

RIGIT/DEFORMABLE FÜZYON ALGORİTMALARI VE KLİNİK UYGULAMADA ÖNEMİ

Mertay Güner, MSc.



— İSTANBUL —
OKAN ÜNİVERSİTESİ
HASTANESİ

23 Nisan 2019, Antalya

İÇERİK

- FÜZYON NEDİR?
 - NEREDE VE NE AMAÇLA FÜZYON?
- FÜZYON ÇEŞİTLERİ
- DEFORMABLE FÜZYON
- UYGULAYAN SİSTEMLER
- BELİRSİZLİKLER
- GELECEK PERSPEKTİF



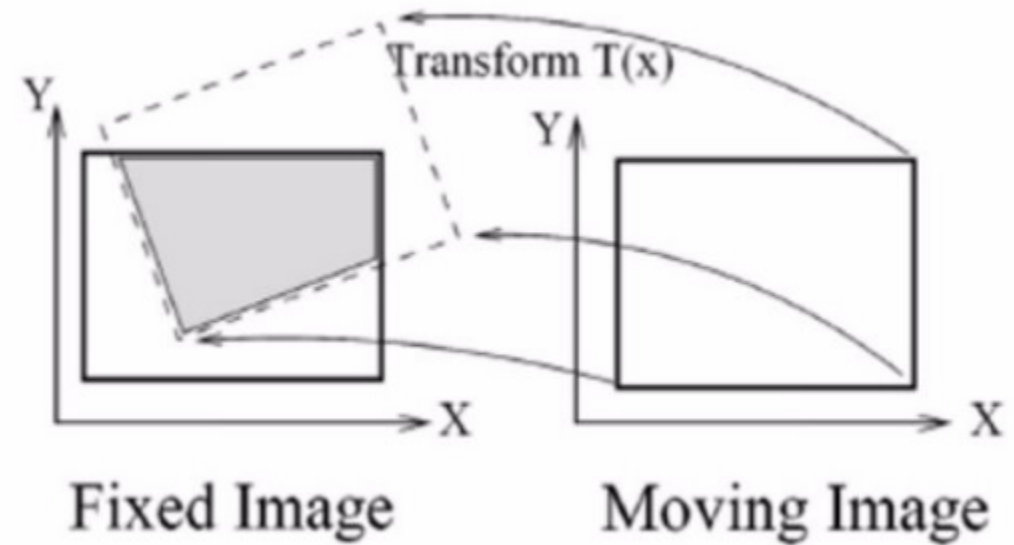
İSİM KARMAŞASI

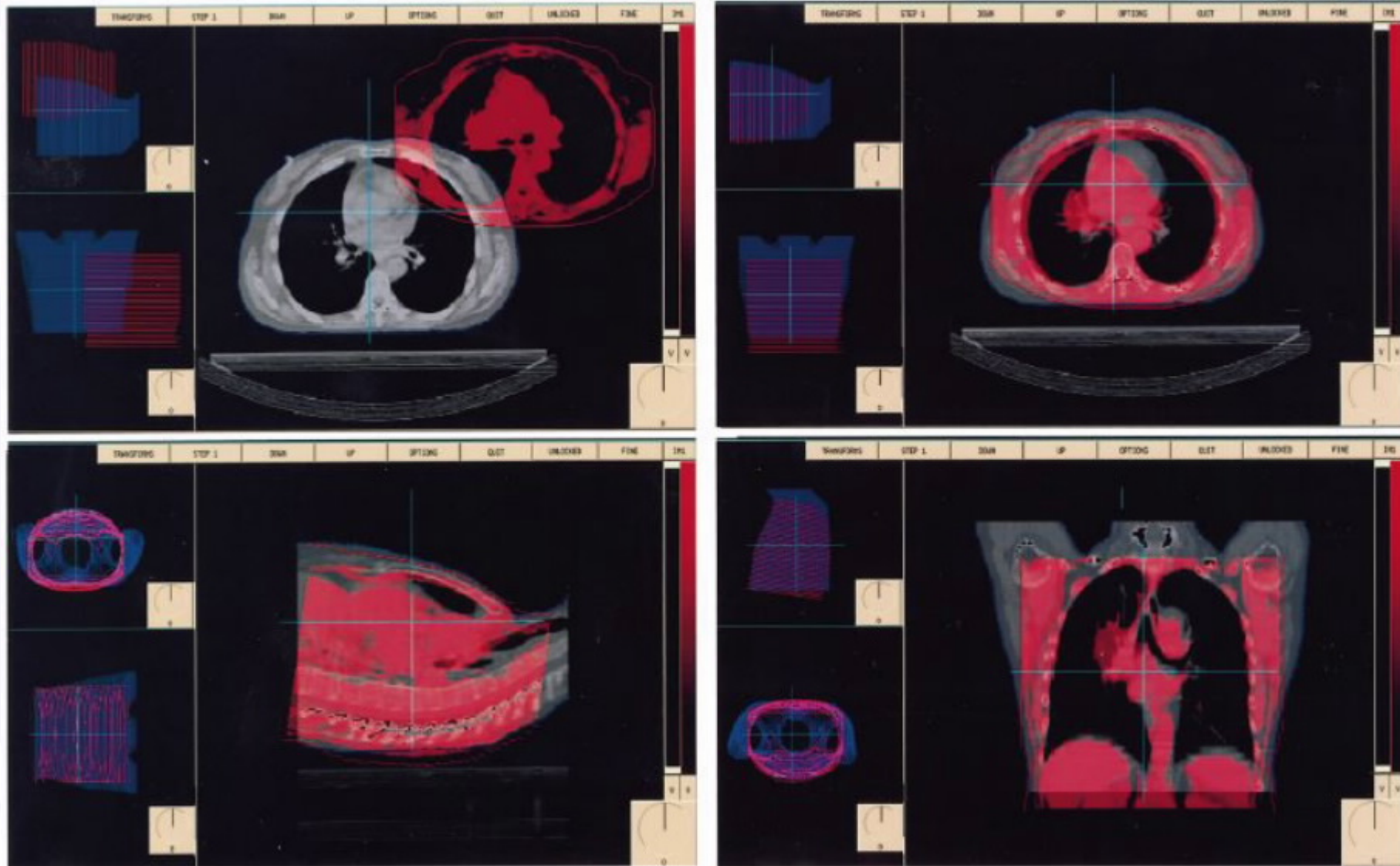
- Füzyon
- Görüntü Füzyonu
- Görüntü Eşleştirme
- İmaj Füzyonu
- Image Registration
- Image Matching

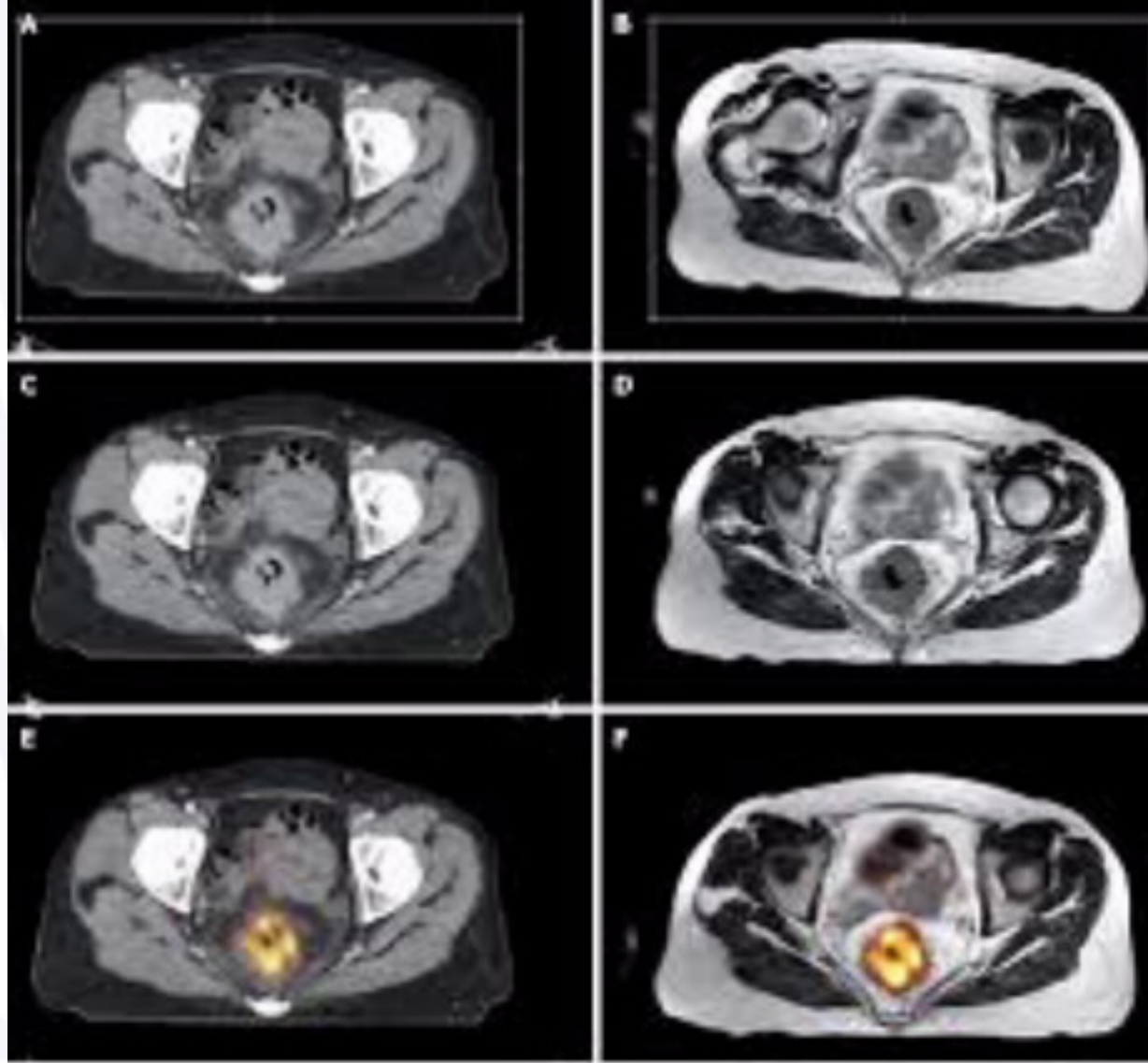


Füzyon nedir?

