

FARKLI MALOKLUZYONLARDA OLUŞAN ISIRMA KUVVETLERİ

Nilüfer DARENDELİLER*

ÖZET: Isırma kuvveti büyüklüğünün uzun yüzlü ve kısa yüzlü bireylerde farklı olarak kaydedilmesi, bu kuvveti oluşturan kas modelin farklı olduğu görüşünü ortaya atmıştır. Yüzün büyüme yönünün fonksiyonel modelin etkisiyle mi değiştiği, yoksa fonksiyonel cevabın morfolojik yapıdan mı etkilendiği günümüzde hala tartışılmaktadır. Bu derlemede, farklı malokluzyonlarda ölçülen ısırma kuvvetlerinde değişikliğin nedenlerini irdelenen çalışmalar özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isırma kuvveti, malokluzyon

ABSTRACT: BITE FORCES RECORDED IN DIFFERENT MALOCCLUSIONS. The difference in magnitude of the bite forces recorded in long and short face subjects results in an opinion that these forces are formed by different the muscle patterns. It has been still discussed whether the bone shape is influenced by the masticatory muscles or masticatory muscles adapt to the maxillofacial morphology as bone grows. In this study, the reasons of the differences in bite forces recorded for different facial morphologies are reviewed.

Key Words: Bite force, malocclusion

GİRİŞ

Yüzün büyüme yönünü belirleyen en önemli neden herediter faktörlerdir. Çenelerin büyüme yönü ve miktarı üzerinde, büyüme dönemindeki normal fonksiyonların ne derecede etkili olduğu henüz açıklanamamıştır. Ancak bilinen en eski teori olan ve hala geçerliliğini sürdüren "Wolf kanunları" ile kemik-fonksiyon ilişkisi tanımlanmıştır. Wolf (1) kemik gelişimi ile ilgili çalışmalarında femurun internal yapısının ekstremitelerin fonksiyonlarından etkilendiğini belirtmiştir. Kemiğin baş kısmındaki trabekuler sıralanmanın fonksiyonel gerilmelerden etkilendiğini, ekstra

fonksiyonel kuvvetlerin veya kas kuvvetlerinin etkileri ile stimüle olduğunu ve kemikte gözle görülür bir değişim gözlemlendiği belirtilmiştir.

Profesyonel tenis oyuncularının kullandığı taraftaki humerusun kortikal kemik kalınlığının diğer tarafa göre arttığı ortopedistlerce belirlenmiştir. Embriyolojik olarak maksillofasial bölgenin kemiklerinin membranöz kemikten meydana geldiği ve kas kuvvetleri ve ekstra fonksiyonel kuvvetler gibi çevresel etkilerden daha fazla etkilendiği belirtilmiştir (2). Dulkan (3) kartilaj ossifikasyon ile şekillenmiş olan ekstremitelere ait uzun kemikleri maksillofasial kemikler ile karşılaştırmış ve maksillofasial kemikler üzerine yapışan kasların aktivitelerinin etkisinin uzun kemiklere göre daha fazla olduğunu kaydetmişlerdir.

Güçlü çiğneme kaslarının yüzün gelişimi üzerinde etkisi olduğu açıktır. Bu sonuç fasiyal yapı, ısırma kuvveti ve kas aktivitesi arasındaki ilişkiyi gösteren araştırmalar ile gösterilmiştir (4, 5, 6, 7). Büyük ısırma kuvveti ve yüksek kas aktivitesi olan bireylerde yüz şekli karedir. Isırma kuvveti düşük bireylerde yüz şekli üçgen olmaktadır (5).

Uzun yüz sendromu (8) olarak adlandırılan iskeletsel açık kapanış olgularında maksimum molar ısırma kuvvetinin düşük kaydedilmesi, azalmış EMG kas aktivitesine ve çene kaslarının kesit alanlarının düşük olmasına bağlanmıştır (9, 10, 11, 12, 13). Van Spronsen ve arkadaşları (15) yaptıkları çalışmada uzun yüzlü bireylere ait çiğneme kaslarının kesit alanlarının % 30 daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Gionhaku ve Lowe (16) çiğneme kaslarının kesit alanları görüntüsünün; mandibular düzlem açısı ve gonial açı ile pozitif korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir. Bakke ve arkadaşları (17) maksimal sıkmadaki masseter kasın kesit kalınlığı ile anterior yüz yüksekliği ve mandibular düzlem açısı arasında negatif korelasyon tespit etmiştir. Roadsheer ve arkadaşları (18)

* Gazi Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı.

ısıрма kuvvetinin büyüklüğünün vertikal ve transversal boyutlarla ilişkili olduğunu bulmuşlardır ve mandibular düzlem ve okluzal düzlem eğimi ile ısıрма kuvvetinin büyüklüğü arasında negatif korelasyon tespit etmişlerdir.

Maksimum ısıрма kuvvetinin büyüklüğü, uzun yüzlü bireylerin kısa yüzlü bireylere göre, daha az olduğu belirtilmiştir. Uzun yüzlü birey ısıрма kuvveti / normal birey ısıрма kuvveti oranı Finn (19) 0.51, Proffit (10) 0.51, Sassouni (9) 0.37 bulmuştur.

Yapılan çalışmalara göre ısıрма kuvvet farkı fonksiyonel model farkının göstergesi gibi görünmektedir. Ancak ısıрма kuvvetinin oluşumuna etkili etkenler nelerdir gözden geçirilmesi gereklidir.

Isırma kuvvet oluşumu

Isırma kuvveti çok sayıda kas kuvvetinin birleşiminden meydana gelir ve mekanik olarak bu kasların katkısı belirlenemez. Ancak çiğneme kaslarının ısıрма kuvvetine etkisi tespit edilebilir. Isırma kuvvetleri olarak tanımlanan okluzal kuvvetler iki bağımsız faktör sonucu oluşur.

A. Kas kuvvetlerin büyüklüğü

B. Her kasın moment kol uzunluğu ve bunun okluzal kuvvete oranı (mekanik avantaj)

Okluzal kuvvetler kas kuvvetleri büyüklüğü veya moment kol uzunluğu veya her ikisinin değişimi ile değişir.

