

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**HIZLI VE YAVAŞ ÜST ÇENE GENİŞLETMESİNDE DESTEK
DİŞLERDEKİ KÖK REZORPSİYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ: MİKRO-BT ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Dt. Canan ÇOLAK

**Samsun
Ağustos-2012**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTODONTİ ANABİLİM DALI

**HIZLI VE YAVAŞ ÜST ÇENE GENİŞLETMESİNDE DESTEK
DİŞLERDEKİ KÖK REZORPSİYONUNUN
DEĞERLENDİRİLMESİ: MİKRO-BT ÇALIŞMASI**

DOKTORA TEZİ

Dt. Canan ÇOLAK

Danışman: Prof. Dr. Tamer TÜRK

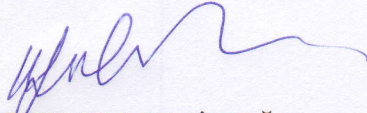
**Samsun
Ağustos-2012**

T.C.

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma jürimiz tarafından Ortodonti Programında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. T. Ufuk TOYGAR MEMİKOĞLU  Ankara Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Tamer TÜRK  Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Mete ÖZER  Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Alp Erdin KOYUTÜRK  Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye : Yrd. Doç. Dr. Alper ÖZ  Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Tezin Adı : Hızlı Ve Yavaş Üst Çene Genişletmesinde Destek
Dişlerdeki Kök Rezorpsiyonunun Değerlendirilmesi: Mikro-Bt Çalışması.

Tezi Teslim Eden : Canan ÇOLAK

Tez Savunma Sınav Tarihi : 27/08/2012

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Tamer TÜRK

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurul'unca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof.Dr.Süleyman KAPLAN
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca bilgisinden ve deneyimlerinden faydalandığım, bu çalışmada da çok büyük emekleri olan danışmanın sayın Prof. Dr. Tamer TÜRK'e,

Eğitim sürecime destek ve katkılarından dolayı OMÜ Diş Hekimliği Fakültesi Dekanı ve Ortodonti A.D. Başkanı sayın Prof. Dr. Selim ARICI'ya,

Tez çalışmamıza sağladığı tüm olanaklar ve eğitimim adına açtığı yeni kapılar için Sydney Üniversitesi Ortodonti A.D. Başkanı sayın Prof. Dr. Mehmet Ali DARENDELİLER'e.

Başta Allan JONES olmak üzere Sydney Üniversitesi Elektron Mikroskop Ünitesi'ne,

A.D. Başkanı sayın Prof. Dr. Peruze ÇELENK başta olmak üzere, tecrübe ve olanaklarını bizimle paylaşan Ağız, Diş ve Çene Radyolojisi A.D.'na,

Hepsinden ayrı ayrı birçok şey öğrendiğim sayın hocalarım Doç. Dr. Mete ÖZER'e, Yrd. Doç. Dr. Selma ELEKDAĞ TÜRK'e, Yrd. Doç. Dr. Nursel ARICI'ya, Öğr. Gör. Sabahat YAZICIOĞLU'na, Yrd. Doç. Dr. Alper ÖZ'e,

Sydney'de bulunduğum sürenin güzelleşmesini sağlayan ve bana her zaman yardımcı olan iki muhteşem insan Aysin DARENDELİLER ve Banu ARAS'a,

Tanımdan oldukça mutluluk duyduğum, iyi ve kötü günlerime ortaklık eden bütün bölüm arkadaşlarıma,

Arkadaşlıklarından dolayı başta Protetik Diş Tedavisi A.D. olmak üzere bölüm dışı asistan arkadaşlarıma,

Bitmeyen sevgisiyle ve desteğiyle güçlendiğim biricik eşim Muhammet Baturalp ÇOLAK'a,

Hepsinden önemlisi emeklerini asla ödeyemeyeceğim sevgili annem Cevahir KARA ve babam Öztürk KARA'ya,

İçten Teşekkürler.

ÖZET

**HIZLI VE YAVAŞ ÜST ÇENE GENİŞLETMESİNDE DESTEK DİŞLERDEKİ
KÖK REZORPSİYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ: MİKRO-BT
ÇALIŞMASI**

Bu çalışmanın amacı hızlı üst çene genişletmesi (HÜÇG) ve yavaş üst çene genişletmesi (YÜÇG) sonunda meydana gelen kök rezorpsiyonlarını Mikro-BT tarama yöntemi kullanarak incelemek ve karşılaştırmaktır. Aynı zamanda, HÜÇG ve YÜÇG tedavilerinin iskeletsel ve dental etkilerini de incelenmek bir diğer amaçtır.

Üst çene genişlemesi ve üst birinci küçük azı dişin çekiminin gerekli olduğu 26 birey, akrilik bonded Hyrax aparatının kullanıldığı HÜÇG ve YÜÇG gruplarına rastgele bölündü. Hyrax vidası HÜÇG grubunda 20 gün boyunca günde iki kere ¼ tur, YÜÇG grubunda 80 gün boyunca iki günde bir ¼ tur aktive edildi. Genişletme sonunda rastgele seçilen üst birinci küçük azı dişlerden biri çekildi. 24 hafta süren pekiştirme periyodunda aparat yerinde bırakıldı. Pekiştirme periyodundan sonra diğer üst birinci küçük azı dişler çekildi. Örnek dişler Mikro-BT (SkyScan 1172, Belçika) ile tarandı ve rezorpsiyon kraterleri direk hacimsel ölçümler elde edebilmek için özel bir bilgisayar yazılımı (Chull-2D) ile analiz edildi. Lateral ve PA radyografiler tedavi başında (T1), genişletme sonunda (T2) ve pekiştirme sonunda (T3) alındı. Ortodontik modeller T1 ve T3 dönemlerinde analiz edildi.

Bütün örneklerde rezorpsiyon kraterlerinin bukkal yüzeyde yoğunlaştığı bulundu. HÜÇG grubunda YÜÇG grubunda göre daha az kök rezorpsiyonu izlendi ($P \leq 0,05$). Pekiştirme periyodunda HÜÇG grubunda kök rezorpsiyonu hacminin arttığı YÜÇG grubunda azaldığı bulundu. Pekiştirme sonunda kök rezorpsiyonu hacimleri iki grupta da farklılık göstermedi ($P > 0,05$). T1-T3 döneminde üst keserlerin dikleşmesi ve iskeletsel vertikal boyutlarda artışlar her iki grup içinde anlamlıydı ($P \leq 0,016$). Sagittal değişikliklerde gruplar arasında önemli farklılıklar izlenmedi. Her iki grupta da transversal yönde genişlemenin meydana geldiği bulundu fakat gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu.

HÜÇG grubunda genişletme süresinin kısa oluşu ve bu sürede kök yüzeyinde fazla kuvvet yığılımı nedeni ile tam olarak açığa çıkamayan kök rezorpsiyonu, pekiştirme döneminde kendini göstermektedir. YÜÇG grubunda pekiştirme döneminde residüel kuvvetlerin ve kök yüzeyindeki baskının hızla ortadan kalkması nedeniyle rezorpsiyon kraterlerinde tamir süreci etkin olmuştur.

Canan ÇOLAK, Doktora Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun, Ağustos-2012

ABSTRACT

**THE EVALUATION OF ROOT RESORPTION AFTER RAPID AND SLOW
MAXILLARY EXPANSION: A MICRO-CT STUDY**

The aim of this study was to investigate and compare root resorption after rapid (RME) and slow (SME) maxillary expansions through Micro-CT scan. Furthermore, to determine skeletal and dental effects of RME and SME was an additional aim.

Twenty-six cases (aged 12-15 years) who required maxillary expansion and first upper premolar extraction were randomly divided into RME and SME groups in which a Hyrax type acrylic bonded expansion appliance was used. The Hyrax Screw was activated $\frac{1}{4}$ tour twice a day for 20 days in the RME group; $\frac{1}{4}$ tour every other day for 80 days in the SME group. A randomly selected one upper first premolar was extracted in both groups after expansion. The same appliances remained in-situ for a 24-week retention period. After this retention period, the other upper first premolars were extracted. The teeth were scanned with Micro-CT (SkyScan 1172, Belgium) and resorption craters were analyzed by special software (Chull-2D) for direct volumetric measurements. Lateral and PA radiographs were taken before treatment (T1), after expansion (T2) and after retention (T3). Orthodontic casts were analyzed at T1 and T3.

