

PAPER DETAILS

TITLE: Farkli Kraniofasial Morfolojiye Sahip Bireylerde Masseter ve Anterior Temporal Kaslarin
Biyomekanik Avantajlarinin Degerlendirilmesi

AUTHORS: Oktay ÜNER,Emel Yücel EROGLU,Müfide DINÇER,Nilüfer DARENDELILER

PAGES: 1-12

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/278802>

FARKLI KRANİOFASİYAL MORFOLOJİYE SAHİP BİREYLERDE MASSETER VE ANTERİYOR TEMPORAL KASLARIN BİYOMEKANİK AVANTAJLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Oktay ÜNER*, Yrd. Doç. Dr. Emel Yücel - EROĞLU* Doç. Dr. Müfide DİNÇER**
Dr. Nilüfer DARENDELİLER***

Ö Z E T

Farklı kraniofasial yapıya sahip bireylerde massester ve anterior temporal kasların biyomekanik avantajları değerlendirildi. Araştırma materyalini; sagittal ve vertikal olarak farklı kraniofasial yapıya sahip bireylerden elde edilen 114 lateral sefalometrik film oluşturdu. Her iki kasa ilişkin mekanik avantaj değerleri düşük açılı gruplarda yüksek değerde bulunurken, yüksek açılı gruplarda bu değerler düşük bulundu. Bu çalışmada kullanılan statik biyomekanik modelin, değişen kraniofasial ilişkilerin değerlendirilmesinde yetkin bir metod olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler : Kraniofasial morfoloji, Massester kas, Anterior temporal kas, Biyomekanik avantaj.

GİRİŞ

Stomatognatik sistemin birer parçası olan nöromuskuler yapılar ile iskelet yapılar arasında hem kraniofasial morfolojisi normal hem de anormal bireylerde homeostatik mekanizmaların kontrol ettiği bir denge vardır ve bu yapıların birbirleriyle olan etkileşimleri de gelişimlerinde önemli rol oynamaktadır (1). Graber(2)'e göre herhangi bir nedenle denge bozulursa genellikle kemik bu uyumsuzluğa boyun eğmekte ve/veya kas fonksiyonları morfojenetik kalıba uyum sağlayabilmektedir. Kas fonksiyon-

SUMMARY

«Evaluation of the Biomechanical Advantage of Massester and Anterior Temporal Muscles in the Subjects with Different Craniofacial Morphology»

The biomechanical advantage of massester and anterior temporal muscles were evaluated in different craniofacial morphology. The material consisted of 114 lateral cephalograms of adult subjects with sagittaly and vertically different craniofacial morphology. In low angle groups, the mechanical advantages of both muscles were found to be the highest value, whereas in high angle groups their values were the lowest. The static biomechanical model used in this study were found to be valuable method for evaluation of changing craniofacial morphology.

Key Words : Craniofacial morphology, Massester muscle, Anterior temporal muscle, Biomechanical advantage.

larındaki bu değişim normal gelişim gösteren kraniofasial yapılarda morfolojik değişime yol açabileceği gibi gelişmekte olan mevcut anomalinin şiddetlenmesine de neden olabilmektedir. Diğer taraftan, gelişmekte olan anomali kompanse edici veya adaptif kas aktivitesinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Sonuç ola-

* G.Ü. Dişhek. Fak. Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı

** G.Ü. Dişhek. Fak. Ortodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

*** G.Ü. Dişhek. Fak. Ortodonti Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi

rak yapısal bozukluk genetik kalıp, çevre ve fizyoloji arasında bir denge oluşuncaya kadar kompanze edici kas aktivitesi ile artmaktadır (2).

Farklı kraniofasial yapıya sahip bireylerde iskelet yapı ile kas yapısı (3, 4), konumu (5-7) ve fonksiyon (8-20) arasında ilişki olup olmadığını inceleyen çalışmalara literatürde yer verilmektedir. Farklı dik yön yüz boyutlarına sahip bireyler arasında çiğneme mekanizmasındaki fizyolojik farklılıklar; total kas boyutundaki değişim (3), çene kaslarının farklı morfolojik yapısı (4), kas fibriMerinin farklı dağılımı (21), kas aktivite seviyesi (8-20) ve çene kaslarının mekanik avantajlarına (22, 23) bağlanmaktadır.

Kraniofasial morfoloji ile çene kasları arasındaki ilişkiler geometrik olarak iki boyutlu modeller geliştirilerek tanımlanmaktadır. Çeneyi kapatan kasların oluşturdukları kuvvetler ile ısırma kuvvetleri ve kondil desteği ile gerçekleşen çiğneme mekanizması biyomekaniksel metodu oluşturmaktadır (22, 23). Geliştirilen bu statik biyomekaniksel model ile özellikle temporal ve masseter kasları olmak üzere çiğneme kaslarının mekanik avantajları değerlendirilmektedir. Çeneyi kapatan kasların uyguladıkları kuvvetlerin oluşturduğu momentlerin toplamı ile izometrik ısırma sırasında kasların uyguladığı kuvvetlere karşı ters yönde oluşan reaktif ısırma kuvvetinin mandibula üzerinde oluşturduğu moment birbirine eşittir ve bu durumda çene hareket etmemektedir (22, 23). Kasın mekanik avantajı, kasın moment kolunun ısırma kuvvetinin moment koluna oranı olarak hesaplanmakta ve değeri kasın mandibula üzerine yapışma yerinin kondil merkezine uzaklığı arttıkça ve/veya ısırma kuvvetinin etkilediği noktanın kondil merkezine uzaklığı azaldıkça artmaktadır (22).

