

T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
RADYODİAGNOSTİK ANABİLİM DALI

**TEMPOROMANDİBÜLER EKLEMİN YÜKSEK  
ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ MANYETİK REZONANS  
GÖRÜNTÜLEMESİ: KONVANSİYONEL YÜZEYEL KOİL  
İLE MİKROSKOPİ KOİLİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. MUSTAFA SARCAN

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. Dr. ALİ BALCI

HATAY – 2011

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle yetişmemde büyük emekleri bulunan değerli hocalarım Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Ertuğrul Eğilmez, Doç. Dr. Sinem Karazincir, Yrd. Doç.Dr. Ramazan Davran, Yrd. Doç. Dr. Hanifi Bayaroğulları'na ve tez çalışmamda ve uzmanlık eğitimim sırasında bilimsel katkı, destek ve ilgisini esirgemeyen tez hocam Doç. Dr. Ali Balcı'ya,

Uzmanlık eğitimim süresince beraber çalıştığım araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Çalışma ortamımızda bana her zaman yardımcı olan tüm teknisyen arkadaşlarıma, sekreter ve Anabilim Dalımızda görevli tüm personele,

Destekleriyle yanımda olan aileme,

Tez çalışmalarım sırasında yaptığı itinalı çekimlerinden dolayı ve her zaman yoğun ilgi, destek ve sevgisini esirgemeyen canım eşime,

Teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Mustafa SARCAN

## 2. ÖZET

**Amaç:** Temporomandibular eklemin (TME) manyetik rezonans görüntülemesinde yüksek çözünürlüklü mikroskopi coil ve konvansiyonel yüzeyel coil kullanımının kalitatif ve kantitatif olarak karşılaştırılması.

**Gereç ve yöntem:** TME disfonksiyonu olmayan 10 gönüllünün sağ TME'ine ağız kapalı pozisyonda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yapıldı. 1.5 T MRG cihazı ile konvansiyonel yüzeyel coil (Fleks S coil, field of view 170 mm) ve 47 mm mikroskopi coil (field of view 100 mm) kullanılarak sağ TME'ye yönelik proton dansite ağırlıklı (PDW) görüntüler alındı. Elde edilen sagittal plan PDW görüntülerde TME'in disk ön bandı, arka bandı, orta bandı, bilaminar zonun üst ve alt kısımları, disk çevre doku ayrımı 1 ile 5 arasında (1; çok kötü, 2; kötü, 3; orta, 4; iyi, 5; çok iyi) skorlama yapılarak iki radyolog tarafından kalitatif olarak değerlendirildi. Ayrıca koronal plan PDW görüntülerde disk çevre-doku ayrımı, kortikal kemik ile kapsüler bağ iç ve dış komponentlerinin görünebilirliği aynı şekilde skorlandı. Kantitatif olarak ise her iki coil için disk ve mandibula kondil başı medüller komponenti üzerinden kontrast-gürültü oranı (CNR) hesaplanarak karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Mikroskopi coil ile elde edilen sagittal ve koronal her iki plan görüntülerde anatomik yapıların skorları konvansiyonel coil ile elde edilen görüntülerin skorlarından istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek bulundu ( $P < 0.05$ ). Kantitatif olarak ise mikroskopi coil CNR değerleri konvansiyonel coil değerlerinden anlamlı şekilde belirgin yüksek bulundu ( $10.46$ 'ya  $8.30$ ,  $P < 0.0001$ ).

**Sonuç:** Mikroskopi coil kullanılarak elde edilen normal TME'nin yüksek çözünürlüklü görüntüleri kalitatif ve kantitatif olarak konvansiyonel koilden üstündür. Bu yöntem TME patolojilerinin tanısında tercih edilebilir.

**Anahtar kelimeler:** Yüksek çözünürlük, mikroskopi coil, manyetik rezonans görüntüleme, TME

### 3. ABSTRACT

**Objective:** To compare MR images of the temporomandibular joint (TMJ) using high resolution microscopy coil with those using a conventional surface coil qualitatively and quantitatively.

**Material and method:** Teen volunteers without history of TMJ dysfunction underwent magnetic resonance imaging (MRI) of the right TMJ with the jaw in closed position. Proton density-weighted (PDW) images of the right TMJ were obtained with a conventional surface coil (Flex S, field of view 170 mm) and a 47 mm microscopy coil (field of view 100 mm) at 1.5 T MRI unit. Qualitative image analysis of MR images of the right TMJ with two coils was performed by two radiologist who assigned one of five numerical scores (1, very poor; 2, poor; 3, moderate; 4, good; 5 excellent) for six structures, which were anterior band of disk, posterior band of disk, intermediate zone of disk, upper portion of bilaminar zone, lower portion of bilaminar zone and delineation disk to surrounding tissue in the sagittal closed-mouth PDW sequence. The radiologists also graded the visibility of various anatomic structures in the coronal closed-mouth PDW sequence including delineation disk to surrounding tissue, cortical bone, and attachments of medial and lateral joint capsule. For quantitatively contrast to noise ratio (CNR) analysis, signal intensity from disk and medullar component of the head of mandibular condyle.

**Results:** The visibility scores of all anatomical structures were statistically higher for the images obtained by using microscopy coil than for the images obtained by using conventional surface coil in both sagittal and coronal planes ( $P<0.05$ ). Quantitative CNR evaluation also showed significantly higher CNR for microscopy coil (10.46 vs. 8.30,  $P<0.0001$ ).

**Conclusion:** High-resolution MR images of the normal TMJ using microscopy coil was superior to those using a conventional surface coil qualitatively and quantitatively. This method may be promising to diagnose TMJ abnormalities.

**Keywords:** High-resolution, microscopy coil, magnetic resonans imaging, TMJ

## 4. İÇİNDEKİLER

	<u>SAYFA</u>
	<u>NO.</u>
1. TEŞEKKÜR. ....	2
2. ÖZET. ....	3
3. ABSTRACT. ....	4
4. İÇİNDEKİLER. ....	5
5. SİMGELER VE KISALTMALAR. ....	7
6. TABLOLAR ÇİZELGESİ. ....	8
7. ŞEKİLLER ÇİZELGESİ. ....	8
8. GİRİŞ VE AMAÇ. ....	9
9. GENEL BİLGİLER. ....	11
9.1. Temporomandibular eklem anatomisi. ....	11
9.1.1. Temporomandibular eklem hareketlerini sağlayan kaslar. ....	14
9.2. Temporomandibular eklem fizyolojisi. ....	14
9.3. Temporomandibular eklem hastalıkları. ....	16
9.3.1. Kondil-disk kompleksinde düzensizlik. ....	17
9.3.2. Miyofasyal ağrı sendromu. ....	19
9.3.3. Osteoartrit. ....	19
9.3.4. Romatoid artrit. ....	19
9.3.5. Psoriatik artrit. ....	20

9.3.6.Hiperürisemi(Gut) . . . . .	20
9.3.7.Kronik mandibular hipomobilité. . . . .	20
9.3.8.Neoplaziler. . . . .	20
9.4.TME görüntülenmesinde kullanılan radyolojik yöntemler. . . . .	21
9.5.Manyetik rezonans görüntüleme (MRG). . . . .	26
9.5.1.MRG'nin tanımı. . . . .	26
9.5.2.MRG'nin tarihi gelişimi. . . . .	27
9.5.3.MRG'nin yapısı. . . . .	27
9.5.4.MRG'nin temel fiziği. . . . .	29
9.6.Yüksek çözünürlüklü mikroskopi koiller. . . . .	30
10.GEREÇ VE YÖNTEM. . . . .	31
10.1.Hasta grubu. . . . .	31
10.2.MRG görüntüleme. . . . .	31
10.3.Kalitatif analiz. . . . .	33
10.4.Kantitatif analiz. . . . .	33
10.5.İstatiksel analiz. . . . .	34
11.BULGULAR. . . . .	35
11.1.Kalitatif bulgular. . . . .	35
11.2.Kantitatif bulgular. . . . .	35
12.TARTIŞMA. . . . .	45
13.SONUÇ. . . . .	50
14.KAYNAKLAR. . . . .	51

## 5. SİMGE VE KISALTMALAR

TME: Temporomandibular eklem  
MRG: Manyetik rezonans görüntüleme  
BT: Bilgisayarlı tomografi  
FOV: Field of view  
SNR: Signal-to-noise ratio  
SRL: Superior retrodiskal ligament  
IRL: İnferior retrodiskal ligament  
Mm: Milimetre  
DKY: Dış kulak yolu  
MAS: Miyofasyal ağrı sendromu  
PA: Posteroanterior  
T: Tesla  
C: Karbon  
H: Hidrojen  
RF: Radyofrekans  
PDW: Proton dansity weighted  
TR: Time repetition  
TE: Time echo  
ms: Milisaniye  
CLEAR: Constant Level Appearance  
CNR: Contrast-to-noise ratio  
SD: Standart sapma  
2D: İki boyutlu  
3D: Üç boyutlu

## 6. TABLOLAR ÇİZELGESİ

- Tablo 1.** Mikroskopi koil ile yapılan MR çekiminde değerlendiriciler arası uyumu gösteren kapa ( $\kappa$ ) değerleri. .... 36
- Tablo 2.** Konvansiyonel yüzeyel koil ile yapılan MR çekiminde değerlendiriciler arası uyumu gösteren kapa ( $\kappa$ ) değerleri. .... 37
- Tablo 3.** Mikroskopi koil ve konvansiyonel yüzeyel koil skorlarının karşılaştırılması. .... 38

## 7. ŞEKİLLER VE RESİMLER ÇİZELGESİ

- Şekil 1.** TME diski anatomik yapısı ve kısımları. .... 11
- Şekil 2.** Bilaminar zon kısımları. .... 12
- Şekil 3.** Kapsüler ligament. .... 13
- Şekil 4.** Temporomandibular ligament. .... 13
- Resim 1.** Konvansiyonel yüzeyel koil ve mikrokoil. .... 32
- Resim 2.** CNR hesabı için ROI ile sinyal intensite ölçümü. .... 34
- Resim 3.** 21 yaşındaki kadın olgunun konvansiyonel yüzeyel koil ve mikrokoil ile elde olunan PDW sagittal kesit görüntüleri. .... 40
- Resim 4.** 30 yaşındaki erkek olgunun konvansiyonel yüzeyel koil ve mikrokoil ile elde olunan PDW koronal kesit görüntüleri. .... 41
- Resim 5.** 31 yaşındaki erkek olgunun konvansiyonel yüzeyel koil ve mikrokoil ile elde olunan PDW sagittal kesit görüntüleri. .... 42
- Resim 6.** 29 yaşındaki erkek olgunun konvansiyonel yüzeyel koil ve mikrokoil ile elde olunan PDW koronal kesit görüntüleri. .... 43
- Resim 7.** Anterior disk deplasmanı olan 22 yaşındaki kadın olgunun mikrokoil ile elde olunan PDW sagittal ve koronal kesit görüntüleri. .... 44



## 8. GİRİŞ VE AMAÇ

Temporomandibüler eklem (TME) hastalıkları, temel olarak glenoid fossa, mandibüler kondil, eklem diski ve ilgili kaslara ait işlevsel ve yapısal sorunlara bağlı olarak ortaya çıkar. TME bozukluğuna ait semptomlar yetişkin nüfusun %4-28'inde meydana gelir (1). Geçmişte yaygın olarak kullanılan radyografi ve konvansiyonel tomografi kemik yapılar hakkında nisbeten değerli bilgiler vermekle birlikte, yumuşak dokuların değerlendirmesinde yetersizdirler. TME işlev bozukluğu ve ağrısı olan hastalarda en sık neden diske ait bozukluklardır. Bu nedenle uygun ve doğru tedavinin belirlenmesi için TME hastalıklarının en önemli kategorisi olan disk işlev ve yapısal bozukluklarının net bir şekilde ortaya konması gerekmektedir. Disk deplasmanlarının ve eklem boşluklarının değerlendirilmesinde 1970-1990 yılları arasında öncelikli yöntem artrografi olmuştur. Ancak, invaziv, zaman alıcı ve teknik güçlüğü olan bu yöntem yerini önce bilgisayarlı tomografi (BT), daha sonra manyetik rezonans görüntülemeye (MRG) bırakmıştır. Travma, konjenital anomaliler, enfeksiyon ve artrit gibi esas olarak kemik değişikliklerine yol açan durumlarda oldukça üstün olan BT, eklem diskinin görüntülenmesi ve değerlendirilmesinde yetersiz kalmıştır (2, 3).

MRG mükemmel yumuşak doku rezolüsyonuyla diskin, destek yapıların ve komşu kasların görüntülenmesini üstün bir şekilde sağlamıştır. Her planda inceleme imkanı ile diskin medial-lateral deplasmanlarını gösterebilen tek görüntüleme yöntemidir (4). Disk perforasyonunu göstermede yetersiz olduğu ileri sürülmüşse de perforasyonların genellikle disk deplasmanlarıyla birlikte oluşu ve ortaya konmasının tedavi yaklaşımını değiştirmemesi bu sınırlamayı önemsiz kılmaktadır (3). Kortikal kemiğin gösterilmesinde ise BT'den zayıf olduğu söylenmekle birlikte, yapılan çalışmalar kortikal değişikliklerin önemli olduğu osteoartritin tanınmasında en az BT kadar başarılı olduğunu ortaya koymuştur (5, 6). MRG kondil medulla ve korteks değişiklikleri, tümör ve artrit gibi patolojilerin tanınmasında da değerlidir (7).

TME rutin MRG incelemesi konvansiyonel yüzeyel koiller kullanılarak yapılmaktadır. Konvansiyonel yüzeyel koiller el, ayak, bilek, diz gibi vücudun periferal kısımlarında ve diğer yüzeyel yapıların MRG görüntülenmesinde de rutin olarak kullanılmaktadır. Ancak konvansiyonel yüzeyel koiller küçük FOV'da azalmış SNR ile büyük FOV'da ise azalmış uzaysal rezolüsyon sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır. Daha ayrıntılı görüntüleme için

en önemli parametrenin yüksek SNR gerekliliği olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır. Bu yönde, yüksek SNR elde etmek için geliştirilmesi gereken en önemli aparatın çok hassas yüzeyel koiller olduğu bilinmektedir. Bu amaçla geliştirilen mikroskopi koiller güçlü manyetik gradientlerle kombine edildiğinde istenilen SNR değerleriyle yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilebilmektedir (8).

Çalışmamızda TME'nin MRG ile görüntülenmesinde konvansiyonel yüzeyel koil ile yüksek çözünürlüklü mikroskopi koil kullanımının karşılaştırılması amaçlandı.

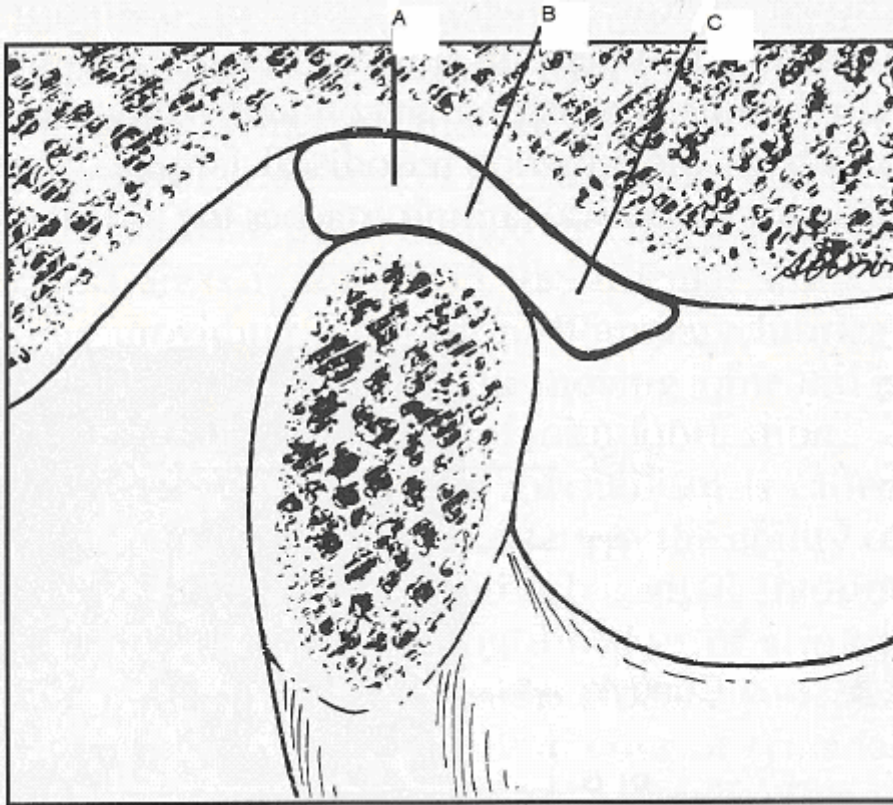
## 9. GENEL BİLGİLER

### 9.1. TME anatomisi

Temporomandibular eklem (TME) dış kulak yolunun hemen önünde, temporal kemiğin altındaki mandibular fossa ile mandibula kondili arasında yer alan diartrodial bir eklemdir. Morfolojik olarak kişiden kişiye ve aynı kişide sağ ve sol eklemlerin birbirlerine göre değişkenlik gösterdiği, menteşe ve kayma hareketi yapan, kayma eksenli bileşik bir eklemdir (9, 10).