A. Kas kuvvetinin büyüklüğü: Kas kuvveti kasın fiberlerinin gerilimi ile oluşur. Kaslardaki fiberler tek bir alfa motor nöron ile inerve olurken, tek bir motor nöron birkaç fiberi de inerve edebilir. Bu üniteye motor ünite denir. Kaslarda oluşan kuvvet, kastaki motor ünite sayısına bağlıdır. Kas kuvvetinin oluşumuna etken olacak nedenler; kasın boyutu (cross-sectional alanına), kasların tendon yapısı, kas fiber tipi, aktif motor ünite sayısı etkilemektedir.

a. Kasın boyutu; kas ne kadar büyükse aynı ölçüde kuvvet oluşturması daha kolaylaşır.

b. Kasların tendon yapısı: Gerilim kas fibrillerinin kasın tendonun yapışma yönünde etkili yaptığı bir gerilimdir. Kas fiberleri tendona paralel ise tüm kasın gerilimini fiberlerinin kasılması ile total gerilim oluşacaktır. Bundan dolayı kas fiberlerinin tendon ataçmanına göre oryantasyonu ve tendon ataçmanın da hareket yönüne oryantasyonu kasın oluşturacağı kuvvet miktarını belirler.

c. Kas fiber tipide kasın kuvvet oluşumuna etkilidir. İnsan iskelet kasında 3 tip fiber bulunur ve kaslarda bu üç tipin karışımı bulunmaktadır. Kasın oluşturacağı kuvvet, üç fiber tipin oranına bağlıdır. Kasın kesit alanına düşen fiber sayısı arttıkça daha çok kuvvet oluşturur. Kas fiber tipleri miyozin ATPase enzim aktivitesi farkına göre ayrılır. Bunlar;

1. Yavaş fiberler

Tip I fiberler: Yavaş kontraksiyon olan yorgunluğa dayanıklı fiberlerdir. Enerji için oksijen gereklidir ve myoglobilin miktarı fazladır. Bu tip fiberler yürümek ve posturu korumak gibi düşük seviyede kuvvet yapımı sağlarlar.

2. Hızlı fiberler

• Tip IIa fiberler: Yorgunluğa orta derecede dayanıklıdır, Enerji için glikojen gereklidir. Myoglobilin miktarları azdır. Fonksiyonel olarak uzun aneorobik aktiviteye sahiptir.

• Tip IIb fiberler: Yorgunluğa hassas, kısa aneorobik, yüksek kuvvet oluşturabilen (atlama, zıplama gibi) aktiviteleri yapabilen fiberlerdir. Bu fiberler diğer fiberlere göre daha büyük güç oluşturabilirler. Enerji için ATP/CP kullanılırlar.

• Tip IIc fiberler: Bu tip fiberler, tip IIb fiberlerine kimyasal olarak bağlanan uydu hücrelerdir. Hipertrofi sonucu oluşurlar. Vücut geliştirme antrenmanı yapanlarda muhtemelen bunlar çoğunluktadır. (Uydu hücreler kaslarda bol bulunurlar. Araştırmacılar fonksiyonları konusunda henüz bilgi sahibi değildir. Ancak kasın kütle artışı, kasa yapısal destek sağlamak gibi fonksiyonları vardır.)

Verilen herhangi bir hızda oluşan kuvvet miktarı fiber tipine bağlıdır. Dinamik kontraksiyon sırasında hem kısalmada hem de uzamada, hızlı fiberler yavaş fiberlerden daha fazla kuvvet oluştururlar. İzometrik kasılmada kasların boyunun değişmediği için yavaş ve hızlı fiberler aynı kuvvet miktarını oluştururlar. Kuvvet miktarı dinamik kontraksiyon sırasında gözlenir. Fiber tipi değişkenliği en çok atletler arasında gözlenir. Örneğin uzun mesafe koşucularında yavaş fiberler büyük oranda iken, zıplama, atlama atletlerinde hızlı fiberler daha fazladır. Bu atletler arasında fiber tipi kompozisyonundaki farkın, kas yapısının genetik belirleneceği fikrini akla getirmektedir. İki kızlarda yapılan çalışmalarında fiber kompozisyonun daha çok genetik olduğu (20) ancak kas fiberlerinin hem yapı hem de metabolik kapasitesinin farklı tiplerdeki ekzersizlere adapte olabildiği belirtilmiştir.

Fiber tipi kompozisyonu açısından çiğneme kasları değerlendirildiğinde, diğer iskelet kaslarının sınıflamasına uymadığı görülür. Çeneyi kapatan kaslar; masseter, temporal ve medial pterygoid kaslar, çok güçlü, yüksek eşişe sahip, yorgunluğa dayanıklı motor ünitelerine sahiptir. Lateral pterygoid kastaki fiber tipi dağılımı diğer çiğneme kaslarına benzemektedir. Ancak diğastrik kastaki fiber dağılımı kol ve bacak kaslarına daha çok benzer. Bu kas 1/3 oranında Tip I (düşük eşiş, yorgunluğa dayanıklı), 1/3 Tip IIa (yüksek eşiş, yorgunluğa hassas), 1/3 Tip IIb (yüksek eşiş, yorgunluğa dayanıklı) fiberlere sahiptir. Masseter, temporal, lateral pterygoid genelde Tip I, IIb ve IIc fiberleri içerir.

C. Kasın kuvvet oluşumuna etkili bir diğere etken de aktif motor ünite sayısıdır. Motor üniteler aynı anda aktive olmaz, kuvvet fiber sayısı ile doğru orantılı artar.

Uzun yüzlü ve normal bireylerde kas fiber tipi dağılımı hakkındaki sonuçlar hem çok az hem de kesin bir bulgu niteliğinde değildir. Ancak uzun yüzlü bireylerde, normal bireylere göre farklı fiber dağılımına sahip olduğunu gösteren (21, 22) çalışmalar dışında, fark olmadığını gösteren çalışmada bulunmaktadır (23).

Ayrıca kaslarda fiber tipi dağılımının daha sonra farklı nedenlerle değişime uğradığı belirtilmiştir. Akagawa ve arkadaşları (24) okluziyondaki vertikal yükselme sonucu masseter kasın derin bölümünün 3 temel fiber tipindeki histokimyasal değişiklikleri incelemiştir. Kas fiberlerindeki dejenerasyon ve rejenerasyon ile histokimyasal profilinde değişiklikler kaydetmişlerdir. Sonuçta kas fibrillerinden, Tip IIb, Tip I fiberlerde dejenerasyon ve rejenerasyon gözlenirken, Tip IIa fibrillerinin de gerilimden etkilendiği kaydedilmiştir.

Yapılan histokimyasal çalışmalarda, kas fiber tipi dağılımı ile herhangi bir protez veya aperey kullanma gibi fonksiyonel değişiklikler arasında ilişki tespit edilmiştir (25, 26, 27, 28, 29).