Proffit ve arkadaşları (24)'nın ortognatik cerrahinin oklüzal kuvvetler ile anterior temporal ve masseter kaslarının biyomekanik avantajlarına etkilerini inceledikleri araştırmalarında, cerrahi ile oklüzal kuvvetlerde oluşan değişimlerin biyomekanik avantajdaki değişimlerle açıklanamadığını ve cerrahi yaklaşımın tipinden bağımsız olarak ilgili kasların biyomekanik avantajlarının beklenenin çok altında istatistik-

sel olarak önemli olmayan düzeyde bir iyileşme gösterdiğini bulmuşlardır. Hannam ve Wood (3) ise 22 farklı kraniofasial morfolojiye sahip bireyde, morfoloji ile manyetik görüntüleme tekniği kullanılarak belirlenen masseter ve medial pterigoid kasların 'cross-sectional' alanları, moment kolları ve bu değişkenlere göre statik modelin yardımıyla hesaplanan ve kondil ile molar bölgesinde kuvvet oluşturma kapasiteleri arasındaki ilişkileri inceledikleri araştırmalarında, kasların «cross-sectional» alanları, moment kolları ve kondil ile molar bölgesinde kuvvet oluşturma kapasitelerinin çok fazla varyasyon gösterdiğini ve kraniofasial morfoloji ile aralarında bir ilişki olmadığını bulmuşlardır. Ayrıca, kraniofasial morfolojisi farklı bireylerde kasların kuvvet oluşturma yeteneklerinin aynı olabileceğini, bazı bireylerde kas boyutlarındaki değişimin biyomekanik yetersizliği kompanze edebileceğini ya da biyomekanik olarak yetkin bir sistemin yetkinliğinin azalabileceğini bildirmişlerdir (3). Bu durumun diğer kas-iskelet özellikleri aynı olsa bile kas boyutu, diş konumu ve fonksiyonel oklüzal düzlemdeki değişimlerin molar bölgedeki ısırma kuvvetini etkilemesinden kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (3). Johnston ve arkadaşları (25) da üç vakada maksillanın ortognatik cerrahiyle yukarı konumlandırılmasına bağlı olarak masseter ve temporal kasların biyomekanik avantajları, elektromiyografik aktiviteleri ve maksima! ısırma kuvvetlerindeki değişimleri değerlendirdikleri çalışmalarında, kas aktivitesi ve maksimal ısırma kuvvetindeki değişimlerin mekanik avantajdaki değişimle ilişkide olmadığını ileri sürmüşlerdir. Literatür incelendiğinde karşılaşılan bu bulgular kasların biyomekanik avantajlarını gösteren Throckmorton ve arkadaşları (22) tarafından geliştirilen statik biyomekaniksel modelin yetkinliği konusunda kuşku-
kuların doğmasına yolaçmıştır.

Bu araştırmanın amacı, Throckmorton ve arkadaşları (22) tarafından geliştirilen statik biyomekaniksel modele göre belirlenen masseter ve anterior temporal kasların biyomekanik avantajlarındaki değişimlerin sagittal ve vertikal yönde değişen kraniofasial ilişkileri açıklayabilirliğinin değerlendirilmesi ve bu modelin geçerliliğinin sınanmasıdır.

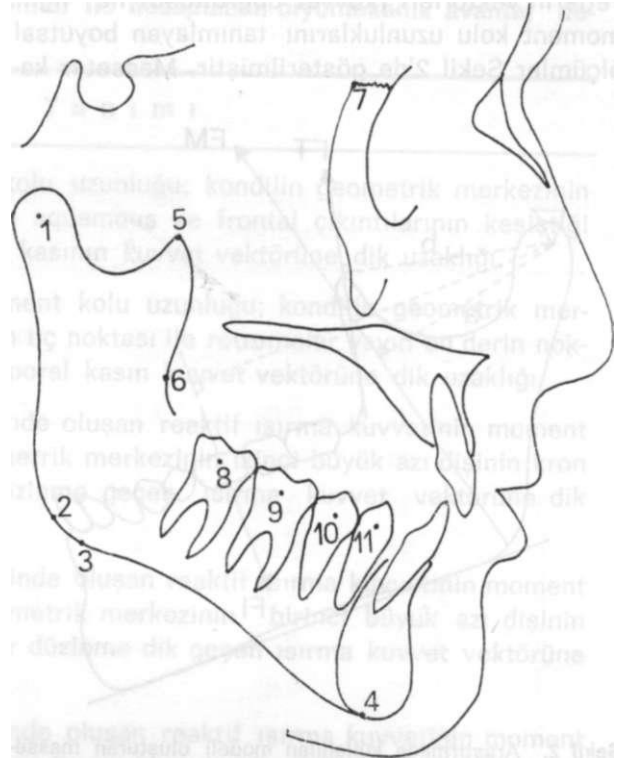
MATERİYAL ve METOD

Araştırma materyalini kronolojik yaş ortalaması 21.92 ± 3.45 yıl olan 235 erişkin birey (26) arasından seçilen, 51'i kız ve 63'ü erkek toplam 114 birey oluşturdu. Bu bireylerin seçimi ve araştırma gruplarının oluşturulmasında; yalnız iskeletsel ilişkiler dikkate alındı. Bu amaçla, sagittal ve vertikal yönde kraniofasial morfolojinin sınıflandırılmasında sırasıyla «Wits» boyutu ile NP/MP açısından (nazal düzlem / mandibular düzlem) yararlanıldı. Daha önce 200 bireyden oluşan bir örnekleme yapılan bir çalışmada belirlenen «Wits» (-1.53 ± 5.21) ve NP/MP (23.19 ± 6.06) değerlerine ilişkin standart sapmaları % 15 azaltılarak sagittal yönde sınıf 1 grubun ve dikey yönde ise normal açılı grubun alt ve üst sınırları hesaplandı (26). Hesaplanan bu sınır değerlere ilgili değişkenlerin standart sapmalarının % 30'u eklenerek ve çıkarılarak diğer grupların (sagittal yönde sınıf 2, sınıf 3 ve dikey yönde düşük açılı, yüksek açılı) alt sınır değerleri tesbit edildi. Buna göre sagittal yönde sınıf 1, sınıf 2, ve sınıf 3 grupları ile oluşturulan her bir sagittal yöndeki sınıf için dikey yönde düşük, yüksek ve normal açılı olmak üzere toplam 8 grup (sınıf 3 düşük açılı grup hariç) oluşturuldu (Şema 1). Bu şekilde % 30'luk bir güven aralığı oluşturularak grupların birbirlerinin içine girmeleri engellendi.

ARAŞTIRMADA OLUŞTURULAN GRUPLAR									
SINIF 1			SINIF 2			SINIF 3			
Normal Açılı	Düşük Açılı	Yüksek Açılı	Normal Açılı	Düşük Açılı	Yüksek Açılı	Normal Açılı	Yüksek Açılı	Normal Açılı	Yüksek Açılı
1.Grup n=20	2.Grup n=16	3.Grup n=19	4.Grup n=19	5.Grup n=9	6.Grup n=9	7.Grup n=17	8.Grup n=14	9.Grup n=17	10.Grup n=14
Q:8	Q:10	Q:14	Q:1	Q:3	Q:5	Q:6	Q:11	Q:6	Q:11

Şema 1. Araştırmada oluşturulan gruplara ilişkin açıklayıcı bilgiler.