Normal bir TME'de kapalı ağız pozisyonunda kondilin apeksi üzerine oturan, bikonkav yoğun fibröz dokudan oluşan eklem diski bulunur. Kan damarı ve sinir lifi içermez. Disk sagittal planda kalınlığına göre 3 kısma bölünebilir (Şekil 1).

1. Anterior (pars menisküs): Diskin öndeki ince ucu olup, superior lateral pterigoid kasın liflerine ve kapsüle yapışır.
2. Santral (intermediate zon, pars grasilis): En ince kısımdır.
3. Posterior (pars posterior): En kalın kısım olup, yoğun nöral ve vasküler yapılardan oluşan retrodiskal alana (bilaminar zon) yapışır.



Şekil 1. A: Pars menisküs B: Pars grasilis (intermediate zon), C: Pars posterior (11. no'lu kaynaktan alınmıştır).

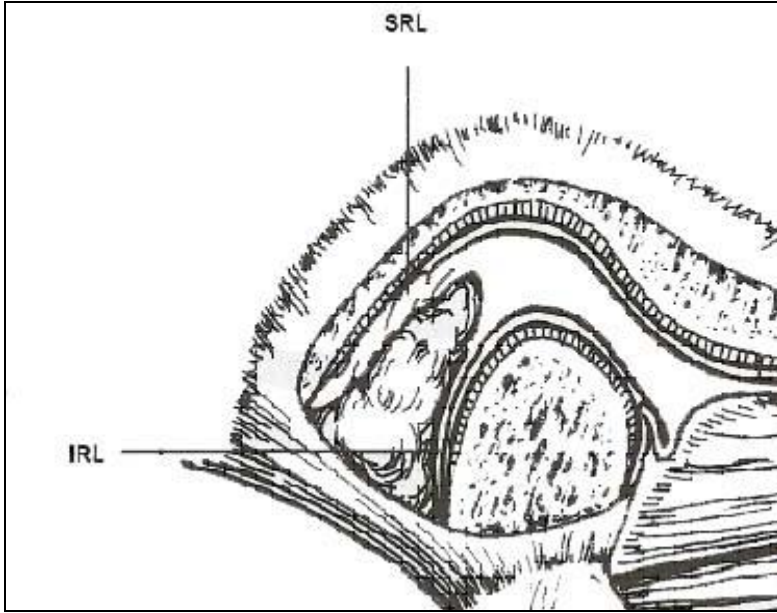
Sinovyal sıvı nonvasküler artiküler eklem yüzlerinin metabolik gereksinimlerini ve fonksiyon sırasında artiküler yüzeylerin yağlanması sağlar (9, 12-14).

### **Ligamentler**

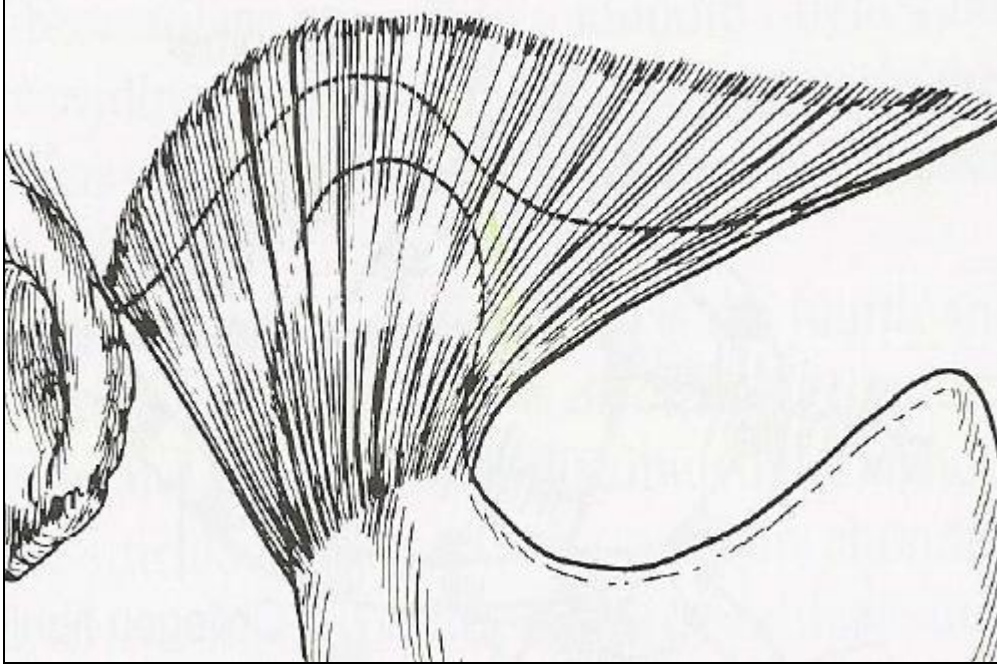
TME'nin üç fonksiyonel ligamenti vardır.

Fonksiyonel ligamentler:

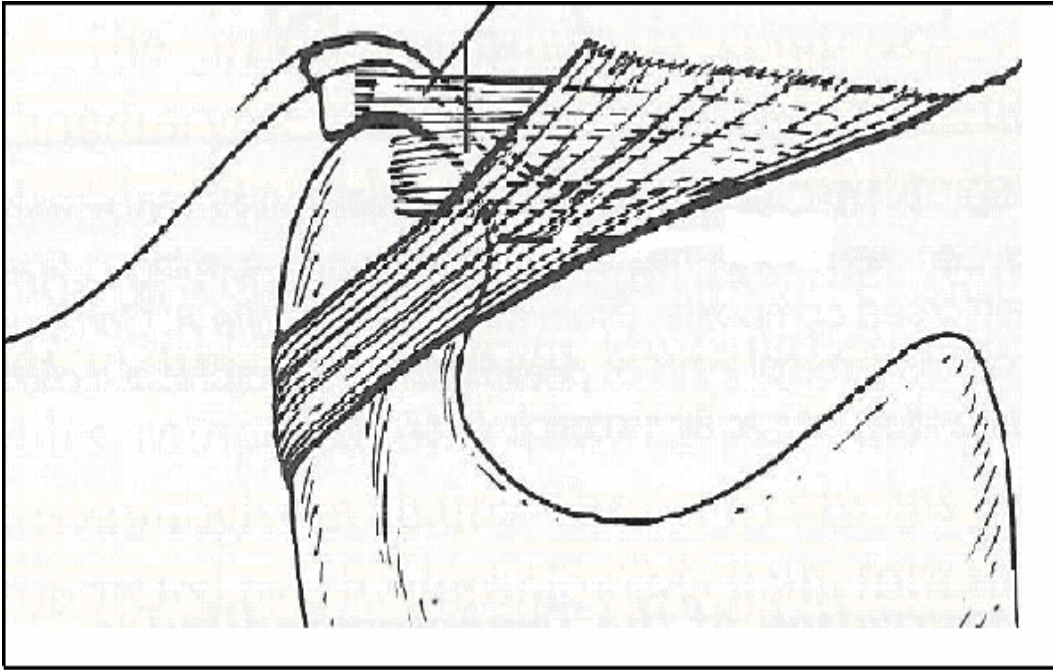
1. Kollateral (diskal) ligamentler (Şekil 2)
2. Kapsüler ligament (Şekil 3)
3. Temporomandibular ligamentdir (Şekil 4)



**Şekil 2.** Kollateral (diskal) ligamentler: SRL: Superior retrodiskal ligament IRL: İnfierior retrodiskal ligament (11 no'lu kaynaktan alınmıştır).



**Şekil 3.** Kapsüler ligament (11 no'lu kaynaktan alınmıştır.)



**Şekil 4.** Temporomandibular ligament (11 no'lu kaynaktan alınmıştır).

### 9.1.1 Temporomandibular eklem hareketlerini sağlayan kaslar

Etkili temporomandibular eklem hareketi için servikal bölge kasları kranio-mandibular bölge kas ve eklem yapılarının, dişler arası oklüzal ilişkinin uyumlu olması gerekir.

Mandibulanın osteokinetik olarak temel hareketleri; depresyon, protrüzyon ve lateral hareketlerdir. TME hareketlerine katkıda bulunan 5 temel kas ise;

- 1. Temporalis:** Görevi mandibulanın elevasyonu olup, ön lifleri çeneyi yukarıya, arka lifleri ise geriye çeker.
- 2. Massater:** Primer olarak mandibulayı yükseltir. Yüzeyel lifleri protrüzyona katkıda bulunurken, derin lifleri artiküler eminense karşı kondili stabilize eder.
- 3. Medial pterygoid:** Lifler kasıldığında mandibula yükselir ve dişler temas eder. Aynı zamanda mandibulanın öne hareketini sağlar.
- 4. Lateral pterygoid:** İki kısmı vardır. Inferior lateral pterygoidin tek taraflı kasılması sonucunda mandibulanın karşıt yöne doğru yan hareketi gerçekleşir. Superior lateral pterygoid kas diski ve kondili mediale doğru çeker.
- 5. Digastrik:** Mandibulayı aşağıya ve geriye çekmektir. Temporomandibular eklemin rotasyon (dönme) ve translasyon (kayma) hareketleri vardır. Rotasyon hareketi artiküler disk ile mandibula kondili arasında (inferior sinovial kavite) arasında olur. Translasyon ise diskkondil kompleksi ile temporal kemik (superior sinovial kavite) arasındadır (15).

## 9.2 TME Fیزیolojisi

TME'in primer fonksiyonları çiğneme ve konuşma hareketleridir. TME'in hareket mekanizmasının anlaşılması hastalığın teşhis ve tedavisinde çok önemlidir. Çiğneme kasları ve suprahyoid kaslar birlikte üç tip harekete etki ederler. Bunlar:

- Rotasyon (Hinge) : Disk ve kondil arasındaki hareket olup alt eklem komponentini ilgilendirir (ginglimus = menteşe).
- Translasyon (Kayma) : Disk ile temporal kemik arasındaki harekettir ve üst eklem komponentini ilgilendirir (artrodial).
- Rotasyon+ Translasyon hareketlerinin kombinasyonu

Üst eklem boşluğunun hareketleri translasyonel, alt eklem boşluğunun hareketleri rotasyoneldir. Çene hareketleri; açma, kapama, protrüzyon, retrüzyon, laterale rotasyondur.

Ağzın açılıp kapanması birden fazla eksen etrafında gerçekleşen bir harekettir. Ağız açıldığında kaput mandibula dıştan içe ve önden arkaya doğru uzanan eksen etrafında rotasyon yapar, buna menteşe hareketi denir. Aynı zamanda diskle birlikte bir miktar aşağı ve öne doğru da kayar. Erişkinlerde ortalama interinsizel açılma mesafesi 40-50 mm'dir, bunun ilk 20-25 mm'lik kısmı rotatuar aktivite ile inferior eklem boşluğunda, geri kalan 15-20 mm'si ise artiküler eminens boyunca anteroinferor translasyonla superior eklem boşluğunda gerçekleşir. Açılma hareketini lateral pterigoid kaslar başlatır. Hareket digastrik, geniohyoid ve mylohyoid kaslar tarafından mandibulanın aşağı çekilmesi ile devam eder, bu sırada hyoid kemik infrahyoid kaslar tarafından fiks edilmiş konumdadır.

Çenenin kapanması karmaşık bir harekettir. İlk olarak; kondiller ve disk, artiküler eminens üzerinde aşağı ve öne doğru kayarken çenenin protrüzyonu meydana gelir. Bunu takiben kondilin fiksasyonu, mandibulanın depresyonu ve retraksiyonundan oluşan yükselme hareketi gerçekleşir. Ağız kapalıyken kondiler proçes dış kulak yolunun ön duvarına yaklaşır ve DKY kemik duvarı mandibulanın daha arkaya gitmesine engel olur.

Çenenin protrüzyonu, lateral pterigoid kasların kasılması ile oluşur ve bu hareket, disk ile kondilin artiküler eminensin önüne ve aşağısına doğru kaymasına neden olur. Protrüzyon sırasında lateral pterygoid kaslar, medial pterygoidler tarafından desteklenir, bu sırada m.masseter ve m.temporalis mandibulayı yükseltirler. Retrüzyon, çeneyi dinlenme pozisyonundan daha arkada bir pozisyona getirir. Bu hareket masseter kasının derin kısmı ve temporal kas tarafından yaptırılır.

Sağ ve sol TME senkron olarak çalışır ve fonksiyonel bir bütünlük oluştururlar. Eklem hareketleri sırasında bir tarafın medial yapıları karşı tarafın lateral yapıları tarafından güçlendirilir. Bu sayede mandibulayı aşağı, yukarı, öne ve öne çekilmiş olan mandibulayı arkaya doğru hareket ettirebiliriz. TME'in en önemli fonksiyonlarından biri olan öğütme hareketi de bu şekilde gerçekleşir. Öğütme hareketleri mandibulanın öne, arkaya, sağa ve sola yaptığı hareketlerin birleşmesiyle olur. Dişler arasında lokmanın bulunduğu tarafta mandibula başı eklem çukurunda kalır ve diskin yardımıyla vertikal bir eksen etrafında sağa ve sola döner, karşı tarafta ise kondil eklem çukurundan çıkar ve öne doğru çekilerek artiküler tüberkülün üzerine gelir, diğer tarafın hareketlerine uygun olarak çeşitli yönlerde kayma hareketleri yapar. Bu sırada lokmanın bulunduğu tarafta dişler birbiriyle temas eder, diğer tarafta ise kondilin artiküler tüberkülün üzerine çıkmasıyla dişlerin arası açık kalır. Bu hareketler sağda ve solda sırayla tekrarlanarak yemekler dişler arasında öğütülür (16).

## 9.3 Temporomandibular eklem hastalıkları

Amerikan Orofasiyal Ağrı Akademisi ve Uluslararası Baş ağrısı Derneği'nin (American Academy of Orofacial Pain and International Headache Society) birlikte yaptığı sınıflamaya göre (15).

