

Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi Görüntülerinde Farklı Mandibular Kondil Morfolojilerine Sahip Hastaların Fraktal Boyut Analizinin Analitik Araştırması

Analytical Research of Fractal Dimension Analysis of Patients with Different Mandibular Condyle Morphologies in Cone Beam Computed Tomography Images

^{id} Merve AYDOĞDU^a, ^{id} Gülşah ERTAŞ^a, ^{id} Mehmet Zahit ADIŞEN^a

^aKırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Kırıkkale, Türkiye

ÖZET Amaç: Bu çalışmanın amacı, konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KİBT) görüntülerinde farklı mandibular kondil morfolojilerine sahip hastaları sınıflandırarak kondil tiplerini fraktal analiz (FA) ile değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya ağız, diş ve çene radyolojisi ana bilim dalı arşivinde kayıtlı, KİBT görüntülerinde temporomandibular eklem net olarak izlendiği 50 hasta dâhil edildi. Her hasta için sağ ve sol kondiler morfoloji, koronalde mesio-distal olarak en geniş izlendiği kesit incelenerek konveks, yuvarlak, düz ve açılı olarak sınıflandırıldı. FA, Image J programı kullanılarak hesaplandı. Elde edilen veriler SPSS 20 programına aktarılarak istatistiksel olarak karşılaştırıldı. **Bulgular:** Çalışmada, yaş aralığı 18-60 olan 22 kadın ve 28 erkek hastanın mandibular kondil morfolojileri değerlendirildi. Kondil morfolojiler vakaların %36'sında yuvarlak, %29'unda dışbükey, %27'sinde düz, %8'inde açılı olarak tespit edildi. Kadın hastalarda en sık yuvarlak (%40,9) kondil tipi, erkek hastalarda en sık yuvarlak ve dışbükey (%32,1) kondil tipi izlendi. Mandibular kondillerin FA değerleri 1,05-1,47 değerleri arasındaydı. FA değeri, mandibular kondil tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p<0,05$). Düz kondil tipi en düşük, açılı ve dışbükey kondil tipi en yüksek değere sahipti. FA değeri, yaş grupları ve cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermedi. **Sonuç:** Yuvarlak, dışbükey ve açılı kondil tiplerinin fraktal değerleri daha yüksek iken düz kondil tipinde fraktal değerlerin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Düz kondil tipinde fraktal değerlerin düşük olması, bu tipteki hastalarda kemik kalitesinin azalabileceğini ve olası kemik patolojilerine karşı dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

ABSTRACT Objective: The aim of this study was to classify patients with different mandibular condyle morphologies on cone beam computed tomography (CBCT) images and to evaluate condyle types using fractal analysis (FA). **Material and Methods:** The study included 50 patients registered in the archive of the department of oral, dental and maxillofacial radiology, in whom the temporomandibular joint was clearly visualised on CBCT images. For each patient, the right and left condylar morphology was classified as convex, rounded, flat and angled by examining the mesio-distally widest section in the coronal view. FA was calculated using Image J programme. The obtained data were transferred to SPSS 20 programme and compared statistically. **Results:** In the study, mandibular condyle morphologies of 22 female and 28 male patients with an age range of 18-60 years were evaluated. Condylar morphologies were round in 36%, convex in 29%, flat in 27%, and angled in 8% of the cases. The most common condyle type in female patients was round (40.9%), and the most common condyle type in male patients was round and convex (32.1%). The FA values of the mandibular condyles were between 1.05-1.47. FA values showed a statistically significant difference between the mandibular condyle types ($p<0.05$). Straight condyle type had the lowest value, angled and convex condyle type had the highest value. FA value did not show a significant difference between age groups and genders. **Conclusion:** Round, convex and angled condyle types had higher fractal values, while flat condyle type had lower fractal values. The low fractal values in the flat condyle type indicate that bone quality may decrease in patients with this type and caution should be exercised against possible bone pathologies.

