

# Temporomandibular Eklem Rahatsızlıklarının Tanısında Kullanılan Radyolojik Yöntemler ve Manyetik Rezonans Görüntüleme Değerlendirme Kriterleri: Derleme Çalışması

## *Radiologic Methods Using in the Diagnosing of Temporomandibular Disorders and Evaluation Criteria of Magnetic Resonance Imaging: Literature Review*

Gülcan COŞKUN AKAR<sup>1,2</sup>

Kutsi KÖSEOĞLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi AD, İZMİR, <sup>2</sup>Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, İZMİR, <sup>3</sup>Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji AD, AYDIN

### Özet

Günümüzde temporomandibular eklem rahatsızlığı yakınması olan kişilerin sayısı artmaktadır. Rahatsızlıkla ilgili kesin tanının konulabilmesi için detaylı klinik inceleme ve değerlendirme ile birlikte radyolojik tetkilelere de gereksinim duyulmakta, bu amaçla birçok radyolojik görüntüleme yönteminden yararlanılmaktadır. Bu derleme çalışmasında, temporomandibular eklem sert ve yumuşak dokularının görüntülenmesinde kullanılan yöntemler özetlendi. Eklem diski şekli ve konumunun belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilen manyetik rezonans görüntülemenin olumlu ve olumsuz tarafları belirtilerek, eklem içi düzensizliğin evrelenmesi, diskin konumu ve şeklinin değerlendirilmesi amacıyla çeşitli araştırmacıların yaptığı sınıflamaların gözden geçirilmesi amaçlandı.

**Anahtar sözcükler:** Temporomandibular eklem, eklem diski, manyetik rezonans görüntüleme

### Abstract

Today, the number of people with temporomandibular disorders complaints is increasing. For accurate diagnosis, radiological analyse is needed together with clinical examination and evaluation; for this purpose, several radiological imaging techniques are being used. In this literature review, the methods used in imaging of hard and soft tissues of the temporomandibular joint are summarized. The positive and negative aspects of magnetic resonance imaging; which has been deemed as the 'golden standart' for the determination of the shape and location of the articular disc were stated and the classifications for the grading of the intraarticular disorders, the location of the disc and evaluation of its shape made by several authours were aimed to be reviewed.

**Keywords:** Temporomandibular joint, articular disc, magnetic resonance imaging

### Giriş

Çiğneme, yutkunma, solunum ve konuşma işlevleri sırasında görev yapan stomatognatik sistem, çeşitli organ ve dokuların katılımı ile oluşan bir yapıdır. Sistemin gerek anatomik gerekse işlevsel olarak en karmaşık yapısı temporomandibular (TM) eklemdir. Temporomandibular eklem (TME) klasik olarak her iki tarafta kafatasına bağlı, birlikte hareket eden karmaşık dönme ve kayma hareketi yapabilen kondiler eklem olarak değerlendirilir<sup>1-3</sup> ve karşıt taraf eklemde hareket olmadan diğer tarafta işlev görülmeyen tek eklemdir.<sup>3</sup> Bu yapısal özelliklerinden dolayı, insan

vücutundaki diğer eklemlerden oldukça farklı ve karmaşıktır. Her iki eklem, sert doku olan iki artiküler yüzeyden (temporal kemiğin glenoid fossası, alt çene kemiğinin kondil başı) ve yumuşak doku olan disk (meniskus) ve eklem kapsülünden oluşur.<sup>2</sup>

TME rahatsızlıklarının tanısında hastadan alınan geçmişe ait bilgiler, klinik değerlendirme ve standardize edilmiş eklem görüntülemesi büyük önem taşımaktadır.<sup>4</sup> TME görüntülemesinin amaçları; eklemi oluşturan sert ve yumuşak dokuların ilişkilerinin belirlenmesi, doku bütünlüğünün değerlendirilmesi, TME düzensizliklerinin prognozunun ve yayılımının belir-

lenmesi ve sağaltım etkinliğinin değerlendirilmesi olarak sıralanabilir. Sert dokuların görüntülenmesi; kırıkların belirlenmesi, alt-üst çene ilişkilerinin değerlendirilmesi, çene simetrisinin belirlenmesi, TM eklemin değerlendirilmesi (morfolojisi ve hareketler sırasında kondil-fossa ilişkisi), mevcut belirtilere uyan durumların belirlenmesinde yardımcı olurken,<sup>5,6</sup> yumuşak doku görüntülenmesi ile alt çene hareketleri sırasında diskin konumu ve şekli, adhezyonlar, üst ve alt eklem komponentleri arasındaki perforasyonlar ve eklem efüzyonları belirlenebilir.<sup>7</sup> Bunların yanında hareket sırasındaki disk-kondil ilişkisinin dinamiğini yakalayabilen görüntüleme teknikleri TME düzensizliğinin tanımlanmasında ve sorunun anlaşılmasında önem kazanmaktadır.<sup>8</sup>