- İki veya daha fazla görüntü setinin, biri sabit kalmak üzere, diğerlerinin koordinatlarını kaydırarak üst üste getirilmesi ve eşleştirilmesi işlemi olarak tarif edilebilir.
- Bu eşleştirmeler CT-CT, CT-MR, CT-PET, CT-CBCT/MVCT veya amaca bağlı olarak daha değişik kombinasyonlarda yapılabilmektedir.

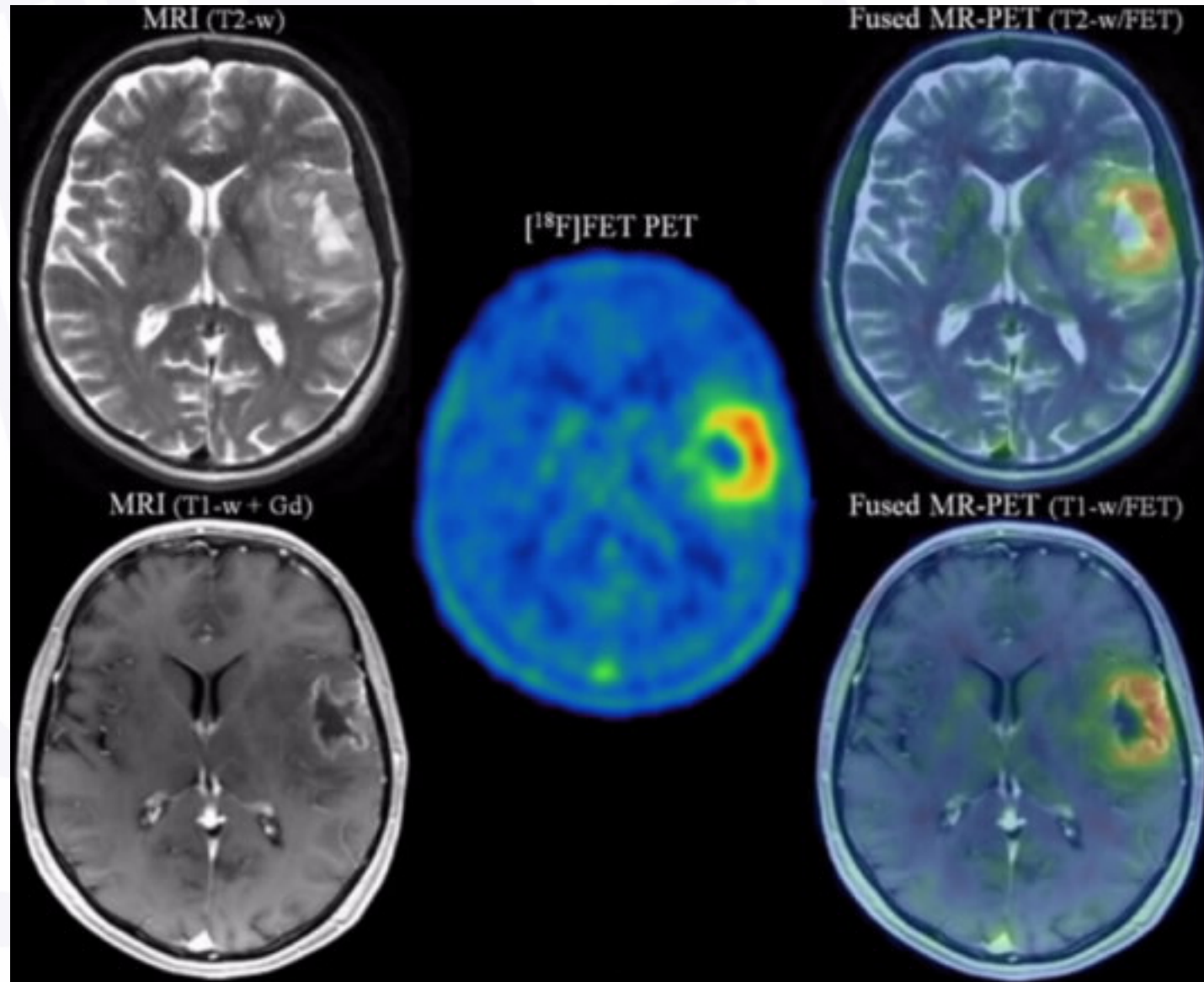






CT-MR-PET

MRI-PET Füzyonu



Nerede ve Ne Amaçla Füzyon?





Nerede ve Ne Amaçla Füzyon?

Use of image registration and fusion algorithms and techniques in radiotherapy: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 132

Kristy K. Brock^{a)}

Department of Imaging Physics, The University of Texas MD Anderson Cancer Center, 1400 Pressler St, FCT 14.6048, Houston, TX 77030, USA

Sasa Mutic

Department of Radiation Oncology, Washington University School of Medicine, St. Louis, MO, USA

Todd R. McNutt

Department of Radiation Oncology, Johns Hopkins Medical Institute, Baltimore, MD, USA

Hua Li

Department of Radiation Oncology, Washington University School of Medicine, St. Louis, MO, USA

Marc L. Kessler

Department of Radiation Oncology, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA

(Received 7 January 2016; revised 13 February 2017; accepted for publication 19 February 2017; published 23 May 2017)

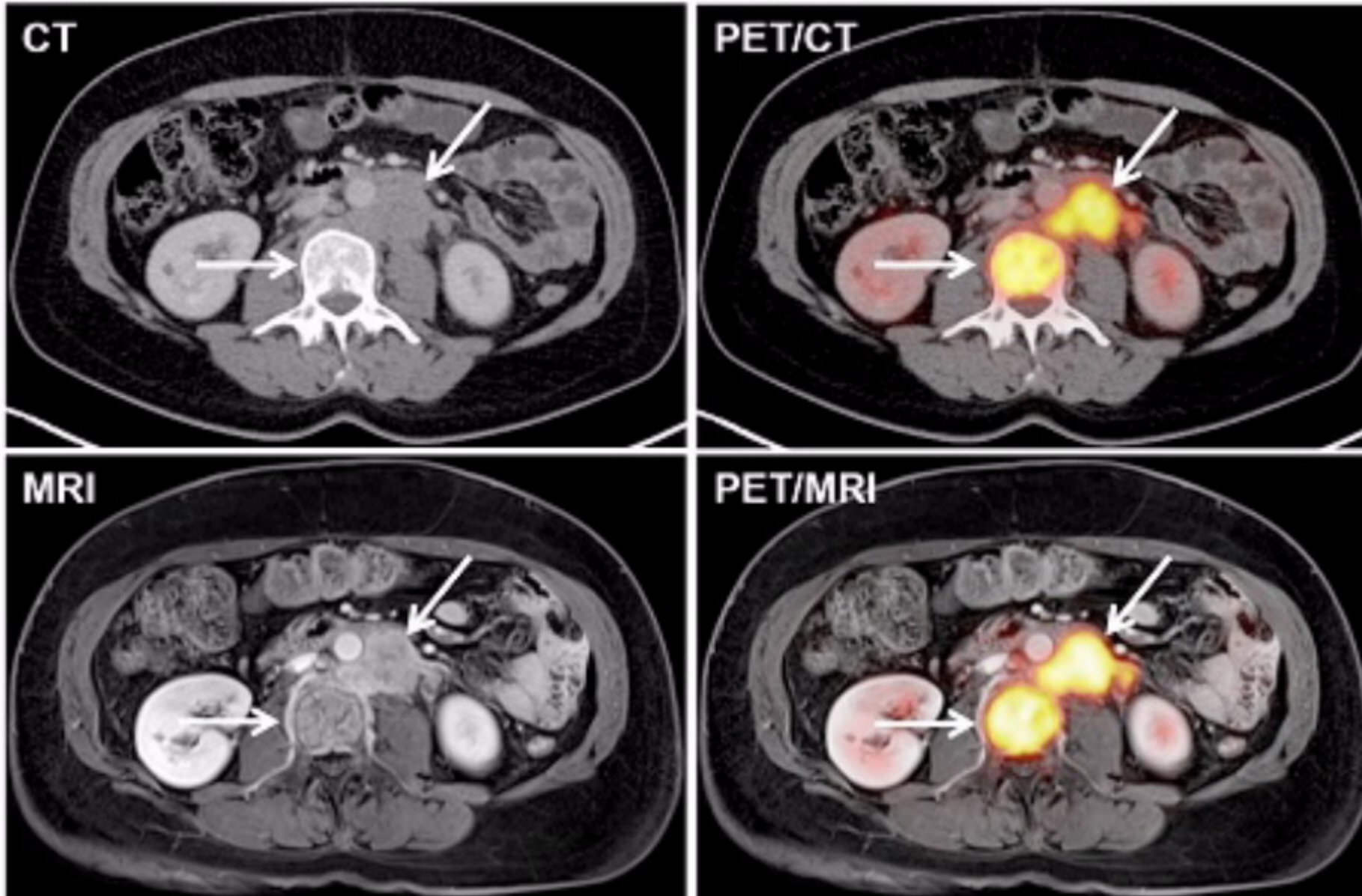
- **Image Registration for Segmantation**
 - Image fusion is often used to segment target volumes and normal tissues through anatomical atlases or between images of the same patient obtained at different time points
- **Image Registration for Multimodality or Adaptive Treatment Planning**
 - Combine information obtained from different imaging modalities (MR, PET, SPECT, and CT) together for delineation of tumor volumes and normal tissues
 - Yeniden kontrolama
 - Adaptif planlama
- **Image Registration for Image-Guided Radiotherapy**
 - Hasta pozisyonlama
 - kvCT, MVCT, kv-port, MV-port
- **Image Ragistration for Response Assessment**
 - Yeniden değerlendirme
 - Yanıt ve takip

FÜZYON ÇEŞİTLERİ

•RIGIT REGISTRATION (RR)

- İki görüntü setinde yardımcı görüntü setinin koordinatlarını kaydırma ve döndürme gibi proseslerden geçirerek mümkün olan en iyi şekilde referans CT görüntüleri ile üst üste getirilmesi olarak tanımlanabilir.
- RR'da x, y ve z koordinatlarına ek olarak rotasyonel boyutta da hareket serbesitesi vardır. Bu yönler üç ekseninde kaydırmaya ek olarak aksiyel, koronal ve sagittal düzlemdeki döndürme (rotasyon) hareketleridir. en iyi eşlemeyi yapacak şekilde görüntüler üst üste getirilerek doğrudan karşılaştırılıp, değerlendirilip analiz edilebilir.
- Manuel ve otomatik olarak görüntü eşleştirmesi yapılabilir. (Başarı oranları sistemden sisteme kullandıkları algoritmalara bağlı olarak değişkenlik gösterebilir.

