

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



FARKLI TİPTEKİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME
VİDALARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Elif EREN

Ortodonti Anabilim Dalı
Ortodonti Programı

MART, 2024

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



FARKLI TİPTEKİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME
VİDALARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Elif EREN
(Y1916.150001)

Ortodonti Anabilim Dalı
Ortodonti Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Zafer Beyza HANCIOĞLU KIRCELLİ

MART, 2024

ONAY FORMU

**FARKLI TİPTEKİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME VİDALARININ
MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

ONUR SÖZÜ

Doktora tezi olarak sunduğum “Farklı Tipteki Hızlı Üst Çene Genişletme Vidalarının Mekanik Özelliklerinin Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Kaynakça ’da gösterilenlerden olduğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (07/03/2024)

Elif EREN

ÖNSÖZ

Doktora eğitim sürecim boyunca, bilgi ve tecrübeleriyle her zaman yardımlarıyla yanımda olan, tezimi başından sonuna kadar özenle takip eden ve katkılarını sağlayan aynı zamanda karakteriyle hayatıma ışık tutan ve öğrencisi olmaktan gurur duyduğum saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Prof.Dr. Beyza Hancıoğlu KIRCELLİ'ye

Eğitim sürecim boyunca akademik ve mesleki deneyimlerinden faydalandığım başta anabilim dalı başkanımız Doç.Dr. Ahmet Karaman ve anabilim dalındaki kıymetli hocalarıma,

Doktora eğitimim boyunca ve mesleki anlamda gelişmeme katkı sağlayan, Doç.Dr. Delal Dara Kılınç ve Doç.Dr. Ufuk Ok,

Tez çalışmamda ve mesleki hayatımda değerli deneyimlerini benimle paylaşan Prof. Dr. Ahmet Keleş'e ve Doç. Dr. Sertaç Aksakallı'ya,

Doktora tez sürecimde laboratuvar çalışmalarında desteğini ve yardımlarını esirgemeyen AREL Üniversitesi POTKAM Laboratuvarında olan Öğr. Gör. Erdi Buluş ve tüm öğretim üyelerine,

Doktora eğitimim süresince aile olduğumuz ve tez dönemim boyunca manevi desteklerini her an hissettiğim eş kıdemlim Dt. Nourtzan Kechagia ve tüm doktora öğrencisi arkadaşlarıma,

Doktora eğitim sürecim ve tez çalışmalarım boyunca sonsuz destek ve anlayışları için annem, babam, kardeşlerime ve sevgili eşime,

Sonsuz teşekkür ederim.

Mart, 2024

Elif EREN

FARKLI TİPTEKİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETME VİDALARININ MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu in vitro çalışmanın amacı, farklı tipteki hızlı üst çene genişletme vidalarının mekanik özelliklerinin değerlendirilmesidir. Keles Keyless Expander (KKE), Leone A2620 Orthogonal Arm ve Forestadent Snaplock Expander olmak üzere 3 adet hızlı üst çene genişletme vidalarının mekanik özellikleri İstanbul Arel Üniversitesi POTKAM Araştırma Merkezinde Devotrans CKS-III çekme-basma cihazı altında gösterdiği kuvvetler test edilmiştir. Ayrıca, Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak her vidanın başlangıç ve bitim görüntüleri değerlendirilmiştir. Vidaların mekanik özelliklerinin değerlendirilmesinin yapılabilmesi için hepsi aynı alçı dental model üzerine yerleştirilmiştir. Devotrans CKS-III basma-çekme cihazı, 1'den-20'ye kadar olan vida aktivasyonlarında oluşturulan kuvvetleri kaydetmiştir. Her vida on kere test edilmiştir. Farklı tipteki vidaların hangi turlarda kaç newtonluk kuvvet gösterdiğini ve aktive edilen turlar arasındaki karşılaştırmalarını Kruskal- Wallis, Shapiro-Wilk, Friedman ve Dunn testleri ile istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmamız sonucunda, grup içi kuvvetler değerlendirildiğinde vidaların 1. aktivasyon kuvvet ortancaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Keles Keyless Expander HÜÇG vidası en yüksek kuvveti göstermiştir. 1.-20. aktivasyona kadar olan grup içindeki kuvvet ortancaları karşılaştırıldığında sırasıyla en fazla Forestadent, KKE ve Leone grubunda yüksek bulunmuştur. Gruplar arası vidalara ait karşılaştırma sonuçlarında, Forestadent ve KKE grubu istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ancak Leone grubu diğer iki gruba göre kuvvetleri istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucunda her aktivasyonda iletilen kuvvet miktarı sırasıyla en fazla Forestadent, Keyless ve Leone vidalarında bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hızlı üst çene genişletme vidası, Mekanik test, Kuvvet

EVALUTION OF MECHANICAL PROPERTIES OF THREE DIFFERENT TYPES OF RAPID MAXILLARY EXPANSION SCREWS

ABSTRACT

The aim of this in vitro study was to evaluate the mechanical properties of different types of rapid maxillary expansion screws. The mechanical properties of 3 rapid maxillary expansion screws, Keles Keyless Expander (KKE), Leone A2620 Orthogonal Arm and Forestadent Snaplock Expander, were tested at the Istanbul Arel University POTKAM Research Center, and the forces they showed under the compression-pull device Devotrans CKS-III. In addition, the first and last images of each screw were evaluated using Scanning Electron Microscopy. All of them were placed on the same plaster dental model so that the mechanical properties of the screws could be evaluated. The Devotrans CKS-III compression-pull device recorded the forces generated in each screw activations from 1 to 20. Each screw has been tested ten times. Statistical analysis of different types of screws showing how many newtons of force in which turns and comparisons between the activated forces were carried out by Kruskal-Wallis, Shapiro-Wilk, Friedman and Dunn tests. As a result of our study, when the forces within the group were evaluated, a statistically significant difference was found between the first round force medians of the screws. The KKE RME screw showed the highest force. When the strength medians in the group from the 1st to the 20th round were compared, they were found to be highest in the Forestadent, KKE and Leone groups, respectively. In the comparison results of the screws between the groups, it was not found to be statistically significant difference in the Forestadent and KKE groups, but the forces of the Leone group were found to be lower than the other two groups. It was determined that the rapid maxillary expansion screws that showed the most force in different activation rounds were Forestadent, Keyless and Leone, respectively.

Keywords: Rapid maxillary expansion screw, Mechanical test, Force

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
I.GİRİŞ.....	1
II. GENEL BİLGİLER	4
A.Büyüme Gelişim.....	4
B. Tarihçe	5
C. Posterior Çapraz Kapanış	8
1. Posterior Çapraz Kapanış Tanımı.....	8
2. Dişsel Posterior Çapraz Kapanış	9
3. İskeletsel Posterior Çapraz Kapanış	9
4. Fonksiyonel Posterior Çapraz Kapanış	9
5. Görülme Sıklığı.....	10
6. Etiyoloji.....	10
7.Tanı.....	12
8.Tedavi.....	14
D. Hızlı Üst Çene Genişletmesi (HÜÇG)	15
1.Hızlı Üst Çene Genişletmesi Endikasyonları	16

2. Hızlı Üst Çene Genişletmesi Kontraendikasyonları	17
3. Mekanizma	17
4. Vida Çevirme Protokolü ve Kuvvet	18
5. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Aygıtlar	20
6. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dişsel Etkileri	23
7. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin İskeletsel Etkileri	25
8. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Havayoluna Etkisi	28
9. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Zamanlama	29
10. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Pekiştirme ve Nüks	31
E. Alt-RAMEC Protokolü	32
F. Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi	34
G. Ortodontide Kullanılan Materyallerin Fiziksel Özellikleri	35
1. Elastikiyet	35
2. Katılık	36
3. Mukavemet (Dayanıklılık)	36
4. Yorgunluk	36
5. Korozyon	37
H. Alan Emisyon Tabancalı Taramalı Elektron Mikroskobu	37
III. GEREÇ VE YÖNTEM	38
A. HÜÇG Vidalarının Hazırlanması	38
B. Devotrans DVT UZM K3 Çekme-Basma Cihazının kullanımı	39
C. Alan Emisyon Tabancalı Taramalı Elektron Mikroskobu Kullanımı	40
D. İstatistiksel Yöntem	41
IV. BULGULAR	42
A. Vidaların Her Bir Aktivasyondaki Kuvvet Değerlerinin Karşılaştırılması	42
B. Grupları içi 1., 5., 10., 15. ve 20. Aktivasyon Kuvvet Değerlerinin Karşılaştırılması	43
C. 1'den 20'ye Kadar Olan Aktivasyonlarda Vidalara Ait Çoklu Karşılaştırma Sonuçları	44

D. Her Bir Grup İçerisinde 1., 5., 10., 15. ve 20. Aktivasyonlara Ait Çoklu Karşılaştırma Değerleri	45
E. Alan Emisyon Tabanlı Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri.....	46
V. TARTIŞMA	52
VI. SONUÇ	61
VII. KAYNAKÇA.....	62
ÖZGEÇMİŞ.....	83

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Vidaların dental alçı model üzerindeki görüntüsü	39
Şekil 2: HÜÇG vidalarının Devotrans DVT UZM K3 Çekme-Basma cihazına yerleştirilmesi.....	40
Şekil 3: Alan Emisyon Tabanlı Taramalı Elektron Mikroskopu Cihazı	41
Şekil 4: KKE VİDA T0 140x büyütme görüntüsü	46
Şekil 5: KKE VİDA T1 140x büyütme görüntüsü	47
Şekil 6: FORESTADENT VİDA T0 140x büyütme görüntüsü	48
Şekil 7: FORESTADENT VİDA T1 140x büyütme görüntüsü	49
Şekil 8: LEONE VİDA T0 140x büyütme görüntüsü	50
Şekil 9: LEONE VİDA T1 140x büyütme görüntüsü	51

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1: Vidalara göre her bir turdaki kuvvet değerlerinin karşılaştırılması.....	42
Çizelge 2: Gruplar içi 1., 5., 10., 15. ve 20. aktivasyonlarının karşılaştırılması.....	43
Çizelge 3: Her bir tur içerisinde vidalara ait çoklu karşılaştırma sonuçları.....	44
Çizelge 4: Her bir grup içerisinde 1., 5. 10., 15. ve 20. turlarına ait çoklu karşılaştırma	Error! Bookmark not defined.

KISALTMALAR LİSTESİ

HÜÇG : Hızlı Üst Çene Genişletmesi

KKE : Keles Keyless Expander

Alt-RAMEC : Alternative Rapid Maxillary Expansion Constriction

I.GİRİŞ

Hızlı üst çene genişletmesi tedavileri 1960'lı yılların ortalarından itibaren 140 yılı aşkın bir süredir yaygın olarak uygulanmaktadır. (Haas,1965: 200-217; Angell ,1860: 540-544; Cross et al., 2003: 519-28). Bu sebeple, maksillanın genişliğini artırmayı amaçlayan en etkili ortopedik tedavi hızlı üst çene genişletmesidir (Haas,1965: 200-217). HÜÇG'nin ilk kullanımı 1860 yılında Angell tarafından tanımlanmıştır (Angell, 1860: 540-544). Transvers uyumsuzluğun düzeltilmesi genellikle ortopedik ve ortodontik diş hareketlerinin bir kombinasyonu ile üst çenenin genişletilmesini gerektirir (Ceylan et al.,1996: 301-308). Posterior çapraz kapanış için çok sayıda erken tedavi alternatifi uygulanmış (Bishara and Staley, 1987: 3-14; Ninou and Stephens, 1994: 420-426; Petren et al.,2003: 588–596) ve hızlı üst çene genişletmesi (HÜÇG) en yaygın kullanılanlardan biri olmuştur. Sadece maksiller daralmayı düzeltmek için değil aynı zamanda diş arklarında çapraşıklığı giderip ek alan yaratmak için de kullanılmıştır (Harrison and Ashby, 2002: 2; Mcnamara et al.,2003: 344-353).

HÜÇG'de total genişletme üç bölümden oluşur: midpalatal sütür genişletmesi, alveolar genişletme ve dişsel devrilme (tipping). Posterior dişlere ağır ve hızlı kuvvetler uygulandığında diş hareketinin gerçekleşmesi için yeterli zaman kalmaz ve kuvvetler sütürlara iletilir. HÜÇG aygıtlarının uyguladığı kuvvet ortodontik diş hareketi ve sütür direnci için gereken sınırı aştığında sütürler açılır ve dişler destek kemiğe göre çok az hareket eder. HÜÇG aygıtı periodontal ligamanı sıkıştırır, alveoler prosesi eğer, ankraj alınan dişlerde devrilme oluşturur ve midpalatal sütür ile diğer tüm maksiller sütürleri yavaş yavaş açar. (Agarwal and Mathur ,2010: 139)

HÜÇG aygıtının ürettiği kuvvetler 7,54- 15,8 kg aralığında olduğu rapor edilmiştir (Zimring and Isaacson,1965: 178-186). Literatürde yapılan çalışmalarda hızlı üst çene

genişletme tedavisi sırasında ve sonrasında oluşan kuvvetler incelenmiş ve vidanın her aktivasyonu sonrasında en fazla kuvvetin meydana geldiği ve bu kuvvetin bir zaman sonra azaldığı belirtilmiştir. Vidanın çeyrek turluk aktivasyonu sonrasında ortalama olarak 1.5-4.5 kg'lık (3-10 pound) kuvvetin oluştuğu, bu kuvvetin vidanın tekrarlayan aktivasyonları ile toplam olarak arttığı ve genişletmenin 15. gününde yaklaşık 9 kg'lık (22 pound) bir kuvvetin biriktiği bildirilmiştir (Zimring and Isaacson,1965: 178-186; Isaacson and Ingram,1964: 256-260). Artan kuvvetlerin nedeni her bir aktivasyonda bir öncekine göre daha fazla kuvvet oluşması değil, oluşan kuvvetin diğer aktivasyona kadar tamamen sona ermemesi olarak gösterilmiştir. Çünkü bütün hastalarda tek aktivasyonun oluşturduğu kuvvet artışının sabit olduğu belirlenmiştir (Zimring and Isaacson,1965: 178-186).

Isaacson ve ark. 1964 yılında yaptığı çalışmada bir dinamometre yardımıyla ağız içinde HÜÇG tedavisi esnasında her aktivasyonda oluşan kuvveti ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan HÜÇG aпараты dişlere simante edilen ve damak mukozasında akrilik pedlerden destek alan Haas aпаратыdır. Dinamometre vidanın etrafına tel ile bağlanmış ve aktivasyon turlarındaki kuvvetler ölçülmüştür (Isaacson and Ingram,1964: 256-260; Zimring and Isaacson,1965: 178-186). Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde in vitro olarak vidaların mekanik etkinliğinden bahseden çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Camporesi ve ark. yapmış oldukları in vitro çalışmalarında HÜÇG vidalarının mekanik özelliklerini Instron cihazında ölçmüşlerdir. Çalışmalarında Leone, Forestadent ve Dentaurum vidalarının farklı turlarda aktive edilen kuvvetlerini kaydetmişlerdir (Camporesi et al., 2013: 1-9). Lombardo ve ark. yaptığı farklı bir in vitro çalışmada ise 10 farklı HÜÇG vidasını Instron 4467 cihazında mekanik özelliklerini test etmişlerdir. Çalışmalarının sonuçlarında 2 kollu ve 4 kollu olan HÜÇG vidalarının arasında mekanik farklılık olduğunu ifade etmişlerdir ve 2 kollu hyrax vidalarının 4 kollu vidalara göre daha fazla kuvvet ilettikleri belirtilmiştir. (Lombardo et al., 2016: 1-10)

KKE vidası ile yapılan çalışmalar ise çok azdır. KKE vidası ile yapılan bir tane çalışma literatürde yayınlanmıştır. Cheung ve ark.ları üst hava yolunun solunum hacmine olan etkilerini Keles Keyless Expander (KKE), Hyrax ve Hibrit Hyrax olmak üzere 3 grupta incelemişlerdir. Araştırmacılar, bu çalışmanın sonucunda üst hava yolunda az bir hacim

artışı ile gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulmamışlardır (Cheung et al.,2021: 254-264).

Bilgimiz dahilinde literatürde KKE vidasının mekanik testi taramalı elektron mikroskop görüntüleri de incelenerek yapılan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızın amacı Keles Keyless Expander, Forestadent Snaplock Expander, Leone A2620 Orthogonal Arm vidalarının mekanik özelliklerini aynı alçı dental model üzerinde Devotrans DVT K3 çekme-basma cihazında oluşturduğu kuvvetleri değerlendirmektir. Çalışmamızın sıfır hipotezi; “Test edilen vidalar arasında mekanik olarak herhangi bir farklılık yoktur” olarak kurulmuştur. Bu çalışma ile HÜÇG aygıtının ağız dışı ortamda farklı aktivasyon zamanlarında oluşturduğu kuvvetler incelenerek ortodontistlere ağız içi ortamda oluşan kuvvetler hakkında bilgilendirilmesi ve taramalı elektron mikroskop görüntüleri incelenerek aygıtın vida çevirme esnasında nerelerde deformasyon oluştuğunu göstermeyi hedeflemektedir.

II. GENEL BİLGİLER

A.Büyüme Gelişim

Büyüme, vücutta bulunan organların hacimlerinin artması olarak tanımlanmaktadır ve uzayın her üç boyutunda meydana gelmektedir. Gelişim ise, büyüme sırasında vücutta bulunan farklı organların tüm vücuda göre oranlarının değişmesi, farklılaşması olarak tanımlanmaktadır. (Ülgen, 2001)

Stomadeum olarak adlandırılan ilkel ağız boşluğu 3 haftalık 3 mm'lik embriyonda oluşmaktadır. Stomadeum üst taraftaki ön beynin hücre mitozu sonucu büyüyerek aşağı doğru eğilmesiyle alt taraftaki birinci brankial ark arasında bir girinti oluşması neticesinde gerçekleşir. İlkel ağız boşluğunun etrafında bulunan çıkıntıları özetlersek; alt tarafta sağ ve sol mandibular ark, sağ ve sol yan taraflarda maksiller çıkıntılar, üst tarafta ise ön beynin alt tarafında bulunan nasofrontal çıkıntı bulunmaktadır. 5 haftalık 10 mm büyüklüğündeki embriyonda iç ve dış nasal çıkıntılar ile maksiller çıkıntılarının birleşmesiyle ilkel damak oluşur. İlkel damak oluşmasıyla burun boşluğu ile ağız boşluğu sadece anterior bölgede ayrılmış ancak posteriora ayrılmamıştır. İkincil damağın oluşması, posteriora ağız ve burun boşluklarının ayrılmasıyla meydana gelir. Embriyon 9 haftalık 33 milimetre boyutlarına geldiğinde sağ ve sol palatal çıkıntılar burun bölmesi ile birleşerek sekonder damağı meydana getirirler. (Moyers ,1988)

Maksilla postnatal büyüme döneminde intramembranöz kemikleşme ile gelişir. Maksillanın büyümesinde herhangi bir kırık olmadığı için büyüme iki yolla meydana gelir. Bunlar; maksillayı kafa kaidesine bağlayan suturalardaki kemik apozisyonu ve yeniden şekillenmedir (remodeling). Maksilla suturaları ile kafa kaidesine bağlı olduğundan kraniyal kaidenin büyüdüğünde maksilla ileri ve aşağı doğru hareket eder. Kraniyal kaidenin büyümesi, yaklaşık 6 yaşına kadar maksillanın ileri yönde büyümesine önemli bir katkı sağlar. 7 yaşında kafa kaidesinin büyümesi sonlanır ve maksillanın ileriye doğru büyümesi suturlar ile meydana gelir. Maksilla birçok sütünle kafa kaidesiyle ilişkilidir. Bunlardan en önemlileri: pterygopalatin,

zygomatikomaksiller, frontomaksiller, ve zygomatikotemporal suturlardır. Aşağı ve ileri yönde büyüme sonucunda sütürlarda oluşan boşluklar kemik profilerasyonu ile dolmaktadır. Kemik apozisyonu suturanın her iki kısmında gerçekleşir ve bundan dolayı maksillanın ilişkide olduğu diğer kemiklerde de büyüme gözlenir. Maksilla ileri ve aşağı yönde büyürken ön yüzeylerinde rezorpsiyonlar oluşur. Bu oluşan kemik yıkımları yüzeysel yer değiştirmenin sonucudur. Enlow'un "V" prensibine göre, process alveolarislerin yanağa bakan dış kısımlarında kemik yıkımları, damağa bakan iç kısımlarında ise yeni kemik yapımı oluşarak maksilla öne aşağı doğru büyümektedir. Enlow bunu şematize ederken maksilla uzayın üç yönünde hareket halindedir ve bunun sonucunda kemiğin bir tarafında apozisyon ve diğer tarafında da rezorpsiyon aynı anda görülür (Enlow and Hans,1996).

Maksillanın büyümesi kızlarda ortalama 12 yaş civarı , erkeklerde ise 14 yaşında tepe noktasına ulaşır. Maksillanın büyümesinin sonlanması yaklaşık olarak kızlarda 15, erkeklerde 17 yaşlarında bitmiş olmaktadır. (Proffit ,2006; Ülgen,2001)

B. Tarihçe

Maksiller darlığın tanımı ilk kez Hippocrates tarafından yazılan Corpus Hippocraticum isimli yayında ifade edilmiştir. HÜÇG'nin ilk kullanımı 1860 yılında Emerson C. Angell (tarafından tanımlanmıştır (Angell, 1860: 540-544). Angell yaptığı tedavide 14,5 yaşındaki kız çocuğuna premolar dişlerden destek alarak vidalı bir aparey simante etmiştir. Apareyi günde 2 tur olacak şekilde 2 hafta boyunca hastaya çevirmesini anlatmıştır. Vida çevirme protokolü bittikten sonra, anterior dişler arasında diastema gözlemlenmiştir. Angell yapmış olduğu bu tedaviyi Dental Cosmos dergisinde yayınlamıştır ve tedavide elde ettiği bulguları görselleriyle yayınlamıştır. Ancak vaka raporu o dönemlerde çokça eleştirilmiş ve HÜÇG tedavisi popülerlik kazanmamıştır (Timms ,1981).

Goddard 1893 yılında osseöz materyalin birikebilmesi için sütural ayrılmanın olduğu bölgede pekiştirme sürecine ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir (Goddard, 1893: 880-882; Brown,1903: 765-775; Dean,1909: 941-943). HÜÇG tedavisinin nazal bölgeyi rahatlattığını, bunun sonucunda burun solunumunu kolaylaştırdığını savunmuşlardır. Derichsweiler genişletme öncesi ve sonrası aldığı sefalometrik radyografileri karşılaştırmalı olarak analiz etmiş ve genişletme sonrasında midpalatal sutureda ayrılma

olduğunu tespit etmiş ve nazal septumdaki deviasyonun olumlu yönde iyileştiğini bildirmiştir (Derischweiler, 1956). Korkhaus üst çene genişletmenin nazal kavite gelişimini olumlu yönde etkileyebileceğini, ağız solunumundan burun solunumuna geçişin sağlanabileceğini, nazal septum deviasyonlarının iyileşebileceğini bildirmiştir (Korkhaus, 1960: 187-206).

Thorne ve Hugo, seri radyografler üzerinde hızlı üst çene genişletmesinin sonuçlarını incelemiş ve nazal kavite ve maksiller apikal kaide genişliklerinde önemli artışlar olduğunu bildirmişlerdir (Thorne, 1960: 626).

Ricketts 1960 yılında 1. Molara dişlere bant uygulayıp 1 mm çapındaki çelik teli 4 helix şeklinde bükerek bantlara lehimleyip 'Quadhelix' ismini verdiği üst çene genişletme aygıtını üretmiştir (Ricketts, 1960: 103-133).

HÜÇG'nin yeniden gündeme gelmesi ve yaygınlaşması Haas'ın 1961 yılında yaptığı klinik çalışmalarla olmuştur. Haas kendi ismini verdiği bu apareyde diş ve doku destekli bir aygıt tasarlamıştır. Aygıt tasarımında, premolar ve molar dişlerde bantlar vardır, tellerle birbirlerine lehimlenmiş bu bantlardan çıkan teller damakta bulunan akriliğe girer Genişletme vidası ise midpalatal sütür üzerinde akriliğin içinde yer alır. Haas bu apareyde palatinalde bulunan akrilikten de destek alarak HÜÇG tedavisinin dişsel etkisini azaltıp iskeletsel etkisini arttıracaklarını savunmuştur (Haas, 1961: 73-90).

Biederman 1968 yılında hijyenik hızlı üst çene genişletme aygıtı olarak adlandırdığı 'Hyrax' apareyini geliştirmiştir. Bu apareyde premolar ve molar dişlere bantlar simante edilir ve midpalatal sütür hizasına konulan vidaya lehimlenir. Haas apareyinden farklı olarak Biederman palatal bölgeye herhangi bir akrilik yerleştirmemiştir. Bunun sonucunda maksiller genişletme sonrasında dişlerde daha fazla devrilme olduğu ve midpalatal sütürde daha az ayrılma olduğu yapılan çalışmalarda bulunmuştur (Biederman ,1968: 67-70; McNamara and Brudon ,2002).

Lines 1975 yılında büyüme gelişimi tamamlanmış bireylerde HÜÇG'ni cerrahi müdahale ile birlikte yapılması gerektiğini ilk kez önermiştir (Lines, 1975: 44-65).

1978 yılında Harberson ve Myers süt ve karma dentisyon döneminde “W” ve “Porter” apareyini kullanarak posterior açpraz kapanışın düzeltilebileceğini savunmuşlardır. Bunun sonucunda, “W” aygıtının midpalatal süturda ayrılma meydana getirdiği ancak “Porter” aygıtının herhangi bir ayrılma sağlamadığını radyografik görüntülerle yayınlamışlardır (Harberson and Myers, 1978: 310- 313).

Subtenly (1980) vertikal yön büyümesi fazla olan bireylerde hızlı üst çene genişletme aygıtına ısırma plağı eklenmiştir. Bu sayede dişlerin daha iyi kavrandığı, molar dişlerde daha az devrilme olduğu ve kuvvetin nazomaksiller yapıya daha fazla iletildiği belirtilmiştir (Subtenly,1980: 147–164).

Timms 1981 yılında üst santral dişler hariç bütün dişlerin oklüzal yüzeylerini kapsayan iki ayrı krom kobalt plak ve bir vidadan oluşan Cap splint apareyini tasarlamıştır (Timms,1981).

Howe, posterior dişlerin oklüzal yüzeylerini kaplamayan ve daha da önemlisi palatal bölgede akrilik bulunmayan bir maksiller genişletme apareyi tanımlamıştır. Bu aparey dişlere bant yerleştirmenin zor veya imkânsız olduğu durumlarda, ciddi diş rotasyonu olan hastalarda veya bonded tasarımdan fayda görecektir süt veya karma dişlenme dönemindeki hastalarda kullanılabileceğini bildirmiştir. (Howe,1982: 464–468)

Arndt 1993 yılında nikel titanyumdan oluşan ağız ısıtı ile aktive olan ve midpalatal sütura hafif ama devamlı kuvvetler ileten “Nikel Titanyum Palatal Expander” aygıtını geliştirmiştir. Bu aygıt, hekim ve hasta konforlu olduğunu ve transversal yönde eşit palatal genişletme sağladığını bildirmişlerdir (Arndt ,1993: 147-164).

Darendeliler ve ark.1994 yılında, 250-500 g’lık devamlı kuvvet uygulayan samarium kobalt mıknatıslar ile maksiller genişletme yapmışlardır. Hafif ama devamlı kuvvetler ile daha kalıcı sonuçlar elde edileceğini göstermişlerdir (Darendeliler et al., 1994: 479-490). Memikoğlu ve İşeri 1999 yılında, posterior dişler ile üst çenenin palatinal bölgesini tamamen, anterior dişlerin ise sadece palatinal yüzeylerini içeren ve ortasında bir vida bulunduran “Rigid Acrylic Bonded Maxillary Expander” adlı genişletme aygıtını tanıtmışlardır (Memikoğlu and İşeri, 1999: 251- 256).

2002 yılında Toroğlu ve arkadaşları, gerçek tek taraflı st çene darlığı vakalarında uyguladıkları AMEX apareyi ile dişlerde çapraz kapanış olan tarafta genişleme kaydettiklerini ve bu apareyin tek taraflı posterior çapraz kapanışların tedavisinde efektif olduğunu bildirmişlerdir (Toroğlu et al.,2002:164-173).

Wilmes ve ark. anterior palatal bölgeye uyguladıkları 2 minividalı “Benefit Sistem” ismini verdikleri apareyi geliştirmişlerdir. Bu sistem ile birlikte, molar distalizasyonu, mezializasyonu, indirek ankraj ile gömülü kanin dişin sürdürölmesi ve st çene genişletmesi gibi birçok ortodontik tedavi yapılabileceğini bildirmişlerdir (Wilmes and Drescher,2008: 574-580).

Kim ve Helmkamp yapmış oldukları vaka raporunda, ciddi st çene transversal yetersizlik ve tek/çift taraflı posterior çapraz kapanışa sahip pubertal dönemdeki bireylere palatal mukozaya 4 adet mini uygulayarak kemik destekli HÜÇG apareyini sunmuşlardır. Bu teknikte, direkt olarak iskeletsel ankraj alındığından geleneksel yöntemlerde olan dişsel yan etkiler elimine edilmektedir. Ortopedik genişletme etkili bir şekilde sağlanmışır (Kim and Helmkamp,2012: 608-612).