### **I. Çiğneme kaslarına ait rahatsızlıklar**

1. Koruyucu ko-kontraksiyon
2. Lokal kas ağrısı
3. Miyofasyal ağrı
4. Miyospazm
5. Miyozit ve diğerleri

### **II. Temporomandibular eklem rahatsızlıkları**

#### ***1. Kondil-disk kompleksinde düzensizlik***

- a. Disk deplasmanı
- b. Redüksiyonlu disk dislokasyonu
- c. Redüksiyonsuz disk dislokasyonu

#### ***2. Eklem yüzeylerinin yapısal uyumsuzluğu***

- a. Şekil değişiklikleri
  - i. diskte
  - ii. kondilde
  - iii. fossada
- b. Adezyonlar
  - i. disk-kondil arasında
  - ii. disk-fossa arasında
- c. Subluksasyon (hipermobilite)
- d. Spontan dislokasyon

#### ***3. TME'in inflamatuvar hastalıkları***

- a. Sinovit/kapsülit
- b. Retrodiskit
- c. Artritler
  - i. osteoartrit
  - ii. poliartit
- d. İlave yapıların inflamatuvar hastalıkları
  - i. temporalis tendiniti



ii. stylomandibular ligamentin inflamasyonu

### **III. Kronik mandibular hipomobilité**

#### **1. Ankiloz**

- a. Fibröz
- b. Kemiksel

#### **2. Kas kontraktürleri**

- a. Miyostatik
- b. Miyofibrotik

#### **3. Koronoid impedans**

### **IV. Gelişim bozuklukları**

#### **1. Konjenital ve gelişimsel kemik rahatsızlıkları**

- a. Agenezi
- b. Hipoplazi
- c. Hiperplazi
- d. Neoplazi

#### **2. Konjenital ve gelişimsel kas rahatsızlıkları**

- a. Hipotrofi
- b. Hipertrofi
- c. Neoplazi

### **9.3.1 Kondil-disk kompleksinde düzensizlik**

Eklem rahat hareketine engel olan ve geçici yakalama hissi, klik, popping (ani bir ses) ve kilitlenmeye sebep olan kondil ve disk arasındaki normal anatomik yapıdaki bozukluktur.

Genel nüfusun %30-50 sinde temporomandibular eklem kliği bulunur. TME kliği olan hastaların çoğunda belki değişik derecelerde disk deplasmanı vardır ama henüz onların çoğunda ağrı olmayabilir.

Disk, diskal ligamentlerin kondilin kutuplarına bağlandığı yerin etrafında, kondil üzerinde rotasyon yapar. Kondil-disk kompleksindeki düzensizlik, diskin kondil üzerindeki normal rotasyon fonksiyonunu bozar. Bu normal disk hareketinin kaybı, kollateral diskal ligament ve inferior retrodiskal ligament uzaması ile olur. En yaygın sebep, kondil-disk kompleksine olan travmadır. Bu bir makro travma olabileceği gibi (özellikle ağız açıkken olan makrotravma ligamentlerin uzamasına neden olur), kronik kas hiperaktivitesi ve ortopedik instabilite ile ilişkili mikrotravma ile olabilir.

Kondil-disk kompleksinin 3 tip düzensizliği vardır;

1. Disk deplasmanı
2. Redüksiyonlu disk dislokasyonu
3. Redüksiyonsuz disk dislokasyonu

Bu durumlar ilerleme gösterip, bir sonraki aşamaya geçebilir (15, 17).

Dinlenme sırasında kondil, diskin posterior bölümü ile daha çok ilişkide olacak ve ağız açma esnasında kondil disk üzerinde anormal kayma hareketi meydana getirecektir. Bu anormal kondil-disk hareketi sırasında klik, belki sadece ağız açma esnasında (tek klik) veya hem ağız açma hem de kapama esnasında (resiprokal klik) duyulacaktır. Resiprokal kliğin açılma komponenti açma hareketinin her evresinde duyulurken, kapanma komponenti daima ağzın tam kapalı pozisyonuna çok yakın olarak duyulur. Resiprokal klik disk deplasmanının erken evreleri için patogonomik olduğu düşünülür (9, 15).

**Redüksiyonlu disk dislokasyonu,** alt retrodiskal lamina ve diskal ligaman çok fazla uzadığı ve eklem diskinin posterior kısmı fazla inceldiği takdirde, eklem diski kapsadığı boşluktan tamamen öne doğru kayar veya kondil başı tarafından öne itilir. Bu durum disk dislokasyonu olarak tanımlanır. Eğer hasta çenesini maniple ederek kaydırabilirse bu durum redüksiyonlu disk dislokasyonudur.

Hastalardan genellikle uzun süren klik öyküsü ve son zamanlarda ağız hareketleri sırasında yakalama hissi vardır. Yakalama hissi ağrılı olabilir. Eğer ağrı varsa disfonksiyonel semptomlar nedeniyledir. Bu hastalarda ağız açıklığı kısıtlanmıştır. Hastaların çenesinde deviasyon ve diski yakalama esnasında oluşan ani bir ses (popping) duyulabilir. Diski yakalamadan sonra mandibular hareket normal açıklığa ulaşabilir (9, 15).

**Redüksiyonsuz disk dislokasyonu,** superior retrodiskal ligaman elastikiyeti kayb olduğunda diski yakalamaya başlamak güçleşir. Disk redükte olmadığından, kondilin öne olan translasyonu sırasında disk kondilin önündedir. Hastaların hikayesinde sert bir cismi ısırma (elma vb.) veya uzun süreli ağzı açık tutma vardır. Hastalar ağızlarının kapalı pozisyonda kilitlendiğinden yakınırırlar. Bu durum ağrılı olabileceği gibi, ağrısızda olabilir. Ağrı genellikle eklemdeki kısıtlanmanın ötesinde ağzı açmaya çalışmaktan kaynaklanır. Eklemde klik sesi alınmaz. Mandibular ağız açıklığı yalnızca rotasyonla olur ve 25-30 mm dir. Ağız açıldığında sert bir sonlanma hissi mevcuttur. Etkilenen taraftaki hareketler kısıtlı olduğundan, sağlam taraf hareketleri normal olarak devam ettiği için mandibula orta hattan etkilenmiş tarafa kayar. Kondil retrodiskal dokulara oturduğu için bilateral manuel manüplasyon sırasında eklemde yüklenmeye bağlı olarak ağrı olur. Eğer bu tablo kronik

bir hal alırsa ligamentlerin kollajen lifleri gerginliğini kaybeder, bu da mandibular hareketlerde artmaya neden olur. Bu devrede artık krepitasyon hissedilir. Bu ses disk perforasyonundan kaynaklanır (9, 15).

### **9.3.2 Miyofasyal ağrı sendromu**

Miyofasyal ağrı sendromu (MAS) kaslarda ve/veya fasyalarda oluşan gergin bantlardaki tetik noktalardan kaynaklanan ağrı veya ağrıya eşlik eden kas spazmı, hassasiyet, eklem hareket açıklığında kısıtlılık, tutukluk, yorgunluk ve bazen otonomik disfonksiyonlarla karakterize bir sendromdur (9).

### **9.3.3 Osteoartrit**

Temporomandibular eklemde en yaygın artrit tipi dejeneratif artritdir. Genel popülasyonun %16'sında klinik semptom görülür. Radyografik olarak ise, asemptomatiklerde %44 kanıt mevcuttur. Temporomandibular eklemde ağırlık taşıyan bir eklem değildir, ancak parafonksiyonel aktiviteler sırasındaki stres bazı hastalarda benzer dejeneratif değişikliklerin olmasına katkıda bulunur. Akut veya kronik travma ve internal düzensizlik yine sekonder osteoartrit için en yaygın sebeptir. Primer dejeneratif artrit genellikle yaşlı hastalarda görülür. Hafif bir rahatsızlık hissi olup, nadir olarak şikayet yaratır. Bunun dışında sekonder osteoartrit 20-40 yaşlarda olabilir ve ağrılıdır. Fonksiyonlar ile artan TME ağrısı, eklemde gerginlik, ağız açılımında kısıtlılık, sıklıkla klik veya popping işitilir. Daha ileri evrelerde krepitasyon duyulur (18).

### **9.3.4 Romatoid artrit**

Romatoid artritli hastaların %50 sinde temporomandibular eklem etkilenir. Kadınların erkeklere oranı 3/1 dir. TME' in etkilenimi ileri evre ve ciddi vakalarda olur. TME tutulumu genellikle bilateraldir. Ciddi vakalarda kondiler destek kaybı olduğu için ağır posterior kontakt ile beraber açık ısırma ile karakterize akut maloklüzyon ile sonuçlanır. Çocuklarda mandibula kondilinin destrüksiyonu nedeni ile hastalığın sonucu olarak, büyüme retardasyon ve retrüde ile karakterize ciddi fasial deformiteler oluşur. Fibröz veya kemik ankiloz tüm yaşlarda olabilir (18).

### **9.3.5 Psoriatik artrit**

Temporomandibular eklem tutulumu hastaların küçük bir kısmında olur. Ani başlangıçlıdır ve hastaların çoğunda kronik psoriatik deri lezyonları mevcuttur. Genellikle kondil ve glenoid fossada eroziv değişiklikler olur ve aşırı eklem aralığı daralması ile ilişkilidir (18).

### **9.3.6 Hiperürisemi (Gut)**

Bazen diyetteki değişiklikler hiperürisemiye yol açar ve bu durum gut olarak isimlendirilir. Serumdaki yüksek ürik asit seviyesi, sinovyal sıvıda urat birikimine ve eklemden hiperürisemiye neden olur. Temporomandibular eklem tutulumu 40 yaş üzerindeki erkeklerde olur. Eklem tutulumu bilateral olup, el ve ayaklardaki bir veya daha fazla eklem tutulumu ile birlikte olur. Atak ani gelişir. Eklem şiş, ağrılı, kırmızı ve gergin bir hal alır. İyileşme birkaç günde olur ve remisyon aylar yıllar içindedir. Başlangıçta tedavi yaklaşımı medikaldir. Eğer semptomlar kontrol altına alınmazsa cerrahi debridman veya artroplasti endikedir (18).

### **9.3.7 Kronik mandibular hipomobilité**

Temporomandibular eklem kapsül içi yüzeylerinde meydana gelen adezyon nedeni ile çene hareketlerinin kısıtlanmasıdır. Ankiloz varlığında mandibula glenoid fossada translasyon yapamaz ve eklem hareket açıklığı belirgin olarak kısıtlanır. Ankiloz fibröz yapışıklılar veya kapsüler ligamentlerdeki fibrotik değişiklikler nedeniyle olabilir. En sık sebep makrotravmadır. Travma eklemden kanamaya ve hemartroza neden olur. Diğer yaygın travma nedeni ise temporomandibular eklem cerrahisidir. Cerrahi sırasında kapsüler ligamentlerde oluşan fibrotik değişiklikler mandibula hareketlerinde kısıtlılık oluşturur.(15)

### **9.3.8 Neoplaziler**

Temporomandibular eklem en yaygın selim tümörü osteokondrom, habis tümörü ise osteosarkom veya kondrosarkomdur. Metastaz ise meme kanserinden olur(19).

## 9.4 TME görüntülenmesinde kullanılan radyolojik yöntemler

**1. Direkt Radyografi:** Olguların klinik değerlendirilmesi sonrası herhangi bir patolojik durum düşünüldüğünde, TME görüntülenmesinde ilk planda direkt radyografik yöntemlerin kullanılması Amerikan Pediatrik Dişhekimliği Birliği (20) (American Academy of Pediatric Dentistry), Amerikan Orofacial Ağrı Birliği (21) (American Academy of Orofacial Pain) and Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Birliği (22) (American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology) tarafından önerilmektedir. Kullanımının kolay ve radyasyon dozunun düşük olması, birçok anatomik yapının tek bir planda görüntülenebilmesi, minimal harcama gerektirmesi yöntemin tercih nedenlerindedir. Doğru konumun belirlenmesinde gerekli detaylı anatomik bilgilerin sağlanmasındaki değerinin yanında, TME hastalarının sağaltımı ve spesifik tanıdaki rehberliği sınırlıdır (23). Yöntem, TME kemiğinin gelişim anomalileri ile travma yada artrite bağlı oluşan kemikteki hasarların belirlenebilmesine yardımcı olur. Eklem yumuşak dokularının durumu hakkında doğrudan bilgi elde etmek zordur. TME kemik anatomisinin farklı bölümlerine ilişkin sınırlı da olsa bilgi edinilmesi amacıyla 3 tip projeksiyon kullanılır (24, 25).

*Lateral Transkraniyal Projeksiyon*, direkt radyografinin en sık kullanılan şeklidir. Lateral transkraniyal görüntüde kondil boynu gözlenmez. Sadece kondilin ½ ile 1/3'lük lateral kısmı ile artiküler fossa yüzeyleri görülebilir. Eklem lateral kısmı işlevsel sert doku değişikliklerinin en sık görülebildiği alandır.

*Transfaringeal Projeksiyon*, eklem medial kısmı çok net bir biçimde değerlendirilebilir. Eklem boyununun görüntülenebilmesine olanak sağladığı için özellikle travma vakalarında önem kazanır.

*Transorbital Projeksiyon*, TM eklem antero-posteriyörde görüntülenebilmesini sağlar.

**2. Sefalometrik Radyografi** Posteroanterior sefalogramlar(PA) mandibular yer değiştirmenin belirlenmesinde yararlı bir yöntem olarak görülmektedir (26, 27).

**3. Panoramik Radyografi:** Modifiye edilmiş tomogram olup tek bir film üzerinde üst ve alt çenenin birlikte görüntülenebilmesini sağlar. Mandibular simetri, dişler, sinüsler ve TME hakkında bilgi verir (29). Kemik ve dişlere ait anomaliler, düşük radyasyon altında, uygun bir biçimde izlenebilir. Eklem sadece tek bir planda görüntülediği için mandibular fossa ve artiküler eminens istenilen düzeyde gözlenemez (24). Panoramik görüntüleme tekniklerinin, hedeflenen anatominin form, yerleşim ve hacmi hakkında güvenli bilgi

verme yeteneği yoktur. Bununla birlikte bu görüntüleme, tanı amacından daha çok saklama amacı için oldukça değerlidir (29).

Sefalometrik ve panoramik radyografiler, sagittal plan ve TM eklemler arasındaki asimetrik ilişkinin, kondillerin hacim ve şekillerindeki farklılıkların, artiküler eminensin eğimi ve yüksekliği arasındaki varyasyonların, kondillerin glenoid fossa içindeki durumlarının belirlenmesinde yetersiz kalırlar (30).

**4. Kinetik x-ışını Görüntüleme (Digital Fluoroscopy):**Standart radyografik sistemlerin modifiye edilmiş şeklidir. Sistemde, maksimum doğruluk, minimum bozulmanın elde edilmesi için video kamera bulunur. Televizyon ekranı üzerinde hemen oluşan radyografik görüntünün uygun pozunun değerlendirilmesi ve görüntüdeki ince detayların belirlenebildiği çok iyi çözünürlüğe sahip olması tekniğin en önemli avantajlarındanır.

Sistemin dezavantajı ise görüntü yoğunluğunun küçük alanlarda elde edilmesidir. TM eklem dinamik görüntülenmesini sağlar (31, 32).

**5. Artrografi:** Eklem yumuşak doku anomalilerini belirleyebilmek, disk konumunu, disk perforasyonunu ya da posterior bağlantıların durumunu değerlendirebilmek amacı ile lokal anestezi altında TME içine radyoopak kontrast bir madde enjekte edilerek lateral transkraniyal veya lateral tomogramlar ile görüntü elde edilir. İnvaziv ve pahalı olan yöntem, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yönteminin kullanımının sınırlı kaldığı durumlarda tercih edilir. Yöntemin, hasta alt çene hareketlerini yaparken floroskopik gözlem altında dinamik bir çalışma yapılabilmesi, intrakapsüler enjeksiyon sırasında eklem hareketlerinde iyileşme olabilmesi, ağrının azalabilmesi, yumuşak doku perforasyonlarının belirlenmesinde en hassas yöntem olması gibi avantajlarının yanında; görüntüleme sırasında oldukça yüksek dozda radyasyon yayılması, uygulama tekniğinin ağrılı olması, disk direkt olarak gözlenemediğinden diskte perforasyonlar oluşmaması için uygulama sırasında zamanın iyi kullanılmasını ve gelişmiş el becerisi gerektirmesi, ortama verilen kontrast sıvıdan eklem etkilenebilmesine bağlı olarak preartrografik durumların doğru olarak belirlenememesi, kontrast maddeye karşı alerjik reaksiyonlar gelişebilmesi, lokal yüzeysel ya da periartiküler enfeksiyonlar varlığında tercih edilmemesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır (33).

