TEMPOROMANDİBULAR EKLEM DEJENERATİF HASTALIKLARI VE ORTODONTİDE RADYOLOJİK YAKLAŞIM

EDİTÖR: EZGİ KATI

BİDGE

BİDGE Yayınları

Temporomandibular Eklem Dejeneratif Hastalıkları ve Ortodontide Radyolojik Yaklaşım

Editör: Ezgi Katı

ISBN: 978-625-8989-20-5

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 07.05.2026

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374
Yayın hakları © BİDGE Yayınları
www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com
Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.
Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara

İÇİNDEKİLER

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ.....4

MENDUH SERCAN KAYA.....4

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM DEJENERATİF HASTALIKLARI.....18

MENDUH SERCAN KAYA.....18

ORTODONTİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ 31

ESRA KAYA.....31

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

MENDUH SERCAN KAYA[1]

Giriş

Temporomandibular eklem (TME), glenoid fossa, mandibular kondil, artiküler eminens, artiküler disk, retrodiskal doku, eklem kapsülü ve sinovial membrandan oluşan kompleks eklem tipidir (Mahl & Silveira, 2010). TME, artiküler disk ile alt ve üst komponentlere ayrılır. TME hareketleri daima çift taraflı olmaktadır. Çünkü mandibula aracılığı ile her iki eklem tek bir ünite gibi çalışır (Whyte et al., 2021). Bu bileşenler gerekli durumlarda remodelasyon ve adaptasyon sürecine girerler, ancak adaptasyon kabiliyetlerini aşan durumlarda TME komponentlerinde yapısal değişiklikler ve fonksiyonel bozukluklar izlenerek TME hastalıkları oluşur (Ferreira et al., 2016). TME hastalıkları, çiğneme kasları, TME ünitesini veya her ikisini birden içeren bir grup hastalığın ortak adıdır (Whyte et al., 2021). Genellikle eklem hastalıkları sadece klinik muayene ile teşhis edilememektedir. Bu durumda klinisyen

[1] Uzman Diş Hekimi, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.B.D, Orcid: 0009-0005-6090-5623

çeşitli görüntüleme yöntemlerine başvurarak eklem hastalıklarını teşhis etmeyi amaçlar (Baba et al., 2016).

Hekimler açısından görüntüleme yöntemlerinin ne zaman kullanılacağı, hangi yöntemin daha avantajlı olacağı konusunda kafa karışıklığı bulunmaktadır. TME görüntülenmesinde hangi yöntemin kullanılacağına bazı kriterlere göre karar verilmelidir. Hasta için uygun görüntüleme yöntemi klinik semptomların işaret ettiği en doğru görüntüleme yönteminin seçilmesi ile mümkün olabilmektedir. Bu durumda en doğru teknik hastalığın teşhisi hakkında yeni bilgiler ortaya çıkarabilecek yöntemdir. Ayrıca görüntüleme yöntemini seçerken klinik semptomların yanında görüntüleme yönteminin maliyeti ve maruz kalınan doz göz önüne alınmalıdır (Baba et al., 2016; Brooks et al., 1997).

Düz Radyografiler

Düz radyografiler sabit bir film ve X-ışını kaynağı ile elde edilen radyograflardır. Düz radyografi türleri eklemin sadece sert doku komponentlerini göstermekle birlikte yumuşak doku komponentleri hakkında bilgi vermemektedir. Ayrıca anatomik yapıların üst üste binmesi TME' nin tüm kısımlarının görüntülenmesini zorlaştırır. Bu sebeple farklı açılarda birden fazla radyograf elde edilmesi süperpozisyon sınırlamasının aşılmasını sağlar (Brooks et al., 1997).

- Transkranial Projeksiyon

TME incelenmesinde kullanılan tekniklerden biri transkranial projeksiyondur. Bu görüntüleme yöntemi fossa ve kondilin lateral tarafındaki hem konumsal hem de yapısal değişiklikleri göstermek için kullanılabilir (Van Sickels et al., 1983). TME' nin incelenmesinde hem ağız açık hem de kapalı şekilde kullanılmaktadır. En büyük dezavantajı eklemin medial kısımlarının X ışınlarının doğrultusundan dolayı net bir şekilde izlenememesidir.

Bu dezavantaj eklemin sert dokularındaki erken değişikliklerin ekseriyetinin lateral kısımlarda meydana gelmesi nedeniyle kısmen telafi edilebilir (Baba et al., 2016; Brooks et al., 1997). Mandibular kondil başı ve mandibular kondil boynundaki kırıkları değerlendirmek için faydalı bir yöntem olabilir. Hastaların pozisyonlandırılması esnasında zor bir yöntem olduğundan sefalostat ile standardize bir görüntü alınması gerekmektedir (Almeida et al., 1997; Ferreira et al., 2016; VASCONCELOS et al., 2002).

- Transmaksiller Projeksiyon

Modifiye edilmiş anterior posterior projeksiyondur. Işın geliş geometrisi sayesinde mandibular kondiler çıkıntı ve mastoid çıkıntının üst üste binmesi önlenir. Bu görüş açısı transkranial projeksiyon için tamamlayıcı bir yöntem olarak kabul edilebilir. Böylece TME' nin üç boyutlu yorumlanması mümkün olabilmektedir. Belirgin kırıklar, şiddetli dejeneratif eklem hastalıkları ve tümörlerin teşhisi için her iki yöntemin birlikte kullanılması uygun olabilir (Brooks et al., 1997).

- Submentoverteks Projeksiyon

Submentoverteks projeksiyon ile yüzdeki asimetriler değerlendirilebilir. Ayrıca travma ve ortognatik cerrahi planlamasında mandibular kondildeki yer değişikliklerinin ve rotasyonların incelenmesinde kullanılır. Uygun bir baş pozisyonunun sağlanabilmesi için sefalostatlar kullanılır. Böylelikle distorsiyonlar olabildiğince azaltılmış olur (Brooks et al., 1997).

- Transfarengeal Projeksiyon

Komşu yapıların süperpozisyonunu önlemek için ağız açık şekilde görüntü alınır. Kondil boynu kırıklarının değerlendirilmesinde faydalı olabilir (Brooks et al., 1997)

- Posterior Anterior Kafa Projeksiyonu

Fasiyal asimetri değerlendirilmesinde faydalı olabilecek bir yöntemdir. TME hakkında çok az bilgi verir (White & Pharoah, 2014).

- Reverse – Towne Projeksiyonu

Ağız açık şekilde alındığında kondil boynu kırıklarının değerlendirilmesinde faydalı bir yöntemdir. TME hakkında elde edilen bilgi kısıtlıdır.

Panoramik Radyograf

Çene kemikleri ile ilgili genel bir görünüm sağlar. Diş kaynaklı ağrıları TME kaynaklı ağrılardan ayırt etmede faydalı olmaktadır (Hintze et al., 2009; Hunter & Kalathingal, 2013). Yüksek görüntüleme kalitesine sahip bir panoramik radyograf; kondillerdeki ileri derecedeki eklem dejenerasyonu, TME' deki geniş lezyonları, inflamatuar süreçleri, büyüme değişikliklerini asimetrileri, mandibular kondildeki belirgin kırıkları ve sert doku ankilozlarını teşhis etmede faydalı olabilmektedir (Ferreira et al., 2016; Lewis et al., 2008). Panoramik görüntüleme yöntemi eklemdeki geniş patolojileri değerlendirmede etkin olmasına karşı TME ve çevre yapılardaki daha küçük değişiklikleri değerlendirmede yetersiz kalmaktadır (Ahmad et al., 2009; Larheim et al., 2018). Uygulamada TME' nin rutin kontrolünün yanı sıra ağız açıklığı azalmış hastalarda ve eklem komponentlerinde kırık şüphesi varsa tercih edilebilir bir yöntemdir (Ferreira et al., 2016).

Artrografi

Kontrast maddenin eklem içine zerk edilmesini takiben çeşitli görüntüleme yöntemleri ile ekleme ait değişikliklerin incelendiği görüntüleme yöntemidir. 1970' li yılların sonlarına doğru artiküler diskteki yer değişikliğinin tespiti amacıyla kullanılmıştır

(Whyte et al., 2021). Kontrast madde alt ya da üst eklem boşluğuna zerk edilir. Artiküler diskin yeri, hareketi ve şekli kontrast madde hareketleri incelenerek yorumlanır. Diskin lateral ve rotasyonel hareketleri güvenilir şekilde belirlenemez. Artiküler diske ait perforasyonlar kontrast maddenin boşluklar arası yer değiştirmesi izlenerek yorumlanır. Kapsül yırtıkları ve disk değişikliklerinin incelenmesinde kullanışlıdır (Brooks et al., 1997; Liedberg et al., 1990; Westesson & Rohlin, 1984). Artrografi, ekleme ait yumuşak doku görüntülemesindeki bu faydalarına rağmen günümüzde önerilmemektedir. Çünkü invaziv bir prosedürdür. Artiküler disk perforasyonu ve sinir hasarı ihtimali bulunmaktadır. Radyasyona maruz kalma, enjeksiyon sonrasında ağrı, hareket kısıtlılığı, bulaş riski ve kontrast ajana maruziyet sonrasında alerjik yanıt gelişme ihtimali bulunmaktadır (Lewis et al., 2008; Mahl & Silveira, 2010; Ramos et al., 2004; VASCONCELOS et al., 2002).

Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi düz radyografilere göre sert doku komponentlerinde son derece net görüntüler ortaya çıkarabilmektedir. İki boyutlu görüntüleme sistemlerinin temel dezavantajı olan süperpozisyonlar ve distorsiyonlar bu görüntüleme sisteminde izlenmemektedir. Sagittal, koronal ve aksiyal düzlemlerde TME' nin sert doku komponentlerini inceleme imkanı sunması temel avantajıdır. Bunun yanı sıra özel yazılımlarla üç boyutlu rekonstrüksiyona olanak sağlar (Angelopoulos et al., 2012; White & Pharoah, 2014). Son yıllarda konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, maksillofasiyal bölge için özel kullanımı nedeniyle diş tanısı amaçlı olarak kullanılmaktadır. Tarama süresi bilgisayarlı tomografiden daha düşük olan konik ışınlı bilgisayarlı tomografinin TME görüntülenmesine yönelik en önemli endikasyonları; fraktür hatlarının, neoplazmların, kemik ankilozlarının, osteofitlerin, psödokistlerin, dejeneratif ve eroziv eklem hastalıklarının

incelenmesidir. Ayrıca kondiler hiperplazi, kondiler hipoplazi, eklem içi kalsifikasyonlar ve yabancı cisimler rahatlıkla gözlemlenebilmektedir (Alkhader et al., 2010; Ferreira et al., 2016; Rammelsberg et al., 1997; White & Pharoah, 2014). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi, bilgisayarlı tomografiye göre daha düşük maliyete sahiptir ve radyasyona maruziyet daha azdır. Ancak maliyeti ve radyasyona maruz kalma dozu iki boyutlu görüntüleme yöntemlerine göre daha yüksektir. Ayrıca hem bilgisayarlı tomografi hem de konik ışınlı bilgisayarlı tomografi yumuşak doku değerlendirilmesinde uygun yöntemler değildir (Ferreira et al., 2016; Lascala et al., 2004).

Multi Dedektörlü Bilgisayarlı Tomografi

TME değerlendirilmesinde de kullanılan bu görüntüleme yönteminin sert doku çözünürlüğü konik ışınlı bilgisayarlı tomografiye benzer olmasına rağmen konik ışınlı bilgisayarlı tomografiden çok daha üstün yumuşak doku çözünürlüğü bulunmaktadır. Bu görüntüleme yönteminin diğer bir avantajı manyetik rezonans görüntüleme yöntemini tolere edemeyen hastalar tarafından daha rahat tolere edilmesidir. Bu avantajlarının yanı sıra radyasyon maruziyeti açısından konik ışınlı bilgisayarlı tomografiye göre dezavantajlıdır (White & Pharoah, 2014; Whyte et al., 2021).

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi eklem diskinin, intrakapsüler sıvının, retrodiskal dokuların, ligamentlerin, çiğneme kaslarının, kemik bileşenlerin kortikal ve medüller bütünlüğünün incelenmesinde oldukça başarılı ve tercih edilen bir yöntemdir. Disk pozisyonunun değerlendirilmesinde ve dejeneratif değişikliklerin gözlemlenmesinde altın standarttır (Alkhader et al., 2010; Ferraz Júnior et al., 2012; Ferreira et al., 2016; Ramos et al., 2004). Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi iyonize radyasyon yerine

radyofrekans aracılığı ile görüntü oluşturduğundan bu görüntüleme yönteminde radyasyon maruziyeti bulunmaz. Tıpkı bilgisayarlı görüntüleme yöntemlerinde olduğu gibi üç boyutlu değerlendirme imkânı bulunmaktadır (White & Pharoah, 2014; Yilmaz). Manyetik rezonans görüntüleme yöntemlerinde farklı sekanslar bulunmaktadır. T1 ağırlıklı görüntüleme mükemmel anatomik detay verebilme kabiliyetindedir. Proton dansite ile değerlendirme disk pozisyonunun üç boyutlu olarak değerlendirilmesinde oldukça tatmin edicidir, ayrıca disk yaralanmalarında oldukça kullanışlıdır. T2 ağırlıklı görüntüleme medüller kemik ödemini ve eklem efüzyonunu ortaya çıkarmaktadır (Garcia et al., 2008; Lewis et al., 2008; Petscavage-Thomas & Walker, 2014; Styles & Whyte, 2002; Yilmaz). Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi birçok eklem hastalığının teşhisinde altın standarttır. Ancak bazı dezavantajları bulunmaktadır. Yüksek maliyetlidir ve kullanımı için özel alan gerektirir. Ferromanyetik yabancı cisim bulunması halinde risk oluşturur. Kalp pili taşıyan hastalarda, metalik kalp kapağı bulunduran hastalarda ve hamilelerde kontrendikedir (Ferreira et al., 2016; White & Pharoah, 2014).

Ultrasonografi

TME ultrasonografisi eklemin yumuşak dokularını gösteren, kolay erişilebilir, non invaziv, düşük maliyetli ve gerçek zamanlı inceleme imkânı sunar. Ultrasonografik görüntülemede transdüserden yayılan ses dalgaları dokudaki farklı dansitedeki objelerden yansıyarak tekrar transdüserdeki alıcı tarafından algılanır (Artas & Yalcin, 2023; Yilmaz). Lezyonların hem tanısı hem de bazı eklem hastalıklarının tedavisi amacıyla kullanılabilir (Tvrdy, 2007). TME diskinin pozisyonunun değerlendirilmesinde kullanışlı bir yöntemdir. Ancak eklemin sert doku komponentlerinin kortikal sınırlarının belirlenmesinde, eklem diskinin konumunun tespit edilmesinde ve osteoartrit gibi bazı hastalıkların teşhisinde yeterli

doğruluk oranına sahip değildir (Bas et al., 2011; Dayisoylu et al., 2013; Jank et al., 2011).

Radyonüklid Görüntüleme

Bu görüntüleme yöntemleri osteometabolik değişimleri oluşturan radyoaktif maddelerin az miktardaki konsantrasyonlarını tespit ederek tanı koymayı amaçlayan yöntemlerdir (Coutinho et al., 2006).

- Sintigrafi

Kemik büyümesini, neoplastik aktiviteyi ve metabolik bozuklukları değerlendirme amacı ile kullanılır. Oldukça hassas olan bu yöntem erken teşhisi kolaylaştırır (Bittencourt et al., 2005; Coutinho et al., 2006).

- Pozitron Emisyon Tomografisi

Metastatik tümörlerin değerlendirilmesi ve evrelenmesi amacıyla önerilir. Tedavinin doğru bir şekilde yönlendirilmesine yardımcı olur (Lewis et al., 2008; Shintaku et al., 2009).

- Tek Foton Emisyon Bilgisayarlı Tomografi

Bölgesel osteometabolit hızını tespit edebilir. Ana avantajı yüksek spesifitesi ve hassasiyetidir. Tek taraflı kondiler hiperplazinin tespit edilmesinde sıklıkla kullanılır (Coutinho et al., 2006; Shintaku et al., 2009; Tamimi et al., 2019).

Sonuç

TME görüntülenmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Öncelikle klinik muayenenin uygun şekilde yapılması ve hastaya ait anamnez bilgisinin eksiksiz alınması uygun görüntüleme yöntemini seçmeye yardımcı olacaktır. İki boyutlu görüntüleme yöntemleri sert dokudaki geniş patolojilerin ayırt edilmesinde pratik bir yöntem olmaktadır. Ancak sert dokulardaki daha minimal boyutlarda

lezyonların ayırt edilmesinde bilgisayarlı tomografi ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi kullanışlı olabilmektedir. Yumuşak doku görüntüleme yöntemlerinden artrografi günümüzde önerilmemekle birlikte manyetik rezonans görüntüleme yöntemi altın standart kabul edilmektedir. Ancak bazı durumlarda düşük maliyeti, kolay ulaşım imkanı ve anlık görüntüleme özelliği sebebi ile ultrasonografi, manyetik rezonans görüntüleme yöntemine alternatif bir yol olabilir. Radyonüklid görüntüleme yöntemleri ise özellikle metabolik faaliyetlerin yüksek hassaslıkta tespit edilmesini sağlar.

Kaynakça

Ahmad, M., Hollender, L., Anderson, Q., Kartha, K., Ohrbach, R., Truelove, E. L.,…Schiffman, E. L. (2009). Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *107*(6), 844-860.

Alkhader, M., Ohbayashi, N., Tetsumura, A., Nakamura, S., Okochi, K., Momin, M., & Kurabayashi, T. (2010). Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting osseous abnormalities of the temporomandibular joint and its correlation with cone beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, *39*(5), 270-276.

Almeida, M., Conceicao, P., & Alpendurada, M. (1997). Optimization of a technique of solid-phase micro-extraction and capillary gas chromatography with electron capture detection for the determination of nine organochlorine pesticides in drinking water. *Analusis*, *25*(3), 51-54.

Angelopoulos, C., Scarfe, W. C., & Farman, A. G. (2012). A comparison of maxillofacial CBCT and medical CT. *Atlas of the oral and maxillofacial surgery clinics of North America*, *20*(1), 1-17.

Artas, A., & Yalcin, E. D. (2023). Evaluation of the validity of mental foramen USG measurements by comparison with CBCT and determination of blood flow. *Oral Radiology*, *39*(4), 699-707.