C. Posterior apraz Kapanış

1. Posterior apraz Kapanış Tanımı

Sağlıklı bir oklüzyonda, st çene dişleri alt çene dişlerini kutu kapağı şeklinde örtmektedir. Bununla birlikte, maksilla ve mandibulada anteriorda ideal overjet ve overbite ilişkisinin olduğu ve posteriorde st molar ve premolar dişlerin palatinal tüberkülleri, alt molar ve premolar dişlerin santral fossaları ile temas halinde olduğu durumdur (Ülgen 2001). Posterior apraz kapanışta ise maksiller posterior dişlerin bukkal tüberkülleri mandibular posterior dişlerin lingual tüberkülleri temas halindedir (Marshall et al., 2005: 130-139). Horizontal düzlemde maksilla mandibulaya göre daha dar konumlandığı zaman bu durum tek taraflı veya çift taraflı olarak göröllebilmektedir ve bir veya birden fazla diş grubunu içerebilir (Lagravère et al., 2006: 44-53; Moyers ,1998).

Haas maksillar darlığı iki farklı açıdan ele almıştır. Bunu gerçek ve göreceli olarak iki gruba ayırmıştır. Gerçek darlıkta maksillanın st yüz yapıları karşılaştırıldığında

maksilla ve mandibula arasında kaidesel ve dişsel olarak horizontal d¼zlemde bir yetersizlik mevcuttur. G¼receli darlıkta ise maksilla normal konumda ancak mandibulanın normalden b¼y¼k olması durumudur. Moyers (Moyers, 1988), posterior çapraz kapanışı 3 gruba ayırarak ele almıştır. Bunlar, dişsel, kassal ve iskeletsel posterior çapraz kapanıştır olmak (Moyers, 1988). En g¼ncel posterior çapraz kapanış sınıflaması ise dişsel, fonksiyonel ve iskeletsel olarak ayrıldığı sınıflamadır (Bishara and Staley, 1987: 3-14; Marshall et al., 2005: 130-139).

2. Dişsel Posterior apraz Kapanış

Dişsel posterior çapraz kapanışta maksillada iskeletsel bir darlık s¼z konusu değildir. Bir veya bir grup diş palatine eğimlidir ancak bazal kaide normal boyutlarındadır (Moyers, 1998).

3. İskeletsel Posterior apraz Kapanış

İskeletsel posterior çapraz kapanış maksilla ve mandibulada transversal y¼ndeki iskeletsel uyumsuzluktan oluşmaktadır. Bu uyumsuzluk ¼ç farklı Şekilde meydana gelir. Bunlar; ¼st çenenin dar alt çenenin normal olması, ¼st çenenin dar alt çenenin geniş olması ve ¼st çenenin normal alt çenenin geniş olması durumudur (¼lgen,2001). İskeletsel psoterior çapraz kapanışlar çift taraflı veya tek taraflı olarak g¼r¼lebilmektedir. Çift taraflı posterior çapraz kapanışta her iki çene arasındaki horizontal d¼zlemdeki yetersizlikten kaynaklanmaktadır. Bu kapanışta sağ ve sol maksillar molar dişler mandibular molar dişlere g¼re palatinalde konumlanmışlardır (Proffit and Fields,1993). Tek taraflı iskeletsel posterior çapraz kapanışta ise maksillada tek taraftaki posterior dişler, mandibulaki posterior dişlere g¼re palatinalde konumlanması olarak ifade edilir. Mandibula istirahat halinden okl¼zyona geerirken d¼z bir yol izler ve deviasyon oluşmaz. Sentrik ilişki ve sentrik okl¼zyonda aynı tarafta çapraz kapanış izlenir (¼lgen, 2001).

4. Fonksiyonel Posterior apraz Kapanış

Fonksiyonel posterior çapraz kapanış, mandibula istirahat halinden okl¼zyona geerirken erken okl¼zal temaslar sonucu kayarak çapraz kapanış oluşturması durumudur. Mandibula istirahat konumunda normal pozisyonundadır. Genellikle s¼t ve karma dişlenme zamanlarında g¼r¼l¼r ve kanin diş çevresinde erken temaslar

izlenmektedir (Dutra et al., 2004: 54-58; Moyers, 1988; Ülgen, 2000). Fonksiyonel çapraz kapanışın erken tedavisi çok önemlidir çünkü yüzdeki diğer yapıları etkilediğinden ileride oluşabilecek deviasyon, eklem problemleri ve iskeletsel çapraz kapanışın oluşmasını engelleyecektir (Pinto et al., 2001:513–20; Thilander and Lennartsson, 2002: 371-383; Thilander et al., 1984: 25-34; Ülgen, 2000; Van Keulen et al., 2004: 283-288).

5. Görülme Sıklığı

Posterior çapraz kapanışın görülme sıklığı farklı zaman periyotlarındaki birkaç araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Kutin ve Hawes yaşları 3 ve 9 aralığında değişen 515 vakada çapraz kapanış oranını %7,7, Thilander ve ark. ise yaşları 4 olan 1046 çocukta bu oranı %9,6 ve Tausche ve ark. 6-8 yaş aralığındaki 1975 çocukta bu oranın % 8,2 olarak belirtmişlerdir (Kutin and Hawes, 1969: 491-504; Thilander et al.,1984: 25-34; Tecco et al.,2005: 171-176). Türk toplumunda ise Sandıkçioğlu ve Hazar'ın 958 çocuk üzerinde yapmış olduğu araştırmada bu oranı %2,7 olduğunu rapor etmişlerdir (Sandıkçioğlu and Hazar,1997: 321-327).

Helm, adölesan dönemindeki Danimarkalı bireyler üzerinde yaptığı araştırmada posterior çapraz kapanış görülme sıklığını kızlarda % 14, erkeklerde ise % 9,4 olarak bildirmiştir. (Helm ,1968: 352-366).

6. Etiyoloji

Üst çenenin transversal yöndeki yetersizliği daralmış damak kubbesi ve çoğunlukla tek ya da çift taraflı posterior yan çapraz kapanış ile birlikte görülmektedir. (Haas, 1980: 189-217). Bu durumun oluşmasında etkili olan 2 ana faktör vardır. Bunlar genetik faktörler ve çevresel faktörlerdir (Malandris and Mahoney, 2004: 155-166).

Genetik faktörler, üst çenenin transversal yönde gelişim yetersizliği göstermesi veya alt çenenin normal boyutlarından daha fazla gelişim göstermesi olarak nitelendirilir. (McNamara et al., 2001: 554). Üst çene darlığı izlenen konjenital anomaliler;Down sendromu, Pierre-Robin sendromu, Treacher-Collins, Akondroplazi, Binder sendromu, Kleidokranial dizostozis, Hemifacial mikrosomi, dudak damak yarıkları gibi genetik geçişli bazı sendromlardır.(Bishara and Staley, 1987: 3-14; Özkan ve Özdiler,2017: 115-122; Ülgen, 2000) . Bu konjenital anomaliler arasında maksiller

transversal darlık en çok dudak damak yarıklı vakalarda görülmektedir. Bukkal kasların maksillayı posteriora doğru çekmesinden dolayı ve dilin damakta yarık hattında konumlanmasından ötürü maksilla gelişimi inhibe edilmektedir. Buna ek olarak, ameliyat sonrası oluşan skar dokusu da maksillanın büyüme gelişimini olumsuz yönde etkileyerek posterior çapraz kapanışa sebep olmaktadır. (Proffit and Fields, 1993; Veloso et al., 2020: 672-679).

Çevresel faktörler maksillanın büyüme ve gelişiminde önemli bir rol oynar. Kutin ve Hawes üst çenenin transversal yetmezliğini süt dişlerinin retansiyonu, çapraşıklığı, süt dişlerinde görülen erken oklüzal temaslar, dudak damak yarıkları, parmak emme ve diş boyutu-ark boyu uyumsuzlukları olarak ifade etmişlerdir. Buna ek olarak üst solunum yollarında alerji sebebiyle meydana gelen tıkanıklık, adenoid dokulardaki hipertofi, yanlış yutkunma ve anormal dil basıncı da çevresel faktörler içinde yer alır (Kutin and Hawes, 1969: 491-504).

Fizyolojik olarak her bireyin burun solunumu yapması gerekir. Ancak nazal stenoz , nazal polip, hipertrofik tonsil , burun deviasyonu ,nazal enflamasyon ya da kronik nazal obstrüksiyon varlığında burun solunumu terk edilerek ağız solunumuna geçilebilir (Malkoç et al., 2007: 769-775; Proffit et al., 2006). Burun solunumu yetersizliğinden ötürü ağız solunumu yapan bireylerde “adenoid yüz” olarak nitelendirilen uzun yüz görünümü oluşur. Bu bireylerde, üst çene “V” biçiminde, derin ve dar bir damak, kısa üst dudak, zayıf perioral kaslar, uzun ve dar yüz, küçük burun delikleri vardır (Warren, 1979: 279; Lofstrand-Tideström et al., 1999: 323-332). Proffit ağız solunumu yapılması durumunda alt çenenin aşağıya alçalması, dilin üst çene yerine alt çenede konumlanması ve bunların neticesinde üst çene darlığının meydana gelebileceğini belirtmiştir (Proffit et al., 2006). Dilin alt çenede yerleşmesinden dolayı yanak ve dudak kaslarının negatif basıncıyla üst çenede yetersiz büyüme ve darlık görülmektedir. (Gungor and Turkkahraman, 2009: 250-254).

Dilin konumunu etkileyen bir diğer faktörde emme alışkanlığıdır. Uzun vadeli emzik kullanımı ve başparmak emme alışkanlığı dilin alt çenede konumlanmasına neden olur. Başparmak emildiğinde dil üzerine gelen basınçla birlikte dil aşağıya yerleşir ve mandibuladaki posterior dişlere lateral yönde basınç uygulayarak mandibulanın genişliğini arttır ve posterior çapraz kapanış oluşturur. Yine aynı şekilde uzun vadeli emzik kullanımında emzik dil üzerine basınç yaptığından dil alt çene ve dişler üzerine

kuvvet uygular. Aynı zamanda ağız içerisindeki kas dengesini bozar. Maksiller damak desteksiz kaldığından yanak kaslarını etkisiyle daralır ve posterior çapraz kapanış izlenir (Chang et al., 1997: 330-337; Veli et al., 2011: 966-974; Graber et al., 2011; Cozza et al., 2007: 226-229; Larsson, 1986: 127-130) .

7. Tanı

Maksiller transversal darlığın tanısı konulurken birkaç farklı yöntemden yararlanılır. Tedavinin düzgün ve kalıcı olması açısından doğru teşhis konulması çok önemlidir. Tanıda klinik değerlendirme, radyografik inceleme ve model analizi ile incelenerek yapılmaktadır.

İlk olarak hastadan detaylı bir anamnez alınmalıdır. Hastanın herhangi bir alışkanlığı olup olmadığı veya öncesinde bir travma geçmişi varlığı sorgulanmalıdır. Klinik muayene esnasında, damak kubbesinin derinliği ve şekli, yüzde asimetri varlığı, gülümseme sırasında bukkal koridorların oluşumu, solunum tercihi ve oklüzal ilişkilere bakılarak incelenmelidir (Suri and Taneja, 2008: 290-302). Maksiller darlığın klinik tablosunda, çapraşık dişler, “V” formunda maksiller ark, burun kanatlarının dar olması, palatal kaide darlığı ve aksiyal eğim bozuklukları gözlenir (McNamara, 2000: 567-570; Bishara and Staley, 1987: 3-14). Hastanın yüzüne karşıdan bakıldığında, yüzde bir asimetri varlığı varsa bu oklüzal ilişkilerle birlikte incelenmelidir. Hasta ağzını açtığında çene ucunda bir deviasyon oluşuyorsa bunun fonksiyonel kaynaklı mı yoksa iskeletsel kaynaklı bir sebepten mi olduğunu teşhis etmek tedavi için önem arz eder. Higly bu durumu tayin etmek için bir yöntem geliştirmiştir. Hasta ağzını açtığında alt ve üst orta hatların uyumuna bakılır. Eğer hasta ağzını açtığında orta hatlar aynı düzlem üzerinde yer alıyorsa ve kapattığında uyumsuzluk gösteriyorsa fonksiyonel kayma mevcuttur (Kutin and Hawes, 1969: 491-504). Hasta ağzını kapattığında oklüzal temaslar sonucu veya tempromandibular eklemdeki rahatsızlıktan dolayı çene ucunu kaydırıyor olabilir. Ağız kapatırken mandibulanın izlediği yol bu durumu tespit etmek için kullanılabilir. Fonksiyonel kayma varlığında, hasta ağzını kapatırken çene ucunu bir tarafa doğru kaydırır ve dişler maksimum interkuspidasyona geçer (McDonald and Avery, 1994).

Model analizi, maksiller arkın şeklini tespit etmek ve transversal genişlik ölçüleriyle de sapmanın miktarı belirlemekte ve apikal kemik kaidesinin genişliğini ölçmede

oldukça yarar sağlar (Proffit et al., 2006). Howes model analizi apikal kemik kaidesini ve dişlerin ölçümünü ayrı ayrı yapan bir yöntemdir. Bu analize göre dişler palatinal eğilimli ancak apikal kemik kaidesi geniş ise yavaş üst çene genişletmesi, dişler bukkale eğilimli fakat kemik kaidesi dar ise hızlı üst çene genişletilmesi yapılması gerekir (Howes 1947:499-533; Ülgen,1993). McNamara ve Brudon'a yapmış oldukları çalışmalara göre, transpalatal ark genişliğinin ortalama 36-38 mm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu belirlenen değerden 4-6 mm veya daha fazla darlık söz konusu ise hızlı üst çene genişletme yapılmasını önermişlerdir (McNamara et al., 2001: 554). Staley ve ark. büyük azı dişleri arasındaki genişliği ölçerek genişletme ihtiyacını belirlemişlerdir. Yazarlar, maksillar molar dişler arasındaki genişliğin mandibular molar dişler arasındaki genişlikten daha fazla olması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu oran erkeklerde 1,6 mm, kızlarda 1,2 mm bulunmuştur. Çapraz kapanışın şiddetini ve maksillar hızlı üst çene genişletme miktarının tespit edilmesinde aradaki bu farkın kullanabileceğini bildirmişlerdir. İleride oluşabilecek relapsın önüne geçmek için, ihtiyaç duyulanda 2-4 mm daha fazla genişletme yapılmasını önermişlerdir (Staley et al., 1985:163-169).

Maksillar transversal yetmezliğin radyografik değerlendirilmesinde postero-anterior ve oklüzal grafilerden yararlanılmaktadır. Postero-anterior radyografiler çeneler arasında transversal uyumsuzluk olup olmadığını, asimetri varlığında ve çapraz kapanışın iskeletsel kaynaklı olup olmadığını tayin etmek için kullanılan röntgenografik incelemelerdir (Lagravere et al., 2005: 155-161). Oklüzal grafiler mid palatal suturedaki açılmayı ve kemikleşmeyi değerlendirmede kullanılır. Ancak posterior bölgede kısıtlı oldukları ve kranial kaide yapılarının üst üste gelmesi sonucu görüntünün net olamaması dezavantajdır (Suri and Taneja, 2008: 290-302). Postero-anterior filmlerde referans alınan anatomik noktaların görüntü kalitesinin net olmamasından ve superpozisyonlardan dolayı güvenilirliği tartışmalı hale gelmiştir (Lagravere et al., 2006: 601-604). Bu sebeple üç boyutlu görüntüleme yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Jacobson and Jacobson, 2006).

8.Tedavi

Maksiller transversal yetmezlik ile birlikte görülen posterior çapraz kapanışın tedavi yöntemlerindeki ilk basamak etiyolojik faktörün teşhis edilmesidir. Tedavideki en önemli kısım etiyolojik faktörün ortadan kaldırmaktır.

Tedavi prensipleri konusunda, farklı araştırmacılar tarafından birçok tedavi alternatifi üretilmiştir. Çapraz kapanışın anormal fonksiyonel alışkanlıkların sonucu oluştuğu durumlarda erken yaşta alışkanlık terk edildiğinde kendiliğinden düzeldiği bildirilmiştir (Lindner and Modéer, 1989: 278-283). Süt dişlerinde görülen erken oklüzal temaslar sonucu oluşan fonksiyonel kaymalarda aşındırmalar yapıldıktan sonra posterior çapraz kapanış elimine edilebilmektedir. Literatürde süt ve daimi dişlenme döneminde posterior çapraz kapanış gösteren olgularda tedavi edilmeden kendiliğinden iyileşme gözlemlendiği ve bu oranın %8 ila %45 arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Marshall et al., 2005: 130-139). Ancak, diş müllemeleri ile giderilemeyecek olan, geniş alt çene ve dar üst çene varlığında, posterior çapraz kapanış olmayan durumlarda ise ortodontik tedavi yapılmalı ve maksillar genişletme uygulanmalıdır. (Proffit et al.,2013; Pinkham 2005: 394-413). Bazı araştırmacılar posterior çapraz kapanış varlığında hemen tedavi edilmesini savunmuşlardır (de Silva Fo et al., 1991: 171-179; Dutra et al., 2004: 54-58). Buradaki ana fikir tedavide uzun dönemde iyi sonuçlar elde etmek ve daha sonraki yaşlarda tedavi gereksinimini minimuma indirip daha sağlam bir kapanış ilişkisi elde etmektir (de Silva Fo et al., 1991: 171-179; Kutin and Hawes, 1969: 491-504; Marshall et al., 2005: 130-139).

Maksiller darlık tedavisinde üst çenenin genişletilmesi yaygın olarak başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Bu amaçla, tedavide uygulanan ve ortodontik ve ortopedik pek çok hareketli ve sabit aygıtlar kullanılmaktadır. Üst çene genişletme yöntemleri dört kategoride incelenir. Bunlar; yavaş üst çene genişletmesi, yarı hızlı üst çene genişletmesi, hızlı üst çene genişletmesi ve cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesidir.

a. Yavaş üst çene genişletmesi

Yavaş üst çene genişletmesinde daha çok dişsel etki, daha az ortopedik etkisi olduğu bildirilmiştir (Bishara and Staley, 1987: 3-14). Bu amaçla, dişsel genişletmenin endike

olduğu, iskeletsel olarak transpalatal kaidede yeterli genişlik varlığında ve sadece maksilllar molar ve premolar dişlerin palatinal eğimli olduğu çapraz kapanış olgularında uygulanmalıdır (Ülgen, 2001). Bu tedavide, mid palatal suturen tümü korunmakta ve maksillaya ve dişlere 450-900 gr kuvvet iletilmektedir. Tedavi süresi 2 ila 6 ay arasında değişkenlik göstermektedir (Bishara and Staley, 1987: 3-14). Coffin Spring apareyi, Quad-heliks, Porter aygıtı, W apareyi, mıknatıslı genişletme apareyleri, Ni-Ti palatal ekspansiyon apareyi, hareketli vidalı ekspansiyon plakları ve Spring Jet apareyi yavaş üst çene genişletmesi tedavisinde kullanılan aygıtlardır.

b. Yarı hızlı üst çene genişletmesi

1977 yılında Mew tarafından “bioblock” adını verdiği aparey ile literatüre tanıtmıştır. Bu hareketli aparey kroşelerden ve akrilik kaideden oluşmaktadır. Tedavi protokolünde haftalık olarak 1-1,5 mm’lik genişletmenin diğer genişletme tedavilerine göre daha fizyolojik olduğunu rapor etmiştir. (Mew, 1977:301-306). İşeri ve Özsoy yapmış oldukları çalışmalarında rijit akrilik bonded apareyi kullanarak tedavi ettikleri olgularda, sutural açılma oluncaya kadar günde 2 çeyrek tur, sutureda ayrılma olduktan sonra ise haftada 3 çeyrek tur çevirerek devam etmişlerdir. Bu yapmış oldukları tedavi prosedürüne “Yarı Hızlı Üst ene Genişletmesi” ismini vermişlerdir (İşeri and Özsoy, 2004: 71-78).

D. Hızlı Üst ene Genişletmesi (HÜÇG)

Hızlı üst çene genişletmesi tedavileri 1960’lı yılların ortalarından itibaren 140 yılı aşkın bir süredir yaygın olarak uygulanmaktadır. (Haas,1965: 200-217; Angell, 1860: 540-544; Cross et al., 2003: 519-28). Bu sebeple, maksillanın genişliğini artırmayı amaçlayan en etkili ortopedik tedavi hızlı üst çene genişletmesidir (Haas, ,1965: 200-217). HÜÇG’nin ilk kullanımı 1860 yılında Angell tarafından tanımlanmıştır (Angell, 1860: 540-544). Transvers uyumsuzluğun düzeltilmesi genellikle ortopedik ve ortodontik diş hareketlerinin bir kombinasyonu ile üst çenenin genişletilmesini gerektirir (Ceylan et al.,1996: 301-308). Posterior apraz kapanış için çok sayıda erken tedavi alternatifi uygulanmış (Bishara and Staley, 1987: 3-14; Ninou et al., 1994: 420-426; Petren et al.,2003: 588–596) ve hızlı üst çene genişletmesi (HÜÇG) en yaygın kullanılanlardan biri olmuştur. Sadece maksiller daralmayı düzeltmek için

değil aynı zamanda diş arklarında çapraşıklığı giderip ek alan yaratmak için de kullanılmıştır (Harrison et al., 2002: 2; Mcnamara et al.,2003: 344-353).

HÜÇG'de total genişletme üç bölümden oluşur: midpalatal sütür genişletmesi, alveolar genişletme ve dental tipping'dir. Posterior dişlere ağır ve hızlı kuvvetler uygulandığında diş hareketinin gerçekleşmesi için yeterli zaman kalmaz ve kuvvetler sütürlara iletilir. HÜÇG aygıtlarının uyguladığı kuvvet ortodontik diş hareketi ve sütür direnci için gereken sınırı aştığında sütürler açılır ve dişler destek kemiğe göre çok az hareket eder. HÜÇG aygıtı periodontal ligamanı sıkıştırır, alveoler prosesi eğer, ankraj alınan dişlerde tipping oluşturur ve midpalatal sütür ile diğer tüm maksiller sütürleri yavaş yavaş açar. (Agarwal and Mathur, 2010: 139)

1.Hızlı Üst Çene Genişletmesi Endikasyonları

- Üst ve alt çenede transversal yönde 4 mm daha fazla uyumsuzluk gösteren vakalarda (Bishara and Staley, 1987: 3-14),
- Üst çene darlığı, alt çene genişliği veya her iki durumunda eş zamanda oluştuğu, birden fazla diş içeren dental veya iskeletsel kökenli, tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanış olgularında (Haas, 1965: 200-217; Wertz, 1970: 41-66),
- Çekimsiz tedavi yapmak amacıyla sınır miktarda 3-6 mm çapraşıklığı bulunan vakalarda üst çenede çapraşıklığı gidermek için (Bishara and Staley, 1987: 3-14),
- Dudak damak yarıklı olgularda kollabe olmuş maksillanın genişletilmesi amacıyla (Bishara and Staley, 1987: 3-14),
- Sınıf II divizyon 1 maloklüzyona sahip, alt çenenin konum ve gelişiminin sagittal düzlemde geride olduğu, çapraz kapanışı olan veya olmayan vakalarda (McNamara and Brudon, 1993),
- Üst çene gelişim yetersizliği sonucu oluşan Sınıf III maloklüzyonlu bireylerde üst çenenin ortopedik tedavisi amacıyla (McNamara et al., 2001: 554)

- Posterior dişlerin aksiyal eğimlerinin düzelmesi ve Wilson eğrisinin seviyelenmesi amacıyla (McNamara and Brudon, 1993),
- Yapılan uzun dönem araştırmalarında maksillar genişletmenin nazal kavite hacminin arttığı ve damak kubbesinin düzleştiği rapor edilmiştir. Bu nedenden nazal hava yolu direncini azaltmak için (Hartgerink et al., 1987: 381-389; Wertz and Dreskin, 1977: 367-381),
- Maksillar darlığa sahip olgularda, gülümseme sırasında ağız köşelerinde oluşan bukkal koridorların giderilmesi amacıyla (McNamara et al., 2001: 554),
- Erken dönemde oluşan fonksiyonel kayma ve tempromandibular eklem rahatsızlıklarında, posterior bölgede normal oklüzyonu sağlamak amacıyla hızlı üst çene genişletme tedavisi uygulanmaktadır. (Bell, 1982: 32-37; Bishara et al., 1994: 89-98).

2. Hızlı Üst Çene Genişletmesi Kontraendikasyonları

- Tedaviye uyum sağlayamayan kooperasyonu kötü olan hastalar (Bishara and Staley, 1987: 3-14),
- Tek diş çapraz kapanışı olan vakalar (Bell, 1982: 32-37),
- Periodontal olarak ağız hijyeni elverişli olmayan hastalar (Timms ,1981; Bishara and Staley, 1987: 3-14),
- Anterior openbite sahip, vertikal büyüme paterni olan ve konveks yüz yapısına sahip bireylerde (Memikoğlu and Iseri,1997: 113-118),
- Üst ve alt çenende iskeletsel asimetrisi bulunan bireylerde (Timms ,1981),
- Şiddetli anteriorposterior ve vertikal iskeletsel uyumsuzluğu olan vakalarda hızlı üst çene genişletmesi kontrendikedir (Timms, 1981; Bishara and Staley, 1987: 3-14).

3. Mekanizma

Hızlı üst çene genişletme tedavisinde hedef midpalatal süturun ayrılması ve bunun sonucunda iskeletsel etkinin fazla olmasıdır. Ortopedik etki oluşması için

uygulanan kuvvetin ortodontik diş hareketinde uygulanan kuvvetten daha fazla olması gerekmektedir (Isaacson and Ingram,1964 : 256- 260; Baccetti et al., 2001: 343-350).

Tedavinin temel kuvvet üreten aracı vida aracılığı ile çevre dokulara kuvvet iletilir. Vidanın her aktivasyonunda laterale ayrılmayla hareket oluşur. Maksilla birçok kemikle bağlantılı olduğu için genişletmeye karşı oluşan direnç sadece mid palatal suturda değildir. Bu meydana gelen direnç, bireyin yaşına,maksillanın bağlı olduğu suturalara özellikle orta palatal sütür, maksillo-zigomatik, maksillo-palatin ve sfeno-palatin suturalardaki kemik densitesine ve ossifikasyon derecesine ve tedavinin ilerleyişine bağlıdır (Vardimon et al.,1998: 371-378). Bu sebeple, maksillanın bağlı olduğu tüm suturların toplam direncini aşana kadar uygulanan kuvvetlerin artırılması gerekmektedir. Hızlı maksiller genişletme sonrasında; midpalatal suturda anteriordan posteriora doğru ayrılma gözlenir, maksiller santral dişler arasında diastema meydana gelir ve sonrasında interdental lifler aracılığıyla spontan olarak kendiliğinden kapanır, üst çene palatal kemik yassılaşır, tepesi arkada tabanı burun tabanında olan üçgensel bir açılma oluşur ve mandibulada saat yönünde rotasyon izlenir (Bishara and Staley.,1987: 3-14; Haas, 1961: 73-90;Wertz, 1970: 41-66;Isaacson and Ingram, 1964 :143-154 ; Baccetti et al.,2001: 343-350; Jafari et al.,2003: 12-20).

4. Vida Çevirme Protokolü ve Kuvvet

Hızlı üst çene genişletme tedavisinde vida çevirme protokolü ile ilgili çeşitli yazarların yapmış oldukları çalışmalar sonucunda birçok farklı fikirler ortaya çıkmıştır. Bunların sonucunda en çok kabul edilen vidanın günde 2 çeyrek tur aktivasyonudur. Bu uygulanan aygıtlarla genişletme hızı çoğunlukla günde 0,2- 0.5 mm arasında değişkenlik gösterir ve aktif tedavi zamanı 1-3 haftadır (Krebs ,1959: 491-501, Haas, 1961: 73-90).

Timms adölesan bireylerde vidanın her gün 2 çeyrek tur aktive edilmesini belirtmiştir(Timms, 1981). Haas, aktivasyonun ilk gününde beşer dakika aralıklarla ile 4 çeyrek tur, ilerleyen günlerde ise 2 çeyrek tur olarak devam etmiştir (Haas,1970: 219-255). Biederman ilk gün 5 veya 10 dakika aralıklarla 3 çeyrek tur aktivasyon yapmış, kalan günlerdeyse günde 2 çeyrek tur şeklinde vidayı aktive etmiştir (Biederman, 1968: 67-70).

Zimring ve Isaacson genç bireylerde yapmış oldukları vida çevirme protokolünde midpalatal suturda ayrılma oluşana ortalama 4-5 gün kadar günde 2 çeyrek tur, sonrasında ise günde 1 çeyrek tur vidanın aktivasyonunu önermişlerdir. Yetişkin bireylerde ise iskeletsel direnç fazla olacağından vida aktivasyon protokolü ilk iki gün için günde 2 çeyrek tur, 3-7 günler için günde 1 çeyrek tur ve takip eden günlerdeyse gün aşırı çeyrek turluk aktivasyon yapıldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, vida aktivasyonundan hemen sonra kuvvetin maksimum seviyeye ulaştığı daha sonrasında ise yok olduğunu rapor etmişlerdir. Tedavi esnasında uygulanan kuvvetlerin 16,6-34,8 pound aralığında olduğu ve 6 haftalık pekiştirme döneminde azalarak kaybolduğunu belirtmişlerdir (Zimring and Isaacson,1965: 178-186).