**6. Artroskopi:** Eklem boşluklarının optik aletler yardımıyla büyütülerek televizyon ekranına aktarılmasıyla uygulanan bir cerrahi işlemdir. Kozmetik avantaj oluşturan küçük insizyonlar yapılması ve eklem içi yapılarının tümünün görülmesi avantajları arasındadır (34).

**7. Ultrasonografi:** Yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılarak vücut içindeki organların ve diğer yapıların görüntülenmesi olan yöntem, esas olarak diz ve omuz gibi vücudun iki tarafında da yer alan (diarthrodial) eklemlerin değerlendirilmesinde kullanılmakta olup son yıllarda TME çalışmalarında da kullanıldığı izlenmektedir. TM eklem sert ve yumuşak dokularının dinamik olarak görüntülenebilmesine olanak sağlar (35).

Pek çok ön çalışma, diskin önde konumlanmasının (36-40), eklem içi düzensizliğinin tipinin (41) ve TM eklemdaki efüzyon varlığının (42-44) değerlendirilmesindeki doğruluğunu göstermektedir. Özellikle klinik olarak ağrılı eklemlerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlamaktadır (43). Bunun yanında hareketin kondiler sınırının da değerlendirilmesinde faydalı olabileceği bildirilmektedir (45) Ultrasonografi, invaziv olmayan bir yöntemdir, TME iç düzensizliğini belirlemek için kullanılan diğer yöntemlerden daha ucuzdur (46) ve göreceli olarak basit bir görüntüleme tekniğidir (35). En önemli sınırlılığı, ses dalgalarının (ultrasound) önlerindeki sert dokular nedeniyle sapmaları ve anormal yansımalarıdır. Bu nedenle iki sert doku arasında yerleşmiş ve ses dalgaları kaynağından uzak olan eklem diskinin tanımlanması oldukça zorlaşır (35).

**8. Konvansiyonel Tomografi:** Görüntü, film ve x-ray kaynağının birlikte hareketi ile oluşturulur. Mediolateral ya da antero-posterior görüntüler oluşturabilmek için eklem boyunca kondiler uzun eksene paralel ya da dik parçalar alınarak, eklem anatomisinin 0.5-10 mm arasında seçilen kalınlıklarda izlenebilmesine olanak sağlar. Kemik yüzeylerine net görüntüler elde edilebilmesi çok önemli bir avantaj iken anomaliler konvansiyonel radyografilerdeki gibi açıklanamaz. En önemli dezavantajları ise, uygulama güçlüğü, yüksek radyasyon yayması ve maliyetidir (24).

**9. Bilgisayarlı Tomografi (BT):** Hastanın üzerinde yattığı masa sabit konumda iken vücudun seçilen planlarından (genellikle aksiyal) hastaya ince bir demet şeklinde x-ışını gönderilir ve dokuların farklı yoğunluklarına bağlı olarak bir adet kesit görüntü elde edilir. Yeni bir kesit almak istenirse masa istenilen miktarda aygıtın içine ilerletilir. 1-13 mm arasındaki kalınlıktaki aksiyel BT bölümlerinden elde edilen bilgiler, sagittal, frontal ya da TM eklem üç boyutlu görüntüsünü oluşturmak üzere bilgisayar ekranında şekillendirilir. Sonuçta dokuların birbiri ardısıra oluşturulan kesitsel görüntüleri filme aktarılabilmesi gibi gerektiğinde tekrar bilgisayar ekranına getirmek üzere optik diskte depolanabilir (24). Bilgisayarlı tomografinin TM düzensizliklerin belirlenmesinde esas kullanım alanı, kemik yapı ve yoğunluklarının analiz edilmesidir. Özellikle sert dokuların dejenerasyonu ya da travmalarında kullanılır. Konvansiyonel tomografiden daha az radyasyon yayılır veya yoğunluk değişikliklerini çok daha hassas olarak belirleyebilir (28).

**10. Manyetik Rezonans Görüntüleme** Bu yöntemde manyetik bir alan içerisinde incelenmek istenilen bölgeye radyo dalgaları gönderilir. Görüntünün oluşumu dokulardaki hidrojen iyonlarının (hidrojen tek proton içerdiği ve insan dokularında en fazla bulunan element olması nedeniyle kullanılır) miktarına bağlıdır.

Radyo dalgalarının uyardığı hücrelerdeki hidrojen iyonlarının çekirdek konumu, radyo dalgaları ve kuvvetli manyetik alandan etkilenir. Su ve yağ gibi hidrojen iyonunca zengin olan elemanlar yüksek yoğunluğa sahip işaretler oluştururlar (24). Dokulardan elde edilen yoğunluğa göre bilgisayar ortamında görüntü oluşturulur. Yumuşak doku kontrastı en yüksek görüntüleme yöntemidir bu teknik kullanılarak patolojik dokular çok kolaylıkla saptanabilir, yani yöntemin sensitivitesi çok yüksektir. Tekniğin bu yüksek sensitivitesi yanında, spesifisitesi bu derece yüksek değildir. İnvaziv olmaması, iyonize radyasyon oluşturmaması, açık-kapalı ağız konumu görüntülerinde eklem ile birlikte disk konumu da değerlendirilerek eklem durumu hakkında oldukça değerli bilgiler verebilmesi, hem yumuşak dokular hem de sert dokuların değerlendirilebilmesi, doğrudan transvers, sagittal ve koronal görüntü elde edilebilmesi, çok kesitli görüntüleme sağlanması, doku karakterizasyonu yapabilmesi ve kan akımını görüntüleme potansiyeli, bilinen biyolojik bir hasar oluşturmaması yöntemin avantajları olarak sıralanabilir (47-52). Yöntemin dezavantajları ise; disk perforasyonlarının görüntülenebilmesi ama artrografi kadar iyi bilgiler elde edilememesi, kemik ve kalsifikasyon iyi görüntülenemediği için eklem kemik yapılarının değerlendirilmesinde BT kadar doğru bilgi vermemesi, erken degeneratif lezyonların örtülenebilmesidir. Bunların yanında kalp kapağı protezi taşıyanlarda inceleme yapılamaması ve pahalı olmasıdır (24, 53).

TME iç düzensizlikleri ile ilişkili patolojik durumların saptanması ve tanısı için tek bir tanı yöntemi yoktur. MR görüntülemeleri 1985 yılından beri TM eklem kemiksel değişikliklerinin ve eklem içi düzensizliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (51, 55-58).

MRG, TM eklem farklı seviyelerinde açık ve kapalı konumlarda diskin yerleşimini gösterir (22). 1993'de yöntemin disk konumunun belirlenmesindeki doğruluğu gösterilmiştir (55). MRG disk konumu ve morfolojik düzensizliklerini doğru olarak tanımlar ve diskin yer değiştirdiğinden şüphe duyulan klinik durumlarda, doğrulamak amacı ile kullanılır (55, 59). Disk perforasyonları MR ile görüntülenebilir ama bu gibi durumlarda artrografi tercih edilmelidir (24). Yapılan çalışmalar MR görüntüleme yönteminin %73-95 arasında tanı doğruluğunu göstermektedir (18, 57). MRG ile disk konumunun %85, disk şeklinin %77 ve kemik düzensizliklerinin %100 doğruluk oranında



belirlenebildiği rapor edilmektedir (54). Diğer bir çalışma ise, MR görüntülemenin disk konumu ve disk formunun değerlendirilmesinde %95, kemik yapı değişikliklerin değerlendirilmesinde %93 doğruluk sağladığını göstermektedir (55).

TME düzensizliklerinin değerlendirilmesinde MRG, BT ve artrografinin kullanılmasının, düzensizliklerin tanısındaki güvenilirlikleri hakkında derleme çalışmaları yapılmış ve disk konumu ve şekillerinin tanısında MR görüntülemenin başarılı sonuçlar verdiği gösterilmiştir. MR görüntülemenin en büyük avantajının TM eklemdeki farklı yumuşak dokuları ayırt edilebilme kapasitesi olduğu belirtilmektedir (50, 61-64). Disk deplasmanlarının tanısında en yaygın olarak kullanılan tanı yöntemi MR görüntülemidir (65).

Helikal BT X-ışını kaynağı, 20 ile 80 sn boyunca kesintisiz olarak X-ışını üretirken hastanın üzerinde bulunduğu masa istenilen hızda BT cihazına ilettilir. Tek bir kesit yerine masanın ilerleme miktarı kadar kalınlıkta bir blok incelenir. Bloğun şekli bir spirali andırdığı için yöntem, “spiral” ya da “helikal” adı verilir ve MRG tekniklerini karşılaştıran son çalışmalar, anterior disk deplasmanlarının değerlendirilmesinde aksiyal helikal BT görüntülerinin MR görüntülemeye eşit görüntüler elde ettiğini göstermektedir (66).

Disk deformasyonlarının daha rahat ve sağlıklı görüntülenebilmesi için kondil-disk ilişkisinin dinamik olarak izlendiği görüntüleme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu görüntüleme yöntemi, invaziv olmamalı, yüksek örnekleme oranına, yüksek sinyal/gürültü (radyolojik inceleme yapılırken incelenecek dokudan gelen ve görüntü oluşmasını sağlayan sinyal miktarının ortamda bulunan ve görüntü oluşumunu negatif yönde etkileyen parazitik sinyal miktarına oranıdır. Oran yüksek olursa görüntünün kalitesi yüksek, düşük olursa görüntü granüllü ve kalitesi anatomik detaydan yoksun olur) oranına sahip olmalı, kolaylıkla uygulanabilmeli, spontan hareketlerin kaydedilmesine izin vermelidirler (67).

**Disk-kondil yapısının dinamik analizini yapmak için günümüzde aşağıdaki görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır;**

**1. Fluoroskopi ile kombine edilmiş artrografi:** Artrografinin avantajı, yüksek örnek oranına sahip olması ve dolayısıyla bu teknikte kaydedilen hareketin süreli olarak ele alınabilmesidir. Belirgin dezavantajı ise, x-ışını kullanımı ve eklem boşluğuna kontrast madde enjeksiyonudur (68-70).

**2. Pseudodinamik MRG (CINE):** Farklı derecelerdeki ağız açılımlarında taranan bir dizi MR görüntüleri depolanarak bir ortama kaydedilir ve çene hareketinin resimlenmesi için

devamlı olarak oynatılır. Açma hareketinin sayısı ne kadar fazla olursa hareketin detayları o kadar iyidir, ancak görüntüleme süresi uzar (28, 71).

Diğer yandan sadece bir düzlemde eklem hareketlerinin değerlendirilebilmesi, farklı aşamalar arasında meydana gelen olayların fazla açma sayısında kaydedilebilmesi nedeniyle, asıl hareket kaydının yapılamaması CINE MR görüntülemenin tanısal değerinin sorgulanmasına neden olmaktadır (72).

**3. MRG movie:** Tetikleyici atomlardan progresif olarak artan zaman aralıklarında, çoklu döngüler sırasındaki taramaların tetiklenmesi için biyolojik sinyali olan bir dizi görüntüyü kaydetmek esasına dayanır. Daha sonra bu görüntü dizileri, CINE tekniğindeki gibi aşama aşama tekrar oynatılır. MRG *movie* tekniğinde, kaydedilen tüm döngülerin eşit olduğu varsayılır. Alt çene hareketlerini belirlemek ve taramaları tetikleyen atomları oluşturmak için bir basınç alıcısı kullanılarak görüntü elde edilmesi TM ekleme uygulanmaktadır. Ancak TM eklem 3 görüntüsünü kaydetmek için gereken tüm süre yaklaşık 4 dakikadır ve disk-kondil ilişkisindeki değişimleri anında yakalamak için yine de uzun bir süredir (73).

**4. Dinamik Sterometre:** Eklem içinde üç boyutlu ölçümlerin yapılabilmesine izin verir (74).

## **9.5 Manyetik rezonans görüntüleme(MRG)**

### **9.5.1 MRG'nin tanımı:**

MRG doku kontrast çözümü gücü en yüksek olan radyolojik görüntüleme yöntemidir. Bu yeni teknoloji ile sağlanan görüntüler sayesinde sağlıklı ve hastalıklı doku arasındaki fark çok iyi anlaşılmaktadır. Bu özelliği ile başta santral sinir sistemi olmak üzere vücuttaki tüm yumuşak dokuların kesitsel olarak incelemesinde kullanılır. İncelenen vücut dokusunun özellikleri, boyutları ve yerleşimi hakkında birçok detaylı bilgiye ulaşılır. Bu bilgiler hızlı ve doğru tanıya varabilmek için çok büyük önem taşır. Yöntemin bir diğer önemli özelliği X-ışını kullanılmamasıdır. Sinyal kaynağı vücudumuzdaki hidrojen atomlarıdır. Görüntülemenin temeli manyetik alanda vücuda radyo dalgası gönderilerek manyetik alan etkisindeki dokularda manyetik etkiyi değiştirme ve bu değişimden sonra tekrar manyetik alanın etkisine geçerken dokulardan gelen sinyalleri alarak görüntü oluşturmaya dayanır.

### 9.5.2 MRG'nin tarihi gelişimi:

Manyetizmin ortaya çıktığı Manisa'da doğal manyetik demir oksit bol miktarlarda bulunmaktaydı ve ilk defa orada bu elementin davranış özelliği gözlemlendi. Elektrik ve manyetizm konusunda bilimsel çalışmalar ise 18. yüzyılın sonlarına doğru başladı. Bu alanda çalışmalar yapan önemli ilk isimler: Ampere, Bohr, Coulomb, Curie, Faraday, Gauss, Hertz, Oersted, Tesla ve Weber'dir. İlk defa 1939 yılında Dr.İsador Rabi ve arkadaşları manyetik rezonansı (MR) gözlemlədiler. 1946 yılında ise Harvard Üniversitesi'nden Edward M.Purcell ve Standford Üniversitesi'nden Felix Bloch birbirlerinden bağımsız olarak parafin, mum ve suyun MR özellikleriyle ilgili yaptıkları deneysel çalışmalarla 1952 yılında Nobel ödülünü kazandılar. Daha sonra Kayseri'den ABD'ye göçmen olarak giden Ermeni asıllı Raymond Damadian 1971 yılında, Paul Lauterbur 1973'te MR ile insan vücudunun görüntülenebileceğini gösterdiler.1980 yılında Aberdeen grubu tarafından görüntü elde edilmesinde iki boyutlu Fourier Transform tekniğinin kullanımı ortaya kondu. 1984 yılında ilk defa MRG'de kontrast madde kullanılmaya başlandı.1986 yılında hızlı görüntüleme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (75, 76).

Türkiye'de ilk defa 1989 yılında İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik anabilim dalında kullanılmaya başlanmıştır.

### 9.5.3 MRG cihazının yapısı:

Bir MRG cihazının en önemli parçası sabit(dış)manyetik alanı oluşturan mıknatıstır. Manyetik güç birimi Tesla ya da gauss ile ifade edilir. (Tesla=10000 gauss) Dünyanın da sabit bir manyetik alan gücü bulunmaktadır ve bu 0.3 ile 0.7 gauss arasında değişmektedir. MRG sistemlerinde kullanılan mıknatısların manyetik alan gücü ise 0.3 Tesla ile 1.5 Tesla arasında değişmektedir. MRG cihazlarında çeşitli tipte mıknatıslar kullanılabilir. Bunları özelliklerine göre üç ana grupta sınıflandırıyoruz:

**1-Permanent magnetler:** Bu tür magnetler hepimizin bildiği doğal çubuk mıknatısların büyütülmüş şekli gibidir. Bunlar doğal mıknatıslardır. Manyetik alan oluşturmak için herhangi bir enerji gereksinimi göstermezler ki bu durum permanent magnetlerin önemli bir avantajını oluşturur. Ayrıca soğutulmaya ihtiyaç duymadıklarından maliyetleri çok ucuz olmaktadır. Ancak önemli iki dezavantajları vardır. Bunlardan birincisi termal instabiliteleri vardır ki bu durum manyetik alan gücünü kısıtlayıcı bir faktördür. İkincisi ise doğal mıknatıslarla oluşturulacak bir MRG magneti çok ağır olmaktadır. Örneğin 0.3 T gücündeki bir permanent magnet yaklaşık 100 ton'dur. Bunun sebebi ise demir, neodim ve

brom gibi maddelerin tuğla gibi dizilip kullanılmasıdır. Bu magnetlerin kullanılacağı cihazlarda yerleştirilen madde manyetik alana dik olarak yerleştirilmelidir.