TM eklemlerde oluşabilen gelişimsel anomaliler, kırık, dislokasyon ve ankiloz gibi travma sonrası durumlar,

artrit, enflamasyon ve eklem içi düzensizliklerin belirlenmesinde günümüzde farklı görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu derleme çalışmasında kullanılan yöntemler kısaca tanımlanarak, eklem diskinin görüntülenmesinde altın standart olarak kabul edilen manyetik rezonans (MR) görüntülerinde eklem diski konumu ve şekli için tanımlanan sınıflandırmalar ile eklem içi düzensizlikleri için önerilen ve kullanılan sınıflandırmaların gözden geçirilmesi amaçlandı.

## Temporomandibular Eklem Görüntüleme Yöntemleri (Tablo 1)

**1. Direkt Radyografi:** Olguların klinik değerlendirilmesi sonrası herhangi bir patolojik durum düşünüldüğünde, TME görüntülenmesinde ilk planda direkt radyografik yöntemlerin kullanılması Amerikan Pediatrik

**Tablo 1.** Radyolojik yöntemlerin genel değerlendirmesi

Yöntem	İnvaziv/İnvaziv Değil	Yumuşak Doku	Sert Doku	Tanı	Uygulama Kolaylığı	Radyasyon Miktarı	Kontrast Madde	Maliyet	Statik/Dinamik
<b>Direkt Radyografi</b>	İnvaziv Değil	Direkt bilgi elde edilemez	Farklı projeksiyonlarda eklemde değişik kısımları izlenebilir	Spesifik tanıda sınırlı TME kemik yapılarının gelişimsel anomalileri, travma ve artrite bağlı kemik hasarları	Kolay	Düşük	Yok	Düşük	Statik
<b>Sefalometrik Radyografi</b>	İnvaziv Değil	Direkt bilgi elde edilemez	Kemik yapılar değerlendirilebilir	Kemik yapıların değerlendirilmesinde	Kolay	Düşük	Yok	Düşük	Statik
<b>Panoramik Radyografi</b>	İnvaziv Değil	Direkt bilgi elde edilemez	Eklem tek taraflı görüntülediği için fossa ve eminens tam izlenemez	Tanıdan çok saklama amacı ön planda	Kolay	Düşük	Yok	Düşük	Statik
<b>Kinetik x-ray Görüntüleme</b>	İnvaziv Değil	Direkt bilgi elde edilemez	Kemik yapılar ve eklem hareketleri değerlendirilebilir	Fonksiyonel bilgiler elde edilebilir	Kolay	Düşük	Yok	Düşük	Dinamik
<b>Artrografi</b>	İnvaziv	Eklemde yumuşak doku anomalileri, disk konumu, perforasyonu belirlenir, posterior bağlantı değerlendirilir	Direkt bilgi elde edilemez	Yumuşak doku perforasyonlarının belirlenmesinde en hassas yöntem	Gelişmiş el becerisi	Yüksek	Var	Yüksek	Dinamik
<b>Artroskopi</b>	İnvaziv	Eklem içi yapıların tümü görülür	Eklem yüzeyleri değerlendirilebilir	Eklem içi patolojilerin saptanmasında	Gelişmiş el becerisi	Düşük	Yok	Yüksek	Statik
<b>Ultrasonografi</b>	İnvaziv Değil	Eklem içi sıvılar görülebilir	Kemik yapılar direkt olarak görüntülenemez	Ağnı eklemde kolay tanı, eklem içi düzensizlik tanısı	Kolay	Yok	Yok	Düşük	Dinamik
<b>Konvansiyonel Tomografi</b>	İnvaziv Değil	Direkt bilgi elde edilemez	Net görüntüler elde edilir fakat anomaliler direkt radyografilerdeki gibi açıklanamaz	Kemik yapı bozuklukları	Zor	Yüksek	Yok	Yüksek	Statik
<b>Bilgisayarlı Tomografi</b>	İnvaziv Değil	Yumuşak dokular hakkında sınırlı bilgi elde edilebilir	Kemik yapı ve yoğunlukları analiz edilir	Dejenerasyon, travma	Zor	Tomografiden az	Yok	Yüksek	Statik
<b>Manyetik Rezonans Görüntüleme</b>	İnvaziv Değil	Yumuşak dokular ayrıntılı olarak izlenir. Eklem içi yapılar ve disk hakkında ayrıntılı bilgi elde edilir	Kemik yapılar ve kalsifikasyonlar net değerlendirilemez	Yumuşak doku patolojilerinin yüksek çözünürlükte görüntülenmesi	Zor	Yok (manyetik alan mevcut)	Yok	Yüksek	Statik-Dinamik