Isaacson ve Ingram ağız içinde bir dinamometre ile vidanın her bir çeyrek turda oluşan kuvvetleri ölçmüşlerdir. Buna göre bir çeyrek turda 1,5 ila 4,5 kg arasında kuvvet oluştuğunu, çevirme devam ettiği sürece 9 kg'ı bulabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında keser dişler arasında meydana gelen diastemanın da 9-12. haftalar arasında oluştuğunu rapor etmişlerdir (Isaacson and Ingram,1964: 256- 260).

Ceylan ve ark. ile Taşpınar ve ark. yapmış oldukları çalışmalarda orta palatal suturda ayrılma oluşana kadar günde 3 çeyrek tur, suturada ayrılma meydana geldikten sonra ise günde 2 çeyrek tur şeklinde vida aktivasyonunu uyguladıklarını belirtmişlerdir (Ceylan et al.,1996: 301-308 ; Taşpınar et al.,2003: 669-673). Tecco ve ark. vidanın birinci günde 4 çeyrek tur, ilerleyen günlerde ise 1 çeyrek tur şeklinde aktive ettiklerini bildirmişlerdir (Tecco et al.,2005: 171-176) Sander ve ark., diğer araştırmacılardan farklı olarak hyrax genişletme vidasının günde en az 5 defa aktivasyonunu önermişlerdir. Bunu da hızlı maksiller genişletme sebebiyle oluşan kök rezorpsiyonun vidanın uygulamış olduğu kuvvetten değil, aktif tedavi süreci ile ilişkili olduğunu savunmuştur (Sander et al.,2006: 19-26). Chatellier ve Chateau ultra-rapid maksiller ekspansiyon adını verdikleri aktivasyon protokolünde ilk 3 gün içinde maksillada 6 mm ve devam eden bir hafta içinde ise 3 mm olacak şekilde vida aktivasyonunu gerçekleştirmişlerdir (Chatellier and Chateau,1963: 145-149). Lombardo ve ark. yapmış oldukları in vitro çalışmada hızlı maksiller genişletme vidalarına uygulanan kuvvetleri incelemişlerdir ve bunun sonucunda kuvvet miktarı arttığında vidanın sertliğinin azaldığı, boyunun uzadığı ve vidanın deformasyona uğradığını bildirmişlerdir (Lombardo et al., 2016: 1-10).

İşeri ve ark. yapmış oldukları sonlu elemanlar metodu (FEM) çalışmasında maksiller hızlı genişletmenin fasiyal kemiklerde önemli miktarda deformasyona ve stres birikimine sebep olduğu ve uzun dönemde relapsla neticeleneceğine dikkat çekmişlerdir. Araştırmacılar, bu sebeplerle midpalatal suturda ayrılma meydana gelen kadar hızlı, sonrasında ise yavaş genişletme yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Yine bu çalışmada kranofasiyal yapılar üzerindeki biyomekanik etkilerini de incelemişlerdir. Bunun neticesinde en fazla gerilim alanlarının, sfenoid kemiğin pterygoid plaklarının superior kısımlarında, zigomatik kemiğin eksternal yüzeylerinde, orbitanın dış duvarında, maksillada ise kanin ve molar bölgelerde ve özellikle nazal kavitenin ön alt duvarında ölçüldüğünü rapor etmişlerdir. Bununla birlikte frontal, paryetal, temporal ve oksipital kemiklerde 0,07-11,59 kg/mm² aralığında değişen stres alanları olduğu bildirilmiştir (İşeri et al.,1998: 347-356).

5. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Kullanılan Aygıtlar

Hızlı üst çene genişletmesinde aygıt seçimi yapılırken, hastanın yaşı, maksiller darlığın şiddeti ve miktarı, çapraz kapanışta olan diş sayısı, iskeletesel ve kassal paterni, maksiller molar ve premolar dişlerin aksiyal eğimleri, maloklüzyonun tedavisi için gerekli ihtiyaçları, alışkanlıkları ve kooperasyonu göz önünde tutularak tercih yapılmalıdır (Bishara and Staley,1987: 3-14).

Hızlı üst çene genişletmesinde kullanılan aygıtlar, destek aldıkları bölgelere göre dört kategoriye ayrılmaktadır. Bunlar;

- a.Diş destekli apareyler
 - b.Diş-doku destekli apareyler
 - c.Kemik destekli apareyler (İskeletesel ankraj)
 - d. Diş-kemik destekli apareyler (Hibrit aygıtlar)
- a. Diş destekli apareyler

William Biederman tarafından 1968 yılında literatüre tanıtılan Hyrax (Hygienic rapid expander) apareyi akrilik barındırmayan ve tümü paslanmaz çelikten oluşmaktadır (Biederman,1968: 67-70). Apareyin ortasında bir vida bulunmakta ve dental alçı

model üzerinde vidanın kolları damak bölgesine uyumlu şekilde bükülüp maksiller 1. Molar ve 1. Premolar dişlerdeki bantlara lehimlenmektedir. Bu aygıtın en önemli özelliği damak bölgesinde mukozayla teması olmamasından kaynaklı irritasyon oluşmaması, hijyenik olması ve hasta tarafından rahatça temizlenebilmesidir. Bu özelliklerinden dolayı klinisyenler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. (Schuster et al.,2005: 148-161)

Hyrax apareyinin en belirgin dezavantajı damak bölgesinden akrilikle destek alınmadığından ötürü bantla destek alınan dişlerde devrilme oluşmasıdır. Bu sebeple iskeletsel etkinin daha az, dişsel etkinin daha fazla olacağı çalışmalarla bildirilmiştir (McNamara et al., 2001: 554). Bu gibi yan etkilerini elimine etmek için araştırmacılar apareyin dizaynında modifikasyonlar yapmışlardır. Posterior dişlerin üzerini akrilik ile saran yeni bir aparey tasarlamışlardır. Modifiye hyrax apareyinde, dişler üzerinde bulunan akrilik ısıрма bloğu sayesinde posterior dişlerin ekstrüzyonu engellenmekte, vertikal boyut kontrolü sağlanmakta ve posterior dişlerdeki devrilmeyi minimuma indirerek bantlı aygıtlarla karşılaştırıldığında daha üstün bulunduğu çalışmalarla rapor edilmiştir (Asanza et al., 1997: 15-22; Spolyar, 1984: 136- 145)

b. Diş-doku destekli apareyler

Andrew Haas tarafından 1961 yılında hızlı maksiller genişletme tedavilerinde kullanılmak üzere tanıtılmıştır (Haas, 1961: 73-90). Bu aparey, üst birinci molar ve premolar dişlere simante edilen bantlar ile bu bantları bukkal ve palatinalden çevreleyen barlar ile birbirlerine bağlamaktadır. Aynı zamanda palatinal bölgede mukozayla temasta bulunan akrilik parçalar sayesinde dokudan destek sağlanmaktadır. Akrilik parça ile alınan doku desteği etkisiyle, kuvvet tümüyle maksillanın dişsel ve iskeletsel yapılarına aktarılmaktadır. Bu aparey ile oluşan ortodontik kuvvetin daha az, ortopedik kuvvetin daha fazla olduğu belirtilmiştir. (Haas,1970: 219-255). Apareyinin en belirgin dezavantajı, içerisinde barındırdığı akrilik parçadan dolayı hijyeninin tam olarak sağlanamaması ve yumuşak dokularda zedelenmeler oluşmasıdır. (Haas, 1961: 73-90, 1965: 200-217; McNamara et al., 2001: 554). İşeri ve Özsoy daha fazla dişten destek alınması amacıyla rijit akrilik bonded HÜÇG apareyi tasarlanmıştır. Bu apareyde üst kesici dişlerin palatinal kısımları ve posterior dişlerin tüm yüzeylerine kadar akrilik ile çevrelenmiştir ve palatinal bölgede de akrilik parçalar bulunmaktadır. Apareyin tam ortasında midpalatal düzlem hizasında konumlanan vida bulunmaktadır.

Bu apareyin avantajları çok fazla dişten destek aldığı için ortopedik etkisinin daha fazla olması ve rijit yapısı sayesinde dişlerde daha az bukkal devrilme oluşturmaktadır. (İşeri and Özsoy, 2004: 71-78; Memikoğlu and Iseri, 1997: 113-118).

c. Kemik destekli apareyler

Kemik destekli HÜÇG apareyleri diş veya diş-doku destekli apareylerin istenmeyen yan etkilerini elimine etmek amacıyla kullanılmaktadır (Sandikcioglu and Hazar,1997: 321-327). Konvansiyonel apareylerde, sınırlı ortopedik genişleme, destek alınan dişlerde oluşan bukkal devrilme ve ekstrüzyon, bunun sonucunda da alt çenede saat yönünde rotasyon ve açık kapanış eğilimi, kök rezorpsiyonu, bukkal kortikal kemik kalınlığında azalma, dehisens ve relaps riskinin artması gibi yan etkileri mevcuttur (Schuster et al., 2005: 148-161; Garib et al., 2006: 749-758; Baysal et al., 2013: 83-95; Akin et al., 2015: 799-805). Bununla birlikte, erişkin bireylerde geleneksel yöntemlerle genişletme elde edilemediğinden iskeletsel ankraj alınarak başarılı bir şekilde genişletme sağlanmaktadır. (Kapetonavic et al., 2021). İskeletsel ankraj alınmasını sağlayan aygıtlar, onplant, implant, miniplak ve minividalardır (Agarwal and Mathur,2010: 139). Günümüzde kemik destekli HÜÇG apareyleri damağa 2 ya da 4 adet minivida uygulanarak gerçekleştirilmektedir. Yalnız minividalardan veya minivida ve dişlerden destek alan iskeletsel ankrajlı apareyler uygulanmaktadır (Akin et al.,2015: 799-805 Nojima et al., 2018: 93-101; Mehta et al., 2021: 195-205). Bu apareylerin avantajları, periodontal problemlerin varlığında veya posterior diş eksikliklerinde durumunda konvansiyonel genişletme yöntemlerine göre iyi bir tercihtir (Kircelli et al., 2006: 156-163). Ayrıca, oral hijyenin daha iyi idame ettirilmesi, eş zamanlı olarak sabit ortodontik tedaviye başlanabilmesi ve tüm tedavi süresini azaltması da avantajlarındandır. İnvaziv işlem ihtiyacı en büyük dezavantajdır (Lagravere et al.,2010: 304.e1-305).

d. Diş-kemik destekli HÜÇG apareyi

Ludwig ve ark. 2007 yılında hibrit hyrax ismini verdikleri apareyi ilk kez tanıtmışlardır. Hibrit Hyrax, iki adet minivida ile damaktan destek alan ve molar dişlere uzanan aksam ile dişlerden destek alan apareydir (Wilmes and Drescher,2008: 574-580). Araştırmacılar, tüm daimi dişlerin sürmesini beklemeden geç karışık dentisyonda sadece birinci molar dişlerden destek alınarak tedavinin yapılabileceğini

bildirmişlerdir (Nienkemper et al., 2013: 1-8; Wilmes and Drescher, 2008: 574-580). Maksiller retrognatisi ve üst çene yetersizliği bulunan hastalarda da hibrit hyrax apareyi kullanılmıştır. Nienkemper ve ark. sınıf 3 maloklüzyon tedavilerinde yüz maskesiyle birlikte hibrid hyrax apareyini kullanarak olası dişsel yan etkilerini elimine etmişlerdir (Nienkemper et al., 2013: 1-8). Wilmes ve ark. anterior palatal bölgeye uyguladıkları 2 minividalı “Benefit Sistem” ismini verdikleri apareyi geliştirmişlerdir. Bu sistem ile birlikte, molar distalizasyonu, mezializasyonu, indirek ankraj ile gömülü kanin dişin sürdürülmesi ve üst çene genişletmesi gibi birçok ortodontik tedavi yapılabileceğini bildirmişlerdir (Wilmes et al., 2008:574-580; Wilmes et al.,2009: 494-501) Lee ve ark. 4 adet minividadan ve molar dişten destek alan apareyle tedavi ettikleri hastalarda yeterli genişletme sağlamıştır (Lee et al.,2010: 830-839). Güncel olarak diş-kemik destekli apareyler 2 minivida yada 4 minivida destekli kişiye özgü tasarım veya prefabrik olarak yapılabilir (Quintela et al., 2021: 10).

6. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dişsel Etkileri

Hızlı maksiller genişletmede ortodontik ve ortopedik etki birlikte oluşmaktadır. Proffit’e göre HÜÇG tedavisi sonrasında dişsel ve iskeletsel etkilerin yarı yarıya oluştuğunu bildirmektedir (Proffit and Fields, 2000). Podesser ve ark. yapmış oldukları farklı bir çalışmada ise iskeletsel etkinin %25 ila %53 arasında değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir (Podesser et al.,2007: 37-44).

Üst santral dişler arasında meydana gelen median diastema HÜÇG tedavisinde en çok oluşan dişsel etkidir. Bu oluşan diastemanın mevcut genişletme miktarının yarısı kadar olduğu Haas tarafından rapor edilmiştir (Haas,1965: 200-217). HÜÇG aktivasyonu sonrasında santral dişlerin kronları meziale doğru hareket etmektedir, ancak kökleri aynı yerde durmaktadır. Köklerin hareketi, kronların birbirine temas etmesinden sonra gerçekleşmekte ve ilk eğimlerine geri dönmektedir (Haas, 1965: 200-217). Maksiller keser dişlerde yapılan genişletme mekaniğinin tesiriyle Sella-Nasion düzlemine göre ekstrüzyon, dikleşme ve retrüzyon hareketleri oluşabilmektedir (Haas, 1961: 73-90,1965: 200-217; Wertz,1970: 41-66). Retrüzyon hareketinin oluşmasını dudağın yapmış olduğu baskıya veya suturda bulunan interseptal fibrillerin etkisiyle meydana gelebileceğini belirtmişlerdir (Haas,1970: 219-255). Farklı bir araştırmada ise maksillanın anterior bölgesinin posteriora doğru

hareketi neticesinde, maksiller keser dişlerde ekstrüzyon ve retrüzyon olabileceğini rapor etmişlerdir (Sarver ,1989: 462-466)

HÜÇG'nin sonucunda molar dişler, maksiller apikal kemik kaidesinin hareketini izleyerek yanaklara doğru tipping hareketi oluşturmaktadır. Molar dişlerde oluşan devrilme hareketinden ötürü ekstrüzyon hareketi de görülmektedir (Bishara and Staley,1987: 3-14). Hicks, maksiller sağ ve sol 1. molar dişler arasındaki açıyı ölçtüğü çalışmasında genişletme sonrasında 1° - 24° arasında açının arttığını bildirmiştir (Hicks ,1978: 121-141). Molar dişler arasında oluşan açı artışının sebebi dişler ve kemik kaidesindeki devrilme hareketinin paralel olmaması ve bir bölümünün alveolar bir bölümünün ise dişsel devrilmeden kaynaklanmasıdır. Buradaki en önemli faktör, periodontal ligamentin sıkışma miktarının belirsiz olmasıdır. Belirli bir zaman aralığında uygulanan mekaniklerin ve çiğneme kuvvetlerinin de tesiriyle yanak tarafına devrilen dişler dikleşmekte ve kökleri ile kron aks inklinasyonları eski haline dönmektedir (Krebs,1959: 491-501). Mcnamara ve ark. yapmış oldukları araştırmalarında, akrilik splintli HÜÇG apareyi kullanılan bireylerde,sabit ortodontik tedavi esnasına genişletme uygulanmayan bireylere göre premolar ve molar dişlerin daha çok bukkale devrildiğini rapor etmişlerdir. (Mcnamara et al., 2003: 344-353).

Krebs, HÜÇG'nin etkilerini analiz etmek amacıyla maksiller kaninlerin palatinalindeki alveolar kemiğe ve infrazigomatik bölgenin kenarına implant yerleştirmişlerdir. Yapılan model ölçümlerinde, maksiller 1. Molarlar arası mesafede 6 mm artış, implantlar arası mesafe de 3,7 mm artış olduğunu bildirmişlerdir. 2,3 mm'lik oluşan bu farkın sebebinin dişlerin devrilmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. (Krebs 1959: 491-501, 1964: 131-142)

HÜÇG tedavisinde alt çene dişleri de göreceli olarak etkilenmektedir. Haas'ın mandibular dişlerin nasıl etkilediğini incelediği çalışmasında, bütün vakalarında intermolar mesafenin 0,5-2 mm arttığını söylemiştir. İnterkanin mesafede ise totalde tedavi ettiği 10 vakada, 5'inde herhangi bir değişiklik olmadığı, yalnızca 4 vakasında 0,5-1,5 mm artış olduğu ve bir vakada 0,5 mm azalma olduğunu belirtmiştir. Burada artışın nedeni kullanılan apareyler sebebiyle yanak baskısının etkisini azalmasına ve eş zamanlı olarak dilin ağız tabanında inferiora konumlanmasından dolayı alt çene dişlerine olan baskısının artmasına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir (Haas ,1961: 73-90). Araştırmacılar, mandibular posterior dişlerin linguale konumlanmasının sebebinin

maksiller transversal yetmezlikten kaynaklandığını ve hızlı üst çene genişletme sonrasında alt çenede de genişleme oluşacağı bildirilmiştir (Mcnamara, 2000). Lima ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada alt çene de hem intermolar genişlikte hem de interkanin genişlikte istatistiksel olarak önemli artışların olduğunu bildirmişlerdir (Lima et al.,2004: 576-582). Halazonetis ve arkadaşları, mandibulada meydana gelen genişlemeyi, maksiller genişletme sonucu bukkal bölgedeki yanak basıncının alt bukkal bölgedeki dişlerin üzerinden bir miktar kaldırılmasına bağlamaktadır (Halazonetis et al.,1994: 295–300). Başka bir araştırmacı, mandibular kanin ve molar dişler arasındaki genişliğin, oklüzal kuvvetler ve kas dengesinde oluşan değişiklikler sonucu oluştuğunu ifade etmişlerdir. Literatürde bu konu ile ilgili zıt görüşlerde mevcuttur. Bazı araştırmacılar,mandibular molarlar arası genişliğin artmadığını aynı kaldığını savunmuşlardır (Baccetti et al.,2001: 343-350).

HÜÇG tedavisinden sonra ark boyunun uzunluğunda önemli değişiklik oluşmaktadır. Burada molarlar arası her 1 mm’lik artış, yaklaşık olarak ark boyunda 0,7 mm’lik artışa sebep olur. HÜÇG yapılan bireylerde hemen hemen 4 mm’lik bir ark boyu uzunluğu artışı tespit edilmiştir (Adkins et al., 1990: 194-199;Geran et al.,2006: 631-640).

7. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin İskeletsel Etkileri

Hızlı maksiller genişletme tedavisinde uygulanan apareyler kuvveti dişler vasıtasıyla ilk olarak peridontal ligamente daha sonra alveol kemik ve çene kemiğine aktarılır. Uygulanan kuvvetlerin şiddeti fazla olduğundan ortopedik etkiler meydana gelmektedir. Periodontal ligamentler aracılığıyla alveol kemiğe ve palatal kemiklere aktarılan ortopedik kuvvetler, alveolar yapılarda yanıl eğilmelere sebep olur ve nihayetinde orta palatal suturda ayrılma gözlenir (Haas, 1965: 200-217). Bu ayrılma esnasında, iskeletsel hareket daha fazla dişsel hareket daha az miktarda oluşur. Transversal , frontal ve vertikal düzlemlerde maksillanın iki parçası hareket eder. Maksillaya oklüzalden bakıldığında, maksiller parçalar tepesi posterior nasal spinada, tabanı anterior nasal spinada olan bir üçgene benzer yapıda midpalatal sutur hizasında birbirinden ayrılmaktadır. “V” şeklinde açılmanın oluştuğu midpalatal suturda , anteriordaki açılmanın posteriora göre daha fazla olduğu bulunmuştur. Bunun nedeninin, posterior bölgedeki yapıların açılmaya daha fazla direnç göstermesidir (Davidovitch et al., 2005:483-492 ;Ekström et al., 1977: 449-455) .

Maksiller sutura frontalden bakıldığında superoinferior yönde de paralel açılmadığı izlenmektedir. Piramidal bir yapı şeklinde oluşan açılma sonucunda tabanı ağız tavanında, rotasyon merkezi frontonazal suturadadır (Bishara vd., 1987: 3-14; Haas ,1965: 200-217,1961: 73-90, 1970: 219-255;Timms ,1981; Wertz ,1970: 41-66). Sagittal düzlemde maksillanın öne ve aşağı doğru yer değiştirdiğini Haas ve Wertz'in yapmış oldukları çalışmalarda belirtilmiştir (Haas, 1970: 219-255; Wertz, 1970: 41-66). Bununla birlikte,sagittal düzlemde üst çenenin ön kısmının arka kısmına oranla daha fazla açıldığı bildirilmiştir (Wertz, 1970: 41-66). Ayrıca, üst çenenin öne ve aşağı yöndeki hareketi yapılan sefalometrik çalışmalarla ispatlanmıştır (Akkaya et al.,1999 : 175-80; Chung et al., 2004: 569-575;Mossaz-Joelson and Mossaz, 1989: 67-76). Haas, üst çenenin öne doğru hareketlenmesini pterigomaksiller suturun açılması neticesinde meydana geldiğini savunmuştur (Haas,1970: 219-255). Üst çenenin sagittal yöndeki yer değiştirmesinin biyomekaniği Biedermann ve Chem tarafından ele alınmıştır. Araştırmacılar, A noktasının anteriora doğru hareket etmesini zigomatik kemiğin her iki yanındaki maksiller kemiklerin iki farklı rotasyon merkezi oluşturması durumunda meydana geleceğini bildirmiştir. Fakat, rotasyon merkezi orta palatal suturun posteriorunda konumlandığında A noktası biraz geriye doğru yer değiştirecektir (Biedermann 1973: 47-55). Farklı bir görüşte, White'ın yapmış olduğu çalışmada HÜÇG sonrasında üst çenenin ön kafa kaidesine göre yerinin sabit kaldığı bildirilmiştir. Üst çenenin geri ve yukarı yönde yer değiştirdiği Sarver ve Johnston tarafından savunulmuştur (White, 1972: 527-528; Sarver et al., 1989: 462-466). Akrilik splint kullanılan HÜÇG aygıtlarında maksillanın öne doğru hareket ettiğini bildiren bir çok çalışma mevcuttur (Akkaya et al.,1999: 175-80; Wendling et al.,2005: 7-14;Başçiftçi and Karaman.,2002: 61-71). HÜÇG'sini bilgisayarlı tomografi ile değerlendirilen bir çalışmada, anterior nazal spinada ortalama 2,21 mm ve posterior nazal spinada ise ortalama 0,95 mm genişleme olduğunu bildirmişlerdir (Silva Filho et al., 2005: 231-238). Lione ve ark. yapmış olduğu çalışmada, HÜÇG uygulanan 17 hastanın iskeletsel etkilerini bilgisayarlı tomografi üzerinde incelemiştir ve suturun ön kısmında ortalama 3,01 mm , orta kısmında ortalama 2,17 mm ve arka kısmında 1,15 mm açılma olduğu rapor edilmiştir (Lione et al., 2008: 389-392.). Yapılan her iki çalışma sonucunda açılmanın anterior bölgede posterior bölgeye göre daha fazla olduğu belirtilmiştir (Lione et al., 2008: 389-392.; Silva Filho et al.,2005: 231-238).

Üst çenenin öne ve aşağı doğru yer değiştirmesi vertikal düzlemde incelendiğinde, maksiller 1. molar dişlerin ekstrüzyonu ve palatinal tüberkülün sarkması, alt çenenin saat yönünde rotasyon yapmasına sebep olmaktadır (Chang et al., 1997: 330-337). Bundan dolayı, mandibular düzlem eğiminin, overjetin ve alt yüz yüksekliğinde artış olmaktadır (Akkaya et al., 1998: 255-261; Chung et al., 2004: 569-575; Haas, 1970: 219-255; White, 1972: 527-528). Yapılan bir çalışmada, dik yön boyutları fazla olan bireylerde HÜÇG'nin, oklüzyonda değişikliğe, tüberkül çatışmalarına, maksiller molar ve premolar dişlerin uzamasına ve bunlara bağlı olarak alt çenenin aşağı ve geriye rotasyonu ile açık kapanışa neden olacağı ifade edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, vertikal boyutları artan ve/veya açık kapanışa yatkınlığın fazla olduğu bireylerde hızlı maksiller genişletmenin dikkatle yapılmasını gerektiğini söylemişlerdir (Bishara and Staley, 1987: 3-14)

HÜÇG yapılırken uygulanan kuvvet yalnızca maksillayı değil, kafa kaidesinde maksillayı çevreleyen diğer kemikleri de etkilemektedir. (Gardner and Kronman, 1971: 146-155). Gardner 1971 yılında maymunlar üzerinde uyguladığı HÜÇG tedavisi sonucunda midsagittal, lambdoid, parietal suturda ve sfenooksipital sinkondrosiste değişiklik izlendiğini belirtmiştir (Gardner and Kronman, 1971: 146-155). Araştırmacılar, direncin yalnızca midpalatal suturadan kaynaklanmadığını, maksillaya komşu yapılarda, özellikle sfenoid ve zigomatik kemiklerden oluştuğunu belirtmiştir. Sfenoid kemiğin pterigoid plakları ile zigomatik ark genişletme esnasında stresin en çok görüldüğü yüzeylerdir (Bishara and Staley, 1987: 3-14). Burada oluşan direncin "buttressing etkisi" olarak tanımlanmaktadır (Bishara and Staley, 1987: 3-14). HÜÇG'sinin kraniyofasiyal yapılar üzerindeki biyomekanik etkilerini İşeri ve ark. sonlu eleman analizi metoduyla (FEM) incelemişlerdir. Yapmış oldukları çalışmanın neticesinde, en fazla gerilim yüzeylerinin sfenoid kemiğin pterigoid plaklarının superior kısımlarında ($73,75 \text{ kg/mm}^2$), zigomatik kemiğin eksternal alanlarında ($41,24 \text{ kg/mm}^2$), orbitanın dış duvarında ($16,25 \text{ kg/mm}^2$), maksillada ise kanin ve molar bölgelerde ($18,82 \text{ kg/mm}^2$) ve özellikle burun boşluğunun anterior alt duvarında ($30,79 \text{ kg/mm}^2$) ölçüldüğünü rapor etmişlerdir (İşeri et al, 1998: 347-356). Kudlick insan kafatası üzerinde yapmış olduğu çalışmasında, üst çene parçalarının simetrik yer değiştirmede, maksiller genişletmede en yüksek direncin zigomatik ark değil sfenoid kemik olduğunu, sfenoid kemik hariç maksilla ile komşulukta olan tüm kemiklerde yer değiştirme oluştuğunu ve kraniyal taban açısının sabit kaldığını

bildirmiştir (Kudlick ,1974: 103). Yapılan birçok sonlu elemanlar analizi çalışmalarına göre HÜÇG sırasında hakiki direnç merkezi midpalatal sutur değil sirkummaksiller yapılar olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmalarda nüksün sebebinin sfenoid kemiğin pterigoid plakları ve zigomatik kemiğin üzerinde biriken streslerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. (İşeri et al, 1998: 347-356; Jafari et al., 2003: 12-20; Zimring and Isaacson,1965: 178-186).

8. Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Havayoluna Etkisi

Nazal kavitenin genişliği hızlı üst çene genişletme tedavisinden sonra artmaktadır. Genişleme, orta palatal sutura komşu burun tabanında oluşmaktadır. Nazal kavite tabanının aşağıya hareketi, maksiller segmentlerin yanlara doğru birbirinden uzaklaşması ve nazal kavitenin yan duvarlarının da laterale doğru yer değiştirmesiyle gerçekleşmektedir (Haas, 1970: 219-255,1965: 200-217,1961: 73-90; Wertz, 1970: 41-66). Nazal kavite dış duvarları arası mesafenin ortalama 1 ila 4 mm arasında artış olduğu yapılan posteroanterior film analizlerinde belirtilmiştir (Baccetti et al.,2001: 343-350; Chung et al.,2004: 569-575, İşeri and Özsoy, 2004: 71-78). HÜÇG tedavisi gören bireylerin, nazal kavite genişliklerinde oluşan artış sebebiyle nazal hava yolu boyutlarında artma ve nazal havayolu direncinde azalma meydana geldiği bu sebeple bireylerin daha kolay nefes aldıkları bildirilmiştir (Bıçakçı et al.,2005:1-6; Hartgerink et al.,1987: 381-389; Hershey et al.,1976:274- 284; Warren et al., 1987: 279). Yapılan bir çalışmada, HÜÇG sonrasında nazal hava yolu direncinde ortalama %45 ila %53 oranında azalma bulunduğu ve bunun ilerleyen zamanlarda aynı kaldığını bildirmişlerdir (Hershey et al.,1976:274- 284). Hartgerink ve ark. yapmış oldukları çalışmada, HÜÇG uygulanan 38 hastanın yaklaşık üçte ikisinde nazal havayolu direncinin azaldığını bildirmişlerdir. Yazarlar, nazal hava yolu direncindeki değişikliklerin bireyden bireye farklılaşacağını ve bundan dolayı HÜÇG nazal dirence ne kadar etki edeceğinin ön görülemeyeceğini ifade etmişlerdir. (Hartgerink et al.,1987: 381-389). Bilgisayarlı tomografi ile yapılan başka bir çalışmada, HÜÇG sonrasında nazal kavitedeki genişliğin her yerde aynı düzeyde olmadığını, bu sapmanın nazal kavitenin posterior bölümlerine doğru ilerledikçe azaldığını bildirmişlerdir. Nazal boşluğun posterosuperior bölümünde darlık bulunan bireylerde HÜÇG'den çok yarar beklenmemesi gerektiği belirtilmiştir. Çünkü asıl genişlemenin anteroinferior bölümde olduğunu savunmuşlardır (Montgomery et

al.,1979: 363-375). Bu yapılan çalışmaların aksine, Graber hızlı maksiller genişletme sonrasında burun solunumunda oluşan iyileşmenin kalıcı olmadığını ifade etmiştir. Araştırmacı, lenfoid dokuların 12 yaşındaki çocuklarda adölesanlara göre daha büyük olduğunu ve bundan dolayı burun solunumu inhibe ettiğini savunmuştur. Genişletme uygulanmasada bireyler büyüdükçe lenfoid dokuların spontane şekilde küçülerek burun solunumunun kendiliğinden iyileşeceğini bildirmiştir (Graber et al.,1994).

