

DERLEME

Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme Sonrası Değişikliklerin Radyolojik Değerlendirilmesi: Derleme Çalışması

Elifhan Alagöz(0000-0001-9065-5091)^α, Tuğba Ünver(0000-0002-5208-0319)^β, Gökmen Kurt(0000-0003-0632-2433)^ρ, Doğan Dolanmaz(0000-0002-7390-1147)^γ

Selcuk Dent J, 2022; 9: 289-299 (Doi: 10.15311/selcukdentj.868325)

Başvuru Tarihi: 05 Şubat 2021
Yayına Kabul Tarihi: 03 Haziran 2021

ÖZ

Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme Sonrası Değişikliklerin Radyolojik Değerlendirilmesi: Derleme Çalışması

Kalıtımsal, fonksiyonel veya çevresel etkenler sonucu kafa yüz kemiklerinde ortaya çıkan iskeletsel bir anomali; maksillerin büyümesini olumsuz yönde etkileyerek sagittal, vertikal ve transversal yönde maloklüzyonlara neden olabilmektedir. Maksiller transversal darlık, kraniyofasiyal alanda görülen iskeletsel anomalilerin en sık olarak gözlemlendiği problemlerdir. Bu durum hem iskeletsel, hem de dişsel olarak karşımıza çıkabilmektedir. Maksiller darlık vakalarında tedavi alternatifleri yaşa bağlı olarak değişmektedir. İskeletsel maksiller darlık tanısı konmuş olup, gelişimi devam eden bireylerde ortopedik maksiller genişletme yapılmaktadır. Erişkin bireylerde ise maksiller darlıklar, ortopedik kuvvetler yetersiz kaldığı için cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme (CDHMG) ile düzeltilebilmektedir. CDHMG prosedürü, plastik cerrahi uygulamasında bir tür kontrollü yumuşak doku genişletmesi olmakla beraber popüler bir kavram olan distraksiyon osteogenezi olarak ifade edildiği bildirilmektedir.

Transversal iskelet değişikliklerini değerlendiren çoğu çalışma, dental ölçülere veya konvansiyonel iki boyutlu (2D) radyografilere dayanmaktadır. Ancak 2D radyograflar ile karşılaştırıldığında, üç boyutlu (3D) görüntüleme diş ve iskelet hareketlerinin daha kesin değerlendirilmesini sağlayabilir. Özellikle dental volumetrik tomografi (DVT), invaziv olmama, yüksek erişilebilirlik, yüksek doğruluk ve iyi çözünürlük nedeniyle ağız, diş ve çene-yüz cerrahisinde, ortodontide tanı ve tedavi takibi için benzeri görülmemiş bir teknik haline gelmiştir.

2D görüntünün magnifiye olması, distorsiyona uğraması, anatomik yapıların süperpoze olması gibi bazı kısıtlamalar nedeniyle 2D görüntüler yerine günümüzde 3D görüntüler kullanılmaya başlanmıştır. Bu derlemede, maksiller genişletme yöntemleri, CDHMG endikasyonları ve maksiller genişletme sonrası radyolojik değerlendirmeler ele alınmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER

Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme; DVT; BT

ABSTRACT

Evaluation of Radiological Changes After Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion: A Review Study

A skeletal anomaly that occurs in the skull and facial bones as a result of genetic, functional or environmental factors; It may cause malocclusions in sagittal, vertical and transversal directions by negatively affecting the growth of the maxilla. Maxillary transversal stenosis is the most common problem in which skeletal anomalies seen in the craniofacial area are observed. This situation can occur both skeletally and dentally. Treatment alternatives in cases of maxillary stenosis vary depending on age. Orthopedic maxillary expansion is performed in individuals with a diagnosis of skeletal maxillary stenosis, whose development continues. In adult individuals, maxillary stenosis can be corrected by surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) because orthopedic forces are insufficient. Although the SARME procedure is a kind of controlled soft tissue expansion in plastic surgery, it is reported that it is expressed as distraction osteogenesis, which is a popular concept.

Most studies evaluating transversal skeletal changes are based on dental impressions or conventional two-dimensional (2D) radiographs. However, compared to 2D radiographs, three-dimensional (3D) imaging can provide a more accurate assessment of tooth and skeletal movements. Especially dental volumetric tomography (DVT) has become an unprecedented technique for diagnosis and treatment follow-up in oral, and maxillofacial surgery, orthodontics, due to non-invasiveness, high accessibility, high accuracy and good resolution.

Due to some limitations such as the magnification of the 2D image, distortion, and superposition of the anatomical structures, 3D images have started to be used instead of 2D images. In this review, maxillary expansion methods, SARME indications and radiological evaluations after maxillary expansion are discussed.

KEYWORDS

Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion; DVT; CT

GİRİŞ

Maksiller darlık; yüksek palatal derinlik, çiğneme güçlüğü, dental çapraşıklık gibi dentofasiyal yapıları etkileyen, rinolojik semptomların, ağız solunumu ve sıklıkla apnenin de eşlik ettiği ciddi bir ortodontik anomalidir.⁽¹⁾

Bu anomali sendromlu ve sendromsuz bireylerde görülebilen bir maloklüzyon tipidir.^(2,3) Maksiller darlığı olan bireyler nazal hava yolu akışına direnci arttıran dar bir nazal kaviteye sahiptir.⁽⁴⁻⁶⁾ Maksiller darlık; genç bireylerde ortodontik ve ortopedik kuvvetlerin kullanımıyla düzeltilebilmektedir.⁽⁷⁾ İskeletsel olgunluğa ulaşan hastalarda maksillerin komşu kemiklerle yaptığı

^α Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi ABD, İstanbul, Türkiye

^β İstanbul Galata Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Radyolojisi ABD, İstanbul, Türkiye

^ρ Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti ABD, İstanbul, Türkiye

^γ Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi ABD, İstanbul, Türkiye

artikülasyondaki değişimlerden dolayı sadece ortopedik kuvvetler yetersiz kalmakta ve cerrahi destek gerekmektedir. Maksiller (palatal) genişletmede kullanılan ortodontik ve ortopedik genişletme yöntemlerini; yavaş maksiller genişletme (SME), hızlı maksiller genişletme (RME), yarı hızlı maksiller genişletme (SRME), alternatif genişletme (Alt-RAMEC), CDHMG ve cerrahi genişletme şeklinde sıralayabiliriz.^(2, 8-10) Bu derlemenin amacı, maksiller genişletme sonrası çene-yüz bölgesinde elde edilen değişikliklerin hangi radyografik yöntemlerle değerlendirildiğini açıklayarak okuyucuya en uygun radyografik tekniği seçmede yardımcı olmaktır.

