak BT anjiyografi çekimlerinde düşük dozlarda yüksek görüntü kalitesi ve en ince anatomik yapıların daha net değerlendirilmesini sağlayarak tanılabilirliği artırıyor. ZeeFree yazılımı, ham veriler üzerinden çalışarak düzensiz kalp atımı ve nefese bağlı gelişen basamak artefaktlarını etkin biçimde düzeltir. Böylece koroner damarlar daha net, güvenilir ve tanılabilir doğruluğu yüksek şekilde görüntülenir. Ayrıca High Power 70 teknolojisiyle vücut kitle endeksi yüksek olan hastalarda dahi 70kV ve 80 kV tüp voltajlarında 825 mA'e kadar tüp akım değerleri kullanılarak, daha düşük radyasyon dozlarında daha az kontrast madde enjeksiyonları ile maksimum hasta güvenliği sağlanarak koroner BT anjiyografi gibi zorlu çekimler tamamlanıyor. Koroner BT anjiyografi artık çok daha akıllı: Yapay zekâ destekli myExam Companion iş akış modeli, her hastada kalp atım hızına göre en uygun protokolü otomatik seçer, ROI'yi kendiliğinden yerleştirir ve BestPhase™ algoritmasıyla en doğru kardiyak fazı belirler. İnce kesit aksiyal hacim görüntülerine ihtiyaç duymadan, otomatik damar etiketlemesi yapılmış Curved

MPR ve Curved MIP Thin rekonstrüksiyonlar doğrudan elde edilir. Böylece koroner BT anjiyografi incelemeleri daha kısa sürede ve daha yüksek kaliteyle sunulur.

Siemens Healthineers tarafından geliştirilen Agatston eşdeğeri kalsiyum skorlama özelliği sayesinde minimum 120 kV'lık tüp voltajı ile yapılması gereken kalsiyum skorlama çekimleri, yapay zekâ desteği ile hastanın vücut kitle indeksine göre çok daha düşük tüp voltajlarında röntgen dozlarında yapıyor.

### Fonksiyonel ve morfolojik görüntüleme ile yüksek doku ayırımı

SOMATOM go.Top sistemimizde yer alan Siemens Healthineers'a özgü TwinBeam Dual Energy (TBDE) teknolojisi, tek taramada simültane olarak X-ışın tüpünden iki farklı enerji seviyesinde (kV) X-ışını üreterek dual enerji tetkiklerini mümkün kılar. Böylece tek tüp–tek dedektör yapısında, ek doz artışı olmadan aynı anda hem anatomik hem de fonksiyonel–morfolojik görüntüleme gerçekleştirilebilir.

Düşük enerjili X-ışınları, yumuşak dokuların daha iyi kontrastlanmasını sağlarken; yüksek enerjili X-ışınları, kalsiyum ve metal gibi yoğun yapıları daha belirgin hale getirir. Bu iki enerji seviyesindeki veriler, gelişmiş yazılım algoritmalarıyla işlenerek çok geniş bir klinik spektrumda fayda sunar.



*"Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde yüksek hasta hacmiyle çalışan bir radyoloji departmanı olarak, yakın zamanda çalışma fırsatı bulduğumuz Siemens Healthineers SOMATOM go.Top BT sisteminin kliniğimize entegrasyonu günlük pratiğimizi kolaylaştırdı. MyExam Companion ve GO Teknolojileri (Scan&GO, Check&GO, Recon&GO) sayesinde, teknisyenlerimizin protokol seçiminden ileri görüntü işlemeye kadar tüm süreçleri hızlı ve basit hale gelmiş görünüyor. ADMIRE rekonstrüksiyonu, Kalay Filtre ve X-CARE teknolojilerinin kombinasyonun radyasyon dozlarında düşüş sağlamakta olduğunu deneyimledik. Takip hastalarında, özellikle toraks ve paranazal sinüs incelemelerinde bu düşüşten oldukça memnunuz. TwinBeam Dual Enerji teknolojisi ile özellikle onkoloji vakalarında tümör vaskülaritesini değerlendirme ve gut hastalarında ürat kristallerini tespit etme gibi fonksiyonel bilgileri rutin pratiğimizde kullanıyor ve tanısal anlamda oldukça faydalı buluyoruz. Sonuç olarak, SOMATOM go.Top oldukça yoğun bir çalışma akışına sahip kliniğimizde hem hasta güvenliğini hem de tanısal doğruluğu optimize ederek, hastalarımıza daha hızlı ve güvenli bir hizmet sunmamızı sağlıyor."*

**Dr. Öğretim Üyesi Sevcihan Kesen Özbek**

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı

TwinBeam Dual Energy (TBDE) uygulamaları şu şekildedir: Virtual Non-Contrast (VNC), iyot haritaları, monoenerjetik görüntüleme, beyin kanama ayrımı, dual enerji ile direkt anjiyografi, kontrast optimizasyonu, sert plakların kaldırılması ve üriner taş karakterizasyonu, gut hastalığı analizi, kemik ödemi analizi, akciğer perfüzyon değerlendirmesi.

### **Nörolojik görüntüleme**

Siemens Healthineers SOMATOM go.Top sistemi, nörolojik görüntülemede yüksek tanısal güvenilirlik sunmak üzere gelişmiş yazılım ve donanım çözümleriyle donatılmıştır. Stellar entegre dedektör teknolojisi, sensör ve elektronik bileşenleri tek yapıda birleştirerek sistem gürültüsünü azaltır ve gereksiz radyasyon dozunu ortadan kaldırır. Bu sayede düşük doz seviyelerinde dahi yüksek kaliteli görüntüler elde edilir ve temporal kemik gibi ince anatomik detaylarda tanısal doğruluk korunur.

Sistemde yer alan iBHC (Iterative Beam Hardening Correction) algoritması, ham veri tabanlı modelleme ile özellikle posterior fossa bölgelerinde sık karşılaşılan ışın sertleşmesi artefaktlarını etkin biçimde düzeltir. Böylece yalancı patolojiler engellenir,

küçük anatomik yapılar daha net değerlendirilir. Ayrıca iBHC'nin iyot modellemesi sayesinde intravenöz kontrast enjeksiyonu yapılan incelemelerde HU değerlerinde %20'nin üzerinde iyileştirme sağlanarak kontrast görünümü daha doğru ve güvenilir hale gelir.

SOMATOM go.Top, 0.33 saniyelik hızlı rotasyonu ve 1.5 pitch masa hızı ile saniyede 17,5 cm'lik tarama alanı sunar. Bu sayede beyin ve karotis BT anjiyografileri, venöz kontaminasyon olmadan ve en düşük kontrast dozlarıyla güvenle gerçekleştirilebilir. Kontrastın en yüksek yoğunluğa ulaştığı anda yapılan görüntüleme, damarları hareket artefaktlarından arındırılmış ve yüksek kontrast yoğunluğunda sunar. Ayrıca 1024×1024 ultra yüksek çözünürlüklü matriks, ADMIRE ileri iteratif rekonstrüksiyon algoritması ve iBHC desteği ile en küçük damar yapıları ve ince anatomik detaylar dahi düşük dozlarda yüksek netlik ve tanısal güvenilirlikle değerlendirilebilir. TwinBeam Dual Energy (TBDE) teknolojisi, akut intrakraniyal hemoraji ile kontrast ekstravazasyonunun güvenilir ayrımını sağlar. Ayrıca blooming artefaktlarını azaltarak beyin ve karotis anjiyografilerinde yüksek kontrast çözünürlüğü ile damar yapılarının daha etkin biçimde değerlendirilmesini mümkün kılar.

SOMATOM go.Top, 1.5 saniyelik kısa rotasyon süresi ile beyin perfüzyon çalışmalarında yüksek zamansal çözünürlük elde edilmesini sağlar; böylece akut inme yönetiminde kontrast bolusunun serebral parankimden geçişi ayrıntılı biçimde izlenerek nöroperfüzyon protokollerinde güvenilir ve hassas değerlendirme olanağı sunar. Bu sayede CBF, CBV, MTT ve Tmax gibi kritik perfüzyon parametreleri daha doğru hesaplanır. Siemens Healthineers'in gelişmiş 4D gürültü azaltma algoritmalarıyla desteklenen bu süreç, düşük dozda dahi yüksek kontrast-gürültü oranı (CNR) ve tanısal doğruluk sunar. Yüksek zamansal çözünürlük sayesinde çekirdek ve penumbra ayrımı daha net yapılır; tedavi kararları hızlanır ve tanısal isabet artar.

Tüm analizler otomatik olarak gerçekleştirilir ve sonuçlar tetkik bitiminde PACS'e doğrudan gönderilir. Böylece SOMATOM go.Top, yalnızca rutin beyin BT incelemelerinde değil, aynı zamanda akut inme yönetiminde de yüksek hız, güvenilirlik ve hasta güvenliği sağlayan eksiksiz bir çözüm sunar.

## Onkolojik görüntüleme

SOMATOM go.Top, onkolojik incelemelerde hem morfolojik hem de fonksiyonel bilgi sunarak tanısal güvenilirliği artırır. Siemens Healthineers'e özgü TwinBeam Dual Energy (TBDE) teknolojisi sayesinde multiphase incelemeler daha düşük kontrast miktarlarında güvenle gerçekleştirilebilir. İyot haritaları, tümör vaskülaritesi, lezyon viabilitesi ve tedavi yanıtının kantitatif olarak değerlendirilmesini sağlar. Virtual Non-Contrast (VNC) özelliği ile ek prekontrast çekime gerek kalmadan kontrastsız faz sanal olarak oluşturulabilir; böylece takip hastalarında hem radyasyon dozu hem de tarama süresi azaltılır. Monoenerjetik düşük keV görüntüler, küçük metastazların daha belirgin kontrastlanmasını sağlarken; ADMIRE ileri iteratif rekonstrüksiyon algoritması ile küçük lezyonların dahi düşük dozlarda net takibi mümkündür.

Tüm bu teknolojiler sayesinde SOMATOM go.Top, onkoloji pratiğinde güvenilir, düşük dozlu, kontrast madde açısından optimize edilmiş ve tekrarlanabilir incelemeler için eksiksiz bir çözüm sunar.

## Pulmonoloji görüntüleme

SOMATOM go.Top, pulmoner incelemelerde düşük doz, yüksek kontrast çözünürlüğü ve fonksiyonel değerlendirme avantajlarını bir araya getirir. Siemens Healthineers'e özgü Tin Filter teknolojisi, toraks taramalarının röntgen dozuna

yakın seviyelerde güvenle gerçekleştirilmesini sağlar. TwinBeam Dual Energy (TBDE) teknolojisi ile elde edilen pulmoner perfüzyon haritaları, bölgesel ventilasyon-perfüzyon dengesizliklerinin değerlendirilmesinde klinik değeri artırır. Monoenerjetik rekonstrüksiyonlar, düşük keV seviyelerinde kontrast yoğunluğunu artırarak damar-parankim ayrımını güçlendirir; yüksek keV seviyelerinde ise artefaktları azaltır. Bu yaklaşım sayesinde, böbrek fonksiyonlarının korunmasına yönelik düşük kontrast madde hacimleriyle pulmoner emboli ve toraks BT incelemeleri güvenle yapılabilir. Düşük doz ve düşük kontrast miktarlarıyla elde edilen yüksek kaliteli görüntüler, özellikle KOAH ve interstisyel akciğer hastalıklarında takip incelemelerinin güvenle tekrarlanmasına olanak verir. Tüm bu özellikleriyle SOMATOM go.Top, pulmonoloji alanında hem morfolojik hem de fonksiyonel düzeyde yüksek tanısal kesinlik sunar.

## Ortopedi görüntüleme

SOMATOM go.Top, ortopedik görüntülemede metal artefakt azaltımı, kemik dokusunun yüksek çözünürlükte incelenmesi ve düşük doz protokoller için optimize edilmiştir.

iMAR (iterative Metal Artefact Reduction) teknolojisi, 8 farklı algoritma modu ile protez ve implant kaynaklı artefaktları klinik senaryoya göre uyarlanabilir biçimde azaltır; böylece çevre yumuşak dokuların, eklem yapıların ve kemik-implant ilişkilerinin daha net ve güvenilir şekilde değerlendirilmesini sağlar.

Dual Energy (TBDE) uygulamaları, travma sonrası kemik ödeminin erken dönemde non-invaziv olarak saptanmasına ve gut gibi metabolik hastalıklarda ürat kristali ayrımı ile doku karakterizasyonunun geliştirilmesine olanak tanır; böylece klinik karar süreçleri hızlanır ve tanısal güvenilirlik artar.

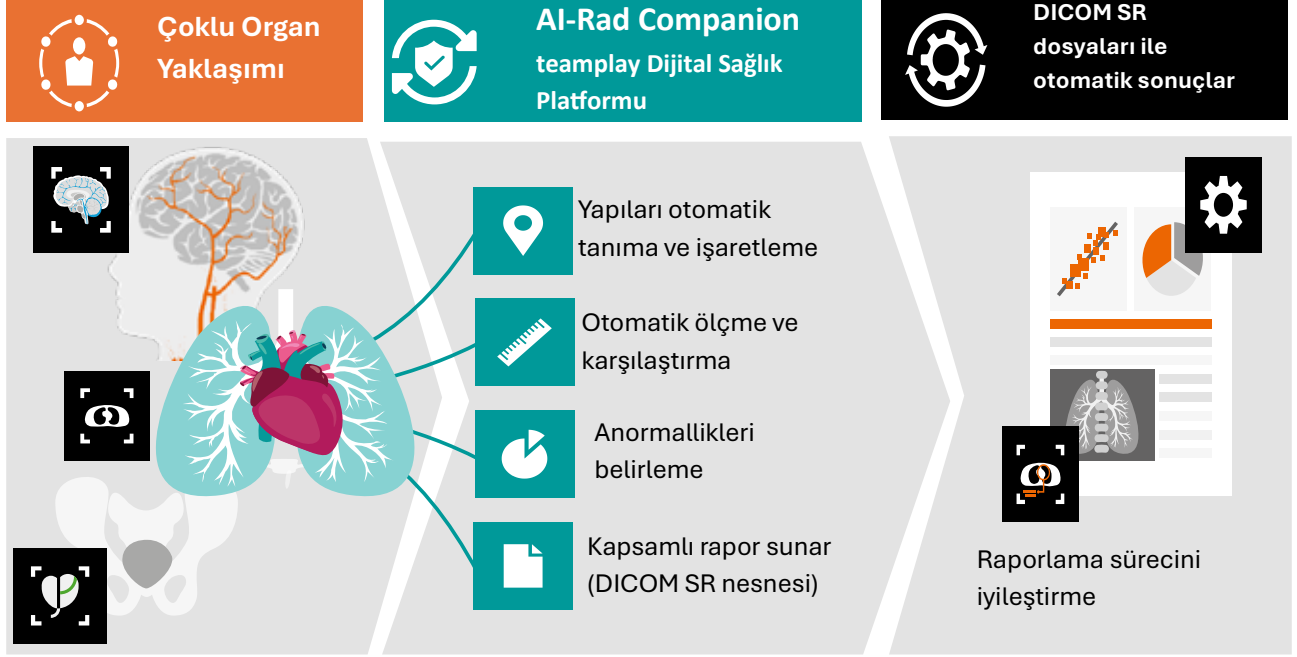
Tin Filter teknolojisi, ekstremitelerdeki çekimlerini ultra düşük doz seviyelerinde, neredeyse röntgen eşdeğeri dozlarla güvenle gerçekleştirir.

1024×1024 matriks ve ADMIRE ileri iteratif rekonstrüksiyon algoritması desteği sayesinde, ultra yüksek çözünürlükte trabeküler kemik yapılar ve en küçük detaylar maksimum netlik ve tanısal güvenilirlikle görüntülenir.

Tüm bu teknolojiler sayesinde SOMATOM go.Top, ortopedi pratiğinde hem protezli olguların hem de travmatik vakaların değerlendirilmesinde yüksek çözünürlük, düşük doz ve hasta konforunu bir arada sunan eksiksiz bir çözümdür. ●

# AI-Rad Companion

Yapay zekâ tabanlı radyoloji klinik karar destek sistemi



**A**I-Rad Companion, satıcıdan bağımsız (vendor-neutral) ve çoklu organ desteği sunan yapay zekâ tabanlı çözümlerden oluşan bir ailedir. Bu çözümler, görüntüye dayalı klinik karar verme süreçlerini desteklemek üzere geliştirilmiştir. Radyologların artan iş yükü ve zorluklarla başa çıkabilmelerine yardımcı olmak için farklı kullanım alanlarına yönelik çözümler tasarlanmıştır.

BT, MR veya X-ray görüntüleri yazılım tarafından işlendikten sonra, derin öğrenme algoritmaları otomatik olarak veriyi analiz eder. Bu analiz sırasında değerli klinik anotasyonlar, ölçümler, yapılandırılmış bulgular ve kapsamlı raporlar sunar. Tüm sonuçlar onay ekranında veya doğrudan PACS (Picture Archiving System) üzerinde görüntülenebilir, kullanıcı tarafından kabul edilebilir ya da reddedilebilir.

Onaylanan sonuçlar tek bir tıklama ile PACS'a, Tedavi Planlama Sistemi'ne (TPS) veya seçilen başka bir hedef sisteme gönderilebilir. Bu süreç boyunca tüm adımlar klinisyenin kontrolü altında kalır. Farklı AI-Rad Companion çözümleri, rutin iş akışlarını hızlandırmaya yardımcı olurken, tekrarlayan görevleri üstlenir. Ayrıca, tıbbi görüntülerin yorumlanmasında gözlemciler arası farklılıkları azaltmaya katkı sağlar. Otomatikleştirilen rutin işlemler, klinisyenlere kritik konulara odaklanmaları için daha fazla zaman kazandırmayı amaçlar. ●

Morfometri ve WMH (Beyaz Cevher Hiperintensitesi)  
analizinde görüntüleme karar destek yardımcınız



**AI-Rad Companion**

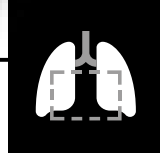
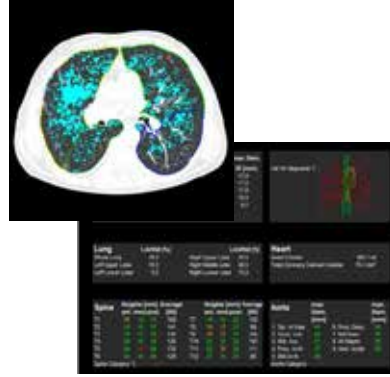
**Brain MR**

40+ bölgenin segmentasyonu ve hacim ölçümü

Beyaz Cevher Hiperintensite tespiti ve hacim ölçümü

Eski ve yeni tetkik karşılaştırması

Toraks BT yorumlamasında  
görüntüleme karar destek yardımcınız



**AI-Rad Companion**

**Chest CT**

Anfizem ve Pnömoni tespit ve takibi

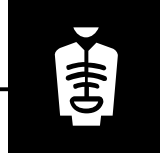
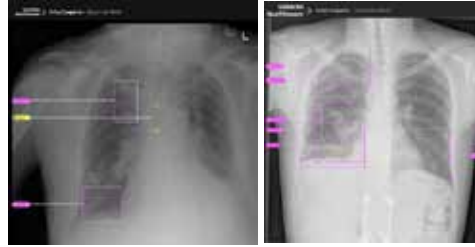
Akciğer lezyonlarının ölçümü

Aort, vertebra ölçümü

Kardiyak kalsifikasyon tespiti

Eski ve yeni tetkik karşılaştırması

Akciğer grafisi yorumlamasında  
yardımcınız



**AI-Rad Companion**

**Chest X-ray**

Pnömotoraks

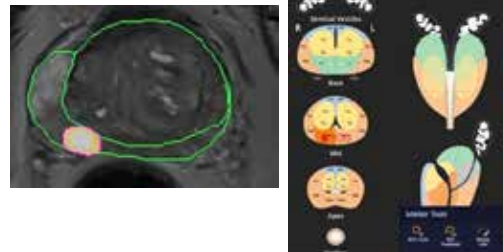
Atelektazi

Lezyon Tespiti

Konsolidasyon

Plevral Efüzyon

Prostat değerlendirmede  
yardımcınız



**AI-Rad Companion**

**Prostate MR**

Prostat Hacmi

Lezyon Tespiti

PI-RADS skora

# Beyinde 3D Arterial Spin Labeling ile yüksek çözünürlüklü perfüzyon görüntüleme

Juan Álvarez-Linera Prado, M.D.<sup>1</sup>; Marta Vidorreta, Ph.D.<sup>2</sup>; Rosa Heredia Padilla<sup>1</sup>; Loreto Martínez Gálvez<sup>1</sup>; Josef Pfeuffer, Dr. rer. nat.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Radyoloji Birimi, Hospital Ruber Internacional, Madrid, İspanya

<sup>2</sup>Siemens Healthineers, Madrid, İspanya

<sup>3</sup>Siemens Healthineers, Uygulama Geliştirme, Erlangen, Almanya

## Hedefler

- Non-invaziv MR perfüzyon görüntüleme için Arterial Spin Labeling'in (ASL) metodolojisini açıklamak.
- Klinik nörolojik uygulamalar için ASL protokollerindeki son geliştirmeleri ve standardizasyonu vurgulamak.
- Gelişmiş işaretleme ve derin öğrenme yöntemlerini kullanarak yüksek çözünürlüklü ASL-tabanlı serebral kan akım (CBF) görüntülerini optimize etmek.
- Optimize edilmiş ASL protokolünün pediatrik ve yetişkin hastalarda beyin görüntülemesindeki performansını değerlendirmek.
- Vaka çalışmaları ile ASL'nin epilepsinin ve beyin tümörlerinin teşhisindeki klinik faydasını göstermek.

## Arterial Spin Labeling Nedir?

Arterial Spin Labeling (ASL) ilk olarak 1990'ların başında John A. Detre ve çalışma arkadaşları [1] tarafından bir non-invaziv MR perfüzyon görüntüleme tekniği olarak önerilmiştir. Bu tekniğe endojen kontrast olarak gadolinyum (Gd) yerine, manyetik olarak işaretlenmiş arteriyel kan suyu kullanılmakta; bu sayede doku perfüzyonu kantitatif olarak değerlendirilebilmektedir. ASL MR'da kan işaretleme işlemi, ASL MR'ın sinyali radyo-frekans (RF) pulsarı ile ters çevrilerek yapılır ve bir işaretleme süresi (LD) ile işaretlenmiş görüntüler, bir işaretleme sonrası gecikmeden (PLD) sonra elde edilir; bu sayede işaretlenmiş kanın dokuya geçmesi için yeterli zaman sağlanmış olur. Kanın işaretlenmesi hariç olmak üzere, kontrol görüntüleri de aynı koşullar altında elde edilir ve kontrol görüntüleri ile işaretlenmiş görüntüler arasındaki sinyal farkı perfüzyon kontrastını sağlar (Şekil 1).



**1** Beyin perfüzyonu ölçmek için ASL (Arterial Spin Labeling) prensibine bir örnek. ASL MR bir çıkarma (subtraction) tekniğidir: Etiketleme görüntüsünde (1A), beyne doğru akan arteriyel kan, boyun seviyesinde RF darbeleri kullanılarak manyetik olarak etiketlenir. Kontrol görüntüsünde (1B), etiketleme görüntüsündekiyle aynı koşullar uygulanır, ancak kan etiketlenmez. Kontrol ve etiketleme görüntüleri arasındaki fark (1C), perfüzyon ağırlıklı görüntüyü verir. Beyindeki perfüzyon sinyali, toplam doku sinyal yoğunluğunun yalnızca %1–2'sini temsil ettiğinden, SNR'yi (Sinyal-Gürültü Oranı) artırmak için genellikle çoklu ortalama alma (multiple averaging) ve statik doku sinyalini bastırma stratejileri uygulanır.

## Klinik uygulamada arterial spin labeling

Son yıllardaki önemli teknik geliştirmeler sayesinde ASL, nörolojik uygulamalarda rutin klinik kullanım için uygun olan güvenilir bir teknik haline gelmiştir [3–5]. Burada ISMRM Perfüzyon Çalışma Grubu ve Avrupa Demansta ASL konsorsiyumu tarafından yayınlanan konsensüs önerileri [6], beyin perfüzyon görüntüleme için MR aküzyon protokollerinin standardizasyonuna önemli katkılar sağlamıştır. Bugüne kadar önerilen uygulama; yalancı-sürekli işaretleme (PCASL), statik doku sinyalini azaltmak için bir arka plan baskılama (BS) şeması ve, hastanın yaşına uygun hale getirilmiş PLD gecikmeleri (bkz. [6]’da Tablo 1) ile işaretleme sonrasında (PLD) tek bir zaman noktasında toplanan görüntüler ile segmentli bir 3D okuma ile birlikte, düzlem içinde 3–4 mm, düzlem boyunca 4–8 mm olan bir uzamsal çözünürlüğü içeren 3D ASL’dir.

ASL başlangıçta serebral kan akımını (CBF) ölçmek üzere tasarlanmış olsa da, mevcut durumda perfüzyonun ötesinde [7]; ASL-tabanlı fMRI, damar selektif ASL<sup>1</sup> ve vücut ASL<sup>2</sup> [8] gibi çok çeşitli uygulamaları içermektedir. Bu da ASL’nin, beyin dışında karaciğer, böbrek veya kalp gibi insan vücudunun herhangi bir bölümüne uygulanabileceğini göstermektedir. Bu konuyla ilgili geliştirmeler devam etmektedir. Yine de bu teknikler halen daha keşif aşamasındadır ve tekniklerin klinik rutinde uygulanmaya hazır olması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle bu makalede yalnızca beyne odaklanılmaktadır. Akut iskemik inme ve steno-oklüzif hastalık, arteriyovenöz malformasyonlar ve fistüller, beyin tümörleri, nörodejeneratif hastalık, nöbetler/epilepsi dahil olmak üzere, ASL’nin klinik nöro-görüntüleme ve pediatrik nöroradyoloji uygulamalarında kullanımına ve yorumlanmasına ilişkin endikasyonları içeren faydalı bir derlemeye ilgili çalışmadan [9] ulaşılabilir. MR, bu alanların çoğunda tanı ve tedavi sonrası izleme süreçleri için tipik olarak tercih edilen seçim yöntemidir. Burada ASL-tabanlı perfüzyon, beyin lezyonlarının radyasyon kullanılmadan ve gadolinyum tabanlı kontrast madde uygulamasına ihtiyaç duyulmadan tespitine ve yorumlanmasına yardımcı olan değerli destekleyici bilgiler sağlayabilmektedir. Örneğin anormal perfüzyon, epilepside fokal kortikal displazi alanlarını vurgulayabilmektedir; bu alanların yüksek alanlarda bile tespiti zor olabilmektedir. Gelecekte dinamik duyarlılık kontrast (DSC) MR perfüzyon çalışmaları, hava ve hemorajik odak noktalarının varlığında ortaya çıkan duyarlılık artefaktlarına daha meyilli olduğundan; bu yöntem, özellikle post-operatif alanda tümör derecelendirme ile ilgili bilgiler sağlamak açısından da uygundur.

## Yüksek çözünürlüklü perfüzyon görüntüleme

ASL’nin temel sınırı, doku hacmi başına işaretlenen kanın miktarının düşük olması ve işaretleme konumundan dokuya geçiş esnasında işaretlenen kanın T1 relaksasyonu nedeniyle düşük intrinsik sinyal-gürültü oranıdır (SNR). Bu nedenle ASL’nin SNR düzeyini iyileştirmek, tekniğin ilk bulunduğu tarihten itibaren önemli araştırma hedeflerinden biri olmuştur. Verimli işaretleme, güçlü arka plan bastırma ve 3D okumaların kullanımı SNR’nin iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır ve mevcut durumda, klinik rutinde en yeni ASL sekansları ile önceden tanımlanan önerilen çözünürlük (düzlem içinde 3–4 mm, düzlem boyunca 4–8 mm) ile 4–5 dakikanın altında kaliteli perfüzyon haritaları elde etmek mümkündür [6,10].