It was found that resorption craters were concentrated on the buccal surface in all samples. Root resorption of the RME group was less than root resorption of the SME group ($P \leq 0.05$). Increase of root resorption volumes in the RME group and a decrease in SME group was found during the retention period. In both groups, root resorption volumes showed no significant difference after retention ($P > 0.05$). Maxillary incisor up-righting and increase of the skeletal vertical dimension were significant at T1-T3 for both groups ($P \leq 0.016$). No significant differences were observed for sagittal changes between the two groups. It was found that transversal expansion occurred in both groups, but there was no significant difference between the two groups.

Root resorption, which was not capable of full expression due to the short expansion period and accumulation of high force on the root surface during the expansion period, expressed itself during the retention period in the RME group. In the SME group the repair of resorption craters was effective due to the fast cessation of the residual expansion forces and of stress on the root surface during the retention period.

Canan ÇOLAK, PhD Thesis
University of Ondokuz Mayıs, Samsun, August-2012

KISALTMALAR

HÜÇG: Hızlı Üst Çene Genişletmesi

YÜÇG: Yavaş Üst Çene Genişletmesi

YHÜÇG: Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Mikro-BT: Mikro Bilgisayarlı Tomografi

SEM: Scanning Electron Microscopy (Taramalı Elektron Mikroskobu)

PA: Posteroanterior

EARR: External Apical Root Resorption (Eksternal Apikal Kök Rezorpsiyonu)

TRAP: Tartrate Resistant Acid Phosphatase

OOİKR: Ortodontik Olarak İndüklenmiş İltihabi Kök Rezorpsiyonu

FEM: Finite Element Method (Sonlu Eleman Metodu)

CBCT: Cone Beam Computed Tomography (Koni Işınlı Bilgisayarlı Tomografi)

T1: Tedavi Başı

T2: Genişletme Sonu

T3: Pekiştirme Sonu

TIFF: Tagged Image File Format

BMP: Bitmap

VRL: Vertikal Referance Line (Dikey Referans Düzlemi)

BT: Bukkal Tüberkül

SS: Santral Sulkus

PG: Palatal Gingiva

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
KISALTMALAR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Üst Çene Genişletme Tedavileri	3
2.1.1 Tarihçesi	3
2.1.2 Endikasyonları.....	4
2.1.3 Tedavilerde Kullanılan Apeyler	8
2.1.4 Tedavilere Yaşın Etkisi	10
2.2 Üst Çene Genişletme Yöntemleri	13
2.2.1 Hızlı Üst Çene Genişletmesi.....	16
2.2.2 Yavaş Üst Çene Genişletmesi.....	18
2.2.3 Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi.....	20
2.3 Kök Rezorpsiyonu	21
2.3.1 Tarihçesi	21
2.3.2 Diş Hareketi ve Kök Rezorpsiyon Süreci	23
2.3.3 Ortodontik Olarak İndüklenmiş İltihabi Kök Rezorpsiyonu (OOİİKR)	25
2.3.4 Kök Rezorpsiyonunu Değerlendirme Yöntemleri	32
2.3.5 Üst Çene Genişletmesi ve Kök Rezorpsiyonu	35
3. BİREY VE YÖNTEM	38
3.1 Bireylerin Seçimi ve Çalışma Gruplarının Oluşturulması	38
3.2 Apey Yapımı.....	39
3.3 Klinik Uygulama	40
3.4 Dişlerin Çekimi.....	43
3.5 Kök Yüzeylerinin Üç Boyutlu Analizi	44
3.6 İskeletsel ve Dental Değişikliklerin Değerlendirilmesi	47
3.6.1 Lateral Sefalometrik Radyografi Analizleri.....	47
3.6.2 Posteroanterior Radyografi Analizleri	57
3.6.3 Ortodontik Modellerin Değerlendirilmesi	61
3.7 İstatistiksel Analiz	63
4. BULGULAR.....	64
4.1 HÜÇG Grubunda Kök Rezorpsiyon Bulguları	64
4.2 YÜÇG Grubunda Kök Rezorpsiyon Bulguları.....	69
4.3 HÜÇG ve YÜÇG Gruplarının Gruplar Arası Kök Yüzeyi Karşılaştırmaları.....	74

4.3.1	Genişletme Sonrasında Karşılaştırmalar.....	74
4.3.2	Pekiştirme Sonrasında Karşılaştırmalar.....	76
4.3.3	Genişletmeden Pekiştirmeye Kök Yüzeyinde İzlenen Değişimlerin Karşılaştırılması....	78
4.4	Lateral Sefalometrik Bulgular	80
4.4.1	HÜÇG Grubu için Grup İçi Karşılaştırmalar.....	80
4.4.2	YÜÇG Grubu için Grup İçi Karşılaştırmalar.....	84
4.4.3	HÜÇG veYÜÇG Gruplarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	88
4.4.4	HÜÇG veYÜÇG Grupları Arasında Farkların Karşılaştırılması	92
4.5	Posteroanterior Radyografi Bulguları	99
4.5.1	HÜÇG Grubu için Grup İçi Karşılaştırmalar.....	99
4.5.2	YÜÇG Grubu için Grup İçi Karşılaştırmalar.....	101
4.5.3	HÜÇG veYÜÇG Gruplarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	103
4.5.4	HÜÇG veYÜÇG Gruplarında Meydana Gelen Değişimlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması	105
4.6	Ortodontik Model Analiz Bulguları	107
4.6.1	HÜÇG ve YÜÇG Gruplarında Grup İçi Karşılaştırmalar.....	107
4.6.2	HÜÇG veYÜÇG Grupları Arasında Karşılaştırmalar	107
5.	TARTIŞMA	111
5.1	Bireylerin Seçimi	111
5.2	Genişletme Apareyi ve Yöntemi.....	112
5.3	Kök Rezorpsiyonlarını Değerlendirme Yöntemi	116
5.4	Kök Rezorpsiyonlarının Genişletme Sonunda Karşılaştırılması	118
5.4.1	Grup İçi Karşılaştırmalar	118
5.4.2	Gruplar Arası Karşılaştırmalar	119
5.5	Kök Rezorpsiyonlarının Pekiştirme Sonunda Karşılaştırılması	121
5.5.1	Grup İçi Karşılaştırmalar	122
5.5.2	Gruplar Arası Karşılaştırmalar	123
5.6	Üst Çene Genişletme Tedavilerinin İskeletsel ve Dental Etkileri.....	125
5.6.1	Lateral Sefalometrilerin Değerlendirilmesi	125
5.6.2	Posteroanterior Radyograflerin Değerlendirilmesi	130
5.6.3	Ortodontik Modellerin Değerlendirilmesi.	132
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	134
7.	KAYNAKLAR	136
EKLER	151
ÖZGEÇMİŞ	156

1. GİRİŞ

Üst çene genişletme tedavileri yüzyılı aşkın zamandır üst çenenin transversal yöndeki yetersizliklerinde uygulanmaktadır. Dar olan üst çeneyi genişletmek için farklı yöntemler kullanıla gelmiştir. Farklı mekanikler aktivasyon sıklığı, uygulanan kuvvetin miktarı, hastanın yaşı, tedavi zamanı gibi faktörlerden etkilenecek hızlı üst çene genişletmesi (HÜÇG), yarı hızlı üst çene genişletmesi (YHÜÇG) ve yavaş üst çene genişletmesi olarak (YÜÇG) sınıflandırılabilirler. Genişletmenin yaptığı etkilere bakılarak ortodontik genişletme, pasif genişletme ve ortopedik genişletme adı altında üç kategoriden de bahsedilebilir (Graber, 2005).

Gerçek anlamda ortopedik genişletme elde etmek hedeflendiğinde hızlı üst çene genişletmesi uygulanmaktadır (Graber, 2005). Dişlere ve onları destekleyen çevre alveol kemiklere, diş hareketi için gerekli olan kuvvet limitinin üzerinde kuvvet uygulandığında hızlı üst çene genişletmesi meydana gelmektedir. Uygulanan bu basınç her iki palatinal kemiği birbirine bağlayan mid palatal suturun açılmasına neden olan ortopedik kuvvet gibi davranmaktadır. Sutura ortopedik etki oluşturan bu kuvvetlerin kümülatif etkimesi sonucu ölçülen değerleri yaklaşık 10 kg civarındadır (Isaacson ve Ingram, 1964).