Dişhekimliği Birliği<sup>9</sup> (American Academy of Pediatric Dentistry), Amerikan Orofacial Ağrı Birliği<sup>10</sup> (American Academy of Orofacial Pain) and Amerikan Oral ve Maksillofasiyal Radyoloji Birliği<sup>11</sup> (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.<sup>12</sup> 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.<sup>13,14</sup>

*Lateral Transkraniyal Projeksiyon*, direkt radyografinin en sık kullanılan şeklidir. Lateral transkraniyal görüntüde kondil boynu gözlenmez. Sadece kondilin 1/2 ile 1/3'lük lateral kısmı ile artiküler fossa yüzeyleri görülebilir. Eklem lateral kısmı işlevsel sert doku değişikliklerinin en sık görülebildiği alandır.

*Transfarıngeal 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-posterior yönde görüntülenebilmesini sağlar.

**2. Sefalometrik Radyografi** Posteroanterior sefalogramlar (PA) mandibular yer değiştirmenin belirlenmesinde yararlı bir yöntem olarak görülmektedir.<sup>15,16</sup>

**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.<sup>18</sup> 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.<sup>13</sup> Panoramik görüntüleme tekniklerinin, hedeflenen anatomi-

minin form, yerleşim ve hacmi hakkında güvenli bilgi verme yeteneği yoktur. Bununla birlikte bu görüntüleme, tanı amacından daha çok saklama amacı için oldukça değerlidir.<sup>18</sup>

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.<sup>19</sup>

**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 avantajlarından. Sistemin dezavantajı ise görüntü yoğunluğunun küçük alanlarda elde edilmesidir. TM eklem dinamik görüntülenmesini sağlar.<sup>20,21</sup>

**5. Arthrografi:** Eklem yumuşak doku anomalilerini belirleyebilmek, disk konumunu, disk perforasyonunu ya da posterior bağlantıların durumunu değerlendirebilmek amacı ile lokal anestezi altında TME içine radyopak 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 ağırlı 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 prearthrografik durumların doğru olarak belirlenememesi, kontrast maddeye karşı alerjik reaksiyonlar gelişebilmesi, lokal yüzeysel ya da

periartikuler enfeksiyonlar varlığında tercih edilme-  
mesi gibi dezavantajları da bulunmaktadır.<sup>22</sup>

**6. Artroskopik:** Eklem boşluklarının optik aletler yar-  
dımıyla büyütülerek televizyon ekranına aktarılma-  
sıyla uygulanan bir cerrahi işlemdir. Kozmetik avantaj  
oluşturan küçük insizyonlar yapılması ve eklem içi  
yapılarının tümünün görülmesi avantajları arasında-  
dır.<sup>23</sup>

**7. Ultrasonografi:** Yüksek frekanslı ses dalgaları  
kullanılarak vücut içindeki organların ve diğer yapı-  
ların 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 izlen-  
mektedir. TM eklem sert ve yumuşak dokularının  
dinamik olarak görüntülenebilmesine olanak sağlar.<sup>24</sup>  
Pek çok ön çalışma, diskin önde konumlanmasının<sup>25-29</sup>,  
eklem içi düzensizliğinin tipinin<sup>30</sup> ve TM eklemdeki  
efüzyon varlığının<sup>31-33</sup> değerlendirilmesindeki doğru-  
luğunu göstermektedir. Özellikle klinik olarak ağrılı  
eklemlerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlamak-  
tadır.<sup>32</sup> Bunun yanında hareketin kondiler sınırının da  
değerlendirilmesinde faydalı olabileceği bildirilmek-  
tedir.<sup>34</sup> Ultrasonografi, invaziv olmayan bir yöntemdir,  
TME iç düzensizliğini belirlemek için kullanılan diğer  
yöntemlerden daha ucuzdur<sup>35</sup> ve göreceli olarak basit  
bir görüntüleme tekniğidir.<sup>24</sup> En önemli sınırlılığı, ses  
dalgalarının (ultrasound) önlerindeki sert dokular  
nedeniyle sapmaları ve anormal yansımalarıdır. Bu  
nedenle iki sert doku arasında yerleşmiş ve ses dal-  
gaları kaynağından uzak olan eklem diskinin tanımlan-  
ması oldukça zorlaşır.<sup>24</sup>