Yumuşak diyet ile normal diyet ile beslenen bireyler karşılaştırıldığında, yumuşak diyet ile beslenenlerde çiğneme kas fiberlerinden Tip IIa, IIb ve transisyonel fiberlerin sayısı düşük bulunurken, Tip I fiberlerde değişiklik kaydedilmemiştir (30, 31). Killiaridis ve arkadaşları (32) yumuşak diyet grubunda diğere gruba göre daha az Tip IIa fiberi ve daha fazla Tip IIb fiberi kaydetmiştir. Yumuşak

diyet grubunda daha az ekzersiz ile elevatör kaslarda daha yorgunluğa hassas ve düşük oksitativ potansiyel olacaktır. Bu durum çiğnemeyi ve ısırma kuvvet büyüklüğünü etkileyecektir. Atletlerde yapılan incelemede, spor yapmayan bireylere göre Tip IIb fiberlerin Tip IIa'ya dönüştüğü tespit edilmiştir.

Yapılan hayvan deneylerinde yumuşak diyet ile beslenen ratlarda elevatör kaslar normal ratlara göre fonksiyonel görevlerini yerine getiremediği için çiğneme kasları fazla gelişmeyecek ve bunu takiben kraniyofasiyal büyüme modelinde değişiklikler olacaktır (33, 34). Kas fiber tipindeki bu tablo ile nöromuskular değişiklikler meydana gelecek ve farklı bir çiğneme ve ısırma modeli ve bunun sonucu iskeletsel değişiklikleri meydana getirecektir.

B. Mekanik avantaj: Mandibula kondilin etrafında dönebilen bir kol olarak alındığında temporal ve masseter kaslarının dönme noktasının distalinde, ısırma kuvvetinin yönü de kaslara göre daha distalde olduğu gösterilmiştir. Çeneyi kapatan kaslar masseter ve temporal kaslar saat yönünün tersine bir dönme hareketi uygulamaktadır. Kuvvete dik uzaklık ve kuvvetin çarpımı kasların döndürmek için uyguladıkları momentin hesaplanmasında kullanılmıştır. Isırma kuvveti de denge durumunda bunlara ters yönde etkimektedir ve ters yönde bir moment meydana getirir. İzometrik kasılmada momentler birbirine eşittir ve çene hareket etmez. Mekanik avantaj kasın moment kolunun yüke ait yani ısırma kuvvetinin moment koluna oranı olarak tanımlanmıştır. Çene mekaniğinde mekanik avantaj, kasın moment kolu yükün moment kolundan kısa olduğundan her zaman değeri 1'den küçüktür. Mekanik avantaj arttığında ve 1 değerine yaklaştığında kasın belirli bir ısırma kuvvetini oluşturması kolaylaşır. Örneğin belirli ısırma kuvvetini molarlarda oluşturmak moment kolu kısaldığı için ön dişlerde oluşturmaktan daha kolaydır. Böylece çene kapatıcı kasların mekanik avantajı artmış olur.

Throckmorton ve arkadaşları (35) biyomekanik modeli kullanarak yaptıkları ilk çalışmada Bolton'un standartlarına dayanan genel bir model oluşturmuşlardır. Morfolojik parametreleri yavaş yavaş değiştirerek temporal ve masseter kasların mekanik avantajları her bir değişiklik için ayrı ayrı hesaplamışlardır. İdeal olarak her bir morfolojik değişimin mekanik avantaj üzerindeki etkisini her zaman izah etmenin mümkün olmadığını da

belirtmiştir. İkinci çalışmada uzun ve kısa yüzlü bireylerin mekanik avantajlarını karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda, uzun yüzlü bireylerde maksiller yüksekliğin artmasının, masseter ve temporal kaslardaki mekanik avantajı azalttığı görülmüştür. Benzer şekilde maksiller yükseklik ile beraber artan gonial açının mekanik avantaj değerini azalttığı kaydedilmiştir. Ayrıca ısırma noktasının kondilden uzaklaşmasının mekanik avantajı azalttığı, anterior ve/veya inferior olarak gonion hareketinin masseter kasın mekanik avantajı artırdığını, koronoid çıkıntının superior ve/veya anterior olarak herhangi bir hareketinin temporal kasın mekanik avantajını artırdığı görülmüştür. Kısa yüzlü grubun masseter kasların mekanik avantajı uzun yüzlü grupta daha fazla olduğu hesaplanmıştır. Farklar önemli olmamakla beraber, kısa yüzlü grubun temporal ve masseter kaslarının daha fazla mekanik avantaja sahip oldukları saptanmıştır.

Finn ve arkadaşları (36) aynı model üzerinde yüksek açılı bireylerde mandibular posterior rotasyon vertikal maksiller fazlalıkların normal bireylere göre farklı biyomekanik ile belirlenip belirlenemeyeceğini ve cerrahi müdahale sonrası kas mekaniğinin etkilenip etkilenmediğini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda yüksek açılı ve maksiller fazlalığı olan bireylerde mekanik avantaj değerinde önemli bir azalma olduğunu kaydetmişlerdir. Maksillanın yeniden konumlanması ve mandibulanın öne alınması ile çiğneme sisteminin etkinliğinin arttığı gözlenmiştir.

Van Eijden (37) yaptığı çalışmada ısırma kuvveti büyüklüğü ve oluşan momenti 3 boyutlu değerlendirmiştir. Çalışmasında kanin, 2. premolar ve 2. molar dişte ısırma kuvvetini incelemiştir. Bu çalışmada ısırma kuvvetine transfer olan kas kuvvetini tespit etmek için, sagittal düzlemde moment kol uzunluğu ölçülmüş ve ısırma kuvvetinin momenti hesaplanmıştır. Sonuçta ısırma kuvvetinin en fazla olduğu değer okluzal düzleme dik yönlü uygulanan olmadığı, medial ve posterior'a yönelmiş ısırma kuvvetinin lateral ve anterior yönlerden fazla olduğunu kaydetmiştir. Isırma kuvvetinin büyüklüğü, yönü ne olursa olsun uygulama noktasının anteriordan posteriora kaymasıyla daha büyük kaydedilmiştir. Çiğneme kaslarının oluşturduğu momentlere bakıldığında en fazla vertikal yönlü ısırma kuvvetlerinde büyük, posteriora küçük, anterior yönde ise orta derecede kaydedilmiştir.