Anahtar Kelimeler: Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi; mandibular kondil; temporomandibular eklem

Keywords: Cone beam computed tomography; mandibular condyle; temporomandibular joint

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN:

Aydoğdu M, Ertas G, Adışen MZ. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi görüntülerinde farklı mandibular kondil morfolojilerine sahip hastaların fraktal boyut analizinin analitik araştırması. Türkiye Klinikleri J Dental Sci. 2025;31(1):30-5.

Correspondence: Gülşah ERTAŞ

Kırıkkale Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi AD, Kırıkkale, Türkiye

E-mail: gulsah03ertas@gmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences.

Received: 17 Aug 2024

Received in revised form: 05 Nov 2024

Accepted: 07 Nov 2024

Available online: 17 Jan 2025

2146-8966 / Copyright © 2025 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Temporomandibular eklem (TME) bölgesi, yapısı ve işlevleri bakımından oldukça karmaşık, morfolojisi fonksiyonel kuvvetlerden etkilenen kompleks bir eklemdir. Eklem yapısının bir parçası olan kondil; yaş, cinsiyet, okluzal kuvvetler, travma ve malokluzyonlar karşısında yeniden şekillenme süreçlerinden geçer.¹ Kondil morfolojisinin varyasyonları literatürde ilk kez Yale ve ark. tarafından analiz edilmiş, kondil başının şekline göre dışbükey, açılı, düz ve yuvarlak olarak 4 gruba ayrılmıştır.² Kondil morfolojisindeki değişikliklerin etiyojisi multifaktöriyeldir ancak en yaygın değişiklikler eklem dejenerasyonuna bağlı olarak ileri yaştaki bireylerde izlenmiştir.³ Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (KIBT), mandibular kondilin 3 boyutlu ve yüksek çözünürlüklü görüntüsünü elde etmemizi sağlayarak TME anatomisini ve olası patolojilerin görüntülenmesine olanak sağlar ancak kemik yapısında meydana gelebilecek erken değişiklikleri objektif olarak yorumlamak zordur. Kemik mikro yapısını değerlendirerek oluşan değişikliklerin erken teşhisi ve takibi için trabeküler kemiğin morfolojik özelliklerini ölçen fraktal analiz (FA) yaklaşımı fayda sağlamaktadır.⁴

FA, düzensiz ve karmaşık vücut yapılarının değerlendirilebildiği matematiksel bir yöntemdir. Bu yöntemin nicel sonucu fraktal boyut olarak tanımlanır.⁵ FA, kemik iliği ve trabeküler kemik paternini ölçerek trabeküler ve medüller kemik sınırına erişmek için bir kutu sayma algoritması kullanır. Daha yüksek bir fraktal boyut değeri, daha yoğun trabeküllere sahip karmaşık bir kemik yapısını ifade eder.^{6,7} Radyoloğun kemik dokusunun kalitesini tahmin etmesine izin veren FA, ekonomik ve kolay ulaşılabilir olması, trabeküler morfoloji hakkında objektif veriler sunabilmesi gibi avantajlarından dolayı giderek daha popüler hale gelmektedir.⁸⁻¹⁰

Bu çalışmanın amacı, KIBT görüntülerinde farklı mandibular kondil morfolojilerine sahip hastaların kemik kalitesini fraktal boyut ölçümleri ile değerlendirmektir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