9. Hızlı Üst Çene Genişletmesinde Zamanlama

Hızlı üst çene genişletmesinin ortodontik ve ortopedik etkileri yaş, cinsiyet, büyüme potansiyeli ve kişisel farklılıklar gibi unsurlardan etkilenebilmektedir. Hızlı üst çene genişletmesinde başarılı bir tedavi, büyüyen bireylerde midpalatal suturun kapanmasından önce yapıldığında sağlandığı bildirilmiştir (Lagravere et al.,2005: 155-161; McNamara et al.,2003: 344-353). Bundan dolayı, maksiller hızlı genişletmede zamanlama çok kritik önem taşır.

Björk ve Skieller 4 ila 20 yaşlar arasındaki bireylerde üst çene büyüme miktarını analiz etmek amacıyla implant çalışması yapmışlardır. Üst çenenin bu yaşlarda transversal düzlemde büyümesinin ortalama 6,5 mm olduğunu belirtmişlerdir. Maksilladaki transversal ve sagittal düzlemdeki sutural büyümenin 17 yaşında bittiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, midpalatal suturdaki büyüme ile boy artışı ve pubertal büyümenin en üst seviyede olduğu zaman ile sutural büyümenin en üst seviyede olduğu zamanın paralellik gösterdiğini savunmuşlardır (Björk and Skieller, 1974: 26-33).

İnsan kadvraları üzerinde histolojik çalışma yapan Melsen, midpalatal suturun farklı gelişim dönemlerini incelemiştir. Araştırmacı, midpalatal suturu bebeklik, çocukluk ve erişkinlik olarak 3 dönemde analiz etmiştir. Buna göre, bebeklik çağında pürüzsüz ve düzgün olduğunu, çocukluk çağında daha kıvrımlı bir yapıya dönüştüğünü ve erişkin dönemde kıvrımlı yapının daha çok artmasıyla interdijitasyon şeklini aldığını bildirmiştir. Midpalatal suturdaki büyümenin cinsiyetlere göre farklılık gösterdiğini ifade etmiştir. Kızlarda 16, erkeklerde ise 18 yaşına kadar sürdüğünü ve 13-15 yaşlarına kadar sert damak boyutunda artış olduğunu bildirmiştir (Melsen ,1975:42-54). Kız çocukları üzerinde yapılan farklı bir implant çalışmasında, üst çenenin yatay

yöndeki büyümesinin 11 yaşında zirveye ulaştığı ve 18 yaşında bittiği, dik yön büyümesinin ise 12 yaşında zirveye ulaşarak 15 yaşında sona erdiğini bildirmişlerdir (İşeri and Solow,1990: 389-398). 10 yaşına kadar HÜÇG aygıtlarıyla sutur rahatlıkla ayrılırken, daha sonraki yaşlarda suturun ayrılabilmesi için daha çok kuvvet uygulayan rijit aygıtların kullanılması gerekmektedir (Proffit et al., 2006). Süt ve karışık dentisyonda uygulanan genişletmesinin daha kalıcı olacağı Haas tarafından bildirilmiştir (Haas ,1980: 189-217). Bishara ve Staley 13 ila 15 yaşlarının genişletme için elverişli olduğunu, erişkin dönemde yapılan genişletmenin sonuçlarının ön görülemeyeceğini ve ilerleyen zamanlarda nüksün oluşabileceğini belirtmişlerdir (Bishara and Staley, 1987: 3-14). Da Silva Filho ve ark., üst çene darlığının süt dentisyon dönemi dahil, mümkün olduğunca erken dönemde tedavi edilmesinin önemini vurgulamıştır. Araştırmacılar bunun sebebinin üst çenenin yüz kemikleriyle olan artikülasyonun yaşı ilerlemesiyle daha sağlam hale gelmesine, genişletmenin erken dönemde daha rahat sağlanmasına ve ağrının daha az hissedilmesine bağlamışlardır. (de Silva Fo et al., 1991: 171-179). Person ve Thilander insan kadavralarında yapmış oldukları çalışmalarında, midpalatal suturun farklı zamanlarda kapanabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar çalışma sonuçlarında, intermaksillerin suturun 15 yaşındaki kız bireyde kapandığını fakat 27 yaşındaki kadın bireyde kapanmamış olduğunu rapor etmişlerdir. Kişisel farklılıkların HÜÇG tedavisindeki yaş sınırını etkileyebileceğini savunmuşlardır (Persson and Thilander,1977: 42-52). Sarı ve ark. HÜÇG tedavisini dentisyon dönemine göre süt, karışık ve daimi dişlenme olarak etkilerini kıyaslamışlardır. Tedaviye erken dönemde başlamanın beklenildiği kadar fazla iskeletsel etkisinin olmadığı aksine tedavinin erken daimî dentisyona kadar bekletilebileceğini ifade etmişlerdir (Sarı et al., 2003: 654-661).

Yaşlanma ile kemiğin rijiditesi artmaktadır. Juvenil ve erişkin bireylerdeki alveoler kemik yapısı incelendiğinde; erişkinlerdeki alveoler kemiğin kortikal katmanının daha fazla olduğu ve medullar kemik yapısının daha az olması sebebiyle vaskülarizasyonun azaldığı izlenmektedir (Lagravere et al., 2005: 155-161; Melsen and Melsen.,1982: 329-342).Lines,erişkin bireylerde genişletmeye karşı direnç oluşacağını ve bunun sebebinin midpalatal suturdaki kemikleşme veya sirkummaksiller rijiditeden kaynaklanabileceğini bildirmiştir (Lines,1975: 44-65) . Geç dönemde uygulanan HÜÇG tedavileride, midpalatal sutur kapanmasıyla birlikte üst çenenin

genişletmeye karşı oluşturduğu direnç artmaktadır (Lagravere et al., 2005: 155-161). Bundan dolayı, yetişkin bireylerde ortodontik etki ortopedik etkiden daha fazla görülmektedir (Bishara and Staley.,1987: 3-14; Mossaz et al.,1992: 110-116). Erişkin bireylerde oluşan bu direnci elimine etmek amacıyla maksillanın yan duvarlarında ve midpalatal suturda osteotomiler yapılması gerekmektedir (Timms 1981). Rungcharassaeng ve ark. maturasyonun sona erdiği erişkin bireylerde HG'nin cerrahi destekli yapılmasının daha faydalı olacağını savunmuştur (Rungcharassaeng et al., 2007: 428) Ayrıca, yetişkin dönemde yapılan HG tedavisinde aşırı uygulanan kuvvetler neticesinde apareyin simante edildiği dişlerde bukkalde kemik kaybı, gingival çekilmeler, kök rezorpsiyonu ve beyaz lezyonlar gibi yan etkiler gözlenmektedir (Mutinelli et al., 2015: 1-7).

10. Hızlı st ene Genişletmesinde Pekiştirme ve Nüks

Nüks, ortopedik veya ortodontik tedavinin sona ermesinin ardından dişlerin eski haline geri dönme eğilimidir. Nksn sebepleri arasında; kuvvetli bukkal kas yapısı, pekiştirme döneminde yetersiz kemik oluşumu, sutur direnci, zigomatik kemik direnci, birikmiş rezidüel kuvvetler, gerilmiş mukoperiosteum ve oklüzal kuvvetlerin mevcudiyeti, dudak ve dil basınçları arasındaki uyumsuzluklar bulunur (Chang et al., 1997: 330 337).

Hicks HG tedavisi sonrası relaps ile ilgili yapmış olduğu çalışmasında, pekiştirme tedavisi yapılmadığında nks miktarının %45, sabit pekiştirme aygıtı kullanılarak yapıldığında %10 ila %23 arasında ve hareketli aygıtlar kullanıldığında ise %22 ila %25 arasında olduğunu belirtmiştir (Hicks, 1978: 121-141).

HG sonrasında alveoler proesler üzerinde biriken rezidüel kuvvetler sebebiyle relaps görülmektedir. Bundan dolayı, bir miktar daha fazladan düzeltme yapılması gerekmektedir ve bu miktar 2-3 mm olarak ifade edilmiştir (Bishara and Staley., 1994: 89-98; Chang et al., 1997: 330 337; Zimring and Isaacson, 1965: 178-186).

Eksik yapılan pekiştirme tedavilerinde nks ihtimali daha çok olmaktadır. Bu sebeple, minimum 3 ila 6 ay arasında maksiller suturların tekrar organizasyonu ve stabilizasyonu için pekiştirme tedavisi uygulanmalıdır (Wertz and Dreskin, 1977: 367-381). Ekström ve ark. sütürün mineral içeriğinin başlangıç durumuna geri gelmesi için

pekiştirme tedavisi süresinin en az 3 ay olması gerektiğini bildirmişlerdir (Ekström et al., 1977: 449-455).

Hastanın yaşı, apareyin sertliği, kemik maturasyonu ve retansiyon süresi gibi faktörler HÜÇG tedavisi sonrasında uygulanılacak pekiştirme apareyinin seçiminde dikkate alınmalıdır. HÜÇG'nin aktif tedavi süresinin ardından pekiştirme döneminde, aygıtın vidası, anahtar ile çevrilen deliklerinden bir parça tel geçirilerek bağlanmalı ve vida ağız içerisinde sabit bir şekilde kalmalıdır (Wertz and Dreskin., 1977: 367-381).

HÜÇG sonrasına nüksü engellemek amacıyla farklı retansiyon apareyleri kullanılmaktadır. Örneğin, mevcut apareyin ağız içinde sabitlenmesi yerine hareketli apareyler de kullanılabilir (Graber et al., 2011). Hawley tipi hareketli pekiştirme apareyi seçilebilir (Asanza et al., 1997: 15-22). Hareketli apareylerden farklı olarak quad-helix veya trasnpalatal ark gibi ağız içinde dişlere simante edilen apareylerde tercih edilebilir.

E.Alt-RAMEC Protokolü

Liou ve Tsai 2005 yılında yaptıkları çalışmalarında hızlı üst çene genişletmesine alternatif bir tedavi protokolü sunmuşlardır. Araştırmacılar, bu tedavide maksiller ilerletmenin iskeletsel etkilerini arttırmak için üst çenenin komşuluk yaptığı diğer suturlarla bağlantısının zayıflatılmasını hedeflemişlerdir. Bu uygulamayı literatüre Alternate Rapid Maksiller Ekspansiyon ve Konstriksiyon olarak tanıtmışlardır. Buna göre, üst çenede ilk hafta günlük 1mm açma yapılarak haftalık 7 mm genişletme sağlanmaktadır, ikinci hafta ise günlük 1 mm kapama yapılmaktadır. Tedavi seyri ilerleyen haftalarda bu sırayla genişletme aygıtının bir hafta açılıp bir hafta kapatılması ile toplam 9 hafta boyunca devam etmektedir. Genişletme tedavisi bittikten sonra maksiller protraksiyon tedavisi uygulamışlardır (Liou and Tsai., 2005: 121-127).

Araştırmacılar, bu protokolün uygulama prensibini diş çekimine benzetmişlerdir. Diş çekiminde hareketin sağlanması için dişin öncelikle bukkal ve palatinal yönlerde eleve edilip dişin soketten ayrılabilmesi için serbestleştirilmesi gerekmektedir. Üst çenede komşu olduğu suturlarla bağlantısının zayıflatılıp protraksiyon yapmak için uygulanana apareyin haftalık sürelerle açılıp geri kapatılması gerektiğini ifade etmişlerdir (Liou and Tsai, 2005: 121-127).

Loui ve Tsai, HÜÇG sonrasında maksiller protraksiyon uygulamasını ve Alt-RAMEC sonrası maksiller protraksiyon uygulamasının sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Yaşları 9-12 arasında değişen, tek taraflı dudak damak yarıklı 26 bireyi iki gruba ayırmışlardır. İlk grupta günlük 1mm açılma olacak şekilde 1 hafta boyunca HÜÇG uygulanmış, 2. Grupta ise günde 1 mm açılma olacak şekilde 9 hafta boyunca Alt-RAMEC prodesürü uygulanmıştır. Bu tedavi protokolünden sonra her iki gruba da 6 ay maksiller protraksiyon tedavisi uygulanmışlardır. Çalışma neticesinde, A noktasındaki ilerleme Alt-RAMEC grubunda (5.8 ± 2.3 mm) HÜÇG grubuna kıyasla ise (2.6 ± 1.5 mm) olarak daha fazla bulunmuştur. Araştırmacılar, 2 yıllık takip sonrası sonuçların kalıcı olduğunu belirtmişlerdir (Liou and Tsai., 2005: 121-127).

İşçi ve ark. yapmış oldukları çalışmalarında, maksiller protraksiyon ihtiyacı olan Sınıf III malokluzyonlu bireylerde HÜÇG ile yüz maskesi tedavisinin ve Alt-RAMEC protokolü ile yüz maskesi tedavisinin dentofasiyal etkilerini karşılaştırmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Alt-RAMEC grubunda A noktasının anterior hareketinin (4.13 mm), HÜÇG grubuna kıyasla (2.33 mm) daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (Isci et al., 2010: 706-715)

Yılmaz ve ark., üst çene gelişim yetersizliğine sahip bireylerde ,maksiller ilerletme yapılmadan sadece Alt-RAMEC protokolü uygulamış ve üst çeneye etkilerini incelemişlerdir. Tedavi seyri, günlük 1mm açılma olacak şekilde 9 hafta boyunca sırayla açma ve kapama olarak en son açılarak sona ermiştir. Çalışma sonunda üst çenede , $0,8$ mm protraksiyon ve $0,92$ mm aşağı hareket ettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, maksilla ile komşulukta olan nazal kemik, zigomatikomaksiller ve zigomatikotemporal suturlar da etkilenmiştir. Araştırmacılar, Alt-RAMEC protokolünün tek başına uygulandığında maksiller ilerletme için yetersiz olacağını ifade etmişlerdir (Yılmaz and Kucukkeles, 2014:868-877)

Alt-RAMEC protokolünün sagittal ve koronal sirkummaksiller suturlar üzerindeki etkisi HÜÇG ile karşılaştırıldığında, yüz maskesi tedavisi gören bireylerde daha çok sutural açılma yapması şeklinde ifade edilmektedir (Parayaruthottam et al.,2018: 320–326).

F.Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi büyüme ve gelişimi tamamlanmış erişkin bireylerde maksiller darlığı tedavi etmek için uygulanan bir yöntemdir. Bu teknikte, maksillanın bağlı olduğu suturlardaki direnç alanlarına osteotomiler yapılarak maksillanın genişletilmesi hedeflenmektedir (Verstraaten et al., 2010: 166–174). Bu direnç alanları, önde apertura priformis, lateralde zigomatik buttress bölgesi, posteriorde pytreigoid çıkıntılar ve median bölgede midpalatal suturdur (Converse and Horowitz, 1969: 217–243). Maksillanın iskeletsel maturasyon sonucu suturları kapandığında konvansiyonel HÜÇG tedavisi başarısız sonuçlar oluşturur. Bu sonuçlar arasında ortopedik etkinin gerçekleşmemesi, alveol kemiğinin eğilmesi ve dişlerde tipping oluşması, maksiller posterior dişlerin bukkale doğru devrilmesi sonucu openbite oluşması, mandibulada posterior rotasyon neticesinde, alt yüz yüksekliğinin artması sayılabilir (Akin et al., 2015: 799–805). Erişkin bireylerde geleneksel HÜÇG yapılması durumunda kök rezorpsiyonları, fenestrasyon, dişlerde tipping ve uzama, aşırı ağrı, periodontal ligamentte baskı ve gingival problemler ve diş eti hastalıkları görülebilir. Bu tarz genişletme sonrasında tedavinin kalıcılığı az, relap miktarı fazla bulunmuştur (Bays and Greco, 1992: 110-113; Betts, 2016: 67, Haas, 1970: 219-255; Northway and Meade., 1997: 309-320). Ayrıca, bireylerde ağrı, palatal yumuşak dokuda kan dolaşımının azalması, ülserasyon ve şişlik meydana gelebilir. Bu sebeplerden dolayı, erişkin bireylerde genişletme için kortikal kemik direncinin minimuma indirgenmesi ve kortikotomi yapılması Chung ve ark. tarafından önerilmiştir (Chung et al., 2007: 155-166).

Literatürde, üst çene cerrahisi ile ilgili birçok yazar tarafından farklı fikirler öne sürülmüştür. Ancak temelde iki ana görüş kabul görmektedir. Bunlar, maksillanın en fazla şekilde serbestleştirildiği ve invaziv prosedür, diğeri ise maksillanın pterigoid bağlantısına kadar ayrıldığı daha az invaziv olan tekniktir.

Glassman ve Nahigian 1984 yılında yapmış oldukları çalışmasında, apertura piriformisten pterigoid plağa kadar osteotomi yapmışlardır. Araştırmacılar, yapmış oldukları bu maksiller cerrahiye “Glassman Tekniği” adını vermişler. Bu teknikte, maksillanın anterior ve lateral direnç yüzeyleri serbestleştirilmiştir. Bu tekniğin avantajları arasında operasyon sonrası komplikasyon, pterigoid pleksusa zarar verme riski ve morbidite riskinin az olması, nazal ve palatal dokuların korunması, insiziv

kanal içeriğinin hasar görmesinin önlenmesi ve pterigomaksiller alanda hemorajinin oluşmamasıdır. Komplikasyon riskinin daha az olması sebebiyle Glassman tekniği tercih edilen bir teknik haline gelmiştir (Glassman et al., 1984: 207-213).

G. Ortodontide Kullanılan Materyallerin Fiziksel Özellikleri

Moleküller ve atomlar bir araya gelerek materyalleri oluştururlar. Bu molekül ve atomlar arasındaki mesafeler ve birbirlerine bağlanma güçleri materyallerin katılıklarını belirleme de rol oynar. Örneğin, herhangi bir materyali sıkıştırıcı bir güç uygulandığında, partiküller arasındaki mesafe azalır ve materyal küçülmeye gider. Bunun sonucunda materyal deformasyona uğrar. Bu hareketin zıttı olarak, eğer materyale çekme yönünde güç uygulandığında, partiküller arası mesafe artar ve materyal uzar. Kısaca, atomlar arası mesafe azalmışsa sıkışma, artmışsa uzama olarak tabir edilir. Sıkışma ve uzamadan farklı olarak, eğer materyale paralel olarak ters yönlü güçler uygulanırsa makaslama deformasyonu oluşur. Materyallerde, farklı yönlerde oluşan boyut değişimine sebep olan güçler etkisine stress, bunun sonucunda materyal üzerinde meydana getirdiği bağıl boyut değişimi de strain olarak tanımlanmaktadır. (Tosun, 1999)

1. Elastikiyet

Materyal stres etkisi altındayken gelen gücü içine çeker ve etki bittikten sonra bunu tekrar iade eder. Stres etkisi sona erdikten sonra başlangıç şeklini alabilen materyallere elastik ancak ilk halinin şeklini alamayan materyallere ise plastik materyaller denir. Materyallerin elastikliği, şimdilerde sabit aparey sistemlerinde uygulanan en önemli güç kaynağıdır. Bu sebeple ortodontik açıdan elastiklik konsepti büyük önem taşır (Tosun,1999).

Sabit apareyler aktif ve pasif parçalardan oluşur. Uygulayıcı, apareyi “aktive etmek” istediğinde aktif unsurlar üzerine kuvvet uygular. Daha sonrasında oluşan boyut farklılıklarını gözlemler veya uyguladığı kuvvet miktarını dinamometre ile ölçer (Tosun,1999).

Hook kanununa göre esneklik sınırına kadar materyal üzerine uygulanan stress ile strain paralellik gösterir. Buna göre, materyale kuvvet uygulandığında şekil değiştirmesinin uygulanan güçle doğru orantılı olduğunu tespit etmiştir. Bu stress ve strain arasındaki oranı ifade eden katsayı Young Modülü olarak isimlendirilmiştir.

Thomas Young tarafından ilk defa ölçülen bu değer, E harfiyle gösterilir ve materyalin katılık,yük/esneme oranı ve yaylanabilirlik özelliklerini temsil eder. Materyalin yaylanabilirliği katılık ile zıt orantılıdır buna karşın elastikiyet katılık ile paralellik gösterir (Avallone et al.,2007; Küçükkurt ,2019: 701–710).

Plastik deformasyon, materyalin elastiklik sınırı aşıldığında gözlemlenir ve güç ortadan kaybolduğunda başlangıç durumuna geri gelemez. Artık materyal nihai şekil değişikliğine uğramıştır (Tosun ,1999).

2. Katılık

Herhangi bir materyalin eğilmeye veya çelmeye karşı sergilediği direnci tanımlar. Katılığı az olan materyaller daha fazla elastikiyet gösterirler. Bu sebeple, rahatlıkla eğilebilir ve güç etkisini yitirince başlangıç hallerini alırlar. Ancak, bunun zıddı olarak katılığı fazla olan materyallerin daha rijit yapıda oldukları ve bundan dolayı da kolayca bükülemedikleri ifade edilmiştir (Tosun ,1999).

3. Mukavemet (Dayanıklılık)

Mukavemet, materyale uygulanan en yüksek kuvvet şiddeti altında sergilediği dayanıklılık olarak ifade edilir. Ayrıca, mukavemet materyalin güç depolayabilme kapasitesine de gösterir (Tosun ,1999).

4. Yorgunluk

Sürekli devam eden stres altında materyalin zayıflaması başka bir deyişle esnekliğini kaybetmesine yorgunluk denir. Materyallerde zayıflama etkisi, streslerin fazla olduğu alanlardan başlar. Örneğin, materyalin çapındaki hızlı farklılaşım, yarıma, ezilme, çentik veya çatlaklar ya da birden fazla materyalin lehim noktası gibi alanlardır. Bu gibi örnekler ortodontik tedavide kullanılan teller için de geçerlidir. Mesela, büküm sırasında telin pens tarafından bastırıldığı alanlar ve tel üzerinde uygulanan sivri büküm yerleri yorgunluk sebebiyle kırılmanın en çok olduğu bölgelerdir (Tosun,1999). Özellikle, HÜÇĞ vidalarını damağa doğru adapte ederken çeşitli bükümler verilir ve vida açma sırasında materyalde daha önceden oluşmuş yorgunluk sebebiyle kırılmalar meydana gelebilir (Nikolai, 1985: 104-109; Yıldırım, 1981).

5. Korozyon

Çeşitli kimyasalar etkiler altında, metalin ağırlığının azalması ve mekanik niteliklerinin farklılaşmasıdır. Ağız içi; iyonlar, karbonhidrat, lipid, protein, aminoasit ve non iyonik elemanlar barındıran ortodontik materyallerin sığ ve dipten aşınmasına sebep olabilecek elverişli bir ortam yaratır. Paslanmaz çelik gibi korozyona dirençli materyallerin bile ağız içerisinde bulunan klor iyonları ve bunların sülfürlü bileşikleri sayesinde yıpranmasına neden olabilirler (Matasa, 1995; Majjer and Smith,1982: 43-48). Ortodontik apareyler ile tedavi gören bireylerin, ağız içinde gıda birikiminin çok olması ve bunların hijyeninin uzun zaman sağlanamaması korozyonu başlatan en önemli faktörlerdendir. İster metalik materyal olsun, ister moleküler rijit cisimler olsun ağız ortamının nemli yapısından dolayı kimyasal kayba maruz kalırlar (Nikolai,1985). Korozyonun başlangıç oluşumu için elverişli bölgeler; teller üzerindeki pürüz, çentik, çatlak ya da ezik alanlardır. Ağız içinde korozyonun etkisini minimuma indirmek için palatal ark, Quad helix ya da Hyrax vidalı HÜÇG apareylerinin kollarının bantlarla olan kaynak yerlerinin özenli şekilde cilalanıp parlatılması gerekmektedir (Tosun ,1999).

H. Alan Emisyon Tabanlı Taramalı Elektron Mikroskobu

Taramalı elektron mikroskobu, dış malzemelerinin mikroyapısal analizi için kullanılan etkili bir araçtır (McComb and Smit,1975: 238-242; Yamada et al.,1983: 137-142; Saleh et al.,2003: 595–601). Bu teknikte, bir elektron ışını numunenin yüzeyini tarayarak çeşitli sinyaller üretir. Elektron ışınının enerjisi ve numunenin doğası dahil olmak üzere bunların özellikleri birçok faktöre bağlıdır (Saghiri et al.,2012: 603-609).

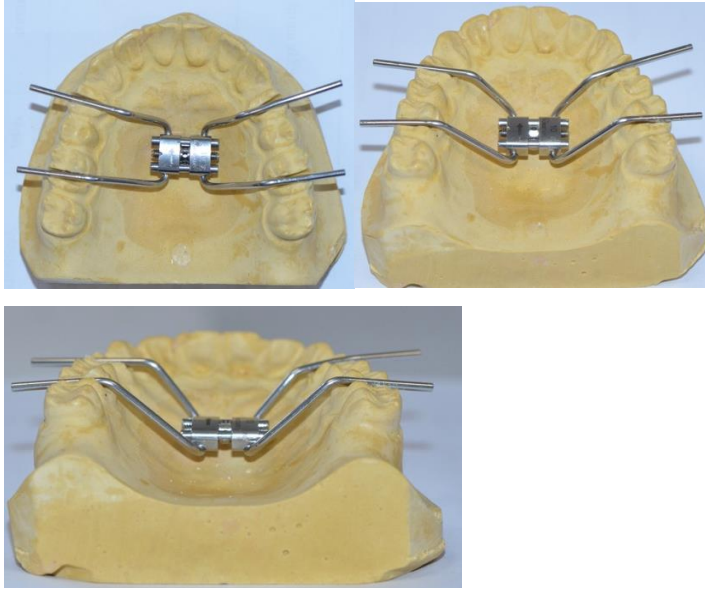
III.GEREÇ VE YÖNTEM

Bu tez çalışması İstanbul Arel Üniversitesi Polimer Teknolojiler ve Kompozit Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (POTKAM) yapılmıştır. Üç farklı markaya ait HÜÇG vidaları Keles Keyless Expander (KKE), Leone A2620 Orthogonal Arm ve Forestadent Snaplock Expander Devotrans CKS-III çekme-basma cihazında mekanik testleri yapılmıştır. Test edilen HÜÇG vidalarından Leone ve Forestadent 10 mm açma kapasitesine sahip ve her bir çeyrek turluk aktivasyonda 0.2 mm açılma oluşturur. Keles Keyless Expander ise 8 mm açma kapasitesine sahip ve her bir çeyrek turluk aktivasyonda 0.3 mm açılma meydana getirir. Bu cihaz kullanılarak vidaların farklı aktivasyon turlarında ortaya çıkardığı kuvvetler analiz edilmiştir. Ayrıca, Alan Emisyon Tabancalı Taramalı Elektron Mikroskobu (FEGSEM-EDS) kullanılarak vidaların T0 ve T1 görüntüleri alınmıştır.

A. HÜÇG Vidalarının Hazırlanması

Keles Keyless Expander (KKE), Leone A2620 Orthogonal Arm ve Forestadent Snaplock Expander HÜÇG vidalarının kollarının bükülmesi ağız ortamını taklit edecek şekilde standartlaştırılmıştır. Tüm vidalarda kollar gövdeye lazerle lehimlenmiştir. İlk aşamada HÜÇG vidaları üst çene arkını taklit eden bir dental alçı model üzerinde bükümleri yapılarak uyumlandırılmıştır. Vida orta hatta paralel olacak şekilde damağın ortasında birinci molar ve premolar dişler arasında konumlandırılmıştır. Test edilen tüm vidalar aynı şekilde dental alçı modele uyumlandırılmıştır. Vidaların damaktan uzaklığı 4 mm olacak şekilde ayarlanmıştır. 4 kollu HÜÇG vidasının ön kolu maksiller palatinal dokuları takip ederek 45 derecelik açıyla birinci premolar dişin gingival marjin hizasında palatinal tüberküle temas ettirildikten sonra yaklaşık olarak 120 derecelik büküm verilerek vidaların ön kolları bukkale doğru açılmıştır. Ağız ortamında HÜÇG apareyleri genel olarak premolar ve molar dişlerden ankraj alır. Bunu modele aktarabilmek için premolar dişlerin palatinal ve bukkal tüberküllerine bukkolingual yönde oluk açılarak vidanın

ön kolları yerleştirilmiştir. HÜÇG vidasının arka kolu da maksiller palatinal dokuları takip ederek 45 derecelik açıyla birinci molar dişin distopalatinal tüberkülünün gingival marjin hizasında yaklaşık 120 derecelik açıyla büküm verilerek bukkale doğru açlandırılmıştır. Molar dişlerin distopalatinal ve distobukkal tüberküllerine bukkolingual yönde oluk açılmıştır. Birinci premolar dişlerde 1.5 mm genişliğinde ve 4.0 mm derinliğinde ve birinci molarlarda 1.5 mm genişliğinde ve 3.5 mm derinliğinde açılmıştır. Oluklar tur motoruyla yapılmıştır. Daha sonrasında bükümleri tamamlanan vidalar alçı dental model üzerine yerleştirilip uyumlandırılmıştır.