Yavaş Maksiller Genişletme (Slow Maxillary Expansion-SME)

SME ile üst çenenin yeniden pozisyonlanması ve yeniden şekillenmesi esnasında doku bütünlüğünün korunması ve devamlılığı dikkate alınır.⁽¹¹⁾ Karışık dişlenme döneminde elde edilen genişletme daha çok iskeletsel iken, ilerleyen yaşlarda daha çok ortodontik genişletme elde edilir. SME’de, sütural dokuların direnci kırılmadığı için ortodontik hareket miktarı fazladır. Haftalık 0.5-1 mm genişletme sağlayarak, ortalama 3 ay süreyle sütural bütünlüğün korunduğu genişletme türüdür.⁽¹¹⁾ Bu genişletme ile komşu yapılarda yük birikimi azaldığı için relaps daha nadir gözlenir. RME’ye kıyasla daha az travmatik olup daha adaptiftir.⁽¹²⁾

Hızlı Maksiller Genişletme (Rapid Maxillary Expansion-RME)

Karışık dişlenme dönemi geç evresi veya karışık dişlenme sonrası, gelişimi devam eden hastalarda görülen iskeletsel maksiller darlık anomalilerinin tedavisinde genelde RME tercih edilir. Bu teknik, 1860 yılında Angell tarafından ilk defa tanıtılmıştır.⁽¹³⁾ Premaksilla ve damağı median sutureda birleşerek oluşturan kemiklerin, fiziksel olarak suturedan hızlı bir şekilde ayrılmasıyla oluşan genişletmedir. Ağır kuvvetlerin uygulanmasıyla, suturen tamir olmasına ve diş hareketine izin verilmeden, maksimum ortopedik ve minimum dental etki elde edilmektedir.⁽¹⁴⁾ Fakat hasta iskeletsel olgunluğa ulaştıktan sonra kemiklerdeki değişiklikler nedeniyle sadece ortopedik kuvvetler yetersiz kalmakta ve cerrahi destek gerekmektedir.^(2, 3)

Yarı Hızlı Maksiller Genişletme (Semi-Rapid Maxillary Expansion-SRME)

1977 yılında Mew, hareketli vidalı bir aperiye tanımlamıştır.⁽¹⁵⁾ Mew’in⁽¹⁵⁾ tanımladığı kroşeleri ve akrilik kaidesi bulunan bioblock isimli aperiyeyle, haftada 1 mm genişletme elde edilmektedir. Mew⁽¹⁵⁾, bu genişletme ile SME ve RME’ye kıyasla daha fizyolojik bir genişletme elde edildiğini bildirmiştir. Bireylerin koopere olması durumunda bu yöntemle daha az relaps oluşacağı rapor edilmiştir.⁽¹⁵⁾ Açılma miktarı haftada 1 mm’den az olduğunda sutureda ayrılma

miktarı haftada 1 mm’den az olduğunda sutureda ayrılma gözlenmeyerek ekspansiyonun daha çok alveolar düzeyde olacağı belirtilmiştir. Bu durumda nükse yatkınlık olacağı rapor edilmiştir. Mew⁽¹⁵⁾, SRME ile yetişkin bireylerde olguların % 75’inde suture ayırmayı sağlarken, RME ile suture ayırmada neredeyse aynı oranda başarısız olduğunu belirtmiştir.

Alternatif Maksiller Genişletme (Alt-RAMEC)

Alt-RAMEC, RME protokolüne alternatif bir yöntemdir. RME’ye göre yumuşak doku adaptasyonu daha iyi sağlanabilmekte ve daha stabil sonuçlar alınabilmektedir. Ayrıca ekspansiyondan indirekt etkilenen suturelarda daha fazla suturel ekspansiyon elde edilebilmektedir. Bu protokol, RME’den daha uzun sürmekte ve ilk hafta genişletmeyi takiben ikinci hafta daraltma olarak devam ettirilmektedir. Genişletme-daraltma protokolü son hafta genişletme ile sonlandırılmaktadır. Tedavi süresince genişletme ve daraltmalar günde 1 mm olarak yapılmaktadır. Alt-RAMEC’te, maksillanın aşırı genişlemesinin dezavantajlarını ekarte etmek amaçlanmıştır.⁽¹⁶⁾

Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme (CDHMG)

CDHMG ise, 1938 yılında Brown tarafından solunumun iyileştirilebilmesi için nareslerin genişletilmesi ve midpalatal suturen osteotomisi olarak tanımlanmıştır.⁽¹⁷⁾ Bu prosedür, plastik cerrahi uygulamasında bir tür kontrollü yumuşak doku genişletmesi olmakla beraber popüler bir kavram olan distraksiyon osteogenezi olarak ifade edildiği bildirilmektedir.⁽¹⁸⁾

Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme Endikasyonları

İskeletsel gelişimi tamamlanmış bireylerde RME işlemi, ankraj alınan dişlerde tipping, ekstrüzyon, periodontal membranda sıkışma, kök rezorpsiyonu, bukkal kemikte fenestrasyon, palatal doku nekrozu, midpalatal sutureda yetersiz açılma ve ağrı gibi istenmeyen durumlara sebep olabilir.⁽³⁾ Bu nedenle maksiller genişletmenin nasıl yapılması gerektiği konusundaki en önemli etken yaş faktörü olsa da, cerrahi destek kararı için kronolojik yaşın kaç olması gerektiğine yönelik çeşitli görüşler bildirilmiştir.⁽³⁾ Bazı araştırmacılar cerrahi desteğin endikasyonlarını 14 yaşa kadar indirirken, başka araştırmacılar 25 yaşa kadar cerrahi desteği olmadan maksiller genişletme elde edilebileceğini belirtmektedir.^(9, 19) Bununla beraber bazı yazarlar ise bu limiti, erkeklerde 25, kadınlarda ise 20 yaş olarak savunmaktadır.⁽²⁰⁾

Yaş faktörü dışında CDHMG' nin endikasyonları şunlardır:

- 1)Başka çene hareketleri olmaksızın yalnızca maksiller dental arki genişletmek ve posterior çapraz kapanışı tedavi etmek,
- 2)Risklerin, hata payının ve segmental maksiller osteotomilerdeki stabilite problemlerini azaltmak, ardından ortognatik cerrahi planlansa dahi maksiller arki önceden genişletmek,
- 3)Çekim endikasyonu olmayan bireylerde dişlere yer sağlamak ve çapraşıklığı düzeltmek,
- 4)Dudak damak yarığı vakalarında maksiller transversal darlığı tedavi etmek,
- 5)Bukkal karanlık koridor genişliğini azaltarak estetik bir gülüş sağlamak,
- 6)RME ile istenilen sonucun elde edilemediği bireylerde sütür dirençlerini ortadan kaldırmak.^(3, 21)

CDHMG temelde Ilizarov'un çalışmaları ile başlayan bir kemik distraksiyon prosedürüdür.⁽²²⁾ Bu yöntemin başarısının klinik kanıtı, midpalatal süturun açılması ve elde edilen maksiller genişlemedir.⁽²³⁾ Bu başarıyı elde etmek için ilgili direnç bölgelerine osteotomiler yapılmaktadır. Bu anlam da Shetty ve arkadaşları⁽²⁴⁾, CDHMG 'yi kolaylaştırmak için bilateral stres bölgelerine osteotominin yetersiz olduğunu yeterli maksiller genişletme elde etmek için tüm midpalatal ve pyterygomaksiller osteotomilerin gerekli olduğunu belirtirken, genel anlamda, direnç kaynağı kabul edilen anatomik bölgeler; anterior destek (piriform açıklık), lateral destek (zigomatik destek), posterior destek (pyterygoid bağlantı), medial destek (orta palatal sütür) olarak savunulmaktadır.⁽⁷⁾

Birçok çalışma; maksillanın yakın komşuluğu nedeniyle, maksiller genişletme sonrası nazal yapılar üzerine olan etkileri incelemiştir.⁽²⁵⁻³⁶⁾ Maksiller genişletmenin nazal kavitede, nazal septumda, burun deliklerinde, nazofarengeal hava yolunda değişikliklere neden olduğu yapılan bazı çalışmalarda gösterilmiştir.^(25, 26, 29,31-36) Nazal yapılar üzerindeki etkisi; lateral sefalometri, postero-anterior (PA) sefalometri gibi 2D grafilerle, DVT ve bilgisayarlı tomografi (BT) gibi 3D grafilerle, anterior rinomanometri, akustik rinometri ve peak nazal inspiratuar flowmetre gibi bazı objektif ve semptom skorları, görsel analog ölçekler gibi subjektif yöntemler kullanılarak değerlendirilmiştir.^(6, 10, 23, 31, 35, 36)

Radyografik Değerlendirme

Maksiller darlığın teşhis ve tedavisinde lateral sefalometri, PA sefalometri, oklüzal grafi gibi 2D radyografilerden, BT ve DVT gibi 3D görüntülerden faydalanılmaktadır.