**8. Konvansiyonel Tomografi:** Görüntü, film ve x-ray  
kaynağının birlikte hareketi ile oluşturulur. Medio-  
lateral yada antero-posterior görüntüler oluşturabil-  
mek 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.<sup>13</sup>

**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 yoğun-  
luklarına bağlı olarak bir adet kesit görüntü elde  
edilir. Yeni bir kesit almak istenirse masa istenilen  
miktarında 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 ardışına oluş-  
turulan kesitsel görüntüleri filme aktarılabilmesi gibi  
gerektiğinde tekrar bilgisayar ekranına getirmek üzere  
optik diskte depolanabilir.<sup>15</sup>

Bilgisayarlı tomografinin TM düzensizliklerin belirlen-  
mesinde esas kullanım alanı, kemik yapı ve yoğun-  
luklarının analiz edilmesidir. Özellikle sert dokuların  
dejenerasyonu ya da travmalarında kullanılır. Konvan-  
siyonel tomografiden daha az radyasyon yayılır ve  
yoğunluk değişikliklerini çok daha hassas olarak belir-  
leyebilir.<sup>17</sup>

**10. Manyetik Rezonans Görüntüleme,** Bu yöntemde  
manyetik bir alan içerisinde incelenmek istenilen  
bölgeye radyo dalgaları gönderilir. Görüntünün oluş-  
umu dokulardaki hidrojen iyonlarının (hidrojen tek  
proton içerdiği ve insan dokularında en fazla bulunan  
element olması nedeniyle kullanılır) miktarına bağlı-  
dır. Radyo dalgalarının uyardığı hücrelerdeki hidrojen  
iyonlarının çekirdek konumu, radyo dalgaları ve kuv-  
vetli manyetik alandan etkilenir. Su ve yağ gibi hidro-  
jen iyonunca zengin olan elemanlar yüksek yoğun-  
luğa sahip işaretler oluştururlar.<sup>15</sup> Dokulardan elde  
edilen yoğunluğa göre bilgisayar ortamında görüntü  
oluşturulur. Yumuşak doku kontrastı en yüksek görün-  
tülleme yöntemidir bu teknik kullanılarak patolojik  
dokular çok kolaylıkla saptanabilir, yani yöntemin  
sensitivitesi çok yüksektir. Tekniğin bu yüksek sen-  
sitivitesi yanında, spesifitesi bu derece yüksek  
değildir. İnvaziv olmaması, iyonize radyasyon oluştu-  
rması, 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 potan-  
siyeli, bilinen biyolojik bir hasar oluşturmaması

yöntemin avantajları olarak sıralanabilir.<sup>36-41</sup> 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.<sup>13,42</sup>

TME iç düzensizlikleri ile ilişkili patolojik durumların saptanması ve tanısı için tek bir tanı yöntemi yoktur.<sup>43</sup> MR görüntülemeleri 1985 yılından beri TM eklem kemiksel değişikliklerinin ve eklem içi düzensizliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.<sup>40,44-47</sup> MRG, TM eklem farklı seviyelerinde açık ve kapalı konumlarda diskin yerleşimini gösterir.<sup>11</sup> 1993'de yöntemin disk konumunun belirlenmesindeki doğruluğu gösterilmiştir.<sup>44</sup> MRG disk konumu ve morfolojik düzensizliklerini doğru olarak tanımlar ve diskin yer değiştirdiğinden şüphe duyulan klinik durumlarda, doğrulamak amacı ile kullanılır.<sup>44,48</sup> Disk perforasyonları MR ile görüntülenebilir ama bu gibi durumlarda artrografi tercih edilmelidir.<sup>15</sup> Yapılan çalışmalar MR görüntüleme yönteminin %73-95 arasında tanı doğruluğunu göstermektedir.<sup>7,46</sup> MRG ile disk konumunun %85, disk şeklinin %77 ve kemik düzensizliklerinin %100 doğruluk oranında belirlenebildiği rapor edilmektedir.<sup>43</sup> Diğer bir çalışma ise, MR görüntülemenin disk konumu ve disk formunun değerlendirilmesinde %95, kemik yapı değişikliklerinin değerlendirilmesinde %93 doğruluk sağladığını göstermektedir.<sup>44</sup>

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 eklemdaki farklı yumuşak dokuları ayırt edilebilme kapasitesi olduğu belirtilmektedir.<sup>39,50-53</sup> Disk deplasmanlarının tanısında en yaygın olarak kullanılan tanı yöntemi MR görüntülemesidir.<sup>54</sup> 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.<sup>55</sup>

