

SINIF II BÖLÜM 1 MALOKLÜZYONLU BİREYLERDE FONKSİYONEL ORTOPEDİK TEDAVİ ETKİLERİNİN AKSİYOGRAFİK VE SEFALOMETRİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

AXIOGRAPHIC AND CEPHALOMETRIC INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE FUNCTIONAL ORTHOPEDIC THERAPY IN PATIENTS WITH CLASS II DIVISION 1 MALOCCLUSION

Yard. Doç. Dr. İlhan Metin DAĞSUYU*

Doç. Dr. Bülent BAYDAŞ**

Makale Kodu/Article code: 687
Makale Gönderilme tarihi: 07.10.2011
Kabul Tarihi: 15.10.2011

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde aktivatör ile yapılan fonksiyonel ortopedik tedavinin, kranio-fasiyal yapılarda meydana getirdiği değişikliklerin incelenmesi ve temporomandibuler eklem fonksiyonları ve hareket biyomekaniği üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: İskeletsel Sınıf II bölüm 1 maloklüzyona sahip, temporomandibuler eklem disfonksiyonu belirtisi göstermeyen ve pubertal büyüme atılımı başlamış, kronolojik yaş ortalamaları 11.2 yıl \pm 9 ay olan 23 kız ve 12.9 yıl \pm 8 ay olan 21 erkek birey incelendi. Araştırma kapsamına alınan bireyler, 24 kişilik tedavi ve 20 kişilik kontrol gruplarına ayrıldı ve 10 ay süresince değerlendirildi. Araştırmamızın materyalini, bu bireylerden uygulama öncesi ve sonrası elde edilen lateral sefalometrik filmler ve uygulama öncesi, 2. ay, 4. ay, 6. ay, 8. ay ve uygulama sonunda alınan aksiyografik kondiler hareket kayıtları oluşturdu. Lateral sefalometrik filmler üzerinde iskeletsel, dento-alveoler ve yumuşak doku ölçümleri yapılırken, aksiyografik kondiler hareket kayıtları üzerinde açma-kapama ve protrüzyon uzunluğu, açma-kapama ve protrüzyon açısı, açma-kapama ve protrüzyon derinliği ölçümleri yapıldı. Hastalardan ayrıca maksimum ağız açma mesafesi kaydı alındı.

Bulgular: Lateral sefalometrik filmler üzerinde yapılan incelemelerde, tedavi ve kontrol grupları arasında çeneler arasındaki ilişkilerin düzelmesine veya büyüme etkilerine bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların ortaya çıktığı belirlendi. Aksiyografik veriler ve maksimum ağız hareket ölçümleri incelendiğinde ise, tedavi grubunda zaman faktörü ile ilişkili olarak ilgili yapılarda tedaviye bağlı ortaya çıkan değişimler sonucunda yine istatistiksel olarak anlamlı değişimlerin meydana geldiği tespit edildi.

Sonuç: Aktivatör ile yapılan fonksiyonel tedavi sonucunda iskeletsel, dento-alveoler ve yumuşak dokularda meydana gelen değişimlere bağlı olarak çeneler arası ilişkinin düzeldiği ve temporomandibuler eklem fonksiyonlarında adaptif değişikliklerin ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Aktivatör, Fonksiyonel Ortopedik Tedavi, Temporomandibuler Eklem, Aksiyografi, Kondiler Hareket Kayıtları

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study was to examine the changes in the cranio-facial structures caused by the functional orthopedic treatment with activator on the individuals with Class II division 1 malocclusion, and to determine its effects on the functions and movement biomechanics of temporomandibular joint.

Materials and Methods: The study group consisted of 44 individuals at the pubertal growth spurt, who had skeletal Class II Division 1 malocclusion and no temporomandibular dysfunction symptoms. Of these individuals, 23 were female with an average chronological age of 11.2 years \pm 9 months and 21 were male with an average chronological age of 12.9 years \pm 8 months. The individuals included in the study were divided into two groups, one being the treatment group of 24 individuals and the other being the control group of 20 individuals, and they were evaluated and observed for 10 months. The material of the study consisted of pre- and post-process lateral cephalometric films and axiographic condylar pathway tracings which were taken before the process and in the 2nd, 4th, 6th and 8th months of the process and finally after the process. Skeletal, dento-alveolar and soft tissue measurements were carried out on lateral cephalometric films, while opening-closing and protrusion length, opening-closing and protrusion angle and opening-closing and protrusion depth measurements were carried out on the axiographic condylar pathway tracings. Also, the maximum opening capacity of the mouth of the individuals was measured.

Results: With the analysis of lateral cephalometric records, statistically significant differences were determined between treatment and control groups related improvements of inter-maxillary relationship or growth. Statistical evaluation of axiographic datasets and maximal opening capacity of the mouth showed also significant time-dependent differences in treatment group, cause of therapeutic effects of treatment mechanics on related structures.

Conclusion: As a result of the functional orthopedic treatment by the activator, the relation between jaws improved depending on the changes in skeletal, dento-alveolar and soft tissues, and adaptive changes appeared in temporomandibular joint functions.

Keywords: Activator, Functional Orthopedic Therapy, Temporomandibular Joint, Axiography, Condylar Movement Records

* Atatürk Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.

** Serbest Muayenehane, Bursa, Türkiye



GİRİŞ

Kranio-fasiyal sistem farklı iskeletsel yapıların birbirleriyle uyumlu olarak fonksiyon gördüğü bir bütünlüğe sahiptir. Bu sistemde yer alan yapılar, büyüme gelişim sürecinde karşılıklı ilişki ve etkileşim içerisinde ideal boyut ve konumlarına ulaşırlar.^{1,2} Yüz ve çenelerin büyüme faaliyetleri sırasında ortaya çıkan genetik ve çevresel faktörlere bağlı olarak, sistemi oluşturan yapılar arasında denge bozulabilir ve iskeletsel düzeyde birtakım uyumsuzluklar oluşabilir. Çeneler arasında oluşan bu uyumsuzlukların en önemlilerinden birisi de Sınıf II anomalilerdir.³

Fonksiyonel ortopedik tedavi 1930'lu yıllarda Andresen ve Haupl tarafından geliştirilen ve büyümenin hastaya ait fonksiyonel kuvvetler aracılığıyla yönlendirilmesini esas alan bir ortognatik tedavi yöntemidir.³ Tedavi mekanizması tam olarak anlaşılmasına karşın fonksiyonel tedavi aygıtları, ortodontistler tarafından Sınıf II anomalili hastaların tedavisinde uzun yıllardır başarılı bir biçimde kullanılmaktadırlar.³⁻¹⁰

Kranio-fasiyal sistemde, çiğneme ve konuşma gibi hayati öneme haiz fonksiyonlar, temporomandibuler eklem ve sistemde yer alan diğer yapıların (dişler, çeneler ve yumuşak dokular) uyumlu bir biçimde çalışması sonucunda gerçekleştirilir.¹¹ Sistemin en önemli bölümlerinden biri olan temporomandibuler eklem, uyarılara cevap verebilen adaptif bir yapıya sahiptir ve bu özelliğiyle iskeletsel düzeyde ortaya çıkan büyüme problemlerinin fonksiyonel ortopedik apareyler ile tedavisine imkan verir.^{2,3,11}

Fonksiyonel ortopedik tedavinin kranio-fasiyal sistem üzerindeki etkilerini inceleyebilmek amacıyla bu güne kadar çok sayıda araştırma yapılmasına karşın tüm bu araştırmalar, ilgili sert ve yumuşak dokularda meydana gelen morfolojik değişiklikleri belirlemekle sınırlı kalmıştır.

Çalışmamızın amacı, Sınıf II bölüm 1 maloklüzyonlu bireylerde aktivatör ile yapılan fonksiyonel ortopedik tedavinin, kranio-fasiyal yapılarda meydana getirdiği değişikliklerin incelenmesi ve temporomandibuler eklem fonksiyonları ve hareket biyomekaniği üzerine etkilerinin belirlenmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmada, Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı'na başvuran Sınıf II bölüm 1 maloklüzyona sahip kronolojik yaş ortalamaları 11,2 yıl \pm 9 ay olan 23 kız ve 12,9 yıl \pm 8 ay

olan 21 erkek bireye ait lateral sefalometrik filmler ve aksiyografik çizim kayıtları değerlendirildi.

Araştırma kapsamına alınacak bireylerin seçiminde aşağıdaki kriterlere dikkat edildi;

1. İskeletsel Sınıf II anomaliye ($ANB > 5^\circ$) ve retrognatik mandibulaya sahip olmalarına
2. Pubertal büyüme atılımının başlamış ve tepe noktayı aşmamış olmasına¹²
3. TME' den kliking ve krepitasyon seslerinin alınmamasına
4. Kondiler bölge ve çiğneme kaslarında hassasiyet bulunmamasına
5. TME' de fonksiyonel sorunların (Hipermobilité, hareket kısıtlılığı ve deviasyon) bulunmamasına
6. Fonksiyonel ortodontik tedaviyi etkileyebilecek herhangi bir genel sağlık sorunu (mental, hormonal ve fizyolojik) ve ağız içi (çürük, hatalı dolgu v.b) problemlerin olmamasına.

Çalışma kapsamına dahil edilen bireyler, tedavi (12 kız, 12 erkek) ve kontrol (11 kız, 9 erkek) olmak üzere raslantısal olarak iki gruba ayrıldı.

Tedavi grubuna alınan bireylere, Andresen tipi aktivatör uygulandı ve bu bireyler toplam 10 ay süreyle tedavi edildi. Bireylerden tedavi öncesi ve sonu olmak üzere toplam iki lateral sefalometrik film; sağ ve sol eklem bölgelerinden ayrı ayrı olmak üzere tedavi öncesi, 2., 4., 6., 8. aylar ve 10. ay sonunda toplam altı aksiyografik kayıt ve maksimum ağız açma mesafesi kaydı alındı. Kontrol grubundaki bireylere herhangi bir tedavi edici mekanik uygulanmadı ve bireyler belirtilen kayıtlar alınarak aynı süre boyunca gözlemlendi. Bu bireylerde kayıtların tamamlanmasından sonra tedavi işlemlerine başlandı.

