

Özgün araştırma makalesi

Maksiller transvers darlığın düzeltiminde kullanılan leaf ekspansiyon apareyinin reaktif kuvvetlerinin belirlenmesi

Nurver Karslı , Özgür Kocaali 

Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmanın amacı, in-vitro ortamdaki genişletme esnasında Leaf Ekspansiyon vidalarının oluşturduğu reaktif kuvvetleri belirlemektir.

GEREÇ VE YÖNTEM: Çalışmada 450 g-6 mm, 900 g-6mm, 450 g-9 mm ve 900 g-9 mm olmak üzere 4 çeşit Leaf Ekspansiyon vidası kullanılmıştır. Bu vidaların açılma (uzama) miktarına bağlı olarak çeneye uyguladığı kuvvetler çalışmaya özgü olarak tasarlanarak üretilen küçük boyutlu bir kuvvet ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Her bir vidanın ürettiği kuvvet açılma mesafesine bağlı olarak belirlenmiştir. Mikrometre her adımda 0.01 mm hareket ettirilerek apareyin yük hücrelerinde oluşturduğu kuvvet bir yük hücresi yardımıyla ölçülmüştür. Bu kuvvetler bir yazılım programında kayıt altına alınmış ve kuvvetin açılma miktarına bağlı değişimini veren grafikler oluşturulmuştur.

BULGULAR: 450 g-6 mm, 900 g-6 mm, 450 g-9 mm ve 900 g-9 mm Leaf Ekspansiyon apareylerinin oluşturduğu kuvvetler sırasıyla 422.7 ± 94.1 g, 778.5 ± 142.2 g, 421.1 ± 53.8 g ve 851.4 ± 146.8 g olarak ölçülmüştür.

SONUÇ: Test edilen tüm Leaf Ekspansiyon vidalarında ölçülen kuvvetler, firmanın belirttiği nominal kuvvet değerlerine yakın ve kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Maksiller ekspansiyon; sıkıştırıcı kuvvet; titanyum nikelid

KAYNAK GÖSTERMEK İÇİN: Karslı N, Kocaali Ö. Maksiller transvers darlığın düzeltiminde kullanılan leaf ekspansiyon apareyinin reaktif kuvvetlerinin belirlenmesi. Acta Odontol Turc 2023;40(3):73-8

Editör: Nehir Canıgür Bavbek, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye

Makale gönderiliş tarihi: 7 Haziran 2022; Yayına kabul tarihi: 2 Ocak 2023
*İletişim: Dr. Öğr. Üyesi Nurver Karslı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Anabilim Dalı Öğretim Üyesi, Trabzon, Türkiye; E-posta: dnurverkarqli@hotmail.com

YAYIN HAKKI: © 2023 Karslı N ve Kocaali Ö. Bu eserin yayın hakkı [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) ile ruhsatlandırılmıştır. Sınırsız kullanım, dağıtım ve her türlü ortamda çoğaltım, yazarlar ve kaynağın belirtilmesi kaydıyla serbesttir.

FINANSAL DESTEK: Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından THD-2021-9794 proje koduyla desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Bulunmamaktadır.

[Abstract in English is at the end of the manuscript]

Giriş

Maksiller transversal uyumsuzluk ortodontide oldukça sık görülen iskeletsel deformitelerden biridir.¹ Maksiller darlık vakalarında görülen posterior çapraz kapanış, maksiller posterior dişlerin bukkal tüberküllerinin mandibular dişlerin bukkal tüberküllerinden daha palatinalde yer almasıdır.² Günümüzde posterior çapraz kapanışın tedavisinde hızlı veya yavaş genişletme protokolüyle uygulanan pek çok aparey kullanılmaktadır. Nikel Titanyum (NiTi) alaşımı içeren apareyler, yavaş üst çene genişletmesi için yakın geçmişte kullanıma sunulmuştur. NiTi apareyler, alaşımın özelliği olan şekil hafızasının avantajına sahiptir ve böylece sabit ve sürekli bir kuvvet uygulamaktadır.³ Ayrıca, paslanmaz çeliğe göre daha güçlü, esnek ve daha uzun etki aralığına sahiptir.⁴