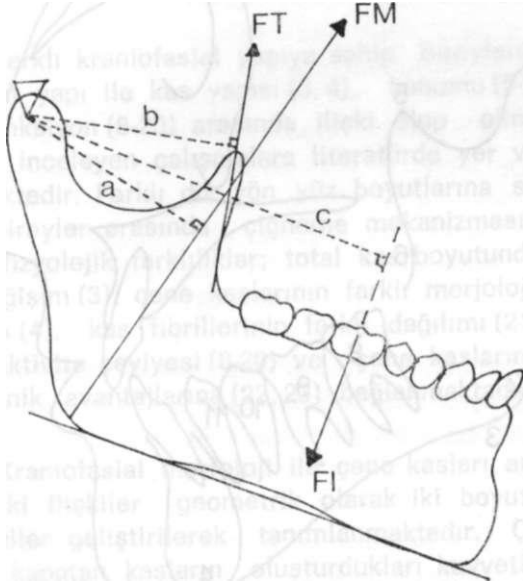
Araştırmaya seçilen bireylere ilişkin standart şartlarda ve doğal baş konumunda alınan lateral sefalometrik filmlerden yararlanılarak yalnız gerekli yapılar ve noktalar çizim kâğıtlarına aktarıldı (Şekil 1). Bilateral yapılarla ilişkin çift görüntüler teke indirildi. Throckmorton ve arkadaşları (22) tarafından geliştirilen statik biyomekaniksel model kullanılarak masseter ve anterior temporal kaslarının biyomekanik avantajlarının belirlenebilmesi için gerekli olan izometrik ısırma sırasında kasların uyguladığı kuv-



Şekil 1. Masseter ve anterior temporal kaslarının biyomekanik avantajlarının belirlenmesinde kullanılan noktalar: (1) Kondil başının geometrik merkezi, (2) Gonion noktası, (3) Menton noktasından geçen teğetin ramus alt kenarını kestiği nokta, (4) Menton noktası, (5) Koronoid çıkıntının en uç noktası, (6) Retromolar yayın en derin noktası, (7) Zigomatik kemiğin squamoz ve frontal çıkıntıların kesiştiği nokta, (8) İkinci büyük azı dişinin kron merkezi, (9) Birinci büyük azı dişinin kron merkezi, (10) İkinci küçük azı dişinin kron merkezi, (11) Birinci küçük azı dişinin kron merkezi.

vetlerin moment kollarının uzunlukları ile posterior dişler bölgesinde oluşan reaktif ısırma kuvvetlerinin moment kollarının uzunlukları bilgisayar aracılığı ile ölçüldü. Throckmorton ve arkadaşları (22)'nin geliştirdikleri modelden farklı olarak kondil bölgesinde oluşan reaktif kuvvetin yerini daha doğru şekilde temsil edebileceği düşüncesiyle fulkrum noktası olarak kondilyon noktası yerine kondil merkezini belirten nokta kullanıldı ve posterior oklüzyonu temsilen yalnız alt 1. büyükazı dişinin meziobukkal kasp tepesi yerine 1. ve 2. büyükazı dişleri ile 1. ve 2. küçük azı dişlerinin hepsinin kron merkezlerinde oluşan reaktif ısırma kuvveti moment kolu uzunlukları ayrı ayrı ölçülerek ortalaması alındı. Hesaplanan ortalama ısırma kuvvetinin, masseter ve anterior temporal kasların uyguladıkları kuv-

vetlerin vektörleri (kuvvet doğrultusu) ile ilgili moment kolu uzunluklarını tanımlayan boyutsal ölçümler Şekil 2'de gösterilmiştir. Masseter ka-



Şekil 2. Araştırmada kullanılan modeli oluşturan masseter, anterior temporai kaslarına ve ortalama reaktif ısırma kuvvetine ilişkin kuvvet vektörleri ile moment kolu uzunluklarının şematik görüntüsü : FM, masseter kasının kuvvet vektörü; FT, anterior temporai kasın kuvvet vektörü; FI, posterior oklüzyonu temsil eden ortalama reaktif ısırma kuvvetinin vektörü; a, masseter kasının moment kolu uzunluğu; b, anterior temporai kasın moment kolu uzunluğu; c, posterior oklüzyonu temsil eden ortalama reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğu.

sının mekanik avantajı (a/c), masseter kasın moment kolunun ısırma kuvvetinin moment koluna oranı; temporai kasın mekanik avantajı (b/c), temporai kasın moment kolunun ısırma kuvvetinin moment koluna oranı olarak hesaplandı (22). Araştırmada ölçülen boyutsal ölçümler ile hesaplanan biyomekanik avantaj değerlerinin tanımları Tablo I'de sunulmuştur.

Diğer yandan, bir pilot çalışma yapılarak ayrı ayrı 3. büyük azılar hariç tüm posterior dişlerde oluşan reaktif kuvvetlerin moment kolu uzunlukları kullanılarak her iki kas için biyomekanik avantaj değerleri hesaplandı ve istatistiksel olarak ortalama reaktif ısırma kuvvetine göre hesaplanan biyomekanik avantaj değerleri ile farklı gruplarda gösterdikleri değişimler açısın-

dan karşılaştırıldı. Bu pilot çalışmanın sonucunda, ancak lokal faktörlerin etkisi ile posterior dişlerde oluşan konum değişiklikleriyle açıklanabilecek gruplar arası farklarda değişimler olduğu belirlendi.

Bu şekilde, posterior dişlerde iskelet yapısındaki değişimin ötesinde lokal çevresel faktörlerin etkisiyle oluşabilecek olan konum farklılıklarının araştırmanın sonuçlarını etkilemesini engellemek amacıyla kasların biyomekanik avantajlarının belirlenmesinde posterior bölgede oluşan ortalama reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğunun hesaplanarak kullanımının daha doğru olacağı sonucuna varıldı. Bu ortalama değer kullanılarak araştırma yürütüldü.

Toplam 114 bireyden oluşan örneklemden rasgele yapılan seçimle belirlenen 18 bireyde çizim ve a, b ve c boyutlarına ilişkin ölçümler tekrarlandı.

İstatistiksel Yöntem : Çizim ve ölçümlere ilişkin metod hatası değerlerinin belirlenmesinde eşleştirilmiş t-testinden ve varyans analizi yardımıyla hesaplanan ölçüm tekrarlaması katsayısı (güvenilirlik indeksi) ile random metod hatası değerlerinden yararlanıldı (27). Tüm gruplarda ölçümle belirlenen masseter kasının moment kolu (a) ve temporai kasın moment kolu (b) uzunlukları ile hesaplanan ortalama ısırma kuvvetinin moment kolu (c) uzunluğuna, masseter kasın mekanik avantajına (a/c) ve anterior temporai kasın mekanik avantajına (b/c) ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler hesaplandı. Grup içi a, b ve c boyutlarına ilişkin seksüel farkın önem kontrolünün yapılmasında Students' t-testinden yararlanıldı (28). Gruplar arası farkın önem kontrolü için varyans analizi ve Duncan Testi kullanıldı (28).