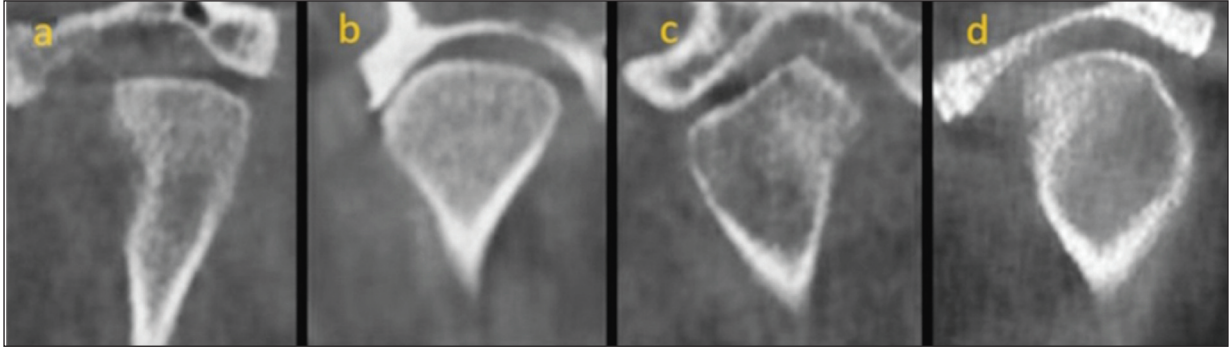
Bu araştırma makalesi; KIBT görüntüleri üzerinde farklı kondil tiplerinin fraktal boyutun değerlendirildiği analitik bir çalışmadır. Kırıkkale Üniversitesi

Diş Hekimliği Fakültesi Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi Ana Bilim Dalında çeşitli amaçlarla KIBT çekti ren hastaların görüntüleri retrospektif olarak değerlendirildi. Çalışmanın etik onayı Kırıkkale Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu (tarih: 5 Haziran 2024, no: 2024.05.03-2024/09) tarafından alındı. Çalışmaya kemik metabolizmasını etkileyen hastalık ve ilaç kullanım öyküsü olmayan, TME’de kırık, kist, tümör ve gelişimsel anomali gözlenmeyen, KIBT görüntülerinde TME’nin net olarak izlendiği ve taramalarında artefakt olmayan 50 hasta dâhil edildi. Bu çalışma, Helsinki Deklarasyonu prensiplerine uygun olarak yapılmıştır. Örneklem sayısı G*power versiyon 3.1.9.2 (Franz Faul, Universitat Kiel, Almanya) programı kullanılarak güç analizi ile belirlendi. %85 güç ve 0,05 anlamlılık düzeyinde 100 örneklem sayısının (100 kondil) yeterli olduğu tespit edildi. Hasta verilerine fakültenin bilgi yönetim sistemi kayıtlarından ulaşılmıştır. Kliniğe gelen hastalardan KIBT çekilmeden önce rutin olarak bilgilendirilmiş onam formu alınmaktadır. Görüntülerin tamamı I-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA) (ışınlama parametreleri: 23x17 cm FOV, 18,54 mAs, 120 KVP, 8,9 sn) KIBT cihazı ile çekilmiştir. Kondiler morfoloji sağ ve sol tarafta, koronalde kondilin mesio-distal olarak en geniş izlendiği kesit incelenerek Yale ve ark. tarafından yapılan sınıflandırmaya göre konveks, yuvarlak, düz ve açılı olarak kategorize edildi (Resim 1).²

FA için gerekli işlemler “National Institute of Health Image”in bir versiyonu olan ve “https://imagej.net/ij/” adlı internet adresinden ücretsiz olarak indirilip kullanılabilen ImageJ 1.52b (National Institutes of Health, USA) görüntü analiz programı üzerinde kutu sayma metodu ile White ve Rudolph tarafından tasarlanan yöntem kullanılarak gerçekleştirildi.¹¹ Ölçümler tek bir maksillofasiyal radyolog tarafından yapıldı. Bu yöntemdeki işlem basamakları şu şekildeydi;

- Görüntüde ilgi alanı [region of interest (ROI)] mandibular kondilin geometrik merkezindeki trabeküler alan içinde 60x60 piksel olarak seçildi. ROI seçiminde, kortikal kemiği içermemesine dikkat edildi.

- İlgi alanı kırıldıktan sonra 8 bit formatında kaydedilerek kopyalandı.



RESİM 1: Konik ışınli bilgisayarlı tomografi koronal kesitinde belirlenen kondil tipleri. a) Düz; b) Konveks; c) Açılı; d) Yuvarlak.

■ Duplike edilen görüntü Gauss filtresi (sigma=35 piksel) uygulanarak bulanıklaştırıldı.