Diş hekimliğinde özellikle ortodontik amaçlı en sık kullanılan ekstraoral radyografilerden biri olan lateral sefalometri; iskeletsel, dental ve yumuşak dokuya ait anatomik landmarklar üzerinde ölçümler yaparak

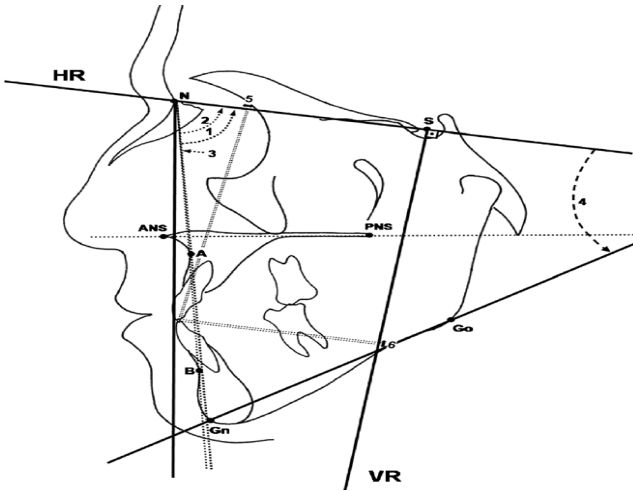
hastanın kraniyofasial morfolojisini sınıflandırmak için kullanılan çizgileri, düzlemleri, açıları ve mesafeleri tanımlar.**(Şekil 1)** Tedavinin başlangıcında bu ölçümler genellikle standart bir değer ile karşılaştırılır, tedavi sırasında ölçümler tedavinin yanı sıra büyüme ve gelişimi takip etmek için genellikle aynı vakanın önceki lateral sefalometrisinden elde edilen ölçümlerle kıyaslanır.⁽³⁷⁾



Şekil 1

Lateral Sefalometri

CDHMG uygulanan bireylerde lateral sefalometri ile yapılan çalışmalarda sagittal iskeletsel değişikliklere bakılarak maksillanın yeniden konumlandırılması değerlendirilmiştir.^(35, 36, 38, 39) Maksiller genişletmenin elde edildiği durumlarda A noktası diye adlandırılan maksillanın kafa kaidesine göre konumunu belirten landmarkta ilerleme tespit edilmiştir.⁽⁴⁰⁻⁴²⁾ Iodice ve ark.⁽³⁸⁾, CDHMG uygulanan bireylerde operasyon öncesi ve genişletmeden 6 ay sonrasında aldıkları sefalometride, sagittal ve vertikal değişiklikleri değerlendirmiştir. Kurt ve ark.⁽³⁵⁾, CDHMG sonrası nazofarengeal hava yolundaki değişiklikleri inceledikleri çalışmada; tedavi öncesi ve sonrasında aldıkları sefalometride, maksillanın kafa kaidesine göre sagittal yöndeki konumu (SNA), mandibulanın kafa kaidesine göre sagittal yöndeki konumu (SNB), maksilla ve mandibulanın sagittal yönde birbirine göre konumlarını (ANB), vertikal yön gelişimi hakkında bilgi veren SellaNasion/GonionGnathion (SN/GoGn), overjet-overbite, yumuşak damak ve nazofarengeal havayolunu değerlendirmişlerdir. **(Şekil 2)**. Altuğ-Ataç ve ark.⁽³⁶⁾, CDHMG sonrası nazal yapılarıdaki değişiklikleri inceledikleri çalışmada; ekspansiyon öncesi ve sonrasında aldıkları sefalometri ile SNA, SNB, ANB, SN/GoGn, overjet, overbite değerlendirmiştir.



Şekil 2

İskeletsel ve dentoalveolar ölçümler: (1: SNA; 2: SNB; 3: ANB; 4: SN/GoGn; 5: overjet; 6: overbite).⁽³⁵⁾

Transversal iskelet değişikliklerini değerlendiren çoğu çalışma, dental ölçülere veya konvansiyonel 2D radyograflara dayanmaktadır. (8, 23, 35, 36, 39, 43) 2D radyograflardan PA sefalometri; transvers çeneler arası ilişkilerin tespitinde, fasiyal asimetriğin değerlendirilmesinde ve var olan çapraz kapanışın iskeletsel miktarının belirlenmesinde etkili bir yöntem olsa da, mevcut yapıların üst üste binmesi, orta hatta süperpozisyonlar değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır.⁽³⁾ (Şekil 3)

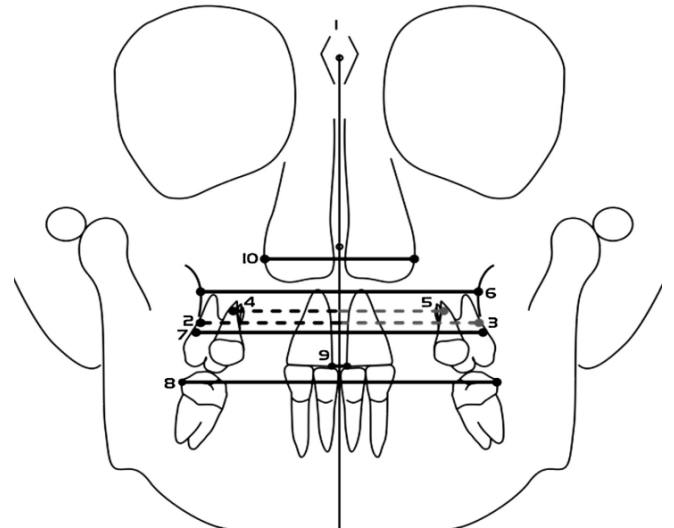


Şekil 3

PA Sefalometri

PA radyografları, lateral görünümle tanımlanamayan transversal boyutun ve asimetriğin değerlendirilmesini sağlar. Cephe (frontal, PA) sefalometrik röntgen analizi nadiren kullanılmaktadır. Bunun sonucunda analiz sayısı da çok azdır. Bu amaçlarla bu radyografların kullanıldığı analizlerden biri Ricketts'in frontal analizi, diğeri ise Grummons frontal analizidir. Önerilen çeşitli analizler arasında Ricketts analizi en yaygın kullanılanıdır. Daha fazla kabul görmesinin nedeni; anlaşılabilir olması ve yaşa göre analiz yapılabilmesidir.⁽⁴⁴⁾ Bu analizler ile dental ve alveoler yapıların, kaidelerin transversal boyutları karşılaştırılmaktadır.⁽⁴⁵⁾

PA ile yapılan çalışmalardan Gurgel ve ark.⁽²³⁾, CDHMG ile tedavi ettikleri, cerrahi öncesi, cerrahiden hemen sonra ve ekspansiyondan 120 gün sonra aldıkları sefalometride transversal olarak; nazal kavite genişliğini, maksilla keserler arası genişliği, sağ-sol jugular proçes çizgisini, sağ-sol premolar arası mesafeyi, sağ-sol molar arası mesafeyi değerlendirmişlerdir. (Şekil 4)