Lateral sefalometrik filmler, Planmeca DM 2002 CC Proline sefalometri cihazı (Planmeca OY, Helsinki, Finland) kullanılarak elde edildi. Bireyler dişleri sentrik okluzyonda kapalı pozisyonda ve Frankfort Horizontal düzlemi yere paralel biçimde sefalostat'a yerleştirildi. Sefalostat, film kaseti ile bireyin midsagittal düzlemi arasındaki uzaklık 12,5 cm ve merkezi ışın bu düzleme dik olacak şekilde ayarlandı. Elde edilen lateral sefalogramlar, Epson Expression 1680 Professional dia tarama ünitesi scanner (Seiko Epson Corp., Nagano, Japan) aracılığıyla Apple PowerMac G4 1000 Mhz (Apple Computers, Inc., Cupertino, CA, USA) bilgisayar sistemine aktarıldı ve çalışmada kullanılacak sefalometrik parametrelere göre programlanmış QuickCeph



2000 sefalometrik analiz programı (QuickCeph Systems, San Diego, CA, USA) ile değerlendirildi.

Fonksiyonel tedavinin ve büyümenin dış-çene-yüz sistemi morfolojisi üzerindeki etkileri, lateral sefalogramlar üzerinde yapılan 13 boyutsal, 7 açısal ve 2 oransal ölçüm yardımıyla incelendi.

Bireylerin tedavi ve gözlem periyotları öncesinde, sırasında ve sonrasında kondil yolu hareketlerini kaydetmek amacıyla SAM III Aksiyograf cihazı (AXO 500-SAM Prazisionstechnik GmbH, Munchen, Germany) kullanıldı. (Şekil 1) Alt çenenin sınır hareketleri ile elde edilen kondil yolu uzunluğunun ölçümü Ushikata X-Plan 360i Computer Coordinating Area Curvimeter (Ushikata Inc., Tokyo, Japan) cihazı aracılığıyla; kondil yolu derinliği ve kondil yolu açısı ölçümü ise Aksiyograf Kit'i içinde bulunan Peak Scale Lupe (7x)'dan yararlanılarak yapıldı. (Şekil 2) Maksimum açma kapama mesafesi, Aksiyograf Kit'i içindeki milimetrik metal cetvel kullanılarak ölçüldü.



Şekil 1. Aksiyograf (SAM Products Manual)



Şekil 2. Ushikata X-Plan 360i cihazı ve Peak Scale Lupe

Andresen aktivatörü ile tedavi edilecek bireylerin alçı çalışma modelleri elde edildikten sonra, ağzın istirahat durumundan yaklaşık 2-4 mm açılması ve alt çenenin öne doğru 7-8 mm'i aşmayacak şekilde ileri getirilmesiyle, kesici dişlerin baş başa olduğu konumda kapanış mumu ile ısırma kaydı alındı. Kapanış mumu aracılığıyla fiksatöre alınan alçı modeller üzerinde, 0.9 mm kalınlığında paslanmaz çelik telden üst keser ve kanin dişlerin vestibül yüzlerine adapte edilerek vestibül ark bükümü yapıldı. Şeffaf akrilik kullanılarak aparey hazırlandı ve alt keserlerin labial yüzlerinin yarısına kadar akrilik içinde kalmalarına özen gösterildi.

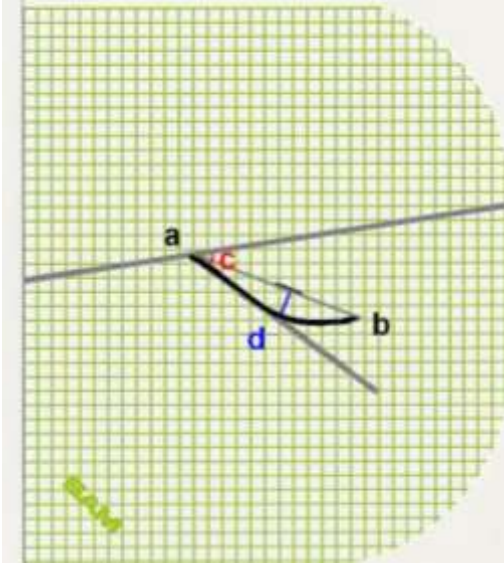
Aparey uygulanmadan hemen önce sefalometrik ve aksiyografik kayıtlar alındı. Bireyler, 2. ay sonunda ve daha sonra 2 ayda bir olmak üzere kliniğe çağrıldı; tedavi kontrolleri, aksiyograf yardımıyla kondil yolu kayıtlarının alınması ve maksimum açma mesafesinin ölçümü işlemleri gerçekleştirildi. 10. ay sonunda belirtilen mandibuler sınır hareket kayıtlarının yanı sıra lateral sefalometrik film kayıtları da alındı. Kontrol grubu bireylerinde de belirtilen kayıtlar gözlem öncesi, sırasında ve sonrası dönemlerde alındı.

Aksiyografik kayıtlar, cihazın kullanım kılavuzunu hazırlayan C.G Wirth'in¹³ tanımladığı yöntemden yararlanarak elde edildi.

Açma kapama ve protrüzyon hareketleri esnasında alınan aksiyografik kondil yolu hareket kayıtları üzerinde aşağıdaki ölçümler yapıldı; (Şekil 3)

1. Açma kapama uzunluğu
2. Protrüzyon uzunluğu
3. Açma kapama açısı
4. Protrüzyon açısı
5. Açma kapama derinliği
6. Protrüzyon derinliği

Sefalometrik çizimlerin ve aksiyografik ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metod hatasını belirlemek amacıyla ilk çizim ve ölçümlerden yaklaşık 1 ay sonra rastgele seçilen 20 bireyin çizim ve ölçümleri tekrarlandı. Birinci ve ikinci ölçümler arasındaki metod hatasını değerlendirmek için Houston tarafından önerilen güvenilirlik katsayısından yararlanıldı.¹⁴ Tekrarlanan her bir ölçüm için güvenilirlik katsayısının hesaplanmasında $1 - (Se^2 / St^2)$ formülü kullanıldı. Burada Se^2 tesadüfi hatadan kaynaklanan varyans'ı, St^2 ise her bir ölçümün total varyans'ını temsil etmektedir.



Şekil 3. Aksiyograf ile elde edilen kondil yolu hareket kayıtları üzerinde yapılan ölçümler;

1. Kayıt Uzunluğu (mm): Hareket kaydının başlangıç (a) ve bitiş (b) noktaları arasındaki eğri uzunluğu.
2. Kayıt Açısı (°): Hareket kaydının ilk eğimine çizilen teğet ile akso-orbital referans düzlemi arasında oluşan açı (c).
3. Kayıt Derinliği (mm): Hareket kaydının başlangıç ve bitiş noktaları arasında oluşturulan düzlem ile kayıt eğrisinin en derin noktası arasındaki mesafe (d).

Sefalometrik verilerde, tedavi ve kontrol gruplarında grup içi değişimleri belirlemek amacıyla eşleştirilmiş *t* testi kullanıldı. Değişim farkları, grup ve cinsiyet faktörleri göz önüne alınarak yapılan iki faktörlü varyans analizi ile incelendi ve bu analizle değişimler üzerinde cinsiyet faktörünün etkisi ve varyansların homojenliği analiz edildi. Tedavi ve kontrol gruplarında oluşan değişimlerin karşılaştırılması amacıyla Student's *t* testi kullanıldı. Cinsiyet faktörünün önemli bulunduğu parametrelerde kız ve erkek grupları ayrı ayrı, bulunmadığı parametrelerde ise birleşik grup üzerinde istatistiksel değerlendirmeler yapıldı. Varyanslarında homojenite tespit edilmeyen parametrelerde grup karşılaştırması, heterojenliği dikkate alan ileri hesaplama tekniği (*t'*) kullanılarak yorumlanmıştır.

Aksiyografik verilerde zamana bağlı olarak oluşan değişimleri inceleyebilmek amacıyla Tekrarlı Ölçüm Varyans Analizi (Repeated Measurements of Variance) tekniği uygulandı. Tedavi ve kontrol grupları arasında zamana bağlı farklılık belirlenen parametrelerde, farklılığın hangi zaman diliminden kaynaklandığını belirleyebilmek amacıyla gruplar zamana bağlı olarak Student's *t* testi ile karşılaştırıldı.

Bütün istatistiksel değerlendirmeler, SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows yazılımı (v10.0.) yardımıyla yapıldı.

Çalışmamızda kullanılan sefalometrik nokta, düzlem ve ölçüm tanımları aşağıda verilmiştir;

Sefalometrik Noktalar (Şekil 4)

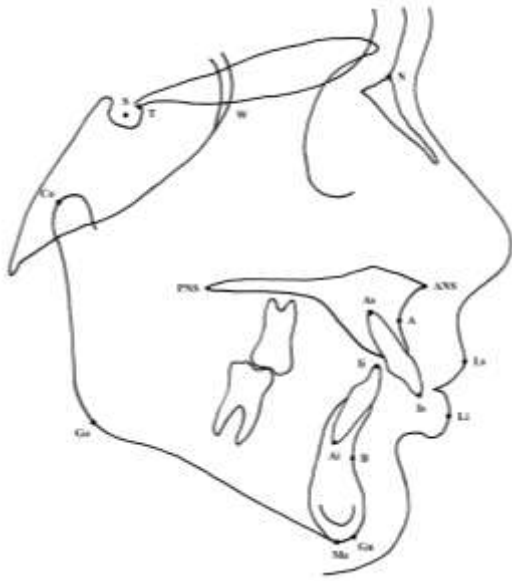
1. Sella (S): Sella Turcica'nın geometrik orta noktası.
2. Tuberculum Sella (T): Sella Turcica'nın ön duvarının anterior clinoid process ile kesiştiği nokta.
3. Wings (W): Sphenoid kemiğin büyük kanatlarının ön kafa kaidesini kestiği noktaların orta noktası.
4. Nasion (N): Nasofrontal sütünun orta oksal düzlem ile kesiştiği en ileri nokta.
5. Anterior Nasal Spina (ANS): Maksillanın lateral sefalogramlardaki en ileri uç noktası.
6. Posterior Nasal Spina (PNS): Maksillanın lateral sefalogramlardaki en arka uç noktası.
7. Subspinale (A): Maksillanın anterior nasal spina ile alveolar projes arasındaki en derin noktası.
8. Incisor Superior (Is): Üst orta keser dişin kesici kenarının uç noktası.
9. Apex Superior (As): Üst orta keser dişin kök ucu.
10. Incisor Inferior (Ii): Alt orta keser dişin kesici kenarının uç noktası.
11. Apex Inferior (Ai): Alt orta keser dişin kök ucu.
12. Supramentale (B): Alt çenede infradentale ile pogonion arasındaki iç büyüklüğün en derin noktası.
13. Gnathion (Gn): Mandibuler simfizin en ileri ve en alt noktası.
14. Menton (Me): Mandibuler simfiz alt kenarının en aşağı noktası.
15. Gonion (Go): Mandibuler ve ramal düzlemler arasındaki açının açıortayının mandibuler kemiği kestiği nokta.
16. Condylion (Co): Processus condylarisin en üst ve en dış noktası.
17. Labiale superior (Ls): Üst dudağın en ileri noktası.
18. Labiale inferior (Li): Alt dudağın en ileri noktası.