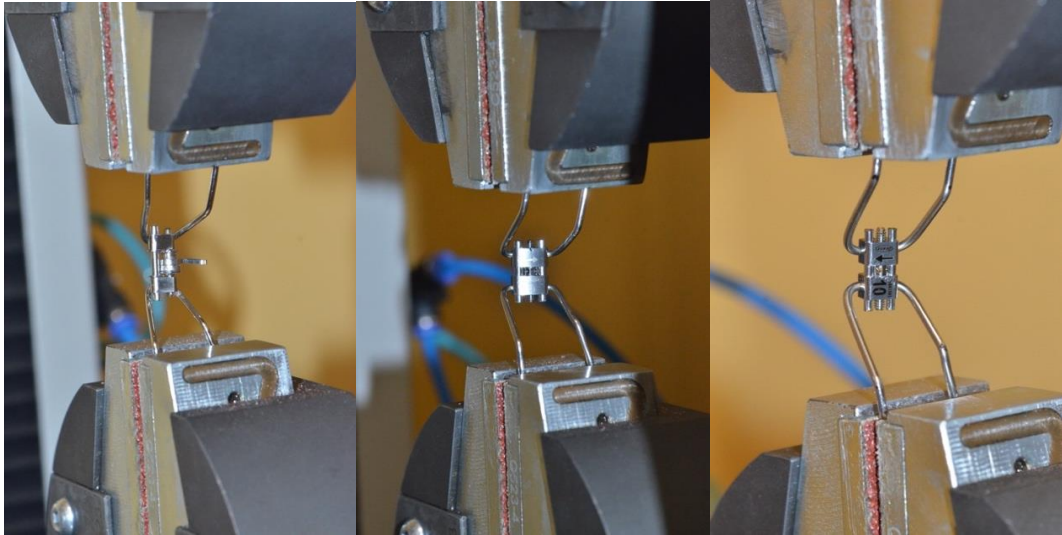


Şekil 1: Vidaların dental alçı model üzerindeki görüntüsü

B. Devotrans DVT UZM K3 Çekme-Basma Cihazının kullanımı

Her vida için yapılan bükümler tamamlandıktan sonra HÜÇG vidaları test edilmek üzere Devotrans DVT UZM K3 çekme-basma cihazına dikey bir şekilde yerleştirilmiştir. Numunelerin ASTM D882-10 standartlarındaki çekme test işlemi DEVOTRANS marka DVT UZM K3 model çekme-basma test cihazında gerçekleştirilmiştir. Numuneler cihazın alt ve üst kelepçeleri arasında sıkıştırılmış olup, vida manuel olarak çevrim yapılarak her defasındaki mekanik ölçüm sağlanmıştır. Bu cihaz ile 20 kN yüke kadar ölçüm yapılabilmektedir. HÜÇG vidaları test makinesine premolar ve molar dişler hizasında bükülen kollardan makinenin üst ve alt kelepçeleri ile tutturulmuştur ve vidalar vertikal düzlemde mümkün olduğunca hizalanarak yerleştirilmiştir. Cihaz çalıştırdıktan sonra vida çeyrek tur kadar çevrilmiştir ve

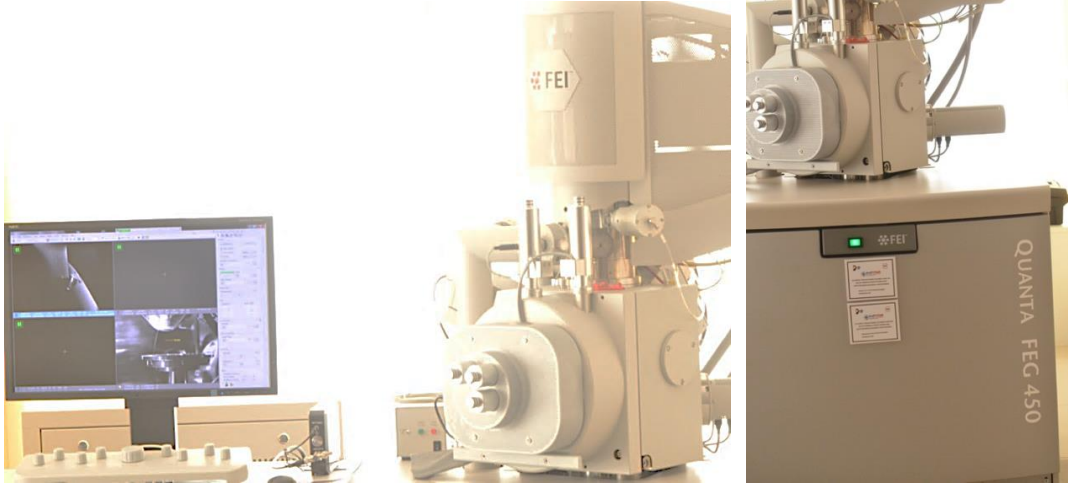
ortaya çıkan kuvvetler kaydedilmiştir. Her bir vida için ayrı ayrı 1'den-20'ye kadar olan aktivasyonlarında ortaya çıkan kuvvetler ölçülmüştür. Vidaların aktivasyonunu sağlamak amacıyla Forestadent ve Leone için anahtar kullanılmıştır. Ancak, Keles Keyless Expander (KKE) kendi içerisinde vida çevirme kolu bulundurduğundan ekstra anahtara ihtiyaç duyulmamıştır. Vidaların aktivasyonu manuel olarak yapılmıştır. Bu cihaz üzerinde Leone vidası 10 adet, Forestadent vidası 10 adet ve Keyless 10 adet olmak üzere toplam 30 tane vida 20'şer tur aktive edilmiştir. Her vidanın testi tamamlandıktan sonra vida yenisiyle değiştirilmiştir. Literatürde yapılan bir çalışmada 20. Aktivasyondan sonra vida anahtarlarında deformasyon gözlemlendiği bildirilmektedir (Camporesi et al.,2013). Biz de kendi çalışmamızda bu çalışmaya benzer olarak aktivasyon limitimizi 20 olacak şekilde belirledik.



Şekil 2: HÜÇG vidalarının Devotrans DVT UZM K3 Çekme-Basma cihazına yerleştirilmesi

C.Alan Emisyon Tabanlı Taramalı Elektron Mikroskobu Kullanımı

Çalışmamızda HÜÇG vidalarının bükümleri yapıldıktan sonra Devotrans test cihazına konulmadan önce ve test edildikten sonra her gruptan birer adet örnek alınarak Alan Emisyon Tabanlı Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak T0 ve T1 görüntüleri elde edilmiştir. HÜÇG vidaları Quanta marka FEI FEG450 model FEGSEM cihazında düşük vakum dedektörü ile 37 x, 140 x ve 280 x büyütmede spot 3 ve 10 kV altında yüzey morfolojileri incelenmiştir.



Şekil 3: Alan Emisyon Tabancalı Taramalı Elektron Mikroskobu Cihazı

D.İstatistiksel Yöntem

Veriler IBM SPSS V23 ile analiz edildi. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk testi ile incelendi. Vidalara göre karşılaştırmada normal dağılmayan kuvvet değerlerinin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi ve vidalar içi turlara göre normal dağılmayan kuvvet değerlerinin karşılaştırılmasında Friedman testi kullanıldı. Çoklu karşılaştırmalar Dunn testi ile incelendi. Analiz sonuçları ortalama±s. sapma ve ortanca (minimum – maksimum) şeklinde sunuldu. Önem düzeyi $p<0,050$ olarak alındı.

IV.BULGULAR

Çalışmamızda 3 farklı HÜÇG vidalarının mekanik özellikleri in vitro olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, HÜÇG vidaları Devotrans CKS-III çekme-basma cihazı kullanılarak farklı aktivasyon turlarındaki kuvvetleri ölçülmüştür. Vida çevirme protokolü 1. Turdan 20. Tura kadar devam ettirilmiştir. 20. Turdan sonra vidalarda deformasyon olduğundan ileriki turların kuvvetleri değerlendirilmemiştir. Ayrıca, Alan Emisyon Tabancalı Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak vidaların T0 ve T1 görüntüleri alınmıştır.

A.Vidaların Her Bir Aktivasyondaki Kuvvet Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 1: Vidalara göre her bir turdaki kuvvet değerlerinin karşılaştırılması

	Forestadent		Keleş Keyless Expandeer		Leone		Test ist.	p
	Ortalama± S.S	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama ± S.S	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama± S.S	Ortanca (min. - maks.)		
1	4,6±1,6	4,0 (2,0 - 7,0)a	7,0±2,6	6,5 (4,0 - 12,0)b	5,6±1,1	5,5 (4,0 - 8,0)ab	6,301	0,043
2	15,5±3,4	16,0 (9,0 - 20,0)	15,1±5,1	14,5 (10,0 - 26,0)	11,4±2,1	11,0 (8,0 - 16,0)	6,234	0,051
3	24,7±5,2	25,0 (15,0 - 32,0)a	22,6±6,7	20,5 (16,0 - 37,0)ab	16,3±3,6	16,0 (9,0 - 22,0)b	11,122	0,004
4	32,5±6,9	33,5 (17,0 - 41,0)a	30,0±7,8	29,0 (21,0 - 45,0)a	20,7±4,6	20,0 (13,0 - 30,0)b	12,470	0,002
5	40,3±8,5	41,0 (21,0 - 50,0)a	36,4±8,1	36,5 (26,0 - 50,0)a	24,9±4,8	24,0 (20,0 - 36,0)b	14,182	0,001
6	44,2±16,5	48,0 (8,0 - 60,0)a	41,9±9,2	41,0 (29,0 - 56,0)a	26,9±6,9	26,0 (18,0 - 42,0)b	10,912	0,004
7	53,8±10,9	54,0 (29,0 - 68,0)a	47,0±10,2	47,0 (32,0 - 60,0)a	29,9±7,9	28,5 (21,0 - 49,0)b	15,315	<0,001
8	59,8±11,4	60,0 (34,0 - 74,0)a	52,4±11,2	54,5 (35,0 - 64,0)a	31,9±8,4	30,5 (21,0 - 52,0)b	17,180	<0,001
9	65,3±12,1	66,0 (38,0 - 81,0)a	56,8±11,4	60,0 (39,0 - 68,0)a	33,8±8,9	32,0 (24,0 - 56,0)b	17,445	<0,001
10	70,6±12,6	72,5 (42,0 - 86,0)a	60,9±12,2	64,0 (42,0 - 74,0)a	35,6±9,3	33,5 (24,0 - 59,0)b	18,697	<0,001
11	75,0±13,2	78,0 (45,0 - 91,0)a	65,6±12,5	68,5 (45,0 - 79,0)a	34,0±13,6	34,5 (7,0 - 62,0)b	19,132	<0,001
12	79,7±12,9	83,5 (51,0 - 96,0)a	68,9±12,9	73,0 (46,0 - 83,0)a	38,6±9,2	36,0 (30,0 - 63,0)b	20,571	<0,001
13	83,9±12,7	87,5 (56,0 - 100,0)a	71,7±13,8	76,0 (47,0 - 86,0)a	38,9±10,0	36,5 (25,0 - 64,0)b	20,804	<0,001
14	87,3±13,9	91,0 (56,0 - 104,0)a	74,6±14,7	78,0 (49,0 - 91,0)a	39,4±9,9	37,5 (26,0 - 65,0)b	20,552	<0,001
15	90,1±13,9	94,5 (59,0 - 107,0)a	77,1±14,9	81,0 (51,0 - 93,0)a	39,7±10,3	37,5 (25,0 - 66,0)b	20,498	<0,001
16	92,7±14,0	97,5 (62,0 - 110,0)a	79,6±15,6	83,5 (52,0 - 95,0)a	44,6±14,0	39,0 (35,0 - 75,0)b	19,179	<0,001
17	95,3±13,9	100,0 (65,0 - 112,0)a	82,0±16,1	87,0 (52,0 - 97,0)a	40,2±10,0	38,0 (27,0 - 66,0)b	20,507	<0,001
18	97,4±14,1	102,5 (67,0 - 114,0)a	83,8±16,6	89,5 (53,0 - 100,0)a	40,4±10,2	38,5 (26,0 - 66,0)b	20,782	<0,001
19	99,4±14,0	104,5 (69,0 - 116,0)a	85,4±17,0	92,0 (54,0 - 103,0)a	40,4±10,2	38,5 (26,0 - 65,0)b	20,708	<0,001
20	101,1±13,3	105,5 (74,0 - 118,0)a	86,7±17,6	93,0 (54,0 - 104,0)a	40,6±10,2	39,0 (26,0 - 65,0)b	20,717	<0,001

*Kruskal Wallis testi, a-b: Aynı harfe sahip vidalar arasında bir fark yoktur.

Vidalara göre 1. tur kuvvet ortancaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p=0,043). Keyless grubunun ortancası Forestadent ve Leone grubunun ortancasından yüksek bulunmuştur. Genel olarak Keyless ve Forestadent arasında bir fark bulunamamıştır ancak Leone vidasının oluşturduğu kuvvetler diğer iki vidaya göre daha az bulunmuştur.

B. Grupları içi 1., 5., 10., 15. ve 20. Aktivasyon Kuvvet Değerlerinin Karşılaştırılması

Çizelge 2: Gruplar içi 1., 5., 10., 15. ve 20. aktivasyonlarının karşılaştırılması

	Forestadent		Keleş Keyless Expander		Leone	
	Ortalama±S.S	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama± S.S	Ortanca (min. - maks.)	Ortalama± S.S	Ortanca (min. - maks.)
1	4,6±1,6	4,0 (2,0 - 7,0)d	7,0±2,6	6,5 (4,0 - 12,0)d	5,6±1,1	5,5 (4,0 - 8,0)c
5	40,3±8,5	41,0 (21,0 - 50,0)cd	36,4±8,1	36,5 (26,0 - 50,0)cd	24,9±4,8	24,0 (20,0 - 36,0)bc
10	70,6±12,6	72,5 (42,0 - 86,0)bc	60,9±12,2	64,0 (42,0 - 74,0)bc	35,6±9,3	33,5 (24,0 - 59,0)ab
15	90,1±13,9	94,5 (59,0 - 107,0)ab	77,1±14,9	81,0 (51,0 - 93,0)ab	39,7±10,3	37,5 (25,0 - 66,0)a
20	101,1±13,3	105,5 (74,0 - 118,0)a	86,7±17,6	93,0 (54,0 - 104,0)a	40,6±10,2	39,0 (26,0 - 65,0)a
Test ist.	40,000		40,000		36,948	
p	<0,001		<0,001		<0,001	

*Friedman testi, a-d: Her bir vida içerisinde aynı harfe sahip turlar arasında bir fark yoktur

Gruplar içi 1.,5.,10.,15. ve 20. aktivasyonlar karşılaştırıldığında Forestadent ve Keyless grubu arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Leone grubu diğer iki gruba istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur.

C. 1'den 20'ye Kadar Olan Aktivasyonlarda Vidalara Ait Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Çizelge 3: Her bir tur içerisinde vidalara ait çoklu karşılaştırma sonuçları

	Leone-KKE	Leone-Forestadent	KKE-Forestadent
1	0,932	0,415	0,038
2	0,175	0,055	1,000
3	0,055	0,004	1,000
4	0,024	0,002	1,000
5	0,016	0,001	1,000
6	0,025	0,007	1,000
7	0,013	0,001	1,000
8	0,008	<0,001	0,984
9	0,008	<0,001	0,928
10	0,009	<0,001	0,638
11	0,008	<0,001	0,610
12	0,012	<0,001	0,336
13	0,011	<0,001	0,328
14	0,010	<0,001	0,382
15	0,010	<0,001	0,401
16	0,017	<0,001	0,363
17	0,010	<0,001	0,401
18	0,008	<0,001	0,421
19	0,008	<0,001	0,442
20	0,008	<0,001	0,442

*Dunn testi

Her bir tur içerisinde vidalara ait çoklu karşılaştırmalara bakıldığında Keyless ve Forestadent arasında sadece 1. aktivasyonda birbirleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Leone ve Forestadent vidaları arasında 3.- 20. aktivasyonlarda arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Leone ve KKE vidaları değerlendirildiğinde 4.-20. aktivasyonlarda birbirleri arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. Bu tabloya göre KKE ve Forestadent vidaları benzer özellikler göstermiştir ($p < 0.001$)

D. Her Bir Grup İçerisinde 1., 5., 10., 15. ve 20. Aktivasyonlara Ait Çoklu Karşılaştırma Değerleri

Çizelge 4: Her bir gruptaki 1., 5. 10., 15. ve 20. turlarına ait çoklu karşılaştırmalar

	Forestadent	Keyless	Leone
1-5	1,000	1,000	1,000
1-10	0,047	0,047	0,019
1-15	<0,001	<0,001	<0,001
1-20	<0,001	<0,001	<0,001
5-10	1,000	1,000	0,897
5-15	0,047	0,047	0,007
5-20	<0,001	<0,001	0,007
10-15	1,000	1,000	0,897
10-20	0,047	0,047	0,897
15-20	1,000	1,000	1,000

*Dunn testi

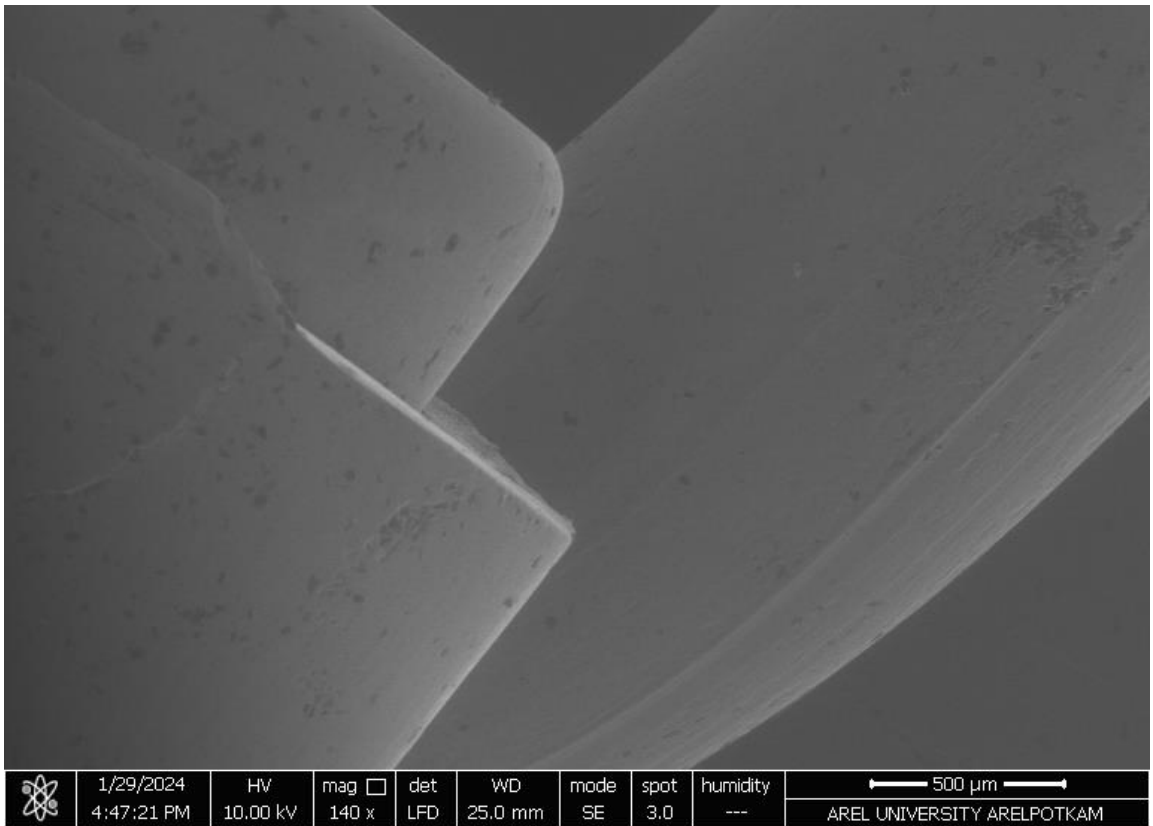
1'den 10'a kadar olan turlarda oluşan toplam kuvvetlerin ortalamasına bakıldığında Forestadent ve KKE vidaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur, ancak Leone vidasının oluşturduğu toplam kuvvet ortalamaları bu iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. 1'den-15' e kadar olan turlarda oluşan toplam kuvvetlerin ortalamalarına bakıldığında her üç vida için istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. 1'den -20'e kadar olan turlarda oluşan toplam kuvvet ortalamalarına bakıldığında için üç vida içinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. 5'ten 15'e kadar olan turların oluşturduğu toplam kuvvetlerin ortalamasına bakıldığında Forestadent ve KKE vidaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur fakat Leone vidası her iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. 5'ten 20'ye kadar olan turların oluşturduğu toplam kuvvet ortalamalarına bakıldığında Leone vidası diğer iki gruba göre istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur. 10'dan 20'ye kadar olan turların oluşturduğu toplam kuvvetlerin ortalamasına bakıldığında Forestadent ve KKE vidası arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

E.Alan Emisyon Tabanlı Taramalı Elektron Mikroskobu Görüntüleri

Her gruptan birer adet örnek alınarak mekanik test yapılmadan önce ve test yapıldıktan sonra Alan Emisyon Tabanlı Taramalı Elektron Mikroskobu (FEGSEM) görüntüleri alınmıştır. Vidaların taramalı elektron mikroskobu yardımıyla 140 x büyütmelerdeki görüntüleri alınmıştır.

KKE vida T0 140x büyütme görüntüsü

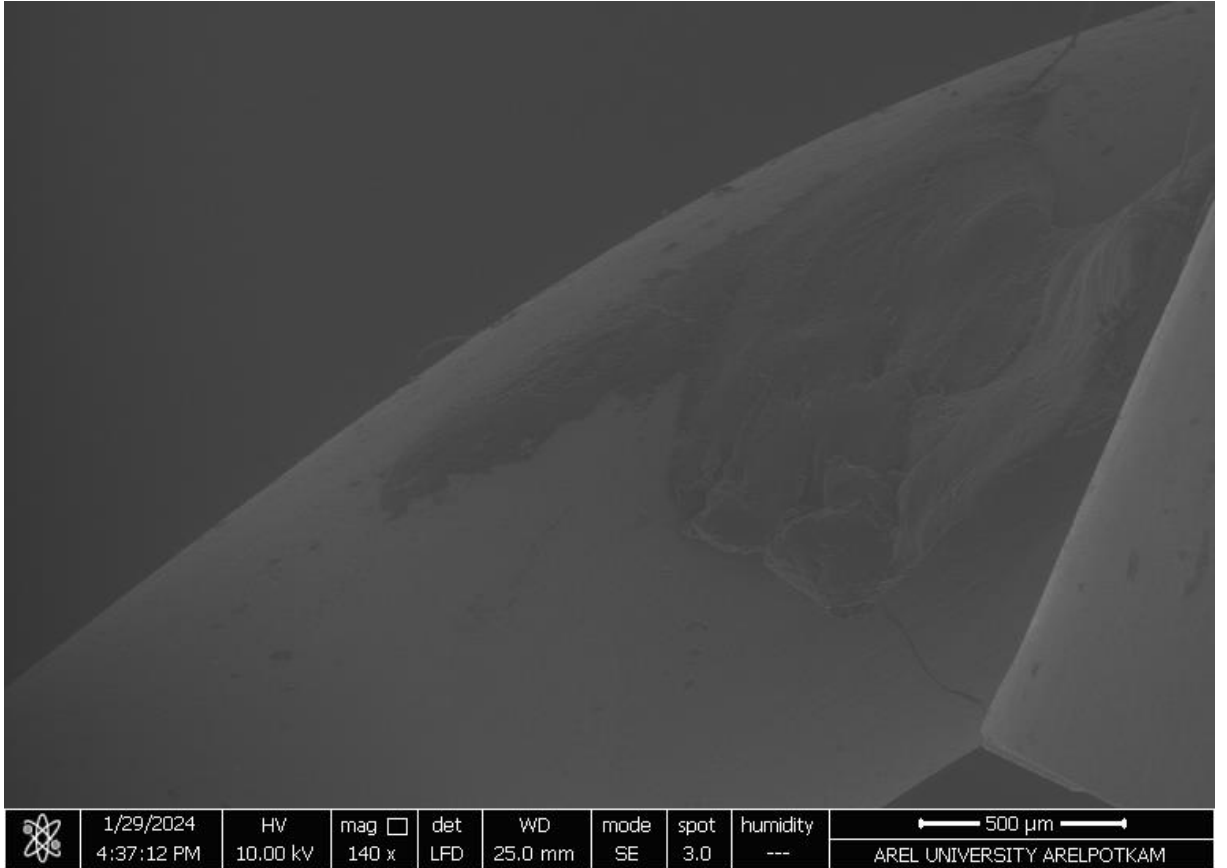
Vida kolunun görüntüsü incelendiğinde 140x büyütmede vida gövdesinin bağlantı bölgesinde yığılmış parçacık yapısı gözlemlenmiştir. Yer yer paslanmaz çelik yapısından kaynaklı yüzey kusurları tespit edilmiştir. Belirli bir bölgede yığıntı oluşturan yüzey kusurları bulunmuştur. Vidanın pens ile bükülen kolunda uygulanmış yüzeyde deformasyon izleri belirlenmiştir. Vidanın bükülen kolunda bükülme açısı ile paslanmaz çelik yüzey üzerinde hasarlar meydana gelmiştir.



Şekil 4: KKE vida T0 140x büyütme görüntüsü

KKE vida T1 140x büyütme görüntüsü

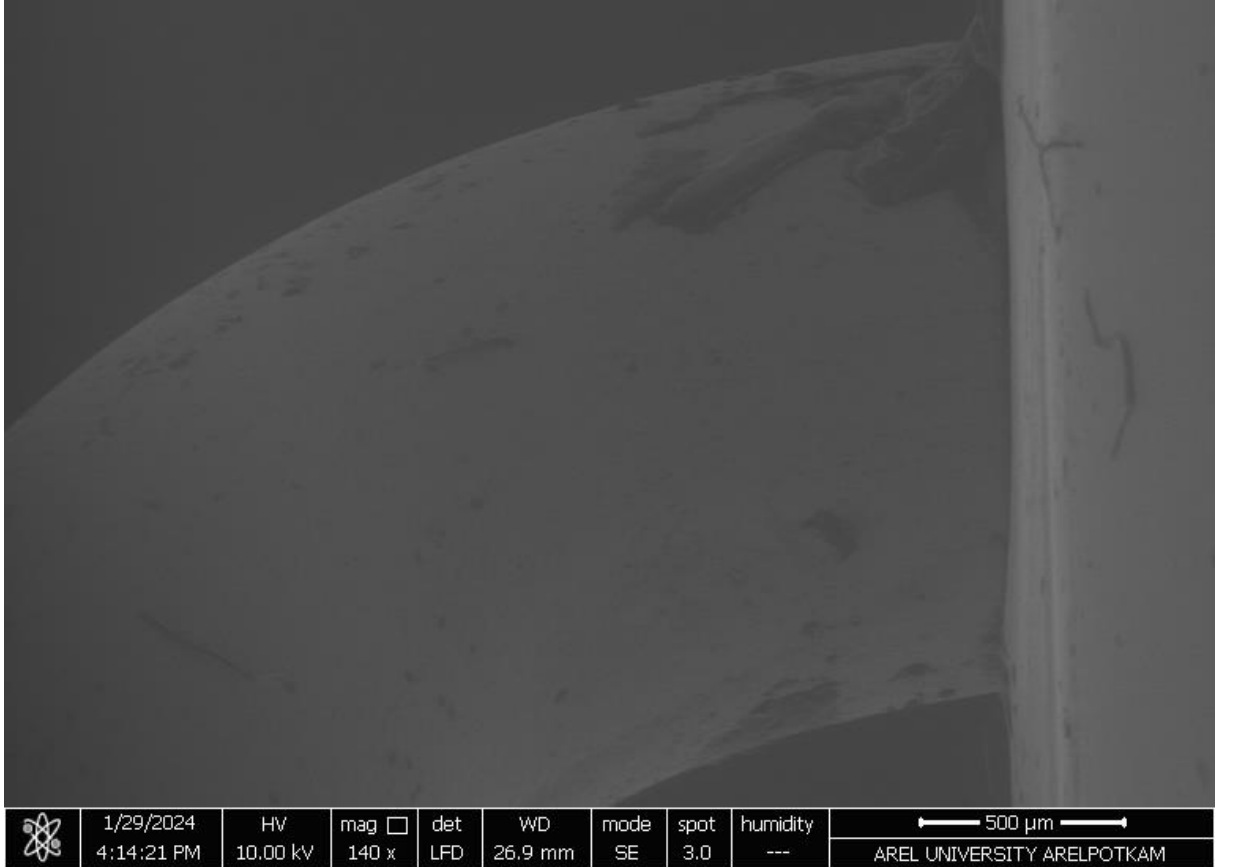
Vida kolunun görüntüsü incelendiğinde 140x büyütmede vida gövdesinin bağlantı bölgesinde yığılmış parçacık yapısı gözlemlenmiştir. Yer yer paslanmaz çelik yapısından kaynaklı yüzey kusurları tespit edilmiştir. Aktivasyon sonrasında oluşan kuvvetle birlikte vidanın bükülen kollarındaki bükülme açısı ile paslanmaz çelik yüzey üzerinde hasarlar meydana gelmiştir. Vidanın bükülen kolunda yüzeyine yakın bölgede yırtılmaya benzer bir durum gözlenmiş ve topaklanmış yapıda parçacıklar tespit edilmiştir. Bu durum, vida aktivasyonlarından sonra kuvvete bağlı oluşan deformasyonu takiben ortaya çıkmıştır.