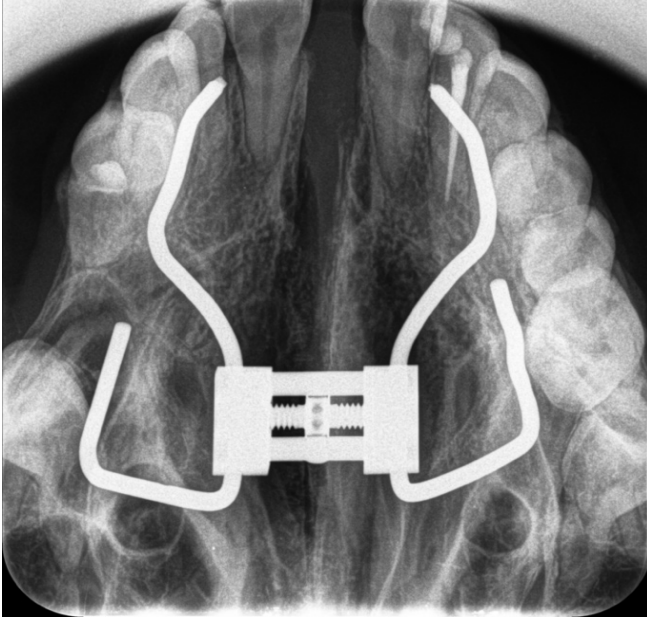
Şekil 4

Transversal ölçümler: (nazal kavite genişliğini (10), maksilla keserler arası genişliği (9), sağ-sol jugular proçes çizgisini (6), sağ-sol premolar arası mesafeyi (4), sağ-sol molar arası mesafeyi (7,8)).⁽²³⁾

Chamberland ve Profit⁽⁴⁶⁾, CDHMG ile tedavi ettikleri, cerrahiden hemen önce, ekspansiyon tamamlandığında ve aperey uzaklaştırıldıktan 6 ay sonra aldıkları sefalometride; posterior maksiller genişliği (bilateral jugular noktalar arasındaki mesafe ölçülerek) ve nazal genişliği (nazal kavitenin alt geniş kısmı) değerlendirmiştir. Gijt ve ark.⁽⁴³⁾, CDHMG ile tedavi ettikleri operasyon öncesi, operasyondan hemen sonrası ve operasyondan 1 yıl sonrası aldıkları sefalometride; nazal taban genişliği (sağ-sol apertura piriformisin alt noktaları arası mesafe), maksillanın alt bölümünün genişliği (molar ve alveolar proçes arası

mesafe), sağ-sol zygomatik süreçler arası mesafeyi değerlendirmişlerdir. Altuğ-Ataç ve ark. (36), CDHMG ile tedavi ettikleri ekspansiyon öncesi ve sonrasında aldıkları sefalometri ile bazal maksiller genişliği, sağ-sol maksiller insizör apeksleri arası mesafeyi, maksiller dentoalveoler genişliği, crista galli ile maksiller taban noktaları arası açığı, sağ-sol nazal kavite açısını, total kavite açılarını, nazal kavite genişliğini ve nazal septum açısını değerlendirmişlerdir.

İntraoral grafiler diş hekimliğinde görüntülemenin temelidir. Bunlar; periapikal, bite-wing ve oklüzal grafilerdir. İntraoral görüntülerden oklüzal grafiler; dişlerin ve kemiğin periapikal radyografilere göre daha geniş bölgesini gösterir.(37) Maksiller oklüzal radyografiler ile midpalatal suturen açılması ve kemikleşmesi kontrol edilmektedir ancak bu radyografiler midpalatal suturen posterior bölgesini net olarak değerlendirememektedir.(47, 48) (Şekil 5)



Şekil 5

OKlüzal radyograf; CDHMG sonrası midpalatal suturen açılması

Bazı çalışmalarda midpalatal suturen, sıklıkla, kranial suturenlerin üst üste binmesiyle, midpalatal suturen posterior bölgesinin net olarak değerlendirilemediği, oklüzal radyografiler ile çalışılmıştır.(47,48)

Lateral sefalometri, PA sefalometri ve oklüzal radyograf birçok çalışmada kullanılmış olsa da; 2D görüntülerin magnifiye olması, distorsiyona uğraması, anatomik yapıların süperpoze olması gibi bazı kısıtlamalar nedeniyle, günümüzde bu görüntüler, yerini 3D görüntülere bırakmıştır.(6,49)

3D görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler, transversal darlığın ve kraniofasial yapıların daha ayrıntılı değerlendirilmesine olanak sağlamıştır. Bu amaçla tomografi kayıtlarından yararlanılabilmektedir.(49) Günümüzde medikal diaagnostik alanda rutin olarak

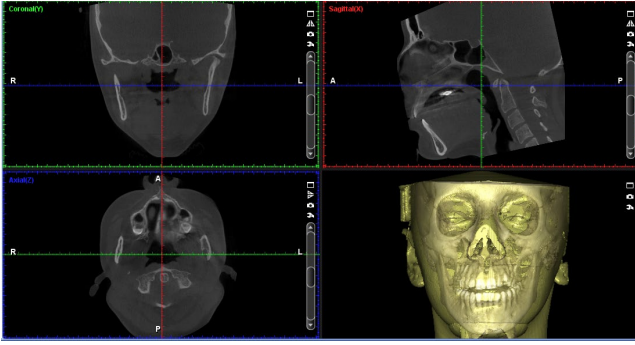
Günümüzde medikal diaagnostik alanda rutin olarak kullanılmakta olan multislice medikal bilgisayarlı tomografi (MSBT), son 10 yılda 3D maksillofasial görüntülemeye geniş yer bulmuştur.

BT ile yapılan çalışmalardan Deeb ve ark. (25), CDHMG operasyonu öncesi ve operasyondan 6 ay sonrasında aldıkları tomografi ile nazal hacim değişimlerini ve transversal genişleme miktarı ile nazal hacim arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Tausche ve ark. (26) CDHMG ile tedavi ettikleri, operasyon öncesi ve operasyondan 6 ay sonrasında tomografi aldıkları çalışmada; lateral nazal duvarlar arasındaki, anterior nazal tabandaki değişiklik miktarını ve nazal hacmi değerlendirmişlerdir. Smith ve ark. (50), RME ile tedavi ettikleri toplam 20 hastada, tedavi öncesi ve tedaviden 3 ay sonra spiral BT aldıkları çalışmada; nazal kavite hacmini, nazofarengeal havayolu hacmini ve orofarengeal havayolu hacmini değerlendirmişlerdir. Doruk ve ark. (31) RME sonrası nazal hacim değişikliklerini inceledikleri, tedavi öncesi ve ekspansiyondan 6 ay sonra tomografi aldıkları çalışmada; kaninler arası ekspansiyon, molarlar arası ekspansiyon ve nazal hava hacmi değerlendirmişlerdir.