Referans Düzlemleri (Şekil 5)

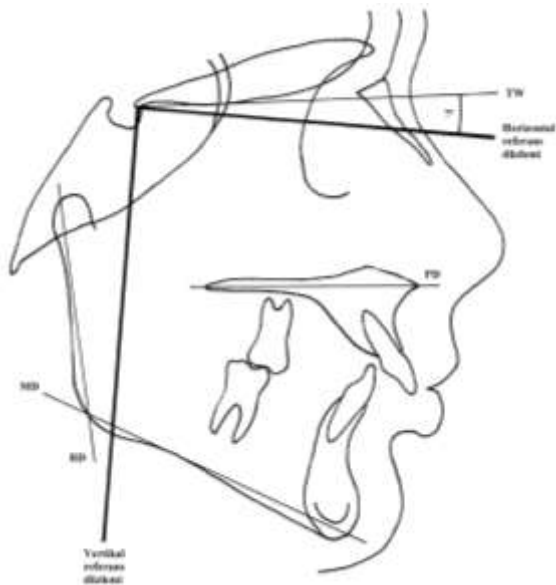
1. TW Düzlemi: Tuberculum Sella ve Wings noktalarından geçen düzlemdir.
2. Horizontal Referans Düzlemi (TW7°): T noktası merkez olmak üzere TW Düzlemi'nin 7° altından oluşturulan düzlemdir.

3. Vertikal Referans Düzlemi (T-perpendicular): Horizontal Referans Düzlemi'ne Tuberculum Sella'dan dik çizilerek oluşturulan düzlemdir.
4. Palatal Düzlem (PD): Anterior Nasal Spina ve Posterior Nasal Spina noktalarından geçen düzlemdir.
5. Mandibuler Düzlem (MD): Gonion ve Gnathion noktalarından geçen düzlemdir.
6. Ramal Düzlem (RD): Condylion ve Gonion noktalarından geçen düzlemdir.

Fonksiyonel ortopedik tedavi ile tedavi edilen bir bireye ait kayıtlar Şekil 6 ve 7'de verilmiştir.



Şekil 4. Sefalometrik Noktalar



Şekil 5. Sefalometrik Düzlemler



Şekil 6. Tedavi grubundan bir bireye ait tedavi öncesi kayıtlar



Şekil 7. Tedavi grubundan bir bireye ait tedavi sonrası kayıtlar

BULGULAR

Sefalometrik çizimlerin ve aksiyografik ölçümlerin tekrarlanabilirliğine ilişkin metot hata kontrolü sonuçları değerlendirildiğinde tüm ölçümler için güvenilirlik katsayısı değerleri 0.971-1.000 arasında bulunmuştur. Güvenirlik katsayısının 1'e çok yakın değerlerde olması, çizim ve ölçümlerin istatistiksel olarak önemli düzeyde olmayan bir hata ile tekrarlanabildiğini göstermektedir.

Kontrol grubuna ait gözlem öncesi ve gözlem sonu sefalometrik ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda, maksillanın sagittal yönde konumunu gösteren AA' ölçümünde ve maksillanın bazal uzunluğunda (ANS-PNS) istatistiksel olarak gözlem periyodu boyunca önemli bir artış ($p<0.001$) görülmüştür. Mandibulanın sagittal yön konumunu veren BB' ölçümünde önemli bir artış ($p<0.01$), buna karşın mandibulanın dik yön konumunu bildiren TW7°-MP ölçümünde önemli bir azalma ($p<0.05$) belirlenmiştir. Mandibula korpus uzunluğunda (Go-Gn), ramus yüksekliğinde (Cd-Go), toplam uzunluğunda (Cd-Gn) istatistiksel olarak önemli bir artış gözlenmiştir ($p<0.001$). Gonial açı gözlem periyodu boyunca azalmıştır ($p<0.05$). Maksilla ve mandibulanın büyüme sürecinde sagittal yönde birbirleriyle ilişkisini gösteren AA'-BB' ölçümünde önemli bir değişiklik görülmemiştir. Maksilla ve mandibulanın büyümeye bağlı boyut artışlarını oranlayan ANS-PNS/Go-Gn ölçümünde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Dik yönde, alt ön yüz yüksekliğinde (ANS-Me) önemli bir artış saptanmış ($p<0.05$); alt arka yüz yüksekliğinin ön yüz yüksekliğine oranını veren Cd-Go/ANS-Me ölçümünde anlamlı bir artış belirlenmiştir ($p<0.05$). Gözlem periyodu boyunca meydana gelen dento-alveoler değişiklikler incelendiğinde, üst kesici dişin horizontal referans düzlemine göre eksen eğiminde (Üst1-TW7°) önemli bir artış belirlenmişken ($p<0.05$); alt kesici diş eksen eğimi (Alt1-TW7°), overjet ve overbite değerlerindeki değişiklikler önemli bulunmamıştır. Üst ve alt dudağın sagittal yön büyümesini gösteren LsLs' ve LiLi' ölçümlerinde önemli bir artış gözlenmiştir ($p<0.01$). Dudaklar arası sagittal ilişkide (LsLs'-LiLi') anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır.

Tedavi grubuna ait gözlem öncesi ve gözlem sonu sefalometrik ölçümlerin değerlendirilmesi sonucunda, tedavi grubunda maksillanın sagittal yönde öne doğru büyümesi (AA') ve bazal uzunluğu (ANS-PNS) artmıştır (sırasıyla; $p<0.01$, $p<0.001$). Mandibulanın sagittal konumunu bildiren BB' ölçümü önemli derecede

artmış ($p<0.001$), buna karşın dik yön konumunda (TW7°-MP) önemli bir değişiklik bulunmamıştır. Mandibula korpus uzunluğu (Go-Gn), ramus yüksekliği (Cd-Go) ve toplam uzunluğunda (Cd-Gn) önemli artışlar gözlenmiştir ($p<0.001$). Gonial açı, tedavi süresince anlamlı bir biçimde artmıştır ($p<0.001$). Maksilla ve mandibulanın sagittal yön ilişkisini belirleyen AA'-BB' ölçümünde önemli bir azalma görülmüştür ($p<0.001$). Maksilla ve mandibulanın büyümeye bağlı boyut artış oranını veren ANS-PNS/Go-Gn ölçümünde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir. Dik yönde, alt ön yüz yüksekliği (ANS-Me) önemli derecede artmış ($p<0.001$), buna karşın alt arka yüz ve alt ön yüz yüksekliği boyut artış oranında (Cd-Go/ANS-Me) önemli bir farklılık bulunmamıştır. Tedavinin dento-alveoler ölçümler üzerine etkisi incelendiğinde, üst kesici diş ve alt kesici dişlerin horizontal referans düzlemine göre eksen eğimlerinde (Üst1-TW7° ve Alt1-TW7°) önemli bir azalma gözlenmiştir ($p<0.001$). Overjet ve overbite da önemli düzeyde azalmışlardır ($p<0.001$). Üst ve alt dudağı ilgilendiren yumuşak doku ölçümleri (LsLs' ve LiLi') önemli düzeyde artmıştır (sırasıyla; $p<0.05$, $p<0.001$). Alt dudağın üst dudağa oranla daha fazla sagittal yön konumu değişikliği göstermesi nedeniyle dudaklar arası mesafe (LsLs'-LiLi') azalmıştır ($p<0.001$).

Her iki grupta tedavi ve gözlem periyodu süresince oluşan değişimler üzerinde cinsiyet faktörünün etkisi incelendiğinde, Overjet, ANS-Me ve Cd-Go/ANS-Me ölçümlerinde cinsiyetler arasında farklılık bulunmuş ($p<0.05$), diğer ölçümlerde önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Tedavi başı ve sonu değerleri farkları ile gözlem periyodu süresince oluşan büyümeye bağlı değişikliklerin karşılaştırıldığında, maksillanın sagittal yön konum değişikliği (AA'), ve boyut artışı (ANS-PNS) gruplar arasında farklılık göstermemiştir. Mandibulanın sagittal yön konumunu veren BB' ölçümünde, gruplar arasında tedaviye bağlı olarak önemli düzeyde farklılık belirlenmiştir ($p<0.001$). Dik yön mandibuler gelişimde (TW7°-MP) ise, tedavi ve kontrol gruplarında kaydedilen değişiklikler anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Mandibula korpus uzunluğu (Go-Gn), ramus yüksekliği (Cd-Go) ve toplam uzunluğunda (Cd-Gn), gruplar arasında gittikçe artan bir oranda ve önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir (sırasıyla; $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$). Gonial açıda tedavi ile elde edilen değişiklikler, kontrol grubundan önemli düzeyde farklı bulun-

muş ($p<0.001$) ve artma eğiliminde oldukları saptanmıştır. Çeneler arası sagittal ilişkide tedavi ile sağlanan iyileşme, kontrol grubundaki değişiklikler göz önüne (AA'-BB') alındığında oldukça belirgin bulunmuştur ($p<0.001$). Maksilla ve mandibulanın sagittal yön boyut artış oranları (ANS-PNS/Go-Gn), gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Dik yönde kız ve erkek bireylerde ANS-Me ölçümünde tedavi grubunda meydana gelen boyut artışı, kontrol grubuna oranla önemli düzeyde fazla bulunmuştur ($p<0.01$). Alt arka ve ön yüz dik yön boyut artış oranlarının (Cd-Go/ANS-Me) gruplar arasında değişiklik göstermediği saptanmıştır. Dento-alveoler ölçümler olan Üst1-TW7°, Alt1-TW7°, overjet ve overbite ölçümlerinde, gruplar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.001$). Sonuçlara göre, tedaviye bağlı oluşan üst kesici eksen eğimleri azalmaktayken, alt kesiciler vestibüle doğru açılma yönünde değişiklik göstermiştir. Overjet ve overbite ise değerleri tedavi grubunda kontrol grubuna oranla önemli düzeyde azalmıştır. Üst dudak sagittal yön konumunda (LsLs') tedavi ve kontrol grupları arasında bir farklılık bulunmamıştır. Buna karşın, alt dudak sagittal yön konumunda (LiLi') ve dudakların birbirine göre ilişkisini veren LsLs'-LiLi' ölçümlerinde gruplar arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir (sırasıyla; $p<0.05$, $p<0.01$). (Tablo 1a, 1b)

Aksiyografik kayıtlar değerlendirildiğinde, aksiyograf ile kaydedilen açma kapama uzunluğu, tedavi ve kontrol grupları arasında tüm ölçüm periyotları boyunca anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Tedavi grubunda açma kapama uzunluğu ortalaması, tedavi öncesinde sağ eklem için 16.26 mm, sol eklem için 16.32 mm; tedavi sonunda sağ eklem için 17.34 mm, sol eklem için 17.22 mm olarak bulunmuştur. Açma kapama uzunluğu ölçümleri, tedavi süresince artma eğilimi göstermiştir. Kontrol grubunda açma kapama uzunluğu ortalaması, gözlem öncesi sağ eklem için 16.38 mm, sol eklem için 15.95 mm; gözlem sonunda sağ eklem için 16.69 mm, sol eklem için 16.18 mm olarak bulunmuştur.

