

---

# Renkli MR

## Rad.Dr. Nevit DİLMEN

---

<http://bit.ly/NevitRMR>  
nevitedilmen@sonomed.com.tr

# Bu sunumda neler göreceğiz?

## Nedir?

- Görme fiziği ve görme fizyolojisi
- Bilim Tarihi

## Nasıl?

- Renkli MR oluşturma
- Renkli MR'ı anlama ve yorumlama
- Örnekler

## Kimler yarar görececek?

- Klinisyenler
- Radyologlar
- Bilişimciler
- Öğrenciler
- Hastalar

# Doctor Club Awards - Yarışma Finalisti



Doktorclub  
Awards  
2018  
Finalistleri  
Tanıtımları

## Yılın Yenilikçi Dahili Bilimler Doktoru Kategorisi Finalistleri

**Doç. Dr. Uğur Canpolat**

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi

**Dr. Nevit Dilmen**

Sonomed Tıbbi Görüntüleme Merkezi ve Labaratuvar

**Prof. Dr. Mustafa Metin Donma**

Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi

**Prof. Dr. Özgür Kasapçopur**

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi

**Prof. Dr. Ali Ünal**

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi



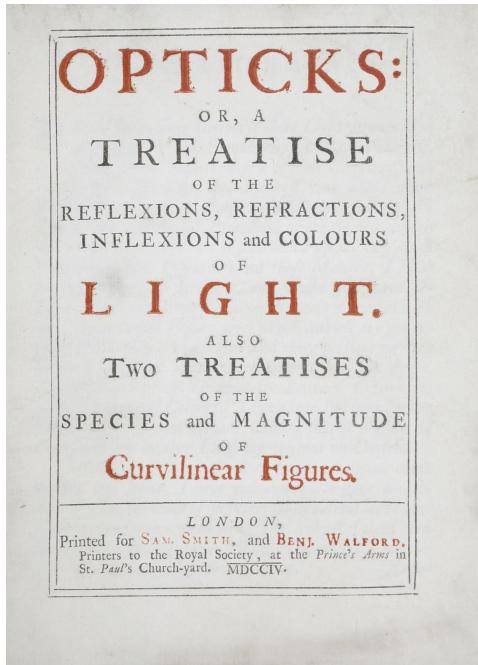
50 Bilim İnsanı  
Tarafından Oluşan  
Jüri Oylaması  
Sonucu.

# Doktor Club Awards 2018 Kazanan



17000 Hekim Oylaması Sonucu

# Isaac Newton, Opticks, 1704



# Thomas Young, 1773-1829

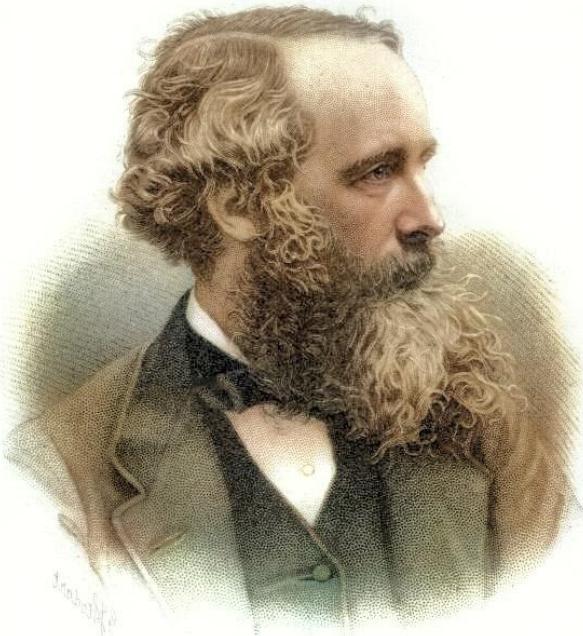
İngiliz hekim ve Fizikçi

Young bir sürü renk görmemiz için  
sonsuz algılayıcı gereklidğini, sadece  
üç adet, kırmızı, yeşil ve morun  
yeteceğini öne sürdürdü.

Bu, ilk trikromatik renk teorisidir.



# James Clerk Maxwell, 1831-1879



İskoç fizikçi.

- 1855, Işığın elektromanyetik dalga olduğunu öne sürdü.
- 1865, Elektrik ve manyetizmayı birleştiren formülleri yazdı.



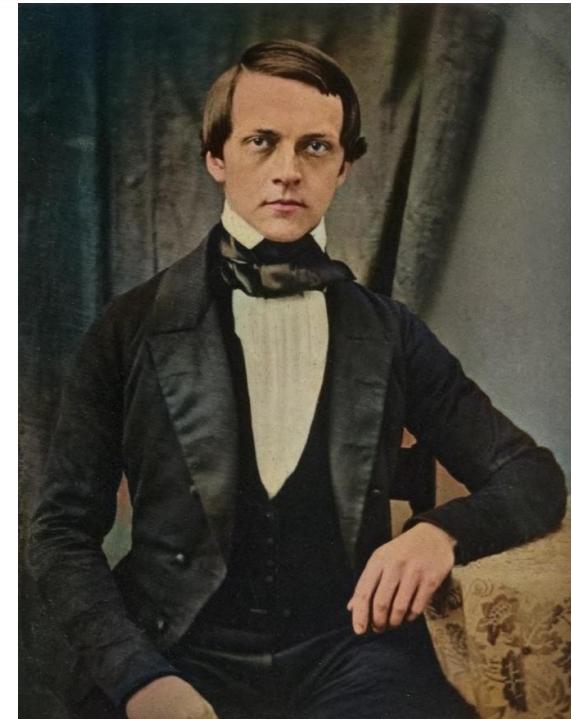
Edinburgh Üniversitesi

# Hermann von Helmholtz, 1821-1894

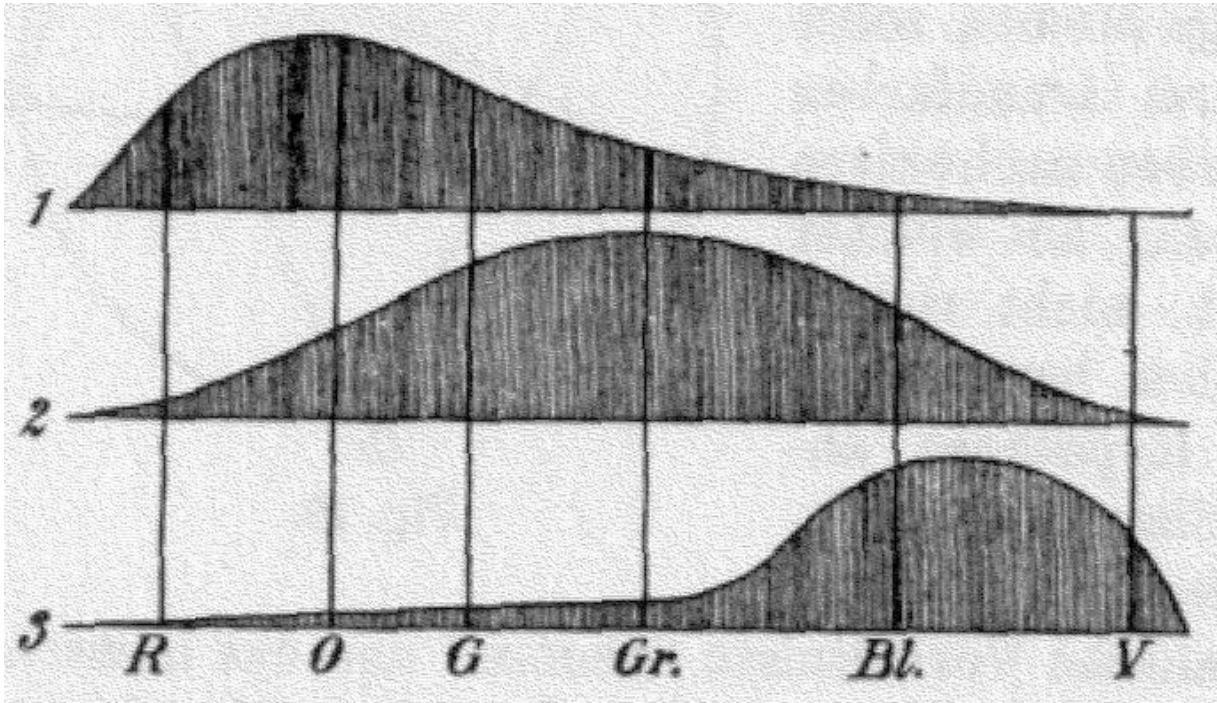
Alman fizyolog ve fizikçi

1802'de Young tarafından yayınlanan  
görme teorisini geliştirdi.

Üç dalga boyunun görme için yeterli  
olduğunu kanıtladı.



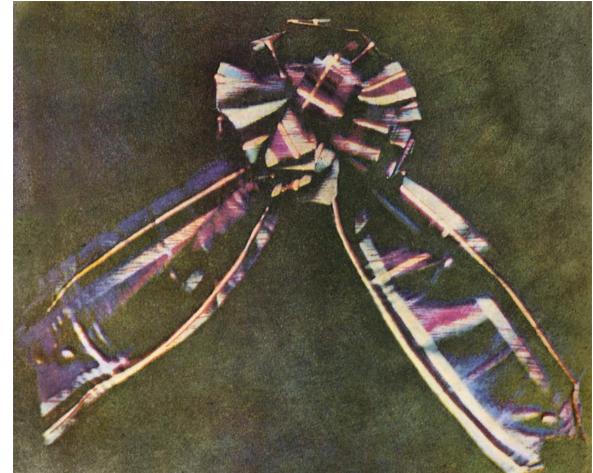
# Young–Helmholtz Kuramı



1850'de Helmholtz üç dalga boyu teorisini Young'ın üç reseptör teorisi ile birleştirdi:

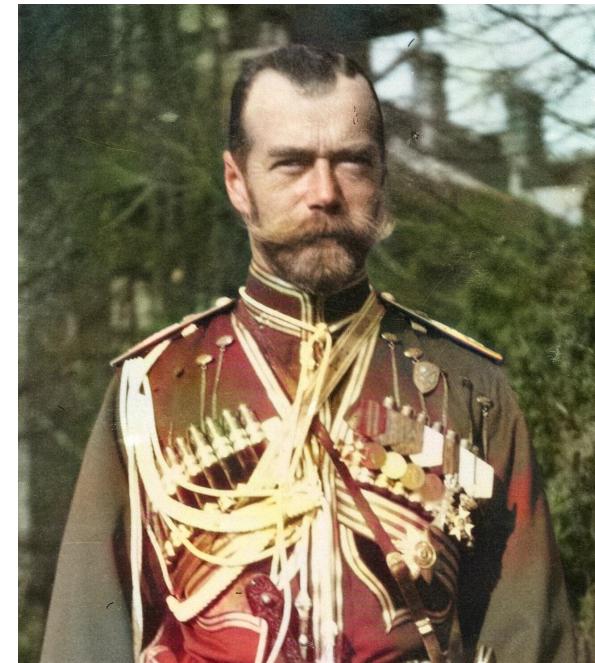
# Tartan Kurdele, Maxwell, 1861

- Tartan Kurdele, Maxwell tarafından 1861'de çekilmiş.
- İlk dayanıklı renkli fotoğraf.
- 1855'te önerdiği üç renkli yöntemin ilk çalışması
- kırmızı, yeşil ve mavi-mor, 3 filtre ile çekildi.
- Maxwell'in üç renkli yaklaşımı renkli görüntülerin temelini oluşturur.



# Rusya Çarı, II. Nikolay (1868-1918)

Rus İmparatorluğu'nun son imparatoru ve Romanov Hanedanının hüküm süren son üyesidir.

A large, handwritten signature in black ink, appearing to read "Nikolaus II", is written over a horizontal line.

# Rusya'da saat dilimleri (+2 +12)



Çar 10 saat  
dilimi  
genişliğinde  
geniş bir  
coğrafayı  
gezmek ve  
görmek ister.

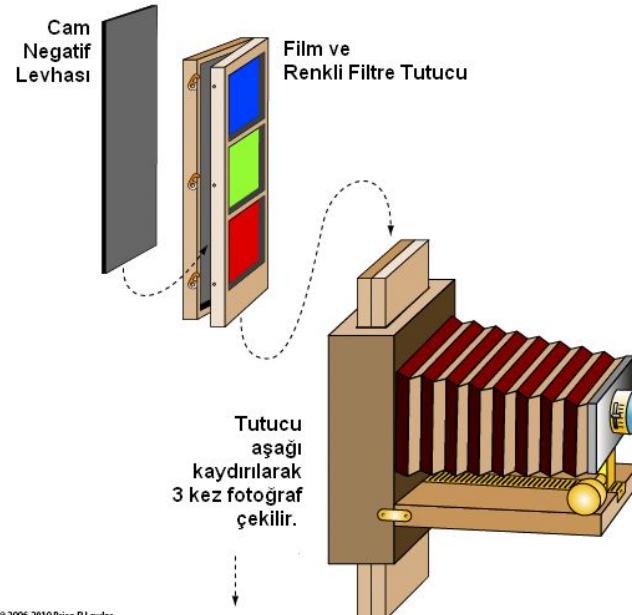
# Sergei Mikhailovich Prokudin-Gorskiy, (1863-1944)

- Kimyager ve fotoğrafçı.
- Çar II. Nikola tarafından verilen karanlık odalı bir otomobil ile, İmparatorluğun her yerine özel izinle ulaşarak Rusya İmparatorluğu'nu 1909'dan 1915'e kadar görüntüledi.
- Gorskiy Rusya'yı 1918 yılında terk etti.
- Paris'te 1944 yılında öldü.
- Rusya'nın devrim öncesine ait cam negatifler 1948 yılında ABD Kongre Kütüphanesi tarafından ailesinden satın alındı.

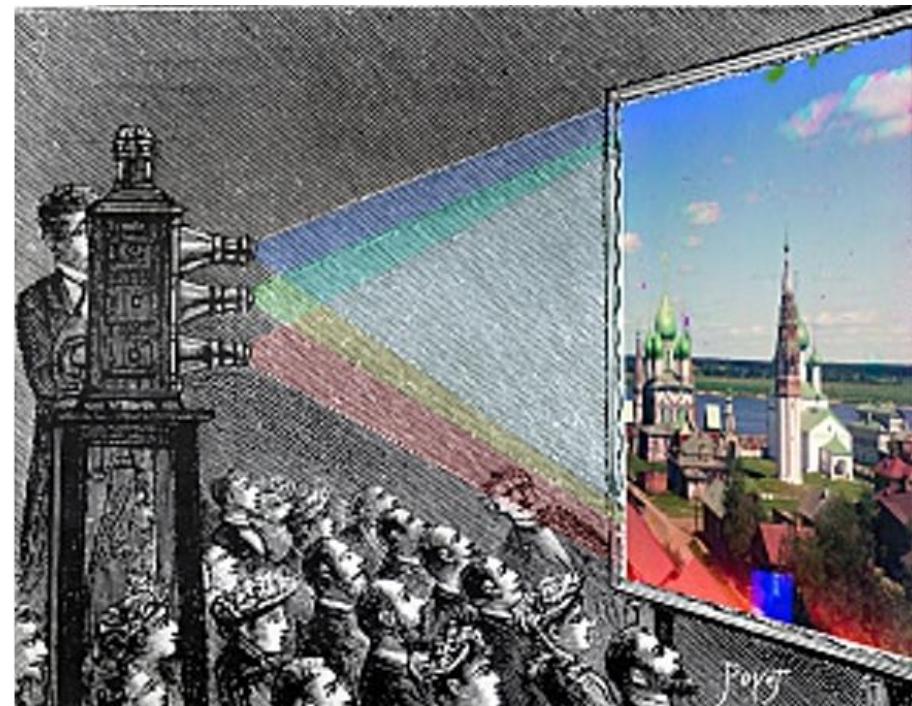


# Gorski'nin Fotoğraf Makinesi ve Projektörü

Sergey Prokudin-Gorskii'nin Fotoğraf Makinesi



© 2006-2010 Brian P Lawler



# Emir Bukharskii (Buhara Emiri), Gorski, 1910

**Mavi**, **Yeşil** ve **Kırmızı** filtre ile çekilmiş üç siyah beyaz fotoğraf.



Üç görseli zihinde birleştirmek beyin için zor bir görev. Halbuki göz bunu bizim için otomatik yapabilir.