Rutin olarak kullanılan MSBT sistemlerinin en önemli dezavantajları maliyetinin ve radyasyon dozunun yüksek oluşudur. Özellikle diş hekimliği uygulamalarında maksillofasial bölge incelemeleri için medikal olarak kullanılan MSBT 'lerin hastaya çok fazla radyasyon dozu verdiği bilinmektedir. Bu nedenle BT 'nin kullanım alanı kompleks kraniofasial anomaliler ve özel diaagnostik kullanımlar ile sınırlıdır. Alana ihtiyaç duyulması, görüntü elde edilmesi süresinin uzun olması ise diğer limitasyonlarıdır.(37)

Medikal teknolojiye gelişmeler sayesinde diş hekimliği pratiğinde kullanılmak üzere daha az yer kaplayan ve daha düşük radyasyon dozu olan BT 'ler üretilmeye başlanmıştır. Bu cihazlarda, 2D sensör ile birlikte fan şeklinde ışın yerine konik şekilli x-ışını kullanılarak ışın ve sensörün basit bir dönüşü ile maksillofasial bölgenin hacimsel bir verisini elde edilmiştir. İlk nesil konik ışınli bilgisayarlı tomografik görüntüleme ilk olarak 1980'lerin başında anjiyografi için geliştirilmiştir. 1990'ların başında ise diş hekimliğinde maksillofasial görüntüleme amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. İlk olarak Mozzo ve arkadaşları tarafından üretilen DVT 'nin, BT 'ye kıyasla altıda bir oranında düşük dozda ve rezolüsyonu çok daha yüksek görüntüler elde edebildiği rapor edilmiştir. DVT 'nin daha düşük radyasyonla 3D görüntülemeye yüksek bir performans sergilediği, gün geçtikçe ucuzlayan maliyeti ile daha yaygın kullanılmaya başlanacağı bu sayede de diaagnostik görüntülemeye umut vadeden bir gelişme olduğu belirtilmiştir.(51)

DVT tarayıcıları, 2D görüntülerin yeniden şekillendirilmesi ile 3D rekonstrüksiyonlar elde edebilen sistemlerdir. (Şekil 6)



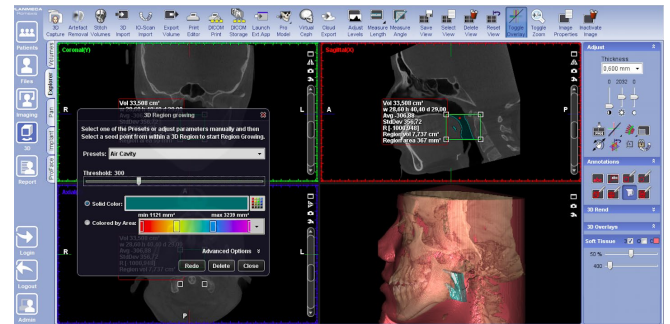
Şekil 6

CDHMG sonrası DVT'den Koronal, Sagittal ve Aksiyal Kesit görüntüleri

Tarama, x-ışını kaynağı ve karşısındaki dedektörün senkronize bir şekilde kafa tutucuları ile sabitlenmiş hasta başı etrafında 360 ° lik tek bir dönüşü ile gerçekleşir. Bu şekilde ışınlanma süresi düşürülerek hastanın absorbe ettiği radyasyon miktarı azaltılabilmektedir.⁽⁵¹⁾ DVT 'de görüntüleme protokolü hastanın en az radyasyona maruz kalmasıyla optimal kalitede görüntü sağlamak üzere geliştirilir. X-ışını demetinin kalite ve kantitesi tüp voltajı (kVp) ve akımına (mA) bağlıdır. Her 5 kVp ' lik artışın diğer tüm parametreler aynı kaldığında dozu yaklaşık iki katına çıkarması nedeniyle; kVp'nin ayarlanması, doz üzerinde mA'den daha büyük bir etkiye sahiptir. Görüntü alanındaki (Field of view: FOV) küçülme; makine, kolimasyon tipi (vertikal ya da horizontal), mekanik kolimasyon miktarı ve lokalizasyona (mandibulaya göre maksilla; posteriora göre anterior) bağlı olarak genellikle % 25 ile % 66 arasında hasta dozunda azalmayla ilişkilidir.⁽³⁷⁾ Yayınlanan raporlar (ICRP 2007) çeşitli DVT cihazları için etkin dozun, DVT donanımının tip ve modeline ve kullanılan görüntüleme protokolüne bağlı olarak 25 ile 1025 μ m aralığında olduğunu göstermektedir. Bu değerler yaklaşık olarak 1 ile 42 dijital panoramik radyografa (yaklaşık 24 μ Sv) ya da kişi başına 3 ile 123 günlük doğal radyasyona (ABD' de 3000 μ Sv) eşdeğerdir. Hasta radyasyon dozu, ışın demetinin kolimasyonu yapılarak, çene yükseltilerek ve koruyucu gözlük, tiroid ve servikal vertebra koruyucusu kullanılarak düşürülebilir. DVT görüntüleme geleneksel baş MDBT görüntüleme ile karşılaştırıldığında doz aralığında potansiyel olarak önemli bir azalma sağlar (430 ile 1160 μ Sv).⁽³⁷⁾ Düşük maliyetler, düşük radyasyon dozu, kısa tarama süresi ve daha az yer kaplaması nedeniyle bu teknoloji havayolunu değerlendirmek için tercih edilmektedir.⁽⁵²⁻⁵⁶⁾ DVT ile anatomik değişiklikleri değerlendirmek doğru ve güvenilir bir yöntemdir.^(49, 52-54) Bugün burun anatomisi ve farenksin dijital verilerini elde etmek için DVT en yaygın kullanılan teknolojidir.⁽⁵⁷⁾ Hasta için azaltılmış radyasyon dozu ve maliyet manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve BT ile karşılaştırıldığında bu teknolojinin artan kullanımına katkıda bulunmaktadır.⁽⁵⁷⁻⁵⁹⁾

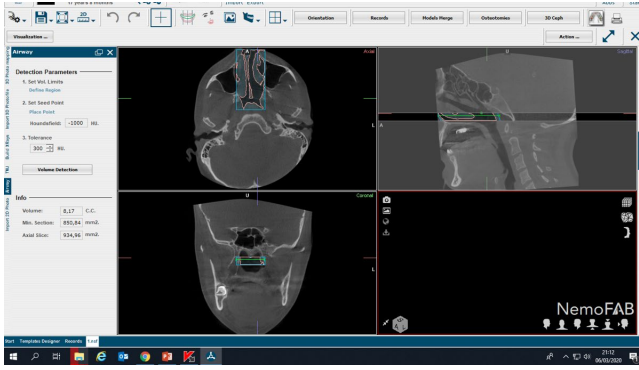
DVT ile yapılan çalışmalardan Pereira-Filho ve ark.⁽⁶⁾, CDHMG uyguladıkları, görüntüleri cerrahiden hemen önce, hemen sonra ve 6 ay sonra aldıkları çalışmada, üst hava yolu alanı, hacmi ve en küçük transversal kesit alanını değerlendirmişlerdir. Pangrazio-Kulbersh ve ark.⁽⁶⁰⁾, RME ile tedavi ettikleri, banded maksiller ekspander ve bonded maksiller ekspanderin etkilerini karşılaştırdıkları, tedavi öncesi ve ekspansiyon sonrası görüntü aldıkları çalışmada; palatal genişliği, bukkal maksillar genişliği, posterior nazal genişliği, posterior nazal taban genişliğini, anterior nazal genişliğini, alar genişliği, maksiller sinüs hacmini, nazal kavite hacmini ve orofarengeal havayolu hacmini değerlendirmişlerdir. Zhao ve ark.⁽⁶¹⁾, RME ile tedavi ettikleri, tedavi öncesi ve total tedavi süresinin ortasında (8 aydan 2 yıla kadar) olmak üzere 2 farklı zamanda görüntü aldıkları çalışmada, orofarengeal hava yolu hacmini ve retropalatal havayolu hacminini değerlendirmişlerdir. Almuzian ve ark.⁽³⁴⁾, RME ile tedavi ettikleri, tedavi öncesi ve ekspansiyondan hemen sonra görüntü aldıkları çalışmada; nazofarengeal havayolu ve üst retropalatal bölgenin hacmi değerlendirilmiştir. Ribeiro ve ark.⁽⁶²⁾, RME ile tedavi ettikleri, tedavi başlangıcında ve 4 aylık retansiyon süresinden sonra görüntü aldıkları çalışmada; nazal kavite, nazofarengeal havayolu ve orofarengeal hava yolundaki hacim değişikliklerini değerlendirmişlerdir. El ve Palomo⁽³⁰⁾, RME ile tedavi ettikleri, tedavi öncesi ve tedavi sonrasında görüntü aldıkları çalışmada; nazal kavite hacmi, nazofarengeal havayolu ve orofarengeal hava yolundaki hacim değişikliklerini değerlendirmişlerdir.