Yine de bazı klinik uygulamalarda, spesifik kohort ihtiyaçlarını göz önünde bulundurmak için, önceden tanımlanan önerilerde özel düzenlemeler yapmak gerekebilmektedir [9–11]. Örneğin pediatrik görüntülemede, beyin boyutları daha küçük olduğundan daha küçük voksel büyüklüklerinin kullanılması gerekmektedir; aynı zamanda, örneğin beyin tümörü durumunda lezyon davranışını değerlendirme imkanı da seçilen görüntü çözünürlüğü ile sınırlıdır. Voksel büyüklüğünün azaltılması doğrudan SNR’nin azalmasına neden olmaktadır. Bu kaybı telafi etmeye yönelik yaklaşımlardan biri, kontrol-işaret aküzyonu sayısını artırmaktır. Bu yaklaşım, aküzyon sürelerini önemli ölçüde uzatmaktadır. Aşırı sedasyon/anestezi kullanımını veya hareketle ilgili artefaktların artmasını önlemek için, aküzyon sürelerinin mümkün olduğunca kısa tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, daha yüksek çözünürlüklü haritalar elde etmek için yenilikçi ve alternatif yaklaşımlar kullanılmalıdır.

Bu çalışmada, güçlü arka plan bastırma, 3D GRASE segmentli okuma ve 3D CAIPIRINHA hızlandırma şemasını içeren bir PCASL araştırma sekansı kullanılarak, yüksek çözünürlüklü ASL-tabanlı CBF görüntülemesi optimize edilmiştir. [12]. Çalışmada hedef voksel çözünürlüğü 2,5 × 2,5 × 2,5 mm<sup>3</sup> olarak seçilmiş ve protokoller, beyin tamamını kapsayacak şekilde hem pediatrik hem de yetişkin bireylerde test edilmiştir. SNR ile aküzyon süresini dengeleyecek şekilde optimum tekrarlama sayısını hesaplamak için birden fazla işaret-kontrol ortalaması elde edilmiştir.

Gürültü giderme ve çözünürlük artırma işlemleri için bir 3D derin öğrenme (DL) ile k-alan-görüntü rekonstrüksiyon yöntemi olan Deep Resolve Boost, ve bir süper-çözünürlük

<sup>1</sup>Damar selektif ASL, Siemens Healthineers tarafından ticari kullanım amacıyla sunulmamaktadır. Yasal nedenlerden dolayı gelecekte kullanılabilirliği garanti edilemez.

<sup>2</sup>Çalışma devam etmektedir. Uygulama şu anda geliştirme aşamasındadır ve ABD’de veya diğer ülkelerde satılmamaktadır. Gelecekte kullanılabilirliği garanti edilemez.

yöntemi olan Deep Resolve Sharp uygulanmıştır [13]. DL ile rekonstrüksiyon, iki adet bağımsız ve birbirini izleyen işlem adımından oluşmaktadır. Öncelikle U-net'ler kullanılarak, paralel görüntüleme rekonstrüksiyonu ve 3D görüntü düzenleme işlemlerinin sırayla yapıldığı altı tekrar ile, değişken bir ağ mimarisi kullanılarak, elde edilen çözünürlükte Deep Resolve Boost görüntüleri üretilmektedir. Ağ parametreleri, sağlıklı gönüllülerin tamamen örneklenmiş yüzlerce 3D veri setine dayalı olarak, çeşitli vücut bölgelerinden gözetimli eğitim yoluyla belirlenmiştir. İkinci adımda, Deep Resolve Sharp için, elde edilen görüntüler, iki faktörlü interpolasyon ile bir DL-tabanlı süper çözünürlük algoritması kullanılarak interpolate edilmiştir. Her iki adım, özel bir GPU kümesinde ve ileride taramacı rekonstrüksiyon veri hattında kullanılmak üzere dışa aktarılan ağlar ile eğitilen PyTorch'ta uygulanmıştır.

| Protokol görüntüleme parametreleri    | Birimler           | Değer             |
|---------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Görüş alanı                           | [mm <sup>2</sup> ] | 200 × 200         |
| Düzlem içi çözünürlük                 | [mm <sup>2</sup> ] | 2.5 × 2.5         |
| Matriks boyutu                        | –                  | 80 × 80           |
| Kesit sayısı                          | –                  | 54                |
| Kesit kalınlığı                       | [mm]               | 2.5               |
| Faz / Kesit yüksek hızda örnekleme    | [%]                | 10 / 12.5         |
| Eko / Tekrarlama süresi               | [ms]               | 16.4 / 4000       |
| Yeniden odaklama döndürme açısı       | [derece]           | 160               |
| CAIPIRINHA hızlanma faktörü           | –                  | 2 × 2, kaydırma 1 |
| Çekim sayısı                          | –                  | 4                 |
| EPI / Turbo faktörü                   | –                  | 21 / 15           |
| Alıcı bant genişliği                  | [Hz/piksel]        | 2500              |
| İşaret kontrol ortalamalarının sayısı | –                  | 12 / 15           |
| Toplam tarama süresi                  | [dk:sn]            | 6:50 / 8:26       |

**Tablo 1:** Optimize edilmiş yüksek çözünürlüklü 3D ASL GRASE protokolünün görüntüleme parametreleri.

## ASL görüntüleme protokolü

MR verileri, 32 kanallı bir baş coil'i bulunan bir MAGNETOM Prisma sisteminde (yazılım versiyonu syngo MR XA30, Siemens Healthineers, Erlangen, Almanya), bir PCASL 3D GRASE araştırma sekansı kullanılarak elde edilmiştir<sup>2</sup>. LD 2 saniye olarak ayarlanmış, PLD süreleri ise yetişkinler için 1,8 saniye, pediatrik denekler için 1,5 saniye olarak ayarlanmıştır. İşaretleme düzlemi, beyni besleyen arterlere [14] dik olacak ve varsa diş implantlarından kaçınılacak şekilde, C1–C2 omurga seviyesinde dikkatli bir şekilde konumlandırılmıştır. Dört pulslu bir arka plan bastırma şeması kullanılmıştır. Tüm görüntüleme parametreleri Tablo 1'de açıklanmaktadır. İşaret-kontrol ölçümlerinin sayısı 12 ile 15 aralığında seçilmiş, bu doğrultuda elde edilen akuzisyon süreleri 7 ile 8,5 dakika aralığında olmuştur. 5 dakikanın altında aynı akuzisyon sürelerinde çevrimdışı rekonstrüksiyonlu perfüzyon haritaları oluşturmak için, DL ile rekonstrüksiyon algoritmaları uygulanırken ölçüm sayısı 8'e düşürülmüştür.

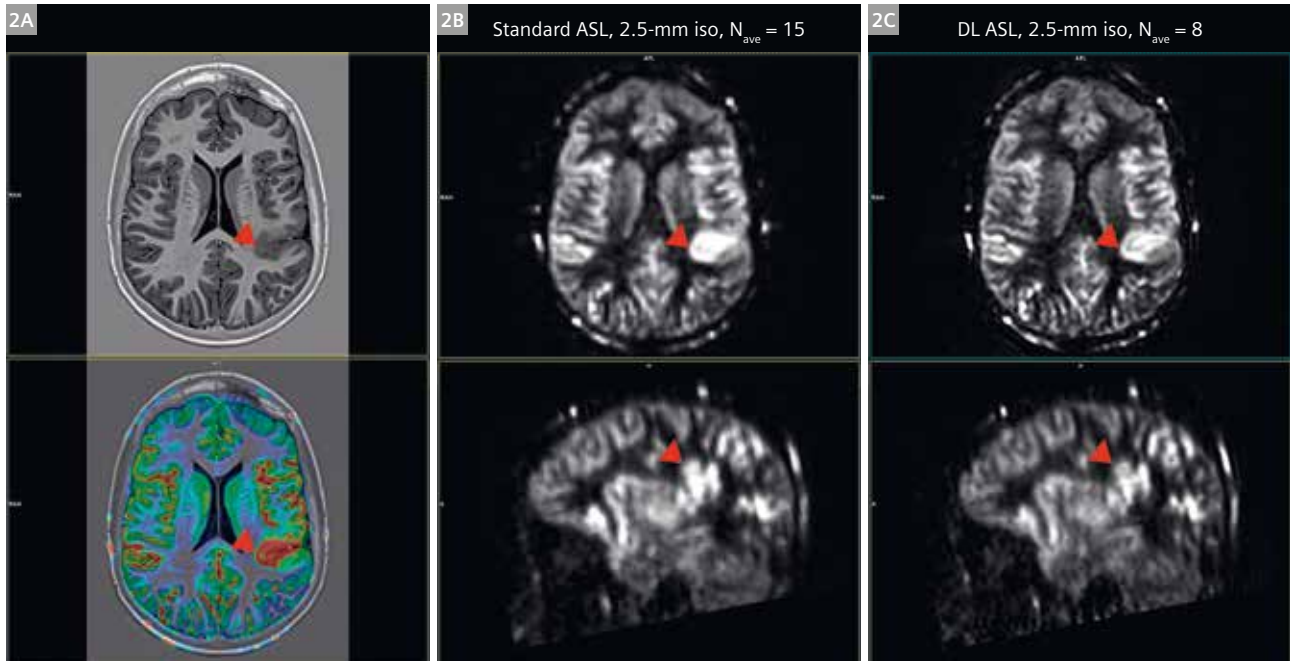
## Klinik örnekler

### Vaka 1

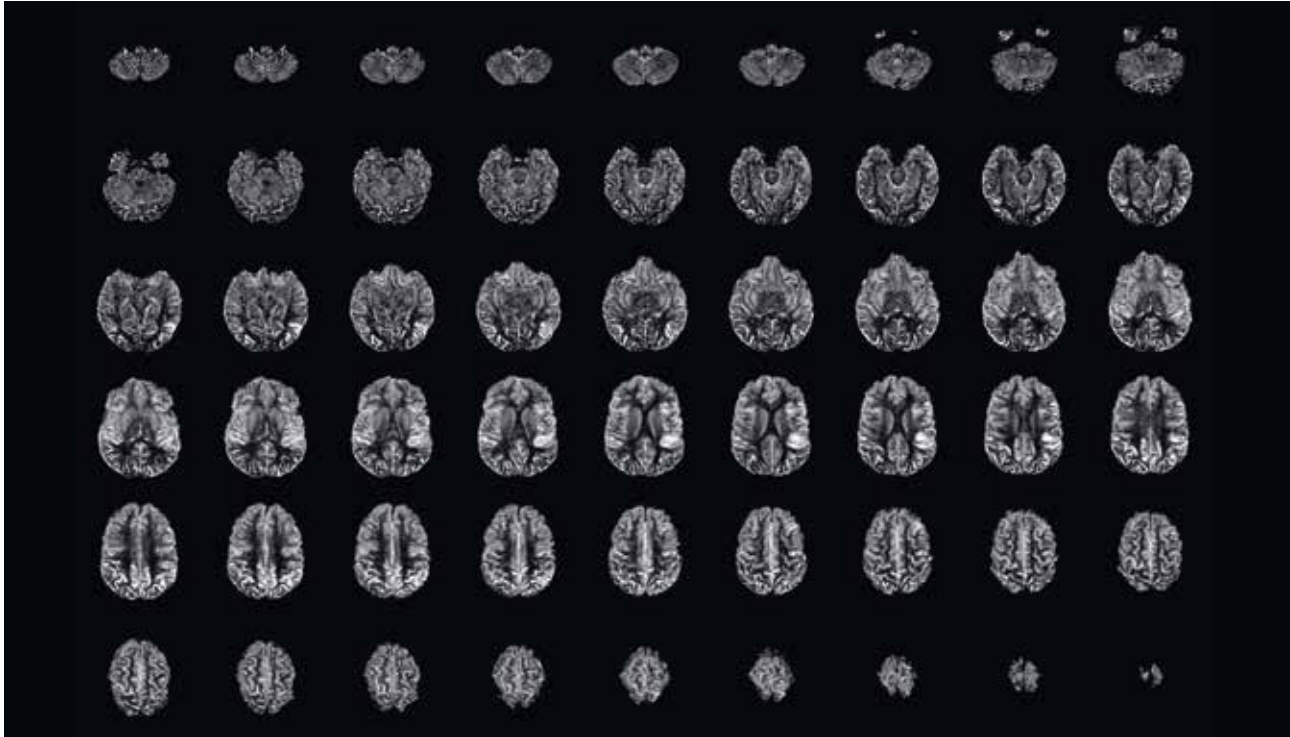
Daha önce yapılan bir MR çalışmasına göre iki şüpheli fokal kortikal displazi (FCD) lezyonu (biri sol paryetal lobda, diğer sağ precentral girusta) ile birlikte DEPDC5 ile ilişkili inatçı epilepsisi bulunan 15 yaşında erkek hasta. EEG, iki epileptojenik aktivite odak noktasını doğrulamaktadır. Sol paryetal FCD sürekli aktivite göstermektedir ve bu durum, video-EEG kaydı esnasında doğrulandığı üzere nöbet başlangıcı ile ilişkilidir. FDG-PET de bu bölgede hipometabolizma varlığını doğrulamaktadır.

Şekil 2'de, hem anatomik hem de perfüzyon görüntülerinde sol taraftaki FCD alanını (kırmızı ok) gösterilmektedir. ASL'den türetilen haritalarda belirgin bir hiperperfüzyon paterni gözlemlenmekte ve bu durum, MR tetkiki esnasında paroksizmal epileptiform aktivitesini düşündürmektedir. Şekil 3'te, yalnızca N = 8 ölçüm kullanılarak DL ile rekonstrükte edilen ortalama perfüzyon haritasının 54 kesitinin tamamı gösterilmektedir (toplam eşdeğer akuzisyon süresi < 5 dakika). DL ile rekonstrüksiyon, görüntü keskinliğini artırırken SNR düzeyini korumakta; bu sayede, en çok FCD bölgesinin içinde dikkat çeken gri madde perfüzyonunun daha detaylı bir şekilde görüştürülmesine imkan sağlamaktadır.

<sup>2</sup> Çalışma devam etmektedir. Uygulama şu anda geliştirme aşamasındadır ve ABD'de veya diğer ülkelerde satılmamaktadır. Gelecekte kullanılabilirliği garanti edilemez.



**2 Epilepsi vakası** (15 yaşında erkek hasta). Kırmızı oklar, sol paryetal lobdaki fokal kortikal displaziyi işaret etmekte ve ASL'den türetilen perfüzyon haritalarının yansıttığı üzere, MR esnasında yüksek perfüzyon aktivitesini göstermektedir. Panel (2A), yüksek çözünürlüklü 2D T1-ağırlıklı TIRM görüntüsünü (üst) ve üzerindeki perfüzyon haritasını (alt) göstermektedir. Panel (2B),  $N = 15$  ölçümde (toplam aküzyon süresi = 8,5 dakika) ortalaması alınan, elde edilen 2,5-mm izotropik ortalama perfüzyon-ağırlıklı haritayı hem aksiyal (üst) hem de sagittal (alt) görünümde göstermektedir. Panel (2C), DL algoritmaları uygulandıktan sonra yalnızca  $N = 8$  ölçümde (toplam eşdeğer aküzyon süresi < 5 dakika) ortalaması alınan, rekonstrükte edilen 2,5-mm izotropik ortalama perfüzyon-ağırlıklı haritayı göstermektedir. DL ile rekonstrüksiyon işlemi uygulandıktan sonra artan keskinlik, en çok FCD bölgesinin içinde dikkat çeken belirgin kortikal perfüzyon paternlerinin daha iyi görselleştirilmesine imkan sağlamaktadır.

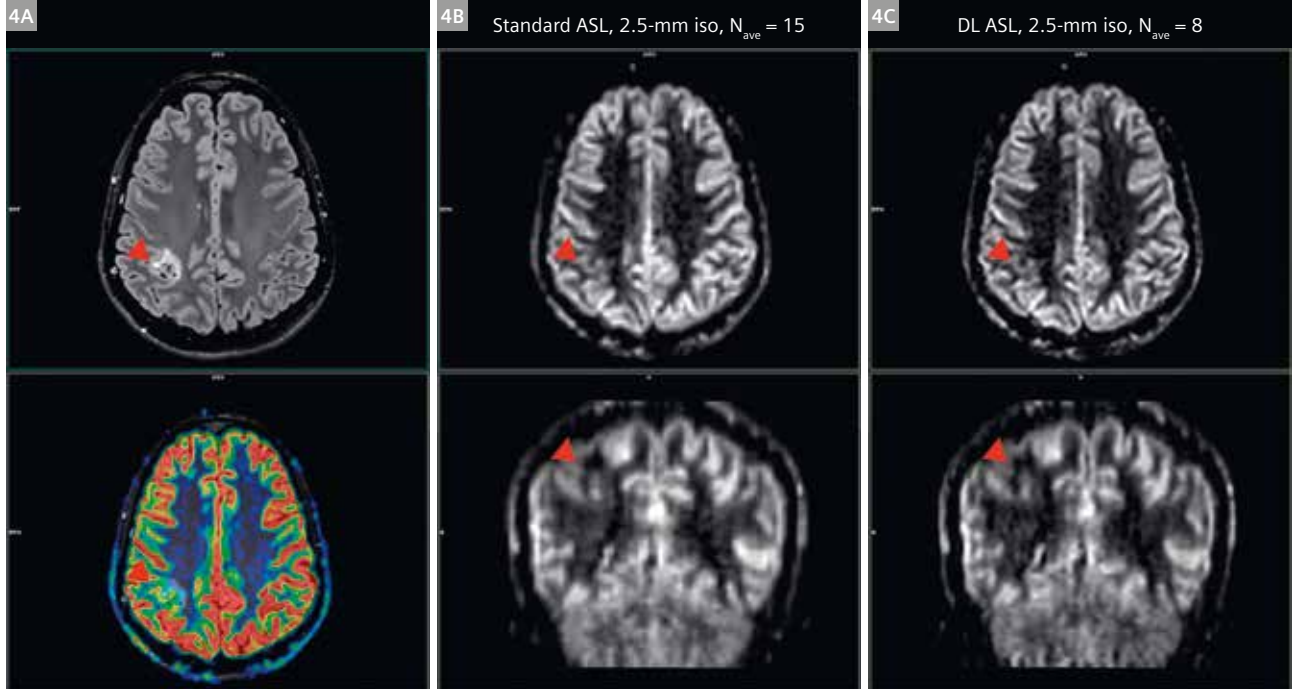


**3** Yalnızca  $N = 8$  ölçümden (toplam eşdeğer aküzyon süresi < 5 dakika) oluşan bir alt küme kullanılarak, rekonstrüksiyonda DL uygulandıktan sonra, Vaka 1'in ortalama ASL'den türetilen perfüzyon-ağırlıklı haritası. DL ile rekonstrüksiyon, görüntü keskinliğini artırırken SNR düzeyini korumakta; bu sayede, gri madde perfüzyonunun daha detaylı bir şekilde görselleştirilmesine imkan sağlamaktadır.

**Vaka 2**

Kronik epilepsisi bulunan, uzun süreli fokal nöbetler sergileyen, benign disembrüyoplastik nöroepitelyal tümör (DNET) veya nöroglial tümör, düşündüren bir yapısal lezyonu bulunan 34 yaşında kadın hasta. Nöbetlerin bulunduğu lokasyonda kortekste görünen bu düşük dereceli tümörler, kronik veya ilaca dirençli epilepside oldukça yaygın bir şekilde görülmektedir [15, 16].

Şekil 4'te, son 15 yıl boyunca stabil olduğundan henüz cerrahi işlem uygulanmasına gerek olmayan hastanın son kontrol MR'ı gösterilmektedir. Yüksek çözünürlüklü perfüzyon haritaları lezyonu çevre korteksten net bir şekilde ayırt etmektedir. DL ile rekonstrüksiyon, kısa akuzisyon sürelerinde daha keskin görüntüler sağlamaktadır.



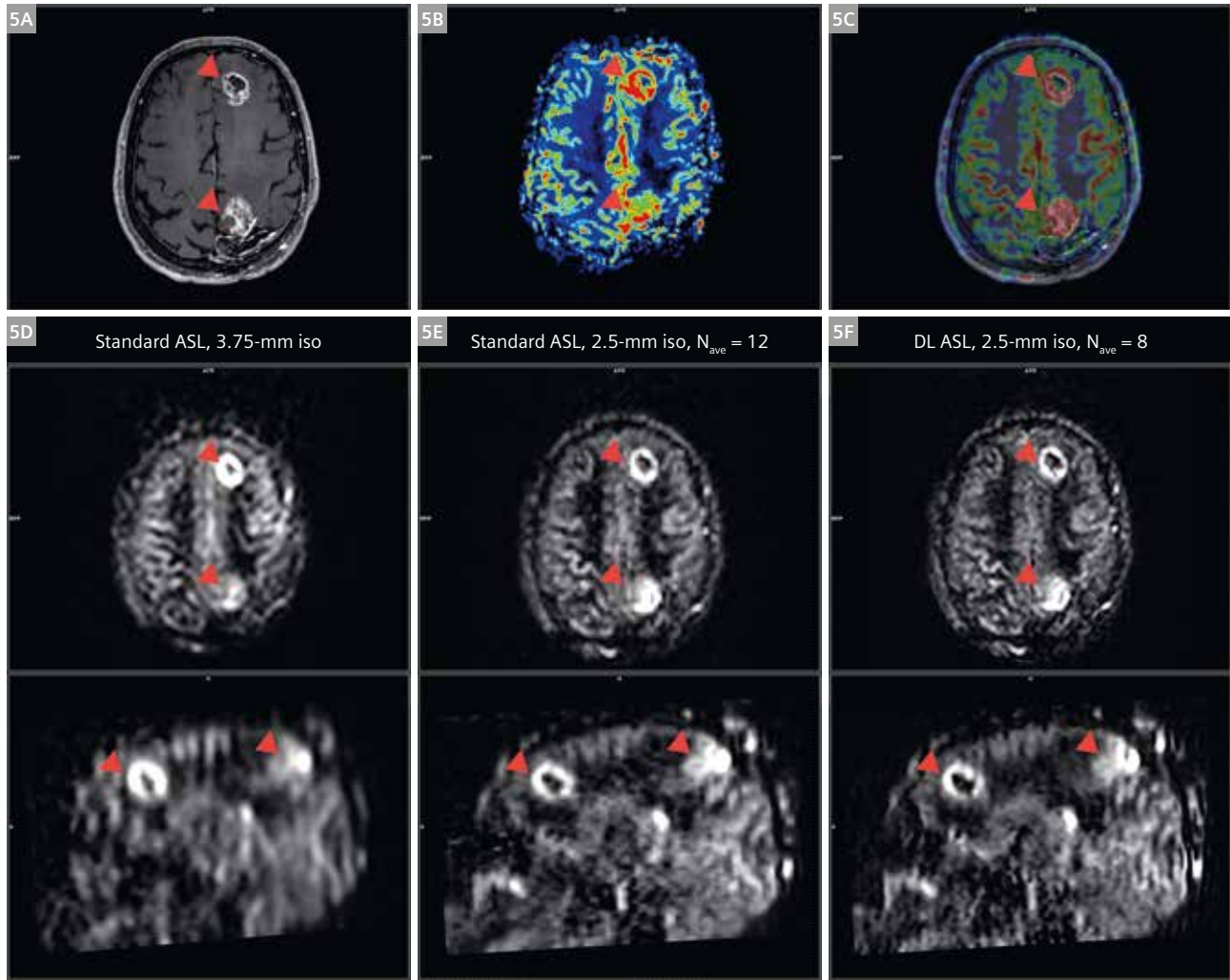
**4** **Epilepsi vakası** (34 yaşında kadın hasta). Kırmızı ok, bir DNET tümörünün olduğu kortikal nöbet alanını işaret etmekte ve mevcut durum, ASL'den türetilen perfüzyon haritalarında bir hipoperfüzyon paterni olduğunu göstermektedir. Panel (4A), 3D T2 FLAIR (üst) ve üzerindeki perfüzyon haritasının (alt) aksiyal görünümünü göstermektedir. Panel (4B), N = 15 ölçümde (toplam akuzisyon süresi = 8,5 dakika) ortalaması alınan, elde edilen 2,5-mm izotropik ortalama perfüzyon-ağırlıklı haritayı hem aksiyal (üst) hem de koronal (alt) görünümde göstermektedir. Panel (4C), DL algoritmaları uygulandıktan sonra yalnızca N = 8 ölçümde (toplam eşdeğer akuzisyon süresi < 5 dakika) ortalaması alınan, rekonstrükte edilen 2,5-mm izotropik ortalama perfüzyon-ağırlıklı haritayı göstermekte ve kısa akuzisyon sürelerinde daha keskin görüntüler sağlamaktadır.

**Vaka 3**

Multifokal glioblastoma bağlı beyin tümörüyle ilişkili epilepsisi bulunan 49 yaşında erkek hasta. Beyin tümörü hastalarında nöbet riski yüksektir ve dolayısıyla bu yaşta yeni nöbetlerin başlaması, beyin anomalilerini araştırmaya yönelik bir uyarı işareti olarak değerlendirilebilir [17].

Şekil 5'te hastanın pre-operatif MR tetkiki gösterilmektedir. Bu vakada kontrast uygulanmış, dolayısıyla hem pre-Gd

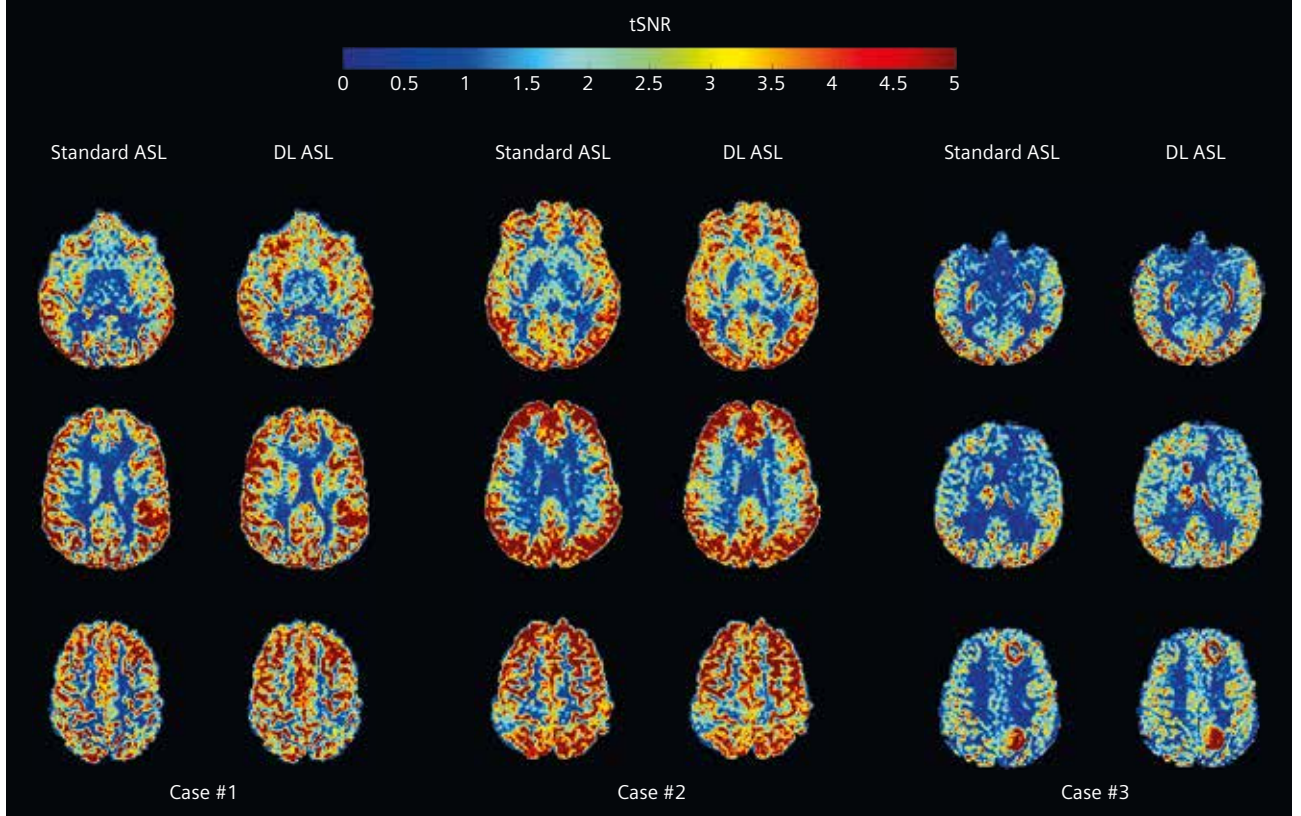
ASL-tabanlı hem de post-Gd DSC perfüzyon haritaları elde edilmiştir. Bu tetkik esnasında, biri standart çözünürlük (3,75-mm izotropik) ve biri optimize edilmiş yüksek çözünürlük parametreleri (2,5-mm izotropik) ile olmak üzere iki ASL akuzisyonu yapılmıştır. Yüksek çözünürlük, perfüzyon haritalarında tümör derecesinin daha iyi gösterilmesine imkan sağlamaktadır.