■ Bulanıklaştırılan görüntü “subtract” işlemi ile orijinal görüntü üzerinden çıkarıldı.

■ Her piksele 128 gri değeri eklenerek ortalama piksel değeri 128 olan bir görüntü oluşturuldu. Belirtilen piksel değerine (128) eşit veya daha az olan piksel değerleri siyaha, diğer tüm pikseller beyaza dönüştürüldü. Bu işlemle görüntü, trabekülleri (beyaz) ve kemik iliğini (siyah) temsil eden 2 alana bölündü.

■ 128 parlaklık derecesi eşik değeri alınarak görüntü “binary” formatına çevrildi.

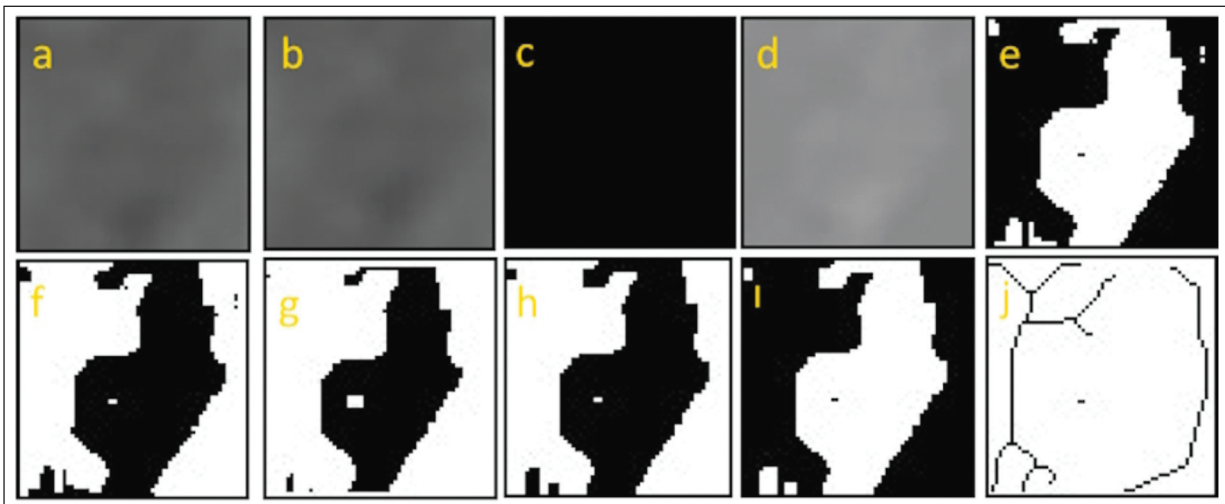
■ Görüntüdeki gürültüyü ortadan kaldırmak amacıyla erozyon ve dilasyon işlemi uygulandı.

■ Ardından görüntü ters çevrilip, trabekülleri simgeleyen alanlar siyaha, kemik iliği beyaza dönüştürülmüştür.

■ İskeletleştirme işlevi gerçekleştirilerek trabeküllerin merkezi kısımlarının kalması sağlandı.

■ FA değerleri, “kutu sayma” metodu ile ölçülmüştür. Görüntü 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 32 ve 64 boyutlu piksel kareleriyle kaplandı. Her farklı boyuttaki piksel için trabekülleri içeren karelerin sayısı ve karelerin toplam sayısı ölçüldü. Değerlerin logaritmik ölçek grafiği elde edildi. FA değeri, grafikte işaretlenen noktalara göre oluşturulan doğrunun eğimi ölçülerek hesaplandı (Resim 2).

Çalışmanın sonuçları SPSS versiyon 20.0 (IBM Corp, Armonk, NY, ABD.) istatistik programı kulla-



RESİM 2: Image J programı üzerinde fraktal analiz için işlem basamakları. a) Orijinal 60×60 piksellik ilgilenilen bölge; b) Gauss bulanıklaştırma filtresi uygulandıktan sonra bulanık görüntü; c) Çıkarılmış görüntü; d) 128 gri değeri eklenmiş görüntü; e) Threshold ayarı yapılmış görüntü; f) Binary formatında görüntü; g) Erode edilmiş görüntü; h) Dilate edilmiş görüntü; i) Ters çevrilmiş görüntü; j) İskeletleştirilmiş görüntü.