DVT ile yapılan çalışmalarda havayolu hacmi bulguları birçok farklı yazılım programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Romexis 3.8.3.R versiyon, Nemotec V2019, Mimics, ITK-Snap, OsiriX, Dolphin3D, InVivo Dental ve Ondemand3D bu programlardan bazılarıdır. (Şekil 7-8)



Şekil 7

CDHMG planlanan hastanın Romexis 3.8.3.R üzerinden hacim ölçüm yöntemi



Şekil 8

CDHMG uygulanmış bireyde Nemotec V2019 versiyonu üzerinden nazofarengal havayolu hacminin görüntülenmesi

Yapılan çalışmalardan; Weissheimer ve ark. (63), gelişimi tamamlanmamış 33 hasta ve bir orofarenks akrilik fantomdan oluşan örnekte, DVT verileri ile orofarengal havayolu hacimlerini ölçmek için 6 görüntüleme yazılım programı kullanmışlardır. Bu çalışma; programların kesinliğini ve doğruluğunu karşılaştırmaktır. Mimics (Materialize, Leuven, Belçika), ITK-Snap (www.itksnap.org), OsiriX (Pixmeo, Cenevre, İsviçre), Dolphin3D (Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif), InVivo Dental (Anatomage, San Jose, Calif) ve Ondemand3D (CyberMed, Seoul, Kore) yazılım programlarının kullanıldığı çalışmada tüm programlar için güvenilirlik yüksek olarak bildirilmiştir. Yapılan başka bir çalışmada; Kamaruddin ve ark. (64), Invivo5 ve Romexis yazılım programlarında otomatik segmentasyon ile ölçüm yaparak havayolu ölçümlerini karşılaştırıp güvenilirliği test ederek, 11 DVT görüntü üzerinden iki yazılım programı kullanarak yapmışlardır. El ve Palomo (54), üst hava yolu hacimlerini ölçmek için piyasada bulunan 3 farklı yazılım programının güvenilirliğini ve doğruluğunu karşılaştırdıkları çalışmada; 30 DVT görüntüyü rastgele seçerek nazofarengal ve orofarengal havayolu hacimleri Dolphin3D (sürüm 11, Dolphin Imaging & Management Solutions, Chatsworth, Calif), InVivoDental (sürüm 4.0.70, Anatomage, San Jose, Calif) ve OnDemand3D (sürüm 1.0.1.8407, CyberMed, Seoul, Kore) yazılım programlarını bir önceki sürüm olan OrthoSegment (OS) adlı manuel segmentasyon programı ile test etmiştir.

DVT ile yapılan bazı çalışmalarda yumuşak doku değişiklikleri, 3D modelleriyle değerlendirilmiştir. (49, 65-67) Yumuşak doku bulgularının altta yatan dentoalveoler değişiklikleri yansıttığı bulunmuştur. (65, 68.) Alveolar arka genişleme ve anterior alveoler bölgenin posterior yer değiştirmesi ile elde edilen dentoalveoler

değişikliklerin, yumuşak dokudaki değişiklikler ile korele olduğu rapor edilmiştir. (65,68) Yazarlar, CDHMG 'yi takiben, üst dudağın hafifçe retropozisyonda ve yanakların dolgun olması beklendiğini vurgulamıştır. (49, 65)

CDHMG 'nin radyografik periodontal etkileri konusunda sınırlı bilgi mevcuttur. CDHMG sonrası yapılan DVT değerlendirmesinde çoğu dişte bukkal alveoler kemik kalınlığı ve alveoler kret seviyesinin, palatal kemik kalınlığının arttığı gösterilmiştir. (68-70) Yine DVT ile yapılan ölçümlerde intraproksimal alveoler kret seviyesinde maksiller santral kesici dişler arasında, mezial yönünde azalma bulunmuştur. (49,68) Birinci molar dişlerin CDHMG sırasında en çok etkilenen dişler olduğu DVT ile saptanmıştır. (49, 68)

SONUÇ

2D radyograflar ile karşılaştırıldığında, 3D teknikleri anatomik bir girişimden etkilenmeyerek diş ve iskelet hareketlerinin daha kesin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Özellikle DVT, invaziv olmama, yüksek erişilebilirlik, yüksek doğruluk ve iyi çözünürlük nedeniyle ağız, diş ve çene-yüz cerrahisinde, ortodontide tanı ve tedavi takibi için benzeri görülmemiş bir teknik haline gelmiştir. (49, 52-56, 65-68) BT taraması ile karşılaştırıldığında düşük radyasyon dozu, daha kolay erişim, daha kısa toplama süreleri ve daha düşük maliyetler gibi avantajlara sahiptir. (57-59, 66) Ayrıca, uygun yazılımla birlikte kullanıldığında, 3D modellerin oluşturulmasına izin vermektedir. (65) Bu özellikler DVT 'yi maksiller anatomi değerlendirmek için uygun bir yöntem haline getirmektedir. BT ile CDHMG analizi üzerine kapsamlı literatür varken, DVT değerlendirmesine dayalı yayın sayısı son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. (25, 26, 32, 49, 67, 71-84) Birçok çalışma, cerrahi (49, 75-78, 85) ve cerrahi olmayan RME' de transvers maksiller değişiklikleri ölçmek için BT 'nin doğruluğunu ve güvenilirliğini savunmuştur. (49, 65-67, 70, 86)