RIGIT REGISTRATION (RR)



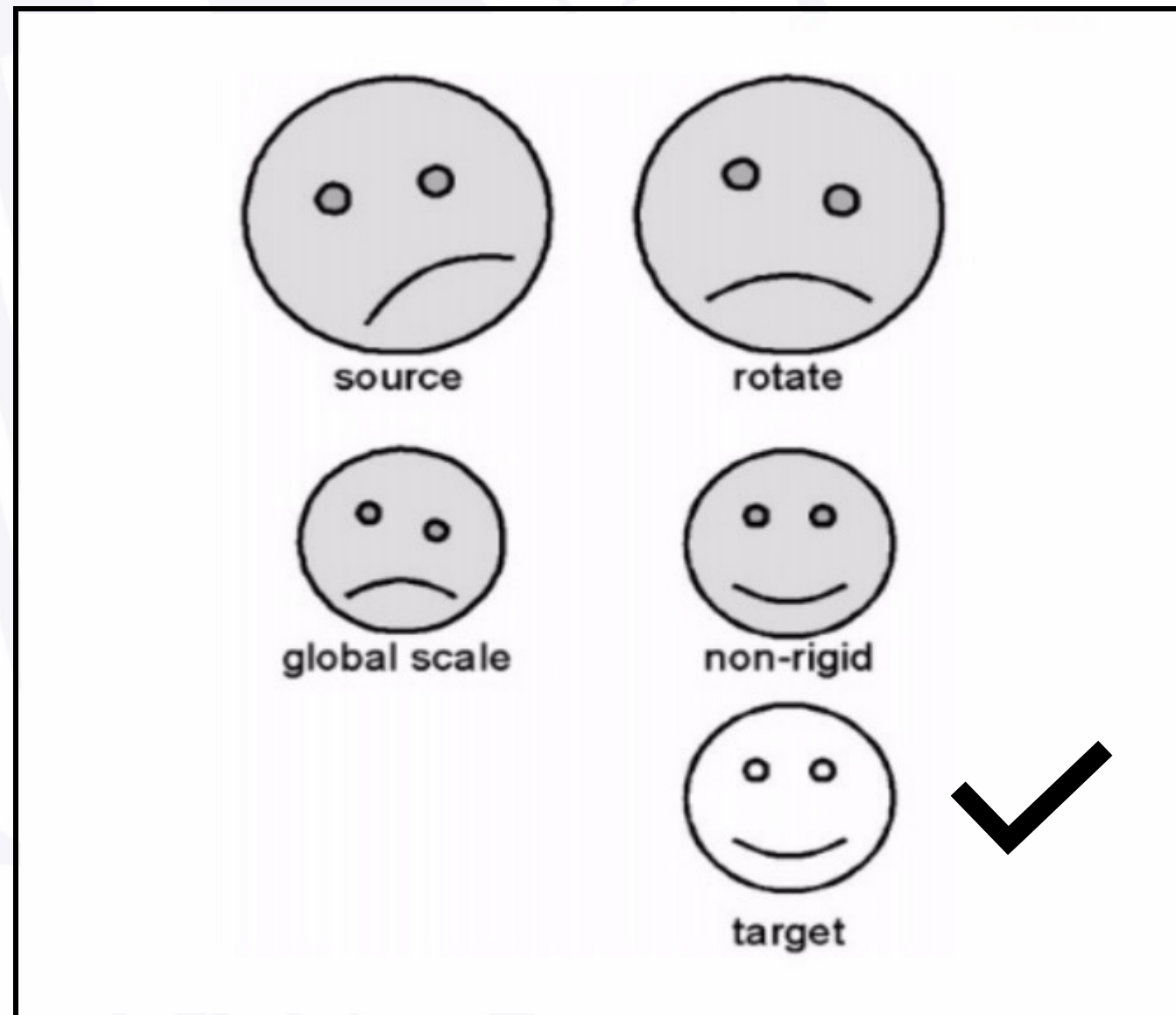
CT-PET Füzyonu

FÜZYON ÇEŞİTLERİ

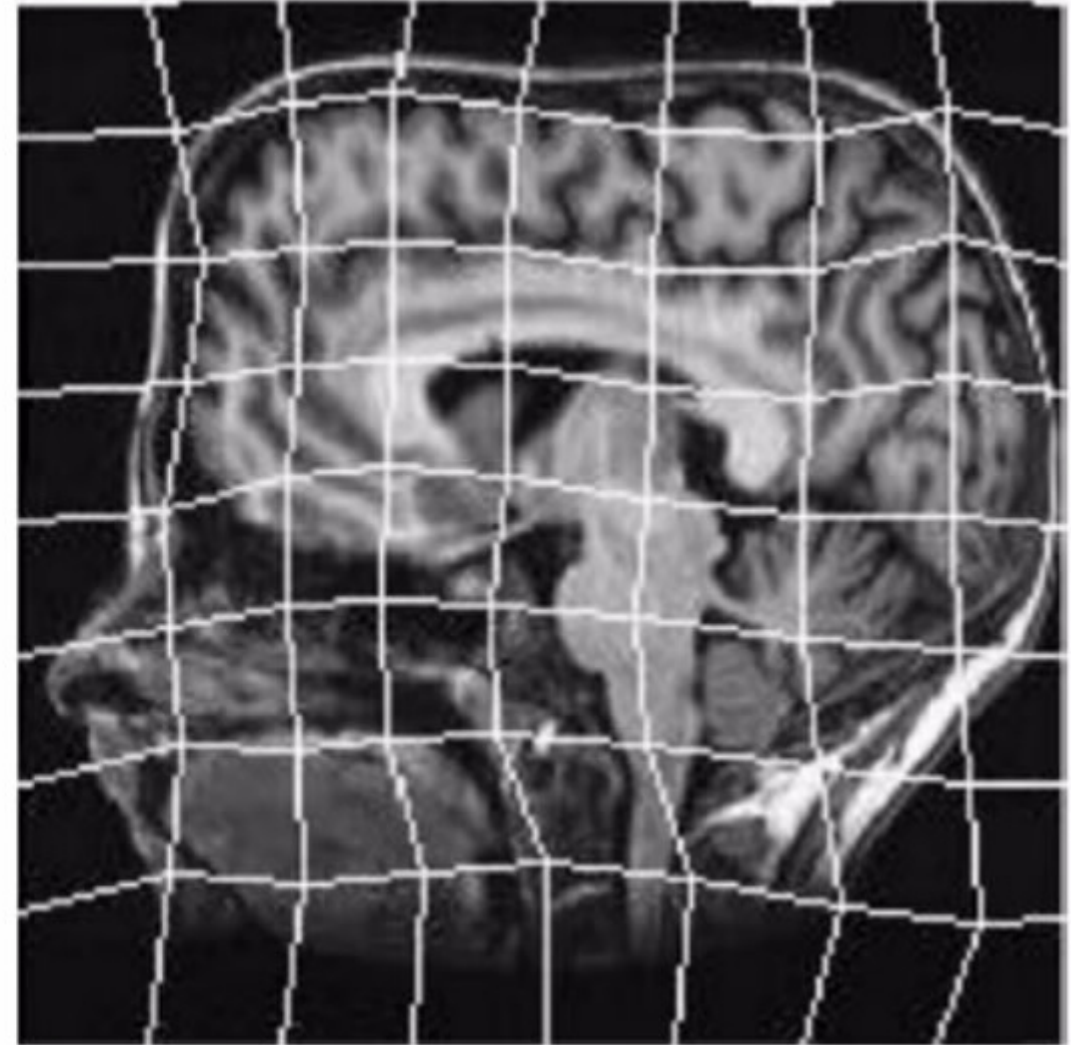
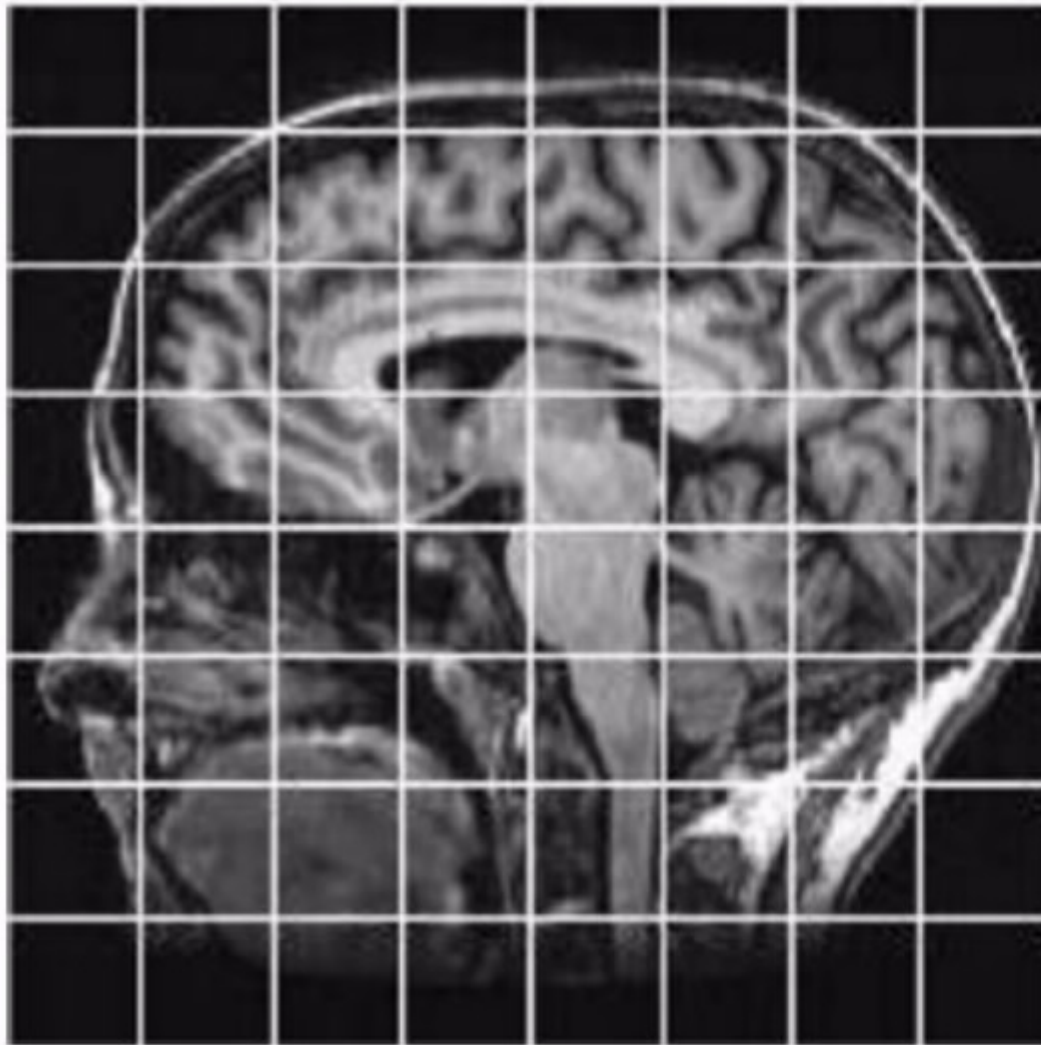
• DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION (DIR)