Van Spronsen ve arkadaşları (38) invivo olarak tespit ettiği çene kaslarına ait mekanik avantaj değerlerinin uzun yüzlü ve normal bireyler arasında fark olmadığını belirtmişlerdir. Kas konum farkının her iki grupta çok az olduğunu kaydetmiştir. Normal ve uzun yüzlü bireyler arasındaki kas kuvvet farklılığının, kasların kesit alanına düşen kuvvet farkından kaynaklanabileceğini belirtmiştir (38).

Isırma kuvvet oluşumuna etkili diğer etkenler:

I. Isırma kuvvetinin yönü:

Isırma kuvvetinin yönleri çiğneme kaslarının okluzal düzleme göre konum ve kuvvet yönleri farklı olduğu için okluzal düzleme dik, anterior, posterior ve medial yöndedir. Masseter ve medial pterygoid kas ileri yönde ve posterior temporal kas mandibulaya posterior yönde kuvvet uygular. Anterior temporal kasın konumu okluzal düzleme diktir. Teorik olarak sistemdeki bu farklılıkta ısırma kuvvetinin statik ısırma durumunda farklı yönde oluşmasını sağlar. Ancak ısırma kuvveti ile ilgili çalışmalarda ısırma kuvveti sadece vertikal yönde alınmaktadır (39, 40, 41, 42).

Isırma kuvvetinin oluşumuna katkıda bulunan birçok kas mevcuttur. Kasların hep birlikte çalışmasını kontrol eden mekanizmanın varlığı araştırılmıştır. Barbanel (43), Osborn ve Baragar (44) çiğneme kasları kuvvet toplamının TME'de reaksiyon kuvveti oluştuğunu belirtmiştir. Statik denge denklemleri kullanılarak TME'deki toplam reaksiyon kuvveti hesaplandığında, bu kuvvetin yönünün ısırma kuvvetinin yönünü belirlediğini kaydetmişlerdir. Van Eijden ve arkadaşları (45), ısırma kuvvetinin her bir yönü için bir kas aktivasyon modeli olduğunu belirtmiştir. Isırma kuvvetinin farklı yön ve büyüklüğünün oluşumuna hiçbir zaman tek bir kas katılmaz, kas kombinasyonu katılır; uygun bir kas kombinasyonu seçimindeki kriter de, santal sinir sisteminin fonksiyonudur, ancak mekanizma tam olarak bilinmemektedir. Osborn ve Baragar'ın (43) çiğneme sistemi modelinde kas gerilimlerinin TME'de dengede olduğu ve buna göre bir kas aktivasyonu ortaya çıktığı belirtilirken, Van Eijden ve arkadaşları (45) ısırma kuvvetinin her bir yönü için mekanik avantaj değeri en fazla olan kasın daha aktif olduğu belirtmişlerdir. Çalışmada ısırma kuvvetinin oluşumunda etkili kaslar; anterior, posterior temporal, masseter kas ve dıgastrik kasın elekt-

romyografik aktivitelerini kaydetmişlerdir. Araştırmacılar ısırma kuvvetini 2.premolar diş üzerinde ve vertikal, anterior, posterior, lateral ve medial yönde kuvvet uygulamışlardır. Diğastrik kas dışında kasların hiç biri sabit bir ısırma kuvveti oluşturmaz. EMG ilişkisi ısırma kuvvetinin yönü ile değişir. Araştırmacılar anterior temporal kasta bu değişimin daha az, posterior temporal kas ve masseter kastaki değişimin ise daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Isırma kuvvetinin tüm yönlerinde, anterior temporal kasın, yönünün vertikal yönde olması nedeniyle yüksek aktivasyonda olduğu kaydedilmiştir. Kasın en çok aktivite farkı da medial ve lateral yöndeki ısırma kuvvetlerinde kaydedilmiştir. Burada önemli olan kasların frontal düzlemdeki kuvvet yönleridir. Posterior temporal ve masseter kasın kuvvet yönleri, vertikalden daha kuvvetli sapar. Kasların kuvvetleri, mekanik avantaj değerine bağlı olarak ısırma kuvvet yönüne göre değişim gösterir. Posterior temporal ve masseter kasın aktivitesi anterior ve posterior yöndeki ısırma kuvvet yönlerinde orta derecede aktivasyon gösterdiğini belirtirken, ısırma kuvvetine katkısının bazen az olmasının nedenlerinin ise şöyle açıklanmıştır.

a. Isırma kuvvetine transfer olan kas kuvvetinin ne kadar olduğunu tespit etmek için TME reaksiyon kuvvetinin yönünün bilinmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Eğer reaksiyon kuvveti horizontal yönlü ise posterior temporal kas ısırma kuvvet yönünü ileri alır.

b. Eklem kapsül ve ligamentleri kondilin artiküler eminekte kaymasını önler. Kas kuvvetleri eklem stabilizasyonu için gereklidir. Her kas ve ısırma kuvveti artiküler eminekte paralel yönde bir kuvvet oluşturur ve bu kuvvetler burada dengededir. Örneğin mandibulaya uygulanan anterior ısırma kuvveti kondili artiküler eminekte anteriora alır, bu durumda da posterior temporal kasta geriye doğru mandibulayı çeker.

Osborn ve Baragar'a göre (43) çene kaslarını iki fonksiyonel tipi mevcuttur. Isırma kuvvetinin oluşumuna katkıda bulunan, uzun moment uzunluğuna sahip "Güç kasları"; masseter, medial pterygoid, temporalis kas ve kısa moment uzunluğuna sahip olan "kontrol kasları"; oblik temporalis ve lateral pterygoid kaslarıdır.

Koolstra ve arkadaşları (46) çiğneme sisteminin 3 boyutlu matematiksel modelini oluşturmuş, bu model üzerinde 16 kas kuvveti, iki eklem reaksiyon kuvvetini tanımla-

mışlardır. Bu modelde değişik ısırma noktalarında ve mandibular pozisyonda oluşan ısırma kuvveti ve eklem reaksiyon kuvvetine karşı oluşan kas kuvvetleri değerlendirilmiştir. Isırma kuvvet yönü ile büyüklüğü arasındaki ilişki mandibula pozisyona ve ısırma noktasına bağlıdır. Genelde en büyük ısırma kuvvetinin okluzal düzleme dik olan ile çakışmadığını belirtmişlerdir. Araştırmada maksimum ısırma kuvvetinin oluşumuna katkıda bulunan kasların yanı sıra oluşumunu da ortaya çıkarmak hedeflenmiştir. Maksimum ısırma kuvvetinde temporal kasın anterior bölümünün aktif olmadığı kaydedilmiştir. Her iki taraf kaslarında tetatet konumda okluzal düzleme dik ısırma kuvveti esnasında maksimum aktivasyonda olduğu tespit edilmiştir.