- 5 Glioblastom vakası** (49 yaşında erkek hasta). Kırmızı oklar, birden fazla kontrastlı tümör lezyonunu işaret etmekte ve aynı zamanda, etkilenmeyen beyin dokusuna kıyasla artan perfüzyon aktivitesini göstermektedir. Panel (5A), Post-Gd 3D T1 SPACE görüntüsünün aksiyal görünümünü göstermektedir. Panel (5B), kontrastlı tümör bölgelerinde artan kan hacmini gösteren, DSC'den türetilen CBV haritasını göstermektedir. Yine Panel (5C) de, ASL-perfüzyon haritasının üzerindeki post-Gd 3D T1 SPACE görüntüsünü göstermektedir. Panel (5D), standart 3,75-mm izotropik çözünürlük ile elde edilen ortalama perfüzyon-ağırlıklı haritayı hem aksiyal (üst) hem de sagittal (alt) görünümünde göstermektedir. Panel (5E),  $N = 12$  ölçümde (toplam akuzisyon süresi = 7 dakika) ortalaması alınan, 2,5-mm izotropik çözünürlük ile elde edilen ortalama perfüzyon-ağırlıklı haritayı hem aksiyal (üst) hem de koronal (alt) görünümünde göstermektedir. Panel (5F), DL algoritmaları uygulandıktan sonra yalnızca  $N = 8$  ölçümde (toplam eşdeğer akuzisyon süresi < 5 dakika) ortalaması alınan, rekonstrükte edilen 2,5-mm izotropik ortalama perfüzyon-ağırlıklı haritayı göstermektedir. Artan görüntü keskinliği, tümör derecesinin daha yüksek bir hassasiyetle gösterilmesine yardımcı olabilir.

Şekil 6'da, üç klinik örnek için standart rekonstrüksiyon ve DL ile rekonstrüksiyondaki SNR değerleri karşılaştırılmaktadır. Temporal SNR haritaları, tüm ölçümlerde vösel genelinde perfüzyon sinyalinin ortalaması alınarak ve bu değer standart sapma değerine bölünerek hesaplanmıştır. DL-tabanlı rekonstrüksiyon uygulandıktan sonra tüm vakalarda, belirgin olarak

ventral bölgelerinde ve alıcı coil'in düşük intrinsik sinyal profili alanlarına karşılık gelen bir SNR kazancı paterni gözlemlendiğini bildirmek isteriz. Ayrıca, başlangıç SNR değerinin vokselin altta yatan perfüzyon değerine bağlı olduğunu; dolayısıyla da hiper-perfüzyonlu bölgelerde (örneğin GM, veya tümör bölgeleri) de SNR haritalarında yüksek değerler göstereceğini bildirmek isteriz.



**6** Standart ASL ile rekonstrüksiyon (sol) ve DL algoritmaları uygulandıktan sonra (sağ) elde edilen, üç klinik örnekte hesaplanan temporal sinyal-gürültü (tSNR) haritaları. Burada ikinci haritada, özellikle bazal gangliyon ve derin WM bölgeleri seviyesinde belirgin olan yüksek tSNR değerleri gösterilmektedir.

## Tartışma ve sonuç

ASL, serebral perfüzyonun kantitatif olarak ve gadolinyum kullanılmadan değerlendirilmesine imkan sağlayan bir non-invaziv MR görüntüleme tekniğidir. Bu sayede ASL, özellikle alerjiler veya böbrek disfonksiyonu gibi gadolinyumla ilişkili kontrendikasyonları bulunan hastalarda veya pediatrik hastalar gibi tekrarlayan takipler gerektiren hastalar için geleneksel DSC perfüzyonuna cazip bir alternatif sunmaktadır. ASL'nin, post-operatif ortamda sıklıkla karşılaşılan, kafa kaidesine yakın olanlar, hava veya kan gibi duyarlılık artefaktlarına eğilimli olan alanlarda perfüzyonu değerlendirmek açısından faydalı olduğu da ortaya konulmuştur.

ASL, özellikle ekstrasvasküler alana kontrast sızıntısı nedeniyle, DSC ile kan hacmi tahminin güvenilir sonuçlar vermeme ihtimali bulunan yüksek permeabiliteli bölgelerde faydalı olabilir [19].

Son dönemlerde PCASL, arka plan sinyal bastırma ve 3D okumalar gibi teknik geliştirmeler, ASL'nin SNR değerini önemli ölçüde artırarak, 3–4 mm izotropik uzamsal çözünürlükte klinik tarama sürelerinin ASL için makul düzeylere çekilmesini sağlamıştır. Ancak, epilepsi veya beyin tümörü değerlendirilmesi gibi belirli nörolojik uygulamalarda, özellikle de pediatrik görüntülemede daha küçük vösel büyüklüklerine ihtiyaç

duyulabilmektedir. DL teknikleri, görüntü çözünürlüğünü daha fazla artırabilmekte ve tarama sürelerini beş dakikanın altına düşürebilmektedir. ASL'nin klinik uygulamada başarılı bir şekilde uygulanması için göz önünde bulundurulması gereken ek faktörlerden bazıları şunlardır: MR teknisyenlerinin işaretleme düzleminin dikkatli bir şekilde planlanmasına ve ASL sekansı parametrelerinin hastanın yaşına bağlı olarak ayarlanmasına (örneğin yaşlı hastalarda işaretleme parametrelerinin (LD ve PLD) artırılması; düşük perfüzyon ve akış değerlerine neden olabilir) ilişkin eğitilmesi.

Bu makalede sunulan vaka çalışmaları, yüksek çözünürlüklü ASL perfüzyon görüntüleme yöntemini kullanmanın uygunluğunu ve bu yöntemin anormal perfüzyon aktivitesi bulunan alanların belirlenmesine ilişkin tanısal etkinliğini göstermektedir. Örneğin ASL, epilepside, epileptojenik odak noktalarıyla ilişkili olan hiper- ve hipo-perfüzyonlu alanları tespit ederek, nöbet aktivitesinin gerçekleştiği konumun hassas bir şekilde belirlenmesine yardımcı olabilmektedir. ASL, beyin tümörlerinde tümör derecelendirmesine ilişkin kritik bilgiler sağlamaktadır ve özellikle geleneksel görüntülemenin artefaktlar tarafından engellenebildiği postoperatif değerlendirmeler açısından faydalıdır. Vaka 1'de, 15 yaşındaki bir hastada, fokal kortikal displazi ile ilişkili olarak bir hiper-perfüzyonlu epileptojenik bölge tespit edilmiştir.

Vaka 2'de, disembriyoplastik nöroepitelyal tümörü (DNET) bulunan 34 yaşındaki bir hastadaki hipo-perfüzyon paternleri ortaya koyulmuştur. Vaka 3'te yüksek çözünürlüklü ASL haritaları, 49 yaşındaki bir glioblastom hastasında tümör derecesinin net bir şekilde görülmesini sağlamıştır. Bu vaka çalışmaları, 3D ASL'nin detaylı ve radyasyonsuz perfüzyon verileri sağlamaya ve nörolojik hastalıklarda teşhis sürecini geliştirmeye yönelik faydasını vurgulamaktadır.

## Teşekkür

MR rekonstrüksiyon verileri için derin öğrenme ile araştırma uygulamasını sağladığı için Siemens Healthineers, Erlangen, Almanya'dan Dr. Dominik Nickel'a teşekkür ederiz. Ayrıca, günlük faaliyetler ve araştırma faaliyetlerinde özverili ve kusursuz bir destek sunan Hospital Ruber Internacional MR teknisyen ekibine de teşekkür ederiz. ●

## References

- 1 Detre JA, Leigh JS, Williams DS, Koretsky AP. Perfusion imaging. *Magn Reson Med* 1992;23: 37–45.
- 2 Pollock JM, Tan H, Kraft RA, Whitlow CT, Burdette JH, Maldjian JA. Arterial spin-labeled MR perfusion imaging: clinical applications. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2009;17(2):315–38.
- 3 Iutaka T, de Freitas MB, Omar SS, Scortegagna FA, Nael K, Nunes RH, et al. Arterial Spin Labeling: Techniques, Clinical Applications, and Interpretation. *Radiographics*. 2023;43(1):e220088.

- 4 Bambach S, Smith M, Morris PP, Campeau NG, Ho ML. Arterial Spin Labeling Applications in Pediatric and Adult Neurologic Disorders. *J Magn Reson Imaging*. 2022;55(3):698–719.
- 5 Narayanan S, Schmithorst V, Panigrahy A. Arterial Spin Labeling in Pediatric Neuroimaging. *Semin Pediatr Neurol*. 2020;33:100799.
- 6 Alsop DC, Detre JA, Golay X, Guenther M, Hendrikse J, Hernandez-Garcia L, et al. Recommended implementation of arterial spin-labeled perfusion MRI for clinical applications: A consensus of the ISMRM perfusion study group and the European consortium for ASL in dementia. *Magn Reson Med* 2015;73(1): 102–116.
- 7 Hernandez-Garcia L, Aramendia-Vidaurreta V, Bolar DS, Dai W, Fernández-Seara MA, Guo J, et al. Recent Technical Developments in ASL: A Review of the State of the Art. *Magn Reson Med* 2020;88(5): 2021–2042.
- 8 Taso M, Aramendia-Vidaurreta V, Englund EK, Francis S, Franklin S, Madhuranthakam AJ, et al. Update on state-of-the-art for arterial spin labeling (ASL) human perfusion imaging outside of the brain. *Magn Reson Med* 2023;89(5):1754–1776.
- 9 Lindner T, Bolar DS, Achten E, Barkhof F, Bastos-Leite AJ, Detre JA, et al. Current state and guidance on arterial spin labeling perfusion MRI in clinical neuroimaging. *Magn Reson Med*. 2023;89(5):2024–2047.
- 10 Kashyap S, Oliveira ÍAF, Uludağ K: Feasibility of high-resolution perfusion imaging using arterial spin labeling MRI at 3 Tesla. *Front Physiol*. 2024;14:1271254.
- 11 Mora Álvarez MG, Stobbe RW, Beaulieu C: High resolution continuous arterial spin labeling of human cerebral perfusion using a separate neck tagging RF coil. *PLoS One*. 2019;14(4):e0215998.
- 12 Breuer FA, Blaimer M, Mueller MF, Seiberlich N, Heidemann RM, Griswold MA, et al. Controlled aliasing in volumetric parallel imaging (2D CAIPIRINHA). *Magn Reson Med*. 2006;55(3):549–56.
- 13 Nickel D. Can We See the Bottom? A Look into Deep Learning-Based Image Reconstruction. *MAGNETOM Flash*. 2024;87(2):10–13.
- 14 Zhao L, Vidorreta M, Soman S, Detre JA, Alsop DC. Improving the robustness of pseudo-continuous arterial spin labeling to off-resonance and pulsatile flow velocity. *Magn Reson Med*. 2017;78(4):1342–1351.
- 15 Daumas-Duport C. Dysembryoplastic neuroepithelial tumours. *Brain Pathol* 1993;3(3):283–95.
- 16 Audrey C, Lim KS, Ahmad Zaki R, Fong SL, Chan CY, Sathis Kumar T, et al. Prevalence of seizures in brain tumor: A meta-analysis. *Epilepsy Res*. 2022;187:107033.
- 17 van Breenen MS, Wilms EB, Vecht CJ. Epilepsy in patients with brain tumours: epidemiology, mechanisms, and management. *Lancet Neurol*. 2007;6(5):421–30.
- 18 Ollila L, Roivainen R. Glioma features and seizure control during long-term follow-up. *Epilepsy Behav Rep*. 2023; 21: 100586.
- 19 Shiroishi MS, Castellazzi G, Boxerman JL, D'Amore F, Essig M, Nguyen TB, et al. Principles of T2 \*-weighted dynamic susceptibility contrast MRI technique in brain tumor imaging. *J Magn Reson Imaging*. 2015;41(2):296–313.



## İletişim

Juan Álvarez-Linera Prado, Doktor  
Tanısal Görüntüleme Birimi Başkanı,  
Ruber International Hospital  
Calle de la Masó, 38 28034 Madrid  
İspanya  
Tel.: +34 91 387 51 81  
jalinera@ruberinternacional.es

# Derin öğrenme ile rekonstrüksiyon yoluyla hızlı abdominal MR: Zhongshan Hastanesi'nin uygulama deneyimleri

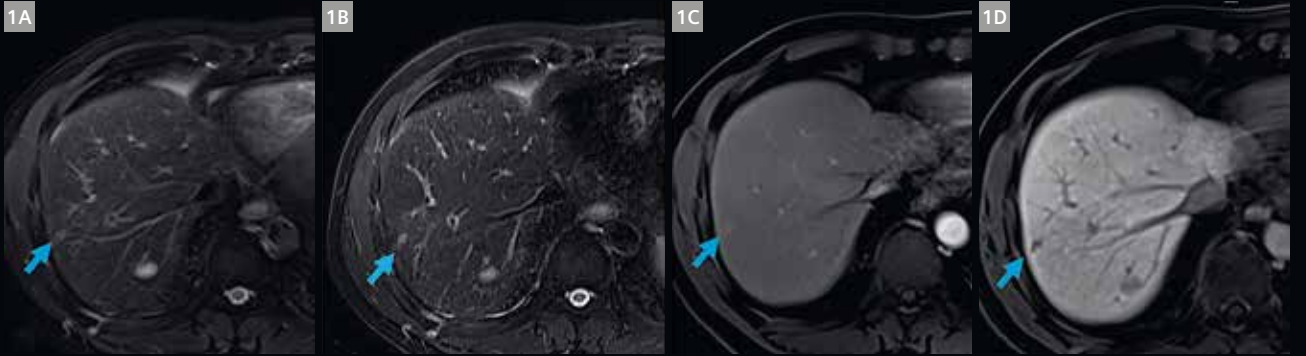
Sanyuan Dong<sup>1</sup>, Liu Kai<sup>1</sup>, Caizhong Chen<sup>1</sup>, Caixia Fu<sup>2</sup>, Haitao Sun<sup>1</sup>, Mengsu Zeng<sup>1</sup>, Shengxiang Rao<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Radyoloji Birimi, Zhongshan Hastanesi, Fudan Üniversitesi, Şangay Tıbbi Görüntüleme Enstitüsü, Şangay, Çin

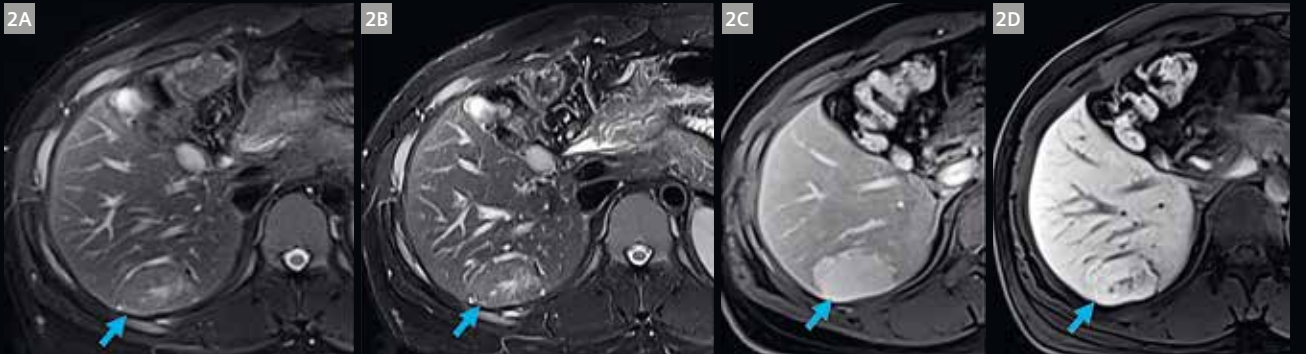
<sup>2</sup>MR Uygulaması Geliştirme, Siemens (Shenzhen) Magnetic Resonance Ltd., Shenzhen, Çin

**S**on yıllarda derin öğrenme ile görüntü rekonstrüksiyonu (DLR) teknolojisi tıbbi görüntüleme alanında, özellikle de manyetik rezonans görüntüleme (MR) önemli bir ilerleme kaydetmiştir [1]. Abdominal MR karaciğer, safra ve pankreas hastalıkları için çok önemli bir tanı aracı olduğundan, abdominal MR'in görüntü kalitesi, tanısal doğruluğu doğrudan etkilemektedir. Abdominal MR'da DLR teknolojisi, akvizisyon süresini önemli ölçüde azaltmaya yardımcı olabilirken, aynı zamanda optimize edilen görüntü akvizisyonu, rekonstrüksiyonu ve gürültü temizleme yoluyla görüntü kalitesini korumakta veya artırmaktadır [2–4]. Bu makalede, Siemens Healthineers'in DLR teknolojisinin T2-ağırlıklı görüntüleme (T2WI), manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi (MRCP) ve difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DWI) dahil olmak üzere abdominal MR'a uygulanmasına ilişkin pratik deneyimimiz sunulmaktadır.

çüde azaltmaya yardımcı olabilirken, aynı zamanda optimize edilen görüntü akvizisyonu, rekonstrüksiyonu ve gürültü temizleme yoluyla görüntü kalitesini korumakta veya artırmaktadır [2–4]. Bu makalede, Siemens Healthineers'in DLR teknolojisinin T2-ağırlıklı görüntüleme (T2WI), manyetik rezonans kolanjiyopankreatografi (MRCP) ve difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DWI) dahil olmak üzere abdominal MR'a uygulanmasına ilişkin pratik deneyimimiz sunulmaktadır.



**1** Karaciğerin sağ lobunda subsantimetrik hepatoselüler karsinom (HCC) lezyon (ok) bulunan bir hasta. Tetiklemeli BLADE'e (1A) kıyasla tek nefes tutmalı HASTE (1B), küçük lezyon için daha net bir görünüm sergilemektedir; arteriyel faz (1C) ve hepatobiliyer fazdaki (1D) T1WI, lezyonun varlığını doğrulamaktadır.



**2** Karaciğerin sağ lobunda fokal nodüler hiperplazi (FNH) (ok) bulunan bir hasta. Tetiklemeli BLADE'e (2A) kıyasla tek nefes tutmalı HASTE (2B), lezyonu daha net bir şekilde göstermektedir. Lezyon, arteriyel fazda (2C) ve hepatobiliyer fazda (2D) T1WI'da da görünmektedir.

Hepatobiliyer tanı ve tedavi hastanemizin önemli uzmanlık alanlarından biri olduğundan, radyoloji birimimiz, yaklaşık olarak 300 adet zaman alıcı karaciğer tetkiki dahil olmak üzere, günde 850 adet MR taraması yapmaktadır. Hastanede rutin klinik kullanım için 12 adet MR tarayıcı olsa da, tetkik verimliliğini artırmak ve hasta bekleme sürelerini azaltmak acil önceliklerimiz arasında yer almaktadır. Bu nedenle, özellikle abdominal taramalar için genel MR verimliliğini artırmak üzere DLR teknolojisini kullanırken, aynı zamanda görüntü kalitesini korumak ve hatta artırmak, kuruluşumuz açısından önemini korumaktadır.

### DLR'ın T2WI ve MRCP'de uygulanması

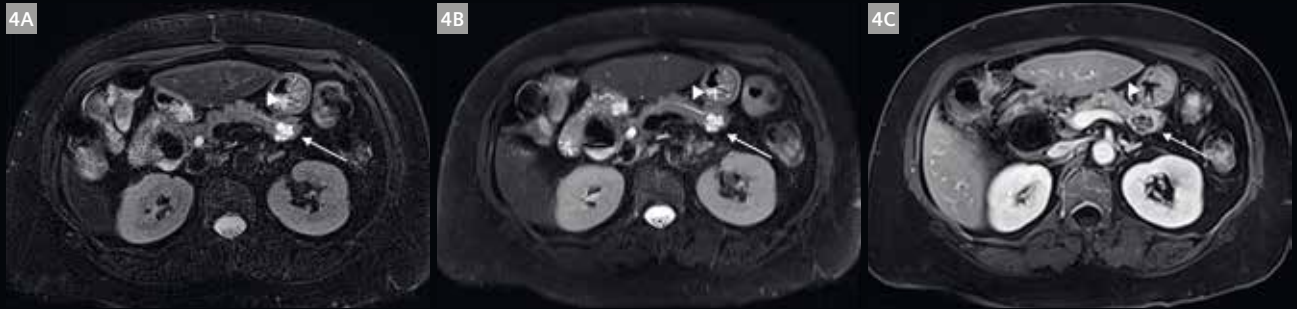
Abdominal MR'da T2WI, anatomik yapıların görselleştirilmesinde ve abdominal patolojilerin tespitinde hayati bir rol oynayan temel bir sekanstır. Geleneksel T2WI'da, tipik olarak respiratuvar patern interferansı (uzun akuzisyon süresi, tutarsız görüntü kalitesi, kesit kesintileri) veya nefesin tekrar tekrar tutulması nedeniyle konforsuz bir hasta deneyimi sunma eğiliminde olan respiratuvar tetiklemeli veya çoklu nefes tutmalı TSE/BLADE sekansları kullanılmaktadır.

BioMatrix 3T MR tarayıcımızda (Siemens Healthineers, Erlangen, Almanya) DLR hızlandırılmış HASTE (DL HASTE) sekanslarını kullanarak, 16 saniyelik bir nefes tutma ile tek nefes tutmalı T2WI elde ettik. Bu yaklaşım, geleneksel BLADE sekanslarına kıyasla tarama verimliliğini önemli ölçüde artırmakta, aynı zamanda stabil ve kaliteli görüntüler sağlamaktadır. Şekiller 1 ve 2'de, T2W karaciğer görüntüleme için tek nefes tutmalı DL HASTE (16 saniye) ile geleneksel tetiklemeli BLADE (yaklaşık 3 dakika) arasındaki karşılaştırma gösterilmektedir.

Bezin ince anatomik profili ve pankreatik lezyonların tipik olarak küçük olan boyutları nedeniyle pankreatik MR'da, diğer abdominal organlara kıyasla daha yüksek görüntü kalitesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek çözünürlüklü ince kesitli pankreatik T2WI için tek nefes tutmalı DL HASTE'i uygulayarak, daha az hareket artıfaktı ile daha net lezyon görünimleri elde ettik [5]. Şekiller 3 ve 4'te, pankreatik T2WI için tek nefes tutmalı DL HASTE (16 saniye) ile geleneksel 4-nefes-tutmalı BLADE (102 saniye) karşılaştırılmaktadır.



**3** Pankreas başı tümörü bulunan 66 yaşında bir erkek hasta. Pankreas ve pankreatik lezyon (ok), DL HASTE'te net bir şekilde görülebilmektedir (3B). Ancak BLADE görüntüsündeki (3A) lezyonun şekli ayırt edilememekte ve ilgili lezyon net bir şekilde tanımlanamamaktadır. Kontrast geliştirmeli T1WI (3C), pankreas başı tümörünü (ok) doğrulamıştır [5].



**4** Pankreas kuyruğunda kistik lezyonlar bulunan 71 yaşında bir kadın hasta. Pankreas ve pankreatik lezyon (ok), hem DL HASTE (4B) hem de BLADE'de (4A) net bir şekilde görülebilmektedir; Pankreatik kanal (üçgen ok) DL HASTE'te net bir şekilde görselleştirilirken, geleneksel BLADE kanal gösteriminde yetersiz kalmakta ve düşük bir SNR sağlamaktadır. Kontrast geliştirmeli T1WI (4C), pankreatik lezyonu (ok) göstermektedir [5].

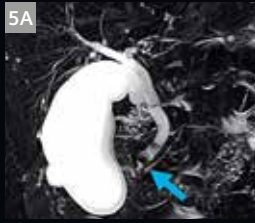
MRCP, biliyer ve pankreatik kanal patolojilerini değerlendirmek açısından kritik bir tekniktir. Ancak geleneksel MRCP akuzisyonu, uzun tarama sürelerini ve hareket artefaktlarına karşı hassasiyeti beraberinde getirmektedir. Tek nefes tutmalı MRCP'yi, DL HASTE'i kullanarak, kalın kesitli protokoller için 9 saniye, ince kesitli protokoller için 19 saniyelik bir süre ile uyguladık. Bu yöntem, tarama başarı oranlarını önemli ölçüde artırırken, aynı zamanda kanal görselleştirmede ve lezyon tespitinde tatmin edici bir performans sağladı. Şekil 5'te, bu sekansın biliyer/pankreatik kanal yapılarını göstermeye ve patolojik bulguları tespit etmeye yönelik mükemmel becerisini örneklerle gösteren üç klinik vaka gösterilmektedir.

### DLR'ın DWI'da uygulanması

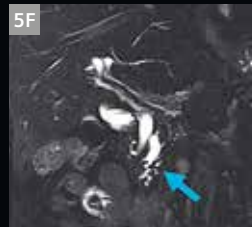
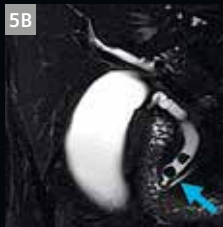
DWI, su molekülü difüzyonunu tespit ederek doku mikro-yapısıyla ilgili bilgileri sağlamaktadır. Abdominal patolojilerin

değerlendirilmesi bakımından kritik bir fonksiyonel görüntüleme tekniğidir [6, 7]. DWI'dan türetilen görünür difüzyon katsayısı (ADC), dokulardaki su molekülü difüzyonu miktarını belirleyerek, abdominal lezyonların teşhisinde önemli bir rol oynamaktadır. Ancak geleneksel DWI akuzisyonları – hem respiratuvar tetiklemeli, hem çoklu nefes tutmalı, hem de serbest nefes almalı yöntemler ile – respiratuvar hareket nedeniyle farklı b-değerleri arasında yanlış kesit kayıtlarına eğilimlidir. Bu durum ADC hesaplamalarında, aynı lezyonun komşu kesitlerde ciddi ADC varyasyonları sergileyebildiği hatalara neden olmaktadır; bu olgu “yin-yang işareti” olarak adlandırılmaktadır. DLR'ı kullanarak, iki b-değerli abdominal DWI için yaklaşık 20 saniyelik bir tek nefes tutma süresi elde ederek, b-değerleri arasındaki pozisyonel uyumsuzlukları minimuma indirdik ve ADC tahmini ve tanı güvenilirliği bakımından hassasiyeti artırdık.

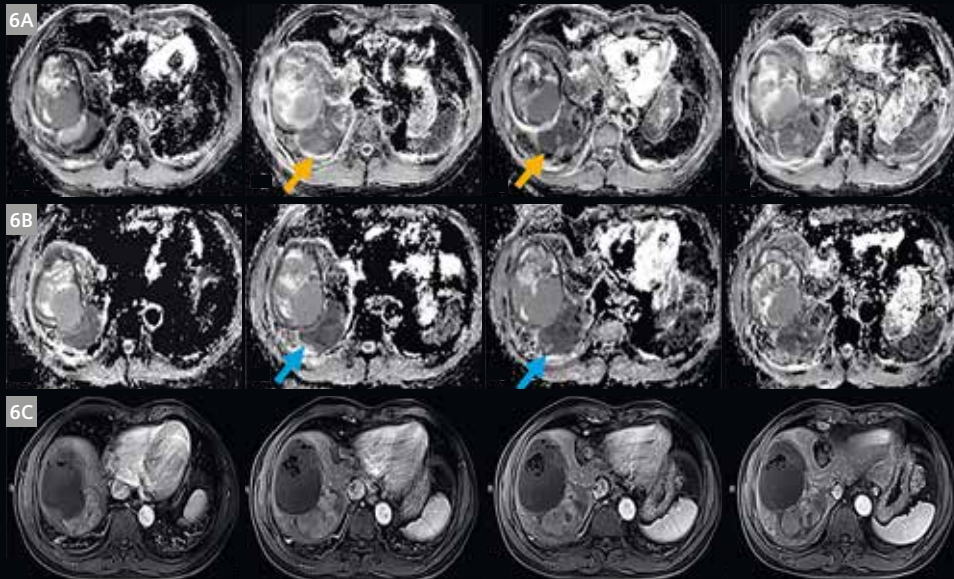
Kalın kesit



İnce kesitten  
ince MIP



**5** Safra kanalında yoğun taş yapılanması bulunan bir hastada (5A, 5B), safra kesesinde polipler bulunan bir hastada (5C, 5D) ve pankreatik kanalında taşlar bulunan bir hastada (5E, 5F) tek nefes tutmalı DL HASTE ile MRCP'den alınan görüntüler. Görüntüler 5A, 5C, ve 5E tekli kalın kesitli MRCP iken; 5B, 5D ve 5F, çoklu ince kesitli MRCP'deki ince maksimum yoğunluklu projeksiyonlardır (MIP). Lezyonlar tüm görüntülerde, özellikle de ince MIP görüntülerinde net bir şekilde gösterilmiştir.