# Buhara Emiri, 1910

- **Mavi**
- **Yeşil**
- **Kırmızı**

Üç görüntü  
photoshop  
aracılığı ile  
birleştirikten sonra  
daha kolay  
algılanıyor.



# Gunnar Svaetichin (1915–1981)

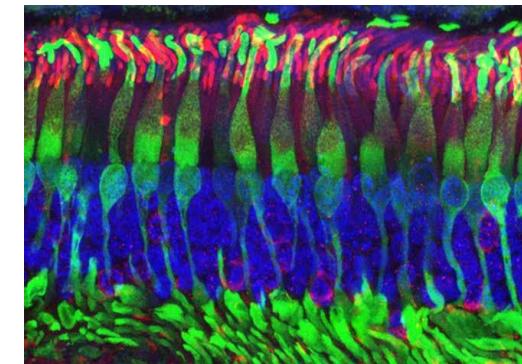
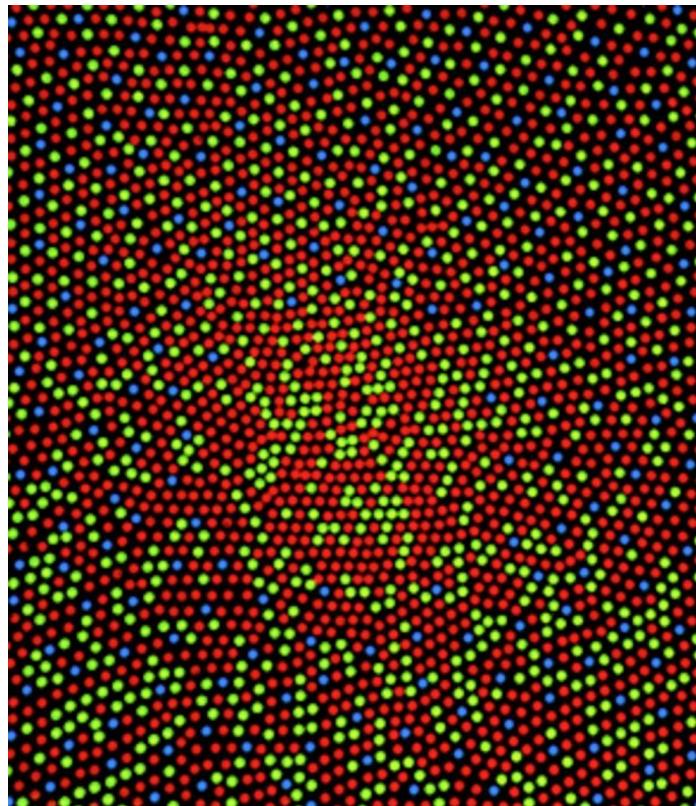
Trikromatik teori için fizyolojik kanıtlar Svaetichin tarafından sağlandı.

1956'da balık retinasının dış katmanlarını inceleyerek, elektroretinogramların üç farklı dalga boyu grubuna karşı duyarlılık gösterdiğini kanıtladı.

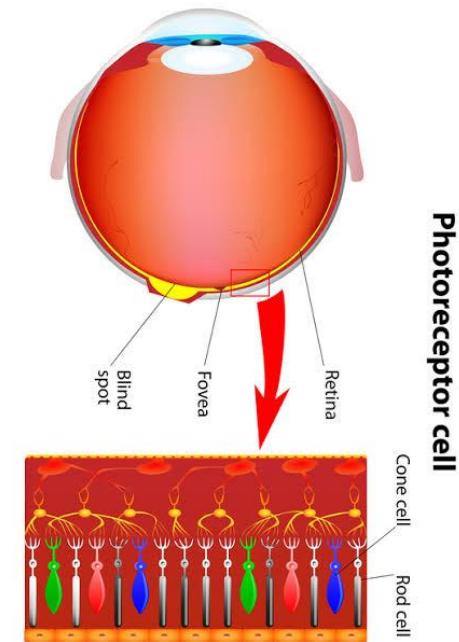
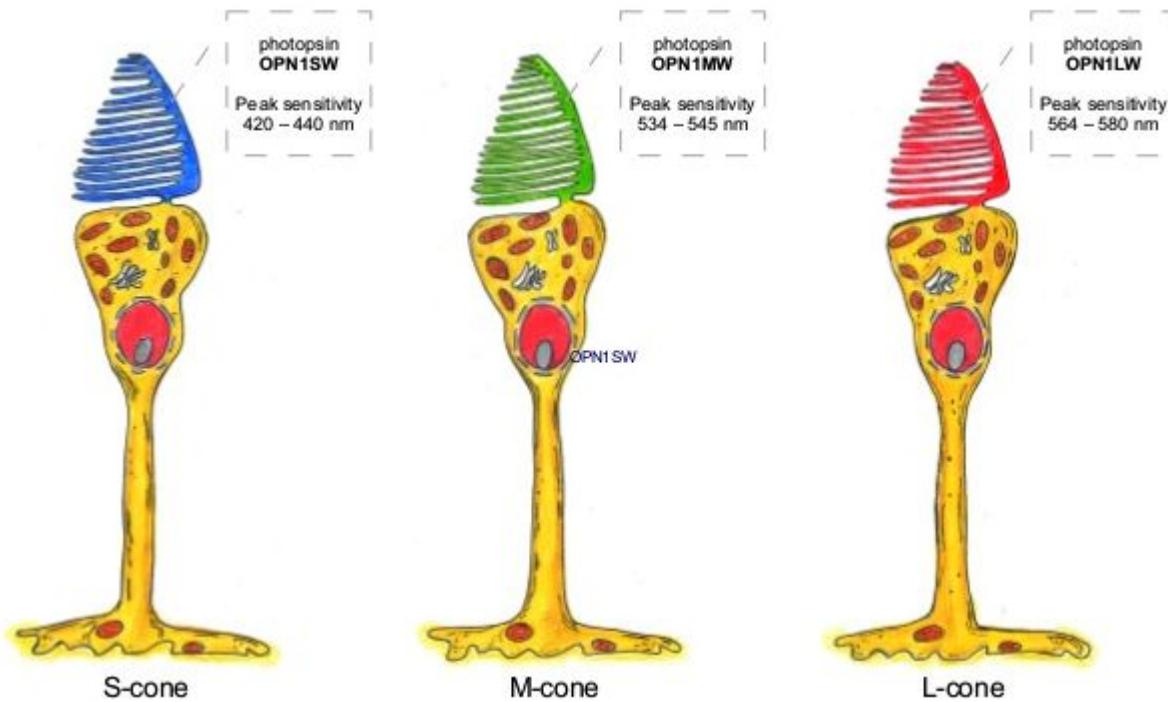
Üç farklı dalga boyu aralığına duyarlı hücrelerin varlığı, Svaetichin tarafından gösterilmiştir.



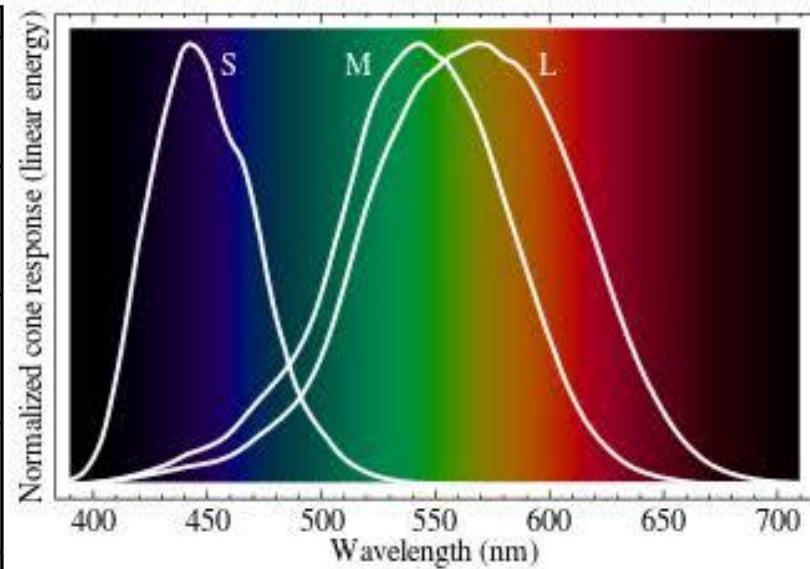
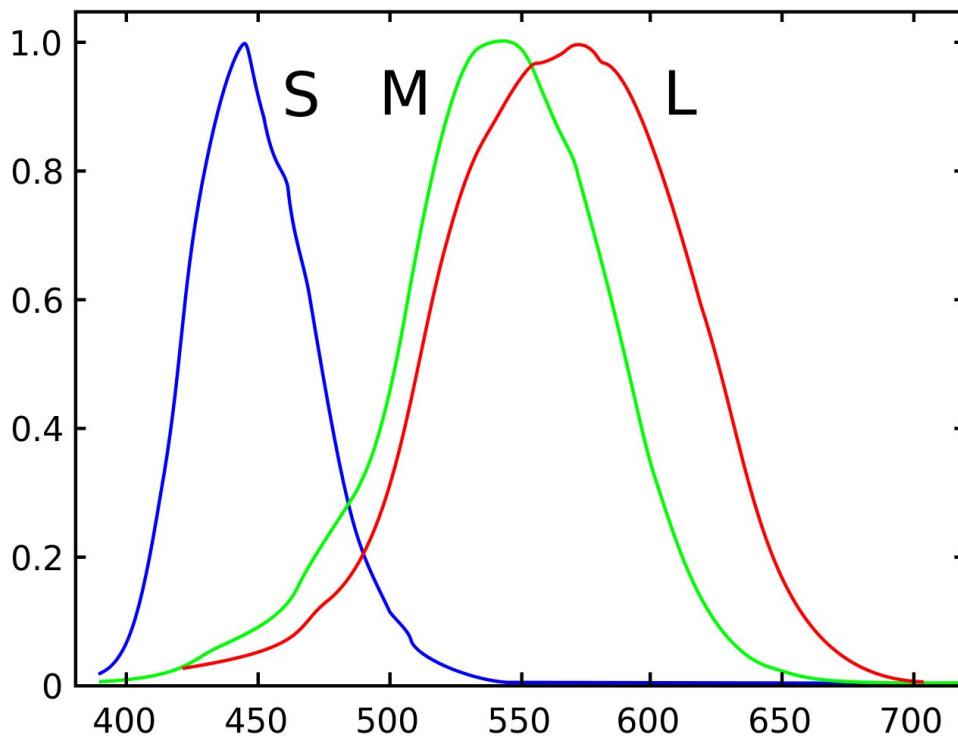
# Retinadaki koniler



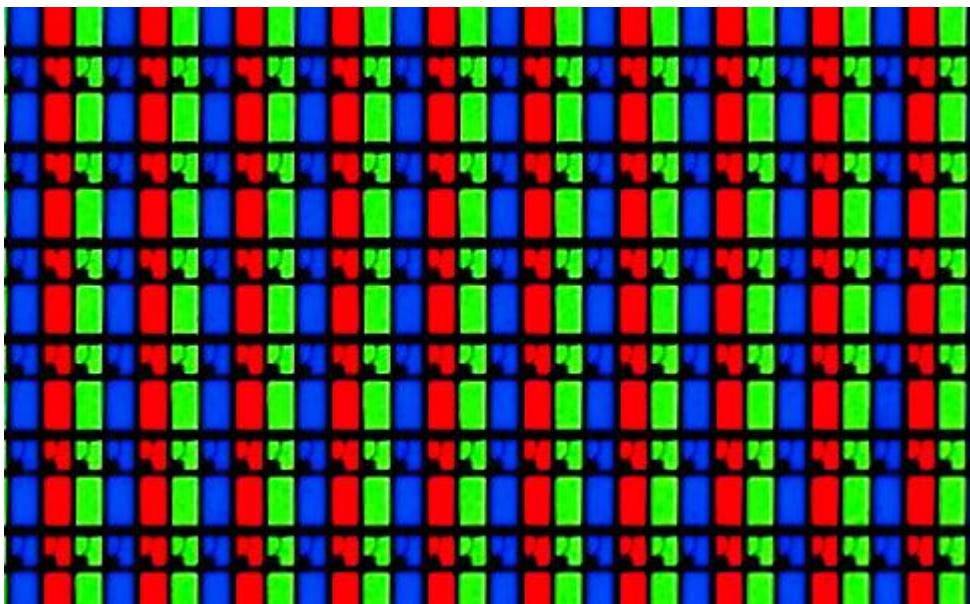
# Göz dibi Renk Reseptörleri KYM Koniler



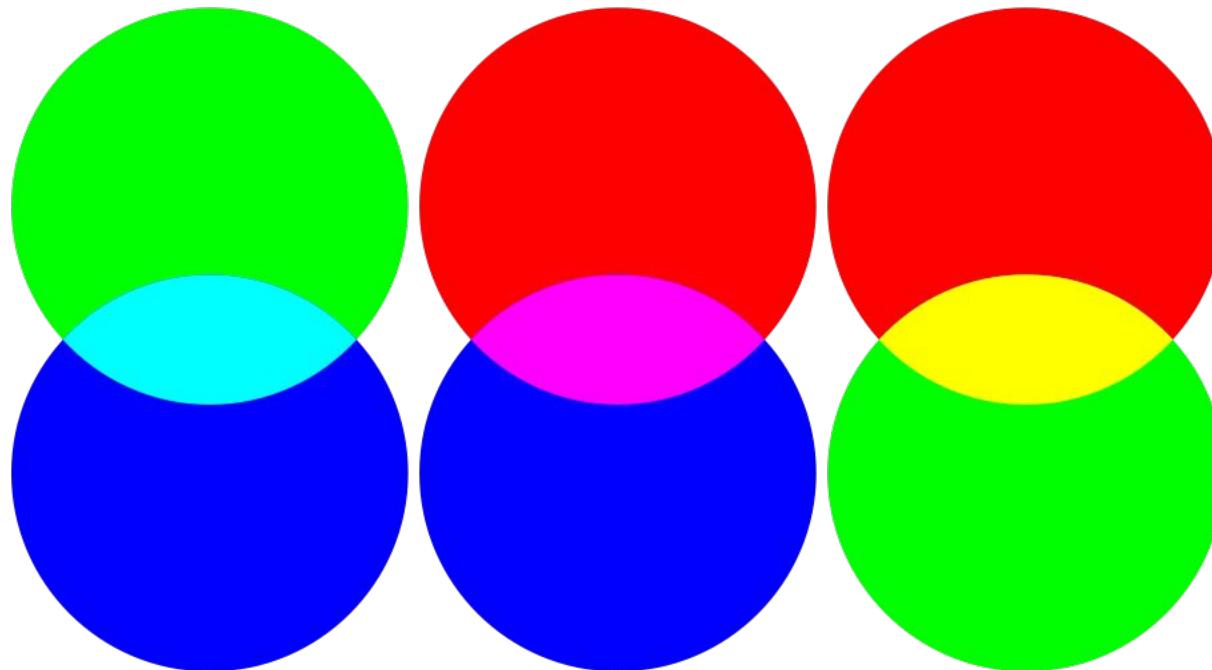
# LMS: (Long, Medium, Short)