- Anatomik de i iklikler nedeniyle hastanın görüntülerini e le tirmek için sadece lineer ve rotasyonel kaydı rmlar yeterli olmayabilir. Bunun için hastada olabilecek anatomik de i iklikleri de hesaba katacak daha sofistike bir yöntemeye ihtiyaç duyuldu.
- Buradaki seçenek görüntülerdeki “voxellerin” kaydı rı lması na olanak sağlayacak olan “Deformable Image Registration” DIR yöntemi olmu tur. “Voxelleri” hareket ettirmemize izin verdi i için DIR tümör küçülmesi, mesane ve rektum dolulu u ve hasta kilo kaybı gibi anatomik de i iklikleri “manipüle” etmemize fırsat vermektedir.

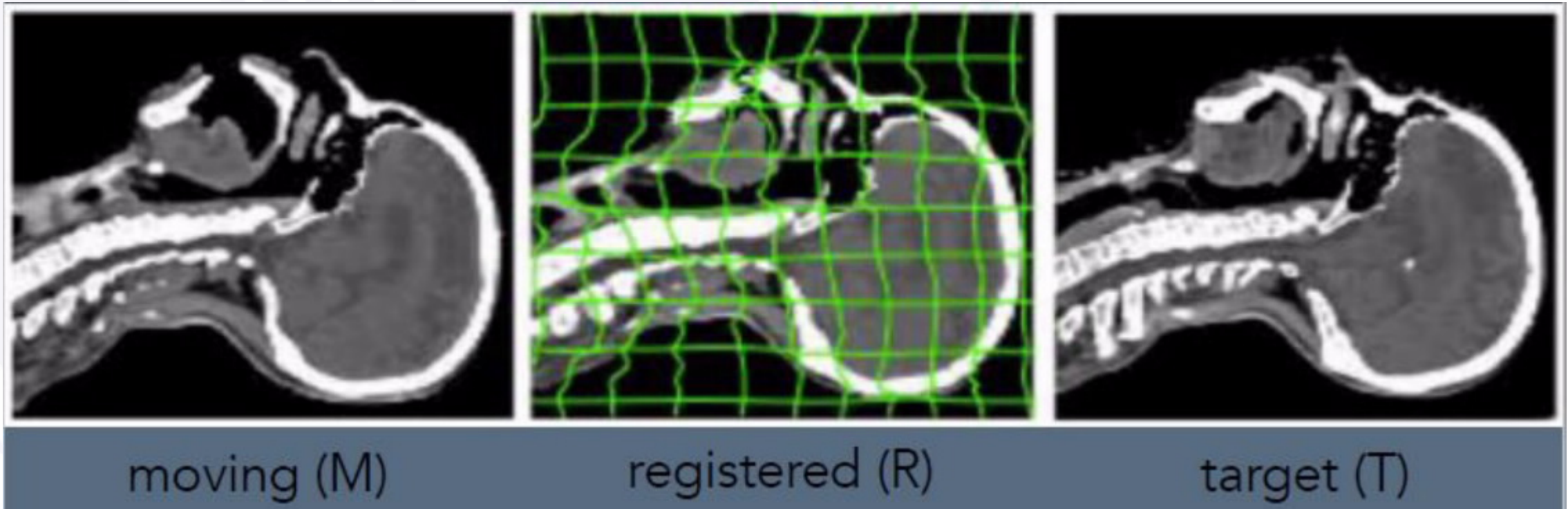
DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION (DIR)



DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION (DIR)



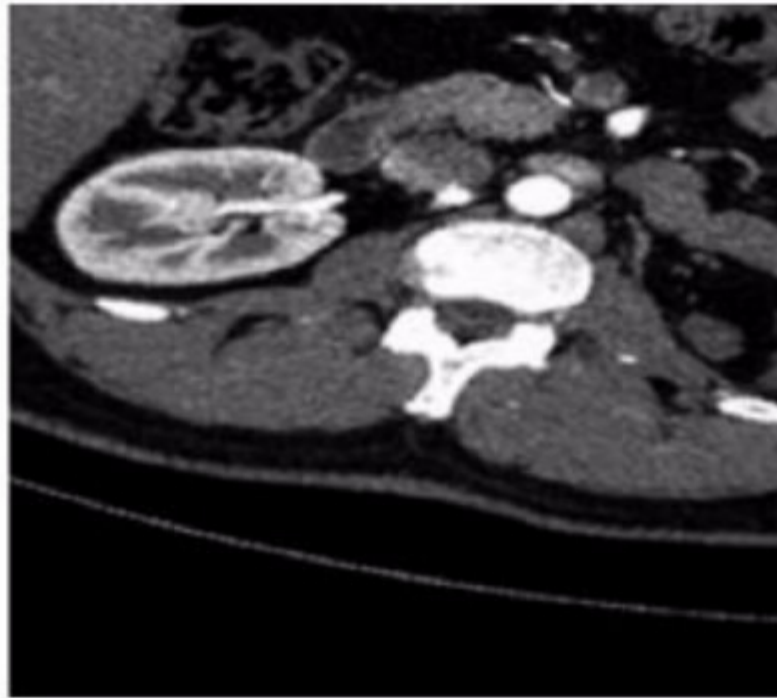
DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION (DIR)



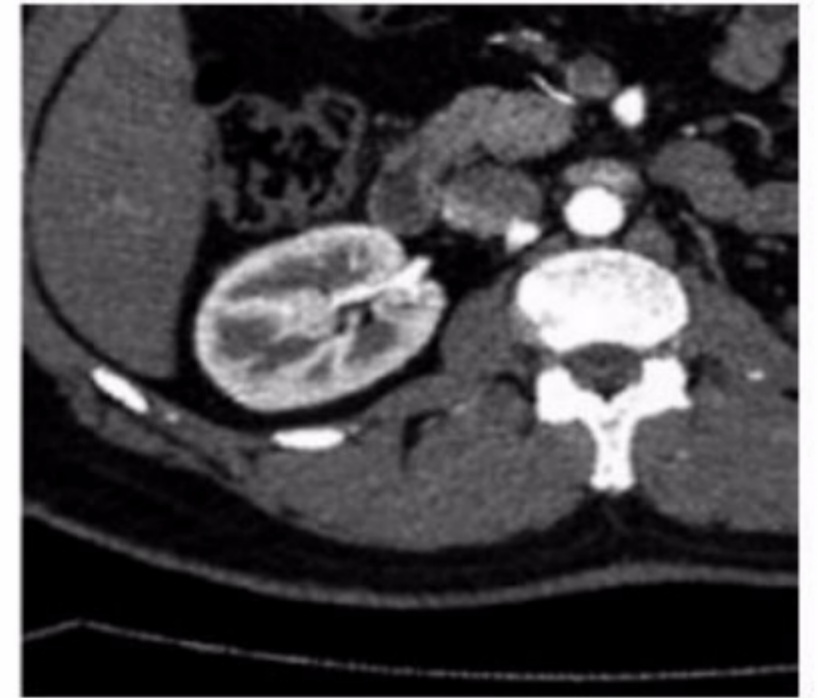
DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION (DIR)