Arndt⁴, iki adet NiTi loop içeren genişletme apareyi ile, vida çevrilmesi konusunda hastaların ve ailelerinin kooperasyon ihtiyacını ortadan kaldırmıştır. Ağız içindeki ısı ortamında, martensitik fazdan östenitik faza geçerken 180-300 g kuvvet üretmektedir. NiTi alaşımdan oluşan genişletme apareyinin diğer örneği olan ve her 3 mm'lik aktivasyonda 350 g kuvvet uygulayan Nitanyum Genişletme Apareyi 2 (NPE2), Corbett⁵ tarafından geliştirilmiştir. Yavaş üst çene genişletmesinde kullanılmasının yanı sıra molar rotasyonu ve distalizasyonunda da kullanılabilir.⁵ Wichelhaus ve ark⁶ 2004 yılında, NiTi içerikli Hafızalı Palatal Split Vidasını tanıtmışlardır. Apareyin vida bölmesinde açık yaylar bulunmakta ve devamlı kuvvet

uygulamaktadırlar. Hasta kooperasyonu gerektiren bu yöntemde, araştırmacılar vidanın günde altı çeyrek tur çevrilerek aktive edilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada, 1.224 – 1.428 g kuvvet üreten bu vidanın 6 aylık kullanımıyla, midpalatal sutureda ayrılma meydana geldiği gösterilmiştir.⁶

Yaprak şeklinde elemanlar içeren Leaf Ekspansiyon Apareyi, Leone firması (Floransa, İtalya) tarafından 2013 yılında tanıtılmıştır.⁷ Bu aparey, konvansiyonel hızlı genişletme apareyine benzemekte olup merkezdeki vidaya ilave olarak nikel titanyumdan oluşan yapraklar içermektedir. Aparey aktivasyon sonrasında, yaprakların deaktivasyon boyunca orijinal haline dönmesiyle üst arkın genişlemesini sağlamaktadır.⁸ Erken karışık dişlenme döneminde, bantlar vasıtasıyla genellikle ikinci süt azı dişlerinden destek almakta olup, ön kolları süt kanin dişlere kadar uzanmaktadır.⁹ Bu apareyler 2015 yılında, 6 mm veya 10 mm uzunluk, hafif (500 g) ve orta kuvvet (900 g) üreten seçenekleriyle sunulmuştur.¹⁰ Günümüzde bu apareyin 450 g veya 900 g kuvvet üreten, 6 ve 9 mm uzunluğa sahip seçenekleri bulunmaktadır. Apareyin 6 mm genişletme sağlayan modelinde 2 adet yaprak biçiminde yay bulunup 30 tura kadar aktive edilmekte, 9 mm genişletme sağlayan modelinde ise 3 adet yaprak biçiminde yay bulunup 45 tura kadar aktive edilebilmektedir. Her ikisinde de bir turda 0.1 mm kadar aktivasyon elde edilmektedir.⁹

Lanteri ve ark.⁸ yaptıkları çalışmada erken karışık dişlenme dönemindeki hastalarda Leaf Ekspansiyon Apareyinin etkinliğini değerlendirmişlerdir. Çalışmaya dahil edilen posterior çapraz kapanışa sahip toplam 10 hasta ortalama 4 ayda tedavi edilmiştir. Maksillanın transversal boyutu ve anterior mandibuler genişlik ile ilgili ölçümlerde anlamlı artışlar tespit edilmiştir.

Benhamour ve Brezulier¹¹ ise yaptıkları çalışmada, gelişimi devam eden hastalarda Leaf Ekspansiyon Apareyi ve Hyrax apareyinin dental etkilerini karşılaştırmışlardır. Leaf Ekspansiyon Apareyi grubunda maksiller kaninlerde ve küçük azılarda daha fazla devrilme tespit edilirken, molar dişlerde Hyrax grubuna göre daha az bukkal devrilme izlenmiştir. Leaf Ekspansiyon Apareyi ile, maksiller birinci molarlar hariç diğer dişlerde, Hyrax apareyine göre ortalama olarak daha fazla diş hareketi elde edilmiştir.