TABLO 1: Kondil tiplerinin cinsiyet ve yaş ortalamasına göre dağılımı.

Kondil tipi	Cinsiyet		Yaş ortalaması			Toplam
	Kadın	Erkek	18-30	31-49	50-80	
Düz	14	13	7	11	9	27
Dışbükey	11	18	6	12	11	29
Yuvarlak	18	18	12	11	13	36
Açılı	1	7	1	2	5	8
Toplam	44	56	26	36	38	100

nılarak hesaplandı. Çalışmada veriler değerlendirilirken niceliksel verilerin karşılaştırılmasında bağımsız örneklem t-testi ve varyans analizi testi, niteliksel verilerin karşılaştırılmasında ki-kare testi kullanıldı.

BULGULAR

Çalışmada yaş aralığı 18-60 olan 22 kadın ve 28 erkek hastanın mandibular kondil morfolojileri değerlendirildi. Kondiler morfolojiler; hastaların %36'sında yuvarlak, %29'unda dışbükey, %27'sinde düz, %8'inde açılı olarak tespit edildi. Kadın hastalarda en sık yuvarlak (%40,9) kondil tipi, erkek hastalarda en sık yuvarlak (%32,1) ve dışbükey (%32,1) kondil tipi izlendi (Tablo 1). Mandibular kondillerin FA değerleri 1,05-1,47 arasındaydı. FA değeri, mandibular kondil tipleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ($p<0,05$). Düz kondil tipi en düşük, açılı ve dışbükey kondil tipi en yüksek değere sahipti. FA değeri, yaş grupları, simetri ve cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermedi (Tablo 2). Korelasyon analizinde istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemekle birlikte FA değerleri ile yaş grupları arasında negatif yönlü bir ilişki vardır.

TARTIŞMA

TME'nin önemli yapısal kemik elemanı olan kondilin morfolojisi yaşa, cinsiyete, yüz tipine, okluzal kuvvete, fonksiyonel yüke ve malokluzyon tipine bağlı olarak değişiklik gösterir. Bu değişiklikler, kemiğin yeniden şekillenmesi, gelişimsel varyasyonlar, travma, endokrin bozukluklar, hormonal anormallikler, çeşitli patolojiler, ortognatik ameliyatlar ve radyoterapi sonrası meydana gelebilir.^{12,13}

Literatürde günümüze kadar kondil morfolojisinin sınıflandırılmasına dair kadvralar ve tomografi

TABLO 2: Farklı yaş grupları, cinsiyet, simetri ve kondil tiplerine göre fraktal boyut karşılaştırılması.

	Fraktal boyut değeri		p değeri
	X±SS		
Yaş grupları			
15-30	1,34±0,1		
31-45	1,32±0,11		0,607
46-60	1,32±0,12		
Cinsiyet			
Kadın	1,32±0,062		0,756
Erkek	1,33±0,073		
Taraf			
Sağ	1,32±0,01		0,524
Sol	1,34±0,008		
Kondil tipi			
Düz	1,28±0,015		
Dışbükey	1,34±0,011		0,000*
Açılı	1,34±0,019		
Yuvarlak	1,35±0,008		

* $p<0,05$ için istatistiksel olarak anlamlıdır. SS: Standart sapma.