# Ekrandaki KYM Pikseller



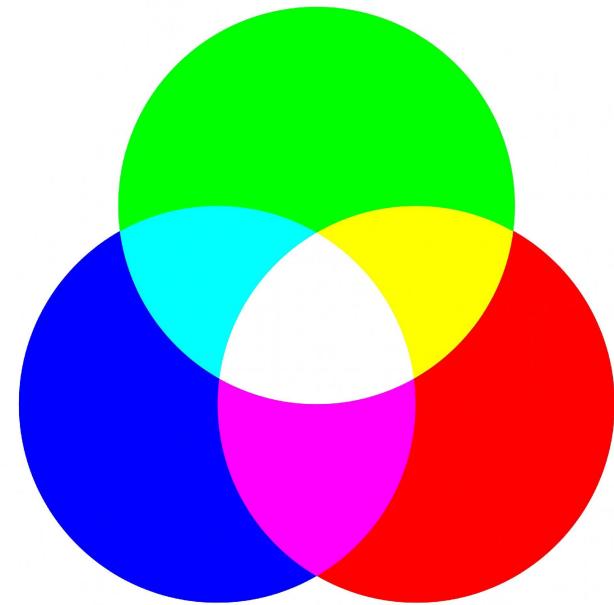
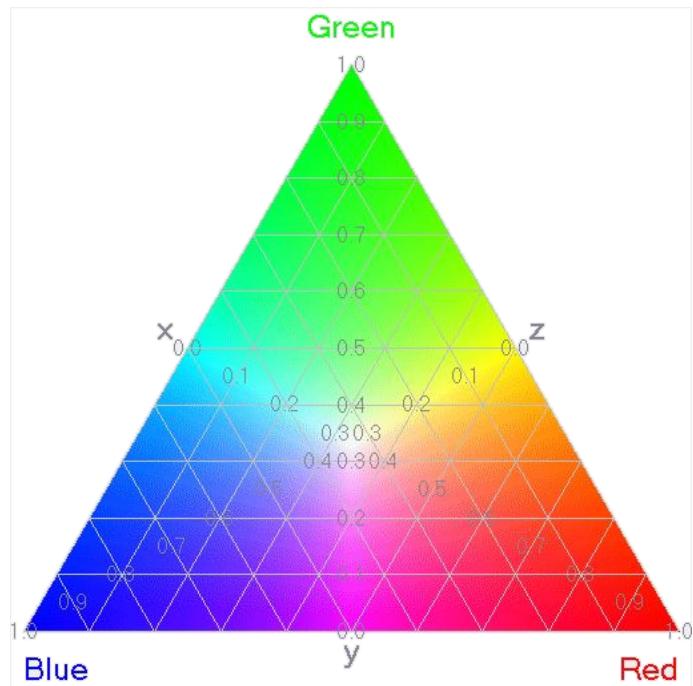
**Y + M = Turkuaz, K + M = Mor, K + Y = Sarı**



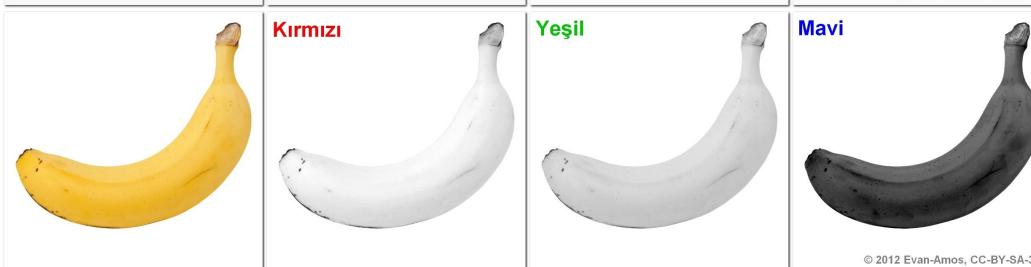
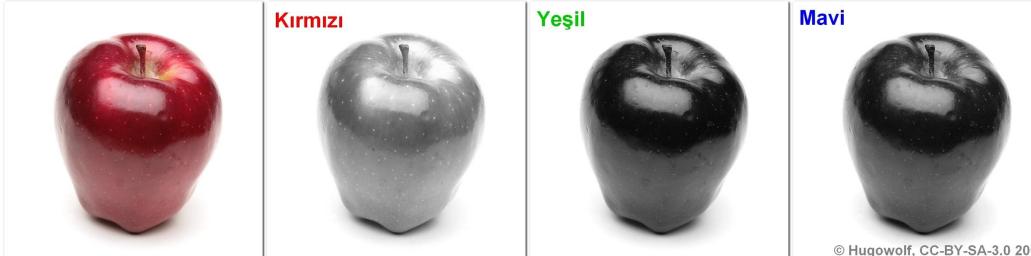
**Eklemeli renk  
kombinasyonu  
ışık için  
geçerlidir.**

**Boyalar için  
çıkarmalı  
kombinasyonlar  
geçerlidir.**

# Maxwell Üçgeni

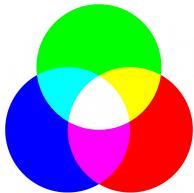


# Kırmızı, Yeşil, Mavi



# Renkli MR

Trikromatik Renkli MR,  
üç siyah beyaz görüntüyü  
tek renkli görüntüde  
birleştirerek oluşuyor.

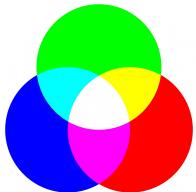


# Renkli MR

**T1 > Kırmızı**

**T2 > Yeşil**

**Yağ Baskılı T2 > Mavi**



# T1 Ağırlıklı Görüntü

**T1 Ağırlıklı görüntüde:**

Yağlar açık renk

**Sular koyu renk**

izlenmektedir.



# T2 Ağırlıklı Görüntü

**T2 Ağırlıklı görüntüde:**

Yağlar açık renk

Sular açık renk

izlenmektedir.



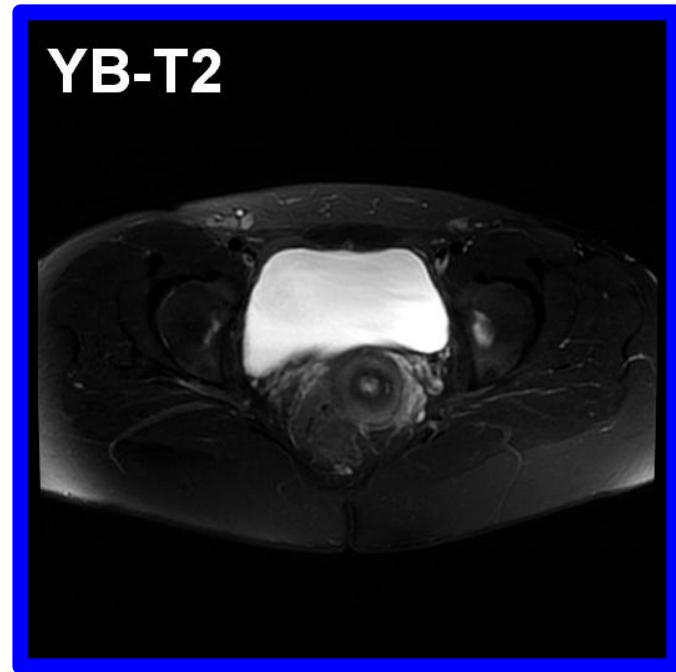
# Yağ baskılı T2 - STIR

Yağ baskılı T2 görüntüde:

Yağlar koyu renk

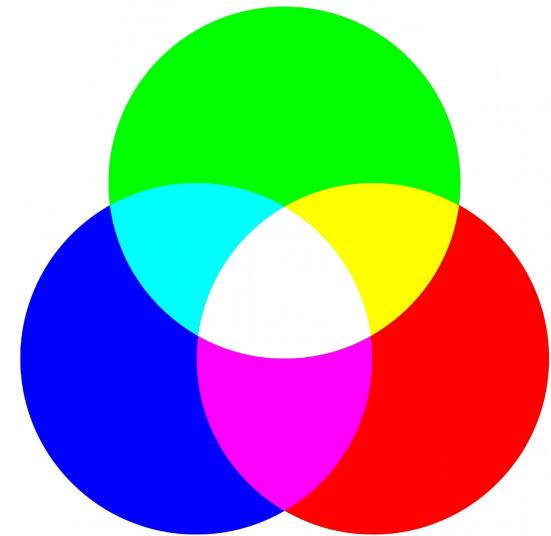
Sular açık renk

izlenmektedir.



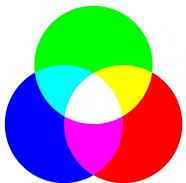
# Renkli MR

	Sular	Yağlar
T1 Ağırlıklı	<b>Koyu</b>	Açık
T2 Ağırlıklı	Açık	Açık
Yağ baskılı T2	Açık	<b>Koyu</b>
Sonuç:	<b>Turkuaz</b>	<b>Sarı</b>



# Renkli MR

	<b>Myoglobin</b>	<b>Deoksihemoglobin</b>	<b>Oksihemoglobin</b>
<b>T1 Ağırlıklı</b>	Gri	Açık	Açık
<b>T2 Ağırlıklı</b>	Koyu	Koyu	Açık
<b>Yağ Baskılı T2</b>	Koyu	Koyu	Açık
<b>Sonuç:</b>	Koyu Kırmızı	Kırmızı	Grimsi



# **Renkli MR İddiası (Hipotez):**

**T1, T2 ve YB-T2**

**Üç görüntünün içerdiği bilgiyi**

**Tek görüntüde sunar.**

**Renk, Algı ve iletişimini kolaylaştırır.**

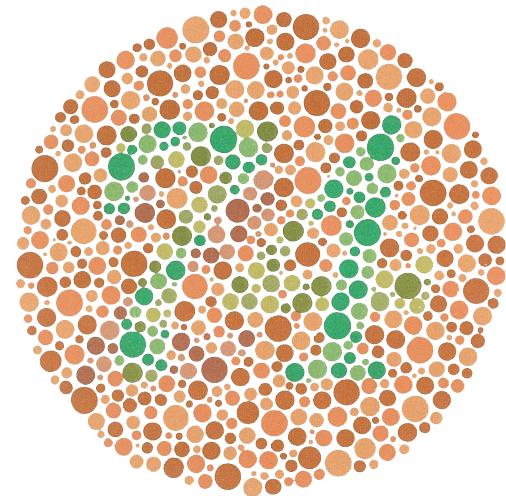
**Süreçleri Hızlandırır.**

Renkli MR'ın İddia etmediği:

**Difüzyon ve Kontrastlı inceleme gibi,  
T1,T2,YB-T2 dışındaki sekansların  
bilgilerini içerdığını iddia etmez.**

# Renkli MR'ın dezavantajı ne olabilir

**Renk körlüğü** bulunan hekimler  
açısından bir sıkıntı olasılığı olsa bile  
onlar hala siyah beyaz görüntülere  
bakma şansına sahiptirler.



Ekran ve projeksiyon testin  
sonucunu etkileyebilir.

# Osirix Color MRI Plugin



<https://support.apple.com/downloads>

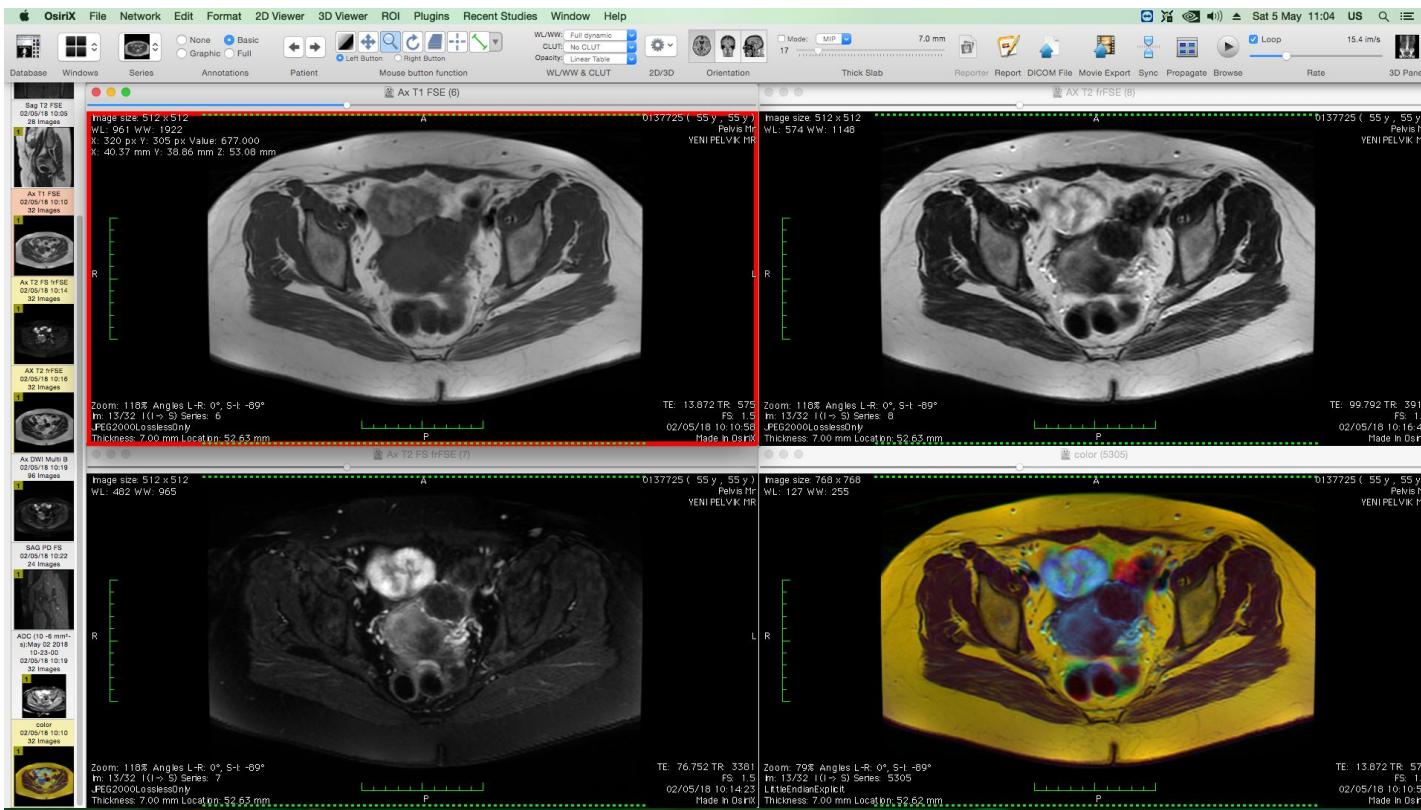
<https://www.osirix-viewer.com/>  
<https://horosproject.org/>

<http://bit.ly/OsirixColorMRI>

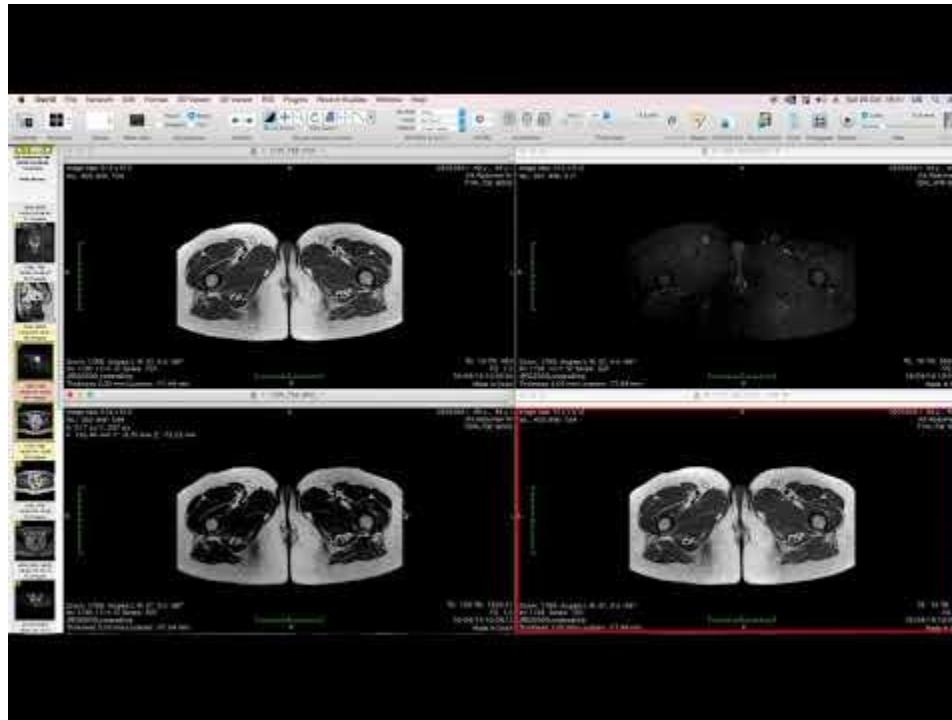
# Osirix Color MRI Plugin

Yeni MR cihazı almayı gerektirmez  
Birleştirme işlemini iş istasyonu içinde,  
yazılımsal olarak yapmaktadır.