Paoloni ve ark.¹², karma dentisyon dönemindeki hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada Leaf Ekspansiyon Apareyi ile hızlı maksiller ekspansiyon apareyinin dentoalveoler etkilerini karşılaştırmayı hedeflemişlerdir. Maksiller transversal ölçümlerde her iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

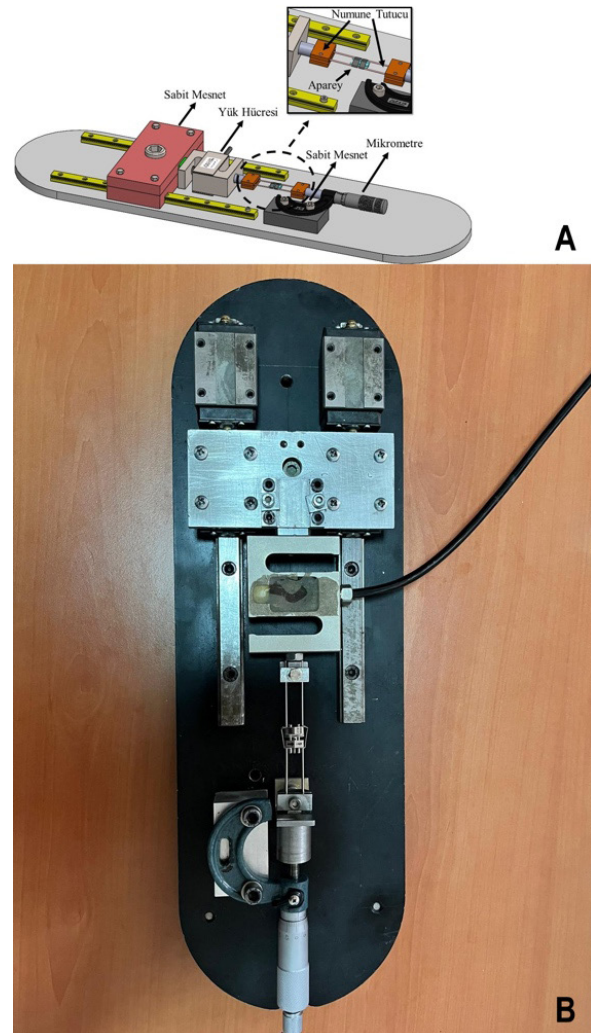
Serafin ve ark.¹³'nün maksiller süt dişlerinden ankraj olarak ve çıkarılacak KIBT (Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi) kullanarak Leaf Ekspansiyon Apareyi ile Hyrax tipi hızlı maksiller ekspansiyon apareyleri ile genişletme sonrası iskelet ve dental değişiklikleri karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarında, her iki grupta da hem iskeletsel hem de dentoalveolar transversal genişletmenin etkili bir şekilde gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Lowe ve ark.¹⁴ Leaf Ekspansiyon Apareylerinin reaktif kuvvetlerini Dillion Quantrol TC2-i cihazı ile ölçtükleri çalışmada, kuvvet kayıpları meydana geldiğini ve bu durumun sürtünme kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir.