**2-Resistive magnetler:** Sarmal bir telden geçirilen elektrik akımı sonunda manyetik alan oluşturan mıknatis şeklidir. Dolayısıyla bunlara elektromagnet adı da verilmektedir. Ayrıca bu tür magnetleri demir çekirdekli ve hava çekirdekli olmak üzere ikiye ayırmaktayız. Demir çekirdekli yapılar içlerinde C ve H atomların ve de demir bir blok içermektedir. Bu demir bloğun çevresi genellikle bakır bir telle sarılmıştır. Hava çekirdekli magnetlerin içerisinde ise metal blok bulunmamaktadır ve iletken teller boşluğa sarılı şekildedir. Bu tür magnetlerin manyetik alan üretmesi için sürekli bir elektrik akımına ihtiyaç vardır, dolayısıyla elektrik enerjisiyle çalışırlar. Sürekli elektrik akımı magneti oluşturan tel sarmallarının ısınmasına neden olduğundan sistemin sağlıklı çalışabilmesi için bir de elektro magnetin soğutulması gerekmektedir. Permanent magnetlerle karşılaştırıldıklarında elektromagnetler daha yüksek magnetik alan üretebilirler. Ancak bunları çok yüksek manyetik alan üretmekte kullanmak akılcı bir yaklaşım değildir, çünkü oluşan ısıyı gidermek büyük sorunlar yaratmaktadır. Bu magnetin kullanıldığı cihazlarda yerleştirilen madde manyetik alan paralel olarak yerleştirilmelidir.

**3-Superconductive magnetler:** Bugün için dünyada en yaygın olarak kullanılan magnetlerdir. Çünkü bu magnetler ile diğer magnetlerden daha güçlü manyetik alan elde edilebilmektedir. Bu magnetlerde kullanılan akım taşıyıcılar özel süper iletken metallere yapılmıştır. Ancak bu süper iletkenlerden sürekli elektrik akımı geçitecek olursak bunlar da iletkenliklerini kaybederler. Bu nedenle etkin ve hızlı bir şekilde soğutulmaları gerekir. Bu amaçla Cryogenler (helyum, nitrojen) kullanılır. Süper iletken magnetler mükemmel bir manyetik alan homojenitesine sahiptirler ve oldukça yüksek manyetik alanlar üretebilirler. En önemli dezavantajları ise çok pahalı soğutma elementleri kullanılmasına ihtiyaç duymalarıdır. Bu tür magnetlerde de rezistiv magnetlerde olduğu gibi yerleştirilen madde cihaza paralel olmalıdır.

### **MR cihazında kullanılan RF coiller**

MR görüntüleme kullandığımız RF pulse'un verilmesinde ve uyarılmış protonlardan gelecek olan sinyallerin kaydedilmesinde RF coil dediğimiz sistemler kullanılmaktadır. Bunlar amaca yönelik çeşitli özellik ve tiplerde olabilmektedirler.

**1-Volüm Coiller:** Bu coiller bütün MR cihazlarında mevcuttur. Bunlar vücudu çepeçevre sararlar. Vücut coili MR cihazının sabit bir parçasıdır. Geniş vücut bölgelerinin görüntülenmesinde bu coil kullanılmaktadır.

**2-Shim Coiller:** Bunlar superconductive, rezistiv magnetlerde ana magnetin iç kısmında bulunmaktadır. Bunlar özellikle elektromagnetlerin homojen bir manyetik alan üretmesini sağlamak amacıyla kullanılan elektrik ve mekanik düzeneklerdir. Eğer hastaya uyguladığımız güçlü magnetik alan homojen olmaz ise çıkacak olan kesitte uzaysal lokalizasyonda hatalar olacaktır.

**3-Gradient Coiller:** Bunlar sabit manyetik alanda sistematik biçimde manyetik alan gücünü değiştiren ve bu amaçla lineer magnetik alan üreten sistemlerdir. Kullanım amaçları MR tetkikinde incelenecek olan kesit bölgesini tesbit etmektir. Uzaysal boşlukta 3 düzlem(transvers, sagital, koronal) bulunduğu için gradient coiller de bu 3 düzlem yönünde 3 takımında oluşur.

**4-Yüzey coiller:** Bunlar doğrudan doğruya incelenecek vücut bölgesi üzerine konularak kullanılan coillerdir. Bu coiller sadece sinyal kaydedici olarak işlev görürler. Bu nedenle bunların kullanıldığı durumlarda RF pulse vücut coili tarafından gönderilir.

#### **9.5.4 MRG'nin temel fiziği:**

MRG'nin fizik prensiplerini öğrenebilmek için öncelikli olarak temel fiziğini basitçe öğrenmemiz gerekmektedir. Atom çekirdeğinin temel yapısını proton ve nötron adı verilen nükleonlar oluşturmaktadır. Proton ve nötronlar kendi eksenleri etrafında devamlı olarak bir dönüş hareketi göstermektedir. Bu dönüş hareketine spin hareket adı verilir. Bu dönüş hareketi sayesinde nükleonlar, çevrelerinde doğal bir manyetik alan oluştururlar. Eğer çekirdekte iki nükleon birden varsa bunlar birbirlerinin spin hareketini yok ederler ve buna bağlı olarak da doğal manyetizma olmaz. Bu nedenle sadece tek sayıda nükleonu bulunan çekirdeklerde doğal manyetizasyon ya da bir başka deyişle manyetik dipol hareketi bulunmaktadır. İşte rezonans etkisinin oluşturulmasında altta yatan temel kavram budur. MRG'de sinyal kaynağı olarak manyetik dipol hareketine sahip yani proton ve nötron sayıları çift ve eşit olmayan çekirdeklerden yararlanılır. Bu özelliğe sahip hidrojen, karbon, sodyum ve fosfor atomları doğada bulunmaktadır. Bunlardan hidrojen atomu tek bir protondan ibaret çekirdek yapısı ile en güçlü manyetik dipol hareketine sahip olması, su ve yağda daha yoğun olmak üzere biyolojik dokularda yaygın olarak bulunması nedenleri ile MRG'de sinyal kaynağı olarak tercih edilmektedir. Normalde dojular içinde rastlantısal olarak dağılmış ve net manyetizasyonu 0 olan H çekirdeklerinin dipolleri, güçlü bir manyetik alan içine yerleştirildiklerinde manyetik alan paralel ve antiparalel şekilde dizilirler. Manyetik alana paralel dizilim gösteren protonların sayısı, antiparalel dizilim gösterenlere göre biraz daha fazla olduğundan manyetik alana paralel net bir

vektörel manyetizasyon ortaya çıkar. Protonlar manyetik alanda paralel ve antiparalel şekilde dizilirken, bir yandan kendi etraflarındaki spin hareketini sürdürür, bir yandan da içine yerleştikleri manyetik alanın gücü ile orantılı olarak değişen salınım hareketi gösterirler. Yani dış manyetik alan gücü ne kadar yüksekse protonların salınım hızı da o oranda yüksek olacaktır. Salınım hareketi ana manyetik alan gücüyle ilişkili olarak Larmor frekansı adı verilen bir frekansta gerçekleşir (75, 76).

## **9.6 Yüksek çözünürlüklü mikroskopi koiller:**

Gelişmekte olan MRG teknolojisinde mikroskopik koilin etkinliği giderek artmaktadır. Konvansiyonel yüzeyel koiller, vücudun el ve ayak gibi periferik kısımlarının MR ile görüntülenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır. Ancak bu konvansiyonel yüzeyel koillerin uzaysal rezolüsyonu görüntüleme alanının küçülmesi ile birlikte düşmektedir. Mikroskopik koiller vücuttaki küçük ve yüzeyel anatomik oluşumların ve patolojilerin görüntülenmesinde yüksek sinyal gürültü oranı (SNR: signal-to-noise ratio) sağlaması avantajı ile geliştirilmiştir. Mikroskopik koiller vücudun birçok yerlerinde MR görüntülemeye kullanılmıştır. Kanemaki ve ark. (77) memede intraduktal papillomalarda 0.8 mm kadar küçük boyutlarda erken boyanma ve geç boşalma (wash-out) özelliklerinden faydalanarak papillom tanısını sağlamışlar. Orbital glob ve orbital yapıların normal anatomik incelemesinde Saldana ve ark. (78) , el ve ayak yumuşak doku tümörlerinde Lee ve ark. (79) mikroskopik koilleri başarı ile kullanmışlardır. Tanaka ve ark. Triangular fibrokartilaj kompleksinin normal anatomisinin incelenmesinde mikroskopi koilleri konvansiyonel yüzeyel koille karşılaştırmalı olarak değerlendirmiş ve mikroskopik koiller ile daha yüksek SNR ve görüntü kalitesi elde etmişlerdir (80).

Tüm çalışmalarda konvansiyonel koilden üstünlükleri; yüksek uzaysal çözünürlük, düşük FOV(field of view), yüksek SNR, daha ince kesit kalınlıkları ile değerlendirebilme olarak ortaya konulmuştur. Yaygın olarak 23 mm ve 47 mm çaplı mikroskopi koilleri çalışmalarda kullanılmıştır. Bizim çalışmamızda ise 47 mm mikroskopi koili kullanıldı.

## 10. GEREÇ VE YÖNTEM

### 10.1 Hasta grubu

Şubat 2011-Mayıs 2011 tarihleri arasında temporomandibüler eklem şikayeti olmayan 18-30 yaş arası 12 gönüllü çalışmaya dahil edildi. İki olgu disk deplasmanı bulunduğu için çalışmadan çıkarıldı. Çalışmamıza dahil edilen olguların 6'sı erkek 4'ü kadın, ortalama yaş 25.8 idi.

### 10.2 MR Görüntüleme:

MRG çekimleri, 1.5 T Philips Achieva marka MR cihazı ile yapıldı. Her olguya sağ TME'ye yönelik ağız kapalı pozisyonda 47 mm mikroskopik koil ve konvansiyonel fleks-S yüzeyel koil kullanılarak MRG çekimleri yapıldı (**Resim 1**). Her iki koil ile proton dansite ağırlıklı(PDW) sekans kullanılarak parasagittal ve parakoronal kesitler alındı. Mikroskopik koil için parametreler; TR:1500 ms,TE:35 ms, FOV:100 mm,Turbo faktör:6, EPI faktör:1, NSA:3, Matriks:250x400, kesit kalınlığı: 1.5 mm, kesit aralığı: 0.1 mm, kesit sayısı: 10, tetkik süresi: 6 dakika 18 saniye olarak uygulandı. Konvansiyonel fleks-S yüzeyel koil için parametreler; TR: 1500 ms, TE:30 ms, FOV: 170 mm, Turbo faktör: 3, EPI faktör: 1, NSA: 4, Matriks:221x320, kalınlık:3 mm, kesit aralığı: 0.3 mm, kesit sayısı: 10, tetkik süresi: 5 dakika 2 saniye olarak uygulandı. MRG cihazımızın maksimum gradient gücü 33 mT/m, slew rate değeri 180 mT/m/s. Mikroskopi koil merkezinden uzak alanlarda ortaya çıkan SNR kaybının giderilmesi için ticari olarak geliştirilmiş CLEAR (Constant Level Appearance) yazılımı kullanıldı. Bu yazılım ile görüntüleme alanı içerisinde tüm alanlarda sabit sinyal sağlanmaktadır.



Resim1. Çalışmamızda kullanılan konvansiyonel yüzeyel koil (solda) ve mikroskopi koil (sağda).



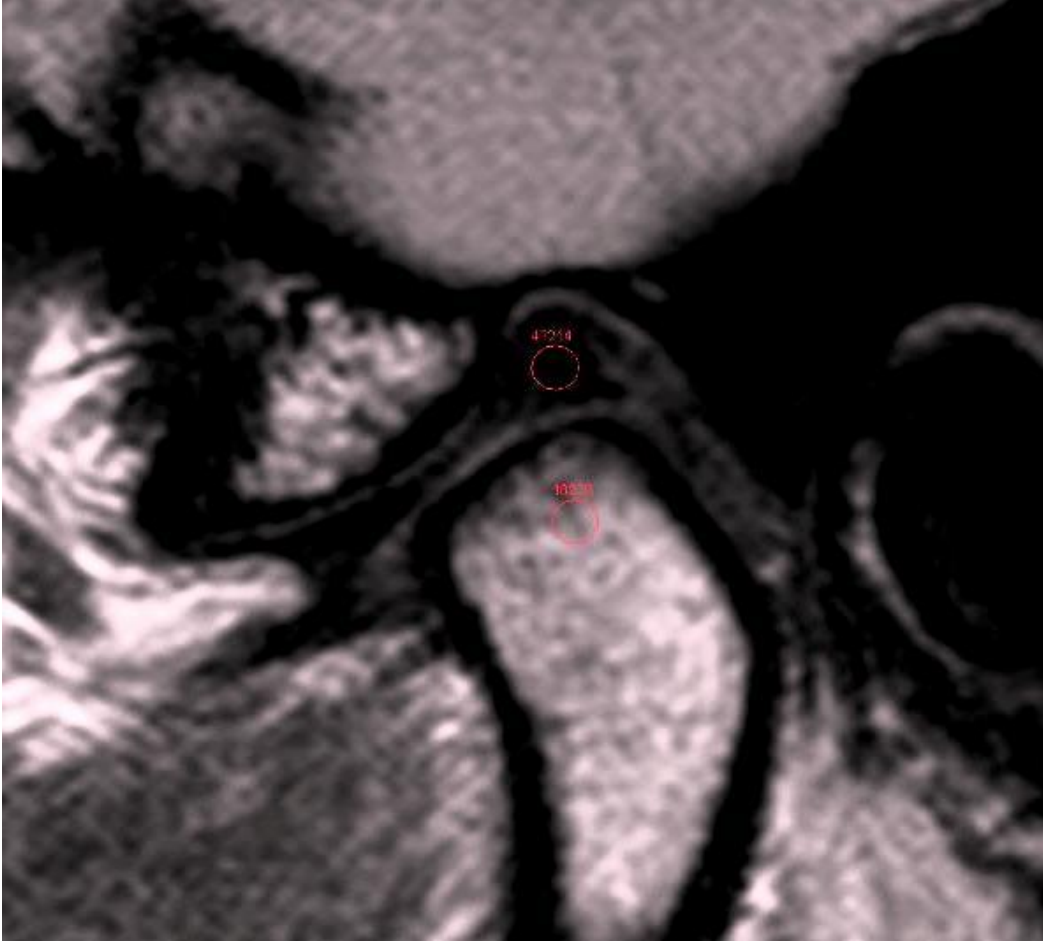
### 10.3 Kalitatif Analiz

Tüm MR görüntüleri iki radyolog tarafından hastanemiz görüntüleme sistemi üzerinden değerlendirildi. Değerlendiriciler görüntülerin teknik detayları hakkında bilgilendirilmeden yorumlarını yaptılar. Sagittal kesitlerde TME diskinin anterior, intermediate zon ve posterior bant, bilaminar zon üst ve alt komponentlerinin görülebilirliği, disk-çevre doku ayrımı, koronal kesitlerde kortikal kemik, disk- çevre doku ayrımı ve eklem kapsülü medial ve lateral bağlarının görülebilirliği her iki koil için değerlendirilerek 1 ile 5 puan arasında skorlandı. 1; çok kötü, 2; kötü, 3; orta, 4; iyi, 5; çok iyi olarak puanlama yapıldı. Ayrıca her iki koil için sagittal ve koronal görüntüler artefakt varlığı yönünden değerlendirildi.