Baba, I. A., Najmuddin, M., Shah, A. F., & Yousuf, A. (2016). TMJ imaging: a review. *International Journal of Contemporary Medical Research*, *3*(8), 2253-2256.

Bas, B., Yılmaz, N., Gökce, E., & Akan, H. (2011). Ultrasound assessment of increased capsular width in

temporomandibular joint internal derangements: relationship with joint pain and magnetic resonance grading of joint effusion. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *112*(1), 112-117.

Bittencourt, L. P., Souza, S. A. L., Magnanini, M., Fonseca, L. M. B. d., & Gutfilen, B. (2005). Verificação da atividade condilar em pacientes com padrão esquelético classe III por intermédio da cintilografia óssea. *Radiologia Brasileira*, *38*, 273-277.

Brooks, S. L., Brand, J. W., Gibbs, S. J., Hollender, L., Lurie, A. G., Omnell, K.-Å.,…White, S. C. (1997). Imaging of the temporomandibular joint: a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *83*(5), 609-618.

Coutinho, A., Fenyo-Pereira, M., Dib, L. L., & Lima, E. N. P. (2006). The role of SPECT/CT with 99mTc-MDP image fusion to diagnose temporomandibular dysfunction. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *101*(2), 224-230.

Dayisoylu, E. H., Cifci, E., & Uckan, S. (2013). Ultrasound-guided arthrocentesis of the temporomandibular joint. *Br J Oral Maxillofac Surg*, *51*(7), 667-668.

Ferraz Júnior, A., Guimarães, J., & Ferreira, L. (2012). Técnicas de obtenção de imagens da articulação temporomandibular. *Atlas de diagnóstico por imaginologia das desordens temporomandibulares. Juiz de Fora: Editora UFJF*, 28-66.

Ferreira, L. A., Grossmann, E., Januzzi, E., de Paula, M. V. Q., & Carvalho, A. C. P. (2016). Diagnosis of temporomandibular joint disorders: indication of imaging exams. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, *82*(3), 341-352.

Garcia, M. d. M., Machado, K. F. S., & Mascarenhas, M. H. (2008). Ressonância magnética e tomografia computadorizada da articulação temporomandibular: além da disfunção. *Radiologia Brasileira*, *41*(5), 337-342.

Hintze, H., Wiese, M., & Wenzel, A. (2009). Comparison of three radiographic methods for detection of morphological temporomandibular joint changes: panoramic, scanographic and tomographic examination. *Dentomaxillofacial Radiology*, *38*(3), 134-140.

Hunter, A., & Kalathingal, S. (2013). Diagnostic imaging for temporomandibular disorders and orofacial pain. *Dental Clinics*, *57*(3), 405-418.

Jank, S., Zangerl, A., Kloss, F., Laimer, K., Missmann, M., Schroeder, D., & Mur, E. (2011). High resolution ultrasound investigation of the temporomandibular joint in patients with chronic polyarthritis. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, *40*(1), 45-49.

Larheim, T. A., Hol, C., Ottersen, M. K., Mork-Knutsen, B. B., & Arvidsson, L. Z. (2018). The role of imaging in the diagnosis of temporomandibular joint pathology. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, *30*(3), 239-249.

Lascala, C., Panella, J., & Marques, M. M. (2004). Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofacial Radiology*, *33*(5), 291-294.

Lewis, E. L., Dolwick, M. F., Abramowicz, S., & Reeder, S. L. (2008). Contemporary imaging of the temporomandibular joint. *Dental Clinics of North America*, *52*(4), 875-890.

Liedberg, J., Westesson, P.-L., & Kurita, K. (1990). Sideways and rotational displacement of the temporomandibular joint disk:

diagnosis by arthrography and correlation to cryosectional morphology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *69*(6), 757-763.

Mahl, C. R. W., & Silveira, M. W. (2010). Diagnóstico por imagens da articulação temporomandibular: técnicas e indicações. *Jornal Brasileiro de Oclusão, ATM & Dor Orofacial*, *2*(8).

Petscavage-Thomas, J. M., & Walker, E. A. (2014). Unlocking the jaw: advanced imaging of the temporomandibular joint. *American journal of roentgenology*, *203*(5), 1047-1058.

Rammelsberg, P., Pospiech, P. R., Jäger, L., Duc, J.-M. P., Böhm, A. O., & Gernet, W. (1997). Variability of disk position in asymptomatic volunteers and patients with internal derangements of the TMJ. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *83*(3), 393-399.

Ramos, A. C. A., Sarmento, V. A., Campos, P. S. F., & Gonzalez, M. O. D. (2004). Articulação temporomandibular-aspectos normais e deslocamentos de disco: imagem por ressonância magnética. *Radiologia Brasileira*, *37*, 449-454.

Shintaku, W. H., Venturin, J. S., & Yepes, J. F. (2009). Application of advanced imaging modalities for the diagnosis of metastatic adenocarcinoma of the lungs in the temporomandibular joint. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *107*(6), e37-e41.

Styles, C., & Whyte, A. (2002). MRI in the assessment of internal derangement and pain within the temporomandibular joint: a pictorial essay. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *40*(3), 220-228.

Tamimi, D., Kocasarac, H. D., & Mardini, S. (2019). Imaging of the temporomandibular joint. Seminars in Roentgenology,

Tvrdy, P. (2007). Methods of imaging in the diagnosis of temporomandibular joint disorders. *Biomedical Papers of the Medical Faculty of Palacky University in Olomouc*, *151*(1).

Van Sickels, J. E., Bianco Jr, H. J., & Pifer, R. G. (1983). Transcranial radiographs in the evaluation of craniomandibular (TMJ) disorders. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *49*(2), 244-249.

VASCONCELOS, B., SILVA, E., KELNER, N., MIRANDA, K., & SILVA, A. (2002). MEIOS DE DIAGNÓSTICO DAS DESORDENS TEMPOROMANDIBULARES DIAGNOSTIC METHODS FOR THE EVALUATION OF TEMPOROMANDIBULAR DISORDERS.

Westesson, P.-L., & Rohlin, M. (1984). Diagnostic accuracy of double-contrast arthrotomography of the temporomandibular joint: correlation with postmortem morphology. *American journal of roentgenology*, *143*(3), 655-660.

White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). *Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation*. Elsevier Health Sciences.

Whyte, A., Boeddinghaus, R., Bartley, A., & Vijeyaendra, R. (2021). Imaging of the temporomandibular joint. *Clinical radiology*, *76*(1), 76. e21-76. e35.

Yilmaz, D. Temporomandibular eklem rahatsızlıklarının USG, MRG ve KIBT bulgularının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi.

TEMPOROMANDİBULAR EKLEM DEJENERATİF HASTALIKLARI

MENDUH SERCAN KAYA[1]

Giriş

Dejeneratif eklem hastalıklarının yaygınlığı teşhis kriterlerine ve incelenen popülasyona göre değişkenlik göstermektedir. Nüfusun %2 ile %16' sı arasında bu hastalık grubunun klinik bulguları izlenmiştir (Pantoja et al., 2019). Dejeneratif eklem hastalıkları temporomandibular eklem (TME) ve çevre yapılardaki yumuşak ve sert dokuların dejenerasyonuna sebep olur. Sonuç olarak ağrı ve çene hareketlerinde kısıtlılık oluşabilir (Poole, 2012). TME' nin dejeneratif eklem hastalıkları romatoid artrit, juvenil idiopatik artrit, ankilozan spondilit ve psöriatik artrit gibi sistemik sebeplerle oluşmakla birlikte bazen lokal faktörlere de bağlı oluşabilmektedir. Sistemik sebeplerle oluşan TME' nin dejeneratif hastalıkları genellikle omurga, diz ve kalça eklemleri gibi farklı eklemlerde birlikte tutulumla izlenmektedir. Sebep ne olursa olsun TME' de dejeneratif hastalıklar sonucu eklem kıkırdağı, sinovial membran ve subkondral kemik etkilenmektedir (Pantoja et

[1] Uzman Diş Hekimi, Dicle Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.B.D, Orcid: 0009-0005-6090-5623

al., 2019). Mandibular kondilde düzleşme, kortikal tabakada skleroz ve mandibular kondildeki remodelasyon gibi değişiklikler yaşın ilerlemesi ile birlikte oluşabileceğinden dejeneratif eklem hastalıkları tanısı koyabilmek için yeterli belirtiler olmayabilir. Bu durumda şüpheli hastaların dejeneratif eklem hastalığına sahip olup olmadığını anlamak amacı ile TME görüntüleme yöntemleri kullanılabilmektedir (Kaimal et al., 2018). Örneğin krepitasyon ile birlikte izlenen palpasyon duyarlılığının bulunması dejeneratif eklem hastalığını düşündürse bile hastalık tanısının kesin olarak tespiti için görüntüme yöntemlerine başvurulmalıdır (Schiffman et al., 2014; Schroder et al., 2023).