Reference



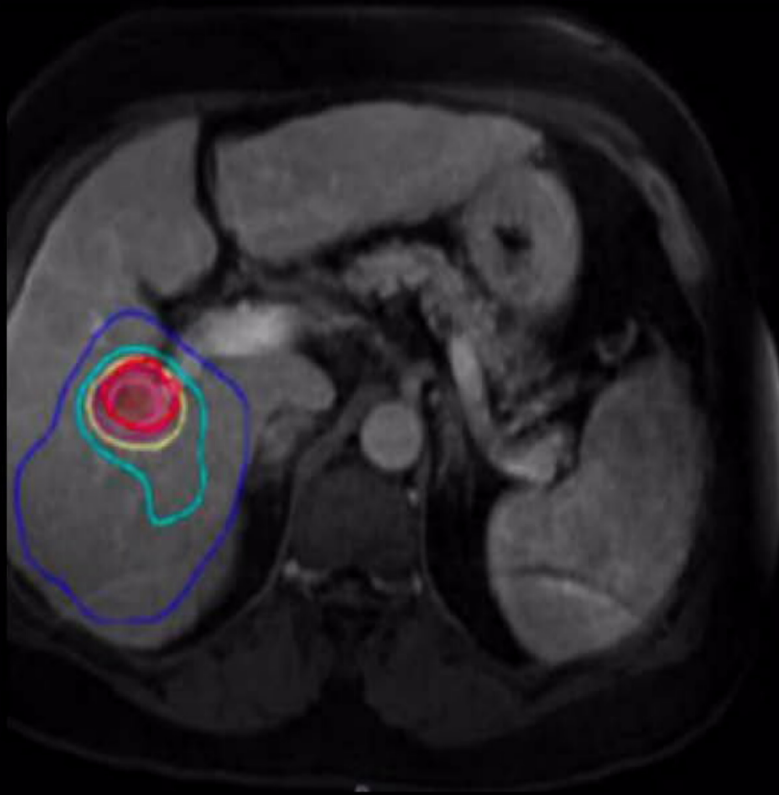
Secondar



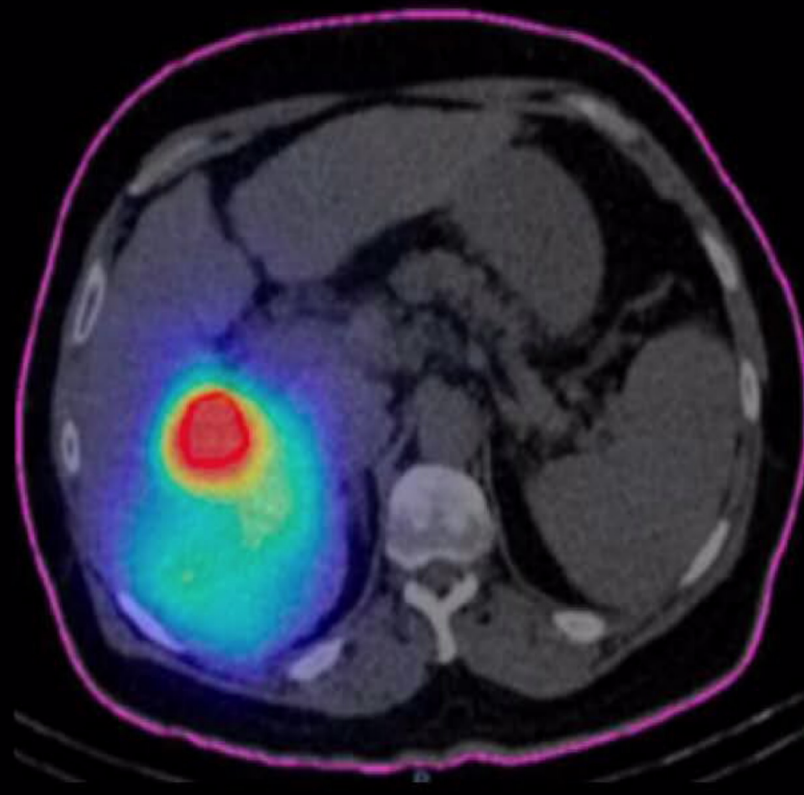
Registered



- DIR'in ana rolü, ele alınan iki görüntü seti arasındaki farkı en aza indirmektir.
- DIR'i RT alanında uygulama sınırı olmasa da, biz genel olarak dört ana alana ayrılabilir:
- **Kontrolama, Doz Deformasyonu, Doz Takibi, Adaptif Planlama**
- Bu dört uygulama arasındaki belirleyici nokta, görüntülerden alınan bilgilerin nasıl kullanıldığıdır.



Pre-Tx MR



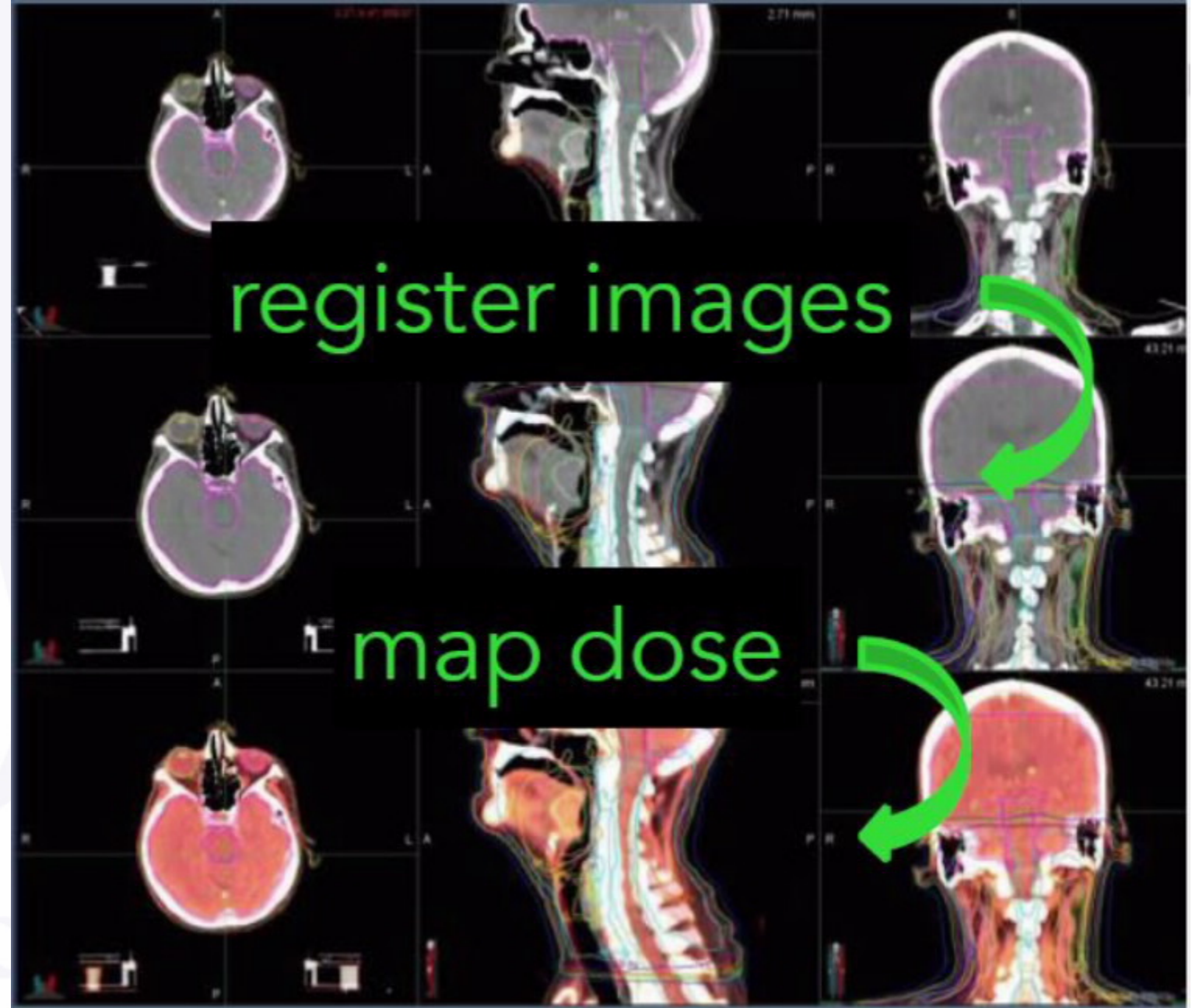
Post-Tx Dose/CT



5 wk Post-Tx MR

Doz Füzyonu

- Tekrar Planlama
- Adaptif RT
- Farklı set-up'lı iki ayrı tedavideki dozları daha doğru birleştirme ve analiz edebilme imkanı



DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION (DIR)

Segmentation-Based

- Kontur kılavuzluğunda DIR olarak adlandırılır
- Eşlenmesi istenen hedef konturlar arasındaki farklar hesaplama dahil edilir
- Her iki görüntüde deform edilecek bölgelerin konturlanmasını gerektirir