Hızlı üst çene genişletmesi sırasında tempromandibular eklemden zedelenmeler, mid-palatinal suturda mikro-çatlaklar, diş eti çekilmeleri, kemik kayıpları ve özellikle kök rezorpsiyonları gibi istenmeyen etkiler geçmişte yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Akkaya ve ark., 1998; Cao ve ark., 2009). Sadece hızlı üst çene genişletmesinde değil destek dişlerde daha az kuvvet oluşturduğu ifade edilen yavaş üst çene genişletmesi işlemi de kök rezorpsiyonunun meydana geldiği bildirilmiştir (Lilja ve Odenrick, 1982).

Ortodontik tedavi amacı ile kullanılan birçok apareyde olduğu gibi posterior çapraz kapanışın tedavisinde kullanılan genişletme apareylerinin özellikle destek dişlerde kök rezorpsiyonuna sebep olup olmadığı bazı araştırmacılar tarafından değerlendirilmiştir (Barber ve Sims, 1981; Langford ve Sims, 1982; Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994; Baysal ve ark., 2012). Değerlendirme aracı olarak sıklıkla

röntgenler, histolojik kesitler ve taramalı elektron mikroskopları (Scanning Electron Microscope) kullanılmıştır (Barber ve Sims, 1981; Langford ve Sims, 1982; Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994; Vardimon ve ark., 2005). Ancak bu değerlendirme araçlarının üç boyutta incelenmesi gereken verileri iki boyuta indirgemeleri, kök rezorpsiyonu incelemelerinde yetersiz kalmalarına neden olmaktadır (Chan ve Darendeliler, 2004). Bu yetersizliği giderebilmek amacıyla son dönemde rezorpsiyon kraterlerini üç boyutta inceleme olanağı veren Mikro-BT'ler kullanılmaktadır. İnceleme yöntemi olarak avantaj sağlayan Mikro-BT'lerin kullanımı ile kök rezorpsiyon kraterleri gibi küçük alanlarda yüksek boyutsal çözümlenmeler yapılarak üç boyutlu yapılandırılmalar elde edilmektedir (Dudic ve ark., 2008). Bu bilgiler ışığında üç boyutlu görüntülemeler, kök rezorpsiyonu çalışmaları için altın standart kabul edilmektedir (Holberg ve ark., 2005).

Günümüzde, üst çene genişletmesi için uygulanan hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi yöntemleri arasında kök rezorpsiyonu ve tamir süreci açısından farklılıkları üç boyutlu olarak gösteren her hangi bir çalışma bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu alanda fikir vermesi hedeflenen bu çalışmanın amacı hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi sonrasında destek dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonunun Mikro-BT yöntemi kullanılarak değerlendirilmesidir. Hızlı ve yavaş üst çene genişletme yöntemlerinin oluşturduğu iskeletsel ve dental değişiklikleri karşılaştırmak çalışmanın ikincil amacı olarak belirtilebilir.

Çalışma için ileri sürülen *Null Hipotezi* ise “*Hızlı ve yavaş üst çene genişletmeleri sonrasında destek dişlerde kök rezorpsiyonlarının volumetrik ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar yoktur*” şeklinde ifade edilebilir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Üst Çene Genişletme Tedavileri

2.1.1 Tarihçesi

Üst çene darlıklarında ve ark boyutu uyumsuzluklarında yaygın olarak kullanılan tedavi yöntemi üst çene genişletmesi özellikle hızlı üst çene genişletme (HÜÇG) yöntemidir (Rungcharassaeng ve ark., 2007).

Üst çene genişletme tedavileri adına ilk olarak kabul edilen uygulama 1860 yılında Angell tarafından 14 yıl 6 ay kronolojik yaşa sahip bir kadın hastaya uygulanmıştır. Sıkışık olan dişlere yeterli yer hazırlamak amacıyla düzenlenen genişletme apareyi küçük azılardan destek alan ve ağız tabanından geçen bir vidadan oluşmaktadır. Vidanın günde iki tur çevrilmesi şeklinde yapılan uygulama ile iki hafta sonunda üst keserler arasında maksiller kemiklerin birbirinden ayrıldığını gösteren bir boşluğun oluştuğu ifade edilmiştir (Angell, 1860).

Her ne kadar Angell kullandığı aparey ile maksiller segmentlerin birbirinden ayrıldığını belirtse de maksillanın anatomik komşulukları düşünüldüğünde bunun tamamen imkansız, alınan sonucunda fazlasıyla şüpheli olduğu çalışmanın yayınlandığı derginin editörü tarafından dile getirilmiştir (Haas, 1961).

Oldukça yeni olan bu uygulama o dönemlerde dental, rinolojik ve ortodontik literatürlerde sıklıkla tartışılmıştır. Üst çenenin bu şekilde genişletmesinin bağlantı halinde bulunduğu diğer kemiklerde düşünülerek olanaksız olduğunu, uygulansa dahi tehlikeli sonuçlar doğuracağını savunan araştırmacılara rağmen uygulama bazı araştırmacılar tarafından kullanılmaya devam edilmiştir (Haas, 1965).

Ortodontik tedaviler sonucu dişlerde ve kemiklerde gerçekten değişiklik olup olmadığını inceleme olanağı sunan sefalometrik çalışmalar Illinois üniversitesi ortodonti bölümü tarafından yapılmıştır (Brodie ve ark., 1938). Bu tarihten sonra Brodie ve arkadaşlarının ilgisiyle hayata geçirilen sefalometri kayıtlarının ışığında üst çene genişletmeleri sonucunda oluşan değişiklikler incelenecektir. Her ne kadar ortodontik tedavilerle oluşan değişikliklerin alveol kemik ötesinde iskelet yapmayı etkilemediği ileri

sürülse de lateral ve frontal sefalometrilere değerlendirilerek yapılan bir çalışma ile suturda açılma olduğu bildirilmiştir (Debbane, 1958).

Üst çene genişletmesi yaptığı hastalarda maksiller segmentlerin dişlerle birlikte ayrıldığını sefalometrik kayıtlarıyla gösteren Korkhaus'un 1956 yılında yaptığı seminerden etkilenen Haas, 1958 yılında yaptığı tezinde hayvan deneklerde genişletme çalışmıştır. Çalışma verileri iki hafta sonunda suturda 15 mm, internazal bölgede ise 7 mm'ye kadar genişlemeyi işaret etmektedir (Haas, 1965).

Tartışmalarla başlayan hızlı üst çene genişletme uygulaması 1960-1980 yıllarında artan güncellelikle birçok araştırmacı tarafından savunulmuştur (Isaacson ve ark., 1964; Starnbach ve Cleall, 1964; Zimring ve Isaacson, 1965; Wertz, 1968; Davis ve Kronman, 1969).

Son zamanlarda ise hızlı üst çene genişletme apaneyleri klinisyenler tarafından üst ve alt çeneler arasında normal transversal ilişkiyi sağlamak, orta dereceli çapraşıklıkları çözmek ve en önemlisi üst çene darlıklarını gidermek için yapılan tedavi planlarının içinde artarak yer almaktadırlar (Al-Battiki, 2001).

2.1.2 Endikasyonları

Gerçek ve göreceli üst çene yetersizliği olan hastalar: Haas (1965) üst çene darlıklarını gerçek ve göreceli olarak iki kısımda ele almaktadır. Gerçek üst çene yetersizlikleri arka grup dişlerle birlikte maksillanın daralmasıyla karakterizedir. Diğer yüz kemikleri ve mandibula referans alındığında maksillanın boyutları olması gerekenden küçüktür (Haas, 1980). Üst arka dişler kemik kaideye göre dik veya iskeletsel darlığı maskelemek ve alt dişlerle okluzyon kurabilmek için bukkale devrik olabilir. Bu durumda çift taraflı çapraz kapanışlar izlenmeyebilir. Göreceli üst çene yetersizlikleri ise kafa kaidesine göre normal büyüklükte üst çene ve kaideye göre daha büyük alt çeneden kaynaklanmaktadır (Haas, 1965). Dolayısıyla iskeletsel çene darlıklarında izlenen çapraz kapanışlar: (1) dar üst çene-normal alt çene, (2) normal üst çene-geniş alt çene ve (3) dar üst çene-geniş alt çene kombinasyonlarından her hangi birinin sonucu olabilmektedir (Allen ve ark., 2003). Belirtilen durumların tedavilerinde üst çene genişletmeleri özellikle HÜÇG uygulanabilir (Haas, 1980).

Tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanışı olan hastalar: Üst çenenin transversal yetersizliği sonucunda ağız içinde izlenen durum olan posterior çapraz kapanışın tanımlamaları birçok araştırmacı tarafından ifade edilmiştir. Harrison ve Ashby (2001), posterior çapraz kapanışı üst arka dişlerin, ısırma sırasında alt arka dişlerin santral oluşuna yerleştiği durum olarak tanımlamaktadırlar.

Posterior çapraz kapanışlar süt, karma ve daimi dişlenme dönemlerinde tek taraflı veya çift taraflı olarak izlenmektedir (Marshall ve ark., 2005). Tek veya çift taraflı çapraz kapanışların tedavisinde üst çene genişletme yöntemleri uygulanmaktadır (Bishara ve Staley, 1987; Doruk ve Bıçakçı, 2000).

Damak dudak yarıklı hastalar: Schwartz ve arkadaşları (1984) literatüre bakıldığında dudak operasyonu yapılmış damak dudak yarıklı bireylerin yaklaşık % 40-50'sinde süt dişlenme döneminde çapraz kapanışın meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ek olarak erken dönemde damak ve dudak ameliyatları sonucu oluşan skar dokusunun üst çenenin büyüme ve gelişimini uzayın her üç yönünde frenleyerek bozduğu ve buna bağlı olarak ta yan çapraz kapanışın oluştuğu ifade edilmiştir (Ülgen, 2006).

Burun tıkanıklığı olan hastalar: Çiğneme sırasındaki fonksiyonlarının benzerliği dışında üst çene, alt çeneden farklı olarak solunumda da önemli rol almaktadır (Haas, 1965). Adenoid dokuların fazla büyümesi veya burun tıkanıklığına sebep olan herhangi bir etken sonucu ağız solunumu ile birlikte kafa ve boyun bölgesinde duruş şekline bağlı adaptasyonlar gelişecektir. Bu adaptasyonlar ise solunumda görevi olan üst çenenin konumsal ilişkisini etkileyebilir (Subtelny, 1980). Dolayısıyla ağız solunumu yapan bireylerde üst çene darlığı izlenebilmektedir (Ülgen, 2006).

Ön arka yön uyumsuzlukları: Şiddetli sınıf II bölüm 1 malokluzyonu olan bireylerde posterior çapraz kapanış olmaksızın üst çene darlığı görüldüğü gibi sınıf III malokluzyonda üst çene darlığı olmadan çapraz kapanış izlenebilir (McNamara, 2000; Marshall ve ark., 2005). Dolayısıyla bu bahsi geçen durumlarda üst çene genişletmesi uygulanmalıdır (Bishara ve Staley, 1987).

Ark boyutunun artırılması: Hızlı üst çene genişlemesi ile 1 mm artırılan posterior ark genişliğinin ark boyutuna katkısı yaklaşık olarak 0,7 mm olacaktır (Adkins ve ark., 1990). Diş ark boyutu uyumsuzluğu olan bireylerde diş çekiminin yumuşak doku estetiğini olumsuz etkileyeceği sınır vakalarda üst çene genişletmeleri yer kazanmada fayda sağlayacaktır (Haas, 1980; Doruk ve Bıçakçı, 2000).

Fonksiyonel çene kaymalarının yönlendirilmesi: Yüz simetrisi ve okluzal uyum dikkate alınarak yapılan muayenede hastanın istirahat durumundan tüm dişlerin en fazla temasa geçtiği duruma gelene kadar olan süreçte dişlerin ve iskelet yapının orta hatlarının simetrisi, alt çene kaymaları hakkında fikir verecektir (Bishara ve ark., 1994). Yapılan değerlendirmede alt çenenin sağa veya sola kayması beraberinde yüzde ve kondillerin konumunda asimetriye neden oluyorsa bu durum fonksiyonel kayma olarak değerlendirilebilir (Myers ve ark., 1980; Marshall ve ark., 2005).

Sıklıkla süt veya karışık dişlenme döneminde üst ve alt dişler arasındaki erken temaslardan kaynaklı fonksiyonel çapraz kapanışlar erken dönemde tedavi edilmedikleri takdirde iskeletsel çapraz kapanışlara dönebilmektedir (Ngan ve Fields, 1995). Üst çene genişletmeleri özellikle HÜÇG ile artan iskeletsel cevap arka dişlerin ideal okluzyonda gelişimini yönlendirecek ve asimetrik kondil konumlarını düzeltecektir (Bell, 1982).

Gülümsemenin yaygınlaştırılması: Çapraşıklık ve posterior çapraz kapanış dışında üst çenenin transversal yetersizliklerinde izlenen bir diğer klinik tablo gülme sırasında ağız köşelerinde oluşan karanlık alanlardır (McNamara, 2000). Genişletme tedavileriyle hastanın gülümsemesi daha çekici ve estetik hale getirilebilir (Doruk ve Bıçakçı, 2000). Aynı zamanda HÜÇG tedavileri sonucunda gülme sırasında oluşan bukkal koridorlar küçülmektedir (Maülük ve Nanda, 2007).

Genişletme tedavilerinin endike olduğu durumları doğru teşhis edebilmek tedavi planı açısından önemli olacaktır. Transversal üst çene yetersizliği durumunda ideal ortodontik tedaviyi uygulayabilmek için öncelikle problemin iskeletsel, dişsel veya fonksiyonel olup olmadığının ayrımı yapılmalıdır (Ngan ve Field, 1995; Binder, 2004). Tedavi planını oldukça kolaylaştıracak eksiksiz ve doğru bir teşhis için tek başına hastanın dişlerinin kapanışından elde edilen modeller veya röntgenler yeterli olmayacaktır. Statik bir yapıdan ziyade fonksiyon gören yapılar olan dişlerin, onları

çevreleyen kemik ve kasların fonksiyon sırasında değerlendirilmesi de gereklidir (Wright, 1953).

Klinik muayenenin yanı sıra özellikle üst ve alt çenelerin, dişlerin transversal yönde ilişkilerini incelemeye posteroanterior (PA) radyografiler ve ortodontik çalışma modelleri oldukça önemlidir. Çapraz kapanışın iskeletsel veya dişsel ayrımını yapabilmek için bu kayıtlar dikkatle değerlendirilmelidir.

Süt dişlerinin erken kayıpları veya dişlerin çevre bazal kemiğin dışına yaptıkları rotasyonlar gibi lokalize faktörler dişsel çapraz kapanışlara neden olabilmektedir. Üst ve alt çenelerin üç boyutlu olarak incelenmesine olanak tanıyan ortodontik modeller, dişlerden kaynaklı bölgesel tek taraflı veya çift taraflı çapraz kapanışlar ve ark simetrilerinin teşhisi yanında dişlerin bukko-lingual eğimleri arasındaki farkları da açığa çıkarabilmektedir (Bishara ve ark., 1994).

Ağız içinde gözlemlenme imkanı olmayan ve dişlerin bukko-lingual eğimleri hakkında fikir veren Wilson eğrisi, dişlerin lingual tüberkülleri ve dişler tarafından maskelenmiş ciddi iskeletsel üst çene darlıkları kapanışta olan modellere arkadan bakıldığında rahatlıkla gözlemlenebilir. Gerçek üst çene yetersizliklerinde üst arkta dişler bukkale, alt arkta dişler ise linguale devrilerek iskeletsel yapıyı maskeledikleri için dişlerde çapraz kapanış izlenmeyebilir (Binder, 2004). Modeller üzerinde yapılan üst molarlar arası mesafe ölçümlerin normal değerlerle karşılaştırılması üst çene yetersizliği hakkında fikir verebilir (Marshall ve ark., 2005).