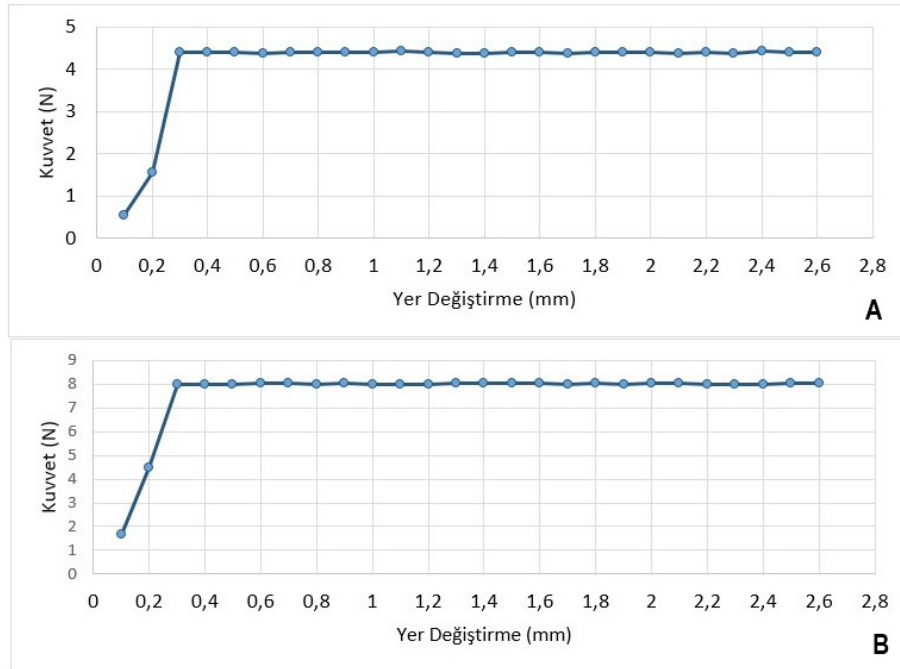
Leaf Ekspansiyon Apareylerinin mekanik özelliklerini piyasada bulunan cihazlar ile araştıran birçok çalışmaya rağmen bu çalışma ile, kendi tasarladığımız bir mekanik düzenek yardımıyla *in vitro* ortamda genişletme protokolü esnasında Leaf Ekspansiyon vidalarının reaktif kuvvetlerini belirlemek ve yeni bir bakış açısı sunabilmek amaçlanmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Genişletme vidalarının ürettiği kuvvetlerin ölçümü ve raporlanması Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde yapılmıştır. Çalışmamızda bükülmemiş 4 adet Leaf Ekspansiyon vidasının ürettiği kuvvet ölçülmüştür. Üreticinin verdiği bilgi doğrultusunda 4 adet vidanın kuvvet ve genişletme miktarları sırasıyla 450 g-6 mm, 900 g-6 mm, 450 g-9 mm ve 900 g-9 mm'dir.



Şekil 1. A. Kuvvet-uzama ölçere ait şematik görünüm B. Deneysel ölçümlerde kullanılan kuvvet-uzama ölçerin üstten fotoğrafı



Şekil 2. A. 450 g-6 mm; **B.** 900 g-6 mm nominal değerlerine sahip Leaf Ekspansiyon Apareyinin uyguladığı kuvvetin yer değiştirme (açılma) miktarına bağlı olarak değişimi

Leaf Ekspansiyon vidasının açılma miktarına bağlı olarak ürettiği kuvvetin ölçümü Şekil 1’de gösterilen bir kuvvet-uzama ölçer cihazı tasarlanmış ve üretilmiştir. Bu cihaz apareylerin kuvvet değerlerinin belirlenmesinde kullanılan çekme test makineleri referans alınarak tasarlanmıştır. Ancak bu cihazda çekme makinelerindeki dikey hareket apareyin çene içindeki konumu dikkate alınarak yatay konuma dönüştürülmüştür. Tasarlanan cihaz, birbirine karşılıklı yerleştirilmiş konumu ayarlanabilir iki sabit mesnetten, 100 kg kapasiteli bir yük hücrelerinden (load cell), 0.01 mm hassasiyete sahip bir mikrometreden, iki adet numune tutucudan ve bir adet veri işleme kartından oluşmaktadır. Karşılıklı iki mesnetten birine yük hücresi diğerine ise mikrometre sabit bir biçimde yerleştirilmiştir. Yük hücresinin ve mikrometrenin uç kısımlarına vidaların açılması sırasında oluşabilecek dönme hareketlerini karşılayan konum ayarlı hareketli iki yatak tutturulmuştur. Vidalar konum ayarlı hareketli yataklara sabit bir biçimde bağlanmıştır. Apareyi kapalı durumda sabit tutan bağlantı yayı kesildikten sonra mikrometre her bir adımda 0.01 mm hareket ettirilerek vidalar açılmış ve bu açılmaya karşılık gelen kuvvet yük hücrelerinde ölçülmüştür. Ölçülen kuvvetler bir yazılım programı yardımıyla sürekli kayıt altına alınmış ve bir grafik programı kullanılarak kuvvet-uzama grafiklerine

dönüştürülmüştür. Her bir vida üç kez aktive edilmiştir.