TME dejeneratif hastalıklarını tespit etme amacı ile bir çok görüntüleme yöntemi kullanılabilir (Mallya & Lam, 2018; Salemi et al., 2015). TME' e ait sert doku komponentlerinin incelenmesinde konik ışınlı bilgisayarlı tomografi altın standart kabul edilebilir. Çünkü konik ışınlı bilgisayarlı tomografi üç boyutlu değerlendirme imkanı, kesitsel inceleme ve yüksek sert doku çözünürlüğü ile en küçük sert doku değişikliklerini tespit edebilme kapasitesine sahiptir (Hilgenberg-Sydney et al., 2018; Mallya & Lam, 2018). TME' in dejeneratif hastalıklarında eklemin yapılarındaki erozyonlar, kemik komponentlerin generalize sklerozu, ostefitler ve subkondral kistler, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ile rahatlıkla teşhis edilebilir (Ahmad et al., 2009). TME' nin dejeneratif hastalıklarında bu değişiklikler en sık mandibular kondiler çıkıntıda izlense de bazen glenoid fossada da bu değişiklikler izlenebilmektedir (Schiffman et al., 2014). TME diskinin pozisyonlanması ve yumuşak dokudaki anomalilerin tespiti için ise manyetik rezonans görüntüleme yönteminin kullanılması yüksek oranda bilgi sağlamaktadır (Schiffman et al., 2014).

Osteoartrit

Kıkırdak tahribatı, subkondral kemik remodelasyonu, sinovit bulguları ile karakterize olan kronik dejeneratif eklem hastalığıdır (Mélou et al., 2022). TME tutulumunda eklem artropatisi ve yüz ağrısı izlenir. TME sert ve yumuşak doku komponentlerinin tamamında kademeli olarak yıkım izlenmektedir. Genelde yaşlı hastalarda izlenmesine rağmen zamanla biriken risk faktörlerinin bu hastalığın oluşumunda rol aldığı bilinmektedir (Loeser, 2011). Ancak osteoartrit bazen idiopatik şekilde oluşmaktadır (Savage et al., 2019). TME osteoartriti krepitasyon, sınırlı eklem hareketliliği, eklem disfonksiyonu ve kronik ağrıya sebep olabilir. Tedavisi genellikle palyatiftir ve semptomları hafifletmeye yöneliktir. Hasarlı TME' i onarmak için herhangi bir etkin strateji bulunmasa dahi oluşan iltihabı ve TME eklem kompleksinin yıkımını engellemek için bazı uygulamalar bulunmaktadır (Luo et al., 2019; Mélou et al., 2022; Yotsuya et al., 2020). Güncel olarak diz ve kalça eklemlerindeki osteoartrit tutulumunun etyopatogenezi hakkında oldukça fazla sayıda araştırma yapılmış olmasına rağmen TME' deki osteoartrit tutulumu hakkındaki etyopatogenez bilgisi daha sınırlıdır (Delpachitra & Dimitroulis, 2022). Ancak yaşın, cinsiyetin, genetik faktörlerin, enfeksiyonların, gelişimsel ve doğuştan gelen anomalilerin hastalık oluşma mekanizmasında rol aldığı düşünülmektedir (Abrahamsson et al., 2017).

TME osteoartriti genellikle yumuşak doku komponentlerinin görüntülenmesi amacı ile manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri ve sert doku komponentlerinin görüntülenmesi amacı ile bilgisayarlı tomografi ile incelenir (Delpachitra & Dimitroulis, 2022). TME osteoartritinde korteks devamlılığında bozulmalar, erozyonlar ve kemik hacminde azalma izlenir. İleri boyutlardaki vakalarda glenoid fossa boyutları erozyon sebebiyle artmıştır. Mandibular kondil başı hacmi ise yine erozyon sebebi ile azalmıştır. Bu erozyonlar sebebi ile kondil başı anterior ve süperiora doğru

hareket ederek hastada ön açık kapanış oluşturmaktadır (Kiliç et al., 2015; Mallya & Lam, 2018). Bazen TME' i oluşturan sert dokuların eklem yüzeylerinin altında düzensiz sınırlı ve yuvarlak radyolusent alanlar izlenmektedir. Bunlar Ely kisti olarak adlandırıp yalancı kistlerdir. Ely kistleri hastalığın oluşturduğu dejenerasyon sahalarıdır (Omami & Miller, 2024). Hastalığın proliferatif fazında TME' in sert doku komponentlerinde osteofit adı verilen yeni kemik oluşumu izlenmektedir. Osteofitler genellikle mandibular kondilin anterosüperiorunda ve temporal kemiğin lateral segmentlerinde oluşmaktadır. Bu yapılar daha düz eklem yüzeyleri oluşturarak ekleme gelen yükün daha dengeli dağıtılmasını sağlarlar. Bazen osteofitler kırılıp eklem boşluğunda serbest şekilde yüzebilmektedir bu durumda osteofitler eklem faresi olarak da adlandırılabilir (Mallya & Lam, 2018).

Romatoid Artrit

Romatoid artritin TME tutulumu, sinovial zarda iltihap ile karakterize sistemik inflamatuar bir hastalıktır. Bu hastalıkta, inflamasyon bazen ortamdaki bağ doku ve eklem yüzlerini de etkileyebilir. Bu durumda eklem yüzeyleri hassas hale gelmektedir. TME tutulumu genellikle çift taraflı olmakla birlikte klinik durum oldukça değişken olabilir (Savtekin & Şehirli, 2018). Bu hastalıkta sert doku ve fibrokartilaj doku içine doğru sinovial granülamatoz doku penetre olur. Sonuç olarak pannus tipi eklem oluşmuş olur (Mallya & Lam, 2018). Romatoid artritin TME tutulumu durumunda şişlik ile çene hareketlerinin kısıtlanması izlenir. Hastalık seyrinin ilerlemesiyle ankiloz görülme ihtimali bulunmaktadır (Celiker et al., 1995; da Conceição Rivanor et al., 2014). Etiyolojisi multifaktöriyal olup genellikle mikrobiyal enfeksiyonlar, sigara, otoimmün etkenler ve genetiğin rol aldığı düşünülmektedir. Toplumdaki prevalansı %2' nin altındadır (Savtekin & Şehirli, 2018).

Klinik olarak genellikle ayak bilekleri ve eller bilateral olarak tutulmuştur. TME tutulumu genellikle daha sonra gerçekleşmektedir. TME tutulumu olan hastalarda eklem bölgesinde şişlik, ağrı, hassasiyet, çene hareketlerinde kısıtlama, ağız açmada gerginlik ve krepitasyon bulguları izlenmektedir. Anterior açık kapanış eklemin ilerleyici yıkımından dolayı mandibular kondilin anterosüperiora konumlanması kaynaklıdır. Çocuklarda bu dejenerasyon büyüme geriliğine sebep olabilmektedir (Kent et al., 1986; Mallya & Lam, 2018). En yaygın bulgu ağrıdır. TME palpasyona hassas olup sabahları eklem sertliği izlenmektedir. Çene kuvveti azalmıştır (Lin et al., 2007).

Romatoid artritin TME tutulumunda pannus, disk anomalileri, ilik ödemi ve eklem efüzyonu manyetik rezonans görüntülenme ile incelenirken sert doku değişikliklerini incelemek için en uygun yöntem bilgisayarlı tomografidir (Mallya & Lam, 2018). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi de sert dokuyu bilgisayarlı tomografiye benzer bir kapasite ile değerlendirebilmektedir (Morales & Cornelius, 2016). Genellikle eklem aralığı genişliği azalmış olup sert dokularda osteopeni ve sinovial inflamasyon izlenmektedir. Eklemin sert doku komponentlerinde rezorbsiyon derecesi o kadar yüksek olabilir ki artiküler eminens tamamen iç bükey hale gelecek kadar yıkılır. Mandibular kondil erozyon nedeni ile radyograflarda ucu açılmış açılmış kalem görüntüsü verebilir. Bazı ileri vakalarda mandibular kondil başı tamamen rezorbe olup sadece kondil boynu izlenmektedir. Subkondral Ely kistleri ve osteofitler oluşabilir. Osseöz ankiloz nadir olsa da fibröz ankiloz izlenebilir (Mallya & Lam, 2018).

Juvenil İdiopatik Artrit

Belirli bir sebebi olmayan 16 yaşından önce gelişen kronik inflamatuar artrit durumudur. Predispozan faktörler olarak; travma, psikolojik faktörler, kalıtım, otoimmünite ve enfeksiyonlar kabul

edilebilir. Çocukluk çağının en yaygın inflamatuar hastalıklarından birisidir. Sistemik tutulumda psoriazis, üveit ve sakroiliak eklem hassasiyeti izlenmektedir (de la Fuente et al., 2016). Juvenil idiopatik artriti bulunun hastaların %40' ı ila %96' sında TME tutulumu oluşmaktadır (Stoll et al., 2018). İki taraflı tutulma vakaların %53' ü ile %83' ü arasında izlenmektedir (de la Fuente et al., 2016).

Kronik ve aralıklı enfeksiyon sonucunda eklem efüzyonu, sinovial hipertrofi, şişmiş ve ağrılı eklemler izlenir. Hastalık TME' in sert doku ve kıkırdak komponentlerinde yıkımla izlenir (Mallya & Lam, 2018). Genellikle tek taraflı TME tutulumu izlenir. Kıkırdakta kademeli kayıpla birlikte glenoid fossada erozyon sonucu genişlemeler ve kondilde ilerleyici erozyon izlenir. Bu değişiklikler sonucu büyüme bozularak asimetri, mikrognati, retrognati, malokluzyonlar, psikolojik bozukluklar, disfonksiyon ve çene ağrısı oluşur. TME disfonksiyonu sonucunda kas zayıflığı ve kraniofasial gelişimde bozukluklar izlenir. Daha sık kadınlarda izlenen juvenil idiopatik artrit sonucunda kuş yüzü olarak bilinen görüntü ortaya çıkabilir (de la Fuente et al., 2016; Mallya & Lam, 2018).