Voxel-Based

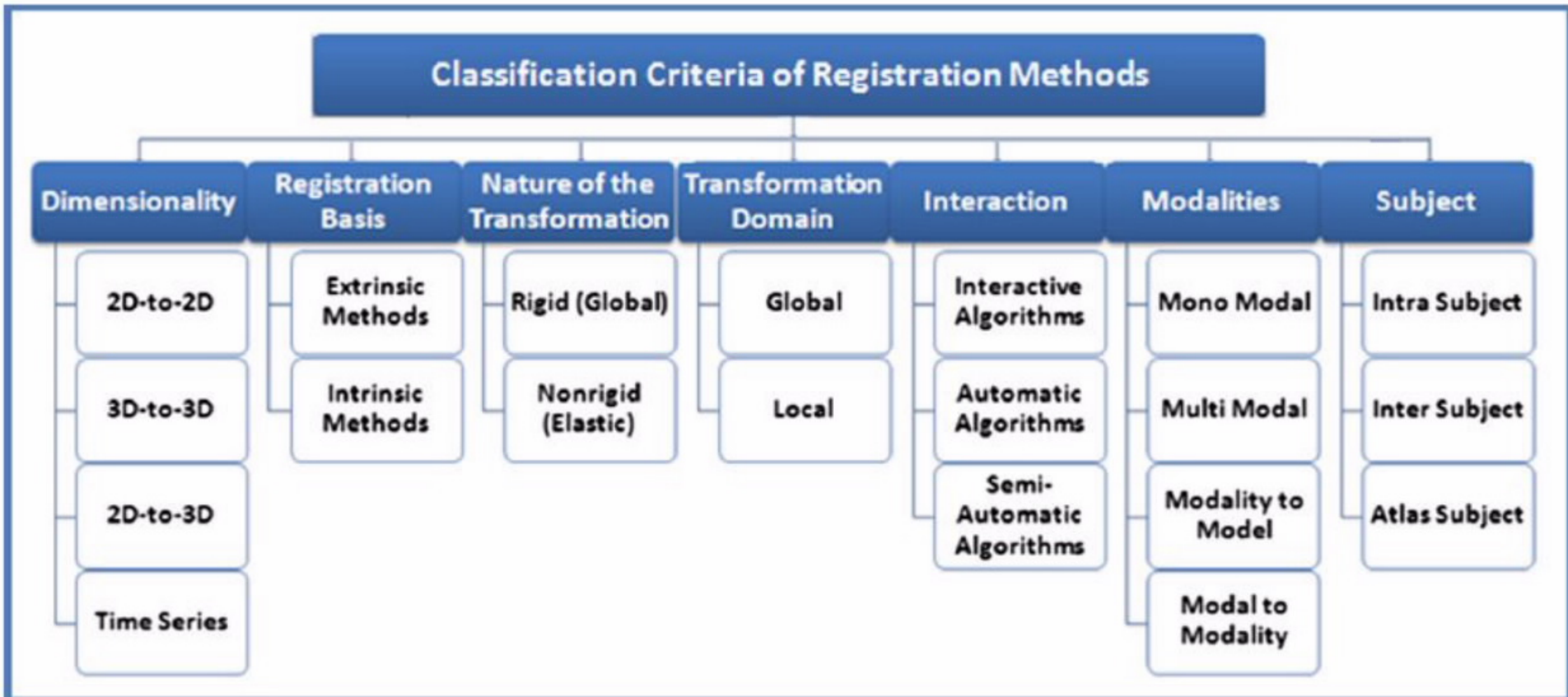
- Her bir voxel için görüntüdeki yoğunluk değerlerinin kare farklarının toplamını baz alır
- Daha çok farklı modalitelerde (CT, MR, PET) çekilmiş görüntülerin füzyonunda kullanılır



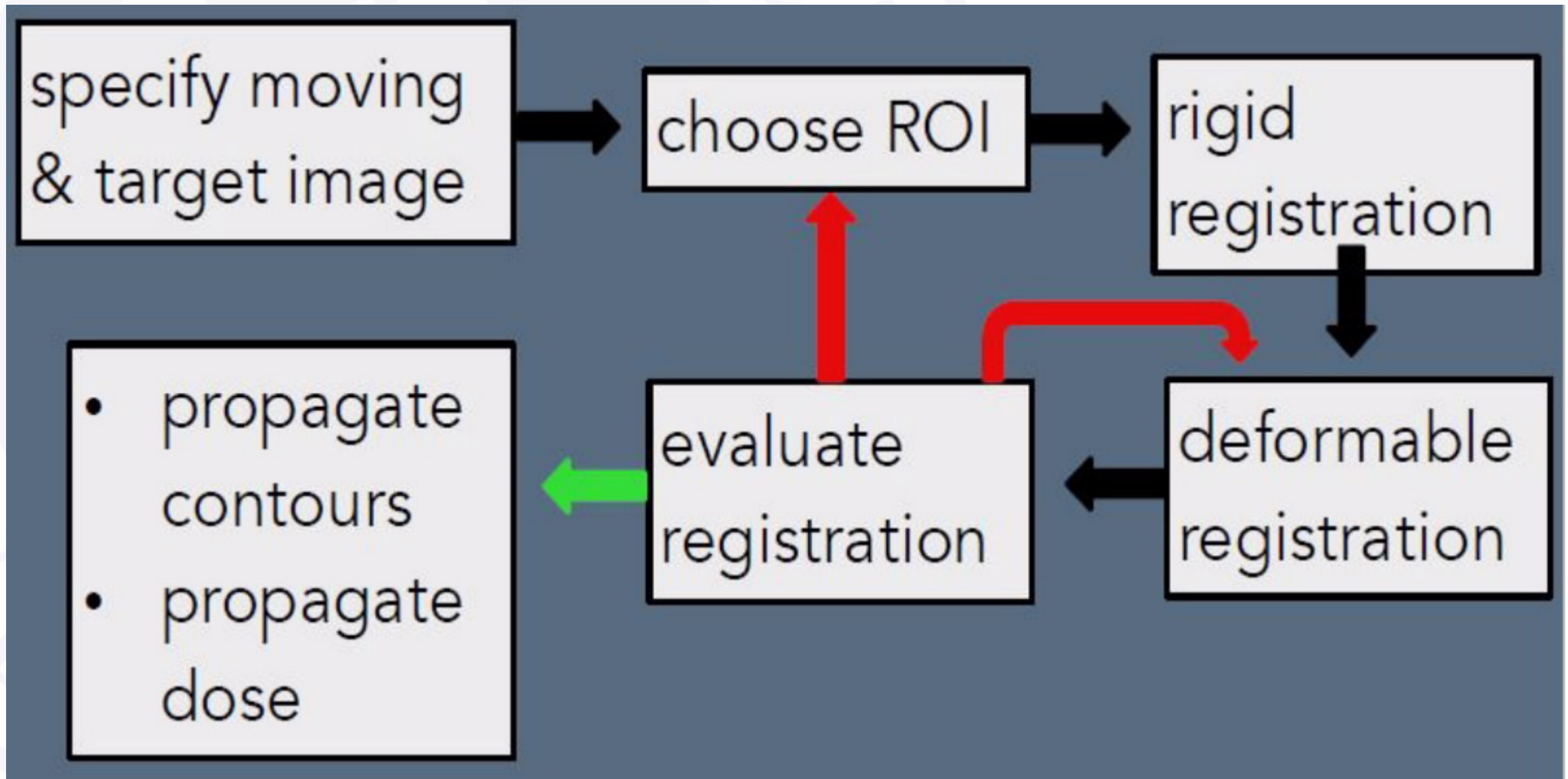
DEFORMABLE IMAGE REGISTRATION (DIR)

BAŞLICA KULLANILAN MODELLER

- B-splines
- Free-form deformation (FFD)
- Optical Flow
- Demons Algorithm
- Thin-plate splines
- FEM-based linear elastic
- Based tissue mechanics model
- Lucas Kanade optical flow
- Calculus of variance



Genel DIR İş Akışı





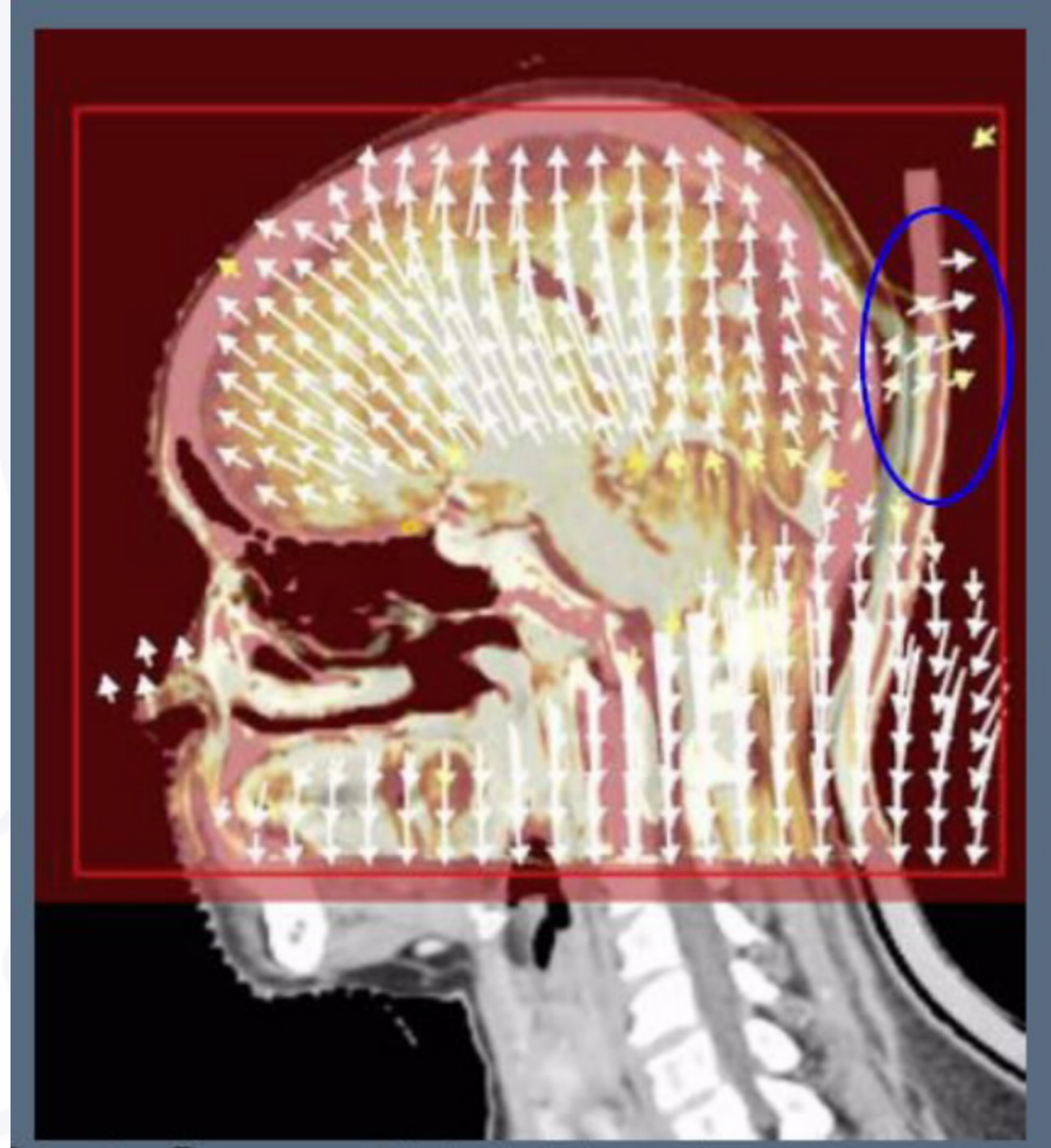
Ticari DIR Opsiyonları

- Eclipse - Varian
- Precision - Accuray
- Elements – BrainLab
- Ray Station (anaconda) – Ray Search
- MIM Maestro – MIM Software
- Velocity - Varian
- Mirada RTx - Vital