**6** Girişimsel tedavi sonrasında HCC'si bulunan bir hasta. Serbest nefes almalı DWI'dan (6A) türetilen ADC haritalarının dört ardışık kesiti, sarı renkli oklarla gösterildiği üzere, ADC değerlerinde dilim 2 ile dilim 3 arasındaki önemli dalgalanmayı göstermektedir. Diğer yandan, aynı lezyonun tek nefes tutmalı DWI'dan (6B) elde edilen, mavi renkli oklarla işaretlenen ADC değerleri, tüm kesitlerde daha tutarlı bir görünüm sergilemektedir. Arteriyel fazda T1WI (6C), tüm kesitlerde tutarlı geliştirme paternleri göstermektedir.

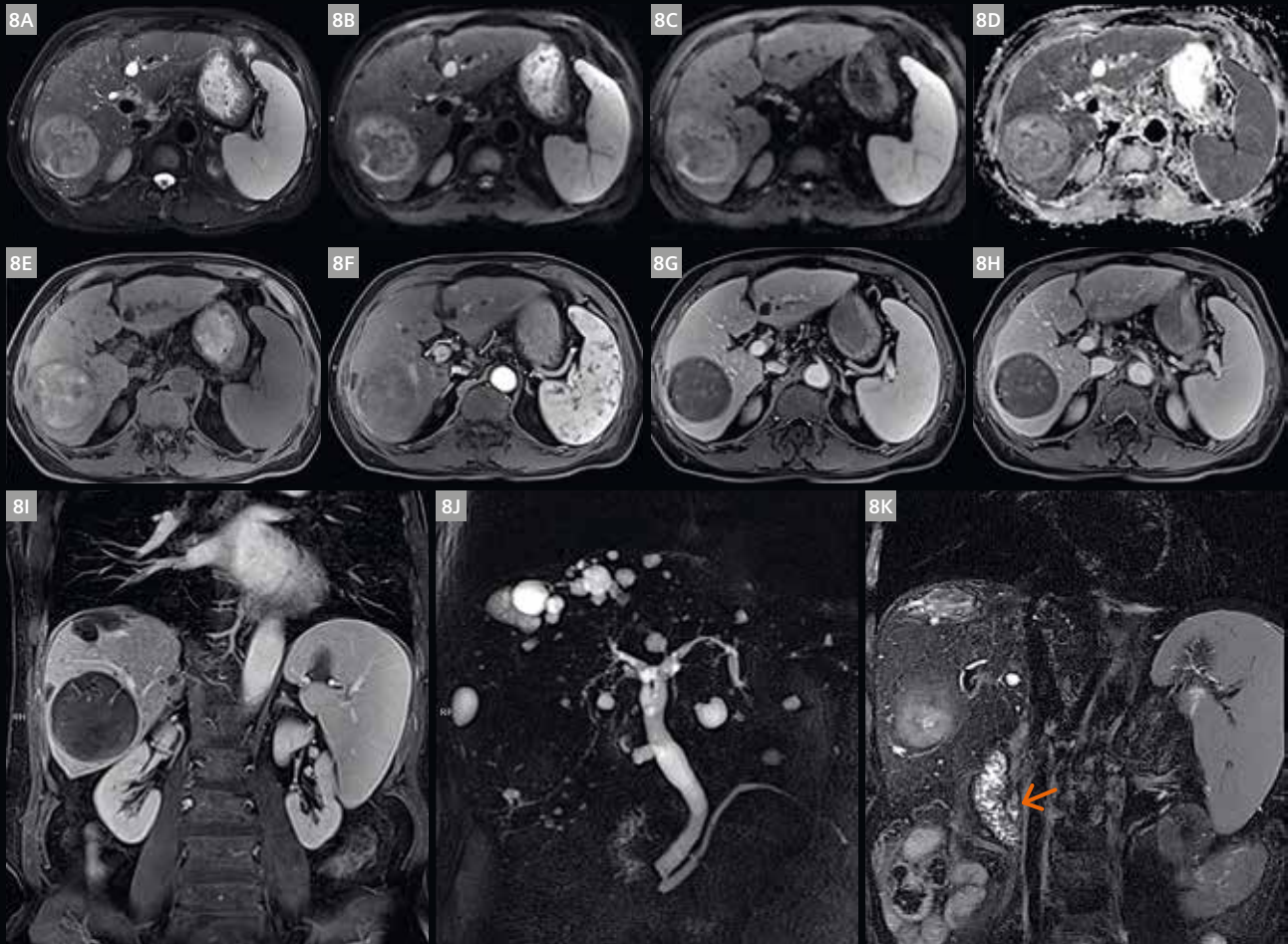
Şekil 6'da, serbest nefes almalı DWI (1:26 dakika) ile tek nefes tutmalı DWI'dan elde edilen ADC haritaları karşılaştırılmaktadır (her ikisinde de  $b = 50$  ve  $b = 800$  s/mm<sup>2</sup>).

### Hızlı abdominal MR protokolü

DL T2WI, DL MRCP ve DL DWI dahil olmak üzere, tek nefes tutma sekanslarını BioMatrix 3T sistemlerimizdeki rutin abdominal MR protokolüne entegre ederek hızlı bir abdominal MR iş akışı sağladık. Bu protokol için toplam görüntü aküzyonu süresi 3 dakika 47 saniye iken, iğne yerleştirme ve kontrast madde uygulaması dahil olmak üzere iş akışının tamamı yaklaşık olarak 10 dakika sürmektedir. Şekil 7'de protokolün tamamı, Şekil 8'de ise tedavi sonrasında bir HCC hastasının bu protokol ile elde edilen görüntüleri gösterilmektedir.

| Abdomen |                                 |  | ISO | +     |
|---------|---------------------------------|--|-----|-------|
| 1       | localizer                       |  |     | 00:12 |
| 2       | t2_haste_fs_tra_p4_352_bh       |  |     | 00:16 |
| 3       | t1_vibe_dixon_tra_p4_bh_352     |  |     | 00:14 |
| 4       | ep2d_diff_b50_800_tra_p2        |  |     | 00:20 |
| 5       | Prepare injector                |  |     |       |
| 6       | Care Bolus                      |  |     | 01:22 |
| 7       | t1_vibe_fs_tra_p4_384_artery    |  |     | 00:14 |
| 8       | t1_vibe_fs_tra_p4_384_veinous   |  |     | 00:14 |
| 9       | t1_vibe_fs_cor_p4_bh_352        |  |     | 00:13 |
| 10      | t2_haste_fs_cor_p2_thick_384... |  |     | 00:09 |
| 11      | t2_haste_fs_cor_p4_thin_352...  |  |     | 00:19 |
| 12      | t1_vibe_fs_tra_p4_384_delayed   |  |     | 00:14 |
|         |                                 |  |     | 03:47 |

7 T2WI ve MRCP için DL HASTE ve DL DWI dahil olmak üzere, tek nefes tutma sekansları ile entegre edilen hızlı abdominal MR protokolü.



8 Hızlı abdominal MR protokolü kullanılarak tedavi sonrasında bir HCC hastasından elde edilen görüntüler. Burada görüntü kalitesi mükemmeldir ve lezyonlar, tüm sekanslarda net bir şekilde görselleştirilmektedir. (8A) T2WI, (8B) DWIb50, (8C) DWIb800, (8D) ADC, (8E) pre-kontrast T1WI, (8F) arteriyel-faz T1WI, (8G) venöz-faz T1WI, (8H) gecikmeli-faz T1WI, (8I) koronal gecikmeli-faz T1WI, (8J) tekil kalın kesit MRCP, (8K) çoklu ince kesit MRCP.

## Sonuç

DLR teknolojisinin abdominal MR'a uygulanması akuzisyon süresini önemli ölçüde azaltmış ve aynı zamanda görüntü kalitesini ve tanısal doğruluğu artırmıştır. Tarama süresinin kısaltılması yalnızca tarayıcı verimliliğini artırmak ve operasyonel maliyetleri azaltmak değil, aynı zamanda hasta konforunu artırmak ve hareket artefaktlarını minimuma indirmek gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu yöntemin, toplam MR etkinliğini artırmak bakımından klinik ortamlarında daha yaygın bir şekilde benimseneceğini öngörüyoruz. ●

## İletişim

Profesör Mengsu Zeng, Tıp Direktörü,  
Radyoloji Birimi, Zhongshan Hastanesi  
Fudan Üniversitesi  
No. 180, Fenglin Road, Xuhui  
Şangay  
Çin  
zeng.mengsu@zs-hospital.sh.cn



Profesör Shengxiang Rao, Tıp Direktör Yardımcısı,  
Zhongshan Hastanesi  
Fudan Üniversitesi  
No. 180, Fenglin Road, Xuhui  
Şangay  
Çin  
rao.shengxiang@zs-hospital.sh.cn



## Referanslar

- 1 Chandra SS, Bran Lorenzana M, Liu X, Liu S, Bollmann S, Crozier S. Deep learning in magnetic resonance image reconstruction. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2021 Aug;65(5):564–577.
- 2 Herrmann J, Lingg A, Kündel M, Gassenmaier S, Afat S, Al-Mansour H, et al. Clinical Implementation of Deep Learning-Accelerated HASTE and TSE. *MAGNETOM Flash.* 2021;79(2):23–27.
- 3 Herrmann J, Nickel D, Mugler JP 3rd, Arberet S, Gassenmaier S, Afat S, et al. Development and Evaluation of Deep Learning-Accelerated Single-Breath-Hold Abdominal HASTE at 3 T Using Variable Refocusing Flip Angles. *Invest Radiol.* 2021;56(10):645–652.
- 4 Herrmann J, Gassenmaier S, Nickel D, Arberet S, Afat S, Lingg A, et al. Diagnostic Confidence and Feasibility of a Deep Learning Accelerated HASTE Sequence of the Abdomen in a Single Breath-Hold. *Invest Radiol.* 2021;56(5):313–319.
- 5 Liu K, Li Q, Wang X, Fu C, Sun H, Chen C, et al. Feasibility of deep learning-reconstructed thin-slice single-breath-hold HASTE for detecting pancreatic lesions: A comparison with two conventional T2-weighted imaging sequences. *Res Diagn Interv Imaging.* 2024;9:100038.
- 6 Park MJ, Kim YK, Lee MW, Lee WJ, Kim YS, Kim SH, et al. Small hepatocellular carcinomas: improved sensitivity by combining gadoteric acid-enhanced and diffusion-weighted MR imaging patterns. *Radiology.* 2012;264(3):761–770.
- 7 Chung WS, Kim MJ, Chung YE, Kim YE, Park MS, Choi JY, et al. Comparison of gadoteric acid-enhanced dynamic imaging and diffusion-weighted imaging for the preoperative evaluation of colorectal liver metastases. *J Magn Reson Imaging.* 2011;34(2):345–53.

# MAGNETOM Free.Star

## Herkes için MR.

[siemens-healthineers.com/magnetom-free-star](https://siemens-healthineers.com/magnetom-free-star)



MAGNETOM Free.Star, MR görüntülemeye yüksek değerli sağlık hizmetine, küresel çapta erişimi dönüştüren basit bir yaklaşım getiriyor.

Yapay zekâ teknolojileri ile dijital olarak güçlendirilmiş bir çözüm olan MAGNETOM Free.Star, devrim niteliğindeki High-V MR platformumuzu temel almaktadır.

Geleneksel MR'larla ilişkili maliyet ve zorluklara doğrudan yanıt veren MAGNETOM Free.Star ile en kompakt, helyumsuz ve kullanımı kolay MR'ımızı sunuyoruz. Bu inovatif MR, yüksek değerli diagnostik sağlık hizmetinde yeni bir çağ başlatıyor.

**SIEMENS**  
**Healthineers**

# 0.55T MR deneyimi: Klostrofobik, metal implantı bulunan, pediyatrik hasta ve takip hastası senaryolarını vurgulayan vaka serisi

Prof. Dr. Ercan Karaarslan, Yasin Aygören, Recep Aydın

Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

## Giriş

MR, klinik görüntüleme modalitesi haline geldiği sıralarda, mevcut tarayıcıların tümü, günümüzdeki düşük alan veya orta seviye alan olarak değerlendirilen manyetik alan şiddetlerinde kullanılmaktaydı. Siemens tarafından 1983 yılında piyasaya sürülen ilk MAGNETOM tarayıcı 0.35T seviyesindeydi ve diğer satıcıların benzer sistemlerinde benzer manyetik alan şiddetleri kullanılıyordu. Zaman içinde tıp topluluğunda tercih edilen manyetik alan şiddeti 1.5T'ye yükseldikten sonra 3T tarayıcılar piyasaya sürüldü; bu tarayıcıları 7T MR sistemleri izledi. Bu tercihin nedenleri açtı: Yüksek manyetik alan şiddetleri daha yüksek sinyal seviyeleri sağlamak ve bu yüksek sinyal seviyeleri, tarama sürelerini kısaltmak veya çözünürlüğü artırmak, dolayısıyla da daha iyi bir görüntü kalitesi sağlamak için kullanılabilir.

Özellikle derin öğrenme (DL) ile görüntü rekonstrüksiyonu gibi süregelen donanım ve yazılım geliştirmeleri ile, düşük alan şiddetlerinin yol açtığı birçok dezavantajın üstesinden gelinmiştir. Bu nedenle, Siemens Healthineers'ın MAGNETOM Free.Max ile 0.55T'ye geçme kararı, MR'a daha fazla erişim sağlama ihtiyacını karşılamak ve aynı zamanda 1.5T'nin altındaki alan şiddetlerinin getirdiği bazı özel avantajları sunmak

bakımından mantıklı bir adım olmuştur. Örneğin, duyarlılık artefaktları alan şiddeti ile doğru orantılı olduğundan 0.55T seviyesinde daha az belirgindir. Popülasyonda metal implantı bulunan hasta sayısı –özellikle yaşlı bireyler arasında – artmakta olduğundan, MAGNETOM Free.Max, alan şiddeti seviyesi yüksek olan geleneksel sistemlere kıyasla üstün tanı bilgileri sunmak bakımından önemli bir fayda sağlamaktadır. Ayrıca 80 cm gantri çapı, sistemi piyasadaki diğer MR tarayıcılarından ayrı kılarak, klostrofobik veya bariyatrik hastalar için cazip bir seçenek sunmaktadır. Son olarak DL rekonstrüksiyonu (Siemens Healthineers çözümünü Deep Resolve olarak adlandırmaktadır), sıklıkla alan şiddeti seviyesi düşük olan sistemlere karşı bir argüman olarak görülen sinyal-gürültü oranıyla ilgili endişeleri ortadan kaldırmaktadır.

Acıbadem Sağlık Grubu, Türkiye'de hizmet veren büyük bir sağlık kuruluşudur. Yukarıda açıklanan avantajları nedeniyle, Maslak'ta bulunan hastanemiz için bir MAGNETOM Free.Max edinmeye karar verdik. Bu makalede, bu sistemin klinik değerini ortaya koyan dört farklı hasta vakasını sunarak sistemin değerini gösteriyoruz: Bir klostrofobik hasta, metal implantı bulunan bir hasta, bir pediyatrik hasta ve bir takip hastası.

## Vaka 1: Bir klostrofobik hastada üst abdomen MR tetkiki

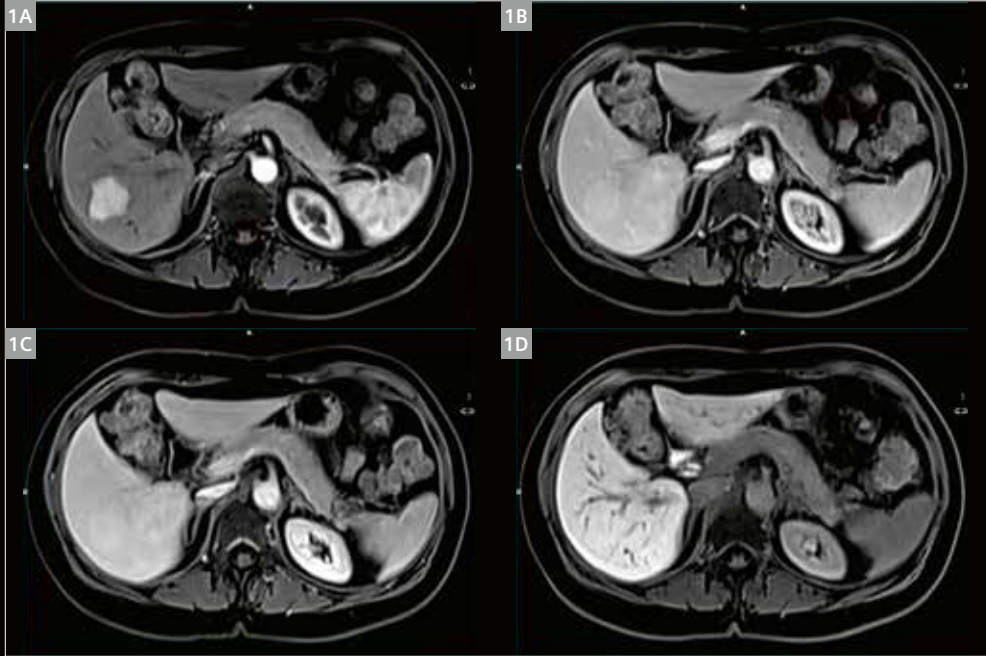
### Klinik bilgiler

Bir ultrason kontrolünde karaciğerin sağ lobunda bir lezyonu olduğu tespit edilen 57 yaşında bir kadın hasta.

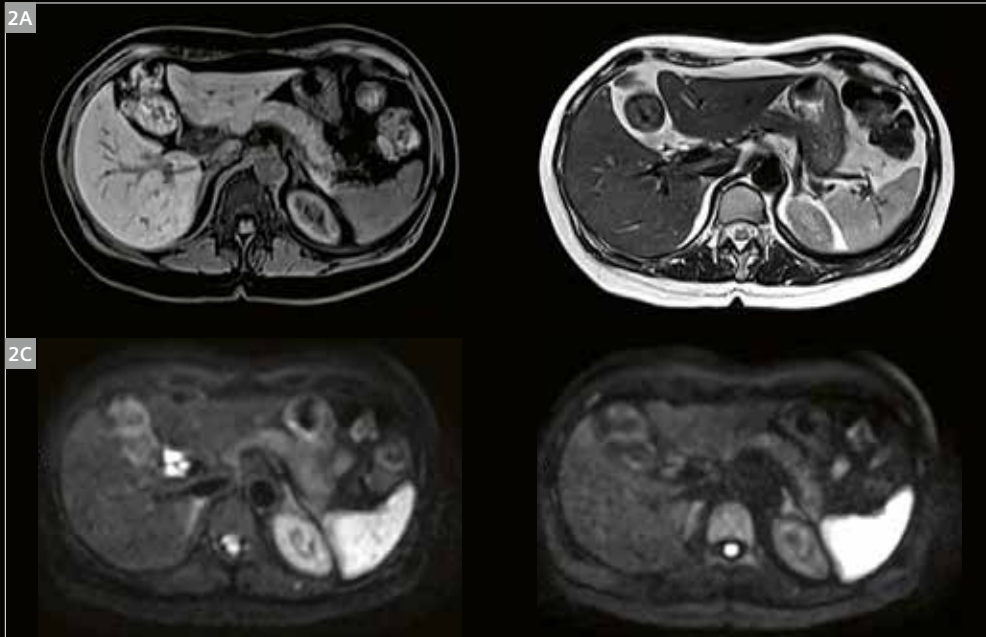
Hasta, klostrofobisi nedeniyle standart MR taramalarına alınamamıştır. Bu nedenle tetkik, MAGNETOM Free.Max tarayıcı ile yapılmıştır. MR tetkiki herhangi bir sorun ve anestezi ihtiyacı olmadan tamamlanmıştır.

### Görüntülemelerde elde edilen bulgular

Karaciğerin sağ lobunda (segment 6), arteriyel fazda homojen ve yoğun bir kontrast gelişimi gözlemlenmiştir. Lezyon, hepatobiliyer kontrast madde (Primovist) uygulandıktan 20 dakika sonra karaciğer parankimi ile izointens bir sinyal göstermiştir. Lezyon, T1- ve T2-ağırlıklı sekanslarda karaciğer ile izointens görünmektedir ve net bir şekilde ayırt edilebilir değildir. DWI sekansında gözlemlenen difüzyon kısıtlaması bulunmamaktadır. Radyolojik bulgular, fokal nodüler hiperplazi (FNH) ile uyumludur.



- 1** (1A) Arteriyel faz T1W VIBE BH Dixon: TA 19 sn ( $0,8 \times 0,8 \times 3,0 \text{ mm}^3$ ); (1B) Portal faz T1W VIBE BH Dixon: TA 19 sn ( $0,8 \times 0,8 \times 3,0 \text{ mm}^3$ ); (1C) Venöz faz T1W VIBE BH Dixon: TA 19 sn ( $0,8 \times 0,8 \times 3,0 \text{ mm}^3$ ); (1D) Primovist ile 20 dakika gecikmeli faz T1W VIBE BH Dixon: TA 19 sn ( $0,8 \times 0,8 \times 3,0 \text{ mm}^3$ )



- 2** (2A) Pre-kontrast T1W VIBE BH Dixon: TA 19 sn ( $0,8 \times 0,8 \times 3,0 \text{ mm}^3$ ); (2B) T2W TSE tra: TA 1:33 dk ( $0,8 \times 0,8 \times 4,0 \text{ mm}^3$ ); (2C) EP 2D b-değeri 50 s/mm²: TA 3:48 dk ( $1,5 \times 1,5 \times 6,0 \text{ mm}^3$ ); (2D) EP 2D b-değeri 800 s/mm²: TA 3:48 dk ( $1,5 \times 1,5 \times 6,0 \text{ mm}^3$ )

## Vaka 2: Metal implantı bulunan hasta

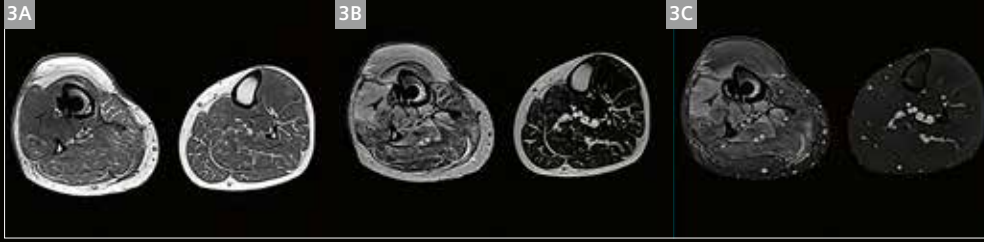
### Klinik bilgiler

Bir yıl önce sağ bacak yumuşak dokusunda kondrosarkom nedeniyle operasyon geçiren 45 yaşında bir erkek hasta.

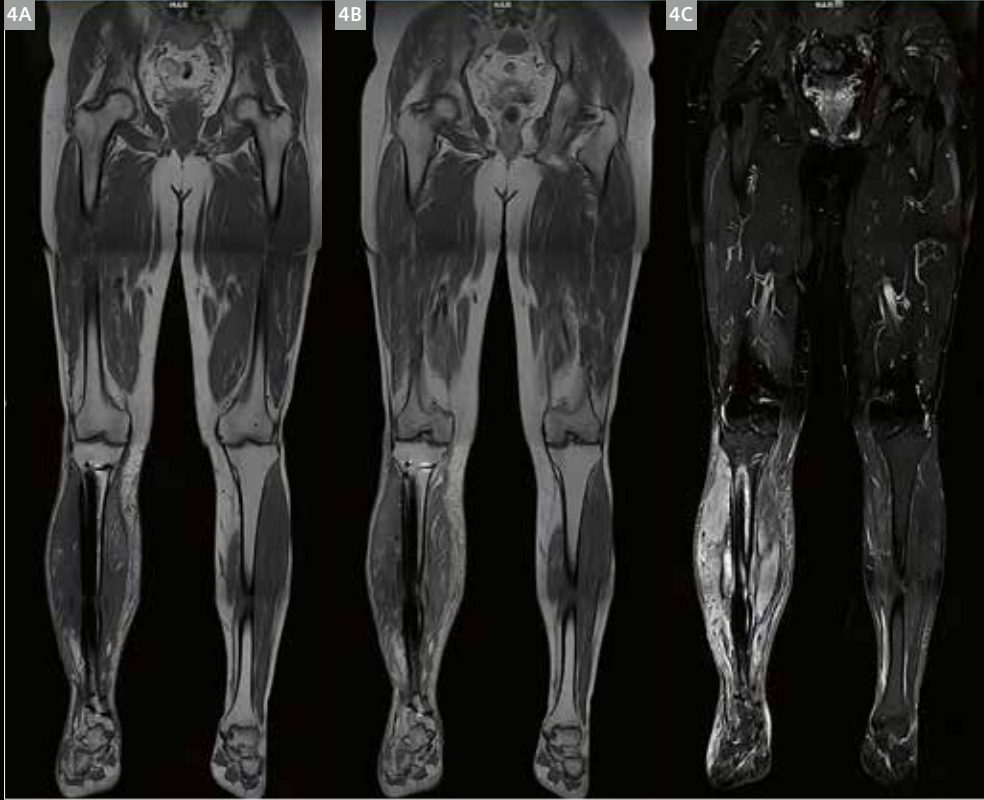
### Görüntülemelerde elde edilen bulgular

Hastanın tibia bölgesindeki metal implant nedeniyle tetkik, 0.55T MAGNETOM Free.Max kullanılarak yapılmıştır.

Deep Resolve aksiyal düzlem T1, T2 ve yağ baskılı T2 sekansları elde edilmiştir. Hafif manyetik duyarlılık artefaktı tespit edilmiş, ancak bu durum tanısal görüntü kalitesini etkilememiştir. Baldır yumuşak dokusunda difüz hafif ödem bulguları görülmüştür. Nüks veya rezidüel kütle belirtileri görülmemiştir. b800 DWI eko-planar (EP) görüntülemelerde tanısal görüntü kalitesini etkileyen duyarlılık artefaktlarına rastlanmamıştır.