Şekil 5: KKE vida T1 140x büyütme görüntüsü

FORESTADENT vida T0 140x büyütme görüntüsü

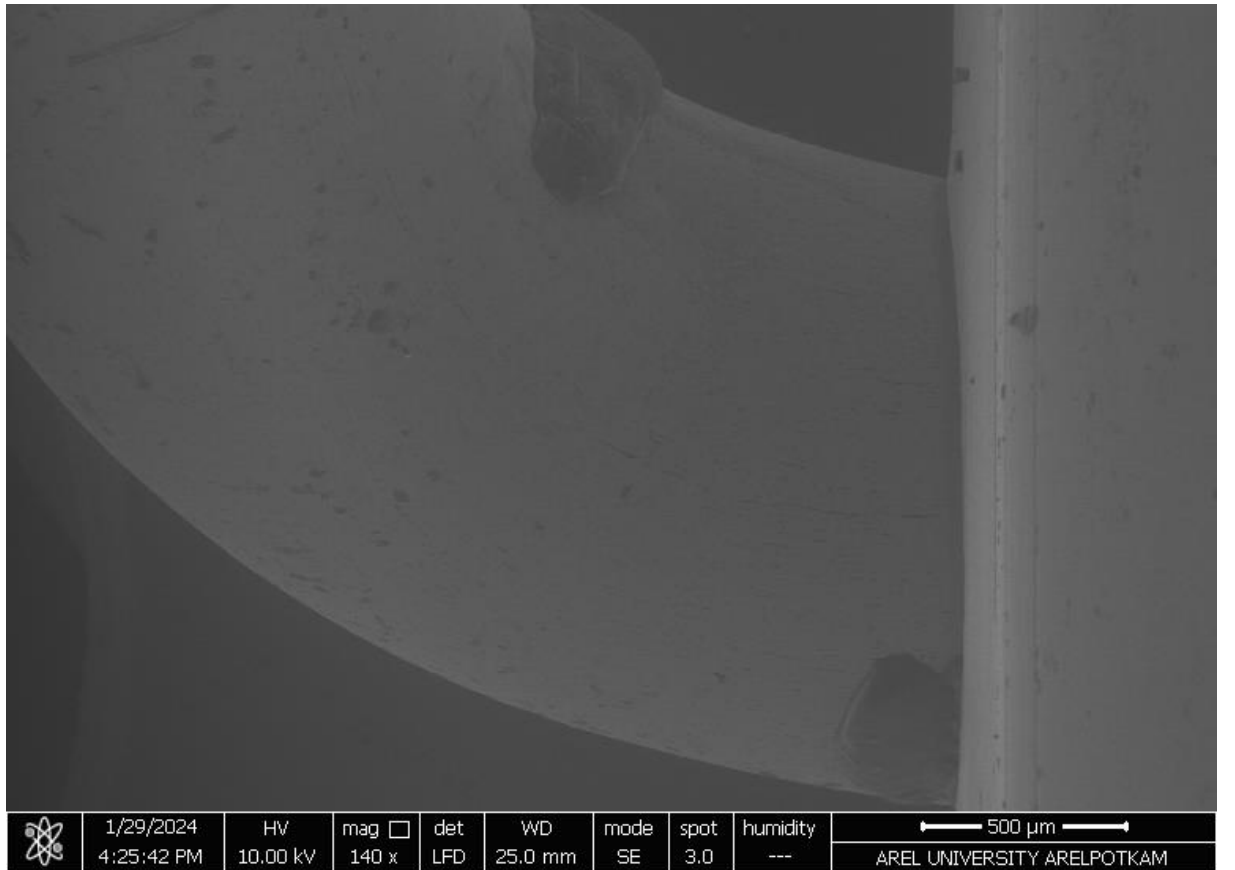
Vida kolunun görüntüsü incelendiğinde 140x büyütmede vida gövdesiyle bağlantı bölgesinde yığılmış parçacık yapısı gözlemlenmiştir. Yer yer paslanmaz elik yapısından kaynaklı yüzey kusurları tespit edilmiştir.



şekil 6: FORESTADENT vida T0 140x büyütme görüntüsü

FORESTADENT vida T1 140x büyütme görüntüsü

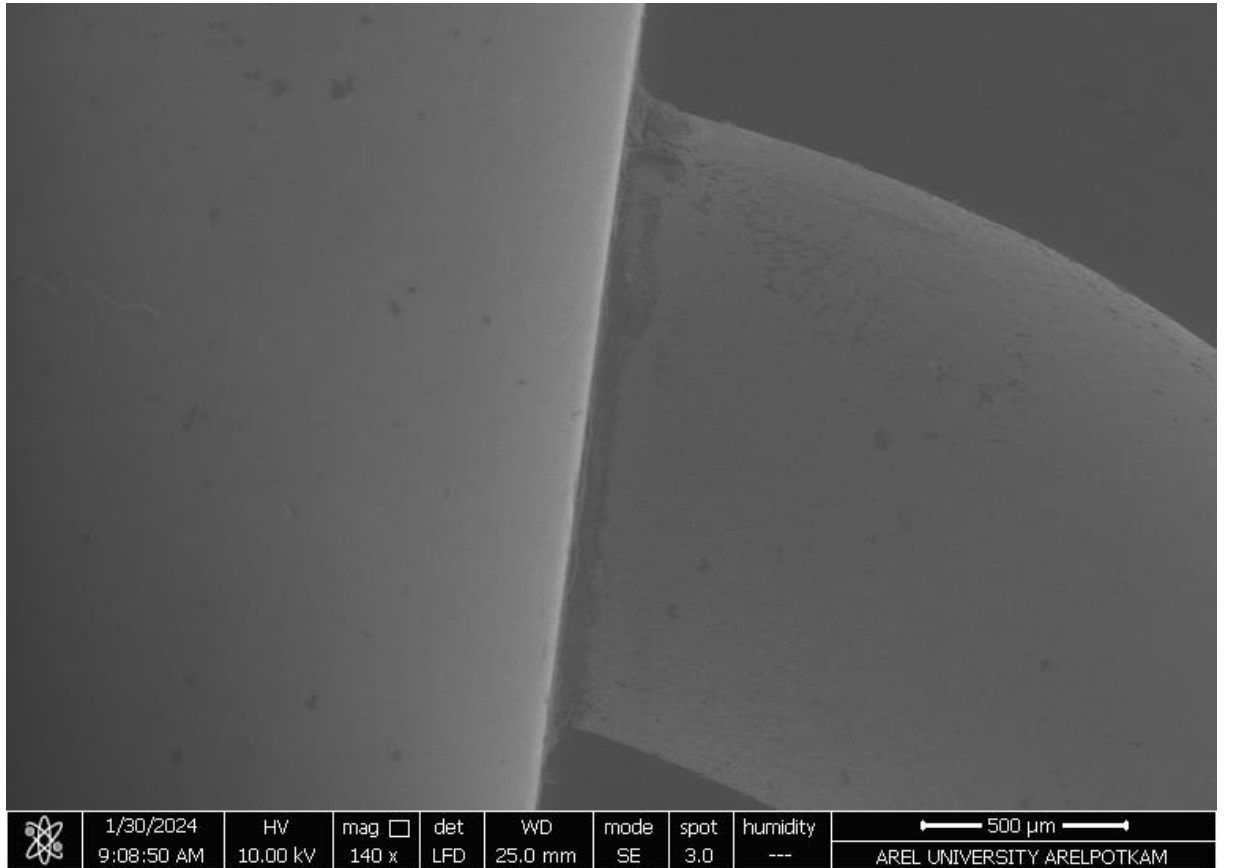
Vida kolunun görüntüsü incelendiğinde 140x büyütme vida gövdesinin bağlantı bölgesinde yığılmış parçacık yapısı gözlemlenmiştir. Yer yer paslanmaz çelik yapısından kaynaklı yüzey kusurları tespit edilmiştir. Vida aktivasyonlarında sonra kuvvet uygulanmış yüzeyde deformasyon izleri belirlenmiştir. Kuvvetle birlikte vidanın bükülen kollarındaki bükülme açısı ile paslanmaz çelik yüzey üzerinde hasarlar meydana gelmiştir.



Şekil 7: FORESTADENT vida T1 140x büyütme görüntüsü

LEONE VİDA T0 140x büyütme görüntüsü

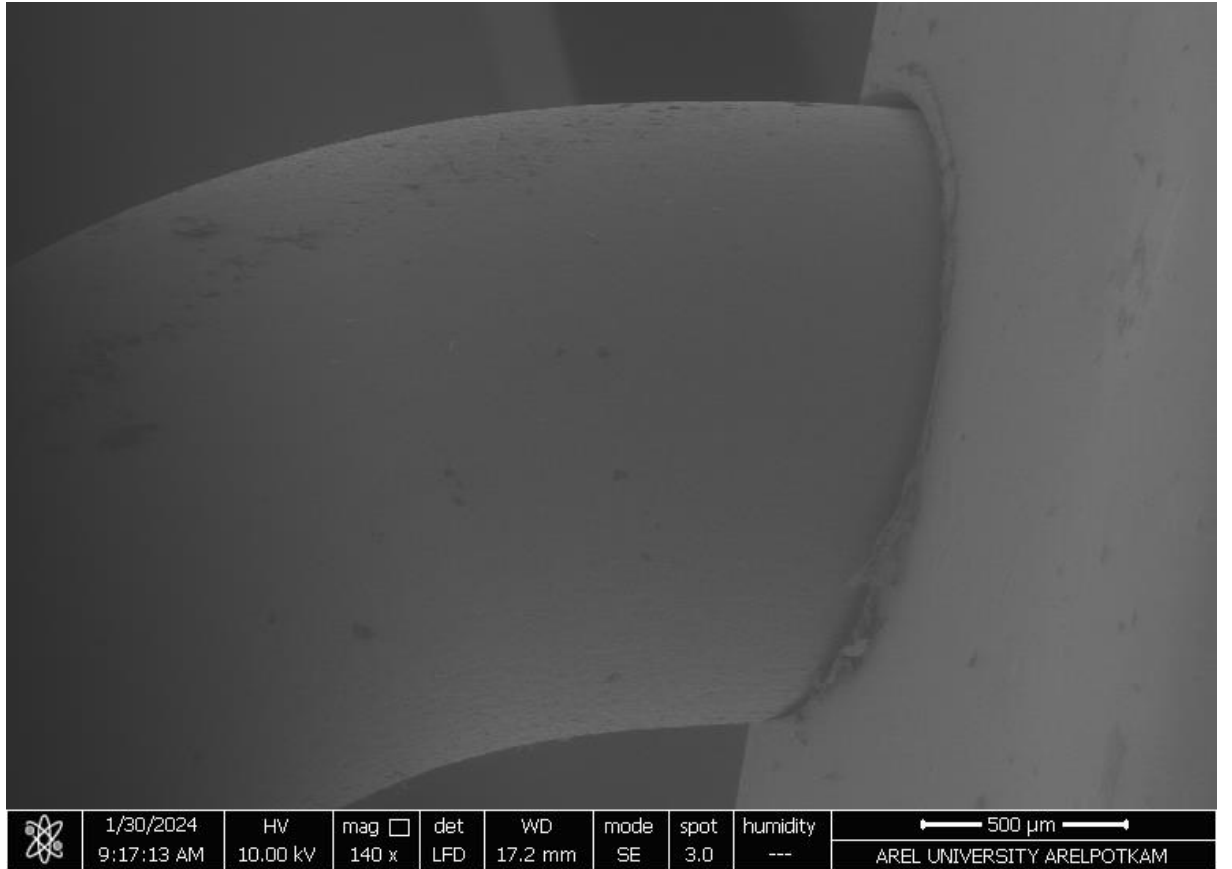
Vida kolunun görüntüsü incelendiğinde 140x büyütmede vida gövdesiyle bağlantı bölgesi boyunca yığıntı parçacık yapısı gözlemlenmiştir. Yer yer paslanmaz çelik yapısından kaynaklı yüzey kusurları tespit edilmiştir. Vidanın kollarına pens ile büküm yapılırken bükülen kollarındaki bükülme açısı ile paslanmaz çelik yüzey üzerinde hasarlar meydana gelmiştir. Vida koluyla vida gövdesinin bağlantı yaptığı yüzeyde büküm sonucu deformasyona bağlı yüzey yırtılmaları ve hasar meydana gelmiştir.



Şekil 8: LEONE vida T0 140x büyütme görüntüsü

LEONE VİDA T1 140x büyütme görüntüsü

Vida kolunda FEGSEM görüntüsü incelendiğinde 140x büyütmede vida koluyla vida gövdesinin bağlantı yaptığı bölge boyunca yığıntı parçacık yapısı gözlemlenmiştir. Yer yer paslanmaz çelik yapısından kaynaklı yüzey kusurları tespit edilmiştir. Vida aktivasyonlarında oluşan kuvvetle birlikte vidanın bükülen kollarındaki bükülme açısı ile paslanmaz çelik yüzey üzerinde hasarlar meydana gelmiştir. Vida koluyla vida gövdesinin bağlantı yaptığı yüzeyde deformasyona bağlı yüzey yırtılmaları sonucu hasar meydana gelmiştir. Vida kolunda aktivasyon sonrasında deformasyon sonucu yırtılma izleri ve parçacıkları belirlenmiştir. Bu durum uygulanan aktivasyon kuvvetleriyle birlikte hasarın bir göstergesidir.



Şekil 9: LEONE vida T1 140x büyütme görüntüsü

V.TARTIŞMA

Genişletme apareyleri nasıl imal edilmiş olursa olsun, hızlı üst çene genişletmesi sırasında yoğun düzeyde mekanik strese maruz kalır. Bu tür genişletmenin en belirgin özelliği, kısa zamanda aralığında yüksek kuvvetlerin uygulanmasıdır. Bu tedavi prosedürün sonucunda, mid palatal sütür alanında maksilla iki parça halinde ayrılmaktadır. Tedavinin hedefi, dentoalveolar etkiye neden olmadan maksilanın apikal kaidesinde iskeletsel düzeyde genişletme elde etmektir (Fürthauer and Droschl, 198: 165–168 1).

Isaacson ve ark.'nın yapmış oldukları çalışmada maksiller dokuların HÜÇG'ye karşı direnç kuvvetinin miktarını araştırmışlardır (Isaacson et al.,1964: 256- 260; Lione et al.,2008: 389-392.). Bu in vivo çalışmada ağız içinde bir dinamometre ile vidanın her bir çeyrek turda oluşan kuvvetleri ölçmüşlerdir. Buna göre bir çeyrek turda 1,5 ila 4,5 kg arasında kuvvet oluştuğunu, çevirme devam ettiği sürece 9 kg'ı bulabileceğini bildirmişlerdir (Isaacson et al.,1964: 256- 260;Zimring and Isaacson,1965: 178-186). Genişletme vidası tam turda 0,8 mm açılarak günümüzde hala en çok kullanılan dizayna sahip olmuştur. Yazarlar, aktivasyondan hemen sonraki bozulmanın hızlı olduğunu ancak birkaç dakika içinde bozulma hızının hızla azaldığının altını çizmişlerdir (Isaacson et al.,1964: 256- 260; Lione et al,2008: 389-392). Bizim çalışmamızda Isaacson ve ark.larının in vivo çalışmasına benzer olarak vidalarının 1. aktivasyondan 20. aktivasyona kadar olan kuvvetleri artarak devam etmiştir ve 20. aktivasyona gelindiğinde Forestadent ve KKE vidalarının kuvvetleri 9 kg ve üzerinde bulunarak midpalatal sütürda ayrılma oluşturabileceğini kanıtlamıştır.

Aktivasyon aşamaları sırasında vidanın kuvvetlerinin oluşturduğuyla ilgili in vitro araştırmalara ilişkin literatür oldukça kısıtlıdır. Daha önce hiçbir çalışma Keles Keyless Expander, Leone Orthogonal arm ve Forestadent Snaplock Expander vidalarının gövde ve kolları dahil olmak üzere mekanik özelliklerini incelememiştir.

Bu doktora tez çalışmasında HÜÇG vidalarının farklı aktivasyon turlarındaki kuvvetleri Devotrans DVT UZM K3 çekme-basma cihazında ölçülmüştür.

Camporesi ve arkadaşları bizim çalışmamıza benzer üç farklı dört kollu HÜÇG vidalarının oluşturduğu kuvvetleri Instron 3365 test cihazını kullanarak ölçmüşlerdir. Bu cihazda 5 kN kadar olan kuvvetler ölçülebilmektedir. Araştırmacılar, bu çalışmada Leone A2620, Dentaurum Hyrax ve Palatal Split Screw HÜÇG vidalarını kullanmışlardır. HÜÇG vidalarını ağız ortamını taklit etmek amacıyla ön ve arka kollarını premolar ve molar dişlere gelecek şekilde üst çene daimî dentisyon modeli üzerinde bükümleri verilmiştir. Test edilen tüm vidaların açma kapasiteleri 10 mm ve her bir çeyrek tur aktivasyonda 0.2 mm açılma oluştururlar. Bu çalışmada 1. aktivasyondan 20. aktivasyona kadar olan kuvvetler ölçülmüştür. Araştırmanın sonucunda, test edilen HÜÇG vidalarının 1. aktivasyonunda kuvvet ortancalarına bakıldığında Leone vidasında 23.4 N, Hyrax vidasında 21.8 N ve Palatal Split Screw' da ise 15.9 N'luk kuvvet elde etmişlerdir (Camporesi et al.,2013: 1-9). Bizim çalışmamızda ise 1. aktivasyonda Forestadent vidası 4 N, KKE 6.5 N ve Leone 5 N'luk kuvvet göstermiştir. Bu çalışmadaki vidaların 5. aktivasyon kuvvet ortancalarına bakıldığında 100 N ila 56 N arasında değişen değerler bulunmuştur (Camporesi et al.,2013: 1-9). Bizim çalışmamızda 5. aktivasyon kuvvet ortancaları 24 N ila 41 N arasında bulunmuştur. Bu çalışmadaki 10. aktivasyon kuvvet ortancaları değerlendirildiğinde 103 N- 170 N aralığında değişen değerler saptanmıştır (Camporesi et al.,2013: 1-9). Bizim çalışmamızda ise vidaların 10. aktivasyon kuvvet ortanca değerleri 32,5 N-72,5 N arasında bulunmuştur. Bu çalışmadaki 15. aktivasyon kuvvet ortanca değerleri 135 N- 202 N arasındadır (Camporesi et al.,2013: 1-9). Bizim çalışmamızda ise vidaların 15. aktivasyon kuvvet ortanca değerleri 37,5 N- 97,5 N arasındadır. Çalışmanın sonucunda 215 N ile 156 N arasında değişen maksimum kuvvetlerin meydana geldiğini belirtmişlerdir (Camporesi et al.,2013: 1-9). Bizim çalışmamızda ise vidaların 20. aktivasyon kuvvet ortancaları 39 N-105 N arasında bulunmuştur. Buradaki sonuçların farklılığını kullanılan test cihazının aynı olmamasından ve test edilen HÜÇG vidalarının kollarının gövdeye ortogonal olarak bağlanmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Camporesi ve ark.ları daha fazla aktivasyonla daha fazla kuvvet üretildiği ve apareyin kolları daha sertse kuvvetin kemik yapısına daha iyi iletildiği sonucuna varmışlardır

(Camporesi vd.,2013: 1-9). Vidanın yüksekliğinin ön ve arka kolların açısını ve dolayısıyla deformasyonu belirleyeceğini, kolların uzunluğu ne kadar büyük olursa, aygıtın daha az sert olacağını savunmuşlardır (Camporesi et al.,2013: 1-9). Ayrıca, vidalarda 20. Aktivasyondan sonra deformasyon gözlemlendiğini ve kuvvetlerin stabil kaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, hem A2620 hem de Hyrax genişleticilerin, oluşan kuvvette yaklaşık 18-20 aktivasyona kadar artan bir eğilim gösterdiğini ve bunun ardından bir "plato"ya ulaştığını belirtmişlerdir. Ancak Palatal Split Screw ise kuvveti 24. aktivasyona kadar artırmayı başarmıştır (Camporesi et al.,2013: 1-9). Camporesi ve ark.'nın çalışmasındaki sonuçlara benzer olarak bizim çalışmamızda da 20. aktivasyondan vidalarda deformasyon gözlemlenmiştir ve kuvvette herhangi bir artış olmadığı sonucuna varılmıştır. 1. aktivasyondan 20. aktivasyona kadar vidalarda oluşan kuvvet artarak devam etmiştir ve sonrasında stabil kalmıştır. Bizim çalışmamızda en yüksek kuvveti sırasıyla Forestadent, Keyless ve Leone HÜÇG vidaları sergilemiştir.

Muchitsch ve ark. yapmış oldukları in vitro çalışmalarında, üç noktalı bükülme testi kullanarak 16 tip HÜÇG vidasının kollarını incelemişlerdir. 15 adet paslanmaz çelik ve bir adet titanyum HÜÇG vidasının kollarını test etmişlerdir. Yazarlar, aynı kesit çapına sahip olmalarına rağmen, test edilen tüm paslanmaz çelik genişletme vidalarının kollarının, üç noktalı bükülme testine tabi tutulduğunda değişken yüklenme kapasiteleri (kuvvet, gerilim ve deformasyon parametreleri) sergilediğini bulmuşlardır. Muchitsch ve ark.larının çalışmasında, ölçülen maksimum bükülme gerilimi HÜÇG vidalarının malzeme kalitesi, kullanılan metal alaşımı bileşimi ve hazırlama yöntemi hakkında bilgi vermektedir. Buna göre, Forestadent HÜÇG vidalarının göstermiş oldukları deformasyon ve bükülme gerilim kuvvet değerleri, Leone marka HÜÇG vidalardan daha fazla bulunmuştur. Titanyum genişletme vidasının ise daha büyük çaplı kollara sahip olmasına rağmen, en düşük kuvvet ve stres yüklenme kapasitesine sahip olduğunu ve en büyük deforme edilebilirliği sergilediğini göstermişlerdir. Sekiz kollu vida (dört çift kol) en yüksek kuvvet değerlerini sergilemiştir. Test edilen kollar arasındaki varyasyonun klinik isteğe bağlı olduğu da vurgulanmıştır. Ergenlik öncesi dönemde vidaların kollarının sertliği, midpalatal sütürün artan interdijitasyonu ve ossifikasyonu nedeniyle ergenlik sonrası dönemlerde olduğu kadar önemli olmadığını vurgulamışlardır. Bu nedenle ergenlik sonrasındaki ilerleyen yaşlardaki hastalara yönelik HÜÇG apareylerinin tasarımında rijitlik kritik

önem taşır (Muchitsch et al.,2010: 256-262). Ayrıca 1,5 mm çaplı çift fiksasyon tellerinin sertliğini incelemişler ve uygulanan maksimum kuvvetin çift tellerde tek tellere göre 3,38 kat daha fazla olduğu sonucuna varmışlardır (Muchitsch et al.,2010: 256-262). Bizim çalışmamızda kullanılan HÜÇG genişletme vidaları bu çalışmadaki gibi paslanmaz çelik vidalardan oluşmuştur. Bu çalışmadaki sonuca benzer olarak biz de farklı paslanmaz çelik HÜÇG vidalarının aktivasyondan sonra oluşan kuvvetlerin birbiriyle aynı olmadığı sonucuna vardık. Bizim çalışmamızda KKE ve Forestadent HÜÇG vidaları benzer kuvvet dağılımları sergilerken, Leone vidasının kuvvetleri her iki gruba göre anlamlı düzeyde düşük bulunmuştur. Bu farklılığın sebebinin materyalin sertliğinden kaynaklanmış olduğunu varsayıyoruz.

Lombardo ve arkadaşlarının yapmış olduğu farklı bir in vitro çalışmada 10 adet HÜÇG vidasının aktivasyondan sonra oluşturduğu kuvvetler Instron cihazında ölçülmüştür. Araştırmacılar, bu çalışmada 7 adet 4 kollu HÜÇG vidası ve 3 adet 2 kollu HÜÇG vidası kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda 2 kollu HÜÇG vidasının beş aktivasyondan sonra 4 kollu HÜÇG vidalarından iki kat daha fazla kuvvet oluşturduğu ifade edilmiştir. Apareyin tasarımı ağız ortamını taklit edecek şekilde HÜÇG vidaları molar dişlerde bulunan metallere lehimlenenerek yapılmıştır (Lombardo et al., 2016: 1-10). Bu çalışmada kullanılan Leone A0630-10 vidası bizim çalışmamızda kullandığımız vida ile aynıdır. Bu çalışmada Leone vidası en fazla 157.5 N kuvvet gösterdiğini belirtmişlerdir (Lombardo et al., 2016: 1-10). Bizim çalışmamızda ise bu sonuçtan farklı olarak en fazla 39 N kuvvet gösterdiği bulunmuştur. Burada aynı vidanın farklı sonuçlar doğurmasının sebebinin uygulama metodundan ve kullanılan test cihazının farklılığından kaynakladığını düşünüyoruz. Bizim çalışmamızda HÜÇG vidasının herhangi bir şekilde dişlere lehimlenmiş hali incelenmemiştir. Vidanın sadece kendisinin oluşturduğu kuvvetler analiz edilmiştir.

Oliveira ve ark. hızlı üst çene genişletme tedavilerinde kullanılan genişletme vidalarının kollarını üç nokta bükülme eğilme testinde değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, Morelli, Dentaaurum ve Forestadent HÜÇG vidaları Instron 4411 cihazında test edilmiştir. Her markadan 3'er adet olmak üzere toplam 9 adet vida test edilmiştir. Yazarlar, bükülme eğilme testi sonucunda Forestadent HÜÇG vidasının önemli düzeyde en yüksek bükülme dirence sahip oldukları sonucuna varmışlardır. Bu çalışmada, yetişkin bireylerde sertliği daha fazla olan genişletme vidaları kullanılması

gerektiğinde, Forestadent vidaları klinik uygulamalarda tercih edilebileceği sonucuna varmışlardır. Daha yüksek direnç değerleri, bu vidanın sunduğu daha yüksek elastiklik modülü ile açıklanabilir; bu özellik sayesinde malzeme deformasyona karşı daha dirençli hale gelir ve diğer vidalarla karşılaştırıldığında vida aktivasyonları sırasında sütürlere daha iyi kuvvet aktarımı sağlayabilir. Biz de çalışmamızda, Forestadent HÜÇG vidasının 2. aktivasyonundan 20. aktivasyonuna kadar 16 N ila 105.5 N'luk en yüksek kuvvet değerlerini gösterdiğini bulduk. Leone vidası 2-20. aktivasyon arası 11-39 N kuvvet sergilerken, KKE vidası 2-20. aktivasyonlar arasında 14.5- 93 N kuvvet oluşturmuştur. Oliveira ve ark.larının çalışmasındaki sonuçlara benzer olarak bizim çalışmamızda Forestadent vidasının özellikleri diğer iki vidadan daha üstün bulunmuştur (Oliveira et al.,2012: 103-107).