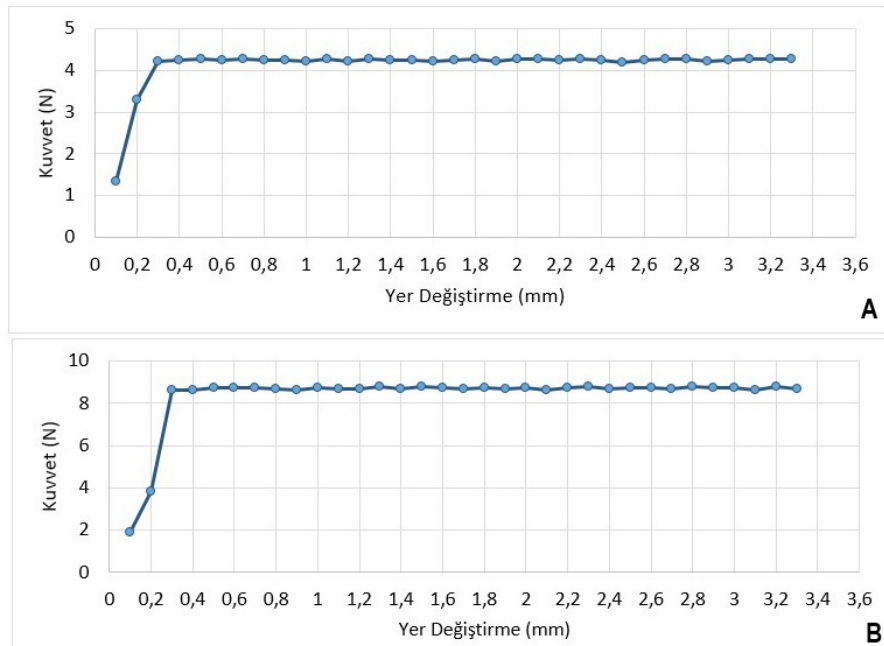
BULGULAR

450 g-6 mm, 900 g-6 mm, 450 g-9 mm ve 900 g-9 mm değerlerine sahip Leaf Ekspansiyon vidalarının kuvvet-uzama eğrileri sırasıyla Şekil 2 ve Şekil 3’te verilmiştir. 6 mm aralığa sahip vida 2.6 mm ve 9 mm aralığa sahip vida ise 3.3 mm açılma sergilemiştir. Bu değerlere ulaşabilmek için mikrometre 26 ve 33 adım döndürülmüştür. Bunun sonucunda, 450 g-6 mm, 900 g-6 mm, 450 g-9 mm ve 900 g-9 mm değerlerine sahip apareylerin en yüksek açıklıkta ulaştıkları kuvvet değerleri sırasıyla 4.1 ± 0.9 N (422.7 ± 94.1 g), 7.6 ± 1.4 N (778.5 ± 142.2 g), 4.1 ± 0.5 N (421.1 ± 53.8 g) ve 8.3 ± 1.4 N (851.4 ± 146.8 g) olarak belirlenmiştir.

Her bir vida için deneysel çalışmadan elde edilen kuvvetlerin üretici firma tarafından belirtilen kuvvetler ile karşılaştırılması Tablo 1’de verilmiştir. Söz konusu tablodan ölçülen kuvvetlerin üretici firmanın belirttiği değerlerden 450 g-6 mm, 900 g-6 mm, 450 g-9 mm ve 900 g-9 mm vidalar için sırasıyla 27.3 g, 121.5 g, 28.9 g ve 48.6 g kadar daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Leaf Ekspansiyon Apareylerinin deneysel ölçülen kuvvet değerlerinin üretici firma tarafından belirtilen nominal değerler ile karşılaştırılması

Aparey	Deneysel veriler (g)	Üretici firma verileri (g)	Ortalama fark (g)
450 g- 6 mm	422.7 ± 94.1	450	-27.3
900 g- 6 mm	778.5 ± 142.2	900	-121.5
450 g- 9 mm	421.1 ± 53.8	450	-28.9
900 g- 9 mm	851.4 ± 146.8	900	-48.6



Şekil 3. A. 450 g-9 mm; B. 900 g-9 mm nominal değerlerine sahip Leaf Ekspansiyon Apareyinin uyguladığı kuvvetin yer değiştirme (açılma) miktarına bağlı olarak değişimi