Juvenil idiopatik artritli asemptomatik hastalarda manyetik rezonans görüntüleme erken sinovial enflamasyonu gösterdiği için yumuşak doku değerlendirmesinde oldukça kullanışlı olup hastalığın erken dönem tespitinde avantaj sağlamaktadır. Bilgisayarlı tomografi juvenil idiopatik artritli hastaların sert dokularındaki değişiklikleri tespit etmede fayda sağlamaktadır. İlk oluşan değişiklik osteopeni olup zamanla ikincil dejeneratif değişiklikler başlayarak skleroz, osteofit ve bazı vakalarda fibröz ankiloz oluşmaktadır. Antegonial çentik zamanla derinleşip mandibular ramus yüksekliğinde azalma izlenmektedir (de la Fuente et al., 2016; Mallya & Lam, 2018).

Psöriyatik Artrit

Eklem iltihabı ve deri tutulumuna sebep olan otoimmün kronik bir hastalıktır. Hem genetik hem de çevresel faktörler etiyolojisinde rol oynamaktadır. En sık 30 ile 50 yaş arasında izlenir (Bernardi et al., 2024). Genellikle psöriazis elleri, omurgayı ve ayakları daha sık etkilese de TME tutulumu da izlenebilmektedir. Psöriyazisin TME tutulumu %25 oranındadır. Psöriazisin TME' i etkileme durumunda ağrı ve fonksiyonel kısıtlılık izlenebilir (Alinaghi et al., 2019; Diani et al., 2019). Psöriyatik artritin TME tutulumunda ağrı; yüz, şakak ve boyun gibi bölgelere yayılabilmektedir. Zonklar tarzda olan bu ağrı türü konuşma ve çiğneme gibi fonksiyonlarda artacaktır. Ağrı şiddeti değişken olup TME' de şişlik sık izlenir. Eklem şişliğinin varlığı TME hareketlerinde kısıtlılığa yol açar. Çene hareketleri esnasında krepitasyon duyulabilir (Bernardi et al., 2024). TME bulguları sadece radyolojik görüntüleme yöntemleri ile romatoid artritten ayırt edilemeyebilir (White & Pharoah, 2014).

Septik Artrit

Septik artritin TME tutulumu nadir bir durumdur. Odontojenik enfeksiyonu, üst solunum yolu enfeksiyonu, tonsilliti, selüliti, mandibular korpus ve ramusta osteomiyeliti bulunan veya ilgili bölgede ameliyat geçmişi ile travma hikayesi bulunan hastalarda mikrobiyal patojenlerin hematojen yayılımı ile oluşur. Ağız açmada kısıtlılık, eklem efüzyonu, trismus, şişlik, kızarıklık, lenfadenopati, şişlik, kızarıklık ve servikal lenf nodlarında lenfadenopati genellikle tek taraflı izlenmektedir (Mallya & Lam, 2018; Omiunu et al., 2021).

Görüntüleme yöntemlerinde eklem efüzyonu nedeniyle hastalığın ilerleyen aşamalarında mandibular kondil ve glenoid fossa arasındaki mesafe artmıştır. Enfeksiyon oluşumundan 7-10 gün sonra TME' in sert doku komponentlerinde değişiklikler oluşur.

Bilgisayarlı tomografi ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinde mandibular kondil ve artiküler eminens üzerinde erozyonlar, sekester ve periostal kemik oluşumu izlenebilir. Manyetik rezonans görüntüleme yöntemiyle apse, eklem efüzyonu ve kas tutulumu incelenebilir. İlerleyen dönemde fibröz veya osseöz ankiloz oluşabilir (Mallya & Lam, 2018; Omiunu et al., 2021). Özellikle serum CRP düzeyi akut enfeksiyonun belirteci olarak oldukça önemlidir (Bast et al., 2015).

Ankilozan Spondilit

Ankilozan spondilit sakroiliak ve omurga eklemlerini tutan ve kemik füzyonuna sebep olan bir hastalıktır. TME tutulumunda diğer sistemik artritlerle benzer semptomlar göstermektedir (de Holanda et al., 2023). Daha çok erkeklerde izlenir ve romatoid artritten ayırt edilmesi oldukça güçtür (Mallya & Lam, 2018).

Sonuç

Dejeneratif eklem hastalıkları hayat kalitesini etkileyebilecek birçok probleme sebep olabilmektedir. Bu hastalıkların TME üzerine etkisi bazen benzer olabilmekle birlikte dikkatli bir klinik muayene ve radyografik inceleme ile ayırt edilmeleri muhtemeldir. Bu hastalıkların klinik semptomlarının bilinmesi ve radyografik özelliklerinin anlaşılması dejeneratif eklem hastalıklarının tanınmasında oldukça önemlidir.

Kaynakça

Abrahamsson, A., Kristensen, M., Arvidsson, L., Kvien, T., Larheim, T., & Haugen, I. (2017). Frequency of temporomandibular joint osteoarthritis and related symptoms in a hand osteoarthritis cohort. *Osteoarthritis and cartilage*, *25*(5), 654-657.

Ahmad, M., Hollender, L., Anderson, Q., Kartha, K., Ohrbach, R., Truelove, E. L.,…Schiffman, E. L. (2009). Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *107*(6), 844-860.

Alinaghi, F., Calov, M., Kristensen, L. E., Gladman, D. D., Coates, L. C., Jullien, D.,…Thyssen, J. P. (2019). Prevalence of psoriatic arthritis in patients with psoriasis: a systematic review and meta-analysis of observational and clinical studies. *Journal of the American Academy of Dermatology*, *80*(1), 251-265. e219.

Bast, F., Collier, S., Chadha, P., & Collier, J. (2015). Septic arthritis of the temporomandibular joint as a complication of acute otitis media in a child: a rare case and the importance of real-time PCR for diagnosis. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, *79*(11), 1942-1945.

Bernardi, S., Memè, L., Belfioretti, C., Bambini, F., Gerardi, D., Macchiarelli, G.,…Mummolo, S. (2024). Psoriatic arthritis involving TMJ: A review on pathogenesis and consideration on eventual gender differences. *Dentistry Journal*, *12*(2), 31.

Celiker, R., Gökçe-Kutsal, Y., & Eryilmaz, M. (1995). Temporomandibular joint involvement in rheumatoid arthritis: Relationship with disease activity. *Scandinavian journal of rheumatology*, *24*(1), 22-25.

da Conceição Rivanor, R. L., Chaves, H. V., do Val, D. R., de Freitas, A. R., Lemos, J. C., Rodrigues, J. A. G.,…Benevides, N. M. B. (2014). A lectin from the green seaweed Caulerpa cupressoides reduces mechanical hyper-nociception and inflammation in the rat temporomandibular joint during zymosan-induced arthritis. *International Immunopharmacology*, *21*(1), 34-43.

de Holanda, G. A., de Holanda, T. A., Boscato, N., & Casarin, M. (2023). Temporomandibular joint involvement in individuals with ankylosing spondylitis: A scoping review. *Archives of oral biology*, *146*, 105609.

de la Fuente, S. E. A., Angenete, O., Jellestad, S., Tzaribachev, N., Koos, B., & Rosendahl, K. (2016). Juvenile idiopathic arthritis and the temporomandibular joint: a comprehensive review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *44*(5), 597-607.

Delpachitra, S., & Dimitroulis, G. (2022). Osteoarthritis of the temporomandibular joint: a review of aetiology and pathogenesis. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *60*(4), 387-396.

Diani, M., Perego, S., Sansoni, V., Bertino, L., Gomarasca, M., Faraldi, M.,…Altomare, G. (2019). Differences in osteoimmunological biomarkers predictive of psoriatic arthritis among a large Italian cohort of psoriatic patients. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(22), 5617.

Hilgenberg-Sydney, P. B., Bonotto, D. V., Stechman-Neto, J., Zwir, L. F., Pacheco-Pereira, C., Canto, G. D. L., & Porporatti, A. L. (2018). Diagnostic validity of CT to assess degenerative temporomandibular joint disease: a systematic review. *Dentomaxillofacial Radiology*, *47*(5), 20170389.

Kaimal, S., Ahmad, M., Kang, W., Nixdorf, D., & Schiffman, E. L. (2018). Diagnostic accuracy of panoramic radiography and MRI for detecting signs of TMJ degenerative joint disease. *General dentistry*, *66*(4), 34.

Kent, J. N., Carlton, D. M., & Zide, M. F. (1986). Rheumatoid disease and related arthropathies: II. Surgical rehabilitation of the temporomandibular joint. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, *61*(5), 423-439.

Kiliç, S. C., Kiliç, N., & Sümbüllü, M. (2015). Temporomandibular joint osteoarthritis: cone beam computed tomography findings, clinical features, and correlations. *International journal of oral and maxillofacial surgery*, *44*(10), 1268-1274.

Lin, Y.-C., Hsu, M.-L., Yang, J.-S., Liang, T.-H., Chou, S.-L., & Lin, H.-Y. (2007). Temporomandibular joint disorders in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of the Chinese Medical Association*, *70*(12), 527-534.