BULGULAR

Araştırmada kullanılan parametrelere ilişkin ortalama ölçüm hatası (X), hatanın standart sapması (Sd), random metod hatası (Se) ve güvenilirlik indeksi (r) değerleri ile birinci ve ikinci ölçümler arasındaki farkın önem kontrolü sonucu Tablo II'de verilmiştir.

TABLO I. Araştırmada kullanılan boyutsal ölçümler ile hesaplanan biyomekanik avantaj değerlerinin tanımı

Parametre	T a n ı m ı
1) a boyutu	Masseter kasının moment kolu uzunluğu; kondilin geometrik merkezinin gonion ile zigomatik kemiğin squamous ve frontal çıkıntılarından kesiştiği noktalardan geçen masseter kasının kuvvet vektörüne dik uzaklığı.
2) b boyutu	Anterior temporal kasın moment kolu uzunluğu; kondilin geometrik merkezinin koronoid çıkıntının en uç noktası ile retromolar yayın en derin noktasından geçen anterior temporal kasın kuvvet vektörüne dik uzaklığı.
3) c1 boyutu	İkinci büyük azı dişi bölgesinde oluşan reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğu; kondilin geometrik merkezinin ikinci büyük azı dişinin kron merkezinden mandibuler düzleme geçen ısırma kuvvet vektörüne dik uzaklığı.
4) c2 boyutu	Birinci büyük azı dişi bölgesinde oluşan reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğu; kondilin geometrik merkezinin birinci büyük azı dişinin kron merkezinden mandibuler düzleme dik geçen ısırma kuvvet vektörüne dik uzaklığı.
5) c3 boyutu	İkinci küçük azı dişi bölgesinde oluşan reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğu; kondilin geometrik merkezinin ikinci küçük azı dişinin kron merkezinden mandibuler düzleme dik geçen ısırma kuvvet vektörüne dik uzaklığı.
6) c4 boyutu	Birinci küçük azı dişi bölgesinde oluşan reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğu; kondilin geometrik merkezinin birinci küçük azı dişinin kron merkezinden mandibuler düzleme dik geçen ısırma kuvvet vektörüne dik uzaklığı.
7) c boyutu	Posterior oklüzyonu temsil eden ortalama reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğu; c1, c2, c3 ve c4 boyutlarının ortalaması.
8) a/c oranı	Masseter kasının biyomekanik avantajı; a ve c boyutlarının oranı.
9) b/c oranı	Anterior temporal kasın biyomekanik avantajı; b ve c boyutlarının oranı.

TABLO II. Araştırmada kullanılan parametrelere ilişkin ortalama ölçüm hatası (X), Hatanın standart sapması (Sd), Random metod hatası (Se) ve Güvenilirlik indeksi (r) değerleri ile birinci ve ikinci ölçümler arasındaki farkın önem kontrolü.

Parametre	$\bar{X}$	Sd	Se	r	p
1) a boyutu	0.204	1.423	1.006	0.96***	0.55
2) b boyutu	0.121	1.424	1.007	0.93***	0.72
3) c boyutu	0.166	1.525	1.078	0.96***	0.65
$r Se = \sqrt{Sd^2/2}$ *** p<0.001					

Boyutsal ölçümlerden olan a, b ve c uzunluklarına ilişkin cinsiyet farkının önem kontrolü sonuçları değerlendirildiğinde yalnız 2. grupta c uzunluğuna ilişkin kız ve erkek ortalamaları arasındaki farkın önemli olduğu (p=0.039) bulundu.

Masseter kasının moment kolunun (a) gruplara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri ve önem kontrolü Tablo III'de verilmiştir. Gruplara ilişkin a ölçümünün ortalama değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur (F=4.33; p 0.001). Grupların birbirleriyle karşılaştırılmasında sınıf 2 yüksek açılı olan 6. gruba ilişkin

ortalama değer ile diğer gruplara ilişkin ortalama değerler arasındaki farkların; sınıf 2 düşük açılı olan 5. gruba ilişkin ortalama değer ile sınıf 1 yüksek açılı olan 3. grup, sınıf 2 yüksek açılı

olan 6. grup ve sınıf 3 yüksek açılı olan 8. gruba ilişkin ortalama değerler arasındaki farkların 0.05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Tablo III).

TABLO III. Masseter kasının moment koluna (a) ilişkin tanımlayıcı istatistiksel değerler ve önem kontrolleri.

Grup	$\bar{X}$	$S\bar{x}$	Sd	Min.	Max.	Varyans Analizi		Duncan Testi ^T
						F	P	
1	32.27	0.80	3.57	24.64	39.38			AB
2	31.59	0.59	2.36	28.09	36.83			AB
3	30.35	0.58	2.51	25.02	34.65			B
4	31.94	0.89	2.81	27.47	35.33	4.33	0.000***	AB
5	33.95	1.35	4.05	28.34	39.55			A
6	26.99	0.86	2.59	23.57	31.50			C
7	32.57	0.85	3.49	26.32	38.38			AB
8	31.02	0.92	3.45	22.47	36.09			B

*** $p < 0.001$

^T Aynı harfi alan gruplar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli bulunmadı

Temporai kasın moment kolunun (b) gruplara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler ve önem kontrolü Tablo IV'de verilmiştir. Gruplara ilişkin ortalama değerler arasındaki farkın önemli olmadığı bulunmuştur ($F=1.26$; $p^0.05$).