Maksimum ısırma kuvvetini inceleyen deneysel çalışmalarda (39, 40) ısırma noktasının lokalizasyonunun anterior-dan posteriora doğru kayması ile maksimum ısırma kuvvetinin arttığını kaydetmişlerdir. Farklı yönlerdeki ısırma kuvvetinde farklı bir değişim kaydetmiştir. Oblik posteriora yönelmiş maksimum ısırma kuvveti, posteriora kaydıka kesici bölgesine göre molar dişte daha düşük kaydedilmiştir. Okluzal düzleme dik olan ısırma kuvvetinin artışı ise, moment kol uzunluğu azalmasını takip eder. Bunun sonucu eklem üzerindeki reaksiyon kuvveti azalır. Tüm bu nedenlerle ısırma kuvvetine transfer olan kas kuvveti ısırma kuvvet noktasına bağlıdır (46).

Blanksama ve arkadaşları (47) yaptıkları çalışmada masseter kasın farklı bölümlerinin ısırma kuvvet yönüne göre aktivite değişimlerini kaydetmişlerdir. Aktivite değişimleri ısırma kuvvetinin anterior, antero-medial ve medial yönlü ısırma kuvvetlerinde çok azken diğer ısırma kuvvet yönlerinde daha fazla kaydedilmiştir. Posterior derin bölgesi diğer bölgelere göre aktivasyonda anormal bir değişim kaydetmiş, ve postero-lateral yönlü ısırma tam aktivasyon göstermiştir. Posterior superfasiyal bölümü ısırma kuvveti yönünden çok etkilenmiştir. Bu sonuçlara göre masseter kasın fonksiyonel üç bölümünün olduğunu bunların anterior derin, posterior derin ve superfasiyal bölümü olduğunu belirtmişlerdir.

Blanksama ve Van Eijden (48) temporal kasın farklı bölümleri için yaptığı çalışmada ısırma kuvvetinin farklı yönlerinde kasın anterior en üst bölümünde aktivitenin en küçük, posterior en üst bölümünde en büyük aktivite kaydedilmiştir. Aktivite artışı ısırma kuvvet artışı ile doğ-

rusal bir ilişki göstermiştir. Elde edilen sonucunda kasın maksimum kuvvetinin ısırma kuvvet yönüne bağlı olduğunu belirtmiştir.

II. Çiğneme kaslarının yapı farkı

Çeneyi kapatan ve açan kaslar; masseter, anterior ve posterior temporal kas, anterior ve posterior digastrik, geniohyoid, anterior, posterior mylohyoid ve stylohyoid kasın kuvvet belirleyicileri sarkomer uzunluğu, kesit alanı, fiber uzunluğu incelenmiştir (49). Çeneyi kapatan kasların açan kaslara göre sarkomer uzunluklarının daha kısa, kontraktıl elemanları daha fazla, büyük kesit alanı, kısa fiber uzunluğu, kısa moment uzunluğu ve düşük fiber uzunluğu/kas uzunluğu oranına sahiptir. Sonuçta çene kapatan kasların yapısal olarak kuvvet üretici olduğu ve açan kaslara göre hız ve yer değiştirme bakımından daha iyi dizayn edildiği belirtilmiştir.

Bazı araştırmacılar da kas kalınlığının çene fonksiyonlarına etkili olduğunu belirtmişlerdir (50, 51). Yapılan çalışmalarda kesici ve molar ısırma kuvveti ile masseter kasın kesit alanı arasında önemli düzeyde ilinti kaydetmişlerdir (51, 52, 53). Roadsheer ve arkadaşları (18) kraniofasiyal morfoloji ile çene kaslarının kalınlığı ve oluşan ısırma kuvveti ilişkisini incelemiştir. Çalışmada ultrasonografi ile masseter, temporal ve digastrik kasın kalınlığını ölçmüşlerdir. Isırma kuvvetinin oluşumuna masseter kasın kalınlığı etkisinin daha fazla olduğu kaydedilmiştir. Ve ısırma kuvvet büyüklüğü ile vertikal ve transversal yüz boyutları ilintili bulunmuştur (18).

Van Eijden ve arkadaşları (54) maksimum ısırma kuvvet büyüklüğünün kas fiberlerinin uzunluğu ve fizyolojik kesit alanlarına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada temporalis kasın farklı bölümlerinin kesit alanı, fiber uzunluğu ve sarkomer uzunluğunu incelemişlerdir. Temporal kasın farklı bölümlerinde fiber uzunluk farkı kaydederken, kesit alanında ise posterior bölümünün anterior bölümüne göre daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Çene kapalı iken kasın bölümleri arasında sarkomer uzunluk farkı olmadığını, açma kapama hareketinde ise uniform bir değişim olduğu, posterior bölümde anteriora göre daha az uzunluk değişimi olduğu kaydedilmiştir. Temporal kasın heterojen yapıda bir kas olması nedeniyle farklı bölümlerinin farklı kuvvet oluşturduklarını belirtmişlerdir.

Van Eijden ve Roadsheer (55) masseter kasın bölümlerine göre sarkomer ve kas fiber uzunlukları incelemiştir. Çene kapalı iken fiber uzunluğu anterior bölümünde posteriora göre %35 uzun, derin fiberler de superfasiyal bölüme göre % 5 daha kısadır. Çene kapalı iken sarkomer uzunluğu derin kısmında, superfasiyal bölümüne göre %6 daha kısadır. Superfasiyal bölümünde ise sarkomer uzunluk farkı yoktur, ancak derin kısmın posterior bölümü anteriora göre %8 daha kısadır. Bu çalışmada çenenin farklı hareketinde, kasın farklı bölümlerindeki sarkomer uzunluklarına farklı etki yarattığı belirtilmiştir. Çene açma ve kapama hareketlerinde sarkomer boyu değişimi posterior bölümünde daha az, anterior bölümünde daha fazla değişim göstermiştir. Sonuç olarak maksimum isometrik gerilim dağılımı sarkomer ve fiber uzunluk heterojenesinden dolayı uniform değildir.