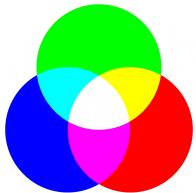
# Osirix iş istasyonu ekranı



# Osirix Color MRI Ekranı



# Örnek Renkli MR Görüntüleri



# Lomber 1



# Lomber 1



# Lomber 2

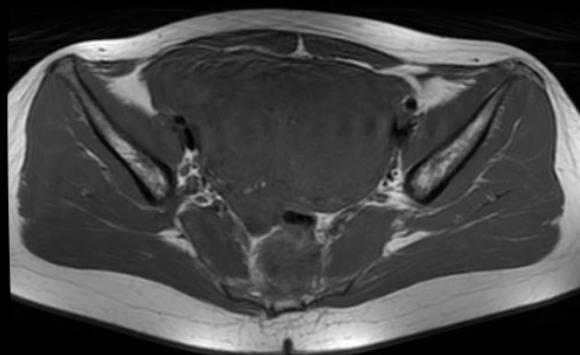


# Lomber 2

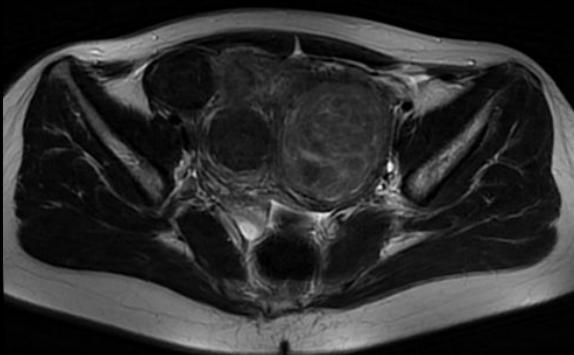


# Uterin myomlar

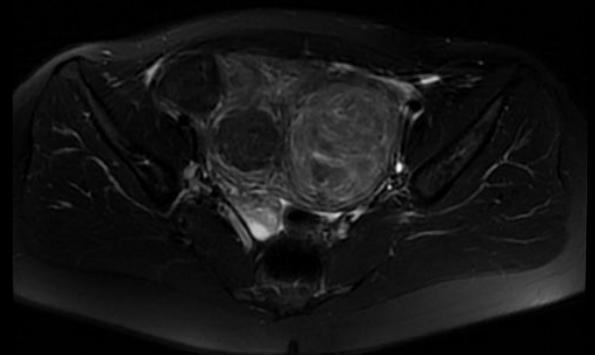
T1



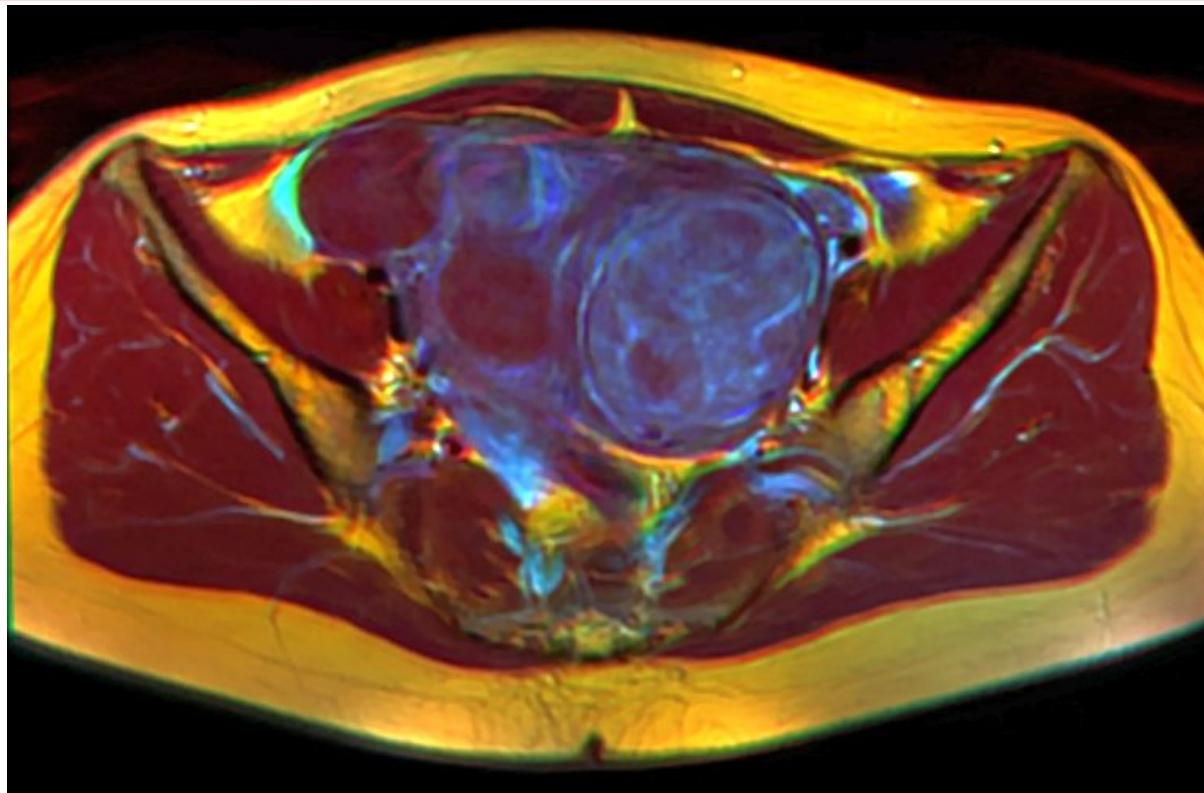
T2



YB



# Uterin myomlar



# Endometrioma

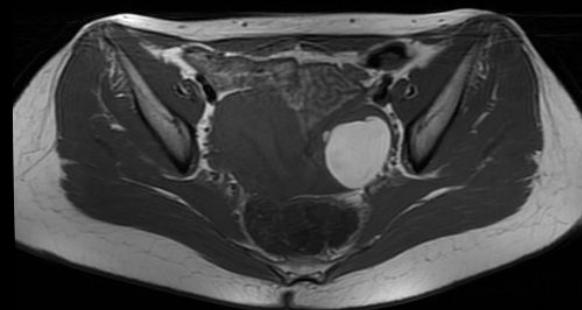


# Endometrioma

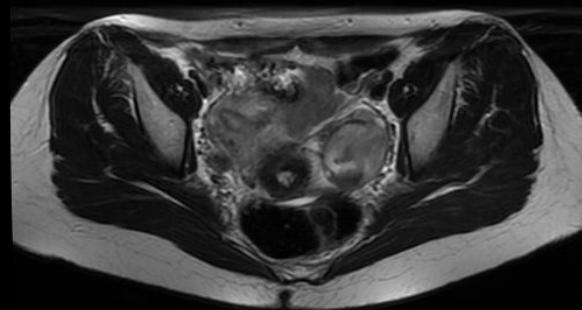


# Endometrioma 2

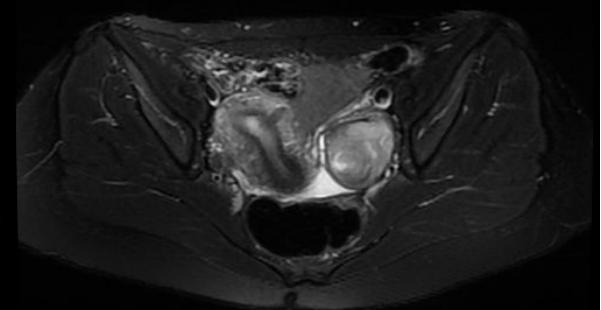
T1



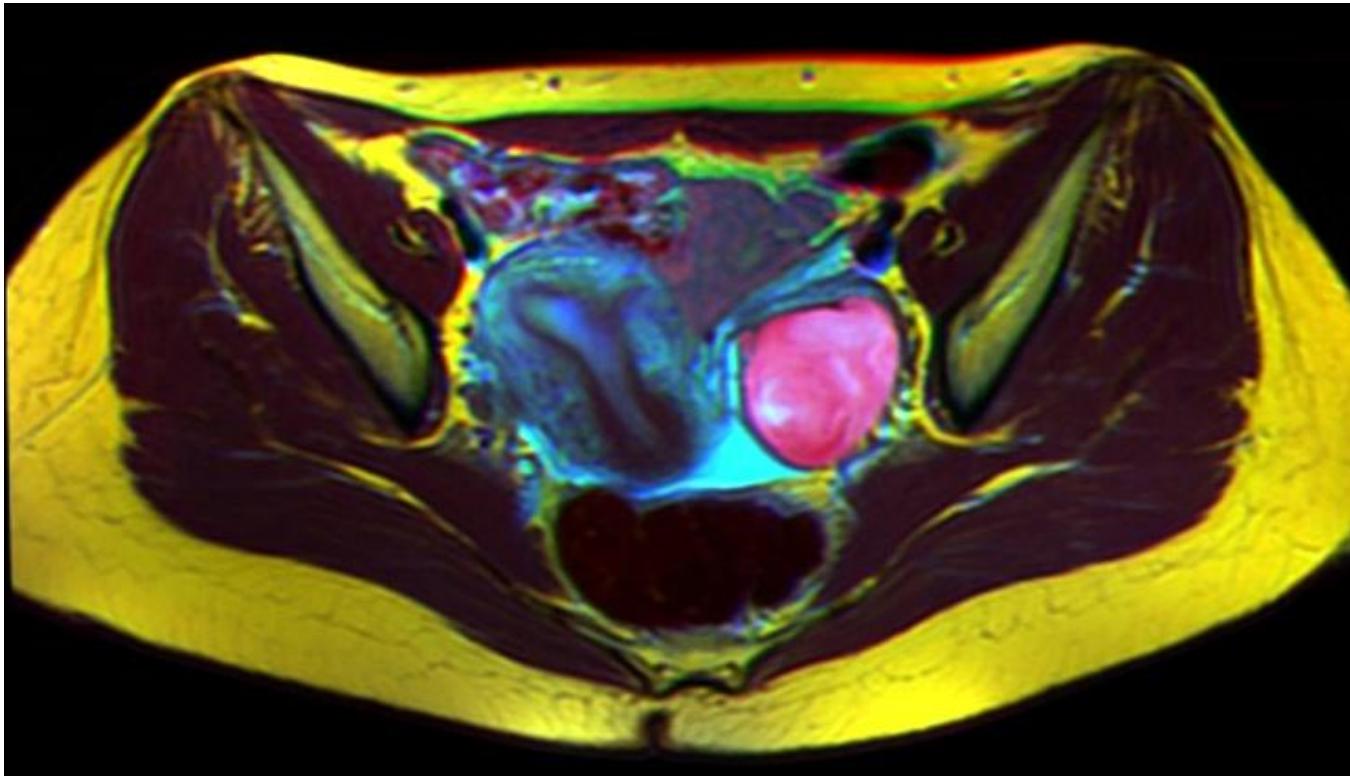
T2