Isırma kuvvetinin moment kolunun (c) gruplara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri ve önem kontrolü Tablo V'de verilmiştir. Gruplara ilişkin c ölçümünün ortalama değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($F=7.03$;

TABLO IV. Temporai kasın moment koluna (b) ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veri ve önem kontrolleri

Grup	$\bar{X}$	$S\bar{x}$	Sd	Min.	Max.	Varyans Analizi		Duncan Testi ^T
						F	P	
1	33.32	0.81	3.64	27.64	39.28			A
2	31.42	0.81	3.24	26.18	38.45			A
3	30.64	0.74	3.24	25.50	36.78			A
4	31.63	0.48	1.53	28.24	33.90	1.26	0.276	A
5	31.99	0.96	2.89	27.43	35.11			A
6	31.48	1.14	3.43	24.65	35.44			A
7	30.80	0.66	2.71	26.37	37.20			A
8	32.27	1.15	4.29	26.44	44.02			A

^T Aynı harfi alan gruplar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli bulunmadı

p<0.001). Sınıf 3 yüksek açılı olan 8. grubun ortalama değeri ile sınıf 1 normal açılı olan 1. grubun, sınıf 1 düşük açılı olan 2. grubun, sınıf 1 yüksek açılı olan 3. grubun, sınıf 2 normal açılı olan 4. grubun, sınıf 2 düşük açılı 5. grubun ve sınıf 2 yüksek açılı olan 6. grubun ortalama değerleri arasındaki farkların; sınıf 1 düşük açılı olan 2. grubun ortalama değerleri ile sınıf 2 düşük açılı olan 5. grubun ortalama değerlerinin

sınıf 1 normal açılı olan 1. grubun, sınıf 3 normal açılı olan 7. grubun ve sınıf 3 yüksek açılı olan 8. grubun ortalama değerleri arasındaki farkların; sınıf 3 normal açılı olan 7. grubun ortalama değeri ile sınıf 1 düşük açılı olan 2. grubun, sınıf 2 normal açılı olan 4. grubun ve sınıf 2 düşük açılı olan 5. grubun ortalama değerleri arasındaki farkların 0.05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Tablo V).

TABLO V. Isırma kuvvetinin moment koluna (c) ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veri ve önem kontrolleri.

Grup	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	Sd	Min.	Max.	Varyans Analizi F	P	Duncan Testi ^T
1	74.75	1.11	4.96	64.91	81.89			BC
2	69.83	1.37	5.48	61.10	77.53			D
3	71.72	1.03	4.48	65.11	81.97			BCD
4	71.05	0.95	2.99	67.68	77.02	7.03	0.000***	CD
5	68.62	1.23	3.68	61.80	72.84			D
6	72.05	2.00	6.00	64.63	82.20			BCD
7	75.98	1.45	5.98	66.97	87.22			AB
8	79.90	1.52	5.69	70.55	90.99			A

*** p<0.001
^T Aynı harfi alan gruplar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli bulunmadı

Masseter kasının biyomekanik avantajının (a/c) gruplara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgileri ve önem kontrolü Tablo VI'da verilmiştir. Gruplara ilişkin a/c parametresinin ortalama değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur (F=9.52; p 0.001). Grupların birbirleriyle karşılaştırılmasında, sınıf 2 düşük açılı olan 5. grubun ortalama değeri ile diğer grupların ortalama değerleri arasındaki farkların; sınıf 1 yüksek açılı olan 3. grubun ortalama değeri ile sınıf 2 düşük açılı olan 5. gruba, sınıf 2 yüksek açılı olan 6 gruba ve sınıf 3 yüksek açılı olan 8. gruba ilişkin ortalama değerler arasındaki farkların; sınıf 2 yüksek açılı olan 6. grubun ortalama değerinin, sınıf 3 yüksek açılı olan 8. grup hariç, diğer tüm grupların ortalama değerleri ile arasındaki farkların; sınıf 3 yüksek açılı olan 8. grubun ortalama değeri ile 1, 2, 4, 5, 7 nolu grupların ortalama değerleri arasında-

ki farkların 0.05 düzeyinde önemli oldukları bulunmuştur (Tablo VI).

Temporal kasın mekanik avantajının (b/c) gruplara ilişkin istatistiksel tanımlayıcı bilgileri ve önem kontrolü Tablo VM'de verilmiştir. Gruplara ilişkin b/c parametresinin ortalama değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (F=3.49; p 0.01). Sınıf 3 normal açılı olan 7. grubun ve sınıf 3 yüksek açılı olan 8. grubun ortalama değerleri ile sınıf 1 normal açılı olan 1. grubun, sınıf 1 düşük açılı olan 2. grubun, sınıf 2 normal açılı olan 4. grubun, sınıf 2 düşük açılı olan 5. grubun ortalama değerleri arasındaki farkların; sınıf 2 düşük açılı olan 5. grup ile sınıf 1 yüksek açılı olan 3. grubun, sınıf 3 normal açılı olan 7. grubun ve sınıf 3 yüksek açılı olan 8. grubun ortalama değerleri arasındaki farkların 0.05 düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur (Tablo VII).

TABLO VI. Masseter kasının mekanik avantajına (a/c) ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veri ve önem kontrolleri.

Grup	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	Sd	Min.	Max.	Varyans Analizi F	P	Duncan Testi ^T
1	0.431	0.008	0.035	0.356	0.494			B
2	0.454	0.009	0.037	0.397	0.521			B
3	0.424	0.008	0.034	0.358	0.490			BC
4	0.450	0.015	0.046	0.371	0.514	9.52	0.000***	B
5	0.496	0.021	0.063	0.406	0.616			A
6	0.376	0.015	0.044	0.326	0.468			D
7	0.429	0.009	0.037	0.379	0.522			B
8	0.389	0.008	0.030	0.319	0.435			CD

*** p<0.001

^T Aynı harfi alan gruplar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli bulunmadı

TABLO VII. Temporal kasın mekanik avantajına (b/c) ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veri ve önem kontrolleri.

Grup	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	Sd	Min.	Max.	Varyans Analizi F	P	Duncan Testi ^T
1	0.445	0.008	0.036	0.399	0.516			AB
2	0.451	0.010	0.040	0.399	0.525			AB
3	0.428	0.010	0.046	0.336	0.512			BC
4	0.446	0.011	0.034	0.381	0.493	3.49	0.002**	AB
5	0.467	0.016	0.048	0.393	0.537			A
6	0.438	0.017	0.051	0.351	0.513			ABC
7	0.407	0.009	0.035	0.325	0.446			C
8	0.405	0.014	0.053	0.319	0.532			C