Loeser, R. F. (2011). Aging and osteoarthritis. *Current opinion in rheumatology*, *23*(5), 492-496.

Luo, P., Jiang, C., Ji, P., Wang, M., & Xu, J. (2019). Exosomes of stem cells from human exfoliated deciduous teeth as an anti-inflammatory agent in temporomandibular joint chondrocytes via miR-100-5p/mTOR. *Stem Cell Research & Therapy*, *10*(1), 216.

Mallya, S., & Lam, E. (2018). *White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and Interpretation*. Mosby.

Mélou, C., Pellen-Mussi, P., Jeanne, S., Novella, A., Tricot-Doleux, S., & Chauvel-Lebret, D. (2022). Osteoarthritis of the temporomandibular joint: a narrative overview. *Medicina*, *59*(1), 8.

Morales, H., & Cornelius, R. (2016). Imaging approach to temporomandibular joint disorders. *Clinical neuroradiology*, *26*(1), 5-22.

Omami, G., & Miller, C. S. (2024). Imaging evaluation of the temporomandibular joint. *Dental Clinics*, *68*(2), 357-373.

Omiunu, A., Talmor, G., Nguyen, B., Vakil, M., Barinsky, G. L., & Paskhover, B. (2021). Septic arthritis of the temporomandibular joint: a systematic review. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, *79*(6), 1214-1229.

Pantoja, L. L. Q., de Toledo, I. P., Pupo, Y. M., Porporatti, A. L., De Luca Canto, G., Zwir, L. F., & Guerra, E. N. S. (2019). Prevalence of degenerative joint disease of the temporomandibular joint: a systematic review. *Clinical oral investigations*, *23*(5), 2475-2488.

Poole, A. R. (2012). Osteoarthritis as a whole joint disease. In: SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.

Salemi, F., Shokri, A., Mortazavi, H., & Baharvand, M. (2015). Diagnosis of simulated condylar bone defects using panoramic radiography, spiral tomography and cone-beam computed tomography: a comparison study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, *7*(1), e34.

Savage, J., Lababidi, E., McCullough, M., & Dimitroulis, G. (2019). Microbiological investigation of the mandibular condyle in patients with advanced osteoarthritis of the temporomandibular joint. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, *47*(8), 1262-1265.

Savtekin, G., & Şehirli, A. (2018). Rheumatoid arthritis in temporo-mandibular joint: A review. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, *21*(10), 1243-1246.

Schiffman, E., Ohrbach, R., Truelove, E., Look, J., Anderson, G., Goulet, J.-P.,…Lobbezoo, F. (2014). Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *Journal of oral & facial pain and headache*, *28*(1), 6.

Schroder, Â. G. D., Gonçalves, F. M., Germiniani, J. d. S., Schroder, L. D., Porporatti, A. L., Zeigelboim, B. S.,…Stechman-Neto, J. (2023). Diagnosis of TMJ degenerative diseases by panoramic radiography: is it possible? A systematic review and meta-analysis. *Clinical oral investigations*, *27*(11), 6395-6412.

Stoll, M. L., Kau, C. H., Waite, P. D., & Cron, R. Q. (2018). Temporomandibular joint arthritis in juvenile idiopathic arthritis, now what? *Pediatric Rheumatology*, *16*(1), 32.

White, S. C., & Pharoah, M. J. (2014). *Oral radiology-E-Book: Principles and interpretation*. Elsevier Health Sciences.

Yotsuya, M., Iriarte-Diaz, J., & Reed, D. A. (2020). Temporomandibular joint hypofunction secondary to unilateral partial discectomy attenuates degeneration in murine mandibular condylar cartilage. *The Bulletin of Tokyo Dental College*, *61*(1), 9-19.

ORTODONTİK GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

ESRA KAYA[1]

Giriş

Ortodonti, dişlerin diğer dişlerle ve çenelerle olan ilişkilerinin, her iki çenenin birbirleriyle ve yüz iskeletiyle ilişkisinin konuşma, solunum, çiğneme fonksiyonlarının iyileştirilmesi ve iyi bir yüz estetiği sağlamak amacıyla incelenip olası bozuklukların tedavi edildiği diş hekimliği dalı olarak kabul edilmektedir (KÂMİLOĞLU, 2015). Bu ilişkilerin incelenmesi amacıyla ortodontide radyografik muayene bulguları oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Amerikan Ortodontistler Birliği tarafından yayımlanan uygulama kılavuzuna göre dişlerin ve dişleri destekleyen sert dokuların durumunun ve gelişiminin, diş anomalilerinin ve çenelerdeki patolojilerin, kraniofasial yapıların şeklinin ve pozisyonlarının incelenmesi amacıyla ortodonti alanında çeşitli radyografik incelemeler kullanılmaktadır (Tanna et al., 2021). Bu bölümde radyografik inceleme metotları hakkında temel bilgilere yer verilmiştir.

[1] Araştırma Görevlisi, Harran Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti A.B.D, Orcid: 0009-0002-4497-7414

Lateral Sefalometrik

Diş hekimliğinde ortodonti dalının kurulmasından önce kraniofasial gelişimi değerlendirmek ve kafatasında morfolojik ölçümler yapabilmek amacı ile anatomistler lateral sefalometrik görüntüleme yöntemini kullanmaktaydı (Cesur & Orhan, 2021; Chaconas & Fragiskos, 1991). Zamanla bu görüntüleme yöntemlerinde belirli standardizasyonların ortaya çıkıp ortodonti biliminin gelişmesiyle birçok analiz yöntemi geliştirilmiştir (Cesur & Orhan, 2021; Proffit et al., 2018). Böylelikle başın pozisyonunun sefalostatlarla stabilize edildiği Frankfurt horizontal düzleminin yere paralel şekilde konumlandırıldığı ve çeşitli sert ve yumuşak doku referanslarının kullanıldığı sefalometrik radyografi üzerinde değerlendirme yöntemleri ortodonti alanında standart bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Cesur & Orhan, 2021; Proffit et al., 2018). Sefalometrik görüntüleme yöntemi ile aşağıdaki analizler yapılabilmektedir:

- Morfolojik Analiz

Ortodontik anomaliler yalnızca dişlerin pozisyonel bozuklukları kaynaklı olmayıp kraniofasiyal bölgedeki yapıların pozisyonları ile de ilgilidir. Bu bağlamda lateral sefalometrik görüntüleme yöntemleri üzerinde çizgisel ve noktasal analizler yapılmaktadır. Böylelikle kraniofasiyal bölgedeki yapıların hem vertikal hemde sagittal yöndeki analizleri yapılmaktadır. Bu analizler sadece sert dokuların değerlendirmesi amacıyla değil, ilgili yumuşak dokuların değerlendirilmesi amacıyla da kullanılır (Cesur & Orhan, 2021; Holdaway, 1983).

- Tedavi Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Sabit ortodontik tedavi ve fonksiyonel tedaviler gibi tedavi yöntemlerinin başarısını ve sonuçlarını değerlendirmek için kullanılır (Cesur & Orhan, 2021; Moyers & Bookstein, 1979).

- Yüzün Büyüme ve Gelişim Modelinin Tespiti

Yüz büyüme modelinin doğru bir şekilde teşhisi uygun tedavi planı için gereklidir. Büyüme her ne kadar durdurulamaz olsa da yönlendirilebilmektedir. Bu sebeple uygun ölçümler ile hastanın büyüme paternine uygun tedavi planının çıkarılması gerekmektedir (Cesur & Orhan, 2021; Moyers & Bookstein, 1979).

- Gömülü Dişlerin Değerlendirilmesi

Genellikle üç boyutlu görüntüleme yöntemleri ve panoramik radyografi tercih edilse bile lateral sefalometrik görüntüleme yöntemi ile de kısıtlı bir bilgi elde edilebilir (Cesur & Orhan, 2021).

- İskeletsel Olgunlaşmanın Değerlendirilmesi

Ortodontik tedavi açısından uygun büyüme ve gelişme döneminin tayini çok önemlidir. Büyüme üzerine etki edecek şekilde planlanan tedaviler için en ideal dönem ergenlik döneminin zirvesi kabul edilmektedir. Bu dönemi tespit etmek için kullanılan yöntemlerden biri de servikal vertebra maturasyonunun tespitidir (Cesur & Orhan, 2021). Bu yöntem mandibulanın büyüme atılımının tespiti için güvenilirdir (Hassel & Farman, 1995; McNamara Jr & Franchi, 2018). Sadece lateral sefalometrik radyograflar üzerinde başka ek bir malzeme kullanımı gerekmeden uygulanabilen bu yöntemin dezavantajı bireylerin görsel değerlendirmelerine göre yapıldığı için öznel olmasıdır. Ayrıca iki boyutlu bir görüntüleme sistemi olması nedeniyle üç boyutlu değerlendirmeye olanak vermemektedir (Mankovich et al., 1994; Moyers & Bookstein, 1979; Türkoz et al., 2017).