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 incelenen 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.<sup>8</sup>

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.<sup>56,57,58</sup>

**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.<sup>17,59</sup> Diğer yandan sadece bir düzlemde eklem hareketlerinin değerlendirilebilmesi, farklı aşamalar arasında meydana gelen olayların fazla açma sırasında kaydedilebilmesi nedeniyle, asıl hareket kaydının yapılamaması CINE MR görüntülemenin tanısındaki değerinin sorgulanmasına neden olmaktadır.<sup>60</sup>

**3. MRG movie:** Tetikleyici atomlardan progresif olarak artan zaman aralıklarında, çoklu döngüler sıra-

sındaki 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 eklemde 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.<sup>61</sup>

**4. Dinamik Sterometre:** Eklem içinde üç boyutlu ölçümlerin yapılabilmesine izin verir.<sup>62</sup>

### MR Görüntülemelerde Disk Konumu ve Şeklinin Tanımlanması - TME Düzensizliklerinin Sınıflandırılması

Diske ilişkin deformite sınıflamaları araştırmacılar tarafından temelde benzer olarak, diskin şekli esas alınarak yapılmıştır. Taşkaya-Yılmaz<sup>63</sup> sagittal planda disk şekillerini bikonkav ve deforme olarak ayırmış, her düzeyde kalınlaşma ve bikonveks yapıyı deforme grubunda değerlendirmiştir. Heffez ve ark.<sup>64</sup> diski, normal, düz (straight), boru (funnel), tümsek (bulging) ve Y şeklinde sınıflandırırken, Milano ve ark.<sup>65</sup> ise, posterior bantta genişleme, geri dönebilen bikonkav şekil (reverseable biconcave shape), düzleşmiş (flattened), bikonveks olarak sınıflamışlardır. Bir grup araştırmacı ise sınıflamayı iki çalışmanın birleşimi şeklinde, deformite yok (biconcav), kıvrımlı (folded), uzamış (lengthened), yuvarlak (round), bikonveks, diskin posterior bandında kalınlaşma, diskin tüm kısımlarının kalınlığındaki değişiklikler, diskin posterior bandında genişleme olarak yapmışlardır.<sup>64-69</sup>

Disk konumu esas alındığında, Nakagawa ve ark.<sup>18</sup> tarafından normal, fonksiyonel disk yer değiştirmesi ve fonksiyonel disk dislokasyonu olarak sınıflandırılmış fakat sınıfların tanımlaması açık olarak yapılmamıştır. Milano ve ark.<sup>65</sup> tarafından ise diskin konumu, statik ve dinamik yer değiştirme olarak gruplandırılmıştır. Statik yer değiştirme grubunda; anterior ve posterior tam dönme (*complete anterior and posterior rotational*), anterolateral ve anteromedial kısmi dönme (*partial anterolateral and anteromedial rotational*),

lateral ve medial yönde dönme (*sideways lateral and medial rotational*), anterolateral ve anteromedial dönme (*anterolateral and anteromedial rotational*), dinamik yer değiştirme grubunda da; redüksiyonlu, redüksiyonsuz, tamamlanmamış redüksiyon, belirlenemeyen alt grupları başlıkları yer almaktadır.

MR görüntülemelerde TME düzensizliğinin tanı kriterleri disk ve eklem yüzeyleri kullanılarak farklı araştırmacılar tarafından farklı tanımlanmıştır.

Marguelles-Bonnet ve ark.<sup>42</sup> sınıflaması ve tanımlamaları aşağıdaki şekildedir.

**Normal TME:** Sagittal planda, diskin posterior bandı kondilin üst kısmında yer alır (saat 12 pozisyonu= $\pm 10^\circ$ )<sup>50,70</sup> ve kondil ile birlikte hareket eder. Frontal planda disk kondilin üst kısmına yerleşmiştir.

**Redüksiyonlu Anterior Disk Deplasmanı:** Disk interkusal konumda anteriora yerleşmiştir ve açma hareketi sırasında eklem başı ile birlikte konumlanır.

**Redüksiyonsuz Anterior Disk Deplasmanı:** Disk interkusal konumda anteriora yerleşmiştir ve açma hareketi sırasında bulunduğu yerde kalır.

**Stuck (yapışmış) Disk:** (temporal fossaya adezyon nedeniyle üst kısımda diskin hareketlerinin sınırlanması) Eklem alt bölümünde oluşan kayma hareketi sırasında, temporal kemik ile mandibular fossanın ilişkisinde, disk konumunda herhangi bir değişiklik gözlenmez.