### 10.4 Kantitatif Analiz

Kantitatif değerlendirme MR iş istasyonunda (Extended MR Workspace, Philips, Best, The Nedherlands) her iki koil sagittal görüntüleri üzerinden disk ve kondil başı kemik medullası arasındaki Kontrast Gürültü Oranı (CNR) değerlendirildi. Ölçümler her doku üzerine ROI (region of interest) konularak yapıldı (Resim 2). Disk için ortalama ROI 1-2 mm<sup>2</sup>, kemik medullası için 5 mm<sup>2</sup> alındı. Çekimler paralel görüntüleme tekniğiyle yapıldığından gürültüyü değerlendirmek için kullanmamız gereken dışarıdaki havanın sinyal intensitesinin standart deviasyonu ölçülemedi. Biz de bunun yerine CNR hesabı için şu formülü kullandık:

$$\text{CNR} = (\mathbf{I}_1 - \mathbf{I}_2) / (\mathbf{N}_1^2 + \mathbf{N}_2^2)^{1/2}, \quad \mathbf{I} = \text{signal intensity}, \mathbf{N} = \text{noise} \quad (81).$$



Resim 2. CNR hesabı için disk arka bandı ve kondil başı kemik medullasından ROI ile sinyal intensite ölçümü

### 10.5 İstatiksel Analiz

İstatiksel analiz için SPSS (versiyon 16.0) programı kullanıldı. Tüm kalitatif ve kantitatif ölçümler ortalama±standart sapma (SD) şeklinde kaydedildi. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testiyle değerlendirildi. Tüm veriler normal dağılım gösterdiği için koiller arasındaki karşılaştırma eşleştirilmiş *t* testiyle yapıldı. Değerlendiriciler arasındaki uyum Kappa(k) testiyle analiz edildi (**Tablo 1-2**). İstatistiksel anlamlılık için  $p < 0.05$  kabul edildi.

## 11. BULGULAR

### 11.1 Kalitatif Bulgular

**Tablo 3'**de her iki koil için anatomik yapıların kalitatif skorları görülmektedir. Diskin kısımları, bilaminar zon üst ve alt komponentleri, disk doku ayrımı, kortikal kemik ve eklem kapsül bağlarının görülebilirliği mikroskopik koilde konvansiyonel yüzeyel koile göre belirgin olarak üstün bulunmuştur.

### 11.2 Kantitatif Bulgular

Hesaplanan CNR değerleri karşılaştırıldığında mikroskopik koilin ortalama CNR değeri konvansiyonel yüzeyel koil ortalama CNR değerinden istatistiksel olarak anlamlı yüksek bulunmuştur. ( $10.46 \pm 2.04$ ' ye karşılık  $8.30 \pm 1.98$ ,  $p < 0,0001$ ) (**Tablo 3**).

**Tablo 1.** Mikroskopi koil ile yapılan MR çekiminde değerlendiriciler arası uyumu gösteren kapa (κ) değerleri

	<b>Kappa (κ) değeri</b>
<b><i>Sagittal PDW</i></b>	
Disk anterior bandı	0,66
Disk posterior bandı	0,53
Disk intermediate zone	0,52
Bilaminer zone (üst)	0,42
Bilaminer zone (alt)	0,71
Disk- çevre doku ayrımı	0,66
<b><i>Koronal PDW</i></b>	
Disk-çevre doku ayrımı	0,50
Kortikal kemik	0,62
Medial bağ	0,40
Lateral bağ	0,41

**Tablo 2.** Konvansiyonel yüzeyel koil ile yapılan MR çekiminde değerlendiriciler arası uyumu gösteren kapp (κ) değerleri

	<b>Kappa (κ) değeri</b>
<b><i>Sagittal PDW</i></b>	
Disk anterior bandı	0,65
Disk posterior bandı	0,66
Disk intermediate zone	0,66
Bilaminer zone (üst)	0,67
Bilaminer zone (alt)	0,72
Disk- çevre doku ayrımı	0,69
<b><i>Koronal PDW</i></b>	
Disk-çevre doku ayrımı	0,49''
Kortikal kemik	0,82
Medial bağ	0,70
Lateral bağ	0,69

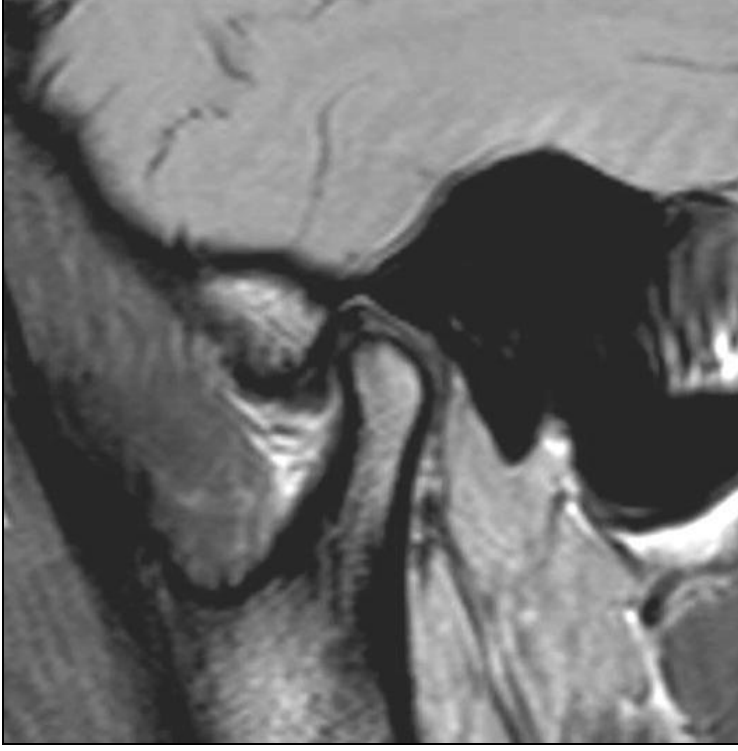
**Tablo 3.** Mikroskopi koil ve konvansiyonel yüzeyel koil skorlarının karşılaştırılması

	<b>Mikroskopi koil</b>	<b>Fleks-S koil</b>	<b>P değeri</b>
<i>Sagittal PD</i>			
Disk anterior bandı	4,30±0,64	3.10±0,68	0.001
Disk posterior bandı	4,26±0,80	2.76±0,64	0.003
Disk intermediate zone	4,26±0,72	2.56±0,68	0.000
Bilaminer zone (üst)	4,06±0,60	2.26±0,72	0.000
Bilaminer zone (alt)	3,40±0,88	2.16±1,00	0.003
Disk- çevre doku ayrımı	4,30±0,64	3.06±0.68	0.001
CNR	10.46±2,04	8,30±1,98	0.000
<i>Koronal PD</i>			
Disk-çevre doku ayrımı	3.96±0.68	1.86±0.66	0.000
Kortikal kemik	4.86±0.34	2.76±0.64	0.000
Medial bağ	3.46±0.50	2.20±1.12	0.007
Lateral bağ	4.00±0.40	1.80±0.76	0.000

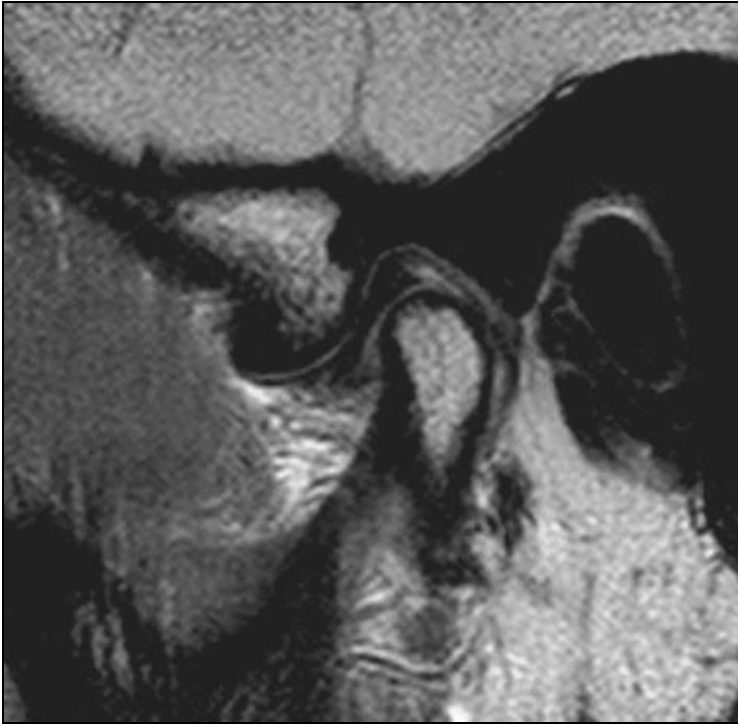
**OLGULARDAN**

**ÖRNEKLER**

**Resim 3.** 21 yaşında kadın: Proton dansite sagittal kesitler A. Konvansiyonel yüzeyel koil görüntüsü B. Mikroskopi koili görüntüsü



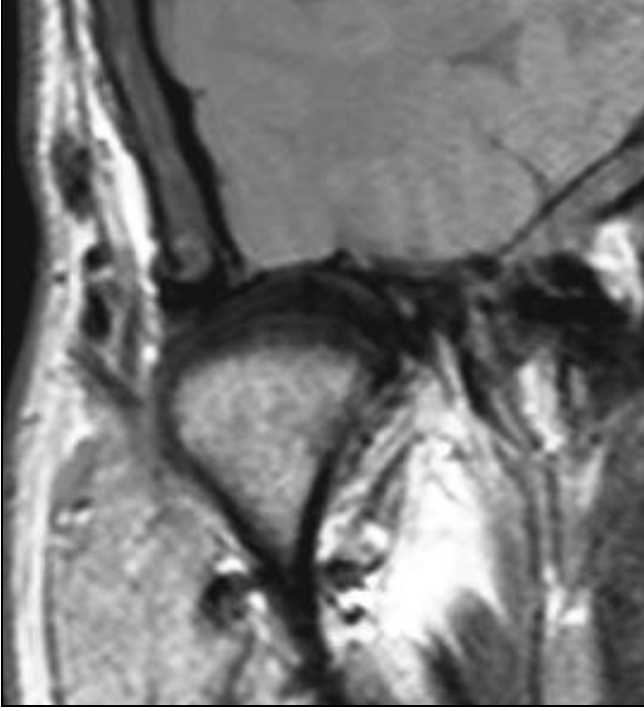
A.



B.



**Resim 4.** 30 yaşında erkek: Proton dansite koronal kesitler A. Konvansiyonel yüzeyel koil görüntüsü B. Mikroskopi koili görüntüsü

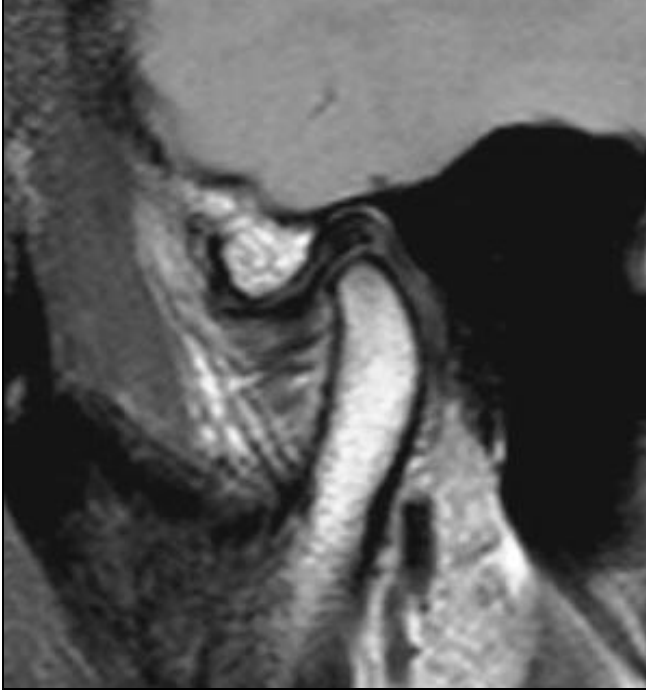


A.



B.

**Resim 5.** 31 yaşında erkek: Proton dansite sagittal kesitler A. Konvansiyonel yüzeyel koil görüntüsü B. Mikroskopi koili görüntüsü

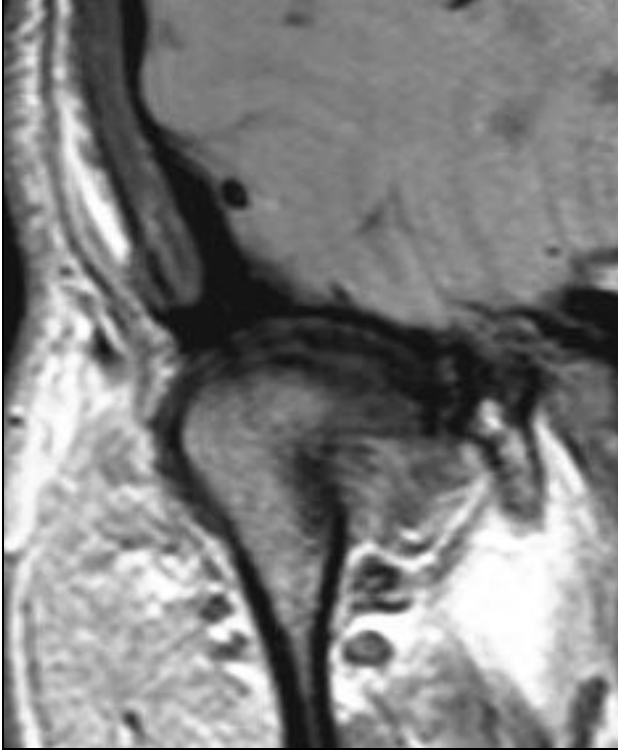


A.



B.

**Resim 6.** 29 yaşında erkek: Proton dansite koronal kesitler A. Konvansiyonel yüzeyel koil görüntüsü B. Mikroskopi koili görüntüsü

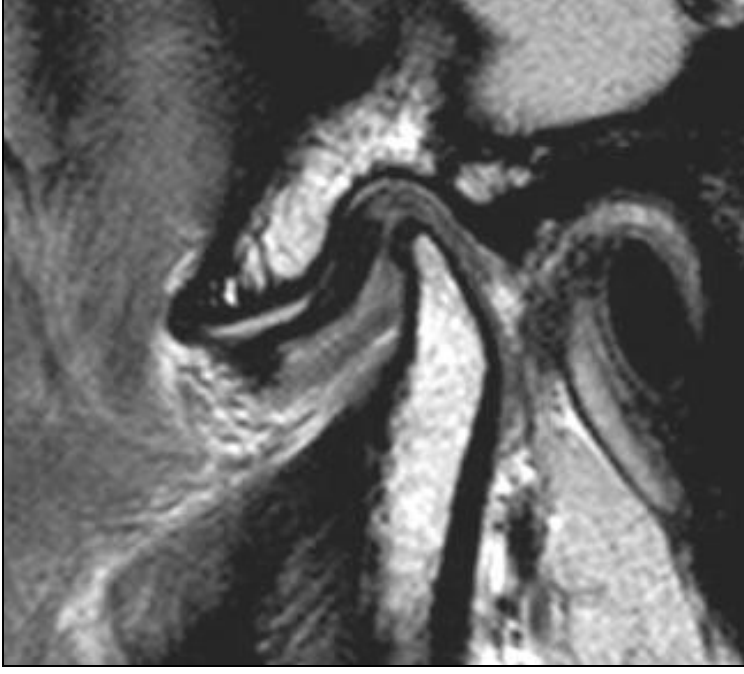


A.



B.

**Resim 7.** 22 yaşında kadın: Mikroskopi koili ile elde edilen proton dansite sagittal kesit (A). Diskte anteriora deplasman (Hasta analizlere dahil edilmedi). Mikroskopi koili ile elde edilen proton dansite koronal kesit (B). Disk kondilin önünde.



A.



B.