TARTIŞMA

Çalışmamızda, vida çevrilmesi ihtiyacını ortadan kaldıran nikel titanyum içerikli yavaş üst çene genişletme apareylerinin kullanıldığı çalışmalardan^{4,5,15} sonra son dönemde piyasaya sunulan hem vida hem de nikel titanyum alaşımı içeren Leaf Ekspansiyon vidası kullanılmıştır. Genellikle erken dönemdeki hastalarda kullanılan bu vidalı apareylerin, hasta kooperasyonu gerektirmemesinin yanı sıra daimi dişlerden destek alınmadığı için bu dişlerde ve çevre dokularında harabiyet riski yaratmaması gibi avantajları bulunmaktadır.⁹ Yavaş üst çene genişletme protokolünün hızlı genişletme protokolüne göre fizyolojik olarak daha uygun ve daha az ağrılı olduğu bildirilmiştir.¹⁶ Yavaş genişletme protokolünde uygulanan kuvvetler; maksiller ve kraniyofasiyal yapılarda, daha az rezidüel yük birikimi sağlamak ve daha sağlıklı bir doku adaptasyonu oluşturmaktadır.¹⁷ Bu sayede yavaş genişletme protokolünde doku bütünlüğü önemli bir hasara uğramadığı için relaps oranının daha az olabileceği rapor edilmiştir.¹⁸

Bu çalışma kapsamında tasarlanan cihazda tek taraflı yük hücresi kullanılmıştır. Bunun nedeni, statik açıdan vidanın her iki mesnet tarafına gelen reaksiyon kuvvetlerinin eşit olmasıdır. Diğer taraftan yük hücresinin tek taraflı kullanılması hem tasarım hem de açılma miktarının hassas kontrolü açısından daha etkin olmaktadır. Nitekim Lowe ve ark.¹⁴ da yaptıkları çalışmada tek taraflı yük hücresi içeren bir cihaz kullanmıştır.

DeneySEL ölçümler sonucunda vidaların ürettiği kuvvetlerin üretici firmanın belirlediği kuvvetlerden düşük olduğu ancak ölçülen kuvvetlerin standart sapması dikkate alındığında bu kuvvetlerin üretici firma tarafından belirtilen değerlerle hemen hemen aynı büyüklüklere sahip olduğu belirlenmiştir. Söz konusu bu bulgular vi-

dalarda kullanılan yayın davranış karakteristiğine göre açıklanabilir.

Vidalar incelendiğinde, açılmayı sağlayan yayın yaprak biçiminde olduğu ve kapalı durumda aparey açıklığının merkezinde bulunan vidalı bir mil ile baskı altında tutulduğu gözlenmiştir. Yaprak biçiminde açılan yay yaprağın merkezine etki eden mili itmekte ve bu itme kuvveti ile apareyin kolları çeneye baskı uygulamaktadır. 6 mm açıklığa sahip vidalarda tek, 9 mm açıklığa sahip vidalarda ise bir tek bir de yarım yaprak yay bulunmaktadır. Açıklık 6 mm ve 9 mm olsa da bu yaylar yaprağın merkezinde pasif durumda sırasıyla maksimum 3 ve 4 mm'lik bir açılma sergilemektedir. Ancak yaylar elastik davranış sergileyen elemanlardır. Bu yaylar açılma sırasında her ne kadar bir kuvvet oluştursalar da aparey kollarından gelen direnç kuvvetlerinden dolayı bir miktar geri toplanma eğilimi sergilerler. Bu nedenle vidaların pasif durumda ölçülen açılma aralıkları aktif durumda 6 mm ve 9 mm açıklığa sahip apareyler için sırasıyla 2.6 mm ve 3.3 mm olarak ölçülmüştür. Bu durum deneysel olarak ölçülen kuvvetlerin az da olsa üretici firma tarafından belirtilen değerlerden düşük olmasına yol açmıştır. Nitekim, Lowe ve ark.¹⁴ tarafından yapılan çalışmada da ölçüm sonucunda Leaf Ekspansiyon Apareylerinde elde ettikleri kuvvetlerin nominal değerlerinden 24.65 g kadar düşük olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca bu değerlerin bükülmüş apareylerde yaklaşık 21.35 g olduğunu, aradaki farkın ise aparey kollarının bükülmesi sonucu ortaya çıkan rijitlikten kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Leone firması da ürettiği apareylerin kalite testlerinde nominal kuvvetlerden 500 g-6 mm ve 500 g-10 mm modelleri için yaklaşık 100 g daha düşük kuvvetler ölçmüştür.