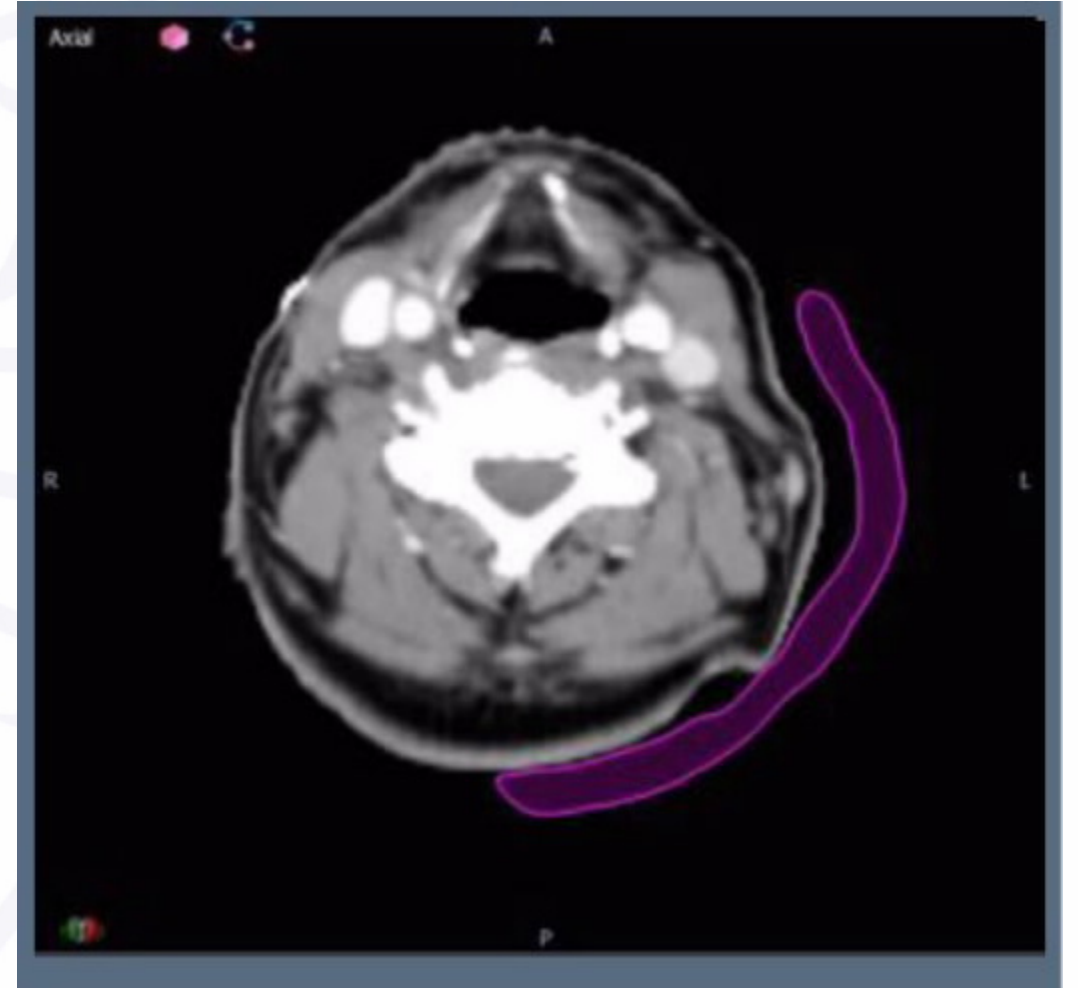
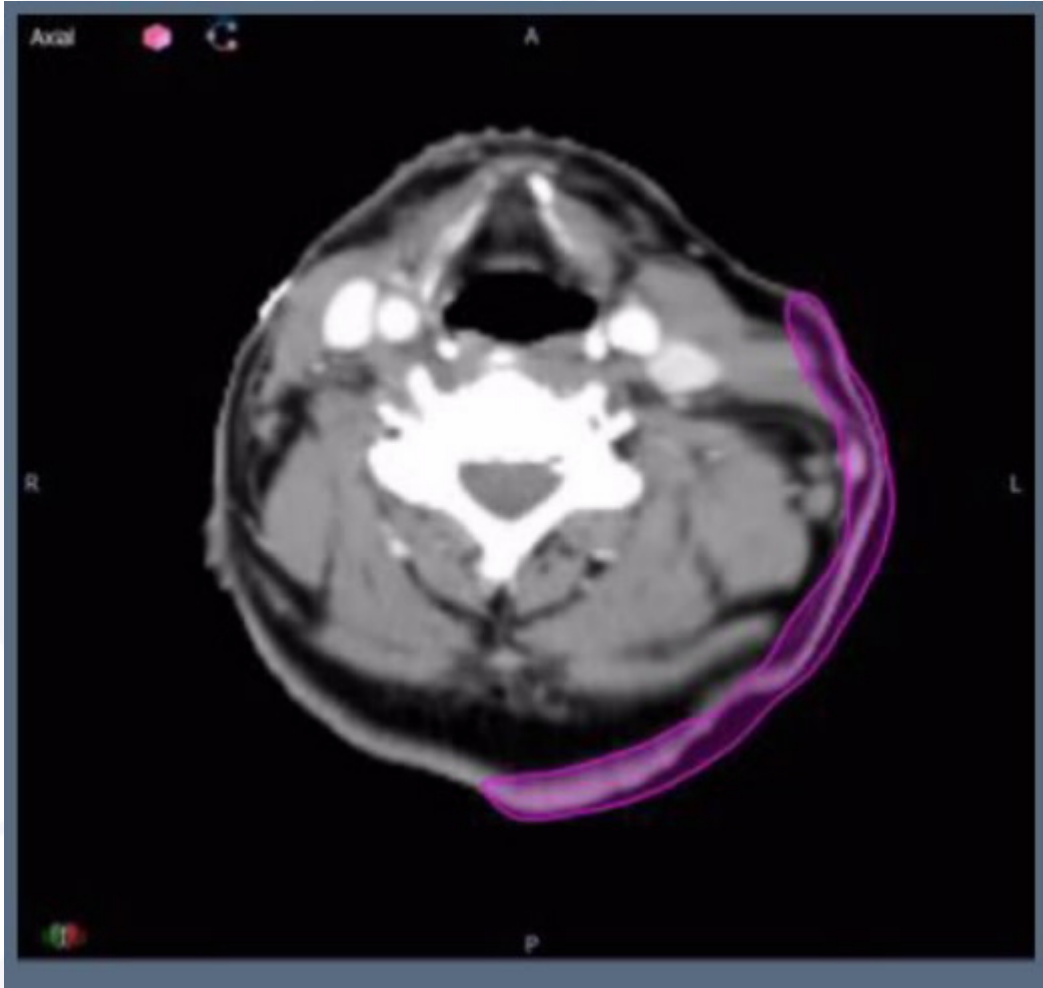
Dez Avantajlar?

- Bazen yanlış kontur çizimi ya da biraz düzeltme yapma ihtiyacı
- Füzyon işlemi yanlış olursa doz dönüşümleri de yanlış olabilir. (kontrol)
- Dönüşümün doğruluğunu %100 bilmemiz mümkün olmadığından hastaya özgü QA yapmak zor (Doğru yaptığını nasıl bileceğiz?)
- Seçilen algoritmalar arasında bile var olan dönüştürme farkları?
- Set-up farklılıklarına bağlı belirsizlikler
- Biyolojik değişiklikler tümör büyümesi, aşırı kilo kaybı

Dez Avantajlar?