Tablo 1a. Cinsiyet faktörü önemsiz bulunan parametrelerde, tedavi ve kontrol gruplarındaki değişimlerin Student's *t* testi ile karşılaştırılması

Parametre	Grup Karşılaştırması				
	F. Ort.	Sd	<i>t</i>	P	
SNA	T	-0,19	0,86	-3,584	**
	K	0,64	0,62		
SNB		1,90	0,80	5,962	***
		0,65	0,60		
ANB		-2,09	0,93	-9,844	***
		0,02	0,44		
AA'		0,80	1,32	-0,999	
		1,18	1,15		
BB'		4,03	1,70	4,457	***
		1,48	2,10		
AA'-BB'		-3,24	1,34	-7,634	***
		-0,30	1,18		
Overbite		4,15	1,60	11,240	***
		0,005	0,77		
TW7°-MP		0,08	1,65	1,835	
		-0,83	1,65		
Gonial Açığı		1,25	1,19	5,239	***
		-0,51	1,00		
ANS-PNS		2,64	1,92	0,881	
		2,23	1,15		
Go-Gn		2,31	1,29	2,222	*
		1,63	0,71		
ANS-PNS/Go-Gn		0,02	0,05	0,113	
		0,02	0,05		
Cd-Go		3,04	1,96	3,330	**
		1,55	0,92		
Cd-Gn		5,37	2,16	5,546	***
		2,34	1,24		
Üst1-TW7°		-5,69	2,91	-8,644	***
		1,10	2,14		
Alt1-TW7°		-6,29	3,57	-7,988	***
		0,29	1,71		
LsLs'		1,15	2,10	-0,793	
		1,64	1,93		
LiLi'		4,49	2,97	2,139	*
		2,61	2,84		
LsLs'-LiLi'		-3,37	2,42	-3,064	**
		-0,96	2,79		

* $p<0,05$ ** $p<0,01$ *** $p<0,001$

(T: Tedavi Grubu, K: Kontrol Grubu), (F. Ort.: Fark ortalaması).



Tablo 1b. Cinsiyet faktörü önemli bulunan parametrelerde tedavi ve kontrol gruplarındaki değişimlerin Student's *t* testi ile karşılaştırılması.

Parametre	Kız				Erkek			
	F. Ort.	Sd	<i>T</i>	P	F. Ort.	Sd	<i>t</i>	P
Overjet	T	1,82	11,664	***	7,15	1,64	10,066	***
	K	5,93 0,28			0,24	0,61		
ANS-Me		1,69	3,554	**	4,78	2,40	3,809	**
		2,83 0,42			1,54	1,41		
Cd-Go/ANS-Me		0,06	-0,873		-	0,03	-1,000	
		0,02			0,008	0,00		
		0,05						
		0,04						

p*<0,01 *p*<0,001

(T: Tedavi Grubu, K: Kontrol Grubu), (F. Ort.: Fark ortalaması).

Aksiyograf ile kaydedilen protrüzyon uzunluğunda, tedavi ve kontrol grupları arasındaki zamana bağlı etkileşim anlamlı bulunmuştur. Zaman x Grup etkileşiminin anlamlılık düzeyi sağ eklem için *p*<0.001, sol eklem için ise *p*<0.01 olarak belirlenmiştir. Tedavi grubunda protrüzyon uzunluğu ortalaması, tedavi öncesinde sağ eklem için 14.37 mm, sol eklem için 14.11 mm; tedavi sonunda sağ eklem için 13.38 mm, sol eklem için 13.26 mm olarak bulunmuştur. Protrüzyon uzunluğu ölçümleri, tedavi süresince azalma eğilimi göstermiştir. Kontrol grubunda açma kapama uzunluğu ortalaması, gözlem öncesi sağ eklem için 14.19 mm, sol eklem için 14.42 mm; gözlem sonunda sağ eklem için 14.18 mm, sol eklem için 14.50 mm olarak bulunmuştur.

Aksiyograf ile kaydedilen açma kapama açısında, tedavi ve kontrol grupları arasındaki zamana bağlı etkileşim anlamlı bulunmuştur. Zaman x Grup etkileşiminin anlamlılık düzeyi sağ eklem için *p*<0.001, sol eklem için ise *p*<0.01 olarak belirlenmiştir. Tedavi grubunda açma kapama açısı ortalaması, tedavi öncesinde sağ eklem için 61.40°, sol eklem için 59.96°; tedavi sonunda sağ eklem için 56.13°, sol eklem için 56.46° olarak bulunmuştur. Açma kapama açısı ölçümleri, tedavi süresince azalma eğilimi göstermiştir. Kontrol grubunda açma kapama açısı ortalaması, gözlem öncesi sağ eklem için 61.30°, sol eklem için 60.26°; gözlem sonunda sağ eklem için 61.22°, sol eklem için 60,12° olarak bulunmuştur.

Aksiyograf ile kaydedilen protrüzyon açısında, tedavi ve kontrol grupları arasındaki zamana bağlı etkileşim anlamlı bulunmuştur (*p*<0.001). Tedavi gru-

bunda protrüzyon açısı ortalaması, tedavi öncesinde sağ eklem için 52.42°, sol eklem için 52.87°; tedavi sonunda sağ eklem için 46.06°, sol eklem için 46.88° olarak bulunmuştur. Protrüzyon açısı ölçümleri, tedavi süresince azalma eğilimi göstermiştir. Kontrol grubunda protrüzyon açısı ortalaması, gözlem öncesi sağ eklem için 52.74°, sol eklem için 53.64°; gözlem sonunda sağ eklem için 52.63°, sol eklem için 54.02° olarak bulunmuştur.

Aksiyograf ile kaydedilen açma kapama derinliğinde, tedavi ve kontrol grupları arasındaki zamana bağlı etkileşim anlamlı bulunmuştur (*p*<0.001). Tedavi grubunda açma kapama derinliği ortalaması, tedavi öncesinde sağ eklem için 2.38 mm, sol eklem için 2.37 mm; tedavi sonunda sağ eklem için 1.62 mm, sol eklem için 1.84 mm olarak bulunmuştur. Açma kapama derinliği ölçümleri, tedavi süresince azalma eğilimi göstermiştir. Kontrol grubunda açma kapama derinliği ortalaması, gözlem öncesi sağ eklem için 2.40 mm, sol eklem için 2.35 mm; gözlem sonunda sağ eklem için 2.34 mm, sol eklem için 2.39 mm olarak bulunmuştur.

Aksiyograf ile kaydedilen protrüzyon derinliğinde, tedavi ve kontrol grupları arasındaki zamana bağlı etkileşim anlamlı bulunmuştur (*p*<0.001). Tedavi grubunda protrüzyon derinliği ortalaması, tedavi öncesinde sağ eklem için 1.68 mm, sol eklem için 1.66 mm; tedavi sonunda sağ eklem için 0.90 mm, sol eklem için 0.92 mm olarak bulunmuştur. Protrüzyon derinliği ölçümleri, tedavi süresince azalma eğilimi göstermiştir. Kontrol grubunda protrüzyon derinliği ortalaması, gözlem öncesi sağ eklem için 1.61 mm, sol eklem için 1.70 mm; gözlem sonunda sağ eklem için 1.60 mm, sol eklem için 1.70 mm olarak bulunmuştur.

Maksimum ağız açma mesafesinde, tedavi ve kontrol grupları arasındaki zamana bağlı etkileşim anlamlı bulunmuştur. (*p*<0.001). Tedavi grubunda maksimum ağız açma mesafesi ortalaması, tedavi öncesinde 49.58 mm, tedavi sonunda 53.10 mm olarak bulunmuştur. Maksimum ağız açma mesafesi, tedavi süresince artma eğilimi göstermiştir. Kontrol grubunda maksimum ağız açma mesafesi ortalaması, gözlem öncesi 49.56 mm, gözlem sonunda 49.82 mm olarak bulunmuştur.

Tekrarlı Ölçüm Varyans Analizi sonuçlarına göre Zaman x Grup etkileşimi gösteren protrüzyon uzunluğu, açma kapama açısı, protrüzyon açısı, açma kapama derinliği, protrüzyon derinliği ve maksimum

ağız açma mesafesi ölçümlerinde, tedavi ve kontrol gruplarının zamana bağlı olarak karşılaştırılması sonucunda, protrüzyon uzunluğu ortalamalarında, sağ eklemde 6. ay ölçümünden itibaren ve 8. ve 10. ay ölçümlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli olmayan düzeyde bir farklılık belirlenmiştir. Sol eklem ölçümlerinde ise bu farklılık 6., 8. ve 10. ay ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir ($P<0.05$). Açma kapama açısı ortalamalarında, tedavi ve kontrol grupları arasında sağ eklem için 6., 8. ve

kayıtlarında da belirlenmiştir ($p<0.05$). Protrüzyon derinliği ortalamalarında, gruplar arası farklılık 4. ay ($p<0.01$), 6., 8. ve 10. ay ölçümlerinde ($p<0.001$) görülmüştür. Sol eklemde farklılık 2. ay ($p<0.05$), 4., 6., 8. ve 10. ay ölçümlerinde belirgindir ($p<0.001$). Maksimum açma kapama mesafesi ortalamalarında, tedavi ve kontrol grupları arasında özellikle 8. ve 10. ay ölçümlerinde farklılık bulunmasına rağmen bu farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde değildir. (Tablo 2)

Tablo 2. Zaman x Grup etkileşimi gösteren aksiyografik kayıtlarda tedavi ve kontrol gruplarının, zamana bağlı olarak Student's *t* testi ile karşılaştırılması