Söz konusu verilerden yola çıkarak bu çalışmadan elde edilen sonuçların literatür çalışmalarıyla uyumlu olduğu gözlenmiştir; düşük kuvvet değerlerinin aparey kollarına etki eden direnç kuvvetleri nedeniyle yayda meydana gelen toparlanmaya bağlı olarak nominal açıklığa ulaşılmasından kaynaklandığı öngörülmüştür. Dolayısıyla klinik olarak bir ekspansiyon apareyi seçimi yaparken, üretici firma tarafından belirtilen nominal açıklık ve kuvvet değerlerinin kesin bir değer olmadığı dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, piyasaya sunulan vidalarla ilgili tam nominal değerler yerine aralıklı değerleri verilmesi (örneğin açıklık aralığı 5-6 mm kuvvet 400-500 g şeklinde) tedavinin daha sağlıklı yürütülmesinde etkin rol oynayabilir.¹⁴⁻¹⁹

Halazonetis ve ark.²⁰ gerilmiş yanakların maksiller genişlemeye dirence katkısını değerlendirdikleri çalışmada, bu direncin genişletmenin mm'si başına 0.6 g/cm² olduğunu ve bunun da ihmal edilebilir düzeyde olduğunu belirtmişlerdir.

Bu apareyleri klinik olarak veya hatta suya batırılmış halde test etmek, tükürüğün cihazlar üzerindeki etkilerini daha iyi tahmin etmemizi sağlayacaktır. Örneğin tükürük, ekspansiyon apareylerini kayganlaştırabilir ve gözlemlenen kilitleme (binding) etkisinin üstesinden gelmeye yardımcı olabilir.¹⁴

Bu çalışmanın limitasyonları göz önünde bulundurulduğunda, gelecek çalışmalarda örneklem sayıları artırılabilir. Diğer taraftan apareylerin büküm açılarının kuvvet üzerindeki etkisi araştırılabilir. Bu işlem için bir çene modeli oluşturulup yapay ağız ortamında hem sayısal hem de deneysel çalışmalar yapılarak sonuçlar karşılaştırılabilir.