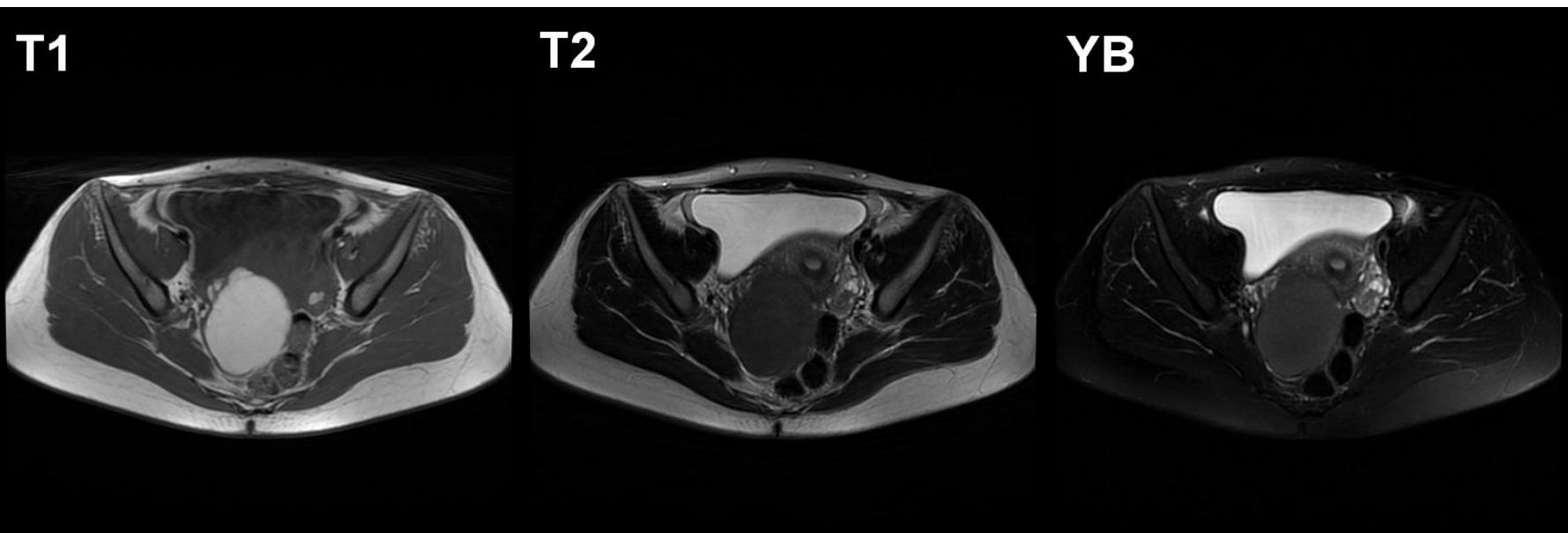
YB



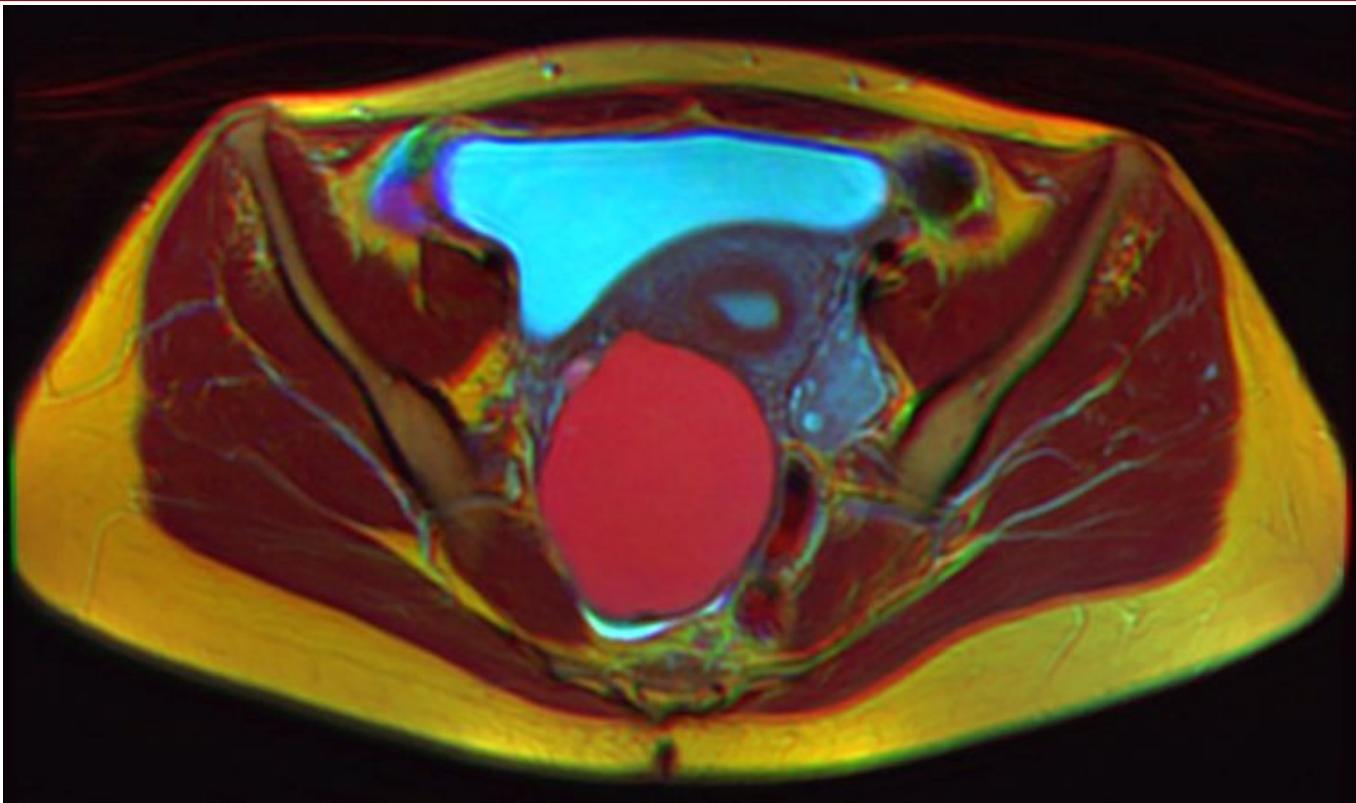
# Endometrioma 2



# Endometrioma 3

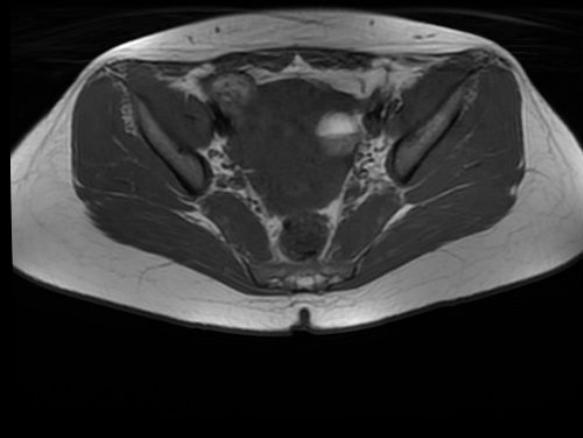


# Endometrioma 3

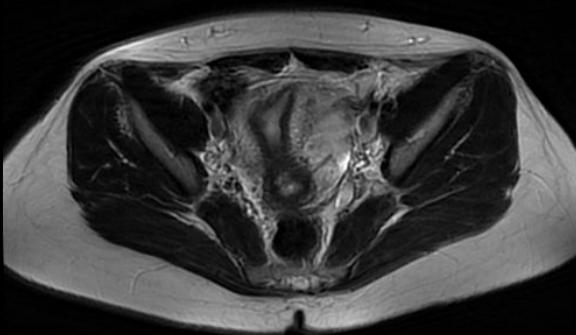


# Dermoid 1

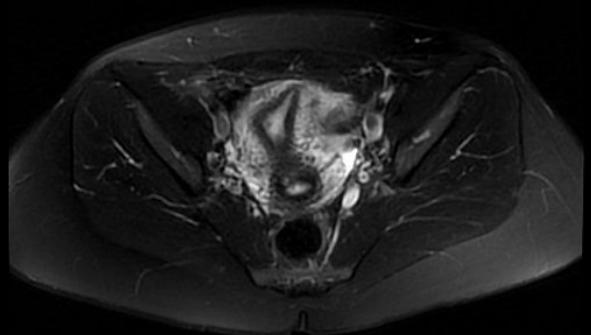
T1



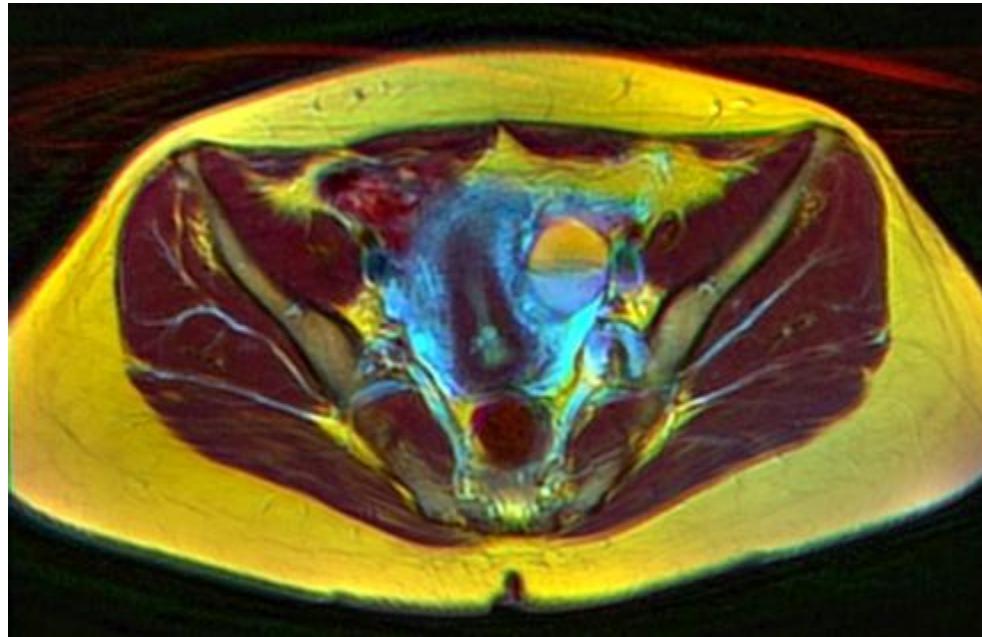
T2



YB



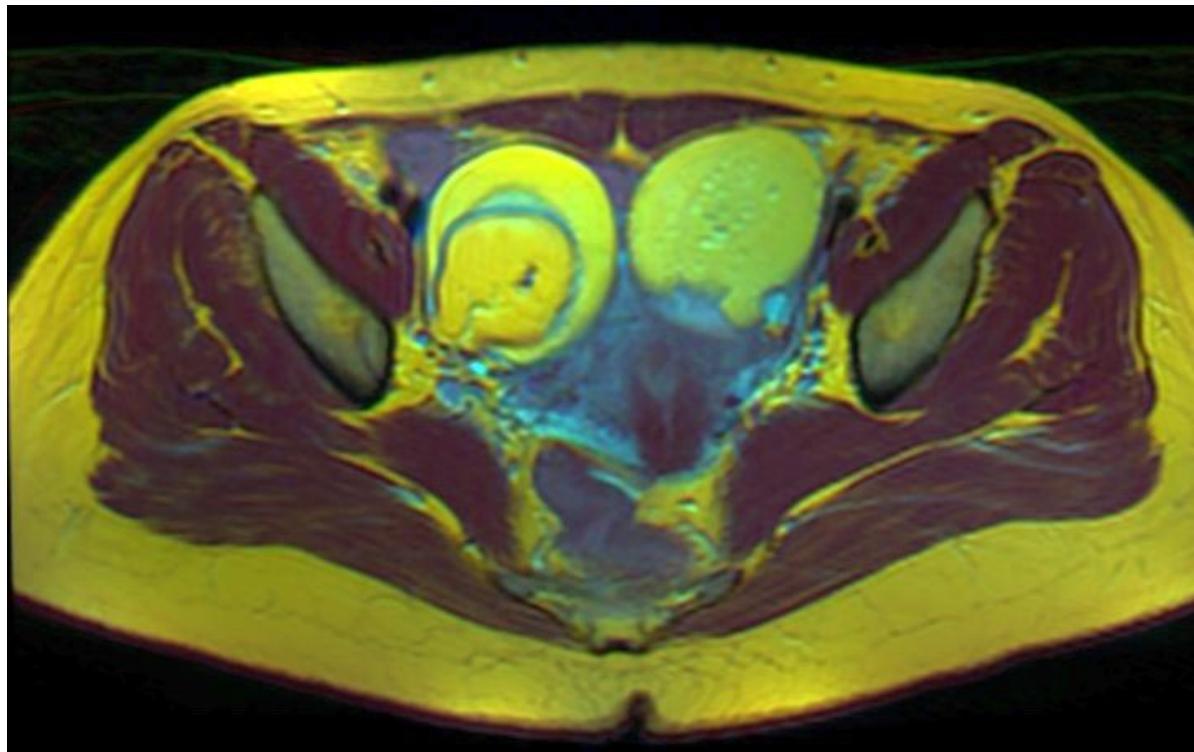
# Dermoid 1



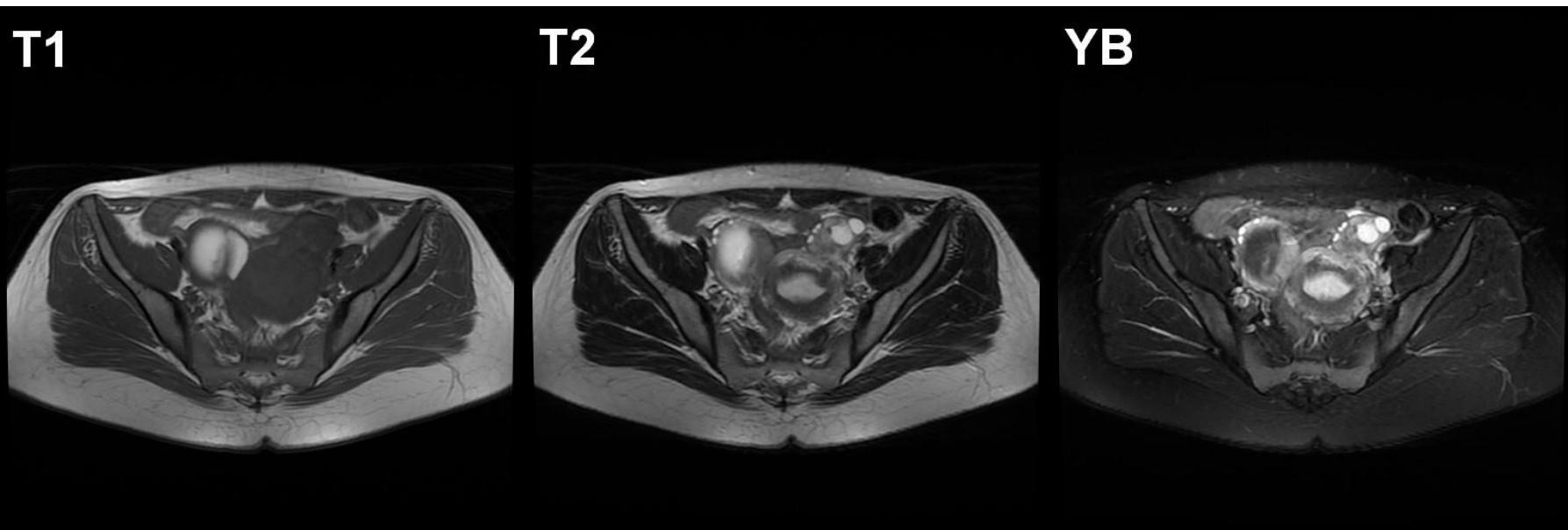
# Dermoid 2a



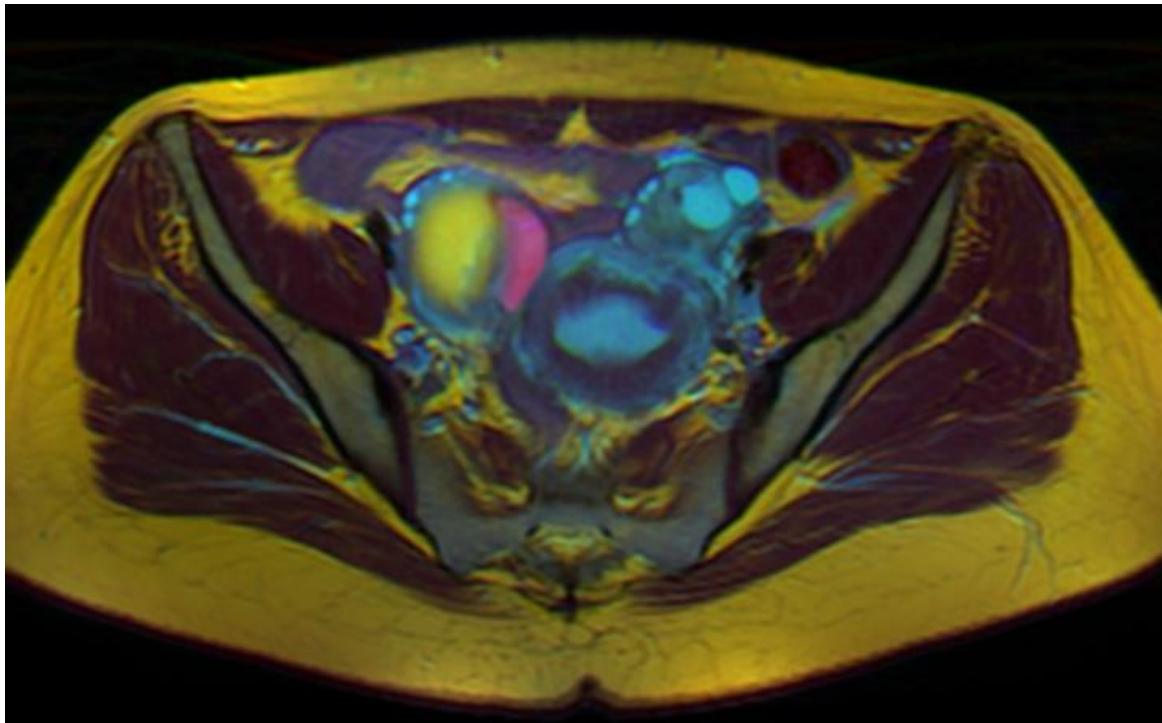
# Dermoid 2a



# Dermoid 2b



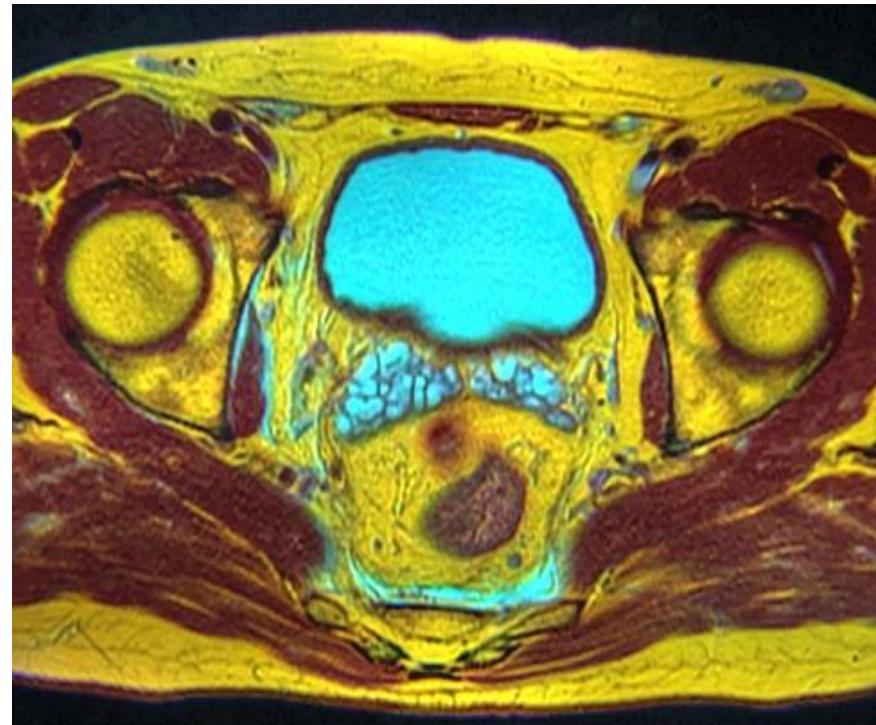
# Dermoid 2b



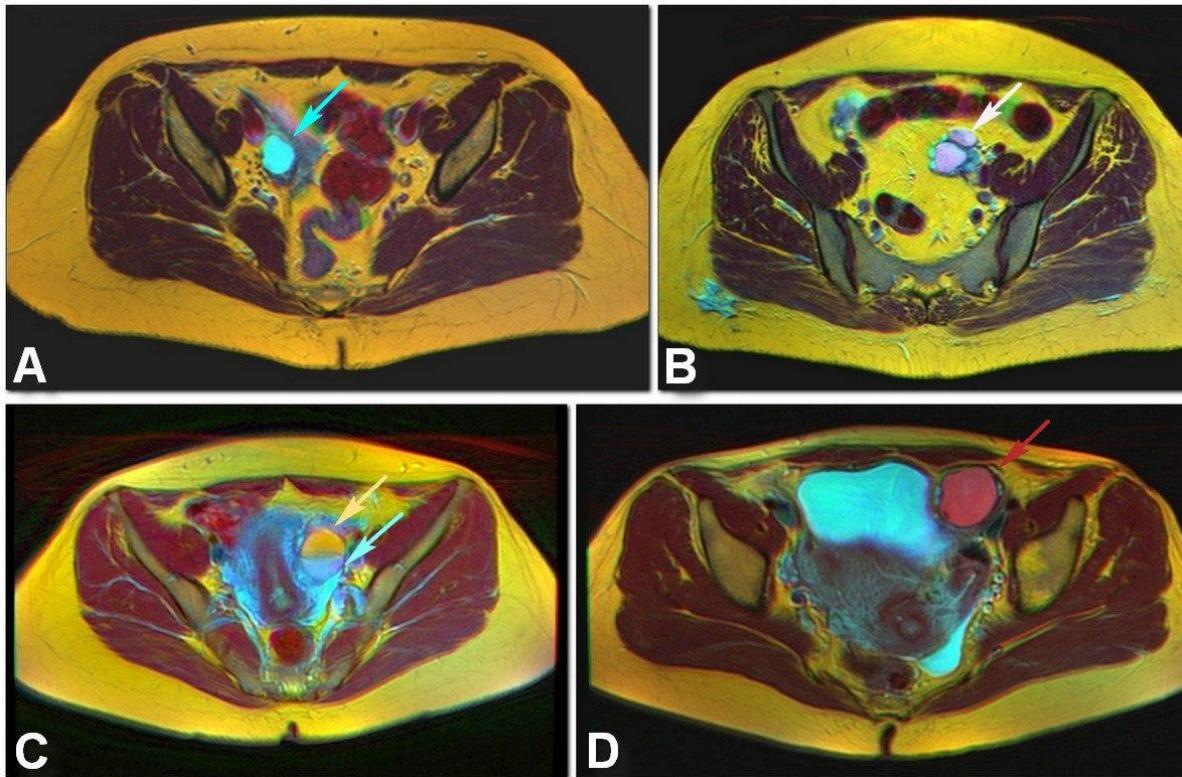