Parametre	T-G Ön.	Sağ					Sol					
		2. Ay	4. Ay	6. Ay	8. Ay	10. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	8. Ay	10. Ay	
Protrüzyon Uzunluğu (mm)	0,28	0,04	0,03	1,50	1,39	1,58	0,60	0,79	1,80	2,13*	2,44*	2,41*
Açma-Kapama Açısı (°)	0,00	1,65	1,87	2,56*	2,72**	2,08*	0,06	0,94	2,60*	2,53*	2,50*	1,68
Protrüzyon Açısı (°)	0,17	1,66	3,10**	3,63**	3,59**	3,09**	0,28	2,30*	4,20***	4,69***	4,41***	4,07***
Açma-Kapama Derinliği (mm)	0,01	1,65	2,60*	2,99**	3,43**	3,60**	0,01	1,24	1,88	2,14*	2,35*	2,40*
Protrüzyon Derinliği (mm)	0,44	1,32	3,57**	5,05***	5,87***	6,76***	0,20	2,67*	4,24***	5,29***	6,35***	7,39***
Maksimum Açma Mesafesi (mm)	0,01	0,52	1,04	1,38	1,73	1,84						

* $P<0,05$ ** $P<0,01$ *** $P<0,001$
(T-G Ön: Tedavi-Gözlem öncesi)

10. ay ölçümlerinde önemli farklılıklar bulunmuştur (sırasıyla; $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.05$). Sol eklem kayıtlarında ise bu farklılık 4., 6. ve 8. ay ölçümlerinde önemli düzeyde belirlenmiştir ($p<0.05$). Sol eklem 10. ay ölçümünde bu farklılık istatistiksel olarak önemli olmayan bir seviyededir. Protrüzyon açısı ortalamalarında, sağ eklemde 4. aydan itibaren 6., 8. ve 10. ay ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p<0.01$). Sol eklem kayıtlarında bu farklılık 2. ay ölçüm kaydında başlamış ($p<0.05$), 4., 6., 8. ve 10. ay ölçümlerinde önemli düzeyde bulunmuştur ($p<0.001$). Açma kapama derinliği ortalamalarında, tedavi ve kontrol grupları arasındaki farklılık sağ eklemde 4. ay ölçümünden itibaren başlamış ($p<0.05$), 6., 8. ve 10. ay ölçümlerinde belirgin hale gelmiştir ($p<0.01$). Bu farklılık sol eklemde 6., 8. ve 10. ay

TARTIŞMA

Temporomandibuler eklem dış uyarılara karşı yüksek adaptasyon yeteneği ve özel yapısı, büyüme gelişim dönemindeki bireylerde çeneleri ilgilendiren ciddi iskeletsel problemlerin başarıyla tedavi edilmesini sağlamaktadır. Fonksiyonel ortopedik tedavi mekanikleri, eklem bu özel yapısından yararlanılarak özellikle iskeletsel Sınıf II anomaliye sahip hastaların tedavisinde uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Fonksiyonel ortopedik tedavi etkilerini inceleyen araştırmalar, genellikle kranio-fasiyal sistem yapılarında tedaviye bağlı olarak meydana gelen morfolojik değişiklikleri belirlemeye yönelik olmuştur.

Yapılan literatür incelemesinde, öncelikle kranio-fasiyal sistem fonksiyonları üzerinde etkili olması beklenen fonksiyonel ortopedik tedavinin, temporo-



mandibuler eklem ve ilgili yapılarda oluşturabileceği fonksiyonel değişiklikleri inceleyen herhangi bir araştırmaya rastlanamamıştır. Çalışmamızda; fonksiyonel ortopedik tedavinin kranio-fasiyal yapılarda meydana getirdiği değişikliklerin yanı sıra temporo- mandibuler eklem fonksiyonları ve hareket biyome- kaniği üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Maksilla ve mandibula, kontrol grubundaki bireylerde, büyüme gelişim sürecinde öne ve aşağı büyümüş ve konum değiştirmişlerdir. Mandibulanın ileri yönlü rotasyonuna bağlı olarak TW7°-MP açısı ve gonial açı azalmış, alt ön yüz yüksekliğinde artış görülmesine karşın alt arka yüz yüksekliğinin daha fazla artması nedeniyle alt arka yüz büyümesinin ön yüz büyümesine oranı artmıştır. Çenelerin sagittal yön ilişkisi gözlem periyodu boyunca değişmemiştir. Buna karşın, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da alt çenenin boyut artışının üst çeneye oranla daha az olması dikkat çekicidir (0.3 mm). Bu farklılık, Sınıf II bireylerde alt çenenin yıllık 0,2-0,4 mm daha az büyüme gösterdiğini öne süren Buschang ve arkadaşlarının¹⁵ bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Tedavi grubundaki bireylerde de, kontrol grubuna benzer şekilde, maksilla ve mandibula aktivatörün tedavi etkilerine bağlı olarak öne ve aşağı doğru büyümüş ve tedavi öncesine oranla daha önde konumlanmışlardır. TW7°-MP açısının değişmemiş olması, gonial açının artış göstermesi, alt ön yüz yüksekliğinin önemli düzeyde artmış olması ve alt arka yüz yüksekliğiyle orantısının değişmemesi ileri yönlü büyüme rotasyonu bulgularıyla paralellik göstermemektedir. Çenelerin sagittal yön ilişkisi, alt çenenin üst çeneye oranla daha fazla büyüme artışı göstermesi (3,24 mm) nedeniyle önemli biçimde düzelmiştir.

Tedavi ve kontrol grupları karşılaştırıldığında, maksillanın büyümesi ve kafa kaidesine göre konumunun fonksiyonel tedaviden etkilenmediği görülmektedir. Tedavi grubunda daha az oranda sagittal yön büyüme görülmesine karşın bu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir. Williams ve Melsen tarafından yapılan ve 19 bireye metal implant uygulanarak stabil referans yapılarına göre aktivatörün etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada;¹⁶ neredeyse bulgularımıza eşit miktarda (0.82 mm) üst çenede sagittal yön gelişimi belirlenmiştir. Bulgularımızın aksine, bazı araştırmacılar aktivatör tedavisinin maksillanın sagittal yön gelişimini kısıtladığını belirtmişler.¹⁷⁻²² Araştırmacıların çoğunlukla SN düzlemine göre yaptıkları

değerlendirmelerin, nasion (N) noktasının stabil bir referans noktası olmaması nedeniyle güvenilir olmadığı kanısındayız. Bununla birlikte, maksillanın konumsal değişikliklerini belirlemede kullanılan A noktasının da dento-alveolar değişimlerden etkilenmesi nedeniyle güvenilirliği tartışmalıdır. Jakobsson ve Paulin,²² aktivatörle tedavi edilen bireylerde maksiller stabil referans yapılarına göre A noktasının önemli düzeyde öne doğru hareket ettiğini belirtmiş ve bunda maksiler büyümenin yanı sıra üst kesici dişlerin eksen eğimlerinin azalmış olmasının etkili olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Aktivatörle tedavi edilen bireylerde, mandibuler büyüme kontrol grubu bireyelerine göre artmıştır. Bu bulgu, aktivatörün mandibuler büyümeyi stimule ettiğini gösteren araştırma sonuçlarıyla^{16, 21-29} paralellik göstermektedir. Williams ve Melsen,¹⁶ implant çalışmalarında alt çenenin sagittal gelişim miktarını 1.76 mm (± 2.5 mm) bulmuşlardır. Birkebaek ve arkadaşları²⁶ ise benzer bir implant çalışmasında 10 ay sonucunda mandibulada ortalama 3.2 mm sagittal gelişim belirlemişlerdir.

Tedavi grubu ile benzer özelliklere sahip olan kontrol grubu bireyelerinde gözlem periyodu boyunca ileri yönlü rotasyon bulgularıyla karşılaşılmasına rağmen, tedavi grubu bireyelerinde büyüme yönünün değiştiği görülmektedir. Aktivatörün büyüme yönü üzerindeki etkisi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır.^{16,18,23-26,29-32} Birkebaek ve arkadaşları;²⁶ 23 birey üzerinde metal implantlarla 10 ay takip ettikleri aktivatör tedavisinin sonucunda maksillada 0.7°, mandibula 0.2° geri yönlü rotasyon oluştuğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılara göre kontrol grubu bireyelerinde, büyümeye bağlı olarak maksillada 0.7°, mandibulada 2.3° ileri yönlü rotasyon oluşmuştur.

Çalışmamızda, kontrol grubunda bulunan bireyelerinde gonial açıda azalma belirlenmesine rağmen tedaviye bağlı olarak bu açıda artış görülmesi, fonksiyonel tedavi ile ilgili çalışmalarda sıkça karşılaşılan bir bulgudur.^{22,23,28,32} Bu artışın, kondilin yukarı ve geriye doğru gelişim göstermesinin yanı sıra, alt ön yüz yüksekliğinin arkaya oranla daha fazla artış göstermesi nedeniyle oluştuğunu düşünmekteyiz.^{9,18,19,31,32} Ahlgren ve Laurin,¹⁹ normal büyüme ve gelişim sürecinde gonial açıda azalma görülmesinin, yaşla birlikte sürmüş diş sayısı ve masseter kasın fonksiyonel aktivite artışına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. McNama³³ ile Rowe ve Carlson³⁴ tarafından maymun



denekler üzerinde yapılan araştırmalarda, gonial açı artışının dik yönde oklüzyonun yükseltilmesi ile doğrudan ilgili olduğu ve tedavi sonrası dönemde kontrol grubuna benzer biçimde azalma eğiliminde olacağı gösterilmiştir.

Mandibuler büyüme artışı, tedavi ve kontrol grupları karşılaştırıldığında, korpus bölgesinde daha az olmasına karşın (Go-Gn ölçümü, gruplar arası fark: 0.68 mm), kondiler büyüme nedeniyle ramus bölgesinde daha fazladır (Cd-Go ölçümü, gruplar arası fark: 1.49 mm). Toplam mandibuler uzunluğun, bu iki uzunluğundan toplamından daha fazla olmasında (Cd-Gn ölçümü, gruplar arası fark: 3.03 mm) gonial açı artışının da etkili olduğu unutulmamalıdır. Korpus uzunluğundaki artışın istatistiksel olarak önemli olsa da, oldukça küçük bir miktarda meydana gelmesi, bazı araştırmacılar tarafından savunulan aktivatörün temel olarak dento-alveoler yapılaraya etkili olduğu yönündeki görüşün^{6,7,10,18-20,30,32,35,36} nedeni olabilir.

Tedavi sonucunda çeneler arası ilişki anlamlı bir biçimde düzelmiştir. Bu sonuç, fonksiyonel tedavinin iskeletsel düzeyde başarılı etkilerini göstermek açısından önemlidir.