HÜÇG vidalarının sonlu elemanlar analizi metodu ile yapılan birçok araştırması mevcuttur. Araugio ve ark. HÜÇG vidalarının damaktaki farklı konumlarını sonlu elemanlar analizi kullanarak incelemişlerdir. Yazarlar yaptıkları çalışmada 3 farklı senaryo üzerinde HÜÇG vidalarının damaktan olan uzaklıklarının posterior dişlerdeki eğilme (devrilme) üzerine olan etkisini değerlendirmişlerdir. İlk senaryoda vida, oklüzal düzleme yakın; maksiller birinci molar dişlerin direnç merkezinin 10 mm altında, 2. senaryoda birinci molar dişlerin direnç merkezinin biraz üzerinde ve 3. senaryo da ise damak kubbesine yakın; birinci molar dişlerin direnç merkezinden 10 mm yukarıda olacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, HÜÇG vidasının damaktaki konumunun maksiller birinci molar dişlerin direnç merkezinin biraz üzerinde olması gerektiğini savunulmuştur. Bu şekilde konumlanan vidalarda ankraj alınan dişlerde devrilmenin azalacağı ve gövdesel hareket oluşturarak HÜÇG ortopedik etkilerini optimize ettiğini bildirmişlerdir. Biz de çalışmamızda HÜÇG vidalarının damaktan uzaklığını belirlerken bu çalışmanın sonucunu göz önünde bulundurarak tasarladık (Araugio et al.,2013: 221-227). HÜÇG vidalarını damaktan 4 mm uzaklıkta olacak şekilde konumlandırdık. Araugio ve ark.larının çalışmasına benzer olarak Matsuyama ve ark. HÜÇG vidasının damaktaki konumunun dişlere ve çevre yapılara olan etkisini inceledikleri sonlu eleman analizi çalışmasında benzer sonuçları bulmuşlardır. Yazarlar, vidanın damağa çok yakın bir şekilde yerleştirilmesi ve vidanın kol uzunluğunun artması sonucunda HÜÇG etkisinin azalacağını belirtmişlerdir. (Matsuyama et al., 2015: 188-193). Araugio ve ark. ile Matsuyama ve ark. tarafından yapılan çalışmalardan farklı olarak Fernandes ve ark. HÜÇG

genişletme vidalarının damaktan olan vertikal uzaklıklarını ve aynı zamanda vidanın antero-posterior yönde konumlandırılmasının maksillada oluşan stress dağılımlarını incelemişlerdir. Yazarlar, sonlu elemanlar analizi kullanarak HÜÇG vidasının damaktaki konumlandırılmasını 6 farklı senaryo ile incelemişlerdir. Vidanın damaktan olan vertikal uzaklığını analiz etmek için 2 farklı pozisyon oluşturulmuştur: Oklüzal düzlemden 20 ve 15 mm mesafede olacak şekilde vidalar yerleştirilmiştir. Antero-posterior mesafeyi analiz etmek için ise 3 ayrı pozisyon planlanmıştır: İlk senaryoda vida birinci büyük azı dişinin mesial duvarı ile birinci küçük azı dişinin distal duvarı arasına ve eşit uzaklıkta konumlandırılmış, ikinci senaryoda birinci büyük azı dişinin kuronunun ortasına denk gelecek şekilde ile hizalanmış ve son olarak vidanın ön kısmı birinci büyük azı dişinin distal duvarı hizasında konumlandırılmıştır. Oluşturulan senaryoların sonuçlarına göre HÜÇG tedavisinde en yüksek stres alanlarının vidanın damaktan oklüzal düzlemden 15 mm mesafede ve antero-posterior yönde birinci molar dişin mesiali ile birinci premolar dişin distali arasında konumlandırıldığı pozisyonda olduğu bulunmuştur (Fernandes et al.,2019: 80–87). Biz de çalışmamızda HÜÇG vidasını model üzerinde uyumlandırmasını yaparken buradaki çalışmanın sonuçlarını referans alarak dental alçı model üzerinde vidaların bükümlerini yaptık.

Sander ve ark. Forestadent Palatal Split Screw HÜÇG vidasının aktivasyonlarından sonra oluşan kuvvetleri in vivo olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar bu çalışmada, 10 hastaya HÜÇG apareyi simante ederek aktivasyon sırasında DMS sensor cihazını kuvveti ölçmek için kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda 2. Aktivasyondan 5. Aktivasyona kadar 20-25 N'luk bir artış olduğunu belirtmişlerdir (Sander et al.,2006: 19-26). Bizim çalışmamızda ise Forestadent vidası 2. aktivasyondan 5. aktivasyona kadar 41 N'luk artış göstermiştir. Sander ve ark.ları vida birkaç kez daha aktive edildikten sonra yaklaşık olarak maksillaya etki eden kuvvetin yaklaşık olarak 30–35 N'ye çıktığını bildirmişlerdir. Bu kuvvet ilerleyen aktivasyonlarla hızla artmaya devam etmiştir (Sander et al.,2006: 19-26). Biz de çalışmamızda bu çalışma ile uyumlu olarak Forestadent vidasının ilk aktivasyonundan son aktivasyonuna kadar kuvvetlerinde artış olduğunu gözlemledik. 20. Aktivasyon sonucunda yaklaşık olarak 105.5 N'luk kuvvet oluşturmuştur. Sander ve ark.ları farklı bireylerde ölçülen maksimum kuvvetlerin 70 N ila 120 N arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir (Sander et al.,2006: 19-26). Bu tez çalışmasında Forestadent HÜÇG vidasının göstermiş olduğu kuvvetler bu çalışmadaki sonuçlar ile benzer bulunmuştur.

Daha önce literatürde Keles Keyless Expander (KKE) HÜÇG vidasının mekanik özelliklerini test eden bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışmasında KKE vidasının mekanik özellikleri in vitro olarak incelenmiştir. KKE ilk jenerasyonu 2008 yılında Prof. Dr. Ahmet Keles tarafından tasarlanıp üretilmiştir. KKE vidasının en önemli özelliği geleneksel HÜÇG vidalarıyla karşılaştırıldığında aktivasyon için ekstradan anahtara ihtiyaç duyulmamasıdır. Vidanın tasarımında aktivasyon için bir kol bulunmaktadır ve parmakla damağa doğru itilerek aktive edilmektedir. Devamında aktivasyon kolu tekrar parmakla öne doğru çekilerek vidayı geri kapatmadan pasif bir şekilde eski konumuna alınır ve ilerideki aktivasyonlar için hazır hale getirilir. İkinci jenerasyon tasarımı ilk jenerasyona göre boyutları daha küçük olarak tasarlanmıştır. Bu sayede daha dar damağa sahip olan bireylerde rahatlıkla kullanılmasına olanak sağlar. Ayrıca, ikinci jenerasyon KKE vidası tek yönlü bir dişli çark sistemi olarak çalışır ve kilitleme mekanizması içeren daha sağlam bir aktivasyon koluna sahiptir. Tasarımında bulunan durdurucu mekanizmasıyla, her aktivasyondan sonra pasif geri dönüş sırasında aktivasyon kolunun damağa doğru yukarı itilmesini önler, böylece hasta bir sonraki aktivasyon için kolu kolayca çevirebilir (Keles et al., 2018: 598–603). Çalışmamızda test edilen Leone ve Forestadent HÜÇG vidaları için aktivasyon anahtarı kullanılmaktadır. Çalışmamızın sonuçlarına göre, ilerleyen aktivasyon turlarında anahtarlarda deformasyon oluşmuştur ve vidaların son açma kapasitesine kadar gidilememiştir. Ancak KKE vidası için ekstra bir anahtara gerek duyulmadan aktivasyon kolunun diğer vida anahtarlarına daha sağlam olmasından dolayı vidanın tam açma kapasitesine kadar test edilmesine izin vermiştir. Fakat tüm vidalarla sonuçları karşılaştırmak adına en son olarak 20. aktivasyon baz alınmıştır. KKE vidasının aktivasyon için anahtara ihtiyaç duyulmaması en önemli avantajlarından. Bu sayede hastaların aktivasyon sırasında oluşabilecek yutma ve aspirasyon gibi komplikasyonları engellemektedir. Ayrıca hasta kooperasyonu açısından anahtar kaybetme gibi bir durum söz konusu değildir. KKE vidaları aktivasyondan sonra aktivasyon kolu tekrar öne doğru pasif olarak geldiğinden Alt-RAMEC tedavi prosedürü için çok uygun değildir. Alt-RAMEC tedavisi HÜÇG vidalarının belirli zamanlarda açılıp kapanmasıyla maksillar ekspansiyon için uygulanan bir yöntemdir (Liou et al., 2005: 121-127). Ancak KKE vidasının aktivasyondan sonra aktivasyon kolunun öne doğru hareketinde kilitleme mekanizmasına sahip olduğundan vida aktive edildikten sonra tekrar deaktive edilmemektedir. KKE vidası sadece ekspansiyon yapabilmekte olup konstriksiyon için elverişli değildir.

Literatürde daha önce HÜÇG vidalarının taramalı elektron mikroskobu görüntüleri alınarak deformasyon bölgeleri incelenmemiştir. Bu tez çalışması, vida koluyla vida gövdesinin bağlantı yaptığı yüzeyde aktivasyon ve büküm sonucunda oluşan deformasyonu inceleyen ilk çalışma olmuştur. Çalışmamızda, HÜÇG vidalarının aktivasyondan önce (T0) ve aktivasyondan sonra (T1) olacak şekilde her vidadan iki defa taramalı elektron mikroskobu görüntüleri alınarak incelenmiştir. Bu görüntüler sonucunda, KKE (T0) vidasında aktivasyonda önce alınan görüntülerinde 140x büyütmede vida koluyla vida gövdesinin bağlantı yüzeylerinde parçacık yapısı gözlemlenmiştir ve pens ile büküm verilen vida kolunda yüzeyde deformasyon izleri oluşmuştur ve paslanmaz çelik yüzeyde hasarlar meydana gelmiştir. KKE (T1) vidasının aktivasyondan sonraki 140x büyütmede görüntülerine bakıldığında, aktivasyona bağlı kuvvet uygulanması sonucunda vida koluyla vida gövdesinin bağlantı bölgesinde yırtılma ve topaklanmış yapıda parçacıklar gözlemlenmiştir. Forestadent (T0) vidasının aktivasyondan önceki 140x büyütmede görüntüleri incelendiğinde vida koluyla vida gövdesinin bağlantı yüzeyinde yığılmış parçacık yapısı ve paslanmaz çelik yapısından kaynaklı yüzey kusurları tespit edilmiştir. Forestadent (T1) aktivasyondan sonraki 140x büyütmede görüntülerine bakıldığında, kuvvet uygulanmış yüzeyde deformasyon izleri ve vidanın bükülen kolunda bükülme açısı ile paslanmaz çelik yüzeyde hasarlar meydana gelmiştir. Leone (T0) aktivasyon öncesi 140x büyütme görüntüleri incelendiğinde vida koluyla vida gövdesinin bağlantı bölgesinde pens ile büküm yapılırken bükülen kollarındaki bükülme açısı ile paslanmaz çelik yüzey üzerinde hasarlar meydana gelmiştir. Leone (T1) aktivasyondan sonrası 140x büyütmedeki görüntüleri incelendiğinde vida kolunda aktivasyon sonrasında deformasyon sonucu yırtılma izleri ve parçacıkları belirlenmiştir. Bu durum uygulanan aktivasyon kuvvetleriyle birlikte hasarın bir göstergesidir.

Vidaların aktivasyon zamanları arasındaki kuvvet dağılımlarına bakıldığında 1. aktivasyon sonucunda en fazla kuvveti 7 N olarak Keles Keyless Expander sağlamıştır. Daha sonrasında Leone vidası 5.5 N ve Forestadent 4 N olarak takip etmiştir. KKE vidasının bu iki vidadan daha fazla kuvvet oluşturmasının sebebi her turdaki açma kapasitesinin 0.3 mm olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. İlerleyen aktivasyon turlarında Forestadent ve KKE vidası benzer kuvvetler sergilemiştir. Grup içi aktivasyonlara bakıldığında ilk aktivasyondan son aktivasyona kadar KKE ve

Forestadent vidaların kuvvetleri artarak devam etmiştir. Ancak Leone vidası 1'den 16. aktivasyona kadar kuvvet artışı göstermiş ancak ilerleyen aktivasyonlarda düşüş göstermiştir. Buradaki farklılığın Leone vidasının materyal yorgunluğunun Forestadent ve KKE vidası göre daha fazla olmasından kaynaklanabileceğini düşünüyoruz. Literatürde yapılan üç noktalı bükme testinde Leone marka HÜÇG vidalarının bükülme gerilimi incelendiğinde oluşan kuvvetlerin Forestadent marka HÜÇG vidalarından daha düşük olduğu bulunmuştur (Muchitsch et al.,2011: 256-262). Tez çalışmamızda, vidaların farklı aktivasyon turlarında göstermiş oldukları kuvvet farklılıkları vidaların tasarımının aynı olmaması, üretici firmalarının farklı olması ve içerdiği materyallerin birbirlerine göre çeşitli farklılıklar sergileyebilecek olmasından kaynaklanabileceğini düşünmekteyiz.

VI.SONUÇ

3 farklı markaya ait HÜÇG vidası in vitro olarak incelenmiştir. Devotrans DVT UZM K3 çekme-basma cihazı kullanılarak vidaların mekanik özellikleri test edilmiştir. Tez çalışmamızdan sağlanan veriler ve yapılan değerlendirmeler neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- 1.Bu tez çalışmasının sonucuna göre sıfır hipotezi reddedilmiştir. Test edilen vidaların mekanik özellikleri birbirilerinden farklı çıkmıştır.
2. Vidaların aktivasyon zamanları arasındaki kuvvet dağılımlarına bakıldığında 1. aktivasyon sonucunda en fazla kuvveti 7 N olarak Keles Keyless Expander sağlamıştır.
3. Forestadent Snaplock Expander vidası 20. aktivasyon sonucunda 105.5 N'luk en yüksek kuvvet değerlerini göstermiştir.
4. Leone vidası, 20. Aktivasyon sonucunda 39 N'luk en düşük kuvvet değerlerini göstermiştir.
5. KKE yapısı ve tasarımı itibariyle diğer vidalardan çalışma mekanizması itibariyle farklıdır.

VII.KAYNAKÇA

- ADKINS, M. D., NANDA, R. S. VE CURRIER, G. F. (1990). “Arch Perimeter Changes On Rapid Palatal Expansion”, **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, cilt 97, sayı 3, ss.194-199.
- AGARWAL, A., & MATHUR, R. (2010). “Maxillary Expansion”, **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, cilt 3, sayı 3, ss.139.
- ANGELL, E. (1860). “Treatment Of Irregularity Of The Permanent Or Adult Teeth”, **Dental Cosmos**, Sayı 1, ss. 540–544.
- AKKAYA S, LORENZON S, ÜÇEM TT. (1998). “Comparison Of Dental Arch And Arch Perimeter Changes Between Bonded Rapid And Slow Maxillary Expansion Procedures”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 20, sayı 3, ss.255-26.
- AKKAYA S, LORENZON S, ÜÇEM TT. (1999). “A Comparison Of Sagittal And Vertical Effects Between Bonded Rapid And Slow Maxillary Expansion Procedures”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 21, sayı 2, ss.175-80.
- ARNDT W. V. (1993). “Nickel Titanium Palatal Expander”, **Journal of Clinical Orthodontics**, cilt 27, sayı 3, ss.129–137.
- ASANZA, S., CISNEROS, G. J. VE NIEBERG, L. G. (1997). “Comparison Of Hyrax And Bonded Expansion Appliances”, **The Angle Orthodontist**, cilt 67, sayı 1, ss.15-22.

- AKGUL, Y. E., ILERİ, Z., & BASCİFTÇİ, F. A. (2016). “Three-Dimensional Evaluation Of Hybrid Expander Appliances: A Pilot Study”, **The Angle Orthodontist**, cilt 86, sayı 1, ss.81–86.
- AKIN, M., BAKA, Z. M., ILERİ, Z., & BASCİFTÇİ, F. A. (2015). “Alveolar Bone Changes After Asymmetric Rapid Maxillary Expansion”, **The Angle Orthodontist**, cilt 85, sayı 5, ss.799–805.
- AVALLONE, E. A., BAUMEİSTER III, T., SADEGH, A. (2007). **Marks’ Standard Handbook For Mechanical Engineers**, New York: McGraw-Hill, 11. Baskı
- BACCETTI, T., FRANCHI, L., CAMERON, C. G., & MCNAMARA JR, J. A. (2001). “Treatment Timing For Rapid Maxillary Expansion”, **The Angle Orthodontist**, cilt 71, sayı 5, ss.343-350.
- BASCİFTÇİ, F. A., & KARAMAN, A. I. (2002). “Effects Of A Modified Acrylic Bonded Rapid Maxillary Expansion Appliance And Vertical Chin Cap On Dentofacial Structures”, **The Angle orthodontist**, cilt 72, sayı 1, ss.61–71.
- BAYSAL, A., UYSAL, T., VELİ, I., OZER, T., KARADEDE, I. VE HEKİMOĞLU, S. (2013). “Evaluation Of Alveolar Bone Loss Following Rapid Maxillary Expansion Using Cone-Beam Computed Tomography”, **The Korean Journal of Orthodontics**, cilt 43, sayı 2, ss.83-95.
- BAYS, R. A., VE GRECO, J. M. (1992). “Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion: An Outpatient Technique With Long-Term Stability”, **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, cilt 50, sayı 2, ss.110-113.
- BELL, R. A. (1982). “A Review Of Maxillary Expansion In Relation To Rate Of Expansion And Patient's Age”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 81, sayı 1, ss.32-37.
- BETTS, N. J. (2016). “Surgically Assisted Maxillary Expansion”, **Atlas of The Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America**, Sayı 24, ss.67.

- BICAKCI, A. A., AGAR, U., SÖKÜCÜ, O., BABACAN, H., & DORUK, C. (2005). “Nasal Airway Changes Due To Rapid Maxillary Expansion Timing”, **The Angle Orthodontist**, cilt 75, sayı 1, ss.1–6.
- BISHARA, S. E., BURKEY, P. S. VE KHAROUF, J. G. (1994). “Dental And Facial Asymmetries: A Review”, **The Angle Orthodontist**, cilt 64, sayı 2, ss. 89-98.
- BISHARA, S. E. VE STALEY, R. N. (1987). “Maxillary Expansion: Clinical Implications”, **American Journal of Orthodontics And Dentofacial Orthopedics**, cilt 91, sayı 1, ss.3-14.
- BIEDERMANN W. (1973). “Rapid Correction Of Class 3 Malocclusion By Midpalatal Expansion”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 6, sayı 1: ss.47-55.
- BIEDERMAN W. (1968). “Hygienic Appliance For Rapid Expansion”, **Journal of Practical Orthodontics**, cilt 2, sayı 2, ss.67-70.
- BROWN, G. (1903). “The Application Of Orthodontia Principles To The Prevention Of Nasal Disease”, **Dental Cosmos**, cilt 45, sayı 10, ss.765-775
- BJÖRK A, SKIELLER V. (1974). “Growth İn Width Of The Maxilla Studied By The Implant Method”, **Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery**, cilt 8, sayı 1-2, ss.26-33.
- CAMPORESI, M., FRANCHI, L., DOLDO, T., & DEFRAIA, E. (2013). “Evaluation Of Mechanical Properties Of Three Different Screws For Rapid Maxillary Expansion”, **Biomedical Engineering Online**, Sayı 12, ss.128.
- CEYLAN, Í., OKTAY, H. VE DEMİRCİ, M. (1996). “The Effect Of Rapid Maxillary Expansion On Conductive Hearing Loss”, **The Angle Orthodontist**, cilt 66, sayı 4, ss.301-308.
- CHATELLIER, J. VE CHATEAU, M. (1963). “Premieres Observations Des Disjonctions Mediopalatine Ultra Rapide Sous Anesthesie Locale”. **Revue de Stomatologie**, Sayı 64, ss.145-149.

- CHANG JY, MCNAMARA JA, HERBERGER TA. (1997). “A Longitudinal Study Of Skeletal Side Effects Induced By Rapid Maxillary Expansion”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 112, sayı 1, ss.330-337.
- CHEUNG, G. C., DALCI, O., MUSTAC, S., PAPAGEORGIOU, S. N., HAMMOND, S., DARENDELİLER, M. A., & PAPADOPOULOU, A. K. (2021). “The Upper Airway Volume Effects Produced By Hyrax, Hybrid-Hyrax, And Keles Keyless Expanders: A Single-Centre Randomized Controlled Trial”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 43, sayı 3, ss. 254–264.
- CHUNG CH, FONT B. (2004). “Skeletal And Dental Changes in The Sagittal, Vertical, And Transverse Dimensions After Rapid Palatal Expansion”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 126, sayı 5, ss.569-575
- CHUNG, K. R., CHO, J. H., KIM, S. H., KOOK, Y. A., VE COZZANI, M. (2007). “Unusual Extraction Treatment in Class II Division 1 Using C-Orthodontic Mini-İmplants”, **The Angle Orthodontist**, cilt 77, sayı 1, ss.155-166.
- CROSS DL, MCDONALD JP. (2000). “Effect Of Rapid Maxillary Expansion On Skeletal, Dental, And Nasal Structures: A Postero-Anterior Cephalometric Study”, **European Journal of Orthodontics**; cilt 22, sayı 5, ss.519-28.
- CONVERSE, J. M., & HOROWITZ, S. L. (1969). “The Surgical-Orthodontic Approach To The Treatment Of Dentofacial Deformities”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 55, sayı 3, ss.217–243.
- COZZA, P., BACCETTI, T., FRANCHI, L., MUCEDERO, M., & POLIMENI, A. (2007). “Transverse Features Of Subjects With Sucking Habits And Facial Hyperdivergency in The Mixed Dentition”, **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, cilt 132, sayı 2, ss.226–229.
- DARENDELİLER M.A, STRAHM C, JOJO JP. (1994). “Light Maxillary Expansion Forces With The Magnetic Expansion Device: A Preliminary Investigation”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 16, sayı 6, ss.479-490.

- DAVIDOVITCH M, EFSTATHIOU S, SARNE O, VARDIMON AD. (2005). “Skeletal And Dental Response To Rapid Maxillary Expansion With 2- Versus 4-Band Appliances”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 127, sayı 4, ss.483-492.
- DEAN, L. W. (1909). “The Influence On The Nose Of Widening The Palatal Arch”, **Journal of the American Medical Association**, cilt 52, sayı 12, ss.941-943.
- DERISCHWEILER, H. (1956). **Die gaummennachterweiterung**, Munich, Carl Hauser Verlag.
- DE MELO QUINTELA, M., ROSSI, S. B., VERA, K. L., PERALTA, J. C., SILVA, I. D., DE SOUZA, L. A., ... & PIMENTEL, A. C. (2021). “Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) Protocols Applied in Different Ages And Stages Of Maturation Of The Midpalatal Suture: Cases Report”, **Research, Society and Development**, cilt 10, sayı 11.
- DE SILVA FO, O. G., BOAS, C. V. VE CAPELOZZA, L. F. (1991). “Rapid Maxillary Expansion in The Primary And Mixed Dentitions: A Cephalometric Evaluation”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 100, sayı 2, ss.171-179
- DE SOUSA ARAUGIO, R. M., LANDRE JR, J., SILVA, D. D. L. A., PACHECO, W., PITHON, M. M., & OLIVEIRA, D. D. (2013). “Influence Of The Expansion Screw Height On The Dental Effects Of The Hyrax Expander: A Study With Finite Elements”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 143, sayı 2, ss.221-227.
- DUTRA, A. L. T., CARDOSO, A. C., LOCKS, A. VE BEZERRA, A. C. B. (2004). “Assessment Of Treatment For Functional Posterior Cross-Bites in Patients At The Deciduous Dentition Phase”, **Brazilian Dental j-Journal**, cilt 15, sayı 1, ss.54-58.
- EKSTRÖM C, HENRIKSON CO, JENSEN R. (1977). “Mineralization in The Midpalatal Suture After Orthodontic Expansion”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 71, sayı 4, ss.449-455

- ENLOW DH, HANS MG. (1996). **Essentials of Facial Growth**, Philadelphia: WB Saunders.
- FERNANDES, L. C., ET AL. (2019). “Influence Of The Hyrax Expander Screw Position On Stress Distribution in The Maxilla: A Study With Finite Elements”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 155, sayı 1, ss.80–87.
- FÜRTHAUER U, DROSCHL H (1981). “Die Gaumennahtsprengung Als Interzeptive Maßnahme”, **Stomatologie**, Sayı 78, ss.165–168.
- GABRIEL DA SILVA FILHO, O., SILVA LARA, T., MALAGODI DE ALMEIDA, A. VE CRISTINA DA SILVA, H. (2005). “Evaluation Of The Midpalatal Suture During Rapid Palatal Expansion in Children: A CT Study”. **Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, cilt 29, sayı 3, ss.231-238.
- GARDNER, G. E. VE KRONMAN, J. H. (1971). “Cranioskeletal Displacements Caused By Rapid Palatal Expansion in The Rhesus Monkey”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 59, sayı 2, ss.146-155.
- GARIB, D. G., HENRIQUES, J. F., JANSON, G., DE FREITAS, M. R., & FERNANDES, A. Y. (2006). “Periodontal Effects Of Rapid Maxillary Expansion With Tooth-Tissue-Borne And Tooth-Borne Expanders: A Computed Tomography Evaluation”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 129, sayı 6, ss.749–758.
- GERAN, R. G., MCNAMARA JR, J. A., BACCETTI, T., FRANCHI, L. VE SHAPIRO, L. M. (2006). “A Prospective Long-Term Study On The Effects Of Rapid Maxillary Expansion in The Early Mixed Dentition”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 129, sayı 5, ss.631-640.
- GLASSMAN, A. S., NAHIGIAN, S. J., MEDWAY, J. M., VE ARONOWITZ, H. I. (1984). “Conservative Surgical Orthodontic Adult Rapid Palatal Expansion: Sixteen Cases”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 86, sayı 3, ss.207-213.

- GODDARD, C. (1893). "Separation Of The Superior Maxilla At The Symphysis", **Dental Cosmos**, cilt 35, sayı 9): 880-882.
- GRABER, L., VANARSDALL JR, R., VİG, K. VE HUANG, G. (2011). **Orthodontics: current principles and techniques**. Philadelphia, USA: Elsevier Health Sciences.
- GRABER TM, VANARSDALL R, VIG K. (1994). **Orthodontics Current Principles and Techniques**, Mosby Company, Saint Louis.
- GUNGOR, A. Y., & TURKKAHRAMAN, H. (2009). "Effects Of Airway Problems On Maxillary Growth: A Review", **European Journal of Dentistry**, cilt 3, sayı 3, ss.250–254.
- HAAS, A. J. (1961). "Rapid Expansion Of The Maxillary Dental Arch And Nasal Cavity By Opening The Midpalatal Suture", **The Angle Orthodontist**, cilt 31, sayı 2, ss.73-90.
- HAAS, A.J. (1965). "The Treatment Of Maxillary Deficiency By Opening The Midpalatal Suture", **Angle Orthodontist**, Sayı 5, ss.200–217.
- HAAS, A. J. (1970). "Palatal Expansion: Just The Beginning Of Dentofacial Orthopedics", **American journal of orthodontics**, cilt 57, sayı 3, ss.219-255.
- HAAS, A. (1980). "Long-Term Posttreatment Evaluation Of Rapid Palatal Expansion", **The Angle Orthodontist**, cilt 50, sayı 3, ss.189-217.
- HALAZONETIS, D. J., KATSAVRIAS, E., & SPYROPOULOS, M. N. (1994). "Changes in Cheek Pressure Following Rapid Maxillary Expansion", **European Journal of Orthodontics**, cilt 16, sayı 4, ss.295–300.
- HARBERSON, V. A. VE MYERS, D. R. (1978). "Midpalatal Suture Opening During Functional Posterior Cross-Bite Correction", **American Journal of Orthodontics**, cilt 74, sayı 3, ss.310- 313.

- HARRISON, J. E., & ASHBY, D. (2000). "Orthodontic Treatment For Posterior Crossbites", **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, Sayı 2, CD000979.
- HARTGERINK, D. V., VIG, P. S., ORTH, D. VE ABBOTT, D. W. (1987). "The Effect Of Rapid Maxillary Expansion On Nasal Airway Resistance", **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 92, sayı 5, ss.381-389.
- HELM S. (1968). "Malocclusion in Danish Children With Adolescent Dentition: An Epidemiologic Study", **American Journal of Orthodontics**, cilt 54, sayı 5, ss.352-366.
- HERSHEY HG, STEWART BL, WARREN DW. (1976). "Changes in Nasal Airway Resistance Associated With Rapid Maxillary Expansion", **American Journal of Orthodontics**, cilt 69, sayı 3, ss.274- 284.
- HOWES AE. (1947). "Case Analysis And Treatment Planning Based Upon The Relationship Of Tooth Material To Its Supporting Bone", **American Journal of Orthodontics**, cilt 33, sayı 8, ss.499-533.
- HICKS, E. P. (1978). "Slow Maxillary Expansion: A Clinical Study Of The Skeletal Versus Dental Response To Low-Magnitude Force", **American Journal of Orthodontics**, cilt 73, sayı 2, ss.121-141.
- HOWE, R. P. (1982). "Palatal Expansion Using A Bonded Appliance", **American Journal of Orthodontics**, cilt 82, sayı 6, ss.464-468.
- ISAACSON RJ, WOOD JL, INGRAM AH (1964). "Forces Produced By Rapid Maxillary Expansion: I. Design Of The Force Measuring System", **The Angle Orthodontist**, cilt 34, sayı 4, ss.256- 260.
- ISAACSON, R. J., & MURPHY, T. D. (1964). "Some Effects Of Rapid Maxillary Expansion in Cleft Lip And Palate Patients", **The Angle Orthodontist**, cilt 34, sayı 3, ss.143-154.