Posterior çapraz kapanış vakalarında sorumlu olan yapıyı ve olası asimetrilerin tiplerini ayırt etmek amaçlı lateral sefalometrilere ve PA radyografiler sıklıkla kullanılmaktadır (Bishara ve ark., 1994). Lateral sefalometrilere, dişler ve çenelerin kafa kaidesi ile olan ilişkilerini sagittal ve vertikal düzlemlerde olmak üzere iki boyutlu değerlendirme olanağı sunarken PA radyografiler, transversal düzlemde değerlendirmelere yardımcı olmaktadır. PA radyografiler sayesinde transversal yetersizliklerinin olduğu durumlarda üst ve alt çenenin bu boyuttaki genişlikleri hesaplanabilir ve iskelet yapı orta hattı ile dişlerin orta hatları karşılaştırarak asimetriler hakkında fikir edinilebilir (Cross ve McDonald, 2000).

Radyografiler üzerinde sabit ve kolay belirlenebilen noktalar kullanılarak yapılan açıl ve düzlemsel ölçümler ile üst çene yetersizlikleri belirlenebilir. Birçok araştırmacı tarafından belirlenmeye çalışılan vertikal ve horizontal rehber düzlemlerin anatomik yapılara olan uzaklıkları teşhise yardımcıdır (Harvold, 1954).

Alt molarların en dış noktası ile jugular nokta ve antogonial çentik arasındaki mesafeler, koronoid çıkıntılarla üst molar dişlerin en dış noktaları arasında ölçülen mesafelerin üst çene genişletme ihtiyacı hakkında bilgi verdiği belirtilmiştir (Hermanson, 1956). Sağ sol mandibular antagonial uzunluk ile sağ sol maksillar jugular uzunluk arasında yapılan oranlamalar ve karşılaştırmalar kullanılarak ta iskeletsel transversal yetersizlikler hakkında bilgi edinilebilir (Ricketts, 1981; Allen ve ark., 2003).

2.1.3 Tedavilerde Kullanılan Apeyler

İlk tartışıldığı 1800'lü yıllardan günümüze kadar yapılan üst çene genişletme tedavilerinin sonuçları yaşa, uygulanan kuvvete ve çok çeşitli apeyler aracılığıyla etkiyen mekaniklere göre sadece dental genişleme veya suturda da ayrılma meydana getiren iskeletsel genişleme olarak izlenmektedir (Cotton, 1978; Ladner ve Mulh, 1995).

Süt dişlenme döneminde basit çapraz kapanışlar, bu durumdan sorumlu dişleri aşındırarak düzeltilebildiği gibi (Turpin, 2004) daha karmaşık durumlarda tedavi amaçlı birçok hareketli veya sabit apeyler üst arka uygulanmaktadır (Thilander ve ark., 1984).

Üst çene darlıkları sonucu oluşan posterior çapraz kapanış tedavilerinde kullanılan hareketli apeyler akrilik bir plağın içine yerleştirilen vidaların haftada bir veya iki çeyrek tur açılması ile genişletme sağlamaktadırlar. Yeterli sonucun alınması için yemekler hariç bütün gün içinde takılması gereken bu apeylerde sıklıkla tutuculuk için Adams kroşeleri yer almaktadır (Hermanson ve ark., 1985). Hareketli apeylerin çeşitli modifikasyonları ve bunların dişsel, iskeletsel etkileri birçok çalışmada ele alınmıştır (Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997; Erdinç ve ark., 1999; Defraia ve ark., 2008). Yapılan bu çalışmalar hareketli genişletme apeyelerinin en önemli dezavantajlarının hasta uyumu gerektirmeleri ve tedavi süresini uzatmaları olarak bildirmektedirler.

Ele alınması gereken bir diğer konuda kayda değer iskeletsel etki istendiğinde hareketli genişletme plaklarının önerilmemesidir. Bu apareylerden beklenen etki dişlerin bukkale devrilmesinden çok mid palatal suturda ayrılma ise uygulama süt veya erken karışık dişlenme döneminde yapılmalıdır (Bishara ve Staley, 1987).

Hareketli plakların kullanımı sırasında hasta uyumu ve apareylerin kaybolma oranlarının yüksek olması sabit apareyleri daha cazip hale getirmektedir. Küçük veya büyük azı dişlere takılan bantlara lehimlenerek veya dişlerin üzerine direk yapıştırılarak hazırlanan sabit apareylerin hasta uyumuna daha az ihtiyaç duyması bu apareylerin kullanımını güvenli ve kolay hale getirmiştir (Proffit ve ark., 2007).

Hastalar tarafından daha iyi kabul edilen lingual arklar süt dişlenme döneminde çapraz kapanışın düzelmesinde başarı göstermektedirler (Harberson ve Myers, 1978; Schröder ve Schröder, 1984).

Walter Coffin tarafından 1869 yılında geliştirilen “Coffin” apareyi hareketli genişletme apareyi olarak özellikle damak dudak yarıklı hastalarda kullanılmaktadır. Bu apareyin geliştirilmiş formu “W” arklar ise özellikle üst arkın anterior kısımda genişleme sağlayan sabit apareylerdir (Chocanas ve Levy, 1977; Martinelli ve ark., 2006).

Sıklıkla kullanılan “Quad-helix” apareyi temelde “W” arkın modifikasyonudur. Kuvvet aralığını arttırmak ve apareye daha esnek yapı kazandırmak için ilk aşamada arka kısımlara iki adet loop eklenmiştir. Son modifikasyon olarak apareyin ön kısımlarına da eklenen iki adet loop ile toplamda dört adet loop “Quad-helix” formunu oluşturmaktadır. Genelde 0.038 inch (0.975 mm) tel ile şekillendirilen aparey birinci daimi büyük azılara yapıştırılan bantların yardımıyla başlangıç aktivasyonundan sonra ağza uyumlanmaktadır (Chaconas ve Levy, 1977). “Quad-helix”in modifikasyonları genişletme dışında alışkanlık kırıcı olarak ta kullanılabilir (Bench, 1998; Proffit ve ark., 2007).

Bazı hastalarda üst arkta tek taraflı maksiller segmentin darlığı nedeniyle gerçek tek taraflı çapraz kapanışlar meydana gelmektedir. Bu vakalarda dar olan tarafta yer alan dişleri hareket ettirmek ideal tedavi seçeneği olacaktır. Kullanımı kısıtlı da olsa

“W” ark veya “Quad-helix” apareylerinin kol boyutları değiştirilerek asimetrik genişletme amaçlı uygulanabilirler (Proffit ve ark., 2007).

1961 yılında Haas tarafından tanıtılan ve kendi adıyla bilinen aparey büyük ve küçük azılarda bantlar, maksilla tabanında yer alan iki parça akrilik plağa gömülü ekspansiyon vidası ve bantlar ile akrilin birleşimini sağlayan kalın tellerden oluşmaktadır. Üst damak kubbesiyle temas halinde olan akrilik parçaların kuvveti alveol yapıya ve kemik kaideye daha iyi iletildiği ileri sürülmüştür (Haas, 1961).

“Haas” apareyine benzer olarak dizayn edilen ancak sadece vidadan uzanan kalın tellerin bantlara lehimlenmesi ile oluşan ve daha hijyenik olduğu belirtilen hızlı üst çene genişletme apareyi “Hyrax” tanıtılmıştır (Biederman, 1973). “Haas” apareyinin akrilik parçaları doku hasarlarına yol açabilir (Haas, 1961). Akrilik parça olmadan şekillendirilen “Hyrax” apareyinin hasta için doku hasar riski daha az, temizlenmesi daha kolay hekim için ise yapımı daha basit olacaktır (Biederman, 1973).

Üst arka dişleri akrilik plakla kaplayan “Bonded Palatal Expander” “Hyrax” apareyinin bazı dezavantajlarını gidermek için tasarlanmıştır. Eklenen plak sayesinde maksiller segmentler daha kütleli (bodily) ve simetrik hareket edecektir. Okluzal temasların kaldırılması kök rezorpsiyonunu da azaltabilir (Alpern ve Yurosko, 1987). Genişletme tedavilerinin neden olduğu dikey yön boyutlarındaki artışı kontrol etme özellikleri ise en önemli avantajlarıdır (Asanza ve ark., 1997; Akkaya ve ark., 1998;).

Cotton (1978) tarafından geliştirilen “Springli Minne apareyi”, Vardimon ve arkadaşları (1989) tarafından hayvan deneyleri ile tanıtılan “Magnetli genişletme apareyleri”, Arndt (1993) tarafından tanıtılan “Nikel Titanyum maksiler genişletme apareyi” üst çene genişletmelerinde kullanılan apareylerden bazılarıdır. Timms (1981) tarafından tanıtılan metal plak ve vidadan oluşan “Cap Splint apareyi” de sabit apareylere örnek olarak verilebilir.