** p<0.01

^T Aynı harfi alan gruplar arasındaki farklar 0.05 düzeyinde önemli bulunmadı

TARTIŞMA

Kraniofasial yapıların bir bütün olarak ve birbirlerine göre değişen ilişkilerini belirleyen iki mekanizma vardır; bunlar bireyin genotipi ve anne rahmine tutunduğu ilk günden itibaren etkiyen tüm çevresel faktörlerdir. Bu iki mekanizma bireyin fenotipini belirler. Ancak, bu iki me-

kanizmanın ne şekilde ve nerede etkin oldukları veya hangisinin daha etkin olduğu konusu günümüzde henüz açıklık kazanamamıştır. Açık olan tek şey, stomatognatik sistemi oluşturan sert ve yumuşak dokular arasında etkileşimin varlığıdır. Bu bilgilerden hareketle sistemin bir parçası olan kasların geometrik olarak tanımlanan ve fizik kanunlarına dayandırılan biyomekanik mo-

deli oluşturulmuştur (22, 23). Kasların fonksiyonları sırasında yapması gereken işi, dolayısıyla etkin fonksiyon yapıp yapmadığını tanımlayan iki boyutlu bu statik modelin, kas-kemik yapılar arasındaki etkileşimler ile genetik ve/veya çevresel faktörlerin etkisiyle oluşan anomalilerin ortaya çıkış nedenini belirten bir kriter olarak kullanılabileceği görüşü ileri sürülmüştür (22, 23). Bu görüşe dayanarak, Throckmorton ve arkadaşları (22) tarafından geliştirilen modelin kraniofasial morfolojideki farklılıkları bir başka deyişle sagittal ve vertikal yönde değişen kraniofasial ilişkileri açıklayabilirliğini ve kas yapılarının bu model ile tanımlanan biyomekanik avantajlarının farklı morfolojiye sahip bireylerde gösterdiği değişimleri değerlendirebilmek amacıyla bu araştırma planlandı. Literatürde bu konuda yapılan bir araştırmaya rastlanılamamıştır.

Bir anlamda kas-kemik yapıları arasındaki etkileşimin de değerlendirilmesine olanak sağlayan statik modelin geçerliliğinin sınanması amacıyla yapılan bu araştırmada, vertikal ve sagittal yönde farklı kraniofasial morfolojiye sahip bireylerin seçimi ile gruplandırılmasında masseter ve anterior temporal kasların yapışım bölgelerine daha yakın olmaları nedeniyle sırasıyla NP/MP açısı ile «Wits» boyutunun kullanımının daha doğru olacağı düşünüldü. Ayrıca, bu araştırmada iskelet ile kas yapılarına etkileyen genetik ve çevresel faktörlerin ötesinde lokal çevresel faktörlerden de direkt olarak etkilenmiş olabilecekleri düşüncesiyle bireylerin dental sınıflandırmaları ve özellikleri dikkate alınmamıştır.

Masseter ve anterior temporal kaslarının mekanik avantajları oransal değerler olduğundan cinsiyet farklılığının bu değerlere yansımaları ve araştırmanın sonuçlarını etkilemesi söz konusu değildir. Ancak, kasların biyomekanik avantaj değerlerinin gruplar arasında gösterdiği farklar yorumlanırken farkın nereden kaynaklandığı konusunda yorum getirebilmek için kasların uyguladığı kuvvetlerin ve reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunlukları olan boyutsal ölçümlerin cinsiyet farklılığından etkilenebileceği düşünüldü. Yapılan istatistiksel önem kontrolünün sonucunda yalnız 2. grupta c boyutu için

saptanan cinsiyet farklılığı gözönünde bulundurularak değerlendirmeler yapıldı.

Toplam 235 bireyden oluşan örneklemin değerlendirilmesi sonucunda aranan kriterler çerçevesinde sınıf 3 düşük açılı bireye rastlanılamamıştır. Bu durum ilk bakışta şaşırtıcı görülsede aslında, sınıf 3 olgularda iskeletsel kompanzasyonun çalışması nedeniyle belli bir populasyon için belirlenen normal değerler çerçevesinde yapılan bir değerlendirmede düşük açılı sınıf 3 bireylere rastlanılamaması doğal bir sonuç olarak kabul edilebilir (26).

Vertikal ve sagittal yönde farklı kraniofasial morfolojiye sahip bireylerden oluşan 8 grupta masseter ve anterior temporal kaslarının mekanik avantajlarının değerlendirilmesinde kullanılan statik biyomekanik modelde alt çene kondilin etrafında dönebilen bir kol olarak tanımlanmakta ve buna göre izometrik ısırma sırasında masseter ile anterior temporal kasları saat yönünün tersine bir moment hareketi uygulanırken, buna ters yönde bir reaktif ısırma kuvveti oluşarak denge korunmaktadır (22,23). Çene mekaniğinde kasların moment kolu uzunluğu yükün moment kolu uzunluğundan her zaman kısa olduğundan mekanik avantaj değeri daima birden küçük olmaktadır. Mekanik avantaj arttığında ve değeri bire yaklaştığında kasın belirli bir ısırma kuvvetini oluşturması kolaylaşmaktadır (22,23). Bu araştırmada masseter ve anterior temporal kasların biyomekanik avantaj değerleri sınıf 2 düşük açılı olan 5. grupta diğer gruplara göre en yüksek değerde bulundu. Bunu her iki kas için de sınıf 1 düşük açılı olan 2. grup izlemektedir. Diğer yandan masseter kasının biyomekanik avantajı her üç yüksek açılı grupta, sırasıyla sınıf 1, sınıf 3 ve sınıf 2, en düşük değerlerde bulunmuştur. Anterior temporal kasın biyomekanik avantajı ise yine yüksek açılı gruplarda ve ayrıca sınıf 3 normal açılı grupta, sırasıyla sınıf 2 yüksek açılı grup, sınıf 1 yüksek açılı grup, sınıf 3 normal açılı ve yüksek açılı gruplar, en düşük değerlerde bulunmuştur. Bu bulguları, mandibuler düzlem ile mandibuler oklüzal düzlem ve maksilla ile mandibula kaideleri arasındaki paralellik arttıkça temporal ve masseter kaslarının elektromiyografik aktivitelerinin arttığını bildiren Ingervall ve Thilander (15)'in, masseter kasının aktivitesi

ile overbite'in pozitif korelasyon gösterdiğini bildiren Lowe (20)'un, anterior temporai kasın aktivitesinin ramus yüksekliği ile pozitif ve palatal düzlem eğimi ile negatif korelasyon gösterirken masseter kasının aktivitesinin ise üst keser eğimi ile negatif korelasyon gösterdiğini bildiren Lowe ve arkadaşları (18)'nin, masseter ile temporai kasların oklüzal düzleme göre eğimlerinin posterior yüz yüksekliği ile pozitif, mandibuler düzlem eğimi ve gonial açı ile negatif ilişkide olduğunu bildiren Takada ve arkadaşları (7)'nin ve masseter ve anterior temporai kasların biyomekanik avantajlarının mandibuler düzlem eğimi ve gonial açı ile negatif ilişkide olduğunu bildiren Throckmorton ve arkadaşları (22)'nin bulguları desteklemektedir. Ayrıca, literatür değerlendirildiğinde bu araştırmanın bulgularını destekleyen, farklı yöntemlerle benzer sonuçların elde edildiği daha bir çok araştırmanın varlığı dikkat çekmektedir (6, 8, 9, 19, 23, 25, 29).