- İSCİ D, TURK T, ELEKDAG-TURK S. (2010). “Activation-Deactivation Rapid Palatal Expansion And Reverse Headgear in Class III Cases”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 32, sayı 6, ss.706-715.
- İŞERİ, H., TEKKAYA, A. E., ÖZTAN, Ö. VE BİLGİC, S. (1998). “Biomechanical Effects Of Rapid Maxillary Expansion On The Craniofacial Skeleton, Studied By The Finite Element Method”, **The European Journal of Orthodontics**, cilt 20, sayı 4, ss.347-356.
- İŞERİ H, SOLOW B. (1990). “Growth Displacement Of The Maxilla in Girls Studied By The İmplant Method”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 12, sayı 4, ss.389-398.
- İŞERİ, H. VE ÖZSOY, S. (2004). “Semirapid Maxillary Expansion—A Study Of Long-Term Transverse Effects in Older Adolescents And Adults”, **The Angle Orthodontist**, cilt 74, sayı 1, ss.71-78.
- JACOBSON A, JACOBSON RL. (2006). **Radiographic Cephalometry: From Basics To 3-D Imaging**, Quintessence Pub, Chicago.
- JAFARI, A., SHETTY, K. S., & KUMAR, M. (2003). “Study of Stress Distribution and Displacement of Various Craniofacial Structures Following Application of Transverse Orthopedic Forces—A Three-Dimensional FEM Study”, **The Angle Orthodontist**, cilt 73, sayı 1, ss.12-20.
- KAPETANOVIĆ, A., THEODOROU, C. I., BERGÉ, S. J., SCHOLS, J. G. J. H., & XI, T. (2021). “Efficacy of Miniscrew-Assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE) in late adolescents and adults: a systematic review and meta-analysis”. **European journal of orthodontics**, cilt 43, sayı 3, ss.313–323.
- KELES, A., LIN, C. H., KELES, E., & DARENDELİLER, M. A. (2018). “Rapid Palatal Expansion with the Keles Keyless Expander”, **Journal of clinical orthodontics**, cilt 52, sayı 11, ss.598–603.
- KIM KB, HELMKAMP ME. (2012). “Miniscrew Implant-Supported Rapid Maxillary Expansion”, **Journal of Clinical Orthodontics**, cilt 46, sayı 10, ss.608-631.

- KIRCELLİ, B. H., PEKTAŞ, Z. VE UÇKAN, S. (2006). “Orthopedic Protraction with Skeletal Anchorage in a Patient with Maxillary Hypoplasia and Hypodontia”, **The Angle Orthodontist**, cilt 76, sayı 1, ss.156-163.
- KORKHAUS, G. (1960). “Present Orthodontic Thought in Germany: Jaw Widening with Active Appliances in Cases of Mouth Breathing”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 46, sayı 3: ss.187-206.
- KREBS, A. (1959). “Expansion of the midpalatal suture, studied by means of metallic implants”, **Acta Odontologica Scandinavica**, cilt 17, sayı 4, ss.491-501.
- KREBS, A. (1964). “Rapid Expansion of Midpalatal Suture by Fixed Appliance: An Implant Study Over a 7 Year Period”, **European Orthodontic Society**, Sayı 40, ss.131-142.
- KUDLICK, E. M. (1974). “A Study Utilizing Dry Human Skulls as Models to Determine How Bones of the Craniofacial Complex Are Displaced Under the Influence of Midpalatal Expansion”, **American journal of orthodontics**, cilt 66, sayı 1, ss.103.
- KUTIN G, HAWES RR. (1969). “Posterior cross-bites in the deciduous and mixed dentitions”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 56, sayı 5, ss.491-504.
- KÜÇÜKKURT, S. (2019). “Sonlu Elemanlar Stres Analiz Yöntemi ve Dental İmplantoloji Alanında Yapılan Araştırmalar”, **Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi**, Sayı 29, ss.701–710.
- LAGRAVERE M.O., HANSEN L, HARZER W, MAJOR PW. (2006). “Plane Orientation For Standardization in 3-Dimensional Cephalometric Analysis with Computerized Tomography Imaging”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 129, sayı 5, ss.601-604.
- LAGRAVÈRE, M. O., HEO, G., MAJOR, P. W. VE FLORES-MİR, C. (2006). “Meta-Analysis of Immediate Changes with Rapid Maxillary Expansion Treatment”, **The Journal of the American Dental Association**, cilt 137, sayı 1, ss.44-53.

- LAGRAVERE, M. O., MAJOR, P. W. VE FLORES-MÍR, C. (2005). “Long-Term Dental Arch Changes After Rapid Maxillary Expansion Treatment: A Systematic Review”. **The Angle Orthodontist**, cilt 75, sayı 2, ss.155-161.
- LAGRAVÈRE, M. O., CAREY, J., HEO, G., TOOGOOD, R. W., & MAJOR, P. W. (2010). “Transverse, Vertical, And Anteroposterior Changes From Bone-Anchored Maxillary Expansion vs Traditional Rapid Maxillary Expansion: A Randomized Clinical Trial”. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 137, sayı 3, ss.304.e1–305.
- LARSSON E. (1986). “The Effect of Dummy-Sucking on the Occlusion: A Review”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 8, sayı 2, ss.127-130.
- LEE, K.-J., PARK, Y.-C., PARK, J.-Y. VE HWANG, W.-S. (2010). “Miniscrew-Assisted Nonsurgical Palatal Expansion Before Orthognathic Surgery For a Patient With Severe Mandibular Prognathism”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 137, sayı 6, ss.830-839.
- LINDNER, A. VE MODÉER, T. (1989). “Relation Between Sucking Habits and Dental Characteristics in Preschoolchildren with Unilateral Cross-Bite”. **European Journal of Oral Sciences**, cilt 97, sayı 3, ss.278-283.
- LINES PA. (1975). “Adult Rapid Maxillary Expansion With Corticotomy”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 67, sayı 1, ss.44-56.
- LIMA, A. C., LIMA, A. L., LIMA FILHO, R. M. VE OYEN, O. J. (2004). “Spontaneous Mandibular Arch Response After Rapid Palatal Expansion: A Long-Term Study On Class I Malocclusion”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 126, sayı 5, ss.576-582.
- LIONE, R., BALLANTI, F., FRANCHI, L., BACCETTI, T., & COZZA, P. (2008). “Treatment And Posttreatment Skeletal Effects of Rapid Maxillary Expansion Studied With Low-Dose Computed Tomography in Growing Subjects”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 134, sayı 3, ss.389-392.

- LIU, E. J. W., & TSAI, W. C. (2005). "A New Protocol For Maxillary Protraction in Cleft Patients: Repetitive Weekly Protocol of Alternate Rapid Maxillary Expansions and Constrictions", **The Cleft Palate-Craniofacial Journal**, cilt 42, sayı 2, ss.121-127.
- LOMBARDO, L., SACCHI, E., LAROSA, M., MOLLICA, F., MAZZANTI, V., SPEDICATO, G. A. VE SICILIANI, G. (2016). "Evaluation of the Stiffness Characteristics of Rapid Palatal Expander Screws", **Progress in orthodontics**, cilt 17, sayı 1, ss.1-10.
- LÖFSTRAND-TIDESTRÖM, B., THILANDER, B., AHLQVIST-RASTAD, J., JAKOBSSON, O., & HULTCRANTZ, E. (1999). "Breathing Obstruction in Relation to Craniofacial and Dental Arch Morphology in 4-Year-Old Children", **The European Journal of Orthodontics**, cilt 21, sayı 4, ss.323-332.
- LUDWIG, B., BAUMGAERTEL, S., BÖHM, B., BOWMAN, S. J., GLASL, B., JOHNSTON, L. E., WILMES, B. (2007). "Mini-implants in Orthodontics. Innovation. Anchorage. Concepts", **Quintessence International**.
- MAIJER, R., & SMITH, D. C. (1982). "Corrosion of Orthodontic Bracket Bases", **American Journal of Orthodontics**, cilt 81, sayı 1, ss.43-48.
- MALANDRIS, M. VE MAHONEY, E. (2004). "Aetiology, Diagnosis and Treatment of Posterior Cross-Bites in The Primary Dentition", **International Journal of Paediatric Dentistry**, cilt 14, sayı 3, ss.155-166.
- MALKOÇ, S., ÜŞÜMEZ, S. VE İŞERİ, H. (2007). "Long-Term Effects of Symphyseal Distraction and Rapid Maxillary Expansion on Pharyngeal Airway Dimensions, Tongue, and Hyoid Position", **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 132, sayı 6, ss.769-775
- MARSHALL, S. D., SOUTHARD, K. A. VE SOUTHARD, T. E. (2005). "Early Transverse Treatment", **Seminars in Orthodontics**, cilt 11, sayı 3, ss.130-139
- MATASA, C. G. (1995). "Attachment Corrosion and Its Testing", **Journal of Clinical Orthodontics**, cilt 29, sayı 1, ss.16-23.

- MATSUYAMA, Y., MOTOYOSHĪ, M., TSURUMACHI, N., & SHIMIZU, N. (2015).” Effects of Palate Depth, Modified Arm Shape, and Anchor Screw on Rapid Maxillary Expansion: A Finite Element Analysis”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 37, sayı 2, ss.188-193.
- MCCOMB, D., & SMITH, D. C. (1975). “A Preliminary Scanning Electron Microscopic Study of Root Canals After Endodontic Procedures”, **Journal of Endodontics**, cilt 1, sayı 7, ss.238-242
- MCDONALD RE, AVERY DR. (1994). **Dentistry for the Child and Adolescent**, Mosby-Year Book Inc, USA, 6. Baskı.
- MCNAMARA JA. (2000). “Maxillary Transverse Deficiency”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 117, sayı 5, ss.567-570
- MCNAMARA, J. VE BRUDON, W. (1993). **Orthodontic and Orthopedic Treatment in the Mixed Dentition**, Ann Arbor, Needham Press Inc.
- MCNAMARA, J. A., BRUDON, W. L. VE KOKİCH, V. G. (2001). **Orthodontics and Dentofacial Orthopedics** ,Ann Arbor, Needham Press
- MCNAMARA J.A, BRUDON W.L. (2002). **Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, Michigan, Needham Press Inc.
- MCNAMARA JR, J. A., BACCETTI, T., FRANCHI, L., & HERBERGER, T. A. (2003). “Rapid Maxillary Expansion Followed by Fixed Appliances: A Long-Term Evaluation of Changes in Arch Dimensions”, **The Angle Orthodontist**, cilt 73, sayı 4, ss.344-353.
- MEHTA, S., WANG, D., KUO, C.-L., MU, J., VICH, M. L., ALLAREDDY, V., YADAV, S. (2021). “Long-Term Effects of Mini-Screw–Assisted Rapid Palatal Expansion on Airway: A Three-Dimensional Cone-Beam Computed Tomography Study”. **The Angle Orthodontist**, cilt 91, sayı 2, ss.195-205.
- MELSEN B. (1975). “Palatal Growth Studied on Human Autopsy Material”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 68, sayı 1, ss.42-54.

- MELSEN B, MELSEN F. (1982). "The Postnatal Development of the Palatomaxillary Region Studied on Human Autopsy Material", **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 82,sayı 4, ss.329-342
- MEMİKOĞLU, T. VE İSERİ, H. (1997). Nonextraction treatment with a rigid acrylic, bonded rapid maxillary expander. **Journal of Clinical Orthodontics**, cilt 31, sayı 2, ss.113-118.
- MEMİKOĞLU, T. U. T. VE İŞERİ, H. (1999). "Effects of A Bonded Rapid Maxillary Expansion Appliance During Orthodontic Treatment", **The Angle Orthodontist**, cilt 69, sayı 3, ss.251- 256.
- MEW J. R. (1977). "Semi-Rapid Maxillary Expansion", **British Dental Journal**, cilt 143, sayı 9, ss.301–306.
- MONTGOMERY W, VIG PS, STAAB EV, MATTESON SR. (1979). "Computed Tomography: A Three Dimensional Study of The Nasal Airway", **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 76, sayı 4, ss.363-375.
- MOSSAZ CF, BYLOFF FK, RICHTER M. (1992). "Unilateral And Bilateral Corticotomies For Correction Of Maxillary Transverse Discrepancies", **European Journal of Orthodontics**, cilt 14,sayı 2, ss.110-116.
- MOSSAZ-JOELSON K, MOSSAZ CF. (1989). "Slow Maxillary Expansion: A Comparison Between Banded And Bonded Appliances", **European Journal of Orthodontics**, cilt 11, sayı 1, ss.67-76.
- MOYERS RE. (1980). **Handbook of Orthodontics**, USA, Year Book Medical Publishers Inc., 3. Baskı.
- MOYERS, R. (1988). **Handbook of Orthodontics**, London, Year Book Medical Publisher, 4. Baskı.
- MUTINELLI, S., MANFREDI, M., GUIDUCCI, A., DENOTTI, G. VE COZZANI, M. (2015). "Anchorage Onto Deciduous Teeth: Effectiveness Of Early Rapid

Maxillary Expansion In Increasing Dental Arch Dimension And Improving Anterior Crowding”. **Progress In Orthodontics**, cilt 16, sayı 1, ss.1-7.

MUCHITSCH, A. P., WENDL, B., WINSAUER, H., PICHELMAYER, M., & PAYER, M. (2011). “Rapid Maxillary Expansion Screws on The Test Bench—A Pilot Study”. **The European Journal of Orthodontics**, cilt 33, sayı 3, ss.256-262.

NIENKEMPER, M., WILMES, B., PAULS, A. VE DRESCHER, D. (2013). “Maxillary Protraction Using A Hybrid Hyrax-Facemask Combination”, **Progress In Orthodontics**, cilt 14, sayı 1, ss.1-8.

NIKOLAI, R. J. (1985). **Bioengineering Analysis of Orthodontic Mechanics**, Lea & Febiger, Philadelphia.

NINOU S, STEPHENS C. (1994). “The Early Treatment of Posterior Crossbites: A Review of Continuing Controversies”, **Dental Update**, cilt 21, sayı 10, ss.420–426.

NOJIMA, L. I., NOJIMA, M. D. C. G., CUNHA, A. C. D., GUSS, N. O., & SANT’ANNA, E. F. (2018). “Mini-İmplant Selection Protocol Applied to MARPE”, **Dental Press Journal of Orthodontics**, cilt 23, sayı 5, ss.93-101.

NORTHWAY, W. M., VE MEADE JR, J. B. (1997). “Surgically Assisted Rapid Maxillary Expansion: A Comparison of Technique, Response, And Stability”, **The Angle Orthodontist**, cilt 67, sayı 4, ss.309-320.

OLIVEIRA, K. F. M. D., VEDOVELLO FILHO, M., KURAMAE, M., LUCATO, A. S., & VALDHÍGÍ, H. C. (2012). “In Vitro Evaluation Of Flexural Strength of Different Brands of Expansion Screws”, **Dental Press Journal of Orthodontics**, cilt 17, sayı 3, ss.103-107.

ÖZKAN, Ö. D. VE ÖZDİLER, F. E. “Pierre Robin Sendromlu Bir Hastada Hızlı Üst Çene Genişletmesi ile Maksiller Darlık ve Mandibuladaki Kaymanın Düzeltilmesi: Olgu Sunumu”, **European Annals of Dental Sciences**, cilt 44, sayı 2, ss.115-122.

- PARAYARUTHOTTAM, P., ANTONY, V., FRANCIS, P. G., & ROSHAN, G. (2018). "A Retrospective Evaluation of Conventional Rapid Maxillary Expansion versus Alternate Rapid Maxillary Expansion and Constriction Protocol Combined with Protraction Headgear in the Management of Developing Skeletal Class III Malocclusion", **Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry**, cilt 8, sayı 4, ss.320–326.
- PERSSON M, THILANDER B. (1977). "Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age", **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 72, sayı 1, ss. 42-52.
- PETREN S, BONDEMARK L, SODERFELDT B. (2003). "A Systematic Review Concerning Early Orthodontic Treatment of Unilateral Posterior Cross- Bite", **The Angle Orthodontics**, cilt 73, sayı 5, ss.588–596.
- PINKHAM, J.R. AND CASSMASSIMO, P.S. (2005) **Pediatric Dentistry Infancy through Adolescence**, W.B. Saunders Co., Philadelphia, 4. Baskı.
- PINTO AS, BUSCHANG PH, THROCKMORTON GS, CHEN P. (2001). "Morphological and Positional Asymmetry of Young Children With Functional Unilateral Posterior Crossbite", **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 120, sayı 5, ss.513–20.
- PODESSER, B., WILLIAMS, S., CRISMANI, A. G. VE BANTLEON, H.-P. (2007). "Evaluation of The Effects of Rapid Maxillary Expansion in Growing Children Using Computer Tomography Scanning: A Pilot Study". **The European Journal of Orthodontics**, cilt 29, sayı 1, ss.37-44.
- PROFFIT WR, FIELDS HW. (1993). **Contemporary Orthodontics**, Mosby-Year Book Inc, USA, 2. Baskı.
- PROFFIT, W. R. VE FIELDS, H. W. (2000). **Contemporary Orthodontics**, St. Louis: Mosby Inc, 3. Baskı.
- PROFFIT, W. R., FIELDS JR, H. W. VE SARVER, D. M. (2006). **Contemporary Orthodontics**: Elsevier Health Sciences, 4. Baskı.

- PROFFIT W. R. FIELDS H. W. & SARVER D. M. (2013). **Contemporary orthodontics**, Elsevier/Mosby, 5. Baskı.
- RICKETTS, R. M. (1960). “The Influence Of Orthodontic Treatment On Facial Growth And Development”, **The Angle Orthodontist**, cilt 30, sayı 3, ss.103-133.
- RUNGCHARASSAENG, K., CARUSO, J. M., KAN, J. Y., KIM, J. VE TAYLOR, G. (2007). “Factors Affecting Buccal Bone Changes Of Maxillary Posterior Teeth After Rapid Maxillary Expansion”. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 132, sayı 4, ss. 428.e1–428.e4288.
- SAGHİRİ, M. A., ASGAR, K., LOTFİ, M., KARAMİFAR, K., SAGHİRİ, A. M., NEELAKANTAN, P., GUTMANN, J. L., & SHEİBANİNİA, A. (2012). “Back-Scattered And Secondary Electron Images of Scanning Electron Microscopy In Dentistry: A New Method For Surface Analysis”, **Acta Odontologica Scandinavica**, cilt 70, sayı 6, ss.603–609.
- SALEH IM, RUYTER IE, HAAPASALO MP, ORSTAVIK D. (2003). “Adhesion of Endodontic Sealers: Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive Spectroscopy”. **Journal of Endodontics**; cilt 29, sayı 9, ss.595–601.
- SANDER, C., HÜFFMEIER, S., SANDER, F. M. VE SANDER, F. G. (2006). “Initial Results Regarding Force Exertion During Rapid Maxillary Expansion in Children.” **Journal of Orofacial Orthopedics**, cilt 67, sayı 1, ss.19-26.
- SANDIKÇIOĞLU, M. VE HAZAR, S. (1997). “Skeletal and Dental Changes After Maxillary Expansion in The Mixed Dentition”. **American Journal Of Orthodontics And Dentofacial Orthopedics**, cilt 111, sayı 3, ss.321-327.
- SARI Z, UYSAL T, ÜSÜMEZ S, BASÇİFTÇİ FA. (2003). “Rapid Maxillary Expansion - Is It Better in The Mixed Or Permanent Dentition?”, **The Angle Orthodontist**, cilt 73, sayı 6, ss.654-661.
- SARVER, D. M. VE JOHNSTON, M. W. (1989). “Skeletal Changes in Vertical And Anterior Displacement of The Maxilla With Bonded Rapid Palatal Expansion

Appliances”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 95, sayı 6, ss. 462-466.

SCHUSTER, G., BOREL-SCHERF, I. VE SCHOPF, P. M. (2005). “Frequency Of And Complications in The Use Of RPE Appliances—Results Of A Survey in The Federal State Of Hesse, Germany”. **Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie**, cilt 66, sayı 2, ss.148-161.

SPOLYAR, J. L. (1984). “The Design, Fabrication, And Use of A Full-Coverage Bonded Rapid Maxillary Expansion Appliance”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 86, sayı 2, 136- 145.

STALEY, R. N., STUNTZ, W. R. VE PETERSON, L. C. (1985). “A Comparison Of Arch Widths in Adults With Normal Occlusion And Adults With Class II, Division 1 Malocclusion”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 88, sayı 2, ss.163-169.

SUBTELNY J. D. (1980). “Oral respiration: facial maldevelopment and corrective dentofacial orthopedics”, **The Angle Orthodontist**, cilt 50, sayı 3, ss.147–164.

SURI L, TANEJA P. (2008). “Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion: A Literature Review”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 133, sayı 2, ss.290-302.

TAŞPINAR, F., ÜÇÜNCÜ, H. VE BISHARA, S. E. (2003). “Rapid Maxillary Expansion And Conductive Hearing Loss”. **The Angle Orthodontist**, cilt 73, sayı 6, ss.669-673.

TECCO, S., FESTA, F., TETE, S., LONGHI, V. VE D'ATTILIO, M. (2005). “Changes in Head Posture After Rapid Maxillary Expansion in Mouth-Breathing Girls: A Controlled Study”, **The Angle Orthodontist**, cilt 75, sayı 2, ss.171-176.

THILANDER B, LENNARTSSON B. (2002). “A Study Of Children With Unilateral Posterior Crossbite, Treated And Untreated, in The Deciduous Dentition-Occlusal And Skeletal Characteristics Of Significance in Predicting The Long Term Outcome”, **Journal of Orofacial Orthopedics**, cilt 63, sayı 5, ss.371-383

- THILANDER B, WAHLUND S, LENNARTSSON B. (1984). “The Effect Of Early Interceptive Treatment in Children With Posterior Cross-Bite”, **European Journal of Orthodontics**, cilt 6, sayı 1, ss.25-34.
- THORNE, N. H. (1960). “Expansion of Maxilla. Spreading The Midpalatal Suture; Measuring The Widening of The Apical Base And The Nasal Cavity on Serial Roentgenograms”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 46, sayı 8, ss.626.
- TIMMS, D. (1981). Rapid maxillary expansion Chicago: **Quintessence Publishing Co.**
- TOROĞLU S, UZEL E, KAYAOĞLU M, UZEL İ. (2002). “Asymmetric Maxillary Expansion (AMEX) Appliance For Treatment Of True Unilateral Posterior Crossbite”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 122, sayı 2, ss.164-173.
- TOSUN, Y. (1999). **Sabit Ortodontik Apareylerin Biyomekanik Prensipleri**. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- ÜLGEN M. (1993). **Ortodontik Tedavi Prensipleri** ,Dilek- Örünç Matbaası, İstanbul, 4.Baskı.
- ÜLGEN, M. (2000). **Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı**. İstanbul, Yeditepe Üniversitesi Yayınları.
- ÜLGEN M. (2001). **Anomaliler, Sefalometri, Etyoloji, Büyüme ve Gelişim, Tanı, Ortodonti**, Yeditepe Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- VAN KEULEN, C., MARTENS, G. VE DERMAUT, L. (2004). “Unilateral Posterior Crossbite And Chin Deviation: Is There A Correlation?”, **The European Journal of Orthodontics**, cilt 26, sayı 3, ss.283-288.
- VARDIMON AD, BROSH T, SPIEGLER A, LIEBERMAN M, PITARU S. (1998). “Rapid Palatal Expansion: Part 1. Mineralization Pattern Of The Midpalatal Suture in Cats”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 113, sayı 4, ss.371-378.

- VELİ, I., UYSAL, T., OZER, T., UCAR, F. I. VE ERUZ, M. (2011). “Mandibular Asymmetry İn Unilateral And Bilateral Posterior Crossbite Patients Using Cone-Beam Computed Tomography”, **The Angle Orthodontist**, cilt 81, sayı 6, ss.966-974.
- VELOSO, N. C., MORDENTE, C. M., DE SOUSA, A. A., PALOMO, J. M., YATABE, M., OLIVEIRA, D. D., ANDRADE JR, I. (2020). “Three-Dimensional Nasal Septum And Maxillary Changes Following Rapid Maxillary Expansion İn Patients With Cleft Lip And Palate: A Case-Series Analysis”, **The Angle Orthodontist**, cilt 90, sayı 5, ss.672-679.
- VERSTRAATEN, J., KUIJPERS-JAGTMAN, A. M., MOMMAERTS, M. Y., BERGÉ, S. J., NADA, R. M., SCHOLS, J. G., & EUROCRAN DISTRACTION OSTEOGENESIS GROUP (2010). “A Systematic Review of The Effects of Bone-Borne Surgical Assisted Rapid Maxillary Expansion”. **Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery**, cilt 38, sayı 3, ss.166–174.
- WARREN, DW.(1979). “Percia method for rating palatal efficiency”, **Cleft Palate J**; cilt 16, sayı 3, ss.279.
- WARREN DW, HERSHEY HG, TURVEY TA, HINTON VA, HAIRFIELD WM. (1987). “The Nasal Airway Following Maxillary Expansion”, **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, cilt 91, sayı 2: ss.111-116.
- WENDLING LK, MCNAMARA JA JR, FRANCHI L, BACCETTI T. (2005). “A Prospective Study Of The Short-Term Treatment Effects Of The Acrylic-Splint Rapid Maxillary Expander Combined With The Lower Schwarz Appliance”,**The Angle Orthodontists**, cilt 75, sayı 1, ss.7-14.
- WERTZ, R. A. (1970). “Skeletal And Dental Changes Accompanying Rapid Midpalatal Suture Opening”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 58, sayı 1, ss.41-66.
- WERTZ, R. VE DRESKIN, M. (1977). “Midpalatal Suture Opening: A Normative Study”, **American Journal of Orthodontics**, cilt 71, sayı 4, ss.367-381.

- WHITE RE. (1972). "A Cephalometric Appraisal Of Changes in The Maxillofacial Complex Resulting From Palatal Sutura Expansion Utilizing Fixed Appliance Therapy", **American Journal of Orthodontics**, cilt 61, sayı 5, ss.527-528.
- WILMES B, DRESCHER D. (2008). "Miniscrew System with Interchangeable Abutments", **Journal of Clinical Orthodontics**, cilt 42, sayı 10, ss.574-595.
- WILMES, B., BOWMAN, J. S., BAUMGAERTEL, S. (2008). "**Mini-implants in orthodontics: innovative anchorage concepts. Fields of application of mini-implants**", Quintessence Publishing Co.
- WILMES, B., DRESCHER, D. VE NİENKEMPER, M. (2009). "A Miniplate System For Improved Stability Of Skeletal Anchorage". **Journal of Clinical Orthodontics**, cilt 43, sayı 8, ss.494-501.
- YAMADA, R. S., ARMOS, A., & GOLDMAN, M. (1983). "A Scanning Electron Microscopic Comparison Of A High Volume Final Flush With Several Irrigating". **Journal of Endodontics**, cilt 9, sayı 4, ss.137-142.
- YILDIRIM, E. (1981). **Ortodontide Maddeler Bilgisi**, İ.Ü. Diş Hekimliği Fakültesi Çene Ortopedisi Kürsüsü, Mezuniyet Sonrası Eğitim Yayınları, İstanbul.
- YILMAZ BS, KUCUKKELES N. (2014). "Skeletal, Soft Tissue And Airway Changes Following The Alternate Maxillary Expansions And Constrictions Protocol", **The Angle Orthodontist**, cilt 84, sayı 5, ss.868-877.
- ZIMRING, J. F. VE ISAACSON, R. J. (1965). "Forces produced by rapid maxillary expansion: III. Forces present during retention", **The Angle Orthodontist**, cilt 35, sayı 3, ss.178-186.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Elif EREN

ÖĞRENİM DURUMU:

Lisans: İstanbul Medipol Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi 2012-2017

Doktora: İstanbul Aydın Üniversitesi Ortodonti Anabilim Dalı 2019-2024

YAYINLAR

Ok, U., Aksakalli, S., Eren, E., & Kechagia, N. (2021). Single-component orthodontic adhesives: comparison of the clinical and in vitro performance. *Clinical oral investigations*, 25(6), 3987–3999.

Sanaz Sadry , Muhammet Gurcan , Elif Eren.Treatment of skeletal class II malocclusion with activator and fixed orthodontic appliance : a case report

Ufuk Ok, Elif Eren .Ortodontik Tedavi Gören Hastalarda Ağız Hijyeni Farkındalığının Değerlendirilmesi TPD 49. uluslararası Bilimsek Kongresi ve 28. Bilimsel Sempozyumu (Sözlü sunum olarak tebliğ edilmiştir.)

Ahmet Karaman, Elif Eren. Diş Hekimliği Öğrencilerinin Diş Hekimliği Mesleğine Karşı Bakış Açılarının Değerlendirilmesi IZDO 26. Uluslararası Bilimsel Kongre ve Sergisi 8-10 KASIM 2019 (Sözlü sunum olarak tebliğ edilmiştir.)

Ahmet Karaman, Elif Eren. Diş Hekimliği Öğrencilerinin Dental Estetik Algılarının Değerlendirilmesi. EDAD 2019 Kongresi 8-10 KASIM 2019 (Sözlü sunum olarak tebliğ edilmiştir.)

Emre Kayalar, Ahmet Keles, Elif Eren. HibritKeles KeylessExpander® ile maksillerprotraksiyon: 3 boyutlu tasarım ve üretim. 17. TOD Uluslararası Sanal Kongresi 12- 14 Mart 2021 (Sözlü sunum olarak tebliğ edilmiştir.)

Ufuk Ok,Nourtzan Kechagia,Elif Eren

The Shear Bond Strength With Chewing Simulation of Metal and Ceramic Brackets. A Comparative. Study Europeon Orthodontics Society Congress 2019. (Poster olarak tebliğ edilmiştir.)