- 3 (3A) T1W TSE: TA 2:18 dk (2 istasyon, 0,7 x 0,7 x 4,0 mm³); (3B) T2W TSE: TA 2:00 dk (2 istasyon, 0,6 x 0,6 x 4,0 mm³); (3C) T2W TSE FS: TA 2:19 dk (2 istasyon, 0,7 x 0,7 x 4,0 mm³)



- 4 (4A) Pre-kontrast T1W TSE kor: TA 1:45 dk (4 istasyon); (4B) Post-kontrast T1W TSE kor: TA 2:11 dk (4 istasyon, 0,7 x 0,7 x 4,0 mm³); (4C) T2W STIR kor: TA 2:12 dk (4 istasyon, 0,9 x 0,9 x 4,0 mm³)



- 4 (5A) EP 2D tra b-değeri 50 s/mm²; (5B) EP 2D tra b-değeri 800 s/mm²; (5C) EP 2D tra ADC haritası, EP 2D tra b50, b800: TA 3:00 dk (1,5 x 1,5 x 6,0 mm³)

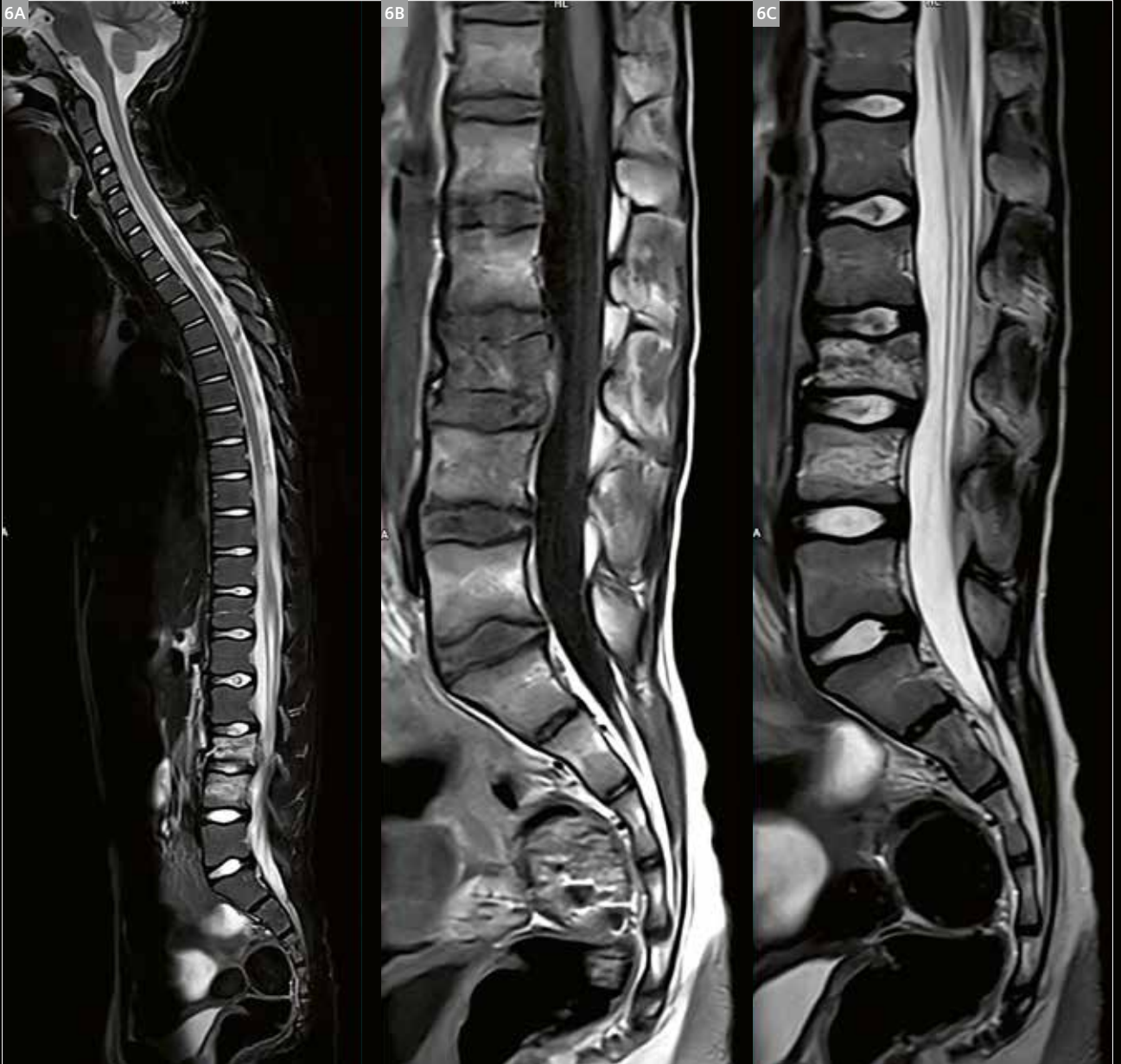
### Vaka 3: Pediyatrik spinal MR tetkiki

#### Klinik bilgiler

12 yaşındaki bir pediyatrik hasta, bir trafik kazası sonrasında acil servisten sevk edilmiştir. Tetkik, MAGNETOM Free.Max kullanılarak yapılmıştır.

#### Görüntülemelerde elde edilen bulgular

Deep Resolve sekansları elde edilmiştir. Sagittal lumbosakral T1- ve T2-ağırlıklı kesitler, L3 ve L4 omurlarındaki kompresyon kırıkları kaynaklı hafif yükseklik kaybı ve ödem sergilemiştir. Tam spinal sagittal STIR T2 görüntülemeyi oluşturan iki istasyonda, L3 ve L4 omurlarında kompresyon kırıkları kaynaklı ödem ve hafif yükseklik kaybı dışında ek bir bulguya rastlanmamıştır.



6 (6A) T2W STIR sag: TA 3:31 dk (2 istasyon,  $0,6 \times 0,6 \times 3,5 \text{ mm}^3$ )  
 (6B) T1W TSE sag: TA 2:36 dk ( $0,5 \times 0,5 \times 4,0 \text{ mm}^3$ )  
 (6C) T2W TSE sag: TA 2:43 dk ( $0,4 \times 0,4 \times 4,0 \text{ mm}^3$ )

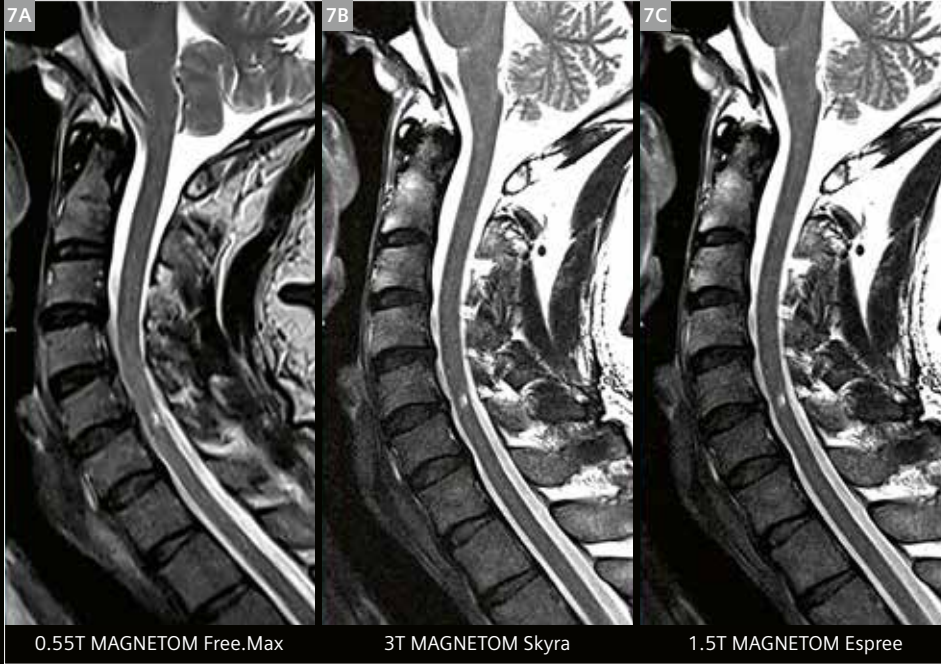
## Vaka 4: MR takibi

### Klinik bilgiler

10 yıl önce yapılan MR çekiminde servikal spinal kordda sirin-gomiyeli tespit edilen 47 yaşında bir erkek hasta. Son tetkik, 0.55T MAGNETOM Free.Max kullanılarak yapılmıştır. Bulgular, 2013 yılında 1.5T MAGNETOM Espree ve 2018 yılında 3T MAGNETOM Skyra kullanılarak yapılan MR tetkikleri ile karşılaştırılmıştır.

### Görüntülemelerde elde edilen bulgular

Deep Resolve sagittal T2-ağırlıklı görüntülemelerde (ara dönemde değişmemiş olan) siringohidromiyeli bulguları gözlemlenmiştir. 0.55T'deki MR görüntü kalitesi, bir 1.5T tarayıcının görüntü kalitesine benzerdir.



**7** (7A) T2W TSE sag: TA 2:50 dk ( $0,4 \times 0,4 \times 3,0 \text{ mm}^3$ ), 0.55T MAGNETOM Free.Max, 2024; (7B) T2W TSE sag, 3T MAGNETOM Skyra, 2018; (7C) T2W TSE sag, 1.5T MAGNETOM Espree, 2013



**8** (8A) T2W STIR sag: TA 3:52 dk ( $0,4 \times 0,4 \times 3,0 \text{ mm}^3$ ), 0.55T MAGNETOM Free.Max, 2024; (8B) T2W STIR sag, 1.5T MAGNETOM Espree, 2013

## Sonuç

MAGNETOM Free.Max'in Acıbadem Maslak'a gelişi, klostrofobik hastalar ve metal implantı bulunan hastalar dahil olmak üzere, çok çeşitli hastalara daha iyi sağlık hizmetleri sunmamızı sağlamıştır. Bu sistemin düşük alan şiddetinin, bu hastalar için daha az duyarlılık artifaktı sağladığından, manyetik alan şiddeti seviyesi yüksek olan sistemlere kıyasla daha avantajlı olduğu doğrulanmıştır. ●

Geniş gantri açıklığı, hem klostrofobik hem de pediyatrik hastalar için faydalıdır ve mevcut sistemlere anlamlı bir alternatif sağlar. Son olarak, Deep Resolve teknolojisi sayesinde görüntü kalitesi, üst düzey MR sistemlerimiz ile eşit derecede iyidir. Dolayısıyla bu sistem, Acıbadem Sağlık Grubu'ndaki tarayıcı filomuza mükemmel bir ekleme olmuştur.



Recep Aydın,  
Kıdemli MR  
Teknoloji Uzmanı



Yasin Aygören,  
Kıdemli MR  
Teknoloji Uzmanı



Ercan Karaarslan,  
Profesör  
Doktor

## İletişim

Profesör Doktor Ercan Karaarslan  
Radyoloji Birimi Direktörü  
Maslak ve Ataşehir Hastanesi  
Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi,  
Tıp Fakültesi, Radyoloji Ana Bilim Dalı,  
İstanbul Türkiye  
ercan.karaarslan@acibadem.com

# Siemens Healthineers MAGNETOM Flow. Platform ile enerji tasarrufu, yapay zekâ desteği ve hasta konforu bir arada

Yüksek hızda yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmeyi sağlayan yapay zekâ destekli yeni nesil MR platformu sağlık hizmetlerinde yeni bir dönemin kapılarını aralıyor.

**S**iemens Healthineers, MAGNETOM Flow. Platform ile 1.5 tesla MR segmentine yeni bir ürün ailesi daha ekledi. 60 ve 70 cm gantri açıklığı seçeneklerine sahip yeni sistem, hasta konforundan enerji verimliliğine, kurulum kolaylığından yapay zekâ destekli görüntülemeye kadar birçok yenilikçi özelliği bir arada sunuyor. Aynı zamanda görüntü kalitesi ve verimli iş akışlarını bir araya getiren MAGNETOM Flow. Platform, tanı doğruluğunu artırmaya katkıda bulunurken işlem tekrarı riskini de azalıyor.

## **Yalnızca 0.7 L helyum kullanımı, akıllı enerji yönetimi ve düşen işletme maliyetleri**

Dünya nüfusunun artması ve MR tetkiklerine olan talebin yükselmesi, daha verimli ve kaynakları koruyan sistemlere olan ihtiyacı da beraberinde getiriyor. Sağlık hizmetlerinde sürdürülebilirliğe katkı sağlamayı önceliklendiren Siemens Healthineers, sağlık kurumlarında en çok enerji harcayan cihazlardan olan MR sistemlerini daha sürdürülebilir hale getirmek ve işletme maliyetlerini düşürmek üzere tasarladığı MAGNETOM Flow'un DryCool teknolojisi sayesinde helyum kullanımını yalnızca 0.7 litreye kadar düşürüyor. Ayrıca yeni geliştirilen Eco Power Mode Pro, sistemin yükünü anlık olarak takip ederek soğutma performansını otomatik şekilde ayarlayabiliyor. Bu sayede hem enerji tüketimi düşüyor hem de işletme maliyetleri önemli ölçüde azaltılıyor.

Diğer yandan, geleneksel 1.5 Tesla MR cihazlarına kıyasla çok daha az yer kaplayan MAGNETOM Flow. yalnızca 25 metrekarelik alana ihtiyaç duyuyor ve iki metrenin altında yüksekliğe sahip tasarımı sayesinde, kurulum süreçlerinde altyapı gereksinimleri minimuma indiriyor ve kapalı helyum devresi ve quench borusu gerektirmeyen sistemiyle kurulum süresi ve maliyetleri de azaltıyor. Böylece her ölçekten sağlık kurumunun kolayca kullanabileceği sistem, Siemens Healthineers'ın sağlığa erişimi artırma hedefine de katkı sağlıyor.

70 cm gantrili MAGNETOM Flow. modeli, farklı klinik ihtiyaçlara göre ölçeklenebilir bir yapı sunuyor. Farklı gradyan güçlerine sahip modellerin yanı sıra, mevcut sistemlere sahada gerçekleştirilebilecek yükseltmeler de planlanıyor. Örneğin, 60 cm gantriye sahip bir sistemin 70 cm versiyonla değiştirilmesi, doğrudan kullanım noktasında yapılabilir. Bu esnek yapı, sağlık kuruluşlarının değişen



# MAGNETOM Flow. Platform

Akışı değiştir. Geleceği başlat.



ihtiyaçlarına hızlı bir şekilde uyum sağlamasını kolaylaştırıyor; yatırım geri dönüş süresini kısaltırken hizmet kesintisini en aza indiriyor.

## Yapay zekâ ile güçlenen iş akışları ve görüntü kalitesi

MAGNETOM Flow. Platform, Siemens Healthineers'in ileri düzey görüntüleme algoritması Deep Resolve ile donatıldı. Yapay zekâ destekli Deep Resolve çözümü, özellikle 3D görüntülemelerde tarama süresini azaltırken, görüntü kalitesini artırıyor. Kullanıcı dostu arayüzü sayesinde hasta kaydı, pozisyonlandırma ve görüntüleme işlemleri doğrudan hasta başında, hızlı ve sezgisel bir şekilde yönetilebiliyor.

## Hasta konforunu artırmak üzere anksiyete azaltıcı müzik desteği

MAGNETOM Flow.'un baş ve boyun coil'lerinde sunulan yeni nesil kemik iletimli ses teknolojisi sayesinde, hasta ile operatör arasındaki iletişim kesintisiz sağlanırken, müzik yayını da daha net bir şekilde iletiliyor. Bu özellik, hastaların çekim sırasında yaşadığı kaygının azaltılmasına katkı sağlarken, iş birliğini de artırıyor. Aynı zamanda, 60 cm ve daha geniş vücut tiplerine uyum sağlayan 70 cm gantri açıklığı ve vücut hatlarına göre şekillenebilen XL coil seçeneği ile hasta konforunu ön planda tutan MAGNETOM Flow. geliştirilen esnek coil yapısı sayesinde hasta pozisyonlandırması daha hızlı ve konforlu hale gelmesine, çekim süresinin kısalmasına destek oluyor. ●

# Sütçü İmam Üniversitesi, MAGNETOM Altea ile daha hızlı tarama süresi daha yüksek görüntü kalitesi ve daha konforlu görüntüleme hizmeti sunuyor

Sütçü İmam Üniversitesi Radyoloji Bölümü'nde hizmete giren yeni nesil MAGNETOM Altea 1.5T MR sistemi hakkındaki değerlendirmeleri almak üzere Prof. Dr. Nursel Yurttutan ve Prof. Dr. Betül Kızıldağ ile özel bir röportaj gerçekleştirdik.



**Prof. Dr. Nursel Yurttutan ve Prof. Dr. Betül Kızıldağ**  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü,  
Radyoloji Anabilim Dalı

## Yeni MR sisteminiz üniversiteniz için nasıl bir vizyon taşıyor?

Prof. Dr. Nursel Yurttutan: 1.5T yeni nesil MR sistemimiz Aralık 2024'te devreye alındı. Hedefimiz; daha hızlı, daha iyi görüntü kalitesine sahip ve daha konforlu bir görüntüleme standardı sunmaktır. Yapay zekâ destekli rekonstrüksiyon, hastaya uyum sağlayan MR teknolojileri ve geniş gantri (hasta tüneli) açıklığı tasarımıyla hem klinik hem de eğitim misyonumuzu güçlendiren, sürdürülebilir bir altyapı oluşturduk. Bu yatırım, bölgemizde referans alınan bir tanısal hizmet standardına katkı sağlıyor.

## Derin Öğrenme tabanlı Yapay zekâ destekli rekonstrüksiyon günlük pratiğinizi nasıl değiştirdi?

Prof. Dr. Betül Kızıldağ: En belirgin etki süre ve keskinlik dengesinde diyebilirim. Önceden 5–6 dakika süren pek çok sekansı bugün 2–3 dakikada daha iyi bir klinik görüntü kalitesiyle tamamlayabiliyoruz. Süre kısılırken çözünürlük ve SNR korunuyor; hareket ve diğer artefaktların yönetimi iyileşiyor. Bu özellikle acil hastalarda karar sürecini hızlandırdı, hasta konforunu belirgin artırdı.

## Kliniğinizde aklınızda kalan önemli bir olgu var mı?

Prof. Dr. Betül Kızıldağ: Karın ağrısıyla başvuran ve abdominal aort anevrizması şüphesi olan bir hastamızda kreatinin düzeyi yüksekti; kontrastlı BT uygun değildi. Hızlı abdomen MR protokolüne geçiş düşük doz MR kontrastı ile incelemeyi tamamladık ve abdominal aort anevrizmasını net biçimde doğruladık ve bu sayede kısa sürede



*"Daha kısa süre, daha sakin bir ortam ve daha yüksek konfor. Cihazdan çıkan bir hastanın 'beklediğimden çok daha rahattı' demesi bizim için en değerli geri bildirim."*

**Prof. Dr. Nursel Yurttutan**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü,  
Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

elde ettiğimiz yüksek çözünürlüklü görüntüler, tedavi kararının güvenle verilmesini sağladı.

#### **Nöro görüntülemelerde hangi uygulamalar öne çıkıyor?**

Prof. Dr. Nursel Yurttutan: Traktografi, fonksiyonel MR ve MR spektroskopiyi standart protokollerimize entegre ettik. Fonksiyonel alanlara komşu lezyonlarda cerrahi planlamaya doğrudan katkı sunuyoruz. Hızlandırılmış difüzyon dizilerinde süre kısalmasına rağmen geometrik doğruluğu korumak bizim için kritik ve bu dengeyi iyi yönetiyoruz.

#### **Yeni MR sistemi ile kas-iskelet (MSK) görüntülemelerde ne tür kazanımlar elde ettiniz?**

Prof. Dr. Nursel Yurttutan: 3D izotropik veri setleri sayesinde çok düzlemlerle yeniden formatlama artık çok daha güvenilir hale geldi. Bu teknoloji ile tendon, bağ ve kıkırdak gibi yapıları net sub-milimetrik anatomik ayrıntıları çok daha net görebiliyoruz. Özellikle sporcu yaralanmalarında ve ortopedik cerrahi planlamalarda görüntülerin

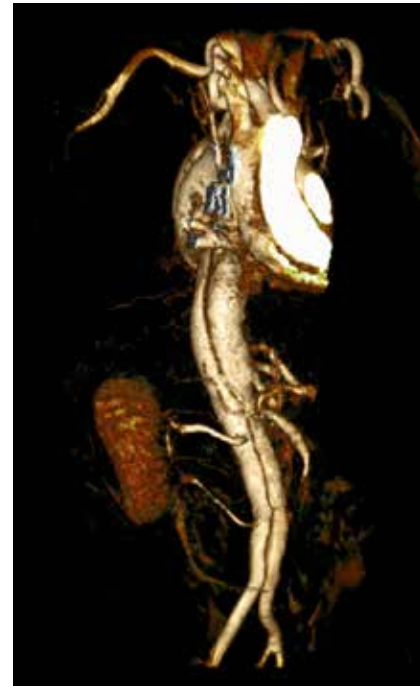
okunabilirliği belirgin şekilde arttı. Bu da hem raporlama hızımızı hem de tanısal tutarlılığımızı önemli ölçüde iyileştirdi.

#### **Pediyatrik olgularda yeni sistemin etkisi nasıl?**

Prof. Dr. Betül Kızıldağ: Kısalan çekim süreleri sayesinde artık sedasyon ihtiyacımız belirgin biçimde azaldı. Geniş gantri (hasta tüneli) açıklığı ve daha sessiz MR teknolojisi, özellikle çocuk hastalarda hem çocukların hem de ailelerin kaygısını azaltıyor. Bu durum, hastalar için çok daha konforlu bir MR deneyimi sağlarken, aynı zamanda tekniklerimizin iş yükünü de olumlu yönde etkiliyor diyebilirim.

#### **Acil senaryolarda kontrastsız hızlı protokoller sizin için ne ifade ediyor?**

Prof. Dr. Betül Kızıldağ: İnme ve travma başta olmak üzere, zaman kritik vakalarda kontrast gerektirmeyen hızlı dizilerle dakikalar içinde tanısal bilgi elde edebiliyoruz. Bu yaklaşım, uygun hastalarda süreci basitleştirip hızlandırıyor; tekrarlı çekim ihtiyacını da azaltıyor.





*“Daha kısa sürede yüksek çözünürlüklü veri almak, hem acil olgularda karar desteğimizi hızlandırdı hem de günlük kapasitemizde anlamlı artış sağladı.”*

**Prof. Dr. Betül Kızıldağ**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü,  
Radyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

**Teknik ekibin iş akışında “yapay zekâ destekli protokol asistanı” ve otomasyonun katkısı nedir?**

Prof. Dr. Nursel Yurttutan: Yapay zekâ destekli akıllı protokol asistanı; otomatik planlama, anatomik hizalama ve parametre önerileriyle çekimleri standardize ediyor. Hasta hazırlığı hızlandı, tekrar çekim oranları azaldı. Özellikle yeni başlayan teknikerler, arayüzün kullanım kolaylığı nedeniyle sisteme çok hızlı uyum sağlayabiliyorlar ve bu cihazı “öğrenmesi ve kullanımı en rahat MR sistemi” olarak tarif ediyorlar. Ekipte genel memnuniyet yüksek.

**“Yüksek çözünürlük + kısa süre” birleşimi günlük klinik pratiğinize nasıl yansıdı?**

Prof. Dr. Betül Kızıldağ: Zaman-görüntü kalitesi dengesini kliniğin lehine çevirdik. Daha kısa sürede yüksek çözünürlüklü veri almak, hem acil olgularda karar desteğimizi hızlandırdı hem de günlük kapasitemizde anlamlı artış sağladı. Aynı zamanda raporlamada görüntü tutarlılığı arttığını söyleyebilirim.

**Klinik iş birliği ve protokol geliştirme süreçleriniz nasıl ilerliyor?**

Prof. Dr. Nursel Yurttutan: Üretici ve akademik paydaşlarla yürüttüğümüz iş birliği; protokollerin

standardizasyonu, düzenli eğitim döngülerinin sürdürülmesi ve saha geri bildirimlerinin hızla klinik protokollere yansıtılması üzerine kurulu. İhtiyaçlara ve yeni çalışmalara göre sürekli güncellenen ortak protokol kütüphanemiz, görüntüleme kalitesini tüm kullanıcılar için aynı yüksek seviyede tutarken eğitim süreçlerini de önemli ölçüde kısalttı.

**Son olarak, hasta deneyimini nasıl özetlersiniz?**

Prof. Dr. Nursel Yurttutan: Özetle yeni sistemle birlikte artık hastalarımıza daha kısa sürede, daha sessiz ve çok daha konforlu bir MR deneyimi sunabiliyoruz. Özellikle kapalı alan korkusu olan veya daha önce MR sürecinden endişe duyan hastalarımızdan çok olumlu geri bildirimler alıyoruz. Çekim sonrası bir hastanın ‘beklediğimden çok daha rahattı’ demesi bizim için en değerli geri dönüş. Çünkü bu sadece teknolojinin değil, hastaya dokunan insani yaklaşımın da bir göstergesidir. Bizim için asıl başarı, tanısal doğruluğu artırırken aynı zamanda hastalarımızın bu süreci güven ve rahatlık içinde geçirmesini sağlayabilmektir. ●

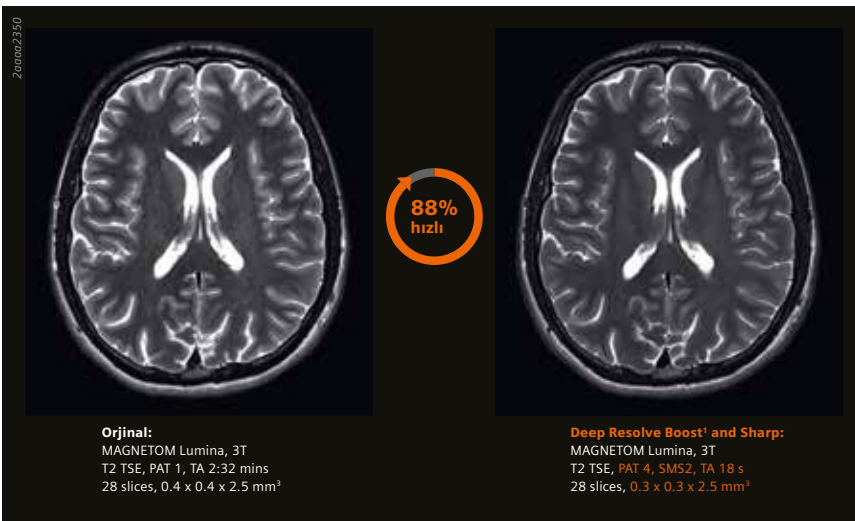


Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Dahili Tıp Bilimleri Bölümü, Radyoloji Anabilim Dalı Ekibi



# Deep Resolve

Her zamankinden hızlı.



¹ Deep Resolve Boost özelliği MAGNETOM Lumina, bazı ülkelerde ticari olarak mevcut değildir. Mevzuat nedenlerinden dolayı gelecekteki kullanılabilirlik garanti edilemez.

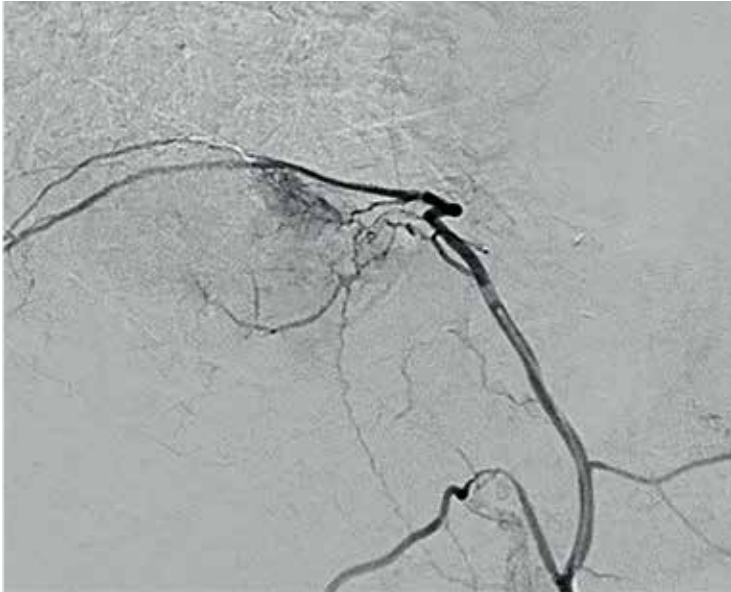
# Girişimsel onkoloji, karaciğer malignitelerinin tedavisi için “büyük ve parlak bir gelecek” sunuyor

Minimal invaziv prosedürlerde hassasiyeti ve kesinliği korumak için, girişim uzmanlarının kaliteli görüntülere sahip olması çok önemlidir. Ancak geçmişte, radyasyon dozunu makul olarak gerçekleştirilebilecek ölçüde düşük (ALARA) seviyeye indirirken görüntü kalitesini (IQ) tutarlı bir şekilde yüksek seviyede tutma denemelerinde zorluklarla karşılaşmıştır. Philippe Pereira (SLK-Clinics GmbH, Heilbronn, Almanya), OPTIQ gibi teknolojik yenilikleri kişiselleştirilmiş, multidisipliner onkoloji tıbbi ile birlikte kullanarak “büyük ve parlak bir geleceğe sahip olabileceğimizi” düşünüyor.