görüntüleri üzerinde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan en kapsamlısı, 1963'te Yale ve ark.nın yaptığı sınıflandırmadır. 1.560 kafatası üzerinde 3.008 kondili değerlendirerek yapılan morfolojik sınıflama sonucu %58,3 dışbükey, %25,2 düz, %11,6 açılı ve %3 yuvarlak kondil tipi tespit edilmiştir.² Yalcin ve Ararat, Güneydoğu Anadolu toplumunda 1.820 kondili değerlendirerek yaptığı çalışmada ise kondil başı morfolojisinin %40,5'inde dışbükey, %34,3'ünde açılı, %15,5'inde düz, %9,6'sında yuvarlak olduğunu bildirmiştir.¹⁴ Tassoker ve ark. mandibular kondil sınıflandırmasını KIBT koronal kesitinde dışbükey, yuvarlak, düz, açılı ve içbükey olarak; sagittal kesitte ise yuvarlak, düz, gaga benzeri ve içbükey olarak sınıflandırmışlardır. Yüz sekiz mandibulanın görüntüsünü inceledikleri çalışmada,

koronal kesitte sırasıyla en çok konveks (%42,6), düz (%20,8), açılı (%19,4), yuvarlak (%10,6) ve içbükey (%6,5) kondil tipi, sagittal kesitte ise yuvarlak (%41,2), düz (%41,2), gaga benzeri (%37) ve içbükey (%20,4) kondil tipi tespit etmişlerdir. Ayrıca dışbükey, içbükey ve yuvarlak tip kondiler morfolojinin yaşla birlikte azaldığını, düz ve açılı tipin ise artış gösterdiğini bildirmişlerdir.¹² Shubhasini ve ark., koronal KIBT kesitlerinde morfoloji dağılımını incelemiş ve bunun %37,5'inin açılı, %31,3'ünün dışbükey, %15,6'sının yuvarlak, %9,4'ünün içbükey ve %6,3'ünün düz olduğunu bulmuşlardır.¹⁵ Tüm bu çalışmalar, normal bir popülasyonda farklı şekillerin dağılımını analiz etmiştir. Yale ve ark. ile Yalcin ve Ararat'ın yaptığı KIBT ve kadavralar üzerindeki çalışmalarda, kondil morfolojisine dair sunulan kapsamlı veriler göz önünde bulundurularak mevcut çalışmada aynı sınıflandırma referans alındı.^{2,14} Kondil tiplerinin dağılımı hastaların %36'sında yuvarlak, %29'unda dışbükey, %27'sinde düz, %8'inde açılı olarak tespit edildi. Bu çalışmada literatürden farklı olarak en yaygın yuvarlak kondil tipi görülmüştür. Bu farklılık örneklem genişliğine ya da popülasyon dağılımına bağlanabilir.

Ramakrishnan ve ark., mandibular kondil başı şeklinin kırık kondiller ile arasındaki dağılımı analiz ettikleri çalışmalarında, %43,2'sinin düz, %23,4'ünün konveks, %22,7'sinin açılı ve %10,6'sının yuvarlak kondil şeklinde olduğunu bulmuşlardır. Düz şekilli kondilin dış kuvvetlere karşı en az dirence sahip olduğu ve verilen kinetik enerjiye karşı koyamadığı, kuvvete ve kırılmaya en fazla dayanıklı olan şekil yuvarlak olup, bunu dışbükey ve açılı şeklin izlediğini bildirmişlerdir.¹⁶ Bu veriler dikkate alındığında mevcut çalışmada kırıklara karşı dirençli olan yuvarlak kondil tipi oranı en fazlaydı.

Diş hekimliğinde kondil morfolojisinin FA ile değerlendirildiği çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Arsan ve ark., TME hastalığı olan kişilerle kontrol grubu arasında mandibular kondilin fraktal boyutunu panoramik radyografilerde hesaplamış, dejeneratif değişikliklerin şiddeti arttıkça FA'nın azaldığını tespit etmişlerdir.⁷ Öztürk ve Göller, maksillar transvers darlığı olan hastaların kondil morfolojisini KIBT görüntülerinde FA ile değerlendirmiş, yalnızca sağ kondilde kontrol grubunun değerleri düşük bulun-