Kasların fiber uzunlukları cerrahi uygulama sonrası çenenin sabitlenmesi sonucu değiştiği belirtilmiştir (56, 57, 58). Özellikle yavaş fiberler atrofiye uğramaktadır. Böylece kas fiberlerinin kaybı ile kasın gerilimi değişecektir (59). Ayrıca orthognatik cerrahi vakalarında masseter kasta lokal dejeneratif değişiklikler tespit edilmiştir (60). Boyd ve arkadaşları (60) orthognatik cerrahi sonrası kas fiber dağılımının değiştiğini kaydetmiştir.

III. Normal ve uzun yüzlü bireylerin kas konumu

Uzun yüzlü bireylerde normal bireylere göre daha oblik konumlanmışlardır (61, 62, 63). Bu nedenle kasın oluşturduğu kuvvetin vertikal bileşkesinin az olması sonucu bu bireylerde vertikal büyümenin fazla olduğu görüşü ortaya atılmıştır (64, 65). Proctor ve De Vincenzo (61) superfasiyal masseter kasın anterior kenarı konumunun uzun yüzlü bireylerde normal bireylere göre 3 derece farklı bulmuşlardır. Bu kadar küçük farkın kas kuvvetinin vertikal bileşkesini etkilemesi de az olacaktır.

Haskell ve arkadaşları (63) hipodiverjant ve hiperdiverjant bireylerin elevatör kaslarının konum ve yönlerinde farklılık kaydetmişlerdir. Takada ve arkadaşları (62) vertikal boyut ve kas konumu arasında önemli korelasyonlar kaydetmişler ve kısa yüzlü bireylerde çiğneme kaslarının daha vertikalde konumlandığını belirtmişlerdir.

Van spronsen ve arkadaşları (15) uzun yüzlü ve normal bireylerde çiğneme kaslarının konum ve moment kol uzunluklarını MRI ile aldıkları görüntülerde tespit etmiş-

lerdir. Uzun yüzlü bireylerin çiğneme kaslarının moment kol uzunluk-mekanik avantaj değerinde fark kaydetmişlerdir. Her iki grup arasında anterior digastrik ve maseter kasın sagittal açısında çok küçük bir fark kaydetmişlerdir. Çiğneme kaslarının konumlarındaki bu çok küçük farkın normal ve uzun yüzlü bireylerin ısırma kuvvet farkını açıklayamayacağını belirtmişlerdir. Araştırmacılar uzun yüzlü ve normal bireyler arasındaki çiğneme kaslarının kesit alanlarında düşen birim kuvvet farkının olabileceği varsayımını ortaya atmışlardır.

IV. Yaş ile ısırma kuvvetinin değişimi

Proffit ve Fields (66), Proffit ve arkadaşları (67) normal ve uzun yüzlü çocuklarda ısırma kuvvet farkının kaydedilmediği, ancak yetişkinlerde bir fark ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Kiliadis ve arkadaşları (68) ise kızlarda pubertaya kadar ısırma kuvvetinin erkekler ile aynı olduğunu, ancak pubertede erkeklerde kasın androjenik steroidler ile kütleli büyümesi sonucu erkekler ile arasında fark doğduğunu belirtmiştir. Shiau ve Wang (69) 13 yaşından sonra erkeklerin kızlara göre ısırma kuvvet büyüklüğünün arttığını belirtmiştir. Garner ve Kotwal'da (70) 17 yaşından büyük erkeklerde kızlara göre daha fazla ısırma kuvveti kaydetmişlerdir.

Sonnesen ve arkadaşları (71) unilateral cross-bite'a sahip bireylerin normal bireylere göre daha küçük ısırma kuvveti kaydetmiştir. Yaşın artışı ile ısırma kuvvetinin arttığını belirtmiştir. "Cross-bite" grubunda okluzal kontakt sayısı ve kas aktivitesi kontrol grubuna göre daha az kaydedilmiştir.

Proffit ve arkadaşları (67) normal ve uzun yüzlü yetişkinlerdeki ısırma kuvvet farkının nedenini uzun yüzlü bireylerde kas gelişimindeki herhangi bir durma, kasların kesit alanlarında bir düşmeye bağlamışlardır (38, 66, 67). Uzun yüzlü bireylerdeki ısırma kuvvet farkının diğer bir sebebinde periodontiumdaki mekanoreseptörler, periost veya eklemdeki nöromuskular geribildirim ile ilgili bir farkdan dolayı gelişimin az olabileceğini belirtmişlerdir (38). Moller ve Bakke (72) çene kaslarının aktivasyonu ile okluzal kontakt miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulmuştur. Uzun yüzlü bireylerde sıklıkla anterior open bite, ekstruze molarlar ve posterior "cross-bite" gözlenmesi nedeniyle sınırlı okluzal kontakt sayısına sahip olduğundan okluzal stabilite iyi sağlanamamıştır. Bu neden-

lerde çiğneme kaslarının gelişiminin durmasına sebep olabilir.

SONUÇ

Isırma kuvvetinin farklı malokluzyonlarda farklı kaydedilmesinin nedenleri kısaca özetlenecek olursa;

1. Malokluzyonlu bireylerde çiğneme kaslarının kalınlığı, büyüklüğü, konumu ve fiber dağılımı kalıtsal olarak farklı olduğu için ısırma kuvveti farklıdır. Ancak morfolojik yapıdaki sapma, kasların fizyolojik yapılarının; fiber dağılımı gibi, değişmesine neden olur, bunun sonucu da farklı kuvvetler ortaya çıkar.
2. Morfolojik yapıya bağlı olarak değişen, kasa ait mekanik avantaj değerine göre farklı ısırma kuvveti oluşur.
3. Isırma kuvvetinin uygulama noktasının değişmesi farklı ısırma kuvveti oluşumuna neden olur.
4. Isırma kuvvetinin yönünün değişmesi farklı ısırma kuvveti büyüklüğüne neden olur.
5. Beslenme şekli (yumuşak, sert yiyecek ile beslenme), yapılan ekzesiz, kullanılan ortodontik aygıt, protez veya ortognatik cerrahi uygulamalar kasların fiber dağılımı değiştirir. Dolayısıyla kasların oluşturduğu kuvvete bağlı olarak ısırma kuvveti de değişir.
6. Cinsiyet ve yaşa göre değişir.