KAYNAKLAR

1. Ceylan I, Oktay H, Demirci M. The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *Angle Orthod.* 1996;66(4):301-7.
2. Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KG, Wolvius EB, Prah Andersen B, Schulten AJ. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(7):709-14.
3. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(2):290-302.
4. Lofstrand-Tidestrom B, Thilander B, Ahlqvist-Rastad J, Jakobsson O, Hultcrantz E. Breathing obstruction in relation to craniofacial and dental arch morphology in 4-year-old children. *Eur J Orthod.* 1999;21(4):323-32.
5. Chiari S, Romsdorfer P, Swoboda H, Bantleon HP, Freudenthaler J. Effects of rapid maxillary expansion on the airways and ears--a pilot study. *Eur J Orthod.* 2009;31(2):135-41.
6. Pereira-Filho VA, Monnazzi MS, Gabrielli MAC, Spin-Neto R, Watanabe ER, Gimenez CMM, et al. Volumetric upper airway assessment in patients with transverse maxillary deficiency after surgically assisted rapid maxillary expansion. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2014;43(5):581-6.
7. Lines PA. Surgically assisted rapid palatal expansion: A literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133:290.
8. Chamberland S, Proffit WR. Closer look at the stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(9):1895-900.
9. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1999;37(4):268-72.
10. Zambon CE, Ceccheti MM, Utumi ER, Pinna FR, Machado GG, Peres MP, et al. Orthodontic measurements and nasal respiratory function after surgically assisted rapid maxillary expansion: an acoustic rhinometry and rhinomanometry study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(9):1120-6.
11. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod.* 1982;81(1):32-7.
12. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces Produced by Rapid Maxillary Expansion. 3. Forces Present during Retention. *Angle Orthod.* 1965;35:178-86.
13. Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *1860.*
14. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41-66.
15. Mew J. In favor of semirapid expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(4):20A-1A.
16. Wang YC, Chang PM, Liou EJ. Opening of circumaxillary sutures by alternate rapid maxillary expansions and constrictions. *Angle Orthod.* 2009;79(2):230-4.
17. Brown GVI. *The Surgery of Oral And Facial Diseases and Malformation:* London:Kimpton; 1938.
18. Woods M, Wiesenfeld D, Probert T. Surgically-assisted maxillary expansion. *Aust Dent J.* 1997;42(1):38-42.
19. Timms DJ, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *Br J Oral Surg.* 1981;19(3):180-96.
20. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod.* 1987;57(3):245-63.
21. Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *Angle Orthod.* 2002;72(1):61-71.
22. Ilizarov GA, Ledyayev VI. The replacement of long tubular bone defects by lengthening distraction osteotomy of one of the fragments. 1969. *Clin Orthop Relat Res.* 1992(280):7-10.
23. Gurgel JA, Tiago CM, Normando D. Transverse changes after surgically assisted rapid palatal expansion. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2014;43(3):316-22.
24. Shetty V, Caridad JM, Caputo AA, Chaconas SJ. Biomechanical rationale for surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994;52(7):742-9; discussion 50-1.
25. Deeb W, Hansen L, Hotan T, Hietschold V, Harzer W, Tausche E. Changes in nasal volume after surgically assisted bone-borne rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(6):782-9.
26. Tausche E, Deeb W, Hansen L, Hietschold V, Harzer W, Schneider M. CT analysis of nasal volume changes after surgically-assisted rapid maxillary expansion. *J Orofac Orthop.* 2009;70(4):306-17.
27. Barrabe A, Meyer C, Bonomi H, Weber E, Sigaux N, Louvrier A. Surgically assisted rapid palatal expansion in class III malocclusion: Our experience. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2018;119(5):384-8.
28. Izuka EN, Feres MF, Pignatari SS. Immediate impact of rapid maxillary expansion on upper airway dimensions and on the quality of life of mouth breathers. *Dental Press J Orthod.* 2015;20(3):43-9.
29. Kabalan O, Gordon J, Heo G, Lagravere MO. Nasal airway changes in bone-borne and tooth-borne rapid maxillary expansion treatments. *Int Orthod.* 2015;13(1):1-15.

- 30.El H, Palomo JM. Three-dimensional evaluation of upper airway following rapid maxillary expansion: a CBCT study. *Angle Orthod.* 2014;84(2):265-73.
- 31.Doruk C, Sokucu O, Bicakci AA, Yilmaz U, Tas F. Comparison of nasal volume changes during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry and computed tomography. *Eur J Orthod.* 2007;29(3):251-5.
- 32.Magnusson A, Bjerklin K, Kim H, Nilsson P, Marcusson A. Three-dimensional computed tomographic analysis of changes to the external features of the nose after surgically assisted rapid maxillary expansion and orthodontic treatment: a prospective longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(3):404-13.
- 33.Magnusson A, Bjerklin K, Nilsson P, Jonsson F, Marcusson A. Nasal cavity size, airway resistance, and subjective sensation after surgically assisted rapid maxillary expansion: a prospective longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(5):641-51.
- 34.Almuzian M, Ju X, Almukhtar A, Ayoub A, Al-Muzian L, McDonald JP. Does rapid maxillary expansion affect nasopharyngeal airway? A prospective Cone Beam Computerised Tomography (CBCT) based study. *The Surgeon.* 2018;16(1):1-11.
- 35.Kurt G, Altuğ-Ataç AT, Atac MS, Karasu HA. Changes in Nasopharyngeal Airway Following Orthopedic and Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion. *Journal of Craniofacial Surgery.* 2010;21(2):312-7.
- 36.Altug-Atac AT, Atac MS, Kurt G, Karasud HA. Changes in nasal structures following orthopaedic and surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39(2):129-35.
- 37.White SC, Pharoah MJ. *Oral Radiology Principles and Interpretation.* 7 ed. 3251 Riverport Lane St. Louis, Missouri 630432014.
- 38.Iodice G, Bocchino T, Casadei M, Baldi D, Robiony M. Evaluations of sagittal and vertical changes induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *J Craniofac Surg.* 2013;24(4):1210-4.
- 39.Kurt G, Altug AT, Turker G, Kilic B, Kilic E, Alkan A. Effects of Surgical and Nonsurgical Rapid Maxillary Expansion on Palatal Structures. *J Craniofac Surg.* 2017;28(3):775-80.
- 40.Davis WM, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1969;39(2):126-32.
- 41.Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the mid maxillary suture. *Angle Orthod.* 1961;31:73-90.
- 42.Chung CH, Woo A, Zagarinsky J. Maxillary sagittal and vertical displacement induced surgically assisted rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120:144-8.
- 43.de Gijt JP, Gul A, Tjoa ST, Wolvius EB, van der Wal KG, Koudstaal MJ. Follow up of surgically-assisted rapid maxillary expansion after 6.5 years: skeletal and dental effects. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2017;55(1):56-60.
- 44.Grummons D, Ricketts RM. Frontal cephalometrics: practical applications, part 2. *World J Orthod.* 2004;5:99-119.
- 45.Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod.* 1981;51(2):115-50.
- 46.Chamberland S, Proffit WR. Short-term and long-term stability of surgically assisted rapid palatal expansion revisited. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(6):815-22 e1.
- 47.Sannomiya EK, Macedo MM, Siqueira DF, Goldenberg FC, Bommarito S. Evaluation of optical density of the midpalatal suture 3 months after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Dentomaxillofac Radiol.* 2007;36(2):97-101.
- 48.Gurgel Jde A, Malmstrom MF, Pinzan-Vercelino CR. Ossification of the midpalatal suture after surgically assisted rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 2012;34(1):39-43.
- 49.Camps-Pereperez I, Guijarro-Martinez R, Peiro-Guijarro MA, Hernandez-Alfaro F. The value of cone beam computed tomography imaging in surgically assisted rapid palatal expansion: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(7):827-38.
- 50.Smith T, Ghoneima A, Stewart K, Liu S, Eckert G, Halum S, et al. Three-dimensional computed tomography analysis of airway volume changes after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141(5):618-26.
- 51.Orhan K, Eren H. Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi (KIBT). In: Ozcan I, editor. *Diş Hekimliğinde Radyolojinin Esasları* Konvansiyonelden-Dijitale. 1 ed2017. p. 227-49.
- 52.Palomo JM, Rao PS, Hans MG. Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(6):773-82.
- 53.Kwong JC, Palomo JM, Landers MA, Figueroa A, Hans MG. Image quality produced by different cone-beam computed tomography settings. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(2):317-27.