El – Bilek Radyografileri

Ergenlik sürecinde izlenen büyüme atakları uygulanacak tedavi türünü ve bu tedavinin sonucunu etkileyebilmektedir. Büyüme ve gelişim zamanını tespit etmek önleyici tedavi

zamanlamasını tahmin etme konusunda elzemdir. Bu zamanın tespit edilmesi potansiyel olarak hangi ortodontik aparatların kullanılması gerektiği konusunda fikir vermektedir. Bu bilgiler sayesinde kraniofasiyal yapılar arasında büyüme uyumsuzluğu olan bireylerde büyüme ve gelişimin tamamlanmaya yakın olup olmadığını belirleyerek ortognatik cerrahi planlaması da değişmektedir. El – bilek radyografları ile iskeletsel büyüme ve yüz büyümesi arasındaki korelasyon faydalanarak kalan büyüme ve gelişmenin tahmin edilmesini sağlanmaktadır (Bergersen, 1972; Quintero et al., 1999). Ayrıca bu radyograflar sayesinde iskeletsel gelişimin zirve zamanı hakkında da bilgi sahibi olunabilmektedir. Ancak bu değerlendirme sistemi bireyler arasında yorumlanırken farklılıklar gösterdiği için diğer büyüme ve gelişim göstergeleriyle birlikte yorumlanması önerilmektedir (Hägg & Taranger, 1980; Quintero et al., 1999).

Bu değerlendirilmeler yapılırken genellikle iki yaklaşım uygulanmaktadır. İlk yaklaşım iskelet yaşı tayini için el bilek atlaslarına dayanmaktadır. Buna göre her iki cinsiyet için farklı röntgenler bulunduran el bilek atlasları ile mevcut röntgen karşılaştırılıp yaş tahmini yapılmaya çalışılır. İkinci yaklaşım ise iskeletsel gelişim döneminin tespiti için el kemiklerinin incelenmesidir. Bu bağlamda çeşitli el – bilek kemiklerinin epifiz ve diyafizi incelenir. İncelenen kemikler ulna, radius, metakarpal kemikler ve sesamoid kemik olarak sayılabilir (Björk & Helm, 1967; Bowden, 1976; Cesur & Orhan, 2021).

Posterior Anterior Kafa Projeksiyonu

Film reseptörü ve ışın kaynağına simetrik anatomik yapıların eşit uzaklıkta olması nedeniyle simetrinin değerlendirilmesinde kullanışlı bir yöntemdir. Bu görüntüleme yöntemiyle mevcut asimetri durumu niceliksel olarak değerlendirilebilir. Bu yöntem kullanılırken sagittal düzlemin iyi bir şekilde tespit edilmesi gerekmektedir (Bishara et al., 1994). Transversal kesitte

değerlendirme için kullanılan bu yöntemin yorumlanması hasta pozisyonlanmasında hatalar ve süperpozisyonlar sebebiyle bazen zor olabilmektedir (Tanna et al., 2021).

Panoramik Radyograf

Maksilla ve mandibulanın diş arklarını çevre anatomik oluşumlarla birlikte tek bir tomografik düzlemde görüntülenmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu görüntüleme yönteminin ağız açıklığında kısıtlılık bulunan hastalarda uygulanabilmesi, maksilla ve mandibulayı çevre anatomik oluşumlarla birlikte tek seferde gösterebilmesi ve tam ağız periapikal film çekimlerine göre hastanın daha az radyasyon dozuna maruz kalması gibi avantajları vardır (Cesur & Orhan, 2021; Reddy et al., 1994). Panoramik radyograflar rutin olarak ortodonti biliminde tanı ve tedavi planının değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Bu görüntüleme yöntemiyle maksillar ve mandibular arkların incelenmesi yanında temporomandibular eklemin de incelenmesi mümkündür. Ayrıca gömülü dişlerin, süpernümere dişlerin ve hipodonti durumunun değerlendirilmesinde kullanılabilmektedir (Altug-Atac & Erdem, 2007). Panoramik görüntüleme yönteminin tüm bu avantajlarının yanında ayrıca kök morfolojisi varyasyonları, kökteki rezorbsiyon gibi patolojik durumlar ve implantların çevredeki bazı anatomik yapılara uzaklığının değerlendirilmesi gibi faydaları da bulunmaktadır (Akcam et al., 2003; Apajalahti & Peltola, 2007; Cesur & Orhan, 2021).

Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi sert ve yumuşak dokunun üç boyutlu olarak değerlendirilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Bu sebeple temporomandibular eklem incelenmesinde, kraniofasial deformitelerin incelenmesinde ve maksillofasiyal cerrahi süreçlerinde oldukça kullanışlı bir yöntemdir. Üç boyutlu bir

görüntüleme yöntemi ile kesitsel incelemeye olanak sağlayan bilgisayarlı tomografide çevre dokuların birbirleri üzerine süperpozisyon olma ihtimali bulunmamaktadır. Ayrıca iki boyutlu görüntüleme yöntemlerinde izlenen distorsiyon ve magnifikasyon gibi artefaktlar bulunmayıp yüksek çözünürlükte görüntü oluşturabilme kapasitesine sahiptir. Ancak bu avantajlarının yanı sıra yüksek radyasyon maruziyeti, metal artefaktı ve yumuşak dokunun ideal şekilde incelenmesi amacıyla kontrast madde kullanım zorunluluğu gibi dezavantajları bulunmaktadır (Arai et al., 1999; Cesur & Orhan, 2021; Kapila et al., 2011).

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi bilgisayarlı tomografiye göre daha az radyasyon dozu, daha düşük maliyet ve kullanım kolaylığı avantajlarına sahiptir (Cesur & Orhan, 2021; Erten & Yılmaz, 2018). Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi gömülü dişlerin değerlendirilmesinde göstermiş olduğu yüksek çözünürlük avantajı ile oldukça kullanışlıdır. Bunun yanı sıra konik ışınlı bilgisayarlı tomografi ortodontide süpernümere dişlerin konumunun tespitinde, geçici ankraj unsurlarının yerleştirilmesinde, ortodontik tedavi sonuçlarının, kemik kalitesinin, anatomik yapılara olan uzaklıkların, kök rezorbsiyonlarının, dudak damak yarığı gibi kraniofasiyal deformitelerin, kondillerin sert doku bileşeninin, üst hava yolu hacminin ve yapılacak ortognatik cerrahi girişimlerin değerlendirilmesinde kullanılabilir bir yöntemdir (Cesur & Orhan, 2021; Dalessandri et al., 2011; Dudic et al., 2009; Ejima et al., 2013; Garib et al., 2012; Oenning et al., 2018).

Manyetik Rezonans Görüntüleme

Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi, hidrojen atomlarının konumlarını radyofrekans enerjisiyle değiştirerek manyetik alan aracılığıyla görüntüleme üreten bir yöntemdir. Bunun

yanı sıra kontrast madde kullanılmadığı takdirde invaziv değildir ve ağrısızdır (Cesur & Orhan, 2021; Mallya & Lam, 2018; Oyar, 2008). Bu görüntüleme yönteminde iyonlaştırıcı radyasyon kullanılmayıp kesitsel görüntülerde yumuşak dokunun yüksek çözünürlüklü üç boyutlu yapısını inceleme imkanı bulunmaktadır. Bu gibi avantajlarının yanında görüntüleme süresinin uzunluğu, hareket artefaktına yatkınlık, klostrofobili hastalarda kullanılamaması, sert dokuyu ayrıntılı inceleme imkanı sunamaması, yüksek maliyeti ve vücudunda ferromanyetik metaller bulunan hastalarda kullanılamaması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Mallya & Lam, 2018). Manyetik rezonans görüntüleme yöntemi genellikle ortodontide temporomandibular eklemin yumuşak doku komponentlerinin, çiğneme kaslarının ve çevre yumuşak dokuların detaylı bir şekilde değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Boom et al., 2008; Cesur & Orhan, 2021; Orhan et al., 2005).

Ultrasonografi

Ses dalgalarını kullanarak yumuşak dokuları inceleyen bir görüntüleme yöntemi olan ultrason invaziv olmayan gerçek zamanlı görüntüleme sağlamaktadır (Mallya & Lam, 2018). Ultrasonografi ortodontiyle ilgili olarak çiğneme kaslarının, dil hacminin, dil fonksiyonlarının, midpalatal suturun, periodontal dokulardaki değişimin ve yumuşak dokuların mini vida uygulanması işlemlerinde kalınlıklarının değerlendirilmesinde kullanılabilme potansiyeline sahiptir. Ultrasonografi ile yumuşak dokuların anatomik özellikleri kısmen izlenebilmesine rağmen bu yapıların sadece yüzeyel görüntüleri incelenebilir. Bu nedenle pterygoid kas gibi derin yerleşimli yapıların ultrasonografide izlenmesi oldukça zordur (Close et al., 1995; Gateno et al., 1993; Gumussoy et al., 2014; Parmar et al., 2016; Shawker & Sonies Phd, 1984; Wojtczak, 2012; Zimbran et al., 2013).

Radyonüklid Görüntüleme Yöntemleri

Diğer görüntüleme yöntemlerinin aksine bu görüntüleme yöntemleri herhangi bir morfolojik değişim oluşmadan önce biyokimyasal süreçlerin radyonüklidler aracılığı ile dedektörler tarafından algılanması sonucunda incelenmesi yöntemidir. Bu görüntüleme yöntemlerinde fonksiyonel ve fizyolojik değişiklikler incelenir. Bu yöntemler ile kondiler hiperplazi durumunun değerlendirilmesi ve erken tanı konması amacı ile ortodontide kullanılmıştır (Hodder et al., 2000; Mallya & Lam, 2018).