KAYNAKLAR

1. Dibbets JMH. One century of Wolff's law. In carlson DS., Goldstein SA. Bone biodynamics in orthodontic and orthopedic treatment. Monograph No 27. Craniofacial Growth Series Center for Human Growth and Development. University of Michigan. Ann Arbor. 1-13, 1992.
2. Jones HH., Priest JD, Hayes WC, Tichenor CC, Nagel DA. Humeral hypertrophy in response to exercise. J Bone Joint Surgery 59:179-182,1977.
3. Dulkan JS. Secondary cartilage: a misnomer? Am J Orthod 62:15-41, 1972.
4. Ringqvist M. Isometric bite force and its relation to dimensions of the facial skeleton. Acta Odont Scand 31:35-42,1973.
5. Ingervall B, Thilander B. Relation between facial morphology and dental arch dimensions in girls with postnormal occlusions. J Oral Rehabil 1:131-147, 1974.
6. Ingervall B. Facial morphology and activity of temporal and lip muscles during swallowing and chewing. Angle Orthod 46:372-380, 1976.

7. Weijs WA., Hillen B. Correlation between the cross-sectional area of the jaw muscles and craniofacial size and shape. *Am J Physical Antrop* 70:423-431, 1986.
8. Schendel SA, Eisenfeld J, Bell WH. The long-face syndrome: vertical maxillary excess. *Am J Orthod* 70:398-408,1976.
9. Sassouni V. A classification of skeletal facial types. *Am J Orthod* 55:109-123,1969.
10. Proffit W, Fields HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal and long face adults. *J Dent Res* 62:566-571,1983.
11. Ahlgren J. Mechanism of mastication. *Acta Odont. Scand. suppl.* 44,1966.
12. Möller E. The chewing apparatus. *Acta Physiol Scand* 69 suppl. 280,1966.
13. Ingervall B, Thilander B. Relation between facial morphology and activity of the masticatory muscles. *J. Oral Rehabil* 1:131-147, 1974.
14. Weijs WA, Hillen B. Cross-sectional areas and estimated intrinsic strength of the human jaw muscles. *Acta Morphol Neeriscand* 23:267-274, 1985.
15. Van Spronsen PH, Weijs WA, Valk J., Prah-Andresen B, Van Ginkel FC. A comparison of jaw muscle cross-sections of long face and normal adults. *J Dent Res* 71: 1279-1285, 1992.
16. Gionhaku N., Lowe AA. Relationship between jaw muscle volume and craniofacial form. *Journal of Dental Research* 68:805-809, 1989.
17. Bakke M, Tuxen A, Vilmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M. Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force electromyography facial morphology and occlusal factors. *Scan J Dent Resarch* 100(3):164-171,1992.
18. Raadsheer MC, Van Eijden TM, Van Ginkel FC, Prah-Andresen B. Contribution of jaw muscle size and craniofacial morphology to human bite force magnitude. *J Dent Research* 78(1):31-42, 1999.
19. Finn RA. Relationship of vertical maxillary dysplasias, bite force, and integrated EMG. In: Abstracts of conference on craniofacial research. Ann Arbor, MI: University of Michigan Center for Human Growth and Development, 1978.
20. Komi PV, Karlsson J. Physical performance, skeletal muscle enzyme activities, and fibre types in monozygous and dizygous twins of both sexes. *Acta Physiol Scan Suppl.* 462:1-28, 1979.
21. Finn RA., Throckmorton GS., Gonyea WJ. Neuromuscular aspects of vertical maxillary dysplasias. In: surgical correction of dentofacial deformities. Philadelphia: W.B. Saunders, 1712-1730, 1980.
22. Boyd SB, Gonyea WJ, Finn RA, Woodrad CE, Bell WH. Histochemical study of the masseter muscle in patients with vertical maxillary excess. *J Oral Maxillofac Surg.* 42:75-83,1984.
23. Shaughnessy T, Fields HW, Westbury J. Association between craniofacial morphology and fiber-type distributions in human masseter and medial pterygoid muscles. *Int J Adult Orthod Orthognat Surg* 4: 145-155, 1989.
24. Akagawa Y, Nikai H, Tsuru H. Changes in the pattern of SDH and PhR staining in fibers of rat masseter muscle following long-term functional stretch. *Archs Oral Biol* 28(5):447-451, 1983.
25. Ringqvist M. Fibre size of human masseter muscle in relation to bite force. *J Neuroscience* 19(3): 279-305,1973.
26. Ringqvist M. Fibre types in human masticatory muscles relation to function. *Scand J Dent Research* 82(4):333-355,1974.
27. Ringqvist M. Size and distribution of histochemical fibre types in masseter muscle of adults with different states of occlusion. *J Neurol Sci*, 22(4):429-38, 1974
28. Ringqvist M. A histochemical study of temporal muscle fibers in denture wearers and subjects with natural dentition. *Scand J Dent Res.* 82(1):28-39, 1974.
29. Warner M, Gonyea WJ, Boyd SB, Bell WH. Interdependence of osseous morphology and masseter muscle histochemistry. *J Dent Research* 62(A):276,1984.
30. Salmons S, Henriksson J. The adaptive response of skeletal muscle to increased use. *Muscle and Nerve* 4, 94-105, 1981.
31. Saltin B, Gollnick PD. Skeletal muscle adaptability: significance for metabolism and performance. In: handbook of Physiology, section 10, Skeletal Muscle, Peacher LD, Drian RH, Geiger SR., 555-633, American Physiology Society, Williams and Ilkins, Washington.
32. Killiaridis S, Engström C, Thilander B. Histochemical analysis of masticatory muscle in the growing rat after prolonged alteration in the consistency of the diet. *Archs Oral Biol* 33(3):187-193, 1988.
33. Killiaridis S, Engström C, Thilander B. The relationship between masticatory function and craniofacial morphology. I. A cephalometric longitudinal analysis in the growing rat fed a soft diet. *Eur. J. Orthod* 7:273-283,1985.
34. Engström C., Killiaridis S., Thilander B. The relationship between masticatory function and craniofacial morphology. II. A histological study in the growing rat fed a soft diet. *Eur J Orthod* 8:271-279,1986.