2.1.4 Tedavilere Yaşın Etkisi

Çapraz kapanış vakalarında üst arkın boyutunu artırmak amaçlı yapılan genişletme tedavilerinin etkileri dişsel (ortodontik), iskeletsel (ortopedik) veya her ikisinin birleşimi şeklinde olabilir. Hasta yaşı, transversal yönde uygulanan kuvvetin

miktarı, aparey tasarımı, genişletme hızı ve pekiştirme protokolü gibi tedavi değişkenleri genişletmenin iskelet yapıya veya dişlere ne derece etki edeceğini belirlemektedir (Bell, 1982).

Üst çene genişletmesi sırasında açığa çıkan kuvvetlerin etkidiği aynı zamanda büyümeden sorumlu suturların büyüme ve gelişim sürecini incelemek uygulanacak kuvvetlerin etki mekanizması hakkında da fikir verici olacaktır.

Suturlar kalsifiye kemik marjinlerin içlerine gömülen çevresel lifler yardımıyla iki kemiği birleştiren bağlayıcı dokulardır. Suturların temelde iki fonksiyonu olduğu söylenebilir. Birincisi ikincil büyüme merkezi olarak davranmak, ikincisi ise şok emici özellikleri sayesinde normal fonksiyon sırasında yapıları korumaktır (Storey, 1973).

Transversal büyümeden sorumlu olan mid palatal suturda aktiviteler ve suturun yapısı birçok araştırmacı tarafından konu edinilmiştir. 0-18 yaş arası otuz üç erkek otuz yedi kadın otopsi materyalinde yapılan bir çalışmada kadınlarda 16, erkeklerde 18 yaşa kadar suturda büyüme olduğunu bildirilmiştir. Bu dönemler arasında morfolojisine bakılarak median suturun gelişimi üç aşamada ele alınabilir. İlk aşamada sutur kısa, geniş ve Y biçimindedir. İkinci aşamada sutur daha girintili çıkıntılı genişliği ise daha azdır. Son aşamada ise sutur daha eğri büğrü, suturlar arası bağlantı oldukça serttir ve suturu kırmadan ayırmak mümkün değildir (Melsen, 1975).

Artmış sutural ve iskeletsel cevap elde edebilmek, suturda yüksek hücrel aktivitenin olduğu büyüme döneminde veya kemikler arası kilitleme oluşmadan önce tedaviye başlamakla ilişkilidir. Dolayısıyla üst çene genişletmelerine verilen cevabın fazla olması sayesinde erken dönemde düşük kuvvetler kullanılarak yapılan tedaviler kolaylıkla üst çene genişliğini arttıracaktır (Bell, 1982).

Bu durumda genişletme tedavileri sırasında daha fazla iskeletsel cevabın alınacağı bir yaş aralığı belirleme ihtiyacı doğmaktadır. Suture kemikleşmeye veya genişletme tedavilerine verilen cevaba bakılarak yapılan çalışmalarda ideal yaşın 13-15 yaş arası olduğu belirtilse de (Bishara ve Staley, 1987), bazı bireylerde 27 yaşında dahi suturun açık kaldığı belirtilmiştir (Persson ve Thilander, 1977). Bu durumda sutur aktivitesinin bireysel olduğu söylenebilir.

Büyüme atılımının en fazla olduğu dönem olan pubertal dönemde veya bu dönemin öncesinde uygulanan genişletme tedavilerinin etkilerinin, bu dönem sonrasındaki tedavilere nazaran mid palatal suturda daha fazla ayrılma ile daha çok ortopedik etki oluşturdukları klinisyenler tarafından belirtilmiştir (Haas, 1961; 1970; Wertz, 1970; Hicks, 1978). Bunu desteklercesine üst çenenin yatay yönde büyümesini de inceleyen implant çalışmaları, median suturda büyümenin diğer yüz suturlarıyla birlikte ergenlik döneminin sonuna kadar devam ettiğini göstermiştir (Björk ve Skieller, 1974).

Yaşla birlikte suturda meydana gelen hücrel aktivite ile genişletme tedavilerine verilen cevabı inceleyen hayvan çalışmalarına bakıldığında, Brin ve arkadaşları (1981) üst çene genişletme kuvvetlerine verilen cevabın genç kedilerde bulunan sutur hücrelerinde yaşlı kedilerdeki benzer hücrelerden daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Yine Ten Cate ve arkadaşları (1977) sutural dokularda genişletmeyi takiben yumuşak doku ve kemik yapımlarından sorumlu olan fibroblast, fibroblast ve osteoblast gibi çok çekirdekli hücrelerin aktivitesinin büyüyen farelerde erişkinlere nazaran daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Mid palatal suturda ayrılma olsa da erişkinde üst çene hareketi oldukça sınırlıdır. Karışık dişlenme döneminde ise hareket oldukça yüksek değerlerdedir (Wertz, 1970). Süt dişlenme veya erken karışık dişlenme döneminde yapılan genişletme tedavileri düşük kuvvetlerle suturda ayrılma avantajlarının yanı sıra daimi dişler için yeterli ark boyutunu sağlayarak posterior çapraz kapanışlara da engel olacaklardır. Ancak geç karışık dişlenme döneminde dökülen dişler kullanılan apaneylerin tutuculuğu ve desteği açısından tedaviyi zorlaştıracaktır. 12 yaş ve üzeri erken daimi dişlenme döneminde olan hastalarda ise genişletme için uygulanan kuvvetlerin miktarının daha fazla, uygulama aralıklarının ise daha kısa olması gereklidir (Kennedy ve Osepchok, 2005).

Özet olarak hücrel aktivitenin ve genişletmeye verilen cevabın daha fazla olması nedeniyle erken dönemde yapılan çapraz kapanış tedavileri, zararlı anatomik ve fonksiyonel büyüme faktörlerini önleyerek veya azaltarak uzun dönemde daha dengeli bir okluzyonun kurulmasına yardımcı olacaktır (Bell, 1982).

2.2 Üst Çene Genişletme Yöntemleri1

Maksiller genişletme hızı uygulanan kuvvet miktarı ve kullanılan apareylerin aktivasyon sıklığına göre değişmektedir. Genişletme hızlarına göre maksiller genişletme prosedürleri hızlı üst çene genişletmesi, yavaş üst çene genişletmesi ve yarı hızlı üst çene genişletmesi olarak sınıflandırılabilir.

2.2.1 Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Hızlı üst çene genişletmelerinde temel amaç maksiller ve mandibular dentoalveolar kaidelerin birbirleriyle olan koordinasyonlarını, maksimum ortopedik çene hareketi aynı zamanda minimum ortodontik diş hareketi ile birlikte elde etmektir (Lamparski ve ark., 2003). Bu durumda etkilerin tam anlaşılması için ortopedik ve ortodontik kuvvetlerin ayırımına kısaca göz atmak gerekir.

Diş hareketi için gerekli minimal kuvvet değerlerinden oldukça yüksek değerlerde ve büyümeyi durdurma potansiyeline sahip kuvvetler ortopedik kuvvetler olarak değerlendirilebilir. Ortodontik ve ortopedik kuvvetler sıklıkla uygulamaları, hedefleri, içerikleri, zamanlamaları ve tipleri açısından farklılıklar gösterirler (Haas, 1970).

Ortodontik kuvvetlerin hedefleri diş veya diş ünitleri, uygulama alanları ise genelde ağız içi iken ortopedik kuvvetler dişleri çevreleyen alveol kemiği ve çeneleri hedef alır ve ağız dışından da uygulanmaktadırlar. Diş veya dişlerin periodontal membranları gibi küçük kısımlara yayılan ortodontik kuvvetler gram veya onlarla ölçülürken, üst ve alt çeneler gibi çok daha büyük alanlara yayılan ortopedik kuvvetler kilogram veya pound birimiyle ifade edilecek kadar büyüktürler (Haas, 1970).

Zaman açısından bakıldığında daha çok dişleri ilgilendiren ortodontik kuvvetler hayatın her aşamasında uygulanabilirken, büyümeyi artırmak veya azaltmak için uygulanan ortopedik kuvvetler doğal olarak büyüyen bireylere uygulanmalıdır. Son olarak ortodontik kuvvetler kesik kesik veya sürekli iken, ortopedik kuvvetler kesik kesik kuvvetlerdir (Haas, 1970).