**Dejeneratif Artrosis:** Subkondral kist ve/veya anterior osteofitler nedeniyle artiküler yüzeylerin şekli deviasyona uğramıştır. İntraartiküler aralık azalmıştır.

Vogl<sup>71</sup> ise sınıflandırmasında rahatsızlığı şu şekilde evrelemiştir: *Evre 1:* Diskin redüksiyonlu anterior yönde yer değiştirmesi, *Evre 2:* Diskin redüksiyonlu anterior yönde yer değiştirmesi + diskte deformasyon, *Evre 3:* Diskin redüksiyonsuz anterior yönde yer değiştirmesi + diskte deformasyon, *Evre 4:* Osteoartrit ve şiddetli disk deformasyonu, *Evre 5:* Disk rüptürü/perforasyonu ile ileri derecede kemiksel dejeneratif değişiklikler, *Evre 6:* Disk rezorpsiyonu, avasküler nekroz, osteokondritis dissekans.

Katzberg ve ark.<sup>47,50,72</sup>, normal disk, redüksiyonlu disk deplasmanı, dejeneratif eklem rahatsızlığı ile birlikte

reduksiyonsuz disk deplasmanı ya da salt redüksiyonsuz disk deplasmanı şeklinde sınıflandırırken, Taşkaya-Yılmaz ve Ögütçen-Toller<sup>63,73</sup>, redüksiyonlu anterior disk deplasmanı, redüksiyonsuz disk deplasmanı ve lateral, medial, anterolateral, anteromaedial disk deplasmanları olarak ayırmışlardır.

Yang ve ark.<sup>66</sup>, Dijkstra ve ark.<sup>74</sup> tarafından uygulanan Boering standartları ve Benito ve ark.<sup>75</sup>'nin tanımladığı standartların prensiplerine göre oluşturdukları ölçümler ile kondiler hareketlilik üç grupta değerlendirmiştir. Bu değerlendirmede, artiküler fossanın tepesine ve artiküler eminensin tepesine teğet vertikal çizgiler çizilir. İki çizginin birleştiği nokta 'O' noktası olarak işaretlenir. Bu noktada artiküler eminens 0, 90°, 120° olmak üzere 3 dereceye bölünür. Kondiler hareketlilik maksimum ağız açma görüntülerinde kondilin tepesinin lokalizasyonun ölçülmesi ile konulur. 1) Kondilde sınırlı hareket (hipomobilité): kondil başı 0-90° arasına yerleşmiştir. Bu bölgede kondil kayma hareketi yapamaz ya da çok az oranda gözlenir. (<30°) Kayma yapsa bile artiküler eminensin tepesine ulaşmaz. 2) Kondillerin tepesi eminens üzerinde 90-120° açı ile yerleşmiş ise kondil hareketliliği normal olarak ifade edilir. 3) Kondilde fazla hareket (hipermobilité): Kondiller, artiküler eminensin üstüne ve önüne doğru aşırı bir kayma hareketi yaptığında (eminens tepesinden 30° daha fazla hareket ettiğinde) kondillerin aşırı hareketli olduğu düşünülür.

Drace ve ark.<sup>69</sup> diskin anteriora yer değiştirmesini derecelendirerek eklem içi düzensizliği sınıflandırmışlardır. Sagittal MR görüntülemesi üzerinde post-glenoid tüberkülün ve artiküler eminensin en yüksek noktalarından geçen bir çizgi çizilir. Bu çizgi üzerinde kondilin orta noktası işaretlenir. Orta nokta boyunca çizilen vertikal çizgi ile diskin posterior kenarı boyunca çizilen çizgi arasındaki açı, her bir eklem için ölçülür. Bu açıya göre, anterior disk deplasmanı dereceleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır; -0°-10°: normal disk konumu (diskte yerdeğiştirme yok), -11°-30°: disk az (slight) düzeyde anteriora yer değiştirmiştir (erken disk redüksiyonu), -31°-50°: disk ılımlı (mild) düzeyde anteriora yer değiştirmiştir (orta düzeyde disk redüksiyonu), -51°-80°: disk orta (moderate) düzeyde anteriora yer değiştirmiştir (geç disk redüksiyonu), -80° ve üzeri: ciddi (severe) düzeyde anteriora yer değiştirmiştir (redüksiyonsuz disk).