Kontrol grubu bireylerinde, gözlem periyodu süresince üst kesici dişler vestibüle açılma eğilimi göstermişken; alt kesici dişlerde, overjet ve overbite değerlerinde bir değişiklik gözlenmemiştir. Tedavi grubu bireylerinde ise tedaviye bağlı olarak üst kesici dişler palatine, alt kesici dişler vestibüle eğilmiştir. Overjet ve overbite değerleri anlamlı bir biçimde azalmıştır. Çalışmamızda, tedavi sonucunda kesici dişlerin eksen eğimlerinde belirlenen değişiklikler, farklı araştırmacılar tarafından elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.^{5,18,20,23,32,35,36} Tedavi ve kontrol grupları karşılaştırıldığında, diş eksen eğimindeki değişikliklere ve tedavinin çeneler üzerindeki etkisine bağlı olarak overjet azalmıştır. Bishara ve Ziaja'ya göre,⁵ fonksiyonel tedavi sonucunda overjetin azaltılması % 60-70 oranında dento-alveoler, % 20-30 oranında ise ortopedik değişikliklerin etkisiyle mümkün olmaktadır. Benzer şekilde Pancherz de, aşırı overjetin büyük oranda (%70) kesici diş eksen eğimindeki değişimlere bağlı olarak tedavi edilebildiğini ifade etmiştir.²⁰

Fonksiyonel tedavinin çenelerin büyüme rotasyonları üzerindeki etkisine ve posterior diş erupsiyonuna bağlı olarak overbite değerinde de anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Çalışma kapsamındaki bireyler,

çoğunlukla derin kapanış ilişkisi gösterdiği için overbite miktarındaki bu azalmanın estetik açısından yararlı olduğu düşünülmektedir.

Kontrol grubu bireylerinde, üst ve alt dudak normal büyüme ve gelişime bağlı olarak sagittal yönde konum değiştirmişlerdir. Tedavi grubu bireylerinde ise, sagittal yön konum değişikliği alt dudak ölçümünde daha fazla oranda gerçekleşmiş ve dudakların birbirine göre konumlarını veren LsLs'-LiLi' ölçümü azalmıştır. Gruplar karşılaştırıldığında, tedaviye sonucunda üst dudakta istatistiksel açıdan anlamlı olmayan bir retrüzyon eğilimi olmasına karşın, alt dudak belirgin bir biçimde öne gelmiştir. Bu durumun, alt çenenin öne gelmesinin yanısıra dişlerin eksen eğimindeki değişikliklerden kaynakladığı düşünülmektedir. Forsberg ve Odenrick³⁵ tedavi sonucunda üstte daha fazla olmak üzere her iki dudakta da retrüzyon belirlemişlerdir. Bu sonucun elde edilmesinde araştırmacıların referans düzlem olarak E doğrusunu kullanmalarının etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Temporomandibuler eklemden fonksiyonel aktiviteler, glenoid fossanın ön bölümü olan artiküler eminens ve mandibula kondili arasında, eklem diski, eklem diskine ulaşan kas atışmanları, retrodiskal dokular ve sinovyal sıvı aracılığıyla, ligamentöz yapıların belirlediği sınırlar içerisinde, hassas ve dinamik bir nöro-muskuler denge mekanizması yardımıyla gerçekleştirilir. Temporomandibuler eklemde sahip olduğu bu kompleks yapı nedeniyle, büyüme, tedavi ya da patolojilere bağlı olarak eklemde meydana gelen değişiklikleri değerlendirirken sert dokuların yanısıra fonksiyonel aktivitelere katılan tüm eklem elemanları göz önüne alınmalıdır.

Aksiyografi yöntemiyle elde edilen kondiler hareket kayıtları, temporomandibuler eklemde fonksiyonel durumu ve eklemde meydana gelen yapısal değişikliklerin eklem fonksiyonları üzerine etkileri konusunda önemli bilgiler verir.³⁷⁻⁵⁷ Temporomandibuler eklemde disfonksiyona neden olan faktörler (özellikle disk yapısında olmak üzere, eklemde meydana gelen patolojik değişimler), kondiler hareket kayıtlarını etkilemekte ve aksiyografik çizimlerde sağlıklı bireylere oranla birtakım değişikliklere (çizim seyrinin düzgün bir yapı göstermemesi, çizimde sapmalar, çizim boyutlarında artma veya azalma v.b) neden olmaktadır.^{37,38,41,49-55} Bununla birlikte, kondiler hareket kayıtlarındaki farklılıkları her zaman patolojik nedenlere bağlı olarak değerlendirmek doğru değildir.^{43,44} Kayıt

farklılıkları, bireyler arasındaki kranio-fasiyal morfoloji farklılıklarına⁴³ ve eklem yapılarındaki morfolojik değişimler nedeniyle oluşan fizyolojik adaptasyonlara⁴⁴ bağlı olarak da ortaya çıkabilir. Çalışmamıza katılan hiçbir hastada, ne tedavi öncesinde ne de sonrasında temporomandibuler eklem disfonksiyonu bulgularıyla karşılaşmamıştır. Bu nedenle, çalışmamızda kondiler hareket kayıtlarında görülen değişimlerin, eklem yapılarındaki disfonksiyonel patolojik değişikliklere bağlı olmadıkları dikkate alınmalıdır. Çalışmamızda, kondiler hareket kayıtlarında meydana gelen değişiklikler ve bu değişikliklerin nedenleri, fonksiyonel ortopedik tedavinin kranio-fasiyal sistem ve temporomandibuler eklem üzerindeki etkileri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir.

Temporomandibuler eklem hareketlerinde, eklem yüzeylerinin yanı sıra eklem ligamentleri ve çiğneme kasları da önemli rol oynar. Yeni doğanda eminens henüz oluşmadığı için eklem fonksiyonları ligament ve kaslar aracılığıyla sağlanır. Dişlerin sürmeye başlamasıyla birlikte eminens gelişmeye başlar ve fonksiyonel aktiviteler ligamentler ve çiğneme kaslarının adaptif değişimleri sonucunda yeniden düzenlenirler. Eklem yüzeyleri, özellikle elevatör kasların postural aktiviteleri ile bir arada tutulur. Bununla birlikte, eklem hareketlerinin sağlıklı bir biçimde gerçekleştirilmesi, kasların fonksiyonel aktivitelerinin yanında eklem ligamentlerinin sınırlayıcı ve düzenleyici etkileriyle mümkündür. Kondiler hareket uzunluklarında meydana gelen değişimleri değerlendirirken, tedaviye bağlı olarak çiğneme kas aktivitelerinde ve temporomandibuler eklem ligamentlerinde meydana gelen değişiklikler göz önüne alınmalıdır.

Çalışmamızda, açma-kapama uzunluğunda tedavi grubundaki bireylerde, kontrol grubundaki bireylerle karşılaştırıldığında, zamana bağlı olarak istatistiksel olarak anlamlı olmasa da bir artış belirlenmiştir. Çalışmamızda aktivatör kullanılması ile kondil başı, gün içinde yaklaşık 16 saat süreyle eminesin tepesi hizasında protrüze pozisyonda tutulmuş ve geri kalan zaman diliminde eklem içindeki normal pozisyonuna dönerek fonksiyonel hareketlerine devam etmiştir. Ligamentler esneyebilme özelliğine sahip değildirler.¹¹ Buna karşın gerilim kuvvetleri karşısında uzun dönemde adaptif boyut artışı göstererek uzayabilirler.¹¹ Mandibulanın tedavi amacıyla uzun bir süre protrüzyonda tutulması, büyüyen bireyde eklemi ilgilendiren sert dokuların yanı sıra yumuşak dokularda da adaptif

değişimlerin olmasını gerektirir. Protrüze pozisyonda TM ligamentin gerilmiş olması ve bu konumda uzun süre kalması bu ligamentte olası bir boyut artışını akla getirmektedir. Kondilin protrüzyonda uzun süre kalmasının yanında gün içinde aralıklı olarak fonksiyonel pozisyonuna geri dönmesi, eklem bütünlüğünü koruyan ve fonksiyonel hareket kapasitesini belirleyen kapsüler ligamentte, yeni bir fonksiyonel ve morfolojik denge sağlanıncaya kadar adaptif boyut artışına neden olabilir. Eklem fonksiyonel ligamentlerindeki olası boyut artışlarının, açma hareketinde anlamlı düzeyde olmasa da artmaya neden olan faktörlerden biri olabileceğini düşünmekteyiz. Fonksiyonel tedavi etkilerine bağlı olarak, özellikle elevatör kaslarda meydana gelen adaptif değişiklikler ve postural aktivitenin azalması, çalışmamızda elde edilen kondiler açma-kapama uzunluğundaki artış bulgusunun nedenleri arasında düşünülebilir. Açma kapama kayıt uzunluğundaki farklılıklar, ligament ve kaslardaki değişimlerin dışında kranio-fasiyal morfoloji ile de ilişkili olabilir. Zimmer ve arkadaşları,⁴³ açma kapama uzunluğunu Sınıf II anomalili bireylerde 16 mm, Sınıf I oklüzyonlu bireylerde 15.5 mm, Sınıf III anomalili bireylerde 11 mm (median değerler) olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda, protrüzyon uzunluğunda tedavi grubundaki bireylerde, zamana bağlı olarak kontrol grubundaki bireylerle karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde bir kısalma gözlenmiştir. Protrüzyon hareketinde TM ve kapsüler ligamentlerin de sınırlayıcı etkilerinin varlığına karşın bu hareketin uzunluğu üzerinde asıl belirleyici olan stilomandibuler ligamenttir.^{11,41,44} Bunun yanında, aktivatörle yapılan fonksiyonel tedavinin temporomandibuler eklemde neden olduğu değişiklikleri inceleyen araştırmalarda, çoğunlukla, tedavi sonucunda kondilin glenoid fossa içerisinde tedavi öncesine oranla daha önde konumlandığı belirlenmiştir. Tedavi etkilerine bağlı olarak kondilin önde konumlanması ve stilomandibuler ligamentin sınırlayıcı etkisinin, protrüzyon kapasiteyi kısıtladığını ve kondiler hareket kaydında kısaltmaya neden olduğunu düşünmekteyiz. Günümüzde ana protraktör kas olan lateral pterigoid kas aktivitesinin tedavi ile artmadığı aksine azaldığı kabul edilmektedir.⁶¹ Stilomandibuler ligamentin sınırlayıcı etkisinin yanında, fonksiyonel tedavi etkilerine bağlı olarak, protraktör kaslarda ve protrüzyona yardımcı olan elevatör kaslarda mandibulanın önde konumlanmasına bağlı olarak oluşabilecek adaptif

değişikliklerin (özellikle mandibuler protrüze konuma bağlı olarak, protraktör kaslarda kısılma) ve postural aktivite azalmasının da, ligamentöz sınırlama kadar önemli olmasa da, protrüzyon hareket kaydı uzunluğundaki azalma üzerinde etkili olabileceğine inanılmaktadır. Temporomandibuler eklem protruzyon hareket kapasitesini, kaslar ve ligamentöz yapılara bağlı faktörlerin dışında bireyler arasındaki eklem ve kranio-fasiyal morfoloji farklılıkları da etkileyebilmektedir. Zimmer ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada,⁴³ protruzyon hareket kapasitesinin sagittal yönde dişsel ilişki ile ilgili olduğu vurgulanmıştır. Araştırmacılar, Angle Sınıf I, II ve III anomalilere sahip toplam 57 genç erişkin üzerinde yaptıkları çalışmada aksiyograf ile elde edilen protrüzyon uzunluğunu, Sınıf II bireylerde 12,5 mm, Sınıf I bireylerde 9.5 mm ve Sınıf III bireylerde 6 mm olarak bulmuşlardır (median değerler). Çalışmamızda, fonksiyonel ortopedik tedavi ile elde edilen dişsel Sınıf I ilişki sonucunda protruzyon hareket kaydının kısılmış olması araştırmacıların bulgularıyla uyumluluk göstermektedir.