**A**njiyografik görüntüleme ve kılavuzluk yazılımı geliştirme alanında öncü olan Siemens Healthineers’ın radyasyon maruziyet kontrolü OPTIQ’i içeren yeni ARTIS icono sistemi, yüksek görüntü kalitesini korurken aynı zamanda yeni bir doz yönetimi sunuyor. Pereira, ARTIS icono sisteminin iş akışlarını ve prosedürlerdeki başarı düzeylerini nasıl dönüştürdüğünü ayrıntılarıyla anlatıyor.

## Transarteriyel kemoembolizasyon

Hepatoselüler karsinomu bulunan 75 yaşındaki bir kadın hastada



Frenik arterde 2.4F kateter ile DSA (çap <1mm). Lezyonun besleyicileri frenik arterin diğer dallarıdır, tümör lekesi ve besleyici arterler net bir şekilde görünmektedir.

Geçtiğimiz yıl, Pereira’nın radyoloji ana bilim dalında bulunan Artis zee sistemi yerine ARTIS icono sisteminin kurulumu yapılmıştı. Pereira şunları söylüyor: “Dünya genelinde bu sistemlerin kurulumunun yapıldığı ilk sağlık kuruluşlarından biri olduk. Yeni ARTIS icono sistemi ile ilgili birkaç günlük eğitim sonrasında tüm hastalar için kapsamlı tedavilere başlayabildik, ilk ay içinde yaklaşık 120 adet karmaşık ve zorlu kemoembolizasyon hastamız oldu ve çalışmalarımıza randevuları ertelemeden devam edebildik.”

Kanser hastalarına yönelik girişimsel tedavileri düzenli olarak uygulayan Pereira’nın birimi, güçlü bir multidisipliner odağa sahip olan “spesifik yolları” izliyor. Pereira şunları söylüyor: “Tüm kanser hastalarının öncelikle disiplinler arası tümör kurulumundan geçmesi gerekiyor. Bu yalnızca benim için değil, cerrah, onkolog ve patolog için de bir ön koşul”. Pereira’nın kanser tedavisinde birimler arası takım çalışmasına odaklanması, 2022 ve 2023 yıllarında Avrupa Girişimsel Onkoloji Konferansı’nda (ECIO) başkan olarak yaptığı konuşmanın en önemli mesajıydı. Pereira şöyle açıklıyor: “Her kanser kişiseldir, bu nedenle her tedavinin ilgili kanser hastalığına göre özelleştirilmesi gerekir. Girişimsel onkoloji spektrumunun tamamını uyguluyoruz. Perkütan, arteriyel ve intra-arteriyel. Ve bu spektrumun tamamında, palyatif, semptomatik ve küratif tedavi için ARTIS icono sistemini kullanıyoruz”.

Pereira ve ekibi sıklıkla, tek başına veya sistemik tedavi ile birlikte transarteriyel kemoembolizasyon (TACE) prosedürlerini uyguluyor. Pereira bu



*"OPTIQ gibi teknolojik yenilikleri kişiselleştirilmiş, multidisipliner onkoloji tıbbi ile birlikte kullanarak büyük ve parlak bir geleceğe sahip olabiliriz."*

**Philippe Pereira**

SLK-Clinics GmbH, Heilbronn, Almanya

prosedürlerin selektif veya non-selektif olabildiğini söylüyor ve şöyle açıklıyor: "Hangi karaciğer kanseri tedavisini uyguladığınıza bağlı: primer veya metastatik. Bu hastalara çoğunlukla TACE veya kemoperfüzyon ile paralel olarak sistemik tedavi uygulanıyor ve kemoperfüzyon prosedürü iki veya üç saat sürüyor."

TACE için, embolize edilmesi gereken tümör besleyen arterleri bulmak üzere yüksek kaliteli görüntülemenin kullanılması gerekiyor. Pereira şunları söylüyor: "Mükemmel 2D görüntülemeye ihtiyaç duyuyoruz, bu nedenle ARTIS icono sistemini kullanıyoruz. Hepatoselüler karsinom gibi kondisyonları tedavi ederken ufak arterleri görebiliyorsunuz."

Pereira'nın ekibi, ARTIS icono sistemi ile düşük radyasyon dozlarında yüksek kaliteli 2D görüntüleri elde edebiliyor. Pereira'ya göre bu, yaklaşık olarak 80 hastada ARTIS icono ile bir önceki sistem arasında yapılan IQ ve radyasyon dozu karşılaştırması sonrasında karşılaştıkları "en büyük sürprizlerden biri" oldu. Ekip, yeni OPTIQ teknolojisi ile dozun %50–80 oranında azaltıldığını ve aynı zamanda aynı IQ seviyesinin korunabildiğini tespit etti. Pereira, "Bu doz azaltma imkanına sahip olmak sadece hastalar için değil, ekip için de harika" diyor ve dikkatleri doğurganlık çağında olan ve çocuk sahibi olmak isteyen kadın teknisyenler için dozu azaltmanın daha da fazla önemli olduğuna çekiyor.

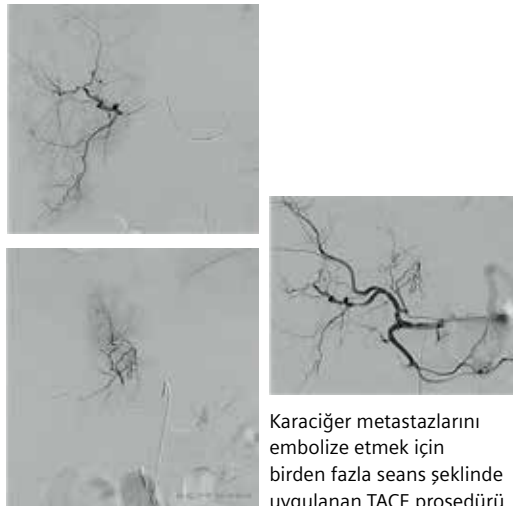
Siemens Healthineers'ın yeni geliştirdiği OPTIQ maruziyet kontrol teknolojisi, her görüntüleme durumu için radyasyon dozunu da optimize ediyor. Sistem, kaynak-görüntü arası mesafeyi (SID), kolimasyon ayarlarını, ızgara durumunu ve hasta kalınlığını hesaba katan kendinden ayarlı bir algoritmayı kullanmak suretiyle gerçek zamanlı olarak 15.000'e kadar olası parametre kombinasyonunu kontrol ederek, en yüksek kaliteli görüntülemeyi sağlamak için, doz açısından en verimli ayarları seçiyor.

Pereira'ya göre yeni OPTIQ teknolojisi ile iş akışında iyileşme sağlandı, çünkü "artık görüntü kalitesi

ve dozu optimize etmek için SID'yi değiştirmeniz gerekmiyor. Hastalar için ise, prosedür esnasında makineyi hareket ettirmeniz gerekmiyorsa hasta konforu önemli ölçüde artıyor ve bu durum, genel deneyimi bizim açımızdan da iyileştiriyor ve sürecin tüm adımlarını bir miktar hızlandırıyor."

Girişimsel onkoloji ve TACE alanındaki inovasyonun öneminden bahseden Pereira, "iyi bir makine, görüntü kalitesi, standardizasyon, multidisipliner tümör kurulu ve girişimsel onkoloji uzmanı" kombinasyonunun başarılı bir tedavinin temelini oluşturduğunu söylüyor. "Onkoloji, tıpta en önemli atılımların görüldüğü alan; ancak popülasyonlar yaşlandıkça, kanser hastalarının sayısı da artıyor. Tek başına hiçbir uzmanlık, kanser hastalarına çözüm sunamıyor, ne cerrah, ne onkolog, ne de girişimsel radyoloji uzmanı."

Pereira, OPTIQ teknolojisi gibi inovasyonları kişiye özel, multidisipliner onkoloji tıbbi ile bir araya getirerek "büyük ve parlak bir geleceğe sahip olabileceğimizi" düşünüyor. ●



# PAE ve UAE: Yeni hassas görüntü kılavuzluğu teknolojisi ile, umut vaat eden minimal invaziv prosedürlerin etkinliği artıyor

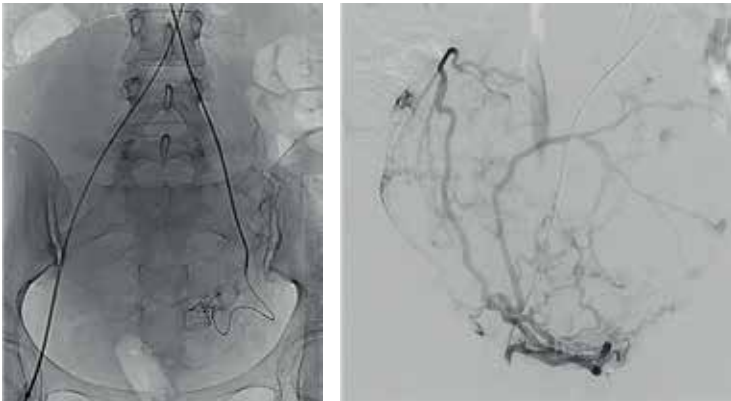
Son yıllarda prostat arter embolizasyonu (PAE) ve uterin arter embolizasyonu (UAE), genellikle benign prostat hiperplazi ve miyom tedavisinde kullanılan ümit verici minimal invaziv seçenekler olarak ortaya çıktı. Yüksek kaliteli görüntüleme, hedef arter dallarına ulaşmak ve bu dalları belirlemek için ihtiyaç duyulan temel anatomik bilgiye ulaşmak açısından hayati önem taşır. Interventional News'e konuşan Bernhard Gebauer (Charité University Hospital, Berlin, Almanya), yeni ARTIS icono teknolojisinin bu zorlu prosedürlerin potansiyel faydalarını ortaya çıkarmaya yardımcı olmaya yönelik "mükemmel etkisini" ayrıntılarıyla açıklıyor.

**G**ebauer şunları söylüyor; "İnvaziv prosedürleri daha az tercih ediyor ve daha seçici olmaya çalışıyoruz". Gebauer'e göre, son dönemde uygun hastalar tedavi edilirken PAE ve UAE gibi daha az invaziv tedavilerin uygulanması için "daha sofistike girişimsel radyoloji uzmanları: ancak aynı zamanda daha sofistike malzemeler, daha küçük kateterler, daha iyi görüntüleme teknikleri ve daha iyi anjiyografi makinelerinin kullanılması" gerekiyor.

## Uterin fibroid embolizasyonu

Miyomu bulunan 35 yaşındaki bir kadın hastada.

Prosedürün tamamı 590µGym<sup>2</sup> ile yapılmış, ultra düşük doz seviyesinde bile yeterli görüntü kalitesi sağlanmıştır.



Gebauer, Charité University Hospital girişimsel radyoloji ana bilim dalının başkanı olarak PAE veya UAE prosedürlerinde anjiyografi paketinin iş akışının temellerini şu şekilde oluşturdu; "tipik olarak manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ile başladı ve bu hastaların prosedürden önceki vasküler anatomisini değerlendirebildik".

Gebauer ayrıca, syngo DynaCT ile tedavi uygulanacak erkek hastalar için "başlangıçta prostat arterin tam olarak doğru konumu ile ilgili fikir sahibi olmak" gerektiğini, genç kadın hastalarda ise radyasyonun doğurganlık üzerindeki potansiyel etkisi nedeniyle alternatif seçeneklerin değerlendirildiğini ekliyor. Bu doğrultuda, dozu en düşük seviyede tutmak ve cihazı en iyi angülasyon ile yönlendirmek için, UAE genellikle yalnızca 2D görüntü eşliğinde yapılıyor.

Gebauer ve ekibinin radyasyonu izlemek ve radyasyona karşı koruma sağlamak için özenli bir şekilde uyguladığı adımların iki farklı etkisi bulunuyor: Gebauer'e göre prosedürün genel başarısına zarar vermeden dozu azaltmak, "yalnızca hastalar için değil, personel için de" çok önemli. Gebauer şunları söylüyor: "Burada düzenli prosedürlere katılıp katılmıyor olmak çok önemli bir husus. Personel olarak önemli miktarda radyasyona maruz kalıyorsunuz. Gerçekten dikkatli olmaya çalışıyoruz ve



*"ARTIS icono sistemi ile radyasyon dozunu önemli ölçüde azalttığımızda bile iyi bir görüntü kalitesi elde edebiliyor olmak bizi şaşırttı."*

**Bernhard Gebauer**

Charité University Hospital, Berlin, Almanya

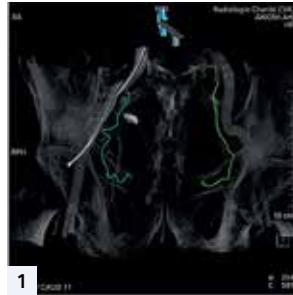
ARTIS icono sistemi ile, radyasyon dozunu önemli ölçüde azaltırken aynı zamanda iyi bir görüntü kalitesi elde edebiliyor olmak bizi şaşırttı. Yeni Siemens Healthineers sistemi böyle mükemmel bir etki yaratıyor".

Kritik olarak değerlendirildiğinde ARTIS icono sistemi, 300 milyon girişi içeren devasa bir veri tabanındaki verileri çekerek, her bir hasta için en uygun ve doz açısından en verimli parametrelerin seçilebilmesine imkan sağlıyor. PAE ve UAE prosedürleri için Gebauer'ın anjiyografi kliniğini ziyaret eden hastalar için, ARTIS icono sistemi ekiplerin "girişimin ciddiyetine bağlı olarak daha iyi görüntü kalitesi sağlamak için düşük radyasyon dozu ile birlikte aynı zamanda eşit derecede yüksek dozlara imkan sağlayan farklı floroskopi protokollerine ulaşmasını" sağlıyor.

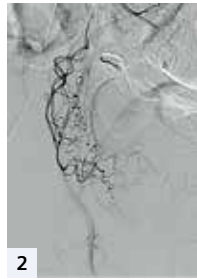
Artık girişim uzmanları, kaynak-görüntü arası mesafeden bağımsız olarak tutarlı bir görüntü kalitesi sağlarken otomatik maruziyet kontrolü ilkelelerini yeniden tanımlama yolunda hasta ile makine arasına belirli bir mesafe koyabiliyor ve Gebauer'e göre bu durum, hastalarla "iletişimi daha da kolaylaştırıyor". Gebauer'e göre bu güncelleme hayati önem taşıyor: "20–22 yıl boyunca bu işi yaptığınız, her seferinde dedektörü hastaya mümkün olduğunca yaklaştırmamız gerekiyor. Ama OPTIQ ile işler değişti." Gebauer, yeni teknolojinin şu anda ve gelecekte "hastalara önemli faydalar" sağlayacağını ve karmaşık prosedürlerde daha fazla konfor ile birlikte son teknolojinin verimliliğini sunacağını söylüyor. ●

### Prostatik arter embolizasyonu

Prostat hiperplazisi bulunan 72 yaşındaki bir erkek hastada



**1** B. syngo DynaCT'de bulunan bilateral prostatik arterler



**2** Embolizasyon öncesinde sağ prostatik arterin DSA'sı



**3** Sağ prostatik arter embolizasyonu sonrasında anjiyogram

# Yeni OPTIQ radyasyon maruziyet kontrolü, CO<sub>2</sub> anjiyografi ve yeni IR prosedürlerinde “büyük bir atılım” sağlıyor

"Bu büyük bir atılım" diyen Maximilian de Bucourt (Charité University Hospital, Berlin, Almanya), radyasyon dozunu azaltırken kaliteli ve hassas bir görüntüleme iş akışını korumanın, bazı minimal invaziv girişimsel radyoloji prosedürlerinde optimum sonuçlar için neden hayati önem taşıdığını detaylı bir şekilde açıklıyor.

**d**e Bucourt ve ekibi her gün çok çeşitli perkütan ve endovasküler prosedürler gerçekleştiriyor: "stent yerleştirme prosedürleri, viseral arterlerde anevrizma giderme prosedürleri ve ayrıca pulmoner arter embolizm trombektomisi gibi bazı yeni prosedürler". de Bucourt, bu tedavilerin her birinde gerekli olan durumlarda, "etkileyici" ARTIS icono sistemi ve sistemin yeni OPTIQ görüntü zincirini anlatıyor ve özellikle periferik prosedürlerin CO<sub>2</sub> kullanılarak optimize edilmesinde kullanılan uygulamalar olmak üzere, sistemin "heyecan verici" uygulamalarını detaylı bir şekilde anlatıyor.

de Bucourt şunları söylüyor: "OPTIQ, kaynak-görüntü arası mesafeyi (SID), hasta kalınlığını ve dedektör dozunu otomatik olarak değerlendirerek en uygun değişkeni ve kombinasyonu bulmak üzere tasarlanan kendinden ayarlı algoritmalar ile desteklenen ve ilgili bilgileri gerçek zamanlı olarak uygulayan, yeni geliştirilen bir maruziyet kontrol sistemi. 3D görüntülemelerde hastalarda farklı ağırlık sınıfları (80 ve 100 kg) için özel radyasyon maruziyeti minimizasyon protokolleri kullanırken de hastaları tedavi etmemize yardımcı olan yeterli görüntü kalitesini elde edebildik."

ALARA (makul olarak gerçekleştirilebilecek ölçüde düşük) ilkesi doğrultusunda ve artan hasta atenuasyonu ile, geleneksel dedektör dozu ayarı; ortalama kalınlık aralığındaki hastalarda bile düşük görüntü kalitesi ile sonuçlandı. Bu nedenle, girişimsel radyologların, radyasyon dozunu düşük seviyede tutmak için sıklıkla düşük floroskopi ayarlarını koruyarak, ihtiyaç duyulması halinde,

örneğin stent yerleştirme prosedürlerinde yüksek dozlu protokolleri daha kısa süreler boyunca kullanması gerekiyor. Ancak de Bucourt, ekibinin anjiyografi birimlerindeki radyasyon akışıyla ilgili detayları inceleyerek "uyguladıkları girişimler için gerçek radyasyon dozu verilerini sağlamak" istediğini ifade ediyor.

de Bucourt ve ekibi bunun için kemoembolizasyon prosedürlerini, radyasyon kullanımı üst sınırı olarak 20.000µGym<sup>2</sup>'nin kullanılmasını tavsiye eden Alman düzenleyici kuruluşun önerilerine göre analiz etti. Ekip, yeni ARTIS icono teknolojisi ile transarteriyel kemoembolizasyon (TACE) prosedürlerinin bazı durumlarda yalnızca birkaç 100µGym<sup>2</sup> kullanılarak yapılabileceğini tespit etti. de Bucourt bu bulgu karşısında "Bu harika" diyor ve OPTIQ'in öncü maruziyet kontrol sisteminden en fazla faydalanabilecek kişilerin "tekrar tedaviye ihtiyaç duyan" hastalar olduğunu sözlerine ekliyor.

Pazar büyüdükçe ve cihaz bolluğu arttıkça, girişimsel radyologların, belirli malzemeleri hastanın maruz kaldığı radyasyon dozunu artırmadan net bir şekil görselleştirebilmesinin önemi artıyor. de Bucourt, sektördeki çalışma arkadaşlarıyla birlikte çalışırken, görüntü alma işlemlerinde görüntü kalitesini korurken aynı zamanda %44'e kadar tasarruf imkanı sunan ARTIS icono CO<sub>2</sub> protokollerine referans ile "gerçekleştirdiğimiz prosedürler bizi bir hayli şaşırttı" diyor.

de Bucourt, ARTIS icono sistemiyle edindiği deneyimler ışığında şunları söylüyor: "CO<sub>2</sub> anjiyografiler ile harika bir görüntü kalitesi ve nispeten düşük dozlar elde edebiliyor. Bazı durumlarda, hem teşhis



*"ARTIS icono sistemiyle edindiğimiz deneyimlere göre, CO<sub>2</sub> anjiyografiler ile harika bir görüntü kalitesi ve nispeten düşük dozlar elde edilebiliyor."*

**Maximilian de Bucourt**  
Charité University Hospital, Berlin, Almanya

amaçlı anjiyografi, hem de karmaşık stent yerleştirme prosedürleri gibi tedaviye yönelik girişimler için girişim boyunca iyot kullanımına ihtiyaç duymuyorduk. Yalnızca CO<sub>2</sub> anjiyografi ile toplanan ve alınan görüntü verilerine güvenebiliyorduk".

İnovasyonun kapısını aralayan de Bucourt ve ekibi, yeni ARTIS icono sisteminin yeni teknolojiye "kolaylıkla uyum sağladığını" düşünüyor. de Bucourt şunları söylüyor; "Sistemi, uyguladığımız prosedürlerin neredeyse tamamına rahatlıkla entegre edebiliyoruz. Sistemle ilgili çok iyi bir deneyimimiz var ve iyi sonuçlar üretmeye devam ediyoruz".

Gelecekle ilgili değerlendirmelerde bulunan de Bucourt şöyle konuşuyor: "Sistem, diğer sistemlere her zaman entegre edilebiliyor ve gelecekte bir anjiyo laboratuvarının bütüncül tasarımının nasıl geliştirilebileceğine yönelik fikir alışverişinde bulunmak harika.

Şu an itibarıyla kuruluşumuz, kurulumu yapılan ilk ARTIS icono sistemine sahip ve bu bizim için geleceğe yönelik büyük bir adım." ●

### Perkütan vasküler girişim

Prosedürün tamamında kontrast madde olarak CO<sub>2</sub> kullanılarak uygulanan alt ekstremite girişi. Geniküler ve petit arterleri içeren popliteal arter ve infrapopliteal trifurkasyon segmentlerinin görüntüsü. DAP: ~0,55 µGym<sup>2</sup>/f



1 CO<sub>2</sub> kullanan DSA



2 CO<sub>2</sub> kullanan ters DSA

### Geniküler arter embolizasyonu

Geniküler arter embolizasyonu öncesinde iyotlu DSA, Julian Jenk ve Janis Vahldiek (her ikisi de Charité University Hospital) tarafından uygulanmıştır, sinovit kaynaklı leke gösterilmektedir. DAP: 3,05–4,5 µGym<sup>2</sup>/f



# MOBILETT Impact

# Far beyond ordinary

[siemens-healthineers.com/mobilett-impact](https://siemens-healthineers.com/mobilett-impact)





# Multitom Rax ile kas-iskelet sistemi görüntülemesinde True2scale farkı: Tüm vücut taramasında gerçek boyutlu ölçüm

Görüntüleme tekniği ve klinik uygulamalar

MD, PhD, MBA Karl-Philipp Kienle, Magdalena Herbst, PhD Marcel Beister, PhD Andreas Fieselmann PhD Christoph Luckner PhD Ludwig Ritschl, PhD Steffen Kappler, PhD Axel Hebecker

## Giriş

True2scale Tüm Vücut Taraması (T2S), İkiz Robotik X-ray Sistemi Multitom Rax'ta bulunan ve kas-iskelet sistemi ana bilim dalında iskelet sisteminin boyuna uzatılmış görüntülerini elde etme gereksinimlerine yönelik olarak geliştirilen bir seçenektir. Multitom Rax ayrıca, modüler tasarımı sayesinde fonksiyonel değerlendirmeye yönelik geleneksel radyografi, floroskopi tetkikleri ile 3D görüntülemeyi tek bir sistemde sunar.

True2scale, tüm vücudun, tüm omurganın ve uzun bacağın geometrik olarak hassas ve iki düzlemlili görüntülerini almak üzere tasarlanmıştır. Bu görüntüler, ekstremiteler dizilim bozukluklarına<sup>2</sup> bağlı skolyoz<sup>1</sup> veya osteoartrit gibi iskelet malpozisyonlarını değerlendirmek amacıyla kullanılır.

Postüral disfonksiyonlar hastanın tarama pozisyonundan etkilenebildiğinden, hasta tetkik esnasında ayakta durabiliyorsa, boyuna uzatılmış görüntüleme prosedürleri için radyografi tetkiklerinin doğal vücut ağırlığı altında yapılması tercih edilmektedir<sup>3</sup>. Total kalça veya diz protezleri için operasyon öncesi planlamada uzun bacak görüntüleri de kullanılır<sup>4</sup>.

Bu tanıtım belgesinin ilk bölümünde, boyuna uzatılmış görüntülemeyle ilgili genel teknik bilgiler verilecek ve bir slot tarama tabanlı görüntü akuzasyon ve rekonstrüksiyon tekniği olan ve geleneksel radyografi ve stitching prosedürleri yerine kullanılan True2scale'e odaklanılacaktır. İkinci bölümde ise, ilk klinik görüntülerle birlikte tipik klinik uygulamalara ilişkin genel bilgiler sunulacaktır.

### Teknik ve katma değer

Bu bölümde akuzisyon tekniği, tekniğin özel özellikleri ve diğer tekniklerden farkları sunulmaktadır. Kullanım seçenekleri ve süreçleri açıklanmakta ve ALADA (Teşhis Açısından Kabul Edilebilir Düzeyde Düşük) ilkesine göre gerekli doz değerleri ele alınmaktadır.

### Geniş kapsama alanı ve hassasiyet

Dijital radyografide kullanılan düz panelli dedektörlerin aktif alanı genellikle yaklaşık olarak 43 x 43 cm ile sınırlıdır. Bu nedenle, omurganın veya bacağın tam kemik yapısı tek bir görüntüde elde edilememektedir. Bu sorunu çözmek ve vücudun daha geniş bölümlerini içeren boyuna uzatılmış görüntüler elde etmek için farklı teknolojiler geliştirilmiştir.

### Tilting & stitching tekniği

Geleneksel tilting & stitching görüntüleme tekniğinde (örn. Multitom Rax'ın SmartOrtho / RaxOrtho işlevinde uygulanır) kaynak, birden fazla ve hafifçe üst üste binen görüntüler oluşturulacak biçimde sabit ankrajı üzerinde döndürülür ve elde edilen görüntüler yazılım tarafından birleştirilir (Şekil 1a). Tetkik edilen ilgili bölgesi boyunca hareket ettirilken dönüş hareketi dedektör ile hizalanarak, dört görüntüye kadar akuzisyon işlemi esnasında yayılan ışınların her zaman dedektörün tamamına çarpması sağlanır. Emitör ile dedektör arasındaki ışın açıları ve mesafeler farklı olduğundan, bozulma ve büyütme etkileri oluşur.

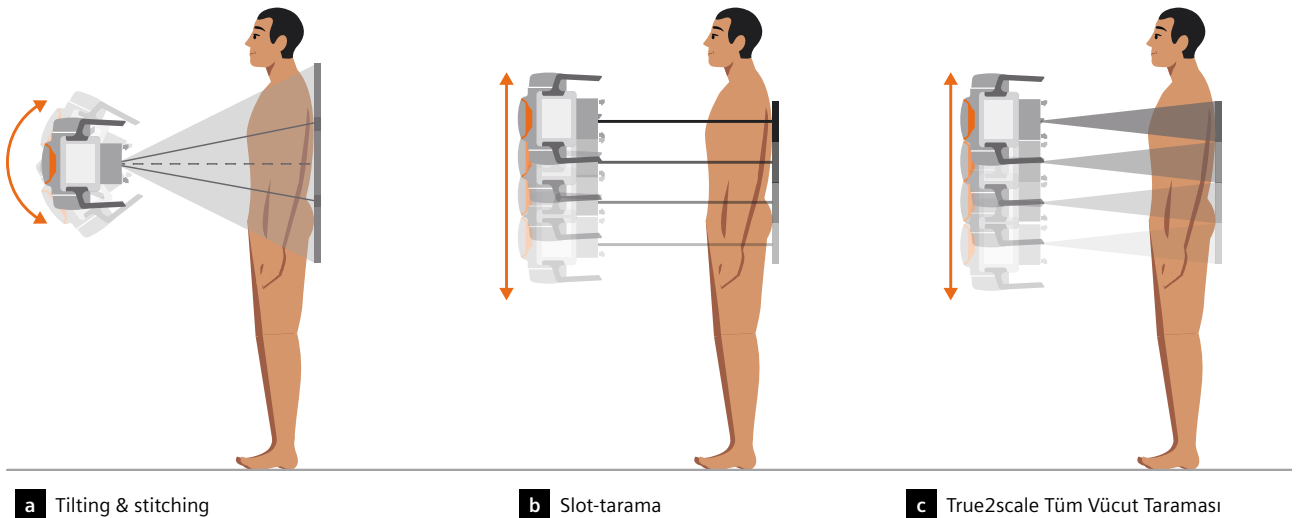
Özellikle kısa bir SID (Kaynak-görüntü arası mesafe) için bu durum, ölçümlerde sapmalara yol açabilir<sup>5</sup>. Bu nedenle, ilgili düzleme bir kalibrasyon bilyası yerleştirme veya masa-nesne arası mesafeyi (TOD) ölçme gibi kalibrasyon adımlarının uygulanması zorunludur<sup>5,6</sup>.