Bu bilgiler ışığında bakıldığında iskeletsel genişletme hedeflendiğinde arka dişlere diş hareketine yeterli zaman kalmadan uygulanan sürekli ağır kuvvetler sutura

iletir. Devamında dişlerin etrafını çevreleyen kemik yapıya göre daha az hareket etmesi ile suturda açılma elde edilecektir (Proffit ve ark., 2007). Dolayısıyla artan genişletme hızı kemik yapım ve yıkımından sorumlu olan osteoblastik ve osteoklastik hücrelerin aktivitesinden kaynaklanan fizyolojik hareketlere izin vermeyecek ve maksiller kemikler birbirinden ayrılacaktır (Timms, 1980).

Dişlere ve çevre dokulara genelde sabit vidalar yardımıyla aktarılan kuvvetler genişletme hızıyla ilişkilidirler (Bell,1982). Genişletme hızı büyüyen bireylerde aşağı yukarı günlük 0.2, 0.5 mm veya daha fazla olmaktadır. Hastaların tolare edebileceği sıklıkla yapılan aktivasyonlar sonucu bir ile üç hafta içinde genişletme elde edilmektedir (Hicks, 1978).

Yukarıda da bahsedildiği gibi vida aktivasyon hızı birçok araştırmacı tarafından farklı miktarlarda yapılmıştır. Vidanın bir tam turunun 1 veya 0,8 mm olduğunu belirten Haas (1961) apareyin uygulandığı ilk anda beşer dakika arayla dört çeyrek tur arkasından sabah akşam birer çeyrek tur aktivasyonu hızlı genişletme protokolü olarak önermiştir.

Vidalı üst çene genişletme apareyinin ilk uygulandığı anda iki çeyrek tur başlangıç aktivasyonunu öneren araştırmacılar başlangıç aktivasyonunu takiben sabah akşam bir çeyrek tur vida aktivasyonu ile hızlı üst çene genişletme protokolünü uygulamışlardır (Handelman, 1997; Lamparski ve ark, 2003) Ancak sıklıkla kullanılan ve kabul edilen protokol sabah akşam olmak üzere günde iki çeyrek tur yaklaşık 0,4 ile 0,5 mm arası genişletmenin elde edildiği protokoldür (Barber ve Sims; 1981; Langford, 1982; Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994).

Aktivasyon sıklıklarının üst çene genişletme tedavileri sırasında oluşturdukları başarı daha öncede bahsedildiği gibi hasta yaşıyla yakından ilişkilidir. Küçük yaşlarda iskelet yapının direncinin düşük olması nedeniyle daha düşük kuvvet yüklemeleri daha fazla ortopedik etki oluşturacaktır (Isaacson ve Ingram, 1964). Yaş arttıkça aktivasyon aralıklarının azaltılması sutur açılmasında başarı sağlasa da dişlerde uzama, alveolar proseslerde eğilme ve iskelet yapıya nazaran daha çok dental yapılarda değişikliği de beraberinde getirmektedir (Wertz, 1970).

Dentofasiyal Yapılara Etkisi

Genişletme tedavilerinin maksiller bütüne olan etkilerinin incelenmesi için daha önce de tanı amaçlı kullanımı anlatılan PA ve lateral sefalometriler, okluzal radyografiler ve ortodontik çalışma modellerinden sıklıkla faydalanılmaktadır. Yapılan çok sayıda hayvan ve klinik çalışmalarının ışığında periodontal ligamentte sıkışmaların olduğu, alveolar yapıların laterale eğildiği, destek alınan dişlerin bukkale devrildiği ve aşamalı olarak mid palatal suturun açıldığı gözlenmektedir (Haas, 1961).

Genişletme tedavileri kraniofasiyal yapıları ve apareyin destek aldığı dişleri etkilemektedir (Davidovitch ve ark., 2005). Horizontal yönde bakıldığında okluzal radyografilerde genişletme sonunda açılı bir karanlık alan izlenmektedir. Vidanın referansında açılmanın paralel olması beklense de asimetrik “V” şeklinde açılmalar üst çenenin ön kısmında daha fazla açılmayı işaret etmektedir (Debbane, 1958; Haas, 1961; Wertz, 1970; Ekström ve ark., 1977; Vardimon ve ark., 1998;). Maksillanın ön kısmının daha serbest arka kısmının ise çevre kafa kemikleri özellikle de zygomatik buttres artikulasyonu ile devam etmesi bu durumu açıklamaktadır (Marcotte, 1977). Dolayısıyla genişletme sırasında ön kısımda daha az dirençle karşılaşılması maksiller segmentlerin açılma veya kama şeklinde aralık oluşturacak şekilde yer değiştirmelerine sebep olmaktadır (Biederman, 1973).

Ön arka yönde hızlı üst çene genişletmesi sonucu suturda izlenen açılmanın daha çizgisel veya diğer bir ifade ile paralel olabilmesi için kullanılan apareylerin daha sert olması gereklidir. Sertliği arttırmak için genişletme tedavilerinde sıklıkla kullanılan vidalar ve onlarla birleşik paslanmaz çelik tellerin çapları artırılabilir. Bununla birlikte okluzal açıdan bakıldığında rotasyon merkezi daha arka bölgelere taşınacaktır. Alt ve üst dişler arasında temasları ortadan kaldıran akrilik plaklarda bu etkiye yardımcı olacaktırlar (Braun ve ark., 2000). Genişlemeye direncin fazla olduğu pterygomaksiller proseslerde cerrahi olarak yapılan serbestleştirmeler paralel açılma elde etmek amaçlı denenen yöntemlerden biridir (Matteini ve Mommaerts, 2001).

Cepheden bakıldığında hızlı üst çene genişletmesi sonucu üst büyük azılar ve küçük azılar arasındaki açıklığın en fazla olduğu maksiller genişlik, nazal genişlik ve interorbital genişliğin ise bu aralığı azalarak takip ettiği görülmektedir. Özetle bu durum

piramit tipi açılmaları işaret etmektedir (Haas, 1961; Davis ve Kronman, 1969; Wertz, 1970; Baccetti ve ark., 2001; Chung ve Font, 2004; Kartalian ve ark., 2010). Önden bakıldığında nazomaksiller kompleks orbitanın üst sınırını dayanak alarak rotasyona uğramaktadır (İşeri ve ark., 1998). Benzer şekilde hızlı üst çene genişletmesi sonucu yukardan aşağıya doğru oluşan ve paralel olmayan nazomaksiller segmentler arasındaki açılmanın dönme merkezinin fronto-maksiller sutur yakınlarında lokalize olduğu bildirilmiştir (Wertz, 1970; Jafari ve ark., 2003). Bu veriler vidaya yakın kısımlarda iskeletsel cevabın vidadan uzak olan kafa kaidesine nazaran daha fazla olduğunu göstermektedir (da Silva Filho ve ark., 1995).

Tek tek çenelerde oluşan etkilere bakıldığında hızlı üst çene genişletmesi sonrası sagittal düzlemde üst çenenin öne doğru hareketi bir çok araştırmacı tarafından ifade edilse de (Haas, 1961; Davis ve Kronman 1969; Akkaya ve ark., 1999; Chung ve Font, 2004), hiç yer değiştirmedeği (da Silva Filho ve ark., 1991) tam tersi geriye gittiğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Sarver ve Jonhston, 1989).

Etkilere vertikal açıdan bakılacak olursa üst çenede ve üst çene büyük azı dişlerinde aşağıya doğru olan yer değiştirme nedeniyle alt çene aşağıya doğru harekete zorlanacaktır (Haas, 1965; 1970; Wertz, 1970; Byrum, 1971). Diğer bir ifade ile üst arka dişlerin uzaması ve devrilmesi sonucu alt dişlerle yapılan okluzyon alt çenenin geriye doğru hareketinden sorumlu tutulmuştur (Bishara ve Staley, 1987).