## Sonuç

Günümüzde gelişen teknolojiye paralel olarak TME görüntülemesinde tek bir görüntüleme yöntemi kullanılmamakta, birkaç görüntüleme yöntemi ile değerlendirme yoluna gidilmektedir. Bunun yanında birkaç radyolojik yöntemin avantajlarından yararlanmak için MRG ve artrografinin birlikte kullanımı (Magnetic resonance arthrography (MRAr)) gibi iki yöntemin kombine kullanımı bile gündeme gelmektedir.

Görüntüleme yöntemlerinden temel olarak klinik değerlendirmeye birlikte hastalıkların tanısında yararlanılmasına rağmen, konservatif ve cerrahi sağıltım sonuçlarının değerlendirilmesinde önem taşımaktadır. Özellikle sağıltım sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler ve değerlendirme kriterleri farklı çalışmaların konusunu oluşturmaktadır. Diagnostik yöntem seçimi kadar seçilen yönteme ilişkin değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi radyoloji uzmanı ve hastanın dişhekimi arasında hem değerlendirme kolaylığı hem de standardizasyonu sağlar.

Sonuç olarak, görüntüleme yöntemlerinin seçimi hastanın işaret ve semptomlarına bağlıdır. Bununla beraber kararı klinisyenin deneyimi, teknik yeterlilik, ekipman ve uygunluk da etkiler. En iyi karar tüm uygulamaların avantaj ve dezavantajları ile yöntemin yetersizliklerini değerlendiren klinisyen tarafından verilir.

## Kaynaklar

1. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorder and Occlusion. 3<sup>rd</sup> ed., Mosby- Year Book, Inc., St. Louis, 1993.
2. Bermejo-Fenoll A, Panchón-Ruíz A, González- González JM, González-Sequeros O. A study of the movements of the human temporomandibular joint complex in the cadaver. *Cranio* 2002; 20: 181-191.
3. Mohl ND. Functional anatomy of the TM joint, in the President's Conference on the examination, diagnosis and management of TMJ. D.M. Laskin et al. (editors) ADA, Quintessence, Chicago, 1986.
4. American Academy of Craniomandibular Disorders. Craniomandibular Disorders: Guidelines for Evaluation, Diagnosis and Management. Quintessence, Chicago: 1993.
5. Bean LR, Omnell KA, Oberg T. Comparison between radiologic observations and macroscopic tissue changes in temporomandibular joints. *Dentomaxillofac Radiol* 1977; 6: 90-106.

6. Gonvalves N, Miller AM, Yale SH, Rosenberg HM, Hauptfuehrer JD. Radiographic evaluation of defects created in mandibular condyles. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974; 38: 474-489.
7. Dixon DC, Graham GS, Mayhew RB, Oesterle LJ, Simms D, Pierson WB. The validity of transcranial radiography in diagnosing TMJ anterior disk displacement. *J Am Dent Assoc* 1984;108:615-618.
8. 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.
9. 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.
10. McNeill C (ed): Temporomandibular Disorders: Guidelines for Classification, Assessment and Management. Quintessence, Chicago, IL, 1993, 66.
11. 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.
12. 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.
13. Kraus SL. Temporomandibular Disorders 2. Edition, Churchill Livingstone 1994, 115-123.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. 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.
18. Charles McNeill Science and Practice of Occlusion Quintessence Publishing Co, Inc 1997; 352-363.
19. Katsavrias EG. Method for integrating facial cephalometry and corrected lateral tomography of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32: 93-96.
20. Pooley R, McKinney JM, Miller DA. The AAPM/RSNA physics tutorial for residents: digital fluoroscopy. *Radiographics* 2001; 21: 521-534.
21. James AE Jr, Gibbs SJ, Sloan M, Erickson JJ, Diggs J. Radiographic techniques to evaluate paintings. *Am J Roentgenol* 1983; 140: 215-220.
22. 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.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. 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.
27. 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.
28. 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.
29. 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.
30. 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.