- 54.El H, Palomo JM. Measuring the airway in 3 dimensions: a reliability and accuracy study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4 Suppl):S50 e1-9; discussion S-2.
- 55.Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(2):83-6.
- 56.Schulze D, Heiland M, Schmelzle R, Rother UJ. Diagnostic possibilities of cone-beam computed tomography in the facial skeleton. *Int Congr Ser.* 2004;1268:1179-83.
- 57.Di Carlo G, Saccucci M, Ierardo G, Luzzi V, Occasi F, Zicari AM, et al. Rapid Maxillary Expansion and Upper Airway Morphology: A Systematic Review on the Role of Cone Beam Computed Tomography. *Biomed Res Int.* 2017;2017:5460429.
- 58.Saccucci M, Cipriani F, Carderi S, Di Carlo G, D'Attilio M, Rodolfino D, et al. Gender assessment through three-dimensional analysis of maxillary sinuses by means of cone beam computed tomography. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2015;19(2):185-93.
- 59.Di Carlo G, Polimeni A, Melsen B, Cattaneo PM. The relationship between upper airways and craniofacial morphology studied in 3D. A CBCT study. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18(1):1-11.
- 60.Pangrazio-Kulbersh V, Wine P, Haughey M, Pajtas B, Kaczynski R. Cone beam computed tomography evaluation of changes in the naso-maxillary complex associated with two types of maxillary expanders. *The Angle Orthodontist.* 2012;82(3):448-57.
- 61.Zhao Y, Nguyen M, Gohl E, Mah JK, Sameshima G, Enciso R. Oropharyngeal airway changes after rapid palatal expansion evaluated with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4 Suppl):S71-8.
- 62.Ribeiro AN, de Paiva JB, Rino-Neto J, Illipronti-Filho E, Trivino T, Fantini SM. Upper airway expansion after rapid maxillary expansion evaluated with cone beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012;82(3):458-63.
- 63.Weissheimer A, Menezes LM, Sameshima GT, Enciso R, Pham J, Grauer D. Imaging software accuracy for 3-dimensional analysis of the upper airway. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(6):801-13.
- 64.Kamaruddin N, Daud F, Yusof A, Aziz ME, Rajion ZA. Comparison of automatic airway analysis function of Invivo5 and Romexis software. *PeerJ.* 2019;7:e6319.
- 65.Nada RM, van Loon B, Maal TJ, Berge SJ, Mostafa YA, Kuijpers-Jagtman AM, et al. Three-dimensional evaluation of soft tissue changes in the orofacial region after tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion. *Clin Oral Investig.* 2013;17(9):2017-24.
- 66.Nada RM, Fudalej PS, Maal TJ, Berge SJ, Mostafa YA, Kuijpers-Jagtman AM. Three-dimensional prospective evaluation of tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniomaxillofac Surg.* 2012;40(8):757-62.
- 67.Nada RM, van Loon B, Schols JG, Maal TJ, de Koning MJ, Mostafa YA, et al. Volumetric changes of the nose and nasal airway 2 years after tooth-borne and bone-borne surgically assisted rapid maxillary expansion. *Eur J Oral Sci.* 2013;121(5):450-6.
- 68.Gauthier C, Voyer R, Paquette M, Rompre P, Papadakis A. Periodontal effects of surgically assisted rapid palatal expansion evaluated clinically and with cone-beam computerized tomography: 6-month preliminary results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;139(4 Suppl):S117-28.
- 69.Kayalar E, Schauseil M, Kuvat SV, Emekli U, Firatli S. Comparison of tooth-borne and hybrid devices in surgically assisted rapid maxillary expansion: A randomized clinical cone-beam computed tomography study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2016;44(3):285-93.
- 70.Sygouros A, Motro M, Ugurlu F, Acar A. Surgically assisted rapid maxillary expansion: cone-beam computed tomography evaluation of different surgical techniques and their effects on the maxillary dentoskeletal complex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146(6):748-57.
- 71.Landes CA, Laudemann K, Petruchin O, Mack MG, Kopp S, Ludwig B, et al. Comparison of bipartite versus tripartite osteotomy for maxillary transversal expansion using 3-dimensional preoperative and postexpansion computed tomography data. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2287-301.
- 72.Laudemann K, Petruchin O, Mack MG, Kopp S, Sader R, Landes CA. Evaluation of surgically assisted rapid maxillary expansion with or without pterygomaxillary disjunction based upon preoperative and post-expansion 3D computed tomography data. *Oral Maxillofac Surg.* 2009;13(3):159-69.
- 73.Landes CA, Laudemann K, Schubel F, Petruchin O, Mack M, Kopp S, et al. Comparison of tooth- and bone-borne devices in surgically assisted rapid maxillary expansion by three-dimensional computed tomography monitoring: transverse dental and skeletal maxillary expansion, segmental inclination, dental tipping, and vestibular bone resorption. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009;20(4):1132-41.

- 74.Zemman W, Schanbacher M, Feichtinger M, Linecker A, Karcher H. Dentoalveolar changes after surgically assisted maxillary expansion: a three dimensional evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.*107:36–42.
- 75.Loddi PP, Pereira MD, Wolosker AB, Hino CT, Kreniski TM, Ferreira LM. Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. *J Craniofac Surg.* 2008;19(2):433-8.
- 76.Laudemann K, Santo G, Revilla C, Harth M, Kopp S, Sader RA, et al. Assessment of surgically assisted rapid maxillary expansion regarding pterygomaxillary disjunction using thin volume-rendering technique: in variance analysis and in reliability, accuracy, and validity. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69(10):2631-43.
- 77.Goldenberg DC, Goldenberg FC, Alonso N, Gebrin ES, Amaral TS, Scanavini MA, et al. Hyrax appliance opening and pattern of skeletal maxillary expansion after surgically assisted rapid palatal expansion: a computed tomography evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(6):812-9.
- 78.Goldenberg DC, Alonso N, Goldenberg FC, Gebrin ES, Amaral TS, Scanavini MA, et al. Using computed tomography to evaluate maxillary changes after surgically assisted rapid palatal expansion. *J Craniofac Surg.* 2007;18(2):302-11.
- 79.Tausche E, Hansen L, Hietschold V, Lagravere MO, Harzer W. Three-dimensional evaluation of surgically assisted implant bone-borne rapid maxillary expansion: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(4 Suppl):S92-9.
- 80.Hansen L, Tausche E, Hietschold V, Hotan T, Lagravere M, Harzer W. Skeletally-anchored rapid maxillary expansion using the Dresden Distractor. *J Orofac Orthop.* 2007;68(2):148-58.
- 81.Pereira MD, de Abreu RA, Prado GP, Ferreira LM. Strategies for surgically assisted rapid maxillary expansion according to the region of transverse maxillary deficiency. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2012;41(9):1127-30.
- 82.Reinbacher KE, Wallner J, Pau M, Feichtinger M, Karcher H, Quehenberger F, et al. Surgically assisted rapid maxillary expansion: feasibility of not releasing the nasal septum. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013;42(3):321-5.
83. Magnusson A, Bjerklin K, Kim H, Nilsson P, Marcusson A. Three-dimensional assessment of transverse skeletal changes after surgically assisted rapid maxillary expansion and orthodontic treatment: a prospective computerized tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(6):825-33.
- 84.Daif ET. Segment tilting associated with surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014;43(3):311-5.
- 85.Podesser B, Williams S, Bantleon HP, Imhof H. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *Eur J Orthod.* 2004;26(2):209-15.
- 86.Zandi M, Miresmaeili A, Heidari A. Short-term skeletal and dental changes following bone-borne versus tooth-borne surgically assisted rapid maxillary expansion: a randomized clinical trial study. *J Craniomaxillofac Surg.* 2014;42(7):1190-5.

Yazışma Adresi:

Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi ABD

Tel No: +90 542 342 59 82

E-mail: dt.elifhanatlihan@gmail.com

dt.elifhanatlihan@hotmail.com

elifhan.alagoz@bezmialem.edu.tr