Sınıf 2 düşük açılı grupta masseter kasının biyomekanik avantajı değerinin ortalaması ile diğer tüm grupların ilgili değerlerinin ortalamaları arasındaki farklar önemli bulundu. Bu fark, diğer bir deyişle mekanik avantajın bu grupta en yüksek değerde olması, masseter kasının moment kolu uzunluğunun diğer gruplara göre en yüksek değerde olmasını yanı sıra reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğunun diğer gruplara göre en düşük değerde olmasından kaynaklanmaktadır. Sınıf 2 düşük açılı grupta mekanik avantajın yüksek olmasına neden olan masseter kasının moment kolu uzunluğunun ortalama değeri sınıf 1, 2 ve 3 yüksek açılı grupların ilgili ortalamaları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olduğu bulunurken, reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğunun ortalama değeri ile sınıf 3 normal, yüksek ve sınıf 1 normal açılı grupların ortalama değerleri arasındaki farkların önemli oldukları bulundu. Masseter kasının moment kolu uzunluğunun düşük açılı gruplarda ve normal açılı gruplarda yüksek açılı gruplara göre daha uzun bulunması kasın konumunun yüz dik yön boyutlarındaki değişimden etkilendiğini düşündürmektedir ve bu bulgu ilgili kasın insersiosunun yüz dik yön boyutları azaldıkça daha anteriorda konumlandığını bildiren Takada ve arkadaşları (7)'nin bulguları ile uyumludur. Reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu

uzunluğunun ise sınıf 3 gruplarda en uzun ve sınıf 2 gruplarda ise en kısa olduğunun bulunmuş olması, ilgili moment kolu uzunluğunun sagittal yön kraniofasial ilişkilerdeki değişimle yakın ilişkide olduğunu düşündürmektedir. Sınıf 2 düşük açılı grupta anterior temporai kasın biyomekanik avantajının ortalama değeri ile sınıf 1 yüksek açılı, sınıf 3 normal ve yüksek açılı gruplarda ilgili kasın biyomekanik avantajının ortalama değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları bulundu. Anterior temporai kasının biyomekanik avantajı açısından saptanan bu biyometrik farkların ilgili kasın moment kolu uzunluğunun ortalamalarının gruplar arasında istatistiksel olarak önemli olan farklar göstermemesi nedeniyle kasın moment kolunun uzunluğundan değil de reaktif ısırma kuvvetinin moment kolunun uzunluğunun bu grupta en düşük değerde olmasından kaynaklandığı bulundu. Anterior temporai kasın moment kolu uzunluğunun gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemesi, temporai kasın insersiosunun yalnız vertikal yön konumu anterior kranial kaideye doğru yükseldikçe oklüzal düzlem eğiminin azalma eğilimi göstereceğini, fakat sagittal yön konumu için aynı doğrultuda bir ilişki saptanamadığını bildiren Takada ve arkadaşları (7)'nin bulguları ile uyumludur. Sınıf 3 gruplarda ise hem masseter hem anterior temporai kasın moment kolu uzunluklarından çok reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğunun biyomekanik avantaj değerlerini etkiledikleri bulundu. Biyomekanik avantaj değerlerine kasların ve reaktif ısırma kuvvetlerinin moment kolu uzunluklarının etkilerinin farklı gruplarda ayrıntılı değerlendirilmesi sonucunda spekülatif bir yorum da olsa masseter kasının moment kolu uzunluğunun daha çok vertikal yönde kraniofasial boyutların azalması ile ilişkide olduğunu ve bu tip kısa yüz anomalilerinde ya birincil olarak kasları kontrol eden genetik kalıbın ya da kaslara etkiyen tüm çevresel faktörlerin etkin olabileceği kanaatine varılmıştır. Sınıf 3 anomalilerde biyomekanik avantaj değerinin daha çok reaktif ısırma kuvvetinin moment kolu uzunluğundan etkilenmesi ise bu tip anomalilerde kaslardan çok birincil olarak kemiği kontrol eden genetik kalıbın etkin olduğunu düşündürmektedir.

Kraniofasial yapıların değişen sagittal ve

vertikal yön ilişkilerinin birbiri ile etkileşim içinde olduğu bir gerçektir. Ayrıca, bu değişimlerden hangisinin neden veya sonuç olduğunun belirlenmesi ise oldukça zordur. Bir başka deyişle oluşan vertikal problem mi sagittal problemin ortaya çıkmasına neden olmuştur, yoksa sagittal problem nedeniyle mi vertikal problem oluşmaktadır. Bu araştırmada biyomekanik avantajın düşük açılı gruplarda her iki kas için de yüksek, yüksek açılı gruplarda ise düşük bulunması kas yapılarını kontrol eden faktörlerin sagittal yönden çok vertikal yön anomalilerin oluşmasında daha etkin olduğunu, hatta belki de birincil olarak vertikal yönde kraniofasial ilişkilerdeki değişimlerin etkin olduğu ve bunun sonucunda sagittal yönde kraniofasial değişimlerin ortaya çıktığını düşündürmektedir. Genetik kontrolün etkisini tümünden yadsımanın yanlış olduğu doğrultusundaki büyüme ve gelişimle ilgili son görüşlerden de hareketle, genetik kontrolün kaslarda mı olduğu sorusu akla gelmektedir (30, 31).

Bu araştırmanın bulguları doğrultusunda biyomekanik avantajın hem azalmasının hem de artmasının anomalilerin oluşmasında etkin olabileceği kanaatine varılmıştır. Ancak, anomali oluştuğu için mi biyomekanik avantaj artıyor veya azalıyor, yoksa biyomekanik avantajın değişmesine neden olan nöromuskuler yapılara etkileyen faktörlerin sonucunda mı anomali oluşuyor sorusu halen yanıt beklemektedir.