# Seminal veziküller



# Seminal veziküller

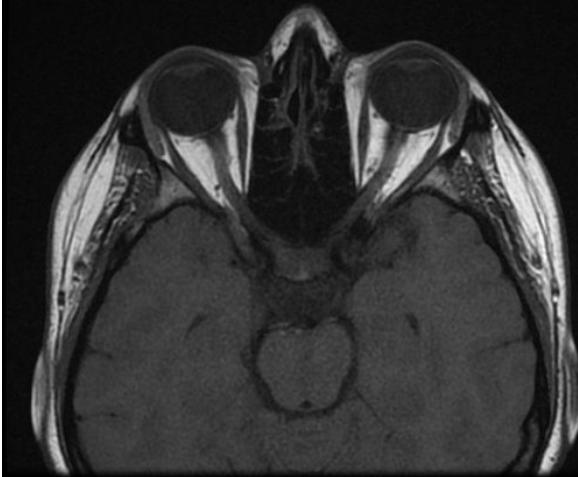


# Ayırıcı tanı



# Orbita

T1



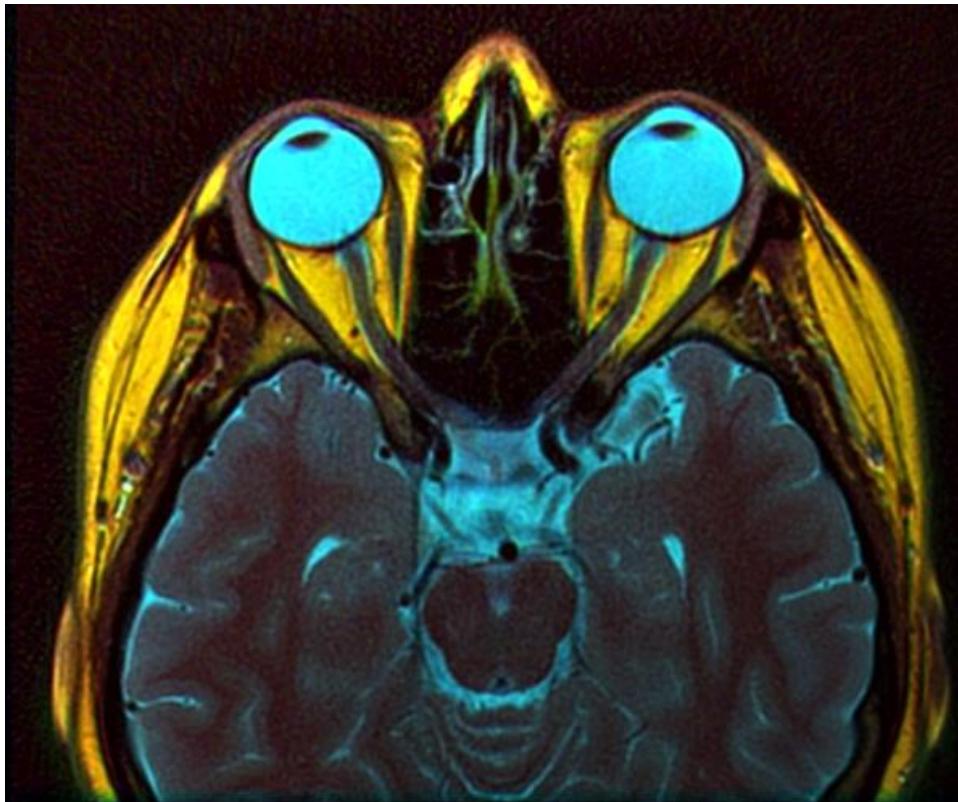
T2



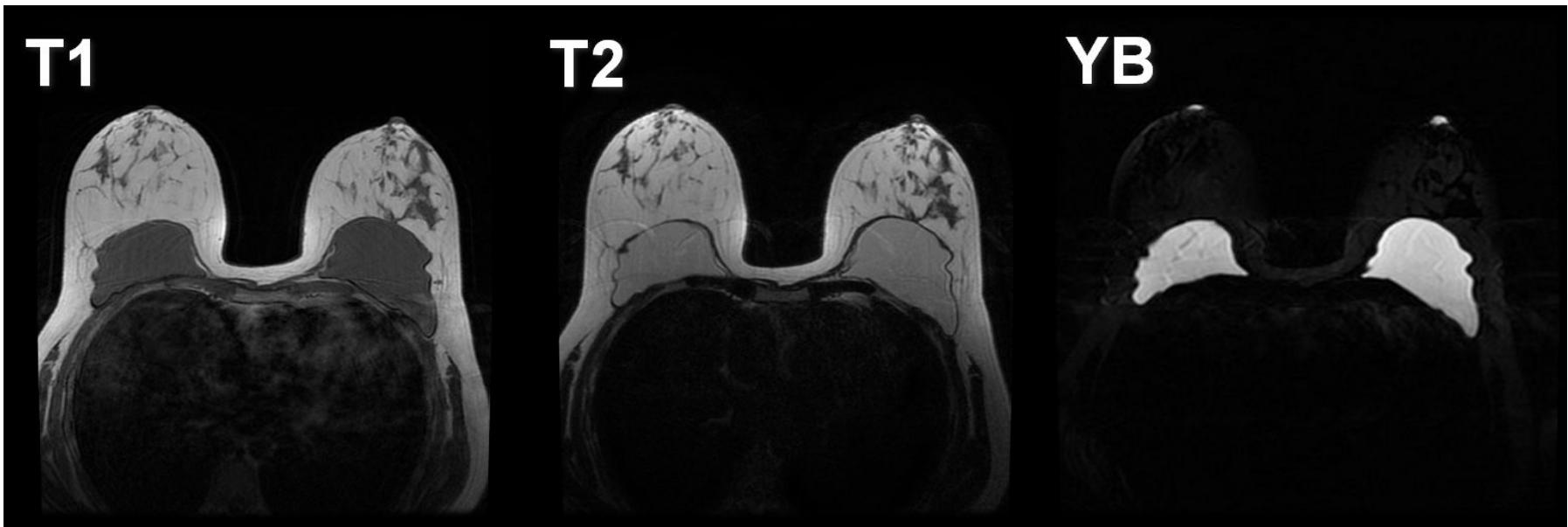
YB



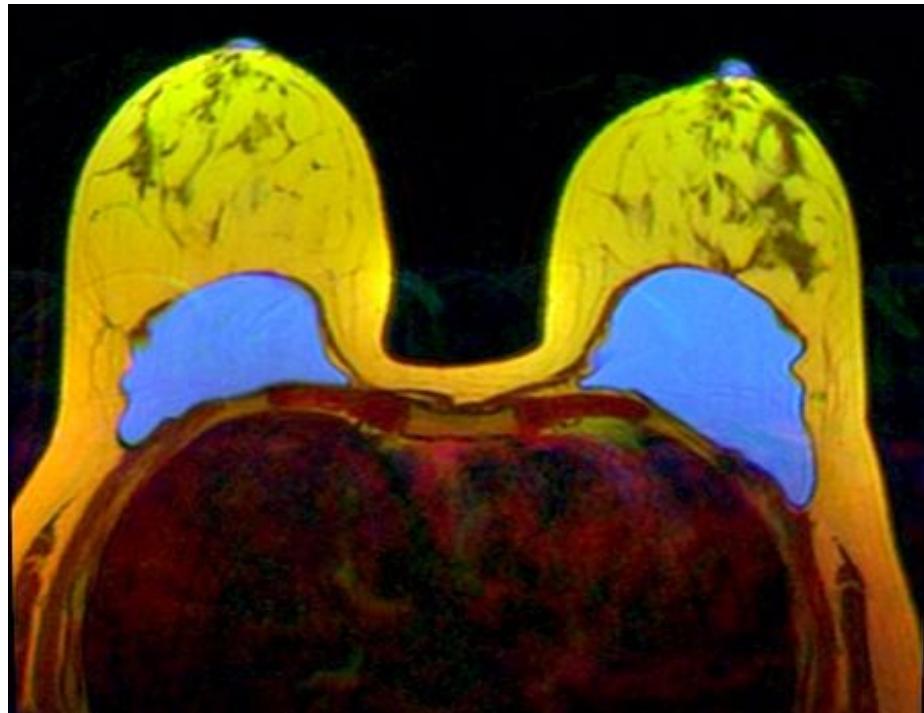
# Orbita



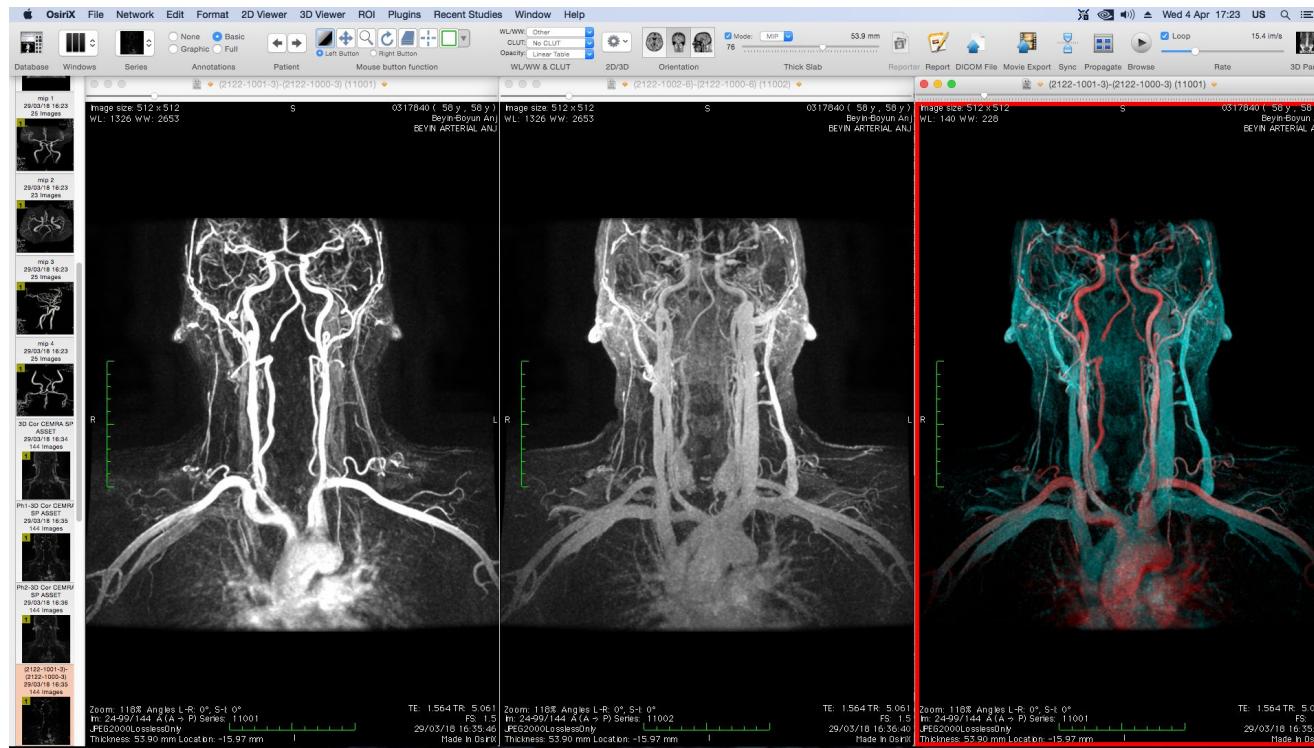
# Memede implant



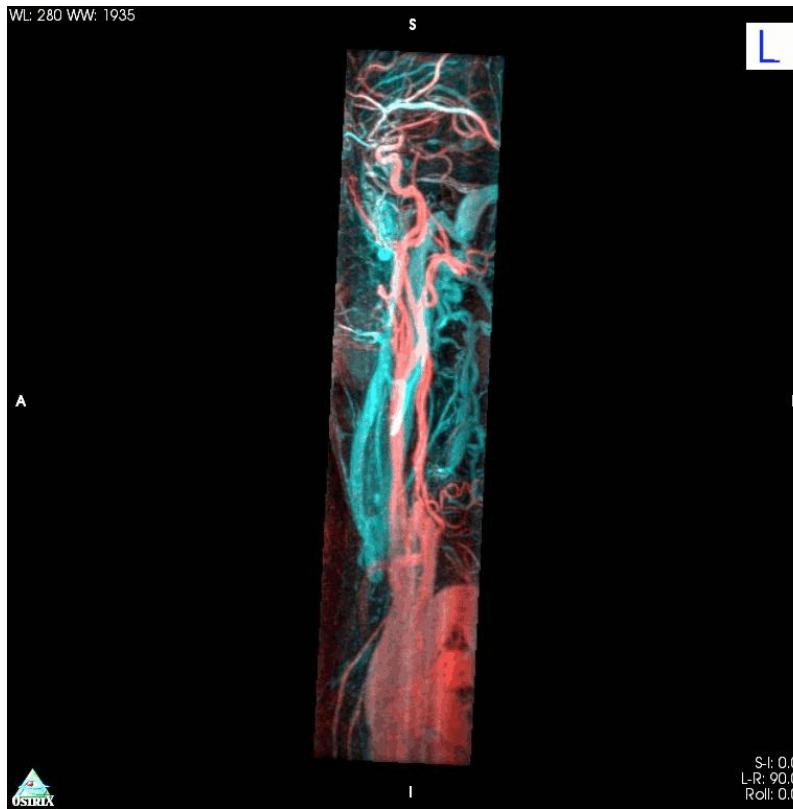
# Memede implant



# Renkli MRA



# Renkli MRA



# Yavaş yavaş duyuluyor... Nasıl hızlandırabiliriz?

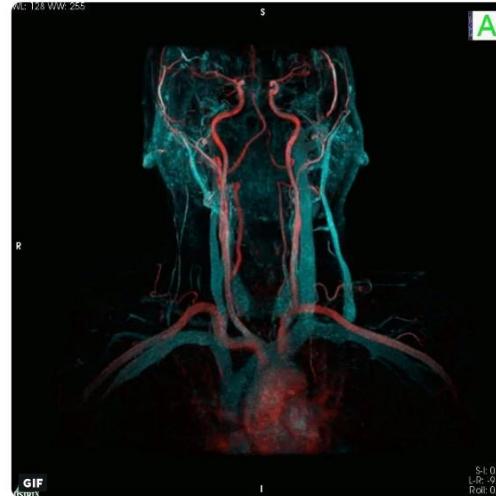


Takip et

How to create Color MRA series with #Osirix  
#ColorMRI plugin (download pdf)  
#Angiography #MIP [github.com/dreampowder/Os](https://github.com/dreampowder/Os) ...