Çalışmamızda, aktivatörle tedavi edilen bireylerde zamana bağlı olarak kontrol grubundaki bireylere oranla hem açma kapama açısı, hem de protrüzyon açısı ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Özellikle protrüzyonda elde edilen kondiler hareket kaydının açılı ölçümündeki değişim, kondil ve eklem diski ile birlikte artiküler eminensde de tedaviye bağlı olarak oluşabilecek değişiklikler hakkında yorum yapabileme şansı vermektedir. Fonksiyonel ortopedik tedavinin temporomandibuler eklem üzerine etkilerini inceleyen araştırmalarda, tedaviye bağlı olarak glenoid fossanın normalde geriye ve aşağıya doğru olan büyüme yönünün öne ve aşağı doğru değiştiği ve glenoid fossada remodeling faaliyetlerinin arttığı gösterilmiştir.^{3,5,9,21,26,58,61} Glenoid fossada meydana gelen remodeling faaliyetinin fossada sığlaşmaya neden olduğu gözlemlenmiş ve yapılan histolojik araştırmalarda sığlaşmaya neden olan kemik depozisyonların post-glenoid çıkıntıda en fazla olmak kaydıyla öne doğru azalan miktarlarda eminens yükseltisine kadar devam ettiği belirlenmiştir.^{58,61} Literatürde glenoid fossa morfolojisi ile sagittal yön mandibuler gelişim arasındaki ilişkiyi inceleyen kapsamlı bir araştırma bulunmamasına karşın, Zimmer ve arkadaşları⁴³ kondiler hareket kayıt eğimleri ile sagittal yönde dişsel ilişki arasında önemli korelasyonlar belirlemişlerdir. Zimmer ve arkadaşları tarafın-

dan yapılan çalışmada,⁴³ açma kapama kayıt eğimi, Sınıf II bireylerde 63°, Sınıf I bireylerde 62.5°, Sınıf III bireylerde 56°; protrüzyon kayıt eğimi ise Sınıf II bireylerde 61°, Sınıf I bireylerde 58°, Sınıf III bireylerde 47° (median değerler) olarak bulunmuştur. Çalışmamızda, Sınıf II maloklüzyonlu bireylerde tedavi ile elde edilen Sınıf I dişsel ilişki sonucunda gerek açma kapama ve gerekse protruzyon kondiler hareket kayıtlarında, araştırmacıların bulgularına benzer biçimde, azalma görülmüştür.

Çalışmamızda, aktivatörle tedavi edilen bireylerde zamana bağlı olarak kontrol grubundaki bireylere oranla hem açma kapama hem de protrüzyon eğri derinliği ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlenmiştir. Literatürde, Herbst aygıtı ile yapılan tedaviye bağlı olarak kondil ön yüzeyinde düzleşme bildiren bir araştırma dışında,⁵⁸ fonksiyonel ortopedik tedavinin fonksiyonel eklem yüzeyleri olan eminens ve kondil üst-ön bölümü morfolojisine etkilerini değerlendiren herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bununla birlikte Copray ve arkadaşları,⁵⁹ fonksiyonel basınçların kondil büyümesi üzerine etkilerini inceleyen bir dizi araştırma sonucunda, fonksiyonel aktivite ile büyüme arasında doğrudan bir ilişkinin var olduğunu ve bu durumun kondil şekli üzerinde etkili olduğunu öne sürmüşlerdir. Araştırmacılara göre, kondilin yuvarlak yüzey yapısı eklemde yoğun fonksiyonel aktivitelerin bir sonucu iken, düzleşmiş yüzey özellikle mandibulanın konum değiştirmesine yanıt olarak kondilin dinamik büyüme aktivitesinin bir göstergesidir. Bu araştırmadan hareket edilerek Dibbets ve van der Weele tarafından yapılan bir çalışmada,⁶⁰ kondil morfolojisi ve büyüme arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, 161 bireyin çekildiği aylara göre gruplandırılmış infrakranial kondil radyogramları ile büyüme dönemindeki rat kondillerinin mitotik aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar, kondil büyümesinin mevsimsel farklılıklar gösterdiğini ve büyümenin aktif olduğu dönemlerde kondil yüzeylerinde düzleşme olduğunu belirlemişler ve bu düzleşmenin aktif büyümeye bağlı olabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmamızda, kondilin gün içinde uzun bir süre fonksiyonel basınçlarla karşılaşmaksızın aktivatörün etkisiyle önde ve aşağıda tutulduğu düşünüldüğünde, bireylerin aktif büyüme döneminde olması ve protruzyon konumun eklem içi büyüme faaliyetlerini artırması⁶¹ nedeniyle glenoid fossada sığlaşmanın yanında kondil eklem yüzeyinde düzleşmelerin olması



beklenebilir. Rotasyon hareketi içermesi nedeniyle, kondil yüzey morfolojisi hakkında daha fazla bilgi veren açma kapama hareket kaydında tedaviye bağlı olarak uzama eğilimi olmasına rağmen belirgin bir biçimde eğri derinliğinde azalma görülmesi büyüme artışına bağlı düzleşmenin daha çok kondil yüzeyinde etkili olduğunun bir göstergesi olarak düşünülebilir. Çalışmamızda elde edilen bulgulara benzer biçimde, Zimmer ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada da,⁴³ eğri derinliğinin Sınıf III dişsel ilişkiye doğru gidildikçe azalması dikkat çekicidir.

Çalışmamızda, aktivatörle tedavi edilen bireylerde kesici dişler arasında ölçülen maksimum ağız açma mesafesi, zamana bağlı olarak, kontrol grubundaki bireylere oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmıştır. Bu artışta öncelikle tedaviye bağlı olarak mandibulada meydana gelen boyut artışının etkili olduğu düşünülebilir. Mandibula boyutu ile maksimum açma kapasitesini inceleyen araştırmalarda, genellikle kondil ve kesici dişler arası mesafe ölçülmüş ve bu mesafe mandibula boyutunun göstergesi olarak kullanılmıştır. Çalışmamızda, Cd-Gn ölçümünün tedaviye bağlı olarak anlamlı düzeyde artış göstermesi, mandibula toplam uzunluğundaki artışın, araştırmacıların bulgularından hareketle, maksimum ağız açma mesafesi artışında etkili olduğunu göstermektedir. Ağız açma mesafesi üzerinde etkili olabilecek bir diğer faktör olan mandibulanın açılma rotasyonu mekanik aksiyografi cihazıyla ölçülememektedir. Bununla birlikte, açılma rotasyonu üzerinde etkili olduğu bilinen ve maksimum açma kapasitesi ile ilişkili bir diğer faktör olan kondiler hareket kaydındaki değişimler çalışmamız kapsamında değerlendirilmiştir. Çalışmamızda açma sırasında elde edilen kondiler hareket kaydının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmasa da uzunluğu artmıştır. Bu uzunluk artışı, referans düzlemine göre değerlendirildiğinde kayıt eğiminin azalması sonucunda daha çok ileri doğru olmuştur. Bu iki faktör göz önüne alındığında, kondiler hareket kaydındaki değişimler hem doğrudan açma kapasitesi üzerinde etkili olurken hem de dolaylı olarak mandibulanın açılma rotasyonu artırarak maksimum açma kapasitesinde artışa katkıda bulunmuşlardır. Çalışmamızda ayrıca Fukui ve arkadaşlar⁶² tarafından öne sürülen ramus eğimi artışına benzer biçimde, gonial açıda artış görülmüş ve alt arka yüz yüksekliğinin ön yüz yüksekliğine oranı ile dik yön mandibuler gelişim ölçümlerinde anlamlı bir değişim olmamasına rağmen Cd-Gn ölçümündeki

anlamlı artış ile kondiler büyümenin geriye doğru yönlendirildiği gözlenmiştir. Kondillerin geriye doğru yönlendirilmesi, ramus eğiminde bir artışa neden olur ve bu durum da maksimum açma kapasitesi üzerinde etkili faktörlerden biri olarak kabul edilebilir.

Bu çalışmada, aktivatörle yapılan fonksiyonel ortopedik tedavinin temporomandibuler eklem fonksiyonel durumuna olan etkileri, mevcut literatürlerin ışığı altında yorumlanmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, tedavi etkilerinin tam olarak anlaşılabilmesi için farklı diagnostik yöntemlerle yapılacak olan kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇLAR

Çalışmamızda, aktivatör ile yapılan fonksiyonel ortopedik tedavi sonucunda, kranio-fasiyal yapılarda ve temporomandibuler eklem fonksiyonlarında önemli değişikliklerin meydana geldiği belirlenmiştir. Oluşan değişiklikler şöyle sıralanabilir;

1. Sefalometrik olarak, maksiller büyümede anlamlı bir değişiklik oluşmamasına karşın mandibüler büyüme artmış ve çeneler arası ilişki düzelmiştir. Üst kesici dişler palatinala, alt kesici dişler vestibüle eğilmiş; overbite ve overjet mesafeleri azalmıştır. Alt dudak ileri doğru konumlanmış ve alt ve üst dudak arasındaki ilişki düzelmiştir.