muş, normal kondillerin ortalama FA değerleri ile dejeneratif kemik değişiklikleri olan kondillerin ortalama FA değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.¹⁷ Coşgunarslan ve ark. tam dişsizliği olan 34 hastada, mandibular kondilin FA değerini KIBT görüntülerinde hesaplamış, kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulmuşlardır.¹⁸ Kondil morfolojileri TME patolojilerinde farklılık gösterse de patolojiye özel genelleştirilemez; yaş, cinsiyet, dişlenme, parafonksiyonel alışkanlıklar, ortodontik tedavi gibi diğer faktörlerle değerlendirilmelidir.¹⁹ Bununla birlikte FA'daki kemik kalitesine ilişkin bilgiler farklı kondil tiplerinin patolojik yatkınlıklarına dair önemli fikirler vermektedir. Sunulan bu çalışmada, FA değerinin düz kondil tipinde en düşük, açılı ve dışbükey kondil tipinde en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Bu değerler doğrultusunda Ramakrishnan ve ark. yaptığı çalışmada düz kondilin dış kuvvetlere karşı en az dirence sahip olduğu sonucu ile uyumlu bulunmuştur.¹⁶ FA değeri, yaş grupları ve cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir.

Literatürde kondil morfolojilerine dair çok sayıda çalışma olsa da kondil tiplerinin FA ile değerlendirildiği bir çalışma yoktur. Çeşitli araştırmalarda kondil tiplerinin dayanıklılığı ve kırık insidansı değerlendirilmiştir. Ancak bizim çalışmamızda FA ile yapılan ölçümler kondillerin kemik kalitesine dair niceliksel veriler sunar. Bu çalışmanın limitasyonları, örneklem sayısının az olması ve ölçümlerin tek bir gözlemci tarafından yapılmasıdır. Gelecekteki çalışmalarda daha kapsamlı hasta grupları ile gözlemci içi ve gözlemciler arası uyum ölçülerek kondillerin morfolojik dağılımı ve patolojiye eğilimi araştırılabilir.

SONUÇ

Çalışma sonucu kondillerin morfolojik analizi, anatomistler ve diş hekimleri için değerli bilgiler sunar. Düz kondil tipinde FA değerinin istatistiksel olarak yuvarlak, dışbükey ve açılı tiplerden daha düşük çıkması olası kemik patolojilerine karşı bu kondil tipindeki hastalarda daha dikkatli olunması gerektiğini düşündürmektedir. Ayrıca FA ile kondil tiplerinin kemik kalitesi hakkında sunduğu veriler; travmalar, cerrahi operasyonlar, fonksiyonel apareylerin uygulanması gibi işlemlerde bir rehber vazifesi görecektir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen; **Tasarım:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen; **Denetleme/Danışmanlık:** Merve Aydoğdu, Mehmet Zahit Adışen; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen; **Analiz ve/veya Yorum:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen; **Kaynak Taraması:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş; **Makalenin Yazımı:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen; **Eleştirel İnceleme:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen; **Kaynaklar ve Fon Sağlama:** Merve Aydoğdu, Mehmet Zahit Adışen; **Malzemeler:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen; **Diğer:** Merve Aydoğdu, Gülşah Ertaş, Mehmet Zahit Adışen.