## 12. TARTIŞMA

Temporomandibüler eklem (TME), kafa tabanında bulunan, temporal kemik ile mandibula kondili arasında bikonkav fibröz bir disk (menisküs) tarafından üst ve alt eklem boşluklarına ayrılan, bir çift, simetrik, hareketli, sinovyal diartrodial eklemdir. TME'nin alt yüzeyini mandibula kondili, üst yüzeyini ise temporal kemiğe ait glenoid fossa ve artiküler eminens (artiküler tüberkül) oluşturur (7). TME hastalıkları, temel olarak glenoid fossa, mandibular kondil, eklem diski ve ilgili kaslara ait işlevsel ve yapısal sorunlara bağlı olarak ortaya çıkar. Bu yüzden doğru tanı için bu yapıların en güzel şekilde görüntülenmesi gerekir. Geçmişte yaygın olarak kullanılan radyografi ve konvansiyonel tomografi kemik yapılar hakkında nispeten değerli bilgiler sağlamakla birlikte, yumuşak dokuların görüntülenmesinde yetersiz kalmıştır.

TME işlev bozukluğu ve ağrısı olan hastalarda en sık neden diske ait bozukluklardır. Dolayısıyla uygun ve doğru tedavinin belirlenmesi için, TME hastalıklarının en önemli kategorisi olan disk işlev ve yapısal bozukluklarının ortaya konması gerekmektedir. Disk deplasmanlarının ve eklem boşluğunun değerlendirilmesinde 1970-1990 yılları arasında birincil yöntem artrografi olmuştur. Ancak, invaziv, vakit alıcı ve teknik güçlüğü olan bu yöntem yerini önce BT'ye sonra MRG'ye bırakmıştır. Travma, konjenital anomaliler, enfeksiyon ve artrit gibi esas olarak kemiklerde değişikliklere yol açan durumlarda oldukça değerli olan BT diskin değerlendirilmesinde yetersiz kalmıştır (2, 3).

MRG mükemmel yumuşak doku rezolüsyonuyla diskin, destek yapıların ve komşu kasların görüntülenmesini üstün bir şekilde sağlamıştır. Her planda inceleme imkanı ile diskin medial-lateral deplasmanlarını gösterebilen tek görüntüleme yöntemidir (4). Disk perforasyonunu göstermede yetersiz olduğu ileri sürülmüşse de, perforasyonların genellikle disk deplasmanlarıyla birlikte oluşu ve ortaya konmasının tedavi yaklaşımını değiştirmemesi bu sınırlamayı önemsiz kılmaktadır (3). Kortikal kemiğin gösterilmesinde ise BT'den zayıf olduğu söylenmekle birlikte, yapılan çalışmalar kortikal değişikliklerin önemli olduğu osteoartrit tanınmasında en az BT kadar başarılı olduğunu ortaya koymuştur (5, 6). MRG, eklem sıvıları, adezyonlar, retrodiskal doku değişiklikleri, tümör ve artrit gibi patolojilerin tanınmasında da değerlidir. Artrografinin diskin ve eklemin gerçek zamanlı hareketlerindeki üstünlüğü kinematik MR ile karşılanmaktadır (7).

TME rutin MR incelemesi konvansiyonel yüzeyel koiller kullanılarak yapılmaktadır. Konvansiyonel yüzeyel koiller el, ayak, bilek, diz gibi vücudun periferel kısımlarında ve

diğer yüzeyel yapıların MRG görüntülenmesinde de rutin olarak kullanılmaktadır. Ancak konvansiyonel yüzeyel koiller küçük FOV'da azalmış SNR ile büyük FOV'da ise azalmış uzaysal rezolüsyon sorunu ile karşı karşıya kalmaktadır. Daha ayrıntılı görüntüleme için en önemli parametrenin yüksek SNR gerekliliği olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır. Bu yönde, yüksek SNR elde etmek için geliştirilmesi gereken en önemli aparatın çok hassas yüzeyel koiller olduğu bilinmektedir. Bu amaçla geliştirilen mikroskopi koiller güçlü manyetik gradientlerle kombine edildiğinde istenilen SNR değerleriyle yüksek çözünürlüklü görüntüler elde edilebilmektedir (8).

Mikroskopi koiller küçük FOV ve yüksek SNR sağlayabilme avantajlarına sahiptir. Kanemaki ve ark. (77) mikroskopi coil ile meme MR görüntüleme yaparak 0.8 mm'lik duktusları ve 1 mm gibi küçük lezyonları başarılı bir şekilde göstermeyi başarmışlardır. Yine Kanemaki ve ark.'nın yaptığı bir diğer çalışmada tekrarlayan subareolar apse öyküsü olan 12 hastaya 47 mm mikroskopi coil ile meme MR görüntüleme yapılmış ve meme ucunda sonografiyle gösterilemeyen 1.5 mm gibi küçük çaplı fistül ağzları görüntülenebilmiştir. Mikroskopi coil ile meme MRG; ters dönmüş meme ucu, apse kavitesi, fistüller, genişlemiş laktiferöz kanallar ve apse çevresindeki inflamatuvar işaretlerin saptanmasına olanak sağlayarak lezyon detaylarının gösterilmesinde sonografiden oldukça üstün bulunmuştur (83).

Saldana ve ark. (78) yaptıkları çalışmada orbital glob ve orbita yapılarının normal anatomik incelemesinde 47 mm mikroskopi coil kullanarak anatomik yapıları detaylı bir şekilde göstermeyi başarmışlardır. Mikrocoil ile T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda her üç planda (aksiyal, koronal ve sagittal) görüntüler alınmıştır. Konvansiyonel kafa coil ile tarama süresi orbital MRG deki süreye yakın bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da toplam tarama süresi her iki coilde birbirine yakın tutuldu. Ancak mikrocoilin tek TME eklemine taradığı sürede konvansiyonel coil iki eklemi de görüntülemiştir. Saldana ve ark.'nın çalışmasında alışılmış koillerin ve uzun karmaşık çekim protokollerinin kullanımına ihtiyaç duyulmaması ve hastaların daha iyi tolere etmeleri tekniğin avantajları olarak belirtilmiştir. Dezavantaj olarak da mikrocoilten uzaklaştıkça sinyal intensitesinin dereceli olarak azalması belirtilmiştir. Bunun da yüzeyel coil görüntülemeye özgü kaçınılmaz bir dezavantaj olduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak mikrocoil kullanımının görüntü çözünürlüğünü belirgin olarak arttırdığı ve buna bağlı olarak tanı doğruluğuyla birlikte cerrahi planlamaya katkı sağladığını bildirmişlerdir.

Lee ve ark. (79) el ve ayak yumuşak doku tümörlerinde mikroskopi koillerini başarı ile kullanmışlar ve konvansiyonel yüzeyel koilden üstün görüntüleme özelliklerine sahip

olduğunu göstermişlerdir. Çalışmalarında el ve ayakta yumuşak doku kitlesi bulunan 16 hastaya 1.5 T MR cihazıyla 4.7 mm mikroskopi koil ve konvansiyonel yüzeyel koil ile çekimler yapılmıştır. MR görüntülerinde kitle boyutu, sayısı yerleşimi, morfolojik detayları, lezyon uzanımı ve kenar keskinliği, büyüme paterni ve kitle ile komşu anatomik yapılar arası ilişkiler kalitatif olarak; kitlelerin sinyal-gürültü oranları her iki koil için de ölçülerek kantitatif olarak değerlendirme yapılmıştır. MR bulguları karşılaştırılmış, cerrahi ve histopatolojik bulgularla korele edilmiştir. Mikroskopi koil ile kitleler ve özellikleri belirgin ölçüde daha iyi görüntülenmiştir. Mikroskopi koil ile saptanan üç kitle konvansiyonel yüzeyel koil ile görüntülenememiştir. Yaklaşık 1.6 mm kadar küçük lezyonlar mikroskopi koil ile saptanabilmiştir. Mikroskopi koil sinyal-gürültü oranları konvansiyonel yüzeyel koilden anlamlı derecede yüksek bulunmuştur.

Tanaka ve ark. trianguler fibrokartilaj kompleksinin ve dirseğin normal anatomik yapısının değerlendirilmesinin yanında ulnar varyans ile ulnar taraf yapıları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde mikroskopi koillerin konvansiyonel yüzeyel koillerden daha yüksek SNR, CNR ve görüntü kalitesine sahip olduğunu göstermişlerdir (80,84-86). Literatürde mikroskopi koil ile TME görüntülemesine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yukarıda bahsedilen çalışmalar ışığında biz de çalışmamızda anatomik olarak yüzeyel yerleşimli TME'nin yüksek çözünürlüklü mikroskopi koille görüntülenmesini amaçladık ve rutinde kullanılan konvansiyonel yüzeyel koil ile karşılaştırdık. Kalitatif olarak TME'nin anatomik yapıları (disk, retrodiskal yapı, kemik, kapsüler bağlar), disk-çevre doku ayrımı ve artefakt varlığı her iki koilde ayrı ayrı değerlendirildi. Her iki koil için disk ve kondil başı kemik iliği arasında kontrast-gürültü oranları (CNR) hesaplanarak kantitatif değerlendirme yapıldı. Bulgularımız mikroskopi koil ile yapılan benzer çalışmalarla paraleldi. TME'nin mikroskopi koil kullanılarak görüntülenmesi kalitatif ve kantitatif olarak konvansiyonel yüzeyel koilden anlamlı şekilde üstün bulundu ve TME'nin normal anatomik yapısının mikroskopi koil ile detaylı bir şekilde inceleme olanağı sağlanmış oldu. TME'ye yönelik yapılan ve bizim de çalışmamıza temel oluşturan bir çalışmada TME şikayeti olmayan 15 gönüllüye 1.5T ve 3T MRG cihazları ile sagittal ve koronal proton ağırlıklı sekanslar kullanılarak görüntüleme yapılmıştır. Görüntülerin kantitatif değerlendirilmesinde disk ve retrodiskal doku arası CNR hesaplanmış ve 3T cihaz için ortalama 10.23, 1.5 T cihaz için 8.08 bulunmuştur (81). Biz de çalışmamızda mikroskopi koilin ortalama CNR değerini 10.46 olarak bulduk. Bu bulgular ışığında 1.5 T cihazda mikroskopi koil kullanımı ile 3T MRG cihazına denk görüntü kalitesi elde edilebileceği söylenebilir.

Çalışmamızda mikroskopi koil ile konvansiyonel koili cihaza aynı anda bağlayarak kombine olarak kullandık. Bu şekilde hastaya tek seferde her iki koil yerleştirildikten sonra koil değiştirme işlemi yapılmadan hem konvansiyonel hem de mikroskopi koili bağımsız olarak kullanabildik.

Litaratürde TME rutin MRG için sagittal ve koronal kesitler önerilmektedir. Katzberg, medial lateral deplasmanın %26'ya ulaşan bir oranda görülmesi nedeniyle koronal incelemeyi rutin olarak önermektedir (82). Önerilen protokollerde genellikle kesit kalınlığı 3 mm, kesit arası kalınlık 0.5-1 mm'dir. Biz çalışmamızda mikroskopi koil ile 1.5 mm kalınlığında, konvansiyonel yüzeyel koil ile ise 3 mm kalınlığında kesitler aldık. Bazı yazarlar (3) sagittal ve koronal düzlem serileri için T1 ağırlıklı görüntüleri önerirken, bazı yazarlar ise (87), proton yoğunluğu (PDW) ve T2 ağırlıklı görüntüleri tercih etmektedirler. PDW görüntüler disk bozukluğunu en iyi gösterirken, T2 ağırlıklı görüntüler de eklem efüzyonu, retrodiskal dokudaki sinyal artışı, inflamasyon ve tümörlerin ortaya konmasında değerlidir (87-89). Biz de çalışmamızda asemptomatik gönüllülerde normal TME'ni görüntülemeyi amaçladığımızdan PDW sekansı tercih ettik. Daha geniş kapsamlı çalışmalarda patolojilere yönelik sekanslarla mikroskopi koil kullanımı faydalı bilgiler sağlayacaktır. Bunun yanında rutinde disk deplasmanının araştırılması için ağız açık konumda görüntüler de alınması tavsiye edilmekte ancak biz çalışmamızda hasta toleransı açısından normal anatomiye görüntülemek için sadece ağız kapalı görüntüler aldık.

Yapılan çalışmalarda da belirtildiği şekilde mikroskopi koil kullanımının küçük FOV, yüksek çözünürlük, yüksek SNR ve CNR değerleri ve ince kesit alabilme gibi önemli avantajları mevcuttur. Ancak TME gibi bilateral anatomik oluşumların incelenmesi söz konusu olduğunda her iki taraf için ayrı ayrı mikroskopi koil kullanmak zaman açısından dezavantajlı olmakta çünkü konvansiyonel koil ile tek çekimde her iki eklemden görüntü alınabilmektedir.

Mikroskopi koil kullanımının önemli dezavantajlarından biri de anatomik yapıların derin kısımlarında görüntü kalitesinin azalmasıdır. Nitekim bizim çalışmamızda da anatomik oluşum olarak en düşük skorlar medial kapsüler bağa verildi. Ancak yine de konvansiyonel koilden daha yüksek skor ve dolayısıyla daha yüksek görüntü kalitesi elde edildi.

Çalışmamızın diğer dezavantajları ve eksiklikleri şunlardır; çalışmamızda sadece normal anatomiye görüntülemek amaçlandı, bu yüzden TME patolojisi olanlara görüntüleme yapılmadı. Bunun yanında sadece tek sekansla 2D görüntüleme yapıldı,



diğer sekanslarda anatomik yapıların nasıl görüldüğüne dair tecrübemiz olmadı. El bileğine yönelik yapılan bazı mikroskopi koil çalışmalarında 3D sekanslarla detaylı anatomik bilgiler sağlandığı belirtilmiştir (90- 94).

### **13. SONUÇ**

Sonuç olarak, TME normal anatomik yapısının MR ile görüntülenmesinde yüksek çözünürlüklü mikroskopi koil kullanımının konvansiyonel yüzeyel koil kullanımından kalitatif ve kantitatif olarak daha üstün olduğu saptandı. Daha çok olguyla ve patolojilere yönelik çalışmalarla mikroskopi koil pratiğinin gelişmesiyle TME hastalıklarının tanısında oldukça başarılı sonuçlar elde edilecektir.