31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. Braun S, Hicken JS. Ultrasound imaging of condylar motion: a preliminary report. *Angle Orthodont* 2000; 70: 383-386.
35. 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.
36. 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.
37. Westesson P-L. MRI of the temporomandibular joint. *Image Decisions* 1994; 1: 2-14.
38. Westesson PL Reliability and validity of imaging diagnosis of temporomandibular joint disorder. *Adv Dent Research* 1993; 7: 137-151.
39. Palacios E, Valvassori GE, Shannon M, Reed CF. Magnetic resonance of the temporomandibular joint. New York: Thieme Medical Publishers, 1990, 1-3.
40. Larheim TA. Current trends in temporomandibular joint imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80: 555-576.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. Tasaki MM, Westesson PL. MR imaging of the temporomandibular joint: diagnosis accuracy with sagittal and coronal images. *Radiology* 1993; 186: 723-729.
45. Harms SE, Wilk RM, Wolford LM, Chiles DG, Milam SB. The temporomandibular joint: Magnetic resonance imaging using surface coils. *Radiology* 1985; 157: 133-136.
46. Schellhas KP, Fritts HM, Heithoff KB, Jahn JA, Wilkes CH, Omlie MR. Temporomandibular joint: MR fast scanning. *Cranio* 1988; 6: 209-216.
47. 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.
48. 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.
49. Westesson PL, Bronstein SL Temporomandibular joint: comparison of single and double contrast arthrography. *Radiology* 1987; 164: 65-70.
50. Katzberg RW. Temporomandibular joint imaging. *Radiology* 1989; 170: 297-307.
51. 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.
52. 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.
53. 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.
54. Kaplan PA, Helms CA Current status of temporomandibular joint imaging for the diagnosis of internal derangements. *AJR Am J Roentgenol* 1989; 152: 697-705.
55. 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.
56. 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.
57. Bell KA, Walters PJ. Videofluoroscopy during arthrography of the temporomandibular joint. *Radiology* 1983; 147: 879.

58. Rohrer FA, Palla S, Engelke W. Condylar movements in clicking joints before and after arthrography. *J Oral Rehabil* 1991; 18: 111-123.
59. 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.
60. 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; 25: 212-215.
61. 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.
62. Krebs M, Gallo LM, Airolidi RL, Palla S. A new method for three-dimensional reconstruction and animation of the temporomandibular joint. *Ann Acad Med Singapore* 1995; 24: 11-16.
63. Taskaya-Yılmaz N, Ogutcen-Toller M. Clinical correlation of MRI findings of internal derangements of the temporomandibular joints. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2002; 40: 317-321.
64. Hefez LB, Jordan SL. Superficial vascularity of temporomandibular joint retrodiskal tissue: an element of the internal derangement process. *Cranio* 1992; 10: 180-191.
65. Milano V, Desiate A, Bellino R, Garofalo T. Magnetic resonance imaging of temporomandibular disorders: classification, prevalence and interpretation of disc displacement and deformation. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29: 352-361.
66. Yang X, Pernu H, Phytinen J, Tiilikainen PA, Oikarinen KS, Raustia AM. MR abnormalities of the lateral pterygoid muscle in patients with nonreducing disk displacement of the TMJ. *Cranio* 2002; 20: 209-221.
67. Murakami S, Takahashi A, Nishiyama H, Fujishita M, Fuchihata H. Magnetic resonance evaluation of the TMJ disc position and configuration. *Dentomaxillofac Radiol* 1993; 22: 205-207.
68. Yoshida H, Hirohata H, Onizawa H, Niitsu M, Itai Y. Flexure deformation of the temporomandibular joint disk in pseudodynamic magnetic resonance images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2000; 89: 104-111.
69. Sato S, Sakamoto M, Kawamura H, Motegi K. Disk position and morphology in patients with nonreducing disk displacement treated by injection of sodium hyaluronate. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1999; 28: 253-257.
70. Drace JE, Enzmann DR. Defining the normal temporomandibular joint: closed-, partially open-, and open-mouth MR imaging of asymptomatic subjects. *Radiology* 1990; 177: 67-71.
71. Vogl TJ. MRI of the head and neck. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1991.
72. Katzberg RW, Westesson PL, Tallents RH, Drake CM. Anatomic disorders of the temporomandibular joint disc in asymptomatic subjects. *J Oral Maxillofac Surg* 1996; 54: 147-153.
73. Taşkaya-Yılmaz N, Ogutcen-Toller M. Magnetic resonance imaging evaluation of temporomandibular joint disc deformities in relation to type of disc displacement. *J Oral Maxillofac Surg* 2001; 59: 860-865.
74. Dijkstra PU, de Bont LG, de Leeuw R, Stegenga B, Boering G. Temporomandibular joint osteoarthritis and temporomandibular joint hypermobility. *Cranio* 1993; 11: 268-275.
75. Benito C, Casares G, Benito C. TMJ static disk: correlation between clinical findings and pseudodynamic magnetic resonance images. *Cranio* 1998; 16: 242-251.

---

**Yazışma Adresi:**

Dr. Gülcan COŞKUN AKAR  
Ege Üniversitesi,  
Dişhekimliği Fakültesi,  
Protetik Diş Tedavisi AD,  
Bornova - İZMİR  
Tel : (232) 388 03 27  
Faks : (232) 388 03 25  
E-posta : gulcan.coskun.akar@ege.edu.tr