[Tweeti Çevir](#)

WL: 128 WW: 255



19:23 - 8 Nis 2018

9 Retweet 19 Beğeni



# Renkli MRA, Splenik arter anevrizması



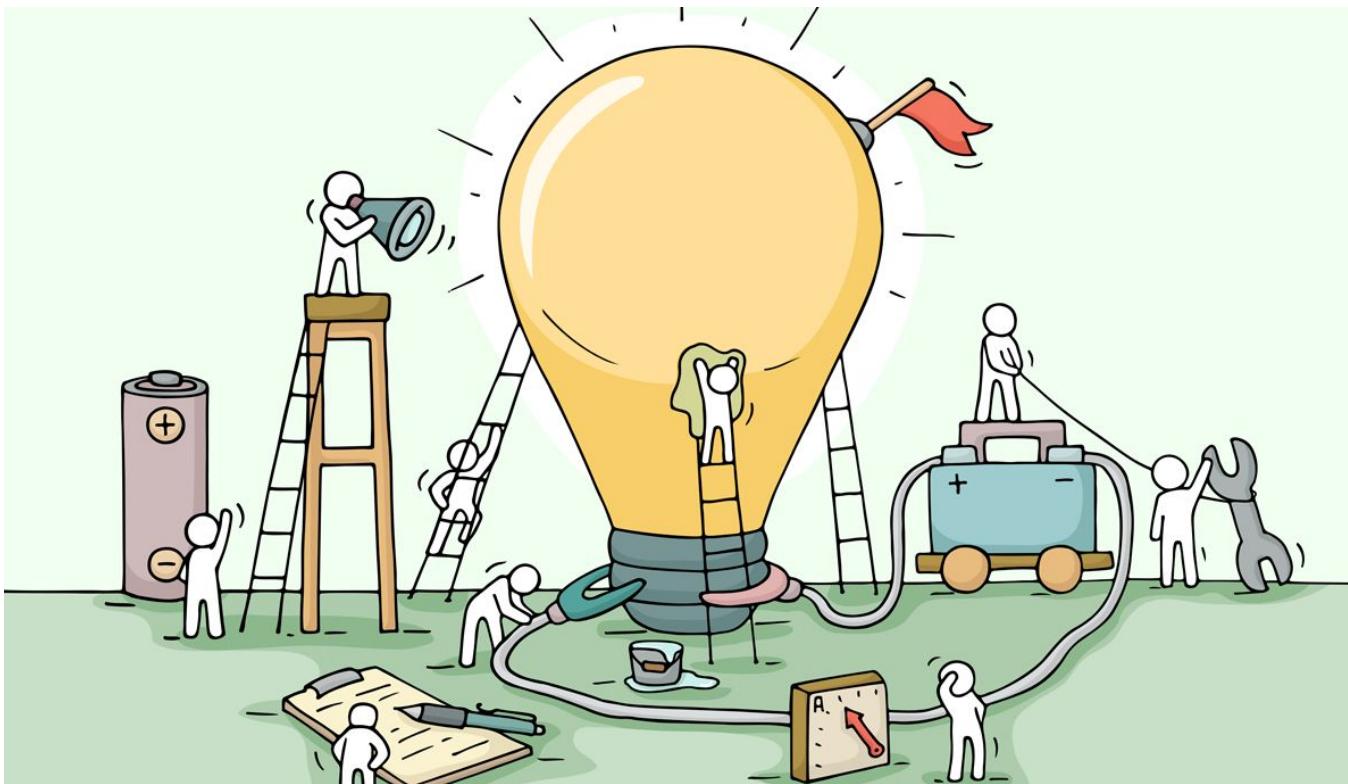
# MR da gelişmelerin dönüm noktaları

Elektrik ile manyetizma arasındaki ilişkiyi kanıtladı	Ørsted (1820)
Elektrik ve manyetizma arasındaki temel denklemeler	Maxwell (1873)
Atom ve moleküllerin fiziği ve istatistiksel mekaniği	Maxwell (1860), Boltzmann (1872), Gibbs (1878)
Radyo dalgaları	Hertz (1887)
Süperiletkenlik	Kamerlingh Onnes (1911)
Rutherford Atom Modeli ya da Çekirdekli Atom Modeli	Rutherford (1911)
Kuantum kuramı	Bohr, Schrödinger ve diğerleri (1913–1926)
Pauli paramanyetizma	Pauli (1924)
Elektron spin hareketi	Uhlenbeck ve Goudsmit (1926)
Paramanyetik relaksasyon	Gorter (1936)
Nükleer manyetik rezonans deneysel gözleme	Rabi (1939)
Kati ve sıvılarda Nükleer manyetik rezonansın deneysel gözlenmesi	Bloch ve Purcell (bağımsız olarak, 1946)
Nükleer spin relaksasyon teorisi - T1 ve T2 'nin tanıtımı	Bloch (1946)
Nükleer manyetik rezonans da gevşeme mekanizmaları	Bloembergen, Pound ve Purcell (1948)
Spin echo	Hahn (1950)
High-field süper iletkenler. (High field-to-current ratio, Tesla/Amper)	Matthias, Kunzler ve diğerleri (1960)
Nükleer manyetik rezonansın Fourier dönüşümü	Ernst ve Anderson (1966)
X-ışınılı bilgisayarlı tomografi	Oldendorf (1961), Hounsfield (1973)
Tıbbi teşhis için tüm vücut NMR	Jackson (1968), Damadian (1972), Abe (1973)
Gradyan alanlarını kullanan manyetik rezonans görüntüleme (MRI)	Lauterbur (1973)
Seçici dilim uyarma	Mansfield (1974), Hoult (1977)
Gradyan alanlarını kullanan insan MRG	Aberdeen, Nottingham, EMI (1976–1979)
Alan'a odaklanan tüm vücut MRG	Damadian (1978)
Süper iletken tüm vücut mıknatıslarını kullanan yüksek alan (1,5 T) insan MRG	General Electric, Oxford Instruments (1981)
Multi Echo, multislice, spin eko, gradyan eko, spektroskopi, yüzey bobini ve diğer teknikler...	Birçok katılımcı (1980 – günümüz)

## Renkli MR

Sonra mı?  
Şimdi mi?

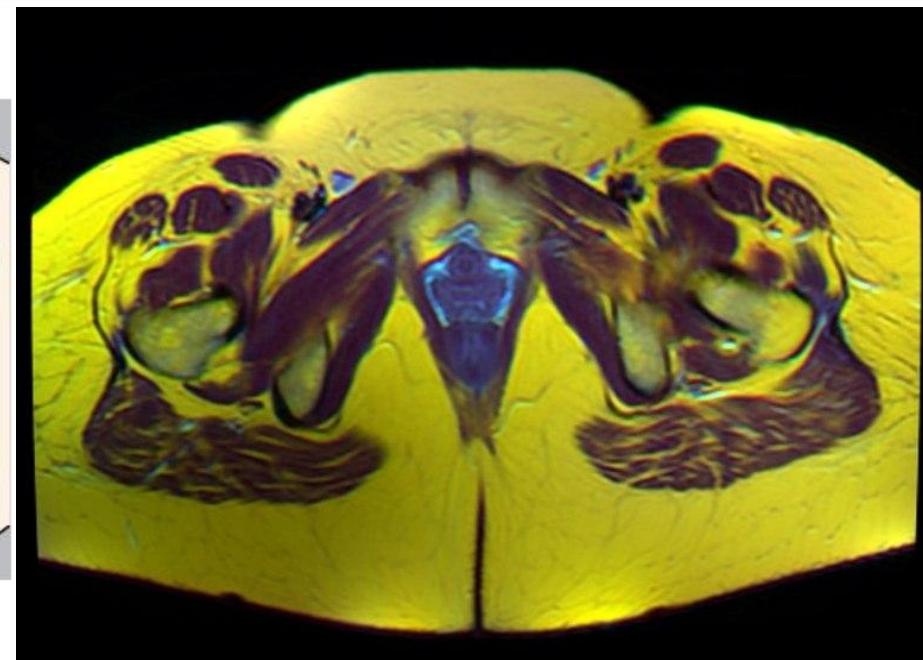
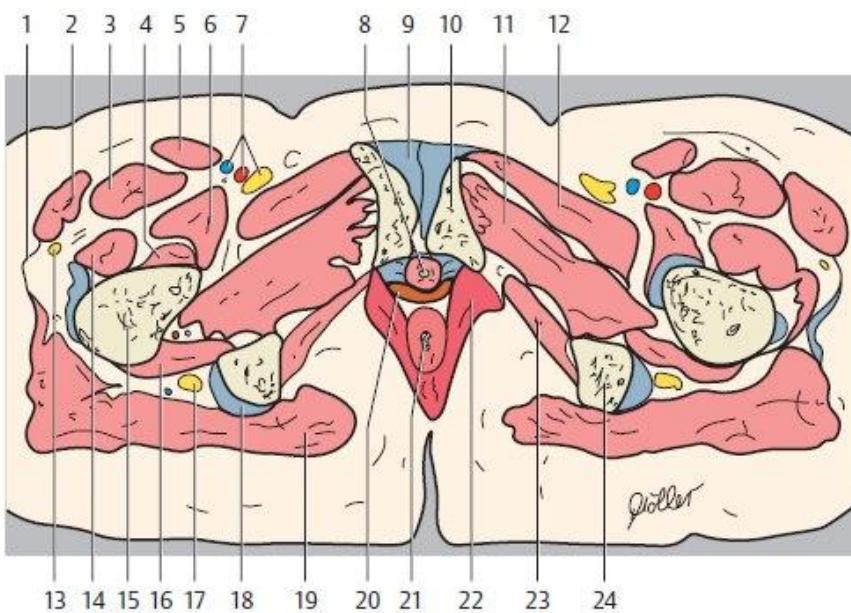
# Aşılması gereken ne gibi engeller var?



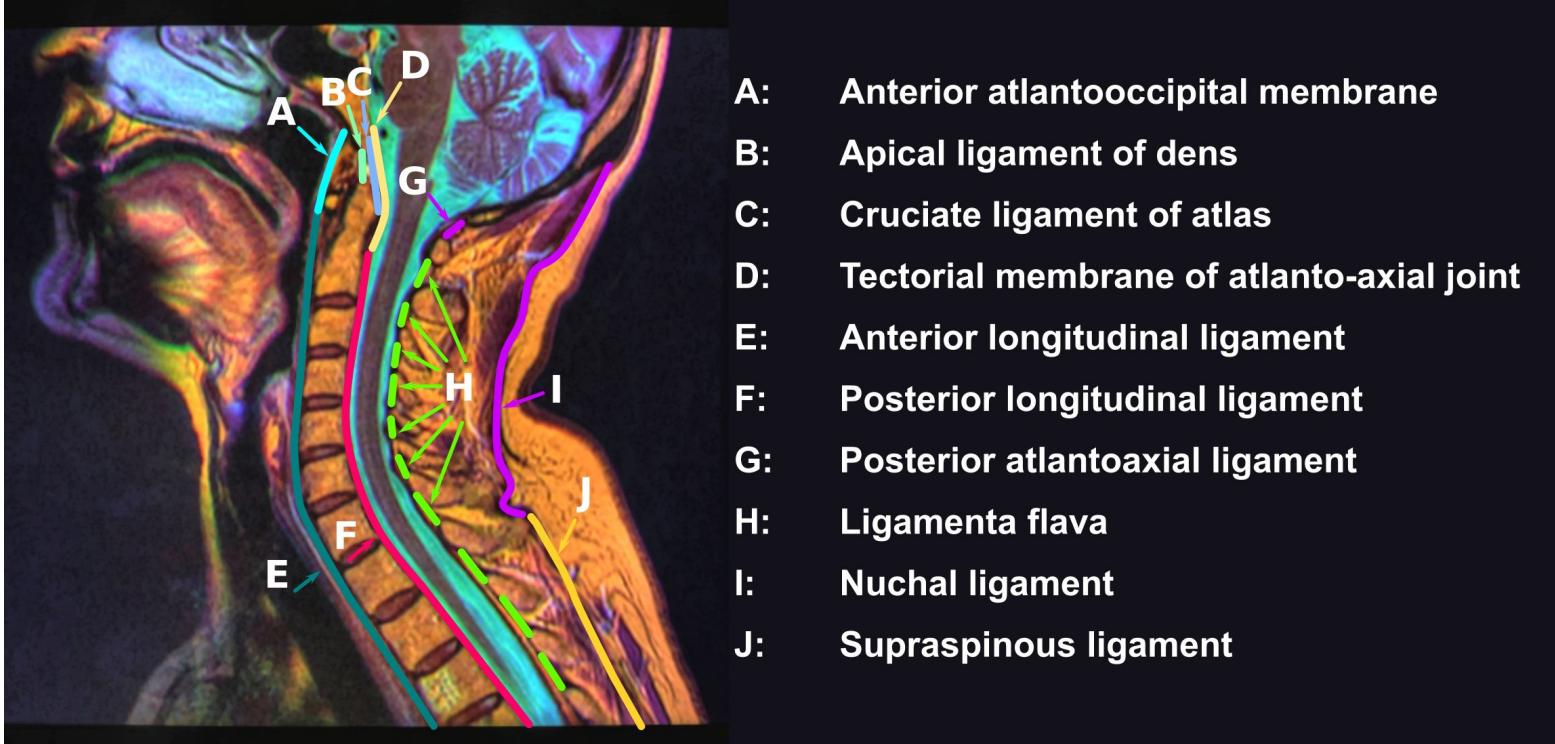
Sırada ne var?