KAYNAKLAR

- Hegde S, Praveen B, Shetty SR. Morphological and radiological variations of mandibular condyles in health and diseases: a systematic review. *Dentistry*. 2013;3(1):154. [Crossref] [PubMed]
- Yale SH, Ceballos M, Kresnoff CS, Hauptfuehrer JD. Some observations on the classification of mandibular condyle types. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1963;16:572-7. [Crossref] [PubMed]
- Orhan K, Karslıoğlu H, Özemre MÖ, Köseoğlu Seçgin C, Kamburoğlu K. Kondil hacmi ve şeklinin konik ışınli bilgisayarlı tomografi kullanılarak değerlendirilmesi [Evaluation of mandibular condyle volume and shape using cone beam computed tomography]. *Türkiye Klinikleri J Dental Sci*. 2021;27(2):199-204. [Crossref]
- Gumussoy I, Duman SB. Alternative cone-beam CT method for the analysis of mandibular condylar bone in patients with degenerative joint disease. *Oral Radiol*. 2020;36(2):177-82. [Crossref] [PubMed]
- Kato CN, Barra SG, Tavares NP, Amaral TM, Brasileiro CB, Mesquita RA, et al. Use of fractal analysis in dental images: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol*. 2020;49(2):20180457. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Demiralp KÖ, Kurşun-Çakmak EŞ, Bayrak S, Akbulut N, Atakan C, Orhan K. Trabecular structure designation using fractal analysis technique on panoramic radiographs of patients with bisphosphonate intake: a preliminary study. *Oral Radiol*. 2019;35(1):23-8. [Crossref] [PubMed]
- Arsan B, Köse TE, Çene E, Özcan İ. Assessment of the trabecular structure of mandibular condyles in patients with temporomandibular disorders using fractal analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2017;123(3):382-91. [Crossref] [PubMed]
- Temur KT, Magat G, Cukurluoğlu A, Onsuren AS, Özcan S. Evaluation of mandibular trabecular bone by fractal analysis in pediatric patients with hypodontia of the mandibular second premolar tooth. *BMC Oral Health*. 2024;24(1):1005. [Crossref] [PubMed] [PMC]
- Temur KT, Magat G, Özcan S. A retrospective comparative fractal and radiomorphometric analysis of the effect of 3 generations of anti-epileptic drugs on the mandible. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2023;136(2):255-62. [Crossref] [PubMed]
- Temur KT, Magat G, Cosgunarslan A, Özcan S. Evaluation of jaw bone change in children and adolescents with rheumatic heart disease by fractal analysis. *Niger J Clin Pract*. 2024;27(2):260-7. [Crossref] [PubMed]
- White SC, Rudolph DJ. Alterations of the trabecular pattern of the jaws in patients with osteoporosis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1999;88(5):628-35. [Crossref] [PubMed]
- Tassoker M, Aydın Kabakci AD, Akin D, Sener S. Evaluation of mandibular notch, coronoid process, and mandibular condyle configurations with cone beam computed tomography. *Biomed Res*. 2017;28(19):8327-35. [Link]
- Ueki K, Yoshizawa K, Moroi A, Tsutsui T, Hotta A, Hiraide R, et al. Relationship between occlusal force and condylar morphology in class II and III after bi-maxillary osteotomy. *J Craniomaxillofac Surg*. 2018;46(12):2103-7. [Crossref] [PubMed]
- Yalcin ED, Ararat E. Cone-Beam computed tomography study of mandibular condylar morphology. *J Craniofac Surg*. 2019;30(8):2621-4. [Crossref] [PubMed]
- Shubhasini AR, Praveen Birur N, Shubha G, Keerthi G, Sunny SP, Nayak DS. Study of three dimensional morphology of mandibular condyle using cone beam computed tomography. *MJDS*. 2016;1(1):7-12. [Link]
- Ramakrishnan K, Scott C, Sarda K P, Vivek N, Saravanan C. Association between shape of the mandibular condylar head and the occurrence of unilateral condylar fracture - a retrospective computed tomographic study. *J Craniomaxillofac Surg*. 2021;49(6):488-93. [Crossref] [PubMed]
- Öztürk Kocak AT, Göller Bulut D. Measurement of the trabecular bone structure of the TMJ region in patients with transverse maxillary deficiency: a CBCT fractal analysis study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2021;132(3):352-60. [Crossref] [PubMed]
- Coşgunarslan A, Soydan Çabuk D, Canger EM. Effect of total edentulism on the internal bone structure of mandibular condyle: a preliminary study. *Oral Radiol*. 2021;37(2):268-75. [Crossref] [PubMed]
- Singh B, Kumar NR, Balan A, Nishan M, Haris PS, Jinisha M, et al. Evaluation of normal morphology of mandibular condyle: a radiographic survey. *J Clin Imaging Sci*. 2020;10:51. [Crossref] [PubMed] [PMC]