2. Temporomandibuler eklem tedaviye aktif bir biçimde yanıt vermiş ve eklemde meydana gelen adaptif değişikliklere bağlı olarak kondiler hareket kayıtlarında anlamlı değişimler gözlenmiştir. Tedavi grubundaki bireylerde, zamana bağlı olarak açma kapama uzunluğu istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir düzeyde artmıştır. Tedavi edilen bireylerde protrüzyon uzunluğu, açma kapama ve protrüzyon açıları ile açma kapama ve protrüzyon derinlikleri istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmış ve kayıtlarda düzleşmeler belirlenmiştir. Aynı bireylerde keserler arası maksimum açma kapama mesafesi anlamlı düzeyde artmıştır.

KAYNAKLAR

1. Rakosi T, Jonas I, Graber TM. Color atlas of Medicine: Orthodontic-Diagnosis. New York: Thieme Medical Publishers Inc., 1993:6
2. Enlow DH, Hans MG. Essentials of facial growth. Philadelphia: WB Saunders Company, 1996:4



3. Graber TM, Rakosi T, Petrovic AG. Dentofacial orthopedics with functional appliances. St. Louis: Mosby –Year Book, Inc., 1997; Chapter 8.
4. Carels C, van der Linden FP. Concepts on functional appliances' mode of action. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987; 92: 162-168.
5. Bishara SE, Ziaja RR. Functional appliances: a review. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1989; 95: 250-258.
6. Aelbers CM, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Part I, Fiction or reality--a review of the literature. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996; 110: 513-519.
7. Dermaut LR, Aelbers CM. Orthopedics in orthodontics: Fiction or reality. A review of the literature--Part II. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1996; 110: 667-671.
8. Barton S, Cook PA. Predicting functional appliance treatment outcome in Class II malocclusions - a review. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1997; 112: 282-286.
9. Woodside DG. Do functional appliances have an orthopedic effect? Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998; 113: 11-14.
10. Chen JY, Will LA, Niederman R. Analysis of efficacy of functional appliances on mandibular growth. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002; 122: 470-476.
11. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. St. Louis: Mosby, Inc. 1998
12. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. Am J Orthod 1976; 69: 611-619.
13. Wirth CG, Mack HK, Ohlrogge H Axiograph III MANUAL. München: SAM Prazisionstechnik GmbH.
14. Houston WJ. The analysis of errors in orthodontic measurements. Am J Orthod 1983; 83: 382-390.
15. Buschang PH, Tanguay R, Demirjian A, LaPalme L, Turkewicz J. Mathematical models of longitudinal mandibular growth for children with normal and untreated Class II, division 1 malocclusion. Eur J Orthod 1988; 10: 227-234.
16. Williams S, Melsen B. The interplay between sagittal and vertical growth factors. An implant study of activator treatment. Am J Orthod 1982; 81: 327-332.
17. Freunthaller P. Cephalometric observations in Class II, division 1 malocclusions treated with the activator. Angle Orthod 1967; 37: 18-25.
18. Harvold EP, Vargervik K. Morphogenetic response to activator treatment. Am J Orthod 1971; 60: 478-490.
19. Ahlgren J, Laurin C. Late results of activator-treatment: a cephalometric study. Br J Orthod 1976; 3: 181-187.
20. Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to Class II correction in activator treatment. Am J Orthod 1984; 85: 125-134.
21. Vargervik K, Harvold EP. Response to activator treatment in Class II malocclusions. Am J Orthod 1985; 88: 242-251.
22. Jakobsson SO, Paulin G. The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle Class II: 1 cases. A roentgenocephalometric study. Eur J Orthod 1990; 12: 174-184.
23. Reey RW, Eastwood A. The passive activator: case selection, treatment response, and corrective mechanics. Am J Orthod 1978; 73: 378-409.
24. Luder HU. Effects of activator treatment--evidence for the occurrence of two different types of reaction. Eur J Orthod 1981; 3: 205-222.
25. Williams S, Melsen B. Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment. An implant study. Am J Orthod 1982; 81: 322-326.
26. Birkebaek L, Melsen B, Terp S. A laminagraphic study of the alterations in the temporo-mandibular joint following activator treatment. Eur J Orthod 1984; 6: 257-266.
27. Hamano Y, Ahlgren J. A cephalometric study of the construction bite of the activator. Eur J Orthod 1987; 9: 305-313.
28. Tümer N, Gultan AS. Comparison of the effects of monoblock and twin-block appliances on the skeletal and dentoalveolar structures. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1999; 116: 460-468.
29. Haralabakis NB, Halazonetis DJ, Sifakakis IB. Activator versus cervical headgear: superimpositional cephalometric comparison. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2003; 123: 296-305.
30. Wieslander L, Lagerstrom L. The effect of activator treatment on class II malocclusions. Am J Orthod 1979; 75: 20-26.



31. Cohen AM. A study of class II division 1 malocclusions treated by the Andresen appliance. *Br J Orthod* 1981; 8: 159-163.
32. Calvert FJ. An assessment of Andresen therapy on class II division 1 malocclusion. *Br J Orthod* 1982; 9: 149-153.
33. McNamara JA. An experimental study of increased vertical dimension in growing face. *Am J Orthod* 1977; 71: 382-395.
34. Rowe TK, Carlson DS. The effect of bite-opening appliances on mandibular rotational growth and remodeling in the rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 98: 544-549.
35. Forsberg CM, Odenrick L. Skeletal and soft tissue response to activator treatment. *Eur J Orthod* 1981; 3: 247-253.
36. Lux CJ, Rubel J, Starke J, Conradt C, Stellzig PA, Komposch PG. Effects of early activator treatment in patients with class II malocclusion evaluated by thin-plate spline analysis. *Angle Orthod* 2001; 71: 120-126.
37. Mongini F. Relationship between the temporomandibular joint and pantographic tracings of mandibular movements. *J Prosthet Dent*. 1980; 43: 331-337.
38. Mongini F, Capurso U. Factors influencing the pantographic tracing of mandibular border movements. *J Prosthet Dent* 1982; 48: 585-498.
39. Pröschel PA, Morneburg T. Investigation of a possible relationship between kinematic points and condylar attachments of the lateral ligaments. *J Oral Rehabil* 2000; 27: 166-174.
40. Palla S, Krebs M, Gallo LM. Jaw tracking and temporomandibular joint animation. In: *Science and Practice of Occlusion*. McNeill C, ed. Quintessence Publishing Co; 1997: 365-378.
41. Slavicek R. Clinical and instrumental functional analysis for diagnosis and treatment planning. Part 5. Axiography. *J Clin Orthod* 1988; 22: 656-667.
42. Widman DJ. Functional and morphologic considerations of the articular eminence. *Angle Orthod* 1988; 58: 221-236.
43. Zimmer B, Jager A, Kubein-Meessenburg D. Comparison of 'normal' TMJ-function in Class I, II, and III individuals. *Eur J Orthod* 1991; 13: 27-34.
44. Theusner J, Plesh O, Curtis DA, Hutton JE. Axiographic tracings of temporomandibular joint movements. *J Prosthet Dent* 1993; 69: 209-215.
45. Piehslinger E, Celar A, Futter K, Slavicek R. Orthopedic jaw movement observations. Part I: Determination and analysis of the length of protrusion. *Cranio* 1993; 11: 113-117.
46. Piehslinger E, Celar RM, Horejs T, Slavicek R. Orthopedic jaw movement observations. Part II: The rotational capacity of the mandible. *Cranio* 1993; 11: 206-210.
47. Matsumoto A, Celar RM, Celar A, Sato S, Suzuki Y, Slavicek R. An analysis of hinge axis translation and rotation during opening and closing in dentulous and edentulous subjects. *Cranio* 1995; 13: 238-241.
48. Küçükkeleş N, Aras K, Ünlü B. Aksiyograf uygulaması ve asemptomatik bireylerde normal aksiyografik kayıtlar. *Türk Ortodonti Dergisi* 1996; 9: 63-70.
49. Mauderli AP, Lundeen HC, Loughner B. Condylar movement recordings for analyzing TMJ derangements. *J Craniomandib Disord* 1988; 2: 119-127.
50. Piehslinger E, Schimmerl S, Celar A, Crowley C, Imhof H. Comparison of magnetic resonance tomography with computerized axiography in diagnosis of temporomandibular joint disorders. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1995; 24: 13-19.
51. Harper RP, Schneiderman E. Condylar movement and centric relation in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *J Prosthet Dent* 1996; 75: 67-71.
52. Ozawa S, Tanne K. Diagnostic accuracy of sagittal condylar movement patterns for identifying internal derangement of the temporomandibular joint. *J Orofac Pain* 1997; 11: 222-231.
53. Gsellmann B, Schmid-Schwab M, Piehslinger E, Slavicek R. Lengths of condylar pathways measured with computerized axiography (CADIAX) and occlusal index in patients and volunteers. *J Oral Rehabil* 1998; 25: 146-152.
54. Bernhardt O, Schwahn B, Meyer G. Craniomandibular disorders--comparative investigations with clinical examination and electronic axiography. *Anat Anz* 1999; 181: 51-53.



55. Parlett K, Paesani D, Tallents RH, Hatala MA. Temporomandibular joint axiography and MRI findings: a comparative study. J Prosthet Dent 1993; 70: 521-531.
56. Travers KH, Buschang PH, Hayasaki H, Throckmorton GS. Associations between incisor and mandibular condylar movements during maximum mouth opening in humans. Arch Oral Biol 2000; 45: 267-275.
57. Lewis RP, Buschang PH, Throckmorton GS. Sex differences in mandibular movements during opening and closing. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001; 120: 294-303.
58. Woodside DG, Metaxas A, Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1987; 92: 181-198.
59. Copray JC, Dibbets JM, Kantomaa T. The role of condylar cartilage in the development of the temporomandibular joint. Angle Orthod 1988; 58: 369-380.
60. Dibbets JM, van der Weele LT. Flattened condylar projection in children: reflection of seasonal growth? Eur J Orthod 1991; 13: 161-165.
61. Voudouris JC, Kuftinec MM. Improved clinical use of Twin-block and Herbst as a result of radiating viscoelastic tissue forces on the condyle and fossa in treatment and long-term retention: growth relativity. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2000; 117: 247-266.
62. Fukui T, Tsuruta M, Murata K, Wakimoto Y, Tokiwa H, Kuwahara Y. Correlation between facial morphology, mouth opening ability, and condylar movement during opening-closing jaw movements in female adults with normal occlusion. Eur J Orthod 2002; 24: 327-336.

Yazışma Adresi:

Yard. Doç. Dr. İlhan Metin DAĞSUYU
Atatürk Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
2524 - ERZURUM

Tel: 0.442.2311754

Faks: 0.442.2312270

E-mail: intraso@yahoo.com