Gelecek projeler

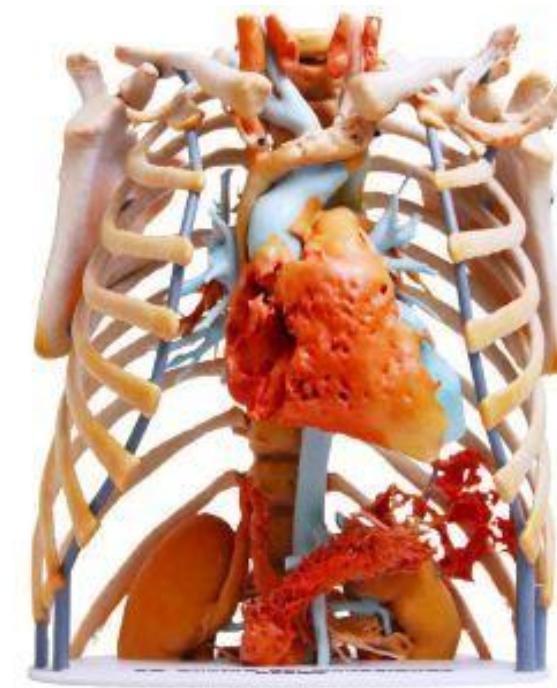
# Renkli MR Anatomi Atlası



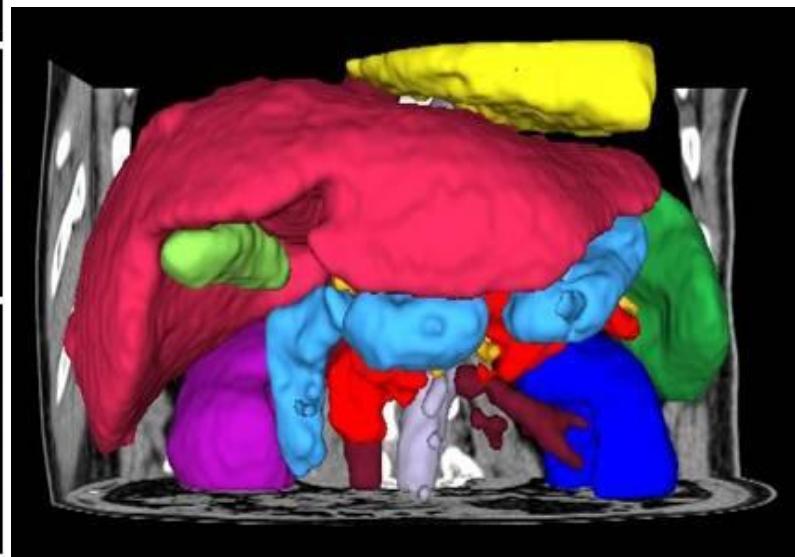
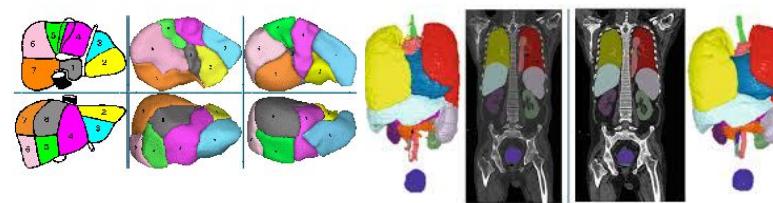
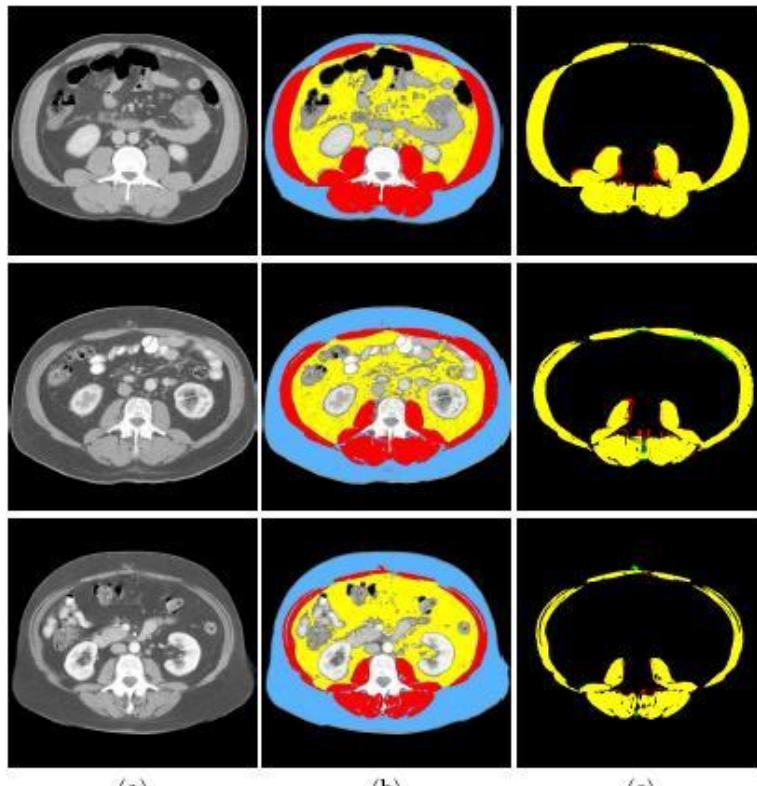
# Renkli MR Anatomi Kartları



# Renkli MR dan Renkli 3D baskılar



# Renkli MR ile Segmentasyon ve Lokalizasyon



# Renkli Evrişimsel Sinir Ağları

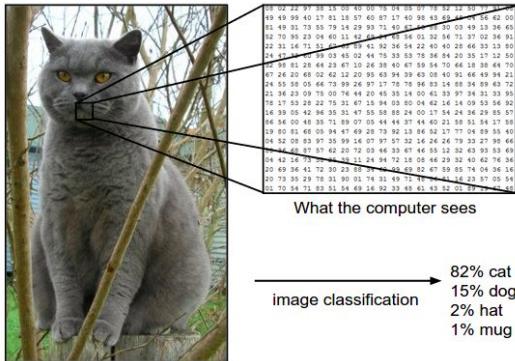
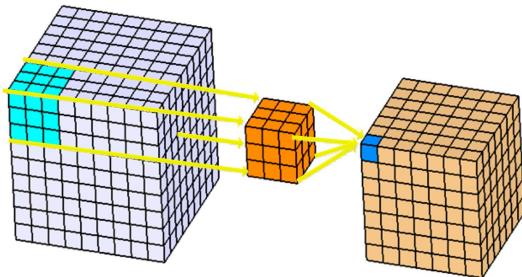
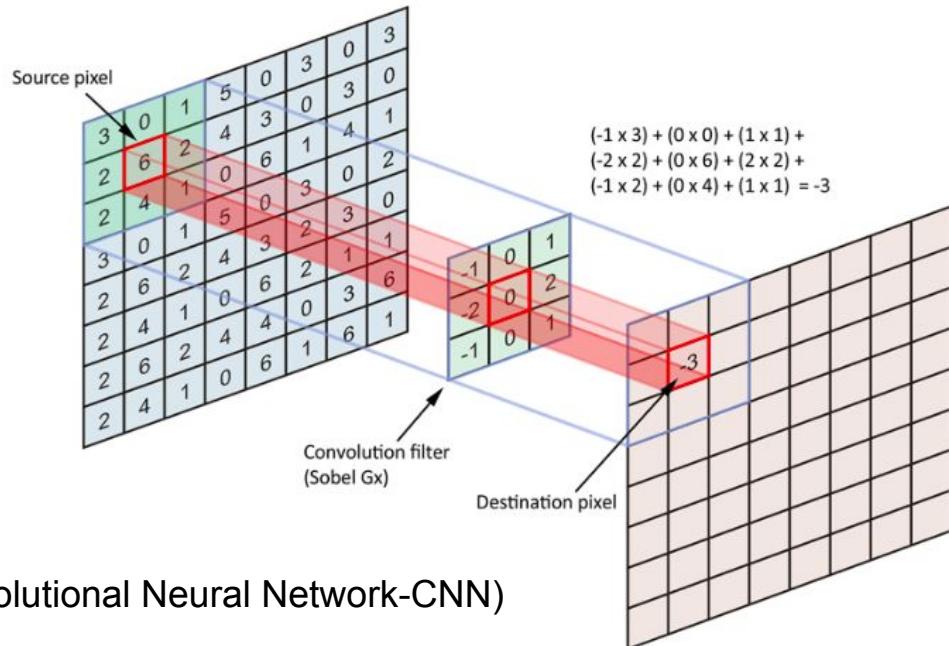


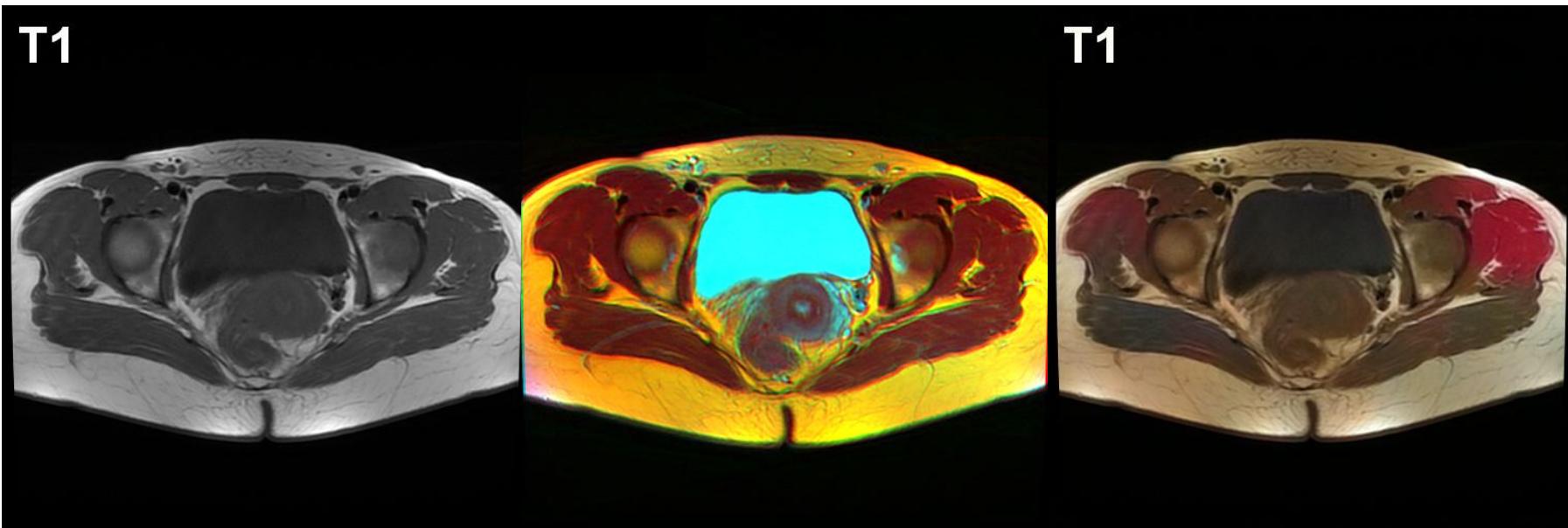
image classification → 82% cat  
15% dog  
2% hat  
1% mug



(Convolutional Neural Network-CNN)



# Renkli MR ile GAN eğitimi

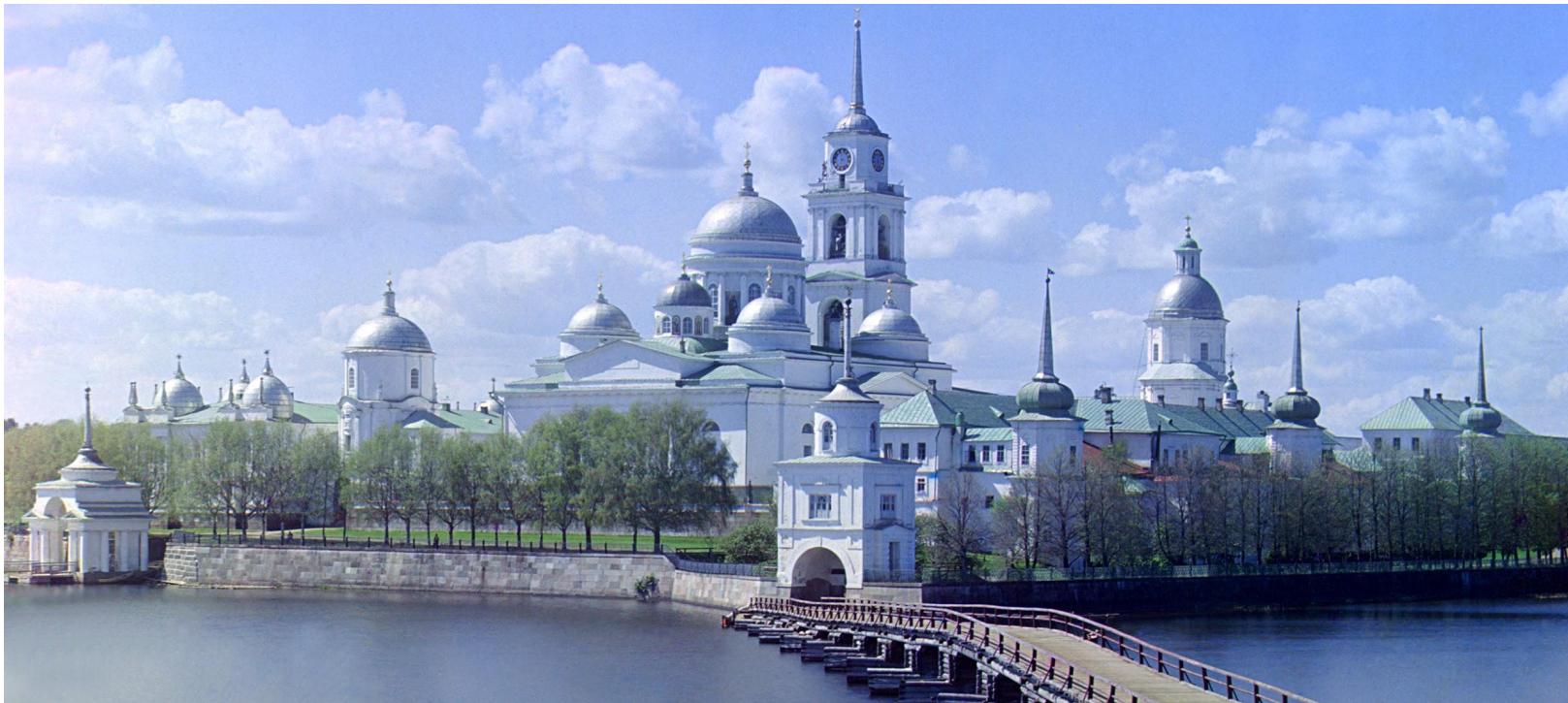


GAN: Generative Adversarial Networks

# Referanslar

- W. E. Phillips, H. K. Brown, J. Bouza and R. E. Figueira, "Neuroradiologic MR Applications with Multiparametric Color Composite Display," *Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 14, No. 1, 1996, pp. 59-72. doi:10.1016/0730-725X(95)02043-S
- H. K. Brown, T. R. Hazelton and M. L. Silbiger, "Generation of Color Composites for Enhanced Tissue Differentiation in Magnetic Resonance Imaging of the Brain," *American Journal of Anatomy*, Vol. 192, No. 1, 1991, pp. 23-34. doi:10.1002/aja.1001920104
- H. K. Brown, T. R. Hazelton, J. V. Fiorica, A. K. Parsons, L. P. Clarke and M. L. Silbiger, "Composite and Classified Color Display in MR Imaging of the Female Pelvis," *Magnetic Resonance Imaging*, Vol. 10, No. 1, 1992, pp. 143-154. doi:10.1016/0730-725X(92)90384-C
- M. G. Wells, P. F. Sharp and A. N. Law, "Principles and Appraisal of Combined Images in NMR," *Medical and Biological Engineering and Computing*, Vol. 27, No. 3, 1989, pp. 277-280. doi:10.1007/BF02441485
- K. L. Weiss, S. O. Stiving, E. E. Herderick, J. F. Cornhill and D. W. Chakeres, "Hybrid Color MR Imaging Display," *American Journal of Roentgenology*, Vol. 149, No. 4, 1987, pp. 825-829. DOI: 10.2214/ajr.149.4.825
- R. L. Kamman, G. P. Stomp and H. J. Berendsen, "Unified Multiple-Feature Color Display for MR Images," *Magnetic Resonance in Medicine*, Vol. 9, No. 2, 1989, pp. 53-55. doi.org/10.1002/mrm.1910090209
- H. K. Brown, T. R. Hazelton, A. K. Parsons, J. V. Fiorica, C. G. Berman and M. L. Silbiger, "PC-Based Multi-parameter Full-Color Display for Tissue Segmentation in MRI of Adnexal Masses," *Journal of Computer Assisted Tomography*, Vol. 17, No. 6, 1993, pp. 993-1005. doi:10.1097/00004728-199311000-0003

# Teşekkürler



Nil Manastırı, 1910, Gorskii

<http://bit.ly/NevitRMR>