### Slot tarama tekniği

Slot tarama tekniği, geniş vücut bölgelerin ve hatta tüm vücudun geometrik olarak hassas bir şekilde görüntülenmesine olanak sağlar.

Burada görüntüler, bir lineer dedektör girişi yarığı<sup>7</sup> ile yakalanan yüksek oranda kolime edilmiş X-ray ışınlarından üretilir (bkz. Şekil 1b) veya yeni True2scale görüntüleme olduğu gibi, ışının küçük, ancak mevcut sapması hesaba katılarak özel bir rekonstrüksiyon tekniği ile rekonstrükt edilir (bkz. Şekil 1c)<sup>8</sup>.

True2scale X-ray kaynağı ve dedektörü, vücut eksenini boyunca aynı anda ve paralel olarak hareket eder (vücudun baş bölümünden ayak bölümüne veya ayak bölümünden baş bölümüne). Bu işlem esnasında yüksek oranda kolime edilmiş görüntüler, tarama yönünde yaklaşık 2°'lik bir sapma ile elde edilir. True2scale rekonstrüksiyon tekniği, bu küçük ışın sapmasını hesaba katarak, bu yöndeki klinik açıdan anlamlı bozulma veya büyütme etkilerini etkin bir şekilde engeller<sup>8</sup>.



Şekil 1: Geleneksel tilting & stitching (a); slot tarama (b); True2scale slot tarama tekniklerinin (c) gösterimi

Görüntü, dikey yönde (hastanın sol-sağ eksen) de ıraksak ışın geometrisine dayalıdır; hasta pozisyonu konumlandırma işaretçileri ile tanımlandığından, büyütme faktörü bilinen bir değerdir ve rekonstrüksiyon işlemi esnasında yazılım tarafından düzeltiler. Kalibrasyon nesnelerinin (bilyalar, cetveller vs.) kullanılması gerekmez. True2scale görüntüleme tekniğinin doğası gereği, fokal hacmin dışında konumlandırılan nesneler artefaktlara neden olabilir ve bulanık görünür.

Doğal vücut ağırlığı altındaki pozisyonda yapılan bir True2scale akuzisyon işlemi 170 cm'ye kadar bir tarama uzunluğu sağlar. Ayrıca True2scale kullanılarak, hasta masa üzerinde yatış pozisyonunda iken yapılan tetkiklerde 190 cm'ye kadar tarama uzunluğu elde edilebilir. Hasta düzleminde maksimum derinlik, anterior- posterior (a.p.) görüntüler için 32 cm, lateral görüntüler için ise 26,5 cm'dir.

Tablo 1'de, True2scale ve SmartOrtho / RaxOrtho teknikleri ile bu tekniklerin işlevleriyle ilgili genel bilgiler verilmektedir.

|                     | True2scale tüm vücut taraması                                                                                                   | SmartOrtho / RaxOrtho                                                          |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Kapsama alanı       | Boyuna uzatılmış görüntüler<br>170 cm ayakta, 190 cm sırt üstü<br>Genişlik: a.p. için 32 cm,<br>lateral görüntüler için 26,5 cm | 154 cm ayakta, 143 cm sırtüstü<br>Genişlik: 3 m SID'de yaklaşık 40 cm          |
| Akuzisyon           | Geometrik hassasiyetli slot tarama rekonstrüksiyon tekniği                                                                      | Manuel piksel tabanlı optimizasyona imkan sağlayan tilting & stitching tekniği |
| İş akışı            | Yeniden konumlandırma olmadan iki düzlemli boyuna uzatılmış akuzisyon                                                           | Tek düzlemli boyuna uzatılmış akuzisyon                                        |
| Hasta konumlandırma | Esnek konumlandırma: ayakta (vücut ağırlığı), oturarak veya sırtüstü                                                            |                                                                                |
| Uzamsal çözünürlük  | Binning modunda sürekli akuzisyon                                                                                               | Yüksek çözünürlüklü radyografi görüntüleri                                     |
| Doz                 | Özel düşük dozlu görüntüleme protokolleri, örneğin skolyoz için                                                                 |                                                                                |

**Tablo 1:** True2scale Tüm Vücut Taraması ve SmartOrtho / RaxOrtho boyuna uzatılmış görüntüleme tekniklerinin karşılaştırılması.



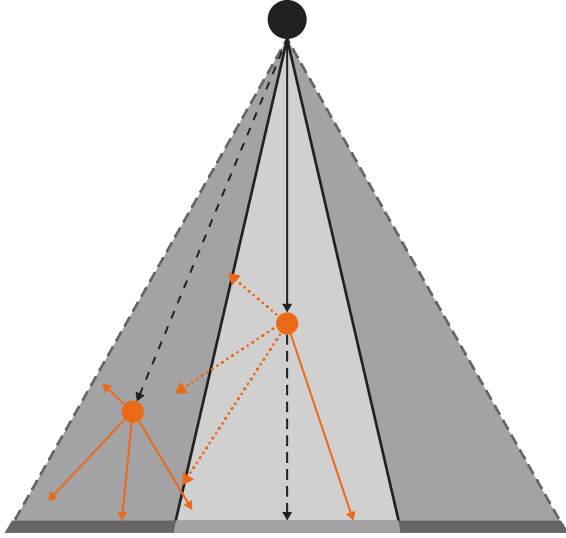
Alınan görüntülere True2scale rekonstrüksiyon yöntemi uygulandığında, tarama yönünde geometrik olarak hassas görüntüler oluşturulur. Kullanıcının ek kalibrasyon adımları uygulaması gerekmez.

## Düşük Doz

Slot tarama tekniğinin temeli olarak açıklandığı üzere, yüksek oranda ışın kolimasyonunun bir başka avantajı, natif saçılım azaltma etkisidir<sup>9</sup>. Saçılımlı radyasyon, görüntü kontrastını ve sinyal-gürültü oranını (SNR) azalttığından, görüntü kalitesini bozar. Şekil 2'de, ışın kolimasyonunun slot tarama görüntülerinde saçılımlı radyasyonu nasıl azalttığı gösterilmektedir – burada temel olarak iki görüntü mevcuttur. Birincisi, daha az saçılım olayı oluşmaktadır. Bu durum, ilgili alanda saçılım fotonlarının oluşmasına neden olabilir. İkincisi, bir miktar saçılım fotonu dedektöre kolime edilmiş alanın dışında ulaştığından, alınan görüntüyü etkilemez.

Bu durumda, yüksek oranda ışın kolimasyonu yöntemi daha yüksek bir SNR değeri sağlar ve bu sayede daha düşük bir radyasyon dozu ile benzer bir görüntü kalitesi elde edilebilir<sup>10</sup>. Şekil 3'te, aynı Doz Alan Çarpımı (DAP) (2,3 µGy\*m<sup>2</sup>) ile ilgili görüntü kalitesini içeren bir örnek gösterilmektedir.

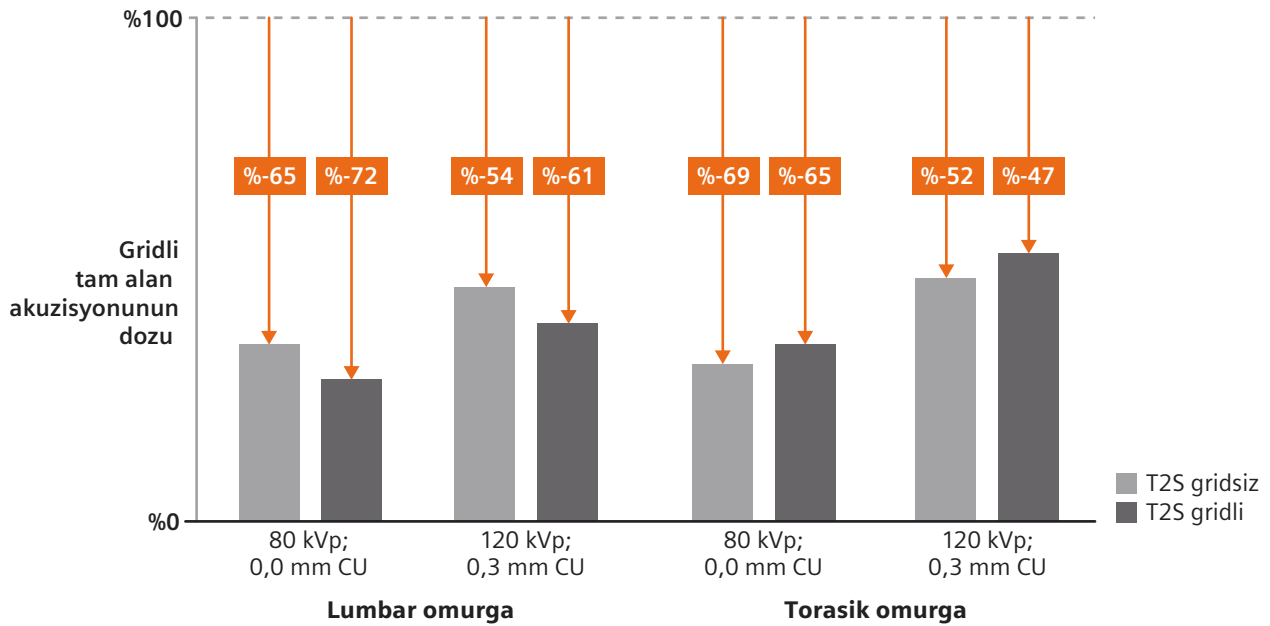
Luckner ve ark., tam alan akuzisyonuna (43 x 43 cm) kıyasla, 5 x 43 slot büyüklüğü ile slot tarama tekniğini içeren bir prototip üzerinde doz tasarrufu potansiyelini araştırmıştır<sup>9</sup>. Bir vücut fantomunun iki farklı bölgesinde iki ayrı akuzisyon ayarı (bakır filtrasyonu olmadan 80 kVp ve 0,3 mm bakır filtrasyonu ile 120kVp) değerlendirilmiştir: torasik omurga ve lumbal omurga.



**Şekil 2:** Natif saçılım azaltma yöntemi olarak ışın kolimasyonu. Kolimasyon nedeniyle daha az saçılım olayı oluşur. Ayrıca daha az saçılımlı foton ilgili alanda dedektöre ulaşır.



**Şekil 3:** Geleneksel tam alan (üst) ve slot tarama tekniği (alt) ile alınan fantom görüntüleri. Her iki görüntünün DAP değeri  $2,3 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2$ 'dir.



**Şekil 4:** SNR bakımından görüntü kalitesinden ödün verilmeden, tam alan ve slot tarama akvizisyonunun doz tasarrufu potansiyellerine ilişkin karşılaştırma [Luckner ve ark.<sup>9</sup>]. Tipik ayar; a.p. Görüntüler için 80kVp, lateral görüntüler için ise 120kVp'tir. (CU = bakır filtresi)



True2scale akuzisyon tekniğinin saçılım önleme özelliği; hasta büyüklüğünden bağımsız olarak, tam alan akuzisyonuna kıyasla dozu azaltırken, aynı zamanda gridsiz akuzisyon ile iyi bir SNR değerinin korunmasına imkan tanır.

Luckner ve ark.'nın çalışmasında karşılaştırılan akuzisyon ayarlarına bağlı olarak, SNR sabit tutulduğunda tam alan akuzisyonuna kıyasla %47 - %72 aralığında bir doz tasarrufu mümkün olmuştur<sup>9</sup>. Tüm bulgular Şekil 4'te gösterilmektedir.

### Hızlı akuzisyon ve iş akışları

True2scale görüntüleri hasta sırtüstü veya dikey (vücut ağırlığı) pozisyondayken alınabilir. Sırtüstü pozisyondayken görüntüler masa üstünde alınır; vücut ağırlığı pozisyonundaki görüntüler için ise Multitom Rax'ın hasta standı kullanılır ve bu stand, takılabilir kolları ve hastanın sabit bir şekilde konumlandırılmasını sağlayan konumlandırma destekleri ile hastaya iyi bir denge sağlayarak görüntü akuzisyonu esnasında oluşabilecek hareket artefaktlarını azaltmaya yardımcı olur.

True2scale, her üç pozisyon (sırtüstü, oturma veya ayakta) için a.p. ve/veya lateral yönde akuzisyon imkanı sunar. Sistem hastanın etrafında hareket ettiğinden, hastanın yeniden konumlandırılması gerekmez. A.p., lateral veya a.p. ile birlikte lateral tarama\* seçenekleri mevcuttur. Sistem önce a.p., daha sonra lateral çekimi gerçekleştirir.

Dedektör, 30 kare/saniye hızında hızlı bir okuma için 2x2 binning modunda çalıştırılır ve bu modda

0,296 mm x 0,296 mm'lik bir dedektör piksel boşluğu elde edilir. Bu kombinasyon, hastanın Vücut Kitle İndeksine (BMI) bağlı olarak, 8 saniye gibi kısa bir sürede tek taraflı tüm vücut akuzisyonları (170 cm) ve 22 saniye gibi kısa bir sürede iki düzlemli tüm vücut akuzisyonları yapılmasına imkan sağlar.

True2scale, pediatrik görüntüleme, obez hastalar vb. gibi hastaya özel kondisyonlara uyum sağlayacak biçimde üç farklı hızda çalıştırılabilir. Sistem, en hızlı akuzisyon modunda hastanın etrafında 27 cm/s (0,972 km/sa) hızla hareket eder. Tıpkı fotoğrafçılıkta karanlık ortamlarda uzun süreli ekspozur ile çekilen fotoğraflarda olduğu gibi, görüntülerin bulanıklaşmasını önlemek için ekspozur süresinin uygun şekilde ayarlanması (kısaltılması) gerekir. En hızlı akuzisyon modu için ekspozur süresi 2 ms ile sınırlıdır. Bu süre zarfında sistem, yaklaşık 0,54 mm hareket ederek yeterli uzamsal çözünürlüğü sağlar. Tüpün doz çıkışı, 2 ms ekspozur süresi ile sınırlandırılmıştır. Özellikle daha geniş hastalarda, yeterli görüntü kalitesini elde etmek için daha uzun ekspozur süreleri gereklidir; bu amaçla sunulan ve uzamsal çözünürlüğü etkilemeden daha uzun ekspozur sürelerine (4 ms ve 7 ms) imkan sağlayan ve daha yavaş akuzisyon hızlarını (14 cm/s ve 8 cm/s) içeren iki mod sunulur.

2x2 binning'e ve tarama esnasında sistemin hızlı hareket etmesine rağmen, tüm True2scale tarama modları, kas-iskelet sistemi ölçümleri bakımından tipik ortopedik tetkikler için yeterli uzamsal çözünürlüğü sağlar (%10 MTF'de 14 lp/cm)<sup>11</sup>.

\*Birlikte akuzisyon, hasta BMI 30 kg/m<sup>2</sup>'ye kadar kullanılabilir



Tipik akuzisyon parametreleri yandaki tabloda özetlenmektedir:

### True2scale tüm vücut taramasının tipik akuzisyon parametrelerine ve görüntü özelliklerine genel bakış

|                             |                                                            |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------|
| Tarama süresi               | tek düzlem 8 – 18 s<br>iki düzlem 22 – 34 s                |
| Tüp voltajı                 | 40 – 150kV (pediatrik muayeneler için daha düşük)          |
| Kaynak-dedektör mesafesi    | 132 – 150 cm                                               |
| Görüntü tipi                | frontal ve lateral 2D rekonstrüksiyonlu görüntü            |
| Piksel büyüklüğü (dedektör) | 0,296 mm (2x2 binning, natif 0,148 mm) Piksel              |
| büyüklüğü (rekon)           | 0,25 mm                                                    |
| Uzamsal çözünürlük          | %10 MTF'de 1,4 lp/mm ± %10'a kadar                         |
| Maks. görüntü uzunluğu      | 170 cm ayakta<br>190 cm yatış pozisyonunda                 |
| Maks. görüntü genişliği     | 32 cm, a.p. görünümü için<br>26,5 cm, lateral görünüm için |

### Klinik uygulama ve kullanım

İlk bölümde teknik koşullara ve becerilere odaklanılmıştır. Bu bölümde ise, True2scale'in klinik uygulama alanları (tüm omurga, uzun bacak ve tüm vücut) ayrıntılı bir şekilde ele alınacaktır. Mümkün olduğunca pratik bir anlatım için, uygulama alanları gerçek vaka örnekleri kullanılarak açıklanacaktır.

### Tüm omurganın iki düzlemde görüntülenmesi

Alman Sırt Ağrısı Çalışması ve Sağlık Anketi'nde, ömür boyu bel ağrısı prevalansı %85 olarak hesaplanmıştır<sup>12</sup>. Bu oranın yaşla birlikte arttığı görülmüş ve geçtiğimiz yıl 30 yaş altında bel ağrısı (en az üç ay boyunca devam eden ağrı olarak tanımlanmıştır) şikayeti bildirenlerin oranı %11 iken, 65 yaş ve üzeri için bu oran %30 olmuştur<sup>13</sup>. Bir yol sonra, bel ağrısı yaşayan bireylerin yaklaşık olarak üçte birinin ağrıları tamamen geçmemiş ve nüks oranı da aynı düzeyde yüksek olmuştur<sup>14</sup>. Sırt ağrısı oldukça belirsiz bir ağrı türü olduğundan, tanı çalışmalarında hedef, nedensel ilişkileri tespit etmek ve acil durumları belirlemektir. Genel olarak, bel ağrısı nöbetleri için görüntüleme yapılması önerilmemektedir. Ancak ağrının dört ila altı haftadan uzun bir süre boyunca devam etmesi halinde, görüntüleme ile elde edilen bulgulara başvurulması önerilmektedir<sup>15,16</sup>.

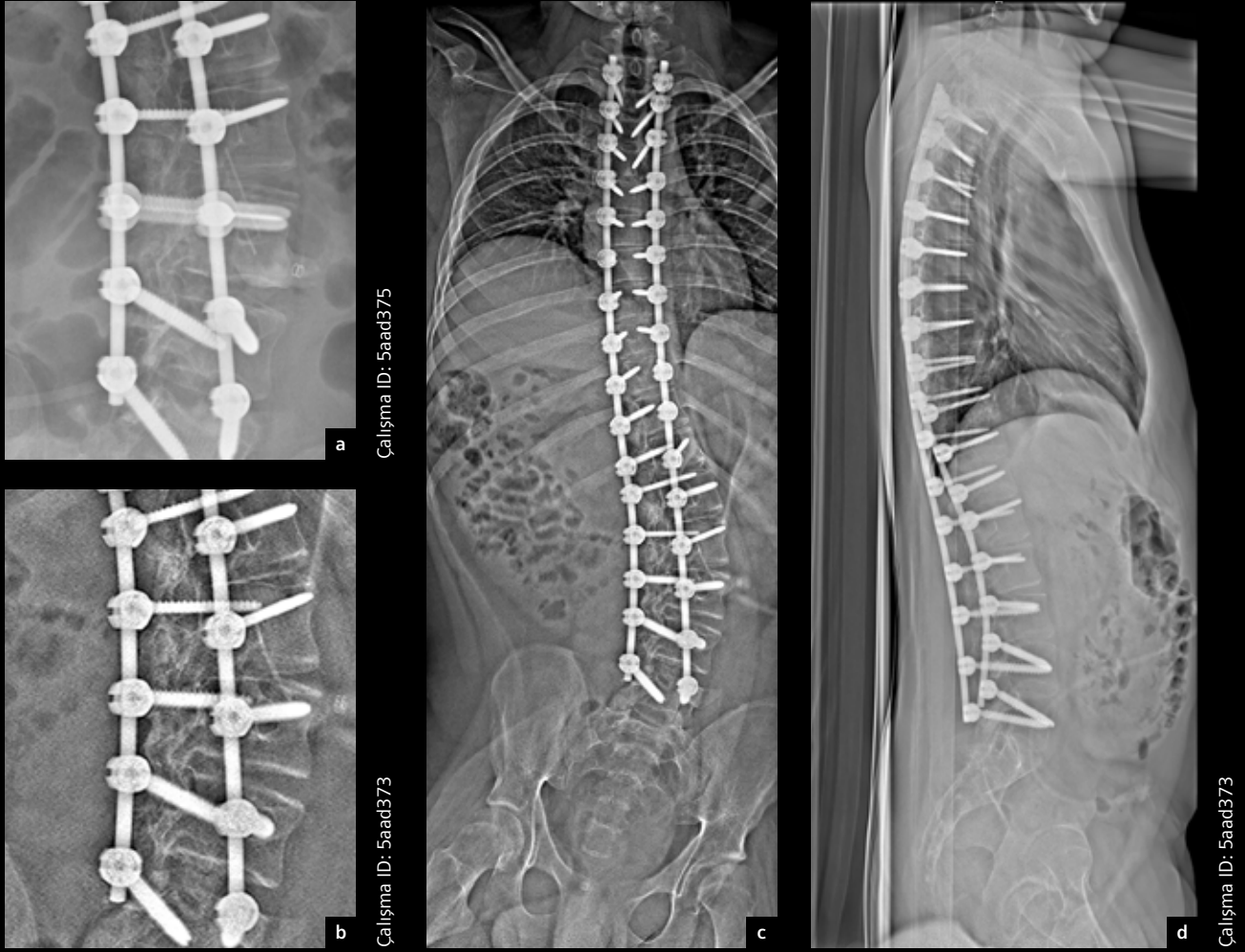
True2scale, radyologlar ve ortopedistler için omurga deformiteleri ve hastalıklarının görüntülenmesi açısından uygun bir araç olabilir. Bu bağlamda, kondisyonun ilerleyişiyle ilgili ufak değişiklikler bile karşılaştırılabilir olduğundan, yukarıda açıklanan yüksek hassasiyet faktörleri ile düşük doz seviyesi önemli faktörlerdir. Ayrıca, görüntüleme amaçlı konumlandırma esnasında sınırlı hareket kabiliyeti ve olası ağrı durumu da önemli bir rol oynamaktadır.

Bu nedenle, koronal ve sagittal görüntü düzlemlerinde çekimlerin yeniden konumlandırma olmadan yapılması, hasta konforu ve iş akışı açısından da avantajlıdır<sup>17</sup>.

Takip tetkiklerinde, radyasyon dozunu minimuma indirmek için yalnızca koronal düzlem görüntülemelerinin yapılması genellikle yeterli görülmektedir. Dolayısıyla, yalnızca iki düzlemli dikey görüntüleri yeniden konumlandırma olmadan alma imkanına değil, aynı zamanda yalnızca tek bir düzlemde çalışmaya karar verme olanağına sahip olmak da önemlidir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında, omurgada oluşan anormal bir lateral eğrilik olan skolyozdan bahsetmek önemlidir (skolios kelimesi, eğimli/eğri anlamına gelir)<sup>18</sup>. Bu hastalıktan çoğunlukla genç hastalar etkilenir ve bu hastalar için düzenli olarak radyografi takibi (bu nedenle ALADA, ömür boyu maruziyet süresini mümkün olduğunca kısaltmak açısından daha da önemli bir rol oynamaktadır) gereklidir. Bu takiplerde yalnızca karşılaştırılabilirlik değil, vücut ağırlığı pozisyonunda görüntüleme de önemli bir rol oynamaktadır<sup>19</sup>.

True2scale'in klinik katma değerini göstermek için, bir skolyoz vakası daha detaylı bir şekilde incelenecektir.



**Şekil 5:** Bir hastadan, iç omurga füzyonu tedavisinden bir yıl sonra, implantın gevşeme veya çıkma durumuna dair radyolojik bulgulara yönelik olarak alınan görüntüler. Tilting & stitching (görüntü (a)), ve True2scale tekniği (görüntü (b – d)), a.p. (görüntü (c)) ve lateral (görüntü (d)) ile alınan benzer görüntüler gösterilmektedir. (Görüntüler, Hannover-Almanya’da bulunan Children’s and Youth Hospital “Auf der Bult”, Pediatrik Radyoloji Ana Bilim Dalından alınmıştır)

#### Vaka 1:

Şekil 5’te, ilerleyen bilişsel ve motor bozukluk ile birlikte bir progresif nörolojik hastalığa (nöronal seroid lipofuskinoz CLN 6 mutasyonu) bağlı olarak progrediyen skolyoz nedeniyle bir yıl önce iç omurga füzyonu tedavisi uygulanan bir ergen hastanın (yaş 15-20) a.p. ve lateral görüntüleri gösterilmektedir. Bu vakada amaç, implantın gevşeme veya çıkma ihtimalini elemek amacıyla rutin bir kontrol yapmaktır. Görüntüde (a) tipik bir “stitching artifactı” görülebilmektedir. Tilting tekniğinde oluşabilen bu artefakt, implant malzemesinin gevşeyip gevşemediğini ortaya çıkarmayı zorlaştırmaktadır. Bu artefaktların teknisyen tarafından tespit edilerek manuel olarak işlenmesi gerekmektedir ve bu işlemler bu vaka özelinde yapılmamıştır. Bu

işlemlerin yapılması için ekstra süre gereklidir ve işlemler hataya açıktır. True2scale ile çekimi yapılan aynı bölgede (görüntü (b)) iyi bir teşhis kalitesi ortaya koyulmaktadır. True2scale Tüm Vücut Taramasının a.p. (görüntü (c)) ve lateral (görüntü (d)) görünümü de Şekil 5’te gösterilmektedir.

Bu durumda True2scale, yeniden konumlandırma ve bozulma olmadan iki düzlemli görüntüleme avantajını ortaya koymaktadır.

## Alt ekstremitelerin görüntülenmesi

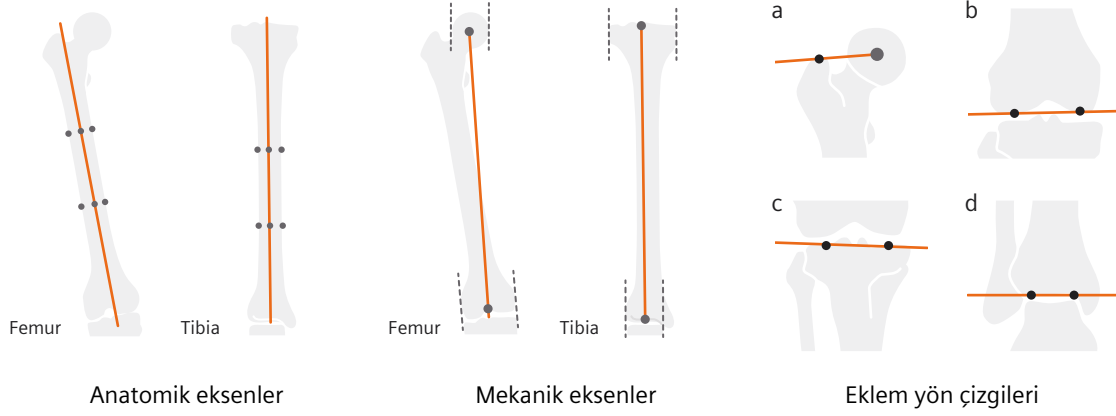
Alt ekstremitelerde uzun bacak görüntülerinde bir anatomik ve bir mekanik eksen gösterilebilmektedir (Şekil 6).

Özellikle mekanik eksen, başarılı diz artroplasti tedavisinin planlanmasında önemli bir rol oynar.