Biyomekaniksel modele göre belirlenen masseter ve anterior temporal kaslarının biyomekanik avantajlarındaki değişimlerin kraniofasial ilişkileri açıklayabilirliğinin değerlendirildiği ve biyomekaniksel modelin geçerliliğinin sınındığı bu araştırmada; iki boyutlu statik biyomekanik modele göre belirlenen masseter ve anterior temporal kaslarının biyomekanik avantajlarındaki değişimlerin sagittal ve vertikal yönde değişen kraniofasial ilişkilerin değerlendirilmesinde kriter olarak kullanılabileceği, kaskemik yapıları arasındaki etkileşimlerin bir göstergesi olduğu ve statik biyomekanik modelin yadsınmasının mümkün olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak, üç boyutlu dinamik bir modelin geliştirilmesi, yanıtı kalmış sorulara açıklık getirilmesi konusunda büyük faydalar sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada sefalometrik filmlerin bilgisayar ile değerlendirilmesindeki katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Mirzen Arata ve Öğretim Üyesi Doç. Dr. Haluk İşeri'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Mc Namara, J.A. et. al. : Muskuloskeletal adaptation following orthognathic surgery. In : Carlson, D.S. and McNamara, J.A. ed., Muscle adaptation in the cranio facial region, Monograph number 8, Ann Arbor, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, 91-132, 1978.
2. Graber, T.M.: The «three M's» : Muscles, malformation, and malocclusion, Am. J. Orthod., 49 : 418-450, 1963.
3. Hannam, A.G., Wood, W.W. : Relationships between the size and spatial morphology of human masseter and medial pterygoid muscles, the craniofacial skeleton, and jaw biomechanics, Am. J. Physic. Anthropol., 80 : 429-445, 1989.
4. Boyd, S.B., et. al.: Histochemical study of the masseter muscle in patients with vertical maxillary excess, J. Oral Maxillofac. Surg., 42 : 75-83, 1984.
5. Nanda, S.K., Merow, W.W., Sassounni, V. : Repositioning of the masseter muscle and its effect on skeletal form and structure, Angle Orthod., 37: 304-308, 1967.
6. Proctor, A.D., DeVincenzo, J.P. : Masseter muscle position relative to dentofacial form, Angle Orthod., 40 : 37-44, 1970.
7. Takada, K., Lowe, A.A., Freund, V.K. : Canonical correlations between masticatory muscle orientation and dentoskeletal morphology in children, Am. J. Orthod., 86 : 331-341, 1984.
8. Ingervall, B., Helkimo, E. : Masticatory muscle force and facial morphology in man, Archs oral Biol., 23 : 203-206, 1978.
9. Mosn, J.P., Chalmers, C.P. : An electromyographic investigation of patients with a normal jaw relationship and a Class III jaw relationship, Am. J. Orthod., 66 : 538-556, 1974.
10. Antonini, G., et. al.: Electromyographic findings in class II division 2 and class III malocclusions, Electromyogr. elin. Neurophysiol., 30: 27-30, 1990.

11. Moyers, R.E. : Temporomandibular muscle contraction patterns in Angle Class II, division 1 malocclusions: An electromyographic analysis. Am. J. Orthod., 35 : 837-857, 1949.
12. Liebman, F.M., Cosenza, F. : An evaluation of electromyography in the study of the etiology of malocclusion, J. Pros : Den., 10 : 1065-1077, 1960.
13. Lowe, A.A., Johnston, W.D. : Tongue and jaw muscle activity in response to mandibular rotations in a sample of normal and anterior open-bite subjects, Am. J. Orthod., 76 : 565-576, 1979.
14. Ahlgren, J.G.A., Ingervall, B.F., Thilander, B.L. : Muscle activity in normal and post normal occlusion, Am. J. Orthod., 64 : 445-456, 1973.
15. Ingervall, B., Thilander, B. : Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscles, J.Oral Rehab., 1 : 131-147, 1974.
16. Miralles, R., et. al.: Patterns of electromyographic activity in subjects with different skeletal facial types, Angle Orthod., 61 : 277-284, 1991.
17. Pancherz, H. : Activity of the temporal and masseter muscles in Class II, division 1 malocclusions. An electromyographic investigation, Am. J. Orthod., 77 : 679-688, 1980.
18. Lowe, A.A., Takada, K., Taylor, L.M. : :Muscle activity during function and its correlation with craniofacial morphology in a sample of subjects with Class II, division 1 malocclusions, Am. J. Orthod., 84 : 204-211, 1983.
19. Lowe, AA., Takada, K. : Associations between anterior temporal, masseter, and orbicularis oris muscle activity and craniofacial morphology in children, Am. J. Orthod., 86 : 319-330, 1984.
20. Lowe, A.A.: Correlations between orofacial muscle activity and craniofacial morphology in a sample of control and anterior open-bite subjects, Am., J. Orthod., 78 : 89-98, 1980.
21. Haskell, B., Day, M., Tetz, J. : Computer-aided modeling in the assessment of the biomechanical determinants of diverse skeletal patterns, Am. J. Orthod., 89 : 363-382, 1986.
22. Throckmorton, G.S., Finn, R.A., Bell, W.H.: Biomechanics of differences in lower facial height, Am. J. Orthod., 77 : 410-420, 1980.
23. Finn, R.A., et. al. : Biomechanical considerations in the surgical correction of mandibular deficiency, J. Oral Surg., 38 : 257-264, 1980.
24. Proffit, W.R., et.al.: The effect of orthognathic surgery on occlusal force, J. Oral Maxillofac. Surg., 47 : 457-463, 1989.
25. Johnston, C.P., Throckmorton, G.S., Bell, W.H.: Changes in electromyographic activity following superior repositioning of the maxilla, J. Oral Maxillofac. Surg., 42 : 656-664, 1984.
26. Yücel-Eroğlu, E. : Normal ve anomalili erişkin bireylerde yumuşak doku profilinin değerlendirilmesi, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, 1991.
27. Houston, W.J.B. : The Analysis of Errors in Orthodontic Measurements, Am. J. Orthodont., 83: 382-390, 1983.
28. Sokal, R.S., Rohlf, F. J. : Introduction to Biostatistics, W.H. Freeman Company, San Francisco, 1973.
29. Proffit, W.R., Fields, H.W., Nixon, W.L.: Occlusal forces in normal- and long-face adults, J. Dent. Res., 62 : 566-570, 1983.
30. van Limburgh, J. : A new view on the control of the morphogenesis of the skull, Acta Morphologica Neerlandia-Scandinavica, 8: 143-160, 1970.
31. van Limburgh, J.: The role of genetic and local environmental factors in the control of postnatal craniofacial morphogenesis, Acta Morphologica Neerlandia-Scandinavica, 10: 37-47, 1972.

YAZIŞMA ADRESİ :

Prof. Dr. Oktay ÜNER
 Gazi Üniversitesi, Dişhekimliği Fakültesi,
 Ortodonti Anabilim Dalı
 06510 Emek - ANKARA