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Apareyler üretici tarafından belirtilen nominal değerlerden kabul edilebilir sınırlar içerisinde düşük kuvvet değerleri sergilemektedir.
2. 6 mm ve 9 mm genişletme miktarına sahip vidalarda bulunan yaprak yay, vidanın pasif olması durumunda sırasıyla 3 mm ve 4 mm açıklık sergilemektedir. Bu açıklık apareyin aktif olması durumunda ters direnç kuvvetine bağlı olarak yayda meydana gelen toparlanma sonucu 2.6 mm ve 3.3 mm değerlerine düşmektedir.
3. Apareyin aktif olduğu durumda nominal değerinden daha az açıklık sergilemesi nominal kuvvetlerden az da olsa daha düşük kuvvetlerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından denklemlen THD-2021-9794 kodlu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Söz konusu proje birimin yetkilerine, çalışmada emeği geçenlere ve Makine Mühendisliği öğretim üyesi Prof. Dr. Yasin Alemdağ'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. Kiliç N, Oktay H. Effects of rapid maxillary expansion on nasal breathing and some naso-respiratory and breathing problems in growing children: a literature review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2008;72:1595-601.
2. Algharbi M, Bazargani F, Dimberg L. Do different maxillary expansion appliances influence the outcomes of the treatment? *Eur J Orthod* 2018;40:97-106.
3. Ferrario VF, Garattini G, Colombo A, Filippi V, Pozzoli S, Sforza C. Quantitative effects of a nickel-titanium palatal expander on skeletal and dental structures in the primary and mixed dentition: a preliminary study. *Eur J Orthod* 2003;25:401-10.
4. Arndt WV. Nickel titanium palatal expander. *J Clin Orthod* 1993;27:129-37.
5. Corbett MC. Slow and continuous maxillary expansion, molar rotation, and molar distalization. *J Clin Orthod* 1997;31:253-63.
6. Wichelhaus A, Geserick M, Ball J. A new nickel titanium rapid maxillary expansion screw. *J Clin Orthod* 2004;38:677-80.
7. Lanteri C, Beretta M, Lanteri V, Gianolio A, Cherchi C, Franchi L. The Leaf expander for non-compliance treatment in the mixed dentition. *J Clin Orthod* 2016;50:552-60.
8. Lanteri V, Gianolio A, Gualandi G, Beretta M. Maxillary tridimensional changes after slow expansion with leaf expander in a sample of growing patients: a pilot study. *Eur J Paediatr Dent* 2018;19:29-34.
9. Vella M, Cressoni P, Tripicchio C, Mainardi E, Esposito L. Early treatment with a slow maxillary Ni-Ti Leaf Springs Expander. *Appl Sci* 2021;11:4541.
10. Gianolio A, Lanteri C, Lanteri V, Cherchi C. A new device for calibrated maxillary expansion: The nickel titanium Memoria Leaf Spring Activated Expander. *OrthoNews* 2015;38:1-9.
11. Benhamour S, Brezulier D. Hyrax versus Leaf expander in growing patients, what about adverse dental effects? A retrospective study. *Int Orthod* 2022;20:100684.
12. Paoloni V, Giuntini V, Lione R, Nieri M, Barone V, Merlo MM, et al. Comparison of the dento-skeletal effects produced by Leaf expander versus rapid maxillary expander in prepubertal patients: a two-center randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 2022;44:163-9.
13. Serafin M, Fastuca R, Caprioglio A. CBCT analysis of dento-skeletal changes after rapid versus slow maxillary expansion on deciduous teeth: a randomized clinical trial. *J Clin Med* 2022;11:4887.
14. Lowe R, Makowka S, Manzella K, Warunek S, Al-Jewair T. Mechanical properties of the NiTi Memoria Leaf Spring Activated Expander (NiTi MLSAE) for maxillary transverse discrepancy correction: an in-vitro study. *J Clin Exp Dent* 2020;12:e154-60.
15. Marzban R, Nanda R. Slow maxillary expansion with nickel titanium. *J Clin Orthod* 1999;33:431-41.
16. Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, Bollen AM. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: a retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:331-9.
17. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;91:3-14.
18. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod* 1982;81:32-7.
19. Camporesi M, Franchi L, Doldo T, Defraia E. Evaluation of mechanical properties of three different screws for rapid maxillary expansion. *Biomed Eng Online* 2013;12:128.
20. Halazonetis DJ, Katsavrias E, Spyropoulos MN. Changes in cheek pressure following rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod* 1994;16:295-300.

Evaluation of reactive forces of leaf expander appliance used in correction of maxillary transverse discrepancy

ABSTRACT

OBJECTIVE: The aim of this study is to determine the reactive forces of Leaf Expanders during expansion in in-vitro environment.

MATERIALS AND METHOD: In this study, 4 types of Leaf Expansion screws, 450 g-6 mm, 900 g-6mm, 450 g-9 mm and 900 g-9 mm, were used. The forces applied by these screws to the jaw depending on the amount of opening (elongation) were measured with a small-sized force measuring device designed specially for this study. The force produced by each screw was determined depending

on the opening distance. The force created by the appliance in the load cell was measured with the load cell by moving the micrometer 0.01 mm at each step. These forces were recorded in a software program and graphs were created showing the changes in force-depending on the amount of opening.

RESULTS: The forces produced by the Leaf Expansion appliances were measured as 422.7 ± 94.1 g, 778.5 ± 142.2 g, 421.1 ± 53.8 g and 851.4 ± 146.8 g, respectively.

CONCLUSION: The forces measured in all Leaf Expansion screws tested were close to the nominal force values reported by the company and were within acceptable limits.

KEYWORDS: Maxillary expansion; compressive strength; titanium nickelide