Klinik ve fonksiyonel açıdan iyi bir sonuç için, dizin ve ekstremitenin tamamının mekanik

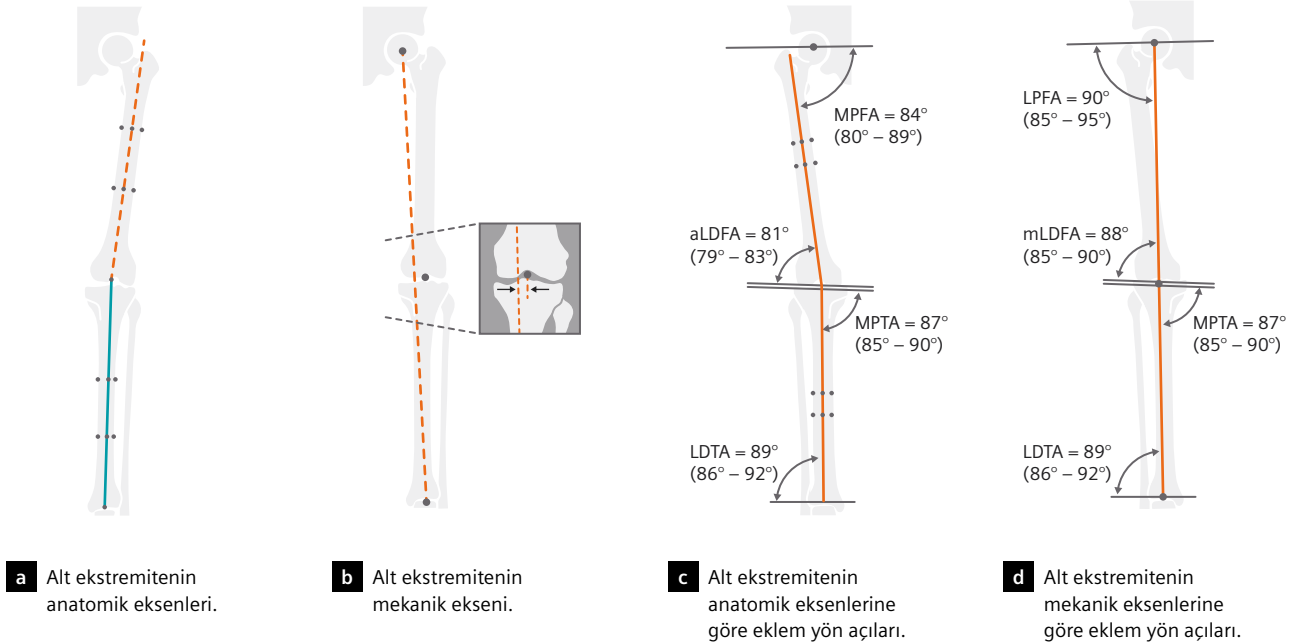
olarak iyi bir şekilde hizalanması gerektiği tespit edilmiştir<sup>20</sup>. Bu amaçla, uzun bacak taramasının düşük bir doz ile etkili ve kaliteli bir

enstrüman olduğu ortaya konulmuştur.<sup>21</sup> Anatomik ve mekanik eksen ile eklem yön çizgilerinin belirlenmesine ilişkin görseller Şekil 7'de verilmektedir. Vaka 2, bu tür bir uzun bacak yerleşimini göstermektedir.



**Şekil 6:** Alt ekstremitenin anatomik ve mekanik eksenleri ile eklem yön açısı arasındaki farklar.

a) kalça eklemi yön çizgisi; b) distal femoral diz eklemi yön çizgisi; c) proksimal tibial diz eklemi yön çizgisi; d) ayak bileği eklemi yön çizgisi



**Şekil 7:** Total diz protezinin mekanik eksene ve hizaya göre planlanması

**Vaka 2:**

Bu vaka, 70 - 80 yaşında olan, kalça protezi sonrası bir kondisyonu bulunan ve özellikle vücut ağırlığı altında artan bir ağrıyla birlikte sağ tarafında gonartroz olduğu bilinen bir hastayla ilgilidir. Diz artroplastisi hazırlığı için, vücut ağırlığı altında bir uzun bacak True2scale Tüm Vücut Taraması yapılmıştır.

Şekil 8'de, uzun bacak uygulamasının ölçümleri için mediCAD® planlama yazılımı<sup>22</sup> kullanılarak yapılan taramadan elde edilen natif görüntü ve ölçümler gösterilmektedir.

### Hastanın doğal vücut ağırlığı altında ve yatış pozisyonunda görüntülenmesi

Her iki vücut bölgesinin True2scale çekimi hasta sırtüstü pozisyonda veya ayakta iken yapılabildiğinden, ayakta çekim, doğal vücut ağırlığı altındaki koşullarda görüntüleme yapılmasına imkan sağlar. Klinik karar alma ve tedavi planlamasıyla ilgili avantajlar, omurganın ve alt ekstremitenin vücut ağırlığı altında görüntülenmesine ilişkin literatürde açıklanmıştır.

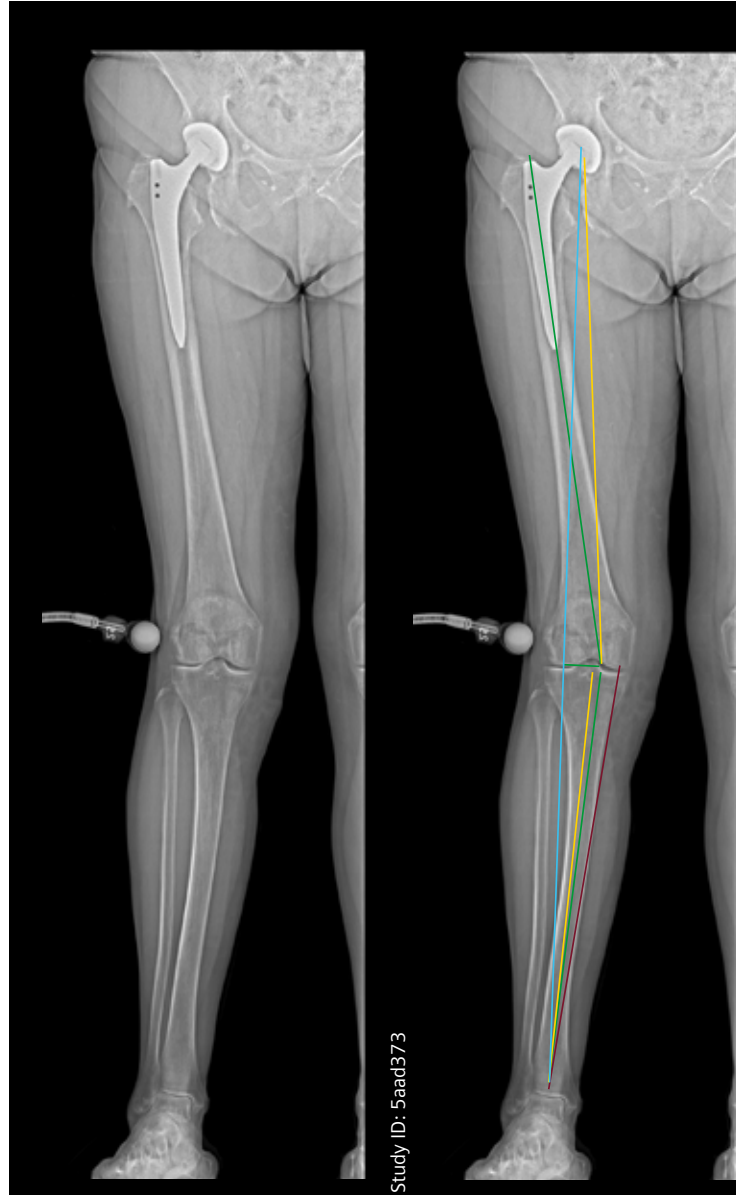
Çeşitli çalışmalarda, skolyoz kaynaklı spinal eğrilik (ana KPI Cobb açısı) ve skolyozun rotasyonel komponenti araştırılmıştır<sup>23,24,25,26</sup>. Vücut ağırlığı ve sırtüstü pozisyonları arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar, 2D (radyografi), 3D görüntüleme (bilgisayarlı tomografi (CT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI)) için tespit edilmiştir. Çalışmalarda skolyoz ölçümlerindeki değişiklikler 1° - 21° aralığında olmuştur. Bu durum, bu tetkik türünün önemini ortaya koymaktadır.

Alt ekstremiteye ilişkin bulgular da benzerlik göstermektedir. Osteoartrozda eklem aralığı daralmasının (JSN) veya kalça displazisi derecesinin daha iyi değerlendirilebilmesini sağladığından, standart olarak a.p. doğal vücut ağırlığı altında kalça görüntülenmesi açıklanmaktadır<sup>27,28,29</sup>.

Vücut ağırlığı altında görüntülemenin avantajları, JSN değerlendirmesi ve diz eksenlerinin ölçümü için ilk diz değerlendirmesinde (a.p., lateral ve silüet görüntüleri) de açıklanmıştır<sup>30</sup>. Örneğin Adelan ve ark., vücut ağırlığı altında yapılan radyografi tetkiklerinde JSN değeri %50'nin üzerinde olan

40 yaş üzeri hastalarda MRI'nın, vakaların %95'inde tedavi kararlarına etkisi olmaması nedeniyle kullanışlı olmadığını göstermiştir<sup>31</sup>.

Son olarak vücut ağırlığı, ayak görüntülemesinde de belirleyici bir faktördür. Hem ayak geometrisinin hem de osteoartrit değerlendirilmesinde vücut ağırlığı altında alınan görüntüler tercih edilmektedir<sup>32,33</sup>.



**Şekil 8:** Sağ dizinde gonartroz bulunan 70 - 80 yaşındaki bir hastanın operasyon öncesi planlamaya yönelik True2scale uzun bacak görüntülenmesi; sol – natif görüntü; sağ – True2scale tetkikinde mediCAD® planlama yazılımı kullanılarak yapılan ölçümler (yeşil = anatomik eksen, alt ekstremit; mavi = mekanik eksen, alt ekstremit; sarı = mekanik eksen, femur/ tibia) (Görüntüler, Köln-Almanya'da bulunan Krankenhaus der Augustinerinnen, Tanısal ve girişimsel radyoloji ana bilim dalından alınmıştır)



Çalışma ID: 5aad145



Çalışma ID: 5aad144

**Şekil 9:** İdiyopatik lumbar skolyozu bulunan hasta (12 – 15 yaş). Bir gündüz ve gece ortezi takıldıktan sonraki rutin kontrol. Görüntü a (solda) vücut ağırlığı koşullarında, görüntü b (sağda) ise sırtüstü pozisyonda alınmıştır. (Görüntüler, Dresden-Almanya'da bulunan University Hospital Carl Gustav Carus, Technical University, Tanısal ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü ve Polikliniği'nden alınmıştır)

### Vaka 3:

Bu vakada, idiyopatik lumbar skolyozu bulunan genç bir hastaya (12 – 15 yaş), progresif skolyoz nedeniyle bir gündüz ve bir gece ortezi takılmıştır. Bu X-ray görüntülemesi, sırtüstü pozisyonda ve ayakta yapılan rutin bir kontroldür (Şekil 9). Yukarıda açıklanan, vücut ağırlığı altında daha belirgin bir Cobb açısı elde edilmesine ilişkin bulgular ölçümlerle doğrulanabilir – vücut ağırlığı altında 35,2° ve sırtüstü pozisyonda 19,9°. Ancak değerlendirme sonucunda tedavinin yeterli olduğu sonucuna varılmış ve klinik semptomlar veya radyografi bulgularında ilerleme görülene kadar tedaviye devam edilmiştir.

### Tam vücut görüntülemesi

Kullanım senaryolarından bir diğeri de, sistemde 190 cm sırtüstü pozisyonda ve 170 cm ayakta hareket aralığına imkan sağlayan tüm vücut radyografisidir. Klinik açıdan bakıldığında bu tür görüntülere gündelik rutin bakımından ihtiyaç duyulmasa da, bu görüntüler belirli durumlarda değer sağlayabilir. İleri Travma Yaşam Desteği, yabancı cisim algılama, pediatrik ventriküloperitoneal şant görüntüleme ve kontrol prosedürleri, tüm vücut X-ray görüntülemeye yönelik alanlar olarak bildirilmiştir<sup>34,35,36,37,38</sup>. Ancak True2scale, yalnızca vücut eksenlerinin pozisyonel tespiti için kullanılmak üzere tasarlanmıştır.

## Multitom Rax ile True2scale tüm vücut taraması ve ötesi

Multitom Rax, yalnızca boyuna uzatılmış görüntüler için tasarlanmamıştır, aynı zamanda True2scale gibi kas-iskelet sistemi (MSK) görüntülemelerine değer katan çeşitli uygulamalara da sahiptir.

Multitom Rax, modüler tasarımı sayesinde, hastaların ihtiyaçları doğrultusunda hızlıca yapılandırılabilir. Hassas radyografinin yanı sıra, ekstremiteler ve lumbal omurganın Real3D görüntülerinin alınmasına ve fonksiyonel değerlendirme amaçlı floroskopik görüntülemeye imkan sağlar. Multitom Rax bu sayede kapsamlı bir teşhis imkanı sunar ve tek bir odadan ve tek bir sistemden tedavi planlamasının temelini oluşturabilir.

### Sonuç

Siemens Healthineers True2scale Tüm Vücut Taramasında, İkiz Robotik X-ray Sistemi Multitom Rax'a alternatif olarak slot tarama tabanlı bir akvizisyon ve rekonstrüksiyon tekniği kullanılır. Multitom Rax'ın True2scale işlevi, standart radyografi, floroskopi ve 3D görüntülemeye tanı amaçlı kullanımına ek olarak, tek veya iki düzlemli, hızlı ve geometrik olarak hassas bilgiler sunar. Omurga deformitelerini ve ilişkili malpozisyon kondisyonlarını değerlendirmek için düşük dozlu tüm omurga görüntüleme, dizilim bozukluklarının teşhisi için uzun bacak veya tüm vücut görüntüleme imkanı sunar. Görüntü akvizisyonunu hasta doğal vücut ağırlığı veya yatış pozisyonundayken yapma seçeneği sayesinde bu akvizisyon, görüntüler için kalibrasyon veya stitching ihtiyacı olmadan, ya da hastayı yeniden konumlandırmaya gerek olmadan yapılabilir. ●

### Referanslar

- 1 Diebo BG, Shah NV, Boachie-Adjei O, Zhu F, Rothenfluh DA, Paulino CB, Schwab FJ, Lafage V. Adult spinal deformity. Lancet 2019; 394:160-72.
- 2 Gheno R, Nectoux E, Herbaux B, Baldissarro M, Glock L, Cotten A, Boutry N. Three-dimensional measurements of the lower extremity in children and adolescents using a low-dose biplanar X-ray device. Eur Radiol. 2012 Apr;22(4):765-71. doi: 10.1007/s00330-011-2308-y. Epub 2011 Oct 20. PMID: 22011904.
- 3 Hasegawa K, Okamoto M, Hatsushikano S, Caseiro G, Watanabe K. Difference in whole spinal alignment between supine and standing positions in patients with adult spinal deformity using a new comparison method with slot-scanning three-dimensional X-ray imager and computed tomography through digital reconstructed radiography. BMC Musculoskeletal Disorders (2018) 19:437.
- 4 Graden NR, Dean RS, Kahat DH, DePhillipo NN, LaPrade RF. True Mechanical Alignment is Found Only on Full-Limb and not on Standart Anteroposterior Radiographs. Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation, Vol 2, No 6 (December), 2020: pp e753-e759
- 5 Luckner C, Sesselmann S, Mertelmeier T, Maier A, Ritschl L. Parallel-Shift Tomosynthesis for Orthopedic Applications. Proc. of SPIE Vol. 10573 105730G-1.
- 6 Conn, K., Clarke, M., and Hallett, J., A simple guide to determine the magnification of radiographs and to improve the accuracy of preoperative templating, The Journal of bone and joint surgery. British volume 84(2), 269(272) (2002).
- 7 Morvan G, Mathieu P, Vuillemin V, Guerini H, Bossard P, Zeitoun F, Wybier M. Standardized way of imaging of the sagittal spinal balance. Eur Spine J DOI 10.1007/s00586-011-1927-y.



Çalışma ID: 5aac694

**Şekil 10:** Pozisyonel teşhis için True2scale Vücut Tarama tüm vücut görüntüsü. (Almanya Dresden Teknik Üniversitesi, Carl Gustav Carus Üniversitesi Hastanesi, Diagnostik ve Girişimsel Radyoloji Enstitüsü ve Polikliniği'nin izniyle)

- 8 Luckner C, Herbst M, Ritschl L, Maier A, Kappler S. Assessment of Measurement Deviations: Length-extended X-ray Imaging for Orthopedic Applications. *Proc. of SPIE Vol. 10948* 1094839-1.
- 9 Luckner C, Weber T, Herbst M, Ritschl L, Kappler S, Maier A. A phantom study on dose efficiency for orthopedic applications: Comparing slot-scanning radiography using ultra-small-angle tomosynthesis to conventional radiography. *Med Phys.* 2021 May;48(5):2170-2184. doi: 10.1002/mp.14680. Epub 2021 Mar 30. PMID: 33368397.
- 10 Samei E, Lo JY, Yoshizumi TT, Jesneck JL, Dobbins JT 3rd, Floyd CE Jr, McAdams HP, Ravin CE. Comparative scatter and dose performance of slot-scan and full-field digital chest radiography systems. *Radiology.* 2005 Jun;235(3):940-9. doi: 10.1148/radiol.2353040516. Epub 2005 Apr 21. PMID: 15845791.
- 11 Luckner C, Herbst M, Weber T, Beister M, Ritschl L, Kappler S, Maier A. High-speed slot-scanning radiography using small-angle tomosynthesis: Investigation of spatial resolution. *Med. Phys.* 46 (12), December 2019, 0094- 2405/2019/46(12)/5454/13.
- 12 Schmidt CO, Raspe H, Pflingsten M, Hasenbring M, Basler HD, Eich W, Kohlmann T. Back pain in the German adult population: prevalence, severity, and sociodemographic correlates in a multiregional survey. *Spine (Phila Pa 1976).* 2007 Aug 15;32(18):2005-11. doi: 10.1097/BRS.0b013e318133fad8. PMID: 17700449.
- 13 Robert Koch Institut (RKI). Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Gemeinsam getragen von RKI und Destatis. Berlin: RKI; 2015.
- 14 Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. *Eur Spine J.* 2003 Apr;12(2):149-65. doi: 10.1007/s00586-002-0508-5. Epub 2003 Jan 28. PMID: 12709853; PMCID: PMC3784852.
- 15 Chou D, Samartzis D, Bellabarba C, Patel A, Luk KD, Kisser JM, Skelly AC. Degenerative magnetic resonance imaging changes in patients with chronic low back pain: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011 Oct 1;36(21 Suppl):S43-53. doi: 10.1097/BRS.0b013e31822ef700. PMID: 21952189.
- 16 Chou D, Samartzis D, Bellabarba C, Patel A, Luk KD, Kisser JM, Skelly AC. Degenerative magnetic resonance imaging changes in patients with chronic low back pain: a systematic review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011 Oct 1;36(21 Suppl):S43-53. doi: 10.1097/BRS.0b013e31822ef700. PMID: 21952189.
- 17 Smith JS, Shaffrey CI, Bess S, Shamji MF, Brodke D, Lenke LG, Fehlings MG, Lafage V, Schwab F, Vaccaro AR, Ames CP. Recent and Emerging Advances in Spinal Deformity. *Neurosurgery* 80:S70-S85, 2017, DOI: 10.1093/neuros/nyw048.
- 18 Vasiliadis ES, Grivas TB, Kaspiris A. Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. *Scoliosis.* 2009;4:6.
- 19 Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, Diers H, Grivas TB, Knott P, Kotwicki T, Lebel A, Marti C, Maruyama T, O'Brien J, Price N, Parent E, Rigo M, Romano M, Stikeleather L, Wynne J, Zaina F. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders* (2018) 13:3, doi 10.1186/s13013-017-0145-8.
- 20 Bathis H, Perlick L, Tingart M, Luring C, Zurakowski D, Grifka J. Alignment in total knee arthroplasty. A comparison of computer-assisted surgery with the conventional technique. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86:682-7.
- 21 Mason JB, Fehring TK, Estok R, Banel D, Fährbach K. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty* 2007;22:1097-106.
- 22 mediCAD®. (2021). mediCAD® planning software. Retrieved May 31, 2022, from <https://www.mediCAD®.eu/de/>
- 23 Keenan BE, Izatt MT, Askin GN, Labrom RD, Pearcy MJ, Adam CJ. Supine to standing Cobb angle change in idiopathic scoliosis: the effect of endplate pre-selection. *Scoliosis* 2014; 9 (01) 16
- 24 Torell G, Nachemson A, Haderspeck-Grib K, Schultz A. Standing and supine Cobb measures in girls with idiopathic scoliosis. *Spine* 1985; 10 (05) 425-427
- 25 Zetterberg C, Hansson T, Lindström J, Irstam L, Andersson GB. Postural and time-dependent effects on body height and scoliosis angle in adolescent idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1983; 54 (06) 836-840
- 26 Brink RC, Colo D, Schlösser TPC, et al. Upright, prone, and supine spinal morphology and alignment in adolescent idiopathic scoliosis. *Scoliosis Spinal Disord* 2017; 12 (01) 6
- 27 Courtney PM, Melnic CM, Howard M, et al. A systematic approach to evaluating hip radiographs – A focus on osteoarthritis. *J Orthopedics Rheumatol* 2014;1:1-7.
- 28 Fuchs-Winkelmann S, Peterlein CD, Tibesku CO, Weinstein SL. Comparison of pelvic radiographs in weightbearing and supine positions. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:809-812.
- 29 Gold GE, Cicuttini F, Crema MD, et al. OARS clinical trials recommendations: Hip imaging in clinical trials in osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 2015;23:716-731.
- 30 Wright RW, MARS Group. Osteoarthritis classification scales: Interobserver reliability and arthroscopic correlation. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:1145-1151.
- 31 Adelani MA, Mall NA, Brophy RH, et al. The use of MRI in evaluating knee pain in patients aged 40 years and older. *J Am Acad Orthop Surg* 2016;24:653-659.
- 32 Hayes BJ, Gonzales T, Smith JT, et al. Ankle arthritis: You can't always replace it. *J Am Acad Orthop Surg* 2016;24:e29-e38.
- 33 Wagner P, Wagner E. Is the rotational deformity important in our decision-making process for correction of Hallux Valgus Deformity? *Foot Ankle Clin* 2018;23:205-217.
- 34 Evangelopoulos DS, Deyle S, Zimmermann H, Exadaktylos AK. Personal experience with whole body, low-dosage, digital X-ray scanning (LODOX-Statscan) in trauma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2009 Sep 12;17:41. doi: 10.1186/1757-7241-17-41. PMID: 19747397; PMCID: PMC2753336.
- 35 Deyle S, Wagner A, Benneker LM, Jeger V, Egli S, Bonel HM, Zimmermann H, Exadaktylos AK. Could full-body digital X-ray (LODOX-Statscan) screening in trauma challenge conventional radiography? *J Trauma.* 2009 Feb;66(2):418-22. doi: 10.1097/TA.0b013e31818a5d1a. PMID: 19204516.
- 36 Mantokoudis G, Hegner S, Dubach P, Bonel HM, Senn P, Caversaccio MD, Exadaktylos AK. How reliable and safe is full-body low-dose radiography (LODOX Statscan) in detecting foreign bodies ingested by adults? *Emerg Med J.* 2013 Jul;30(7):559-64. doi: 10.1136/emmermed-2011-200911. Epub 2012 Jul 25. PMID: 22833594.
- 37 Pitcher RD, Wilde JCH, Douglas TS, van As AB. The use of the Statscan digital X-ray unit in paediatric polytrauma. *Pediatric Radiology.* 2009;39(5):433-437.
- 38 Fathi AR, Mariani L, Farkas ZS, Exadaktylos AK, Bonel HM. Evaluation of the new statscan radiography device for ventriculoperitoneal shunt assessment. *American Journal of Roentgenology.* 2011;196(3):W285-W289.

Burada belirtilen ürünler/özellikler tüm ülkelerde ticari olarak satışa sunulmamıştır, gelecekte satışa sunulacakları da garanti edilemez.

True2scale Vücut Tarama, 30 kg/m<sup>2</sup>'ye kadar Vücut Kitle İndeksi (VKI) kısıtlaması olmadan çalıştırılabilir. VF11H yazılım sürümünden (Aralık 2022 itibarıyla sunulması bekleniyor) 40 kg/m<sup>2</sup>'ye kadar VKI. VKI sınırını aşmak için manuel ve ayrı ön-arka ve lateral taramalar gerekir. VKI >40 kg/m<sup>2</sup> olan hastalar için, lateral uzun eksen görüntüsü maksimum 130 cm ile sınırlıdır.

Vaka çalışmalarından elde edilen sonuçlar, diğer vakalardaki sonuçları öngörmez. Farklı vakalardaki sonuçlar değişebilir.

ACUSON Sequoia

# Change the way you ultrasound

[siemens-healthineers.com/acuson-sequoia](https://siemens-healthineers.com/acuson-sequoia)



## Address the challenges and pressures in your practice

As a clinician, you are aware of the demands of today's healthcare environment. Variability in imaging and manual tasks add to stress and time constraints you face. Streamline your workflow, reduce variability, and alleviate physical discomfort with AI Abdomen.



### Expedite your exams

Automatically recognizes and labels 17 anatomical views and calculates 12 key measurements in milliseconds.



### Make excellence easy

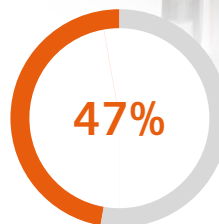
Automations standardize imaging across users and highlights when protocols aren't met to ensure protocol-driven image capture and improve exam throughput.



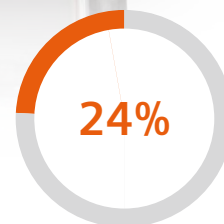
### Save the strain and pain

Automated labeling and measuring reduce manual movements to mitigate the fatigue and injury that can result in work-related pain.

\* Data on file



AI Abdomen reduces hand motion 47% compared to manual.\*



AI Abdomen reduces hand motion 24% compared to using a protocol.\*

AI Abdomen can be used without protocol scanning to standardize imaging across users for greater consistency.

Satış hakları ve hizmet sürekliliğine ilişkin belirli bölgesel kısıtlamalar nedeniyle, broşürdeki her ürünün dünya genelindeki Siemens satış şirketlerinde bulunabileceği garantisini veremiyoruz. Temin edilebilirlik ve ambalaj ülkeye göre değişmekte olup önceden haber verilmeksizin değiştirilebilir. Burada belirtilen özelliklerin bir kısmı/tamamı Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunmayabilir.

Bu belgede yer alan bilgiler, spesifikasyonların ve opsiyonların yanı sıra standart özelliklerin ve münferit durumlarda her zaman bulunmak zorunda olmayan opsiyonel özelliklerin genel teknik açıklamalarını içermektedir.

Siemens, önceden haber vermeksizin burada yer alan tasarım, ambalaj, özellik ve seçenekleri değiştirme hakkını saklı tutar. Güncel bilgiler için bölgenizdeki Siemens satış temsilcisiyle iletişim kurunuz.

Bu belge içerisinde yer alan tüm teknik veriler belirli sınırlamalar içerisinde değişiklik gösterebilir. Orijinal görüntüler yeniden üretildiklerinde daima belirli bir miktar ayrıntı kaybeder.

Siemens müşterilerinin gerçek deneyimlerine dayanır. Siemens, bu iddiaları desteklemek için verileri dosyada tutar. Ancak, bu ifadeler tüm ürün deneyimlerinin benzer sonuçlar doğuracağını ileri sürmez veya bu yönde bir garanti vermez. Sonuçlar, her bir tesisin ve kullanıcının belirli koşullarına dayalı olarak değişebilir.

## **Siemens Healthcare Sağlık A.Ş.**

Yakacık Cad. No: 111

34870 Kartal-İstanbul

Türkiye

Tel: 444 0 633

[www.siemens-healthineers.com/tr](http://www.siemens-healthineers.com/tr)

*Siemens Healthcare Sağlık A.Ş. tarafından Türkiye'de yayımlanmıştır · ©Siemens Healthcare Sağlık A.Ş., 2020*

[www.siemens-healthineers.com/tr/inovasyon](http://www.siemens-healthineers.com/tr/inovasyon)