## 14. KAYNAKLAR

- 1.Katzberg RW, Dolwick MF, Helms CA, et al. Artrotomography of the temporomandibular joint. AJR 1980;134:995-1003
- 2.Öberg T,Carlsson GE. Macroscopic and microscopic anatomy of the temporomandibular joint. In Zarb GA, Carlsson GE, eds. Temporomandibular Joint Function and Dysfunction. Copenhagen, Munksgaard,1979;pp 155-174.
- 3.Nance EP, Powers TA. Imaging of the temporomandibular joint. Radiol Clin North Am 1990; 28: 1019-1031.
- 4.Burnett KR, Davis CL, Read J.Dynamic display of the temporomandibular joint meniscus by using ‘‘fast-scan’’MR imaging. AJR 1987;149:959-962.
5. Kirk Jr WS. A comparative study of axial corrected tomography with magnetic resonance imagery in 35 joints. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1989;68: 646-652.
- 6.Larheim TA, Smith HJ, Aspestrand F.Rheumatic disease of the temporomandibular joint. MR imaging and tomographic manifestations. Radiology 1990;175:527-531.
7. Akan H.Temporomandibüler eklemin MR görüntülemesi; Ed.Erden İ.Kas iskelet manyetik rezonans. Manyetik rezonans derneği, 2007
8. Bittoun J, Querleux B, Darrasse L. NMR Biomed. 200;19(7) : 723-30. Advances in MR imaging of the skin.
9. Özcan B. Bruksizme eşlik eden miyofasyal ağrı endromlu ve temporomandibular rahatsızlığı olan hastalarda oklüzal splint ve tens tedavilerinin klinik ve ağrı eşiği üzerine olan etkinliklerinin karşılaştırılması. Uzmanlık tezi 2005.
10. Kavuncu V. Temporomandibular Eklem Disfonksiyon Sendromu. In: Göksoy T, ed.Romatizmal Hastalıkların Tanı ve Tedavisi. İstanbul: Yüce Basımevi; 2002; 791-802
11. Odabaş B, Arslan SG. Temporomandibüler Eklem Anatomisi ve Rahatsızlıkları. Dicle Tıp Dergisi 2008; 35: 77-85
12. Bourbon B. Craniomandibular Examination and Treatment. In: Myers RS, ed. Saunders Manuel of Physical Therapy Practice. Philadelphia: W.B. Saunders Co; 1995; 669-715
13. Rayne J, Phil D. Functional anatomy of the temporomandibular joint. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery 1987 25; 92-99
14. Nicolakis P, Erdogmus B, Kopf A, et al. Effectivines of exercise therapy in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. Journal of Rehabilitation 2001; 28: 1158-1164

15. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 5th edition. USA: Mosby
16. Taylan I. Temporomandibular eklem hastalıkları. Uzmanlık tezi 2003;5-6
17. Yengin E. Temporomandibular rahatsızlıklarda teşhis ve tedavi. İstanbul: Dilek Matbaacılık; 2000
18. Laskin DM. Temporomandibular joint pain. In: Kelley's Textbook of Rheumatology. Sixth edition. Edit: Ruddy S, Harris ED, Sledge CB. 2001: 557-567
19. Dolwick MF. Temporomandibular Disorders. In: Koopman WJ, ed. Arthritis and Allied Conditions. 13th edition. Baltimore: Williams&Wilkins Co; 1997: 1813-1820
20. American Academy of Pediatric Dentistry University of Texas Health Science Center at San Antonio Dental School: Treatment of temporomandibular disorders in children: Summary statements and recommendations. *J Am Dent Assoc* 1990; 120: 265, 267, 269.
21. McNeill C (ed): Temporomandibular Disorders: Guidelines for Classification, Assessment and Management. Quintessence, Chicago, IL, 1993, 66.
22. Brooks SL, Brand JW, Gibbs SJ, Hollender L, Lurie AG, Omnell KA, et al. Imaging of the temporomandibular joint: A position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83: 609-618.
23. Fallon SD, Fritz GW, Laskin DM. Panoramic imaging of the temporomandibular joint: an experimental study using cadaveric skulls. *J Oral Maxillofac Surg* 2006; 64:223-229.
24. Kraus SL. Tempromandibular Disorders 2. Edition Churchill Livingstone 1994, 115-123.
25. Chilvarquer I, McDavid WD, Langlais RD, Chilvarquer LW, Nummikoski PV. A new technique for imaging the temporomandibular joint with a panoramic x-ray machine. Part I. Description of the technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1988; 65: 626-631.
26. Nakagawa S, Sakabe J, Nakajima I, Akasaka M. Relationship between functional disc position and mandibular displacement in adolescent females: posteroanterior cephalograms and magnetic resonance imaging retrospective study *J Oral Rehabil* 2002; 29: 417-422.
27. American Dental Association, Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. Panoramic and cephalometric extraoral dental radiograph systems. *J Am Dent Assoc* 2002; 133: 1696-1697.
28. Burnett KR, Davis CL, Read J. Dynamic display of the temporomandibular joint meniscus by using 'fast-scan' MR imaging. *Am J Roentgenol* 1987; 149: 959-962.

29. . Charles McNeill Science and Practice of Occlusion Quintessence Publishing Co, Inc 1997; 352-363.
30. Katsavrias EG. Method for integrating facial cephalometry and corrected lateral tomography of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32: 93-96.
31. Pooley R, McKinney JM, Miller DA. The AAPM/RSNA physics tutorial for residents: digital fluoroscopy. *Radiographics* 2001; 21: 521-534.
32. James AE Jr, Gibbs SJ, Sloan M, Erickson JJ, Diggs J. Radiographic techniques to evaluate paintings. *Am J Roentgenol* 1983; 140: 215-220.
33. Katzberg RW, Dolwick MF, Helms CA, Hopens T, Bales DJ, Coggs GC. Arthrotomography of the temporomandibular joint. *AJR Am J Roentgenol* 1980; 134: 995-1003.
34. American Dental Association, Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. Panoramic and cephalometric extraoral dental radiograph systems. *J Am Dent Assoc* 2002;133:1696-1697.
35. Tognini F, Manfredini D, Melchiorre D, Bosco M. Comparison of ultrasonography and magnetic resonance imaging in the evaluation of temporomandibular joint disc displacement. *J Oral Rehabil* 2005; 32; 248–253.
36. Emshoff R, Jank S, Rudisch A, Bodner G. Are high-resolution ultrasonographic signs of disc displacement valid? *J Oral Maxillofac Surg* 2002; 60: 623–628.
37. Uysal S, Kansu H, Akhan O, Kansu O. Comparison of ultrasonography with magnetic resonance imaging in the diagnosis of temporomandibular joint internal derangements: a preliminary investigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 94: 115–121.
38. Jank S, Rudisch A, Bodner G, Brandlmaier I, Gerhard S, Emshoff R. High-resolution ultrasonography of the TMJ: helpful diagnostic approach for patients with TMJ disorders? *J Craniomandib Surg* 2001; 29: 366–371.
39. Emshoff R, Bertram S, Rudisch A, Gassner R. The diagnostic value of ultrasonography to determine the temporomandibular joint disk position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;84: 688-696.
40. Emshoff R, Jank S, Rudisch A, Walch C, Bodner G. Error patterns and observer variations in the high-resolution ultrasonography imaging evaluation of the disk position of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93: 369-375.
41. Emshoff R, Jank S, Bertram S, Rudisch A, Bodner G. Disk displacement of the temporomandibular joint: sonography versus MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 1557-1562.

42. Manfredini D, Tognini F, Melchiorre D, Zampa V, Bosco M. Ultrasound assessment of increased capsular width as a predictor of temporomandibular joint effusion. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32: 359–364.
43. Manfredini D, Tognini F, Melchiorre D, Cantini E, Bosco M. The role of ultrasonography in the diagnosis of temporomandibular joint disc displacement and intra-articular effusion. *Minerva Stomatol* 2003; 52: 93-104.
44. Tognini F, Manfredini D, Melchiorre D, Zampa V, Bosco M. Ultrasonographic vs magnetic resonance imaging findings of temporomandibular joint effusion. *Minerva Stomatol* 2003; 52: 365-370.
45. Braun S, Hicken JS. Ultrasound imaging of condylar motion: a preliminary report. *Angle Orthodont* 2000;70: 383–386.
46. Hayashi T, Ito J, Yamada K The accuracy of sonography for evaluation of internal derangement of the temporomandibular joint in asymptomatic elementary school children: comparison with MR and CT *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 728-734.
47. Kondoh T, Westesson PL, Takahashi T, Seto K. Prevalence of morphologic changes in the surfaces of the temporomandibular joint disc associated with internal derangement. *J Oral Maxillofacial Surg* 1998;56: 339-343.
48. Westesson P-L. MRI of the temporomandibular joint. *Image Decisions*1994; 1: 2-14.
49. Westesson PL Reliability and validity of imaging diagnosis of temporomandibular joint disorder. *Adv Dent Research* 1993; 7: 137-151.
50. Palacios E, Valvassori GE, Shannon M, Reed CF. Magnetic resonance of the temporomandibular joint. New York: Thieme Medical Publishers, 1990, 1-3.
51. Larheim TA. Current trends in temporomandibular joint imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80: 555-576.
52. Nebbe B, Brooks SL, Hatcher D, Hollender LG, Prasad NG, Major PW. Interobserver reliability in quantitative MRI assessment of temporomandibular joint disk status. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 86: 746-750.
53. Marguelles-Bonnet RE, Carpentier P, Yung JP, Defrennes D, Pharaboz C. Clinical diagnosis compared with findings of magnetic resonance imaging in 242 patients with internal derangement of the TMJ. *Orofac Pain* 1995; 9: 244-253.
54. Hansson LG, Westesson PL, Katzberg RW, Tallents RH, Kurita K, Holtas S et al. MR imaging of the temporomandibular joint: comparison of images of autopsy specimens made at 0.3 and 1.5 T with anatomic cryosections. *AJR Am J Roentgenol* 1989;152: 1241-1244
55. Tasaki MM, Westesson PL. MR imaging of the temporomandibular joint: diagnosis accuracy with sagittal and coronal images. *Radiology* 1993; 186: 723-729.

56. Harms SE, Wilk RM, Wolford LM, Chiles DG, Milam SB. The temporomandibular joint: Magnetic resonance imaging using surface coils. *Radiology* 1985; 157:133-136.
57. Schellhas KP, Fritts HM, Heithoff KB, Jahn JA, Wilkes CH, Omlie MR. Temporomandibular joint: MR fast scanning. *Cranio* 1988; 6: 209-216.
58. Katzberg RW, Bessette RW, Tallents RH, Plewes DB, Manzione JV, Schenck JF, Foster TH, Hart HR. Normal and abnormal temporomandibular joint: MR imaging with surface coil. *Radiology* 1986; 158: 183-189.
59. Eriksson L, Westesson P-L. Clinical and radiology study of patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. *Swed Dent J* 1983; 7: 55-64.
60. Westesson PL, Bronstein SL Temporomandibular joint: comparison of single and double contrast arthrography. *Radiology* 1987; 164: 65-70.
61. Katzberg RW. Temporomandibular joint imaging. *Radiology* 1989; 170: 297-307.
62. Miller TL, Katzberg RW, Tallents RH, Bessette RW, Hayakawa K. Temporomandibular joint clicking with nonreducing anterior displacement of the meniscus *Radiology* 1985; 154: 121-124.
63. Schellhas KP, Wilkes CH, Omlie MR, Peterson CM, Johnson SD, Keck RJ, Block JC, Fritts HM, Heithoff KB. The diagnosis of temporomandibular joint disease: two-compartment arthrography and MR. *AJR Am J Roentgenol* 1988; 151: 341-350.
64. Liedberg J, Panmekiate S, Petersson A, Rohlin M. Evidence-based evaluation of three imaging methods for the temporomandibular disc. *Dentomaxillofac Radiol* 1996; 25: 234-241.
65. Kaplan PA, Helms CA Current status of temporomandibular joint imaging for the diagnosis of internal derangements. *AJR Am J Roentgenol* 1989;152: 697-705.
66. Hayashi T, Ito J, Koyama J, Hinoki H, Kobayashi F, Torikai Y, Jiruma Y. Detectability of anterior displacement of the articular disk in the temporomandibular joint on helical computed tomography: the value of open mouth position. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999; 88: 106-111.
67. Chen YJ, Gallo LM, Meier D, Palla S. Dynamic magnetic resonance imaging techniques for the study of the temporomandibular joint. *J Orofac Pain* 2000; 14: 65-73.
68. Isberg-Holm AM, Westesson PL. Movement of disc and condyle in temporomandibular joints with clicking. An arthrographic and cineradiographic study on autopsy specimens. *Acta Odontol Scand* 1982; 40: 151-164.
69. Bell KA, Walters PJ. Videofluoroscopy during arthrography of the temporomandibular joint. *Radiology* 1983; 147: 879.
70. Rohrer FA, Palla S, Engelke W. Condylar movements in clicking joints before and after arthrography. *J Oral Rehabil* 1991; 18: 111-123.

71. Conway WF, Hayes CW, Chambell RL. Dynamic magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint using FLASH sequences. *J Oral Maxillofac Surg* 1988;46: 930-938.
72. Behr M, Held P, Leibrock A, Fellner C, Handel G. Diagnostic potential of pseudo-dynamic MRI (CINE mode) for evaluation of internal derangement of the TMJ. *Eur J Radiol* 1996; 23: 212-215.
73. Wedeen VJ, Weisskoff RM, Reese TG, Beache GM, Poncelet BP, Rosen BR, Dinsmore RE. Motionless movies of myocardial strain-rates using stimulate echoes. *Magn Reson Med* 1995; 33: 401-408.
74. Krebs M, Gallo LM, Airoidi RL, Palla S. A new method for three-dimensional reconstruction and animation of the temporomandibular joint. *Ann Acad Med Singapore* 1995; 24: 11-16.
75. Manyetik Rezonans Görüntüleme: Temel Bilgiler Dr.Orhan KONEZ
76. Tıbbi Görüntüleme Fiziği: Dr. Orhan OYAR
77. Kanemaki Y, Kurihara Y, Itoh D, Kamijo K, Nakajima Y, Fukuda M, Van Cauteren M. MR mammary ductography using a microscopy coil for assessment of intraductal lesions. *AJR Am J Roentgenol*.2004;182(5):1340-2
78. Theodora Georgouli, Bernard Chang, Michael Nelson, Teifi James, Steven Tanner, David Shelley, Manuel Saldana and Dennis McGonagle Use of High Resolution Microscopy Coil MRI for Depicting Orbital Anatomy 2008, Vol.27,107-114
79. Lee IS, Choi JA, Oh JH, Chung JH, Jeong HS, Hong SH, Kang HS. Microscopy coil for preoperative MRI of small soft-tissue masses of the hand and foot: comparison with conventional surface coil. *AJR Am J Roentgenol*.2008;191:W256-6
80. Yoshioka H, Ueno T, Tanaka T, Shindo M, Itai Y. High-resolution MR imaging of triangular fibrocartilage complex (TFCC): comparison of microscopy coils and a small surface coil. *Skeletal Radiol*. 2003; 32: 575-581.
81. Stehling C, Vieth V, Bachmann R et al. High-Resolution Magnetic Resonance Imaging of the Temporomandibular Joint. *Invest Radiol* 2007; 42: 428-434.
82. Katzberg RW, Westesson P-L, Tallents RH, et al. Temporomandibular joint assesment of rotational and sideways disc displacement. *Radiology* 1988;169:741-748
83. Fu P, Kurihara Y, Kanemaki Y, et al. High-Resolution MRI in Detecting Subareolar Breast Abscess. *AJR* 2007; 188:1568-1572
84. Yoshioka H, Ueno T, Tanaka T, Kujiraoka Y, Shindo M, Takahashi N, et al. High-resolution MR imaging of the elbow using a microscopy surface coil and clinical 1.5 T MR machine: preliminary results. *Skeletal Radiol* 2003;33: 265-71
85. Yoshioka H, Ueno T, Tanaka T, Shindo M, et al. High-resolution MR imaging of the proximal zone of the lunotriquetral ligament with a microscopy coil. *Skeletal Radiol*. 2006;35:288-294.



86. Winalski CS et al. Study of ulnar variance with High-Resolution MRI: Correlation with Triangular Fibrocartilage Complex and Cartilage of Ulnar Side of Wrist. *J Magn Reson Imaging*. 2007; 26: 714-719.
87. Katzberg RW, Westesson PL. *Diagnosis of temporomandibular joint*. 1st ed. Pennsylvania: Saunders Company.1993;3-22.
88. Sano T. Recent developments in understanding temporomandibular joint disorders. Part 2:changes in the retrodiscal tissue. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29: 260-263.
89. Larheim TA, Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Moss ME. MR evidence of temporomandibular joint fluid and condyle marrow alterations: occurrence in asymptomatic volunteers and symptomatic patients. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2001;30: 113-117.
90. Totterman SM, Miller R, Wasserman B, Blebea JS, Rubens DJ. Intrinsic and extrinsic carpal ligaments: evaluation by three-dimensional Fourier transform MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1993;160:117-123.
91. Totterman SM, Miller RJ. Triangular fibrocartilage complex: normal appearance on coronal three-dimensional gradient-recalled-echo MR images. *Radiology* 1995;195:521-527.
92. Totterman SM, Miller RJ. Scapholunate ligament: normal MR appearance on three-dimensional gradient-recalled-echo images. *Radiology* 1996;200:237-241.
93. Totterman SM, Miller RJ, McCance SE, Meyers SP. Lesions of the triangular fibrocartilage complex: MR findings with a three-dimensional gradient-recalled-echo sequence. *Radiology* 1996;199:227-232.
94. Potter HG, Asnis-Ernberg L, Weiland AJ, Hotchkiss RN, Peterson MG, McCormack RR Jr. The utility of high-resolution magnetic resonance imaging in the evaluation of the triangular fibrocartilage complex of the wrist. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79: 1675-1684.