35. Throckmorton GS, Finn RA, Bell WH. Biomechanics of differences in lower facial height. *Am J Orthod* 77:4, 410-420, 1980.
36. Finn RA, Throckmorton GS, Bell WH, Legan HL. Biomechanical considerations in the surgical correction of mandibular deficiency. *J Oral Surg* 38:257-264, 1980.
37. Van Eijden TMGJ. Three-dimensional analyses of human bite-force magnitude and moment. *Archs Oral Biol* 36:535-539, 1991.
38. Van Spronsen PH, Weijs WA, Van Ginkel FC, Prahlandersen B. Jaw muscle orientation and moment arms of long-face and normal adults. *J Dent Res* 75(6):1372-80, 1996.
39. Mansour MR, Reynik RJ. In vivo occlusal forces and moments: I. Forces measured in terminal hinge position and associated moments. *J Dent Res* 54(1):114-120, 1975.
40. Pruijm GJ, De Jongh HJ, Ten Bosch JF. Forces acting on the mandible during bilateral static bite at different bite force levels. *J Biomech* 13(9):755-63, 1980.
41. Proffit WR, Fields HW. Occlusal forces in normal and long-face children. *J Dent Res* 62(5):571-574, 1983.
42. Proffit WR, Fields HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal and long-face adults. *J Dent Res* 62(5):566-571, 1983.
43. Barbanel J. The Biomechanics of the human temporomandibular joint: theoretical study. *J. Biomechanics* 5:251-256, 1972.
44. Osborn JW, Baragar FA. Predicted pattern of human muscle activity during clenching derived from a computer assisted model: symmetric vertical bite forces. *J Biomechanics* 18(8):599-612, 1985.
45. Van Eijden TMGJ, Brugman P, Weijs WA, Oosting J. Coactivation of jaw muscles: recruitment order and level as a function of bite force direction and magnitude. *J Biomechanics* 23(5): 475-485, 1990.
46. Koolstra JH, Van Eijden TMGJ, Weijs WA, Naeije M. A three dimensional mathematical model of the human masticatory system predicting maximum possible bite forces. *J Biomechanics* 21(7):563-576, 1988.
47. Blanksma NG, Van Eijden TM, Weijs WA. Electromyographic heterogeneity in the masseter muscle. *J Dent Res* 71(1):47-52, 1992.
48. Blanksma NG, Van Eijden TM. Electromyographic heterogeneity in the human temporal muscle. *J Dent Res* 69(10):1686-90, 1990.
49. Van Eijden TM., Korfage JA., Brugman P. Architecture of the human jaw-closing and jaw opening muscles. *Anat Rec* 248(3):464-74, 1997.
50. Kiliaridis S, Kalebo P. Masseter muscle thickness measured by ultrasonography and its relation to facial morphology. *J Dent Res* 70(9):1262-5, 1991.
51. Bakke M, Tuxen A, Vilmann P, Jensen BR, Vilmann A, Toft M. Ultrasound image of human masseter muscle related to bite force electromyography facial morphology and occlusal factors. *Scand J Dent Res* 100:164-171, 1992.
52. Sasaki K, Hannam AG, Wood WW. Relationships between the size, position, and angulation of human jaw muscles and unilateral first molar bite force. *J Dent Res* 68:499-503, 1989.
53. Van Spronsen PH, Weijs WA, Prahlandersen B, Valk J, Van Ginkel FC. Comparison of jaw muscle bite force cross-sections obtained by means of magnetic resonance imaging and high resolution CT scanning. *J Dent Res* 68:1765-1770, 1989.
54. Van Eijden TM, Koolstra JH, Brugman P. Three-dimensional structure of the human temporalis muscle. *Anat Rec* 246(4):565-572, 1996.
55. Van Eijden TM, Raadsheer MC. Heterogeneity of fiber and sarcomere length in the human masseter muscle. *Anat Rec* 232(1):78-84, 1992.
56. Spector SAC, Simard CP, Fournier M, Sternlight E, Edgerton VR. Architectural alteration of rat hind-limb skeletal muscles immobilized at different lengths. *Exp Neurol* 76:94, 1982.
57. Edgerton VR, Barnard RJ, Peter JB, Marier A, Simpson DR. Properties of immobilized hind-limb muscles of the Golago senegalensis. *Exp Neurol* 46:115, 1975.
58. Marier A, Crockett JL, Simpson DR, Sanfert CW, Edgerton VR. Properties of immobilized guinea pig hind-limb muscles. *Am J Physiol* 213:1520, 1976.
59. MacDaugall JD, Ward GR, Sale DG, Sutton JR. Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistance training and immobilization. *J Appl Physiol* 43:700, 1977.
60. Boyd SB, Gonyea WJ, Finn RA, Woodard CE, Bell WH. Histochemical study of the masseter muscle in patients with vertical maxillary excess. *J Oral Maxillofac Surg* 42:75-83., 1980.
61. Proctor AD, DeVincenzo JP. Masseter muscle position relative to dentofacial form. *Angle Orthod* 40:37-44, 1970.
62. Takada K, Lowe AA, Freund VK. Canonical correlations between masticatory muscle orientation and dentoskeletal morphology in children. *Am J Orthod* 86(4):331-41, 1984.
63. Haskell B, Day M, Tetz J. Computer-aided modeling in the assessment of the biomechanical determinants of diverse skeletal patterns. *Am J Orthod* 89(5):363-381, 1986.

64. Sassouni V, Nanda S. Analysis of dentofacial vertical proportions. Am J Orthod 50:279-300, 1980.
65. Epker BN, O'yan F. Determinants of Class II dentofacial morphology: I. A biomechanical theory. In McNamara JA, The effect of surgical intervention on craniofacial growth, Monograph 12, Craniofacial Growth Series, Ann Arbor, University of Michigan, 1982.
66. Proffit WR, Fields WH. Occlusal forces in normal- and long-face children. J Dent Res 62(5):571-574,1983.
67. Proffit WR, Fields WH, Nixon WL. Occlusal forces in normal- and long-face adults. J Dent Res 62(5):566-571,1983.
68. Kiliaridis S, Kjellberg H, Wenneberg B, Engström C. The relation between maximal bite force, bite force endurance, and facial morphology. Acta Odontol Scand 51:323-331, 1993.
69. Shiau Y-Y, Wang J-S. The effects of dental condition on hand strength and maximum bite force. J Craniomandibular Pract 11:48-54,1993.
70. Garner LD, Kotwal NS. Correlation study of incisive biting forces with age, sex and anterior occlusion. J Dent Res 52:698-702,1973.
71. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Bite force in pre-orthodontic children with unilateral crossbite. Eur J Orthod 23:6;741-749, 2001.
72. Moller E, Bakke M. Occlusal harmony and disharmony: Frauds in clinical dentistry. Int Dent J 38:7-18,1988.

YAZIŞMA ADRESİ:

Doç. Dr. Nilüfer DARENDELİLER
Gazi Üniversitesi
Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
06510 82. Sokak Emek-ANKARA
Tel: 0 312 212 62 20 / 318
Faks: 0 312 213 09 60
E-mail: darende@gazi.edu.tr