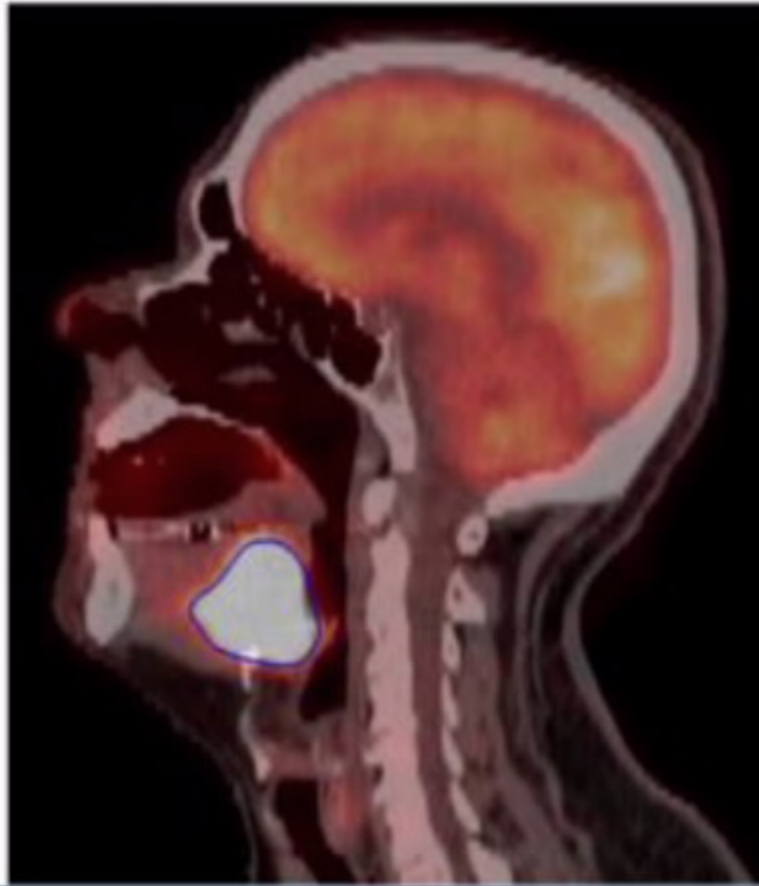


Dez Avantajlar?

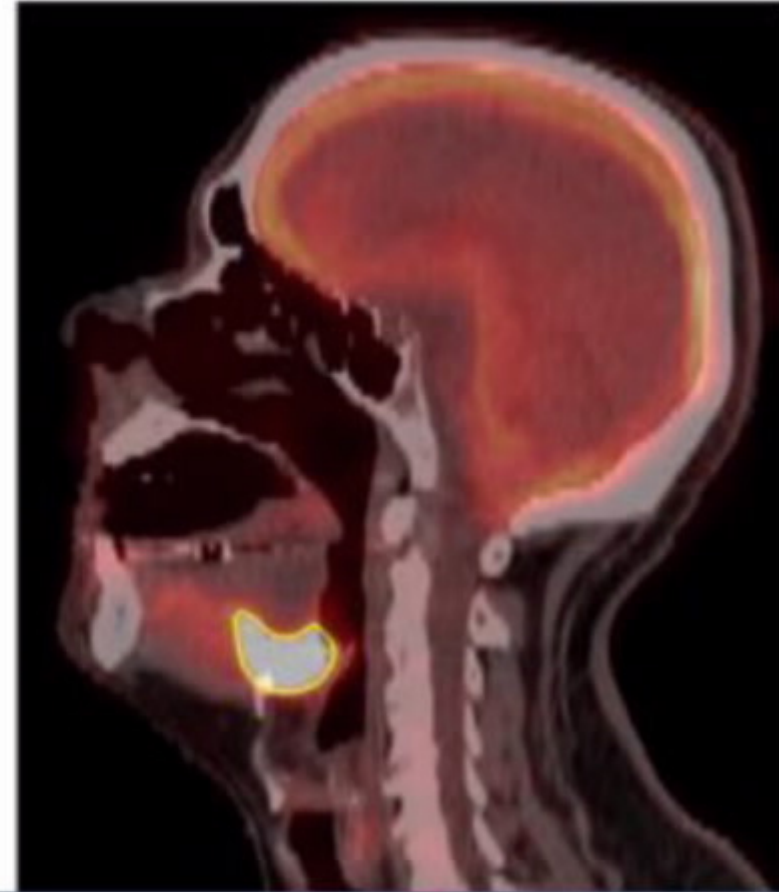


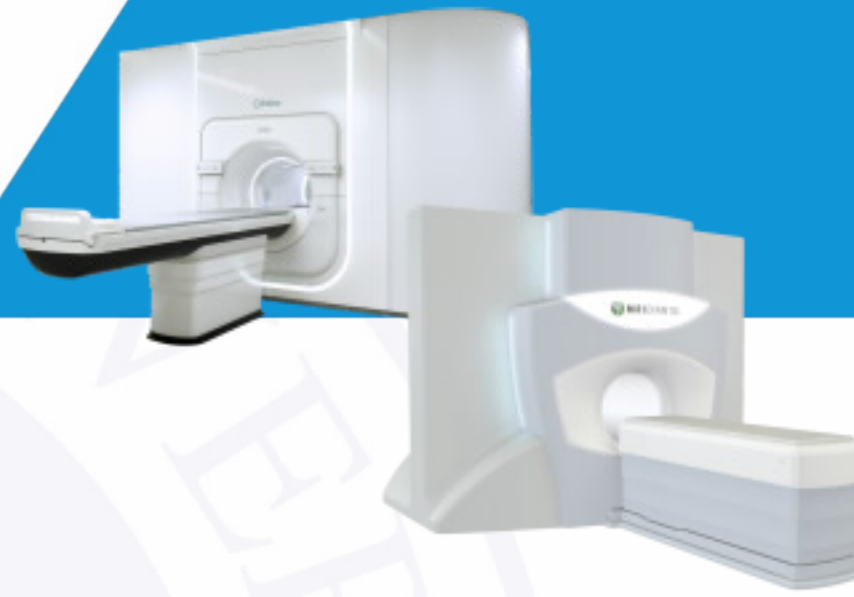
Dez Avantajlar?

Bspline Transform



Demons Transform





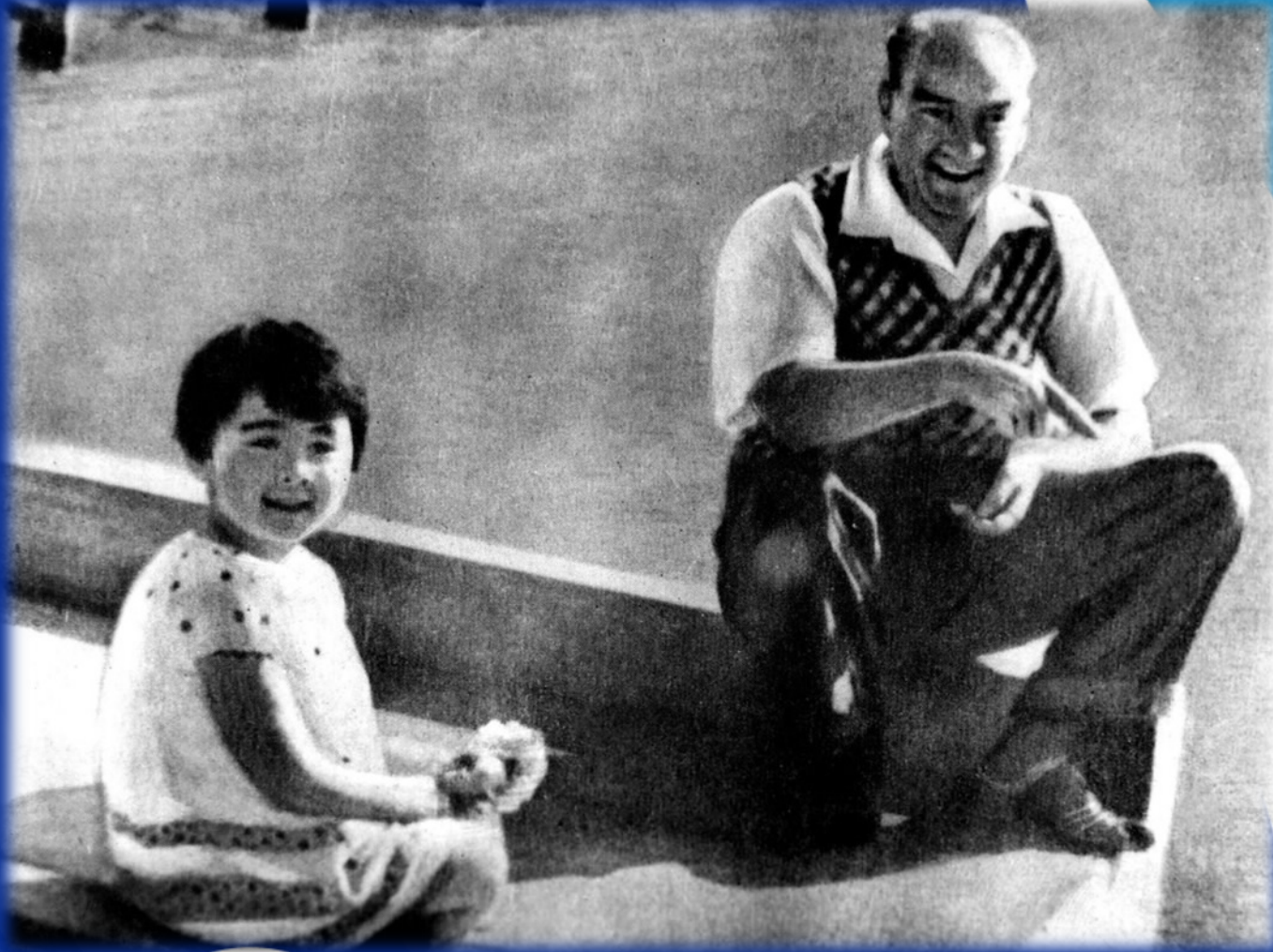
Gelecek Perspektif

- Online Adaptive Planning
- Her amaca yönelik farklı algoritmalar (dağınık ve karmaşık bir görüntü) yerine daha az maliyetli, daha hızlı ve her işi yapabilen süper algoritmalar geliştirilmesi

Embedding the physics of image formation, as well as machine learning methods, in particular, deep learning, will enable deformable image registration to finally move from mere motion compensation for image fusion to true information discovery, by learning and predicting tissue formations and pathological changes.



**KİM BİLİR? BELKİ BİR GÜN BİR ÇOCUK YETİŞİR,
BİZ DEĞİŞİRİZ, DÜNYA DEĞİŞİR...**



**23 NİSAN ULUSAL EGEMENLİK
VE ÇOCUK BAYRAMIMIZ
KUTLU OLSUN...**



— İSTANBUL —
**OKAN ÜNİVERSİTESİ
HASTANESİ**