Sonuç

Ortodontide görüntüleme yöntemleri uygulanma sahalarına göre farklı durumlarda kullanılmaktadır. Panoramik, lateral sefalometrik ve el – bilek radyografileri gibi iki boyutlu görüntüleme teknikleri düşük maliyet, nispeten düşük radyasyon dozu ve uygulama kolaylığı sebebi ile rutin olarak tercih edilebilmektedir. Sert dokunun daha detaylı değerlendirilmesini sağlayan bilgisayarlı tomografi ve konik ışınlı bilgisayarlı tomografi kraniofasiyal yapıların detaylı incelenmesi amacı ile kullanılmaktadır. Ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme yöntemleri ise yumuşak dokunun incelenmesi gereken durumlarda başvurulan görüntüleme yöntemleridir. Günümüzde gerekli görüldüğü durumlarda fizyolojik değerlendirmeyi mümkün kılan radyonüklid görüntüleme yöntemleri de bulunmaktadır. Ortodontistin bu görüntüleme yöntemlerinden hangisini kullanacağı karşılaştığı duruma ve bu görüntüleme yöntemlerinin özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu sebeple ortodontistin karşılaştığı klinik duruma göre bu görüntüleme yöntemlerinden hangisini seçmesi gerektiği bu yöntemlerin güçlü ve zayıf yanları hakkında bilgi sahibi olmasına bağlıdır.

Kaynakça

Akcam, M. O., Altiok, T., & Ozdiler, E. (2003). Panoramic radiographs: a tool for investigating skeletal pattern. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, *123*(2), 175-181.

Altug-Atac, A. T., & Erdem, D. (2007). Prevalence and distribution of dental anomalies in orthodontic patients. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, *131*(4), 510-514.

Apajalahti, S., & Peltola, J. S. (2007). Apical root resorption after orthodontic treatment—a retrospective study. *The European Journal of Orthodontics*, *29*(4), 408-412.

Arai, Y., Tammisalo, E., Iwai, K., Hashimoto, K., & Shinoda, K. (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial Radiology*, *28*(4), 245-248.

Bergersen, E. O. (1972). The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *The Angle Orthodontist*, *42*(4), 319-338.

Bishara, S. E., Burkey, P. S., & Kharouf, J. G. (1994). Dental and facial asymmetries: a review. *The Angle Orthodontist*, *64*(2), 89-98.

Björk, A., & Helm, S. (1967). Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *The Angle Orthodontist*, *37*(2), 134-143.

Boom, H., Van Spronsen, P., Van Ginkel, F., Van Schijndel, R., Castelijns, J., & Tuinzing, D. (2008). A comparison of human jaw muscle cross-sectional area and volume in long-and short-face subjects, using MRI. *Archives of oral biology*, *53*(3), 273-281.

Bowden, B. (1976). Epiphysial changes in the hand/wrist areas as indicators of adolescent stage. *Australian Orthodontic Journal*, *4*(3), 87-104.

Cesur, E., & Orhan, K. (2021). Applications of contemporary imaging modalities in orthodontics. *Deneysel ve Klinik Tıp Dergisi*, *38*(3s), 104-112.

Chaconas, S., & Fragiskos, F. (1991). Orthognathic diagnosis and treatment planning: a cephalometric approach. *Journal of oral rehabilitation*, *18*(6), 531-545.

Close, P., Stokes, M., L'estrange, P., & Rowell, J. (1995). Ultrasonography of masseter muscle size in normal young adults. *Journal of oral rehabilitation*, *22*(2), 129-134.

Dalessandri, D., Laffranchi, L., Tonni, I., Zotti, F., Piancino, M. G., Paganelli, C., & Bracco, P. (2011). Advantages of cone beam computed tomography (CBCT) in the orthodontic treatment planning of cleidocranial dysplasia patients: a case report. *Head & face medicine*, *7*(1), 6.

Dudic, A., Giannopoulou, C., Leuzinger, M., & Kiliaridis, S. (2009). Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, *135*(4), 434-437.

Ejima, K., Schulze, D., Stippig, A., Matsumoto, K., Rottke, D., & Honda, K. (2013). Relationship between the thickness of the roof of glenoid fossa, condyle morphology and remaining teeth in asymptomatic European patients based on cone beam CT data sets. *Dentomaxillofacial Radiology*, *42*(3), 90929410.

Erten, O., & Yılmaz, B. N. (2018). Three-dimensional imaging in orthodontics. *Turkish journal of orthodontics*, *31*(3), 86.

Garib, D. G., Yatabe, M. S., Ozawa, T. O., & da Silva Filho, O. G. (2012). Alveolar bone morphology in patients with bilateral complete cleft lip and palate in the mixed dentition: cone beam computed tomography evaluation. *The Cleft palate-craniofacial journal*, *49*(2), 208-214.

Gateno, J., Miloro, M., Hendler, B. H., & Horrow, M. (1993). The use of ultrasound to determine the position of the mandibular condyle. *Journal of oral and maxillofacial surgery*, *51*(10), 1081-1086.

Gumussoy, I., Miloglu, O., Bayrakdar, I., Dagistan, S., & Caglayan, F. (2014). Ultrasonography in the evaluation of the mid-palatal suture in rapid palatal expansion. *Dentomaxillofacial Radiology*, *43*(8), 20140167.

Hägg, U., & Taranger, J. (1980). Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontologica Scandinavica*, *38*(3), 187-200.

Hassel, B., & Farman, A. G. (1995). Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, *107*(1), 58-66.

Hodder, S., Rees, J., Oliver, T., Facey, P., & Sugar, A. (2000). SPECT bone scintigraphy in the diagnosis and management of mandibular condylar hyperplasia. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *38*(2), 87-93.

Holdaway, R. A. (1983). A soft-tissue cephalometric analysis and its use in orthodontic treatment planning. Part I. *American journal of orthodontics*, *84*(1), 1-28.

KÂMİLOĞLU, B. (2015). TEMEL ORTODONTİK BİLGİLER VE LABORATUVAR EL KİTABI.

Kapila, S., Conley, R., & Harrell Jr, W. (2011). The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofacial Radiology*, *40*(1), 24-34.

Mallya, S., & Lam, E. (2018). *White and Pharoah's Oral Radiology: Principles and Interpretation*. Mosby.

Mankovich, N. J., Samson, D., Pratt, W., Lew, D., & Beumer III, J. (1994). Surgical planning using three-dimensional imaging and computer modeling. *Otolaryngologic Clinics of North America*, *27*(5), 875-889.

McNamara Jr, J. A., & Franchi, L. (2018). The cervical vertebral maturation method: a user's guide. *The Angle Orthodontist*, *88*(2), 133-143.

Moyers, R. E., & Bookstein, F. L. (1979). The inappropriateness of conventional cephalometrics. *American journal of orthodontics*, *75*(6), 599-617.

Oenning, A. C., Jacobs, R., Pauwels, R., Stratis, A., Hedesiu, M., Salmon, B., & DIMITRA Research Group, h. w. d. b. (2018). Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. *Pediatric radiology*, *48*(3), 308-316.

Orhan, K., Ucok, O., Delilbasi, C., Paksoy, C., Karakurumer, K., & Ozen, T. (2005). Prevalence of temporomandibular joint sideways disc displacement in symptom-free volunteers and comparison of signal intensity ratios of masticator muscles on magnetic resonance images. *OHDMBSC*, *4*(4), 14-18.

Oyar, O. (2008). Magnetik rezonans görüntüleme MRG nin klinik uygulamaları ve endikasyonları. *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, *5*(2), 31-40.

Parmar, R., Reddy, V., Reddy, S. K., & Reddy, D. (2016). Determination of soft tissue thickness at orthodontic miniscrew

placement sites using ultrasonography for customizing screw selection. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, *150*(4), 651-658.

Proffit, W. R., Fields, H., Larson, B., & Sarver, D. M. (2018). *Contemporary orthodontics-e-book: contemporary orthodontics-E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Quintero, J. C., Trosien, A., Hatcher, D., & Kapila, S. (1999). Craniofacial imaging in orthodontics: historical perspective, current status, and future developments. *The Angle Orthodontist*, *69*(6), 491-506.

Reddy, M., Mayfield-Donahoo, T., Vanderven, F., & Jeffcoat, M. (1994). A comparison of the diagnostic advantages of panoramic radiography and computed tomography scanning for placement of root form dental implants. *Clinical oral implants research*, *5*(4), 229-238.

Shawker, T. H., & Sonies Phd, B. C. (1984). Tongue movement during speech: a real-time ultrasound evaluation. *Journal of Clinical Ultrasound*, *12*(3), 125-133.

Tanna, N. K., AlMuzaini, A. A., & Mupparapu, M. (2021). Imaging in orthodontics. *Dental Clinics*, *65*(3), 623-641.

Türkoz, Ç., Kaygısız, E., Ulusoy, Ç., & Ateş, C. (2017). A practical formula for determining growth. *Diagnostic and Interventional Radiology*, *23*(3), 194.

Wojtczak, J. A. (2012). Submandibular sonography: assessment of hyomental distances and ratio, tongue size, and floor of the mouth musculature using portable sonography. *Journal of Ultrasound in Medicine*, *31*(4), 523-528.

Zimbran, A., Dudea, S. M., & Dudea, D. (2013). Evaluation of periodontal tissues using 40MHz ultrasonography. preliminary report. *Medical Ultrasonography*, *15*(1), 6-9.

BİDGE