Üst ve alt çenelerin aşağıya doğru olan yer değiştirmeleri ile ilgili olarak üst yüz yüksekliği (Byrum, 1971) ve toplam ön yüz yüksekliği artacaktır (Byrum, 1971; Sari ve ark., 2003; Chung ve Font, 2004). Özellikle artmış yüz yüksekliği olan hastalarda bu istenmeyen etkinin azaltılması için dişlerin çiğneme yüzeylerine kadar akrilin uzatıldığı genişletme apareylerinin bite blok etkisinden faydalanılabileceği gibi (Wendling ve ark., 2005), vertikal ve oblik çeneliklerde etkinin eliminasyonu için önerilmiştir (Majourou ve Nanda, 1994).

Maksiller suturların ayrılmasıyla sonuçlanan HÜÇG sonrasında nazal boşluğun dış duvarları birbirlerinden uzaklaşacak şekilde laterale doğru hareket ederler. Bu sayede artan nazal boşluk boyutları nazal direncin azalmasını takiben burun solunumunu rahatlatacaktır (Haas, 1961; 1965; Wertz, 1970; Bishara ve Staley, 1987;

Warren ve ark., 1987; Hartgerink ve ark., 1987; Memikoglu ve Işeri, 1999; Cross ve McDonald, 2000; Basciftci ve ark, 2002; Christie ve ark., 2010).

HÜÇG sırasında açığa çıkan ağır ortopedik kuvvetlerin kraniofasiyal komplekse nasıl dağıldığı sorusunun cevabı oluşan dentofasiyal etkilere de anlamaya yardımcı olacaktır. Kraniofasiyal yapılarda stres paternini ve yer değiştirmeleri tanımlamak amaçlı birçok metot olsa da en iyi simülasyon sonlu eleman metodu (FEM) ile elde edilmektedir (Gautam ve ark., 2007). Sadece intermaksiller suturlara değil diğer kraniofasiyal yapılara da etki eden ağır ortopedik kuvvetler, özellikle sphenoid kemiğin pterygoid parçasında ve zygomatik kemiklerde yoğunlaşmaktadır (Bishara ve Staley, 1987; Işeri ve ark., 1998; Jafari ve ark., 2003). Zygomatik çıkıntılar, orbitanın dış duvarları ve maksiller büyük azılar bölgesinde de yüksek basınç değerleri izlenmiştir (Zimring ve Isaacson, 1965; Işeri ve ark., 1998).

HÜÇG tedavilerinin ortopedik etkisi olan maksiller segmentlerin birbirinden ayrılması sırasında ilk göze çarpan dental etki üst birinci keser dişler arasında oluşan diestemadır (Angell, 1860; Haas, 1961; da Silva Filho ve ark., 1995; Cross ve McDonald, 2000). Dişler arasında yer alan transeptal liflerin gerginliği genişletme tedavileri sürecinde artmaktadır. Artan bu gerginlik dişlerin arasında yer alan diestemanın genişletme ile oluşan değişikliklerin korunmaya çalışıldığı pekiştirme aşamasında kendiliğinden kapanmasına neden olacaktır (Haas, 1961; 1965; Wertz, 1970; Bishara ve Staley, 1987). Ancak ağız çevresinde değişen kas gerginliği sonucu keserlerin dikleşme eğilimleri ark boyutu kayıplarını da beraberinde getirmektedir (Haas, 1965;Wertz, 1970; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997).

Direk olarak üst dişlere etki eden genişletme kuvvetlerinin doğal olarak ta bu alanlarda dental etkileri daha fazla olacaktır. Üst birinci büyük azılar arası genişlik istatistiksel olarak anlamlı şekilde artmıştır (Cross ve McDonald, 2000). Maksiller suturdaki açılmayı takip edercesine üst köpek dişler arası genişlik üst birinci büyük azılara nazaran daha fazla artacaktır (Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997; Vardimon ve ark., 1998; Davidovitch ve ark., 2005; Mutinelli ve ark., 2008). Üst birinci büyük azılar arası genişlik artışının bir kısmı da bu dişlerin genişletme sırasında bukkale doğru devrilmeleri ile ilişkilendirilebilir (Davis ve Kronman, 1969; Chung ve Font, 2004). Dişlerdeki bu devrilmelere bir miktar uzamada eşlik etmektedir (Byrum, 1971).

Hızlı üst çene genişletme tedavilerinin başlangıcında maksimum iskeletsel, minimum dental değişiklikler oluşmaktadır. Ancak pekiştirme döneminde iskelet yapıda meydana gelen relapslar ve gergin diş eti liflerinden kaynaklı diş hareketinin artış göstermesi tedavilerin net etkisinin %50 iskeletsel %50 dental olarak seyredilmesine neden olacaktır (Proffit ve ark., 2007).

HÜÇG sırasında sıklıkla destek alınan dişler olan üst birinci küçük azı ve büyük azı dişlerde vida aktivasyonu sonucu oluşan ağır kuvvetler dişlerin bukkale eğildikleri de düşünülürse alveol kemiğin bukkal kısımlarında kemik kayıplarını da beraberinde getirmektedir (Garib ve ark., 2006; Ballanti ve ark., 2009). Ortodontik ve ortopedik kuvvetler periodontal ligamentin basınç alan bölgelerinde yıkımdan sorumlu hücrelerin aktivitelerinde artış ve hücreden yoksun camsı alanlar olan hyalinize alanların oluşumu gibi histolojik modifikasyonlara neden olmaktadır (Reitan, 1964; da Silva Filho ve ark., 1995). Dolayısıyla hızlı genişletme sırasında özellikle destek dişlerin basınç nedeniyle sıkışan bukkal periodontal ligament bölgelerinde izlenen ve indirek kemik kayıplarıyla ilişkilendirilen bu camsı alanlar destek dişlerin kök yüzeylerinde erimelerden de sorumlu tutulmaktadır (Barber ve Sims, 1981; Langford ve Sims, 1982; Odenrick ve ark., 1991; Vardimon ve ark., 1991).

Her ne kadar alt arka direk genişletme işlemi yapılmassa da alt arkta genişletmeye tepki olarak alt azı dişler arası mesafenin bir miktar artışı izlenmiştir (Davis ve Kronman, 1969; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997).

2.2.2 Yavaş Üst Çene Genişletmesi

Hızlı üst çene genişletmesinin yaygın kullanımına rağmen bazı istenmeyen etkileri birçok çalışmaya konu olmuştur. Ön bölgede kapanışın açılması (Chang ve ark., 1997), mid palatal suturda ve tempromandibular eklemde mikro travmalar (Darendeliler ve ark., 1994; Akkaya ve ark., 1998), serbest hareket eden kemik parçaların izlenmesi, özellikle sutur alanlarında kistik formasyonlar (Storey, 1973), enflamasyonun doğasında yer alan yüksek damarlı düzensiz bağ dokusu oluşumu (Debbane, 1958; Starneback ve Cleall, 1964; Cleall ve ark., 1965; Brin ve ark., 1981) ayrıca hızlıca elde edilen değişikliklerin zaman içinde geri dönüşü (relaps) (Schiffman ve Tuncay, 2001) bunlar arasında yer almaktadır.

Bahsi geçen bu dezavantajların önüne geçmek ve artmış fizyolojik doku cevabı sağlamak hedeflendiğinde yavaş üst çene genişletmesi güncellik kazanmıştır (Mew, 1983). Isaacson ve Ingram (1964), HÜÇG sırasında birikmiş etki ile 20 pounda (9 kg) kadar çıkan ağır kuvvetlerin genişletme için gerekliliğini sorgulamışlardır. Hızlı genişletme prosedürüne nazaran daha az ve daha uzun aralıklarla yapılan vida aktivasyonu ile sağlanan yavaş genişletme işleminin fizyolojik açıdan daha kalıcı sonuçların elde edilmesine yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir.

YÜÇG tedavileri sırasında sıklıkla kullanılan “Quad-helix” apareyinin bir büyük azı boyutu genişletilmesi veya vidanın iki günde bir tur aktivasyonu (0,2-0,25 mm) ile çevre dokulara yaklaşık 2 pounda (0,9 kg) kadar hafif ve sürekli kuvvetler iletilmektedir. Maksiller suturun çevresine dağılan bu hafif kuvvetler daha az doku direnci oluşturacaktır ve yavaş genişletme sürecinde suturda daha fazla kemik oluşumu relapsın azalmasına yardımcı olacaktır (Hicks, 1978).

Storey (1973), suturun haftada 0,5 veya 1 mm genişletilmesi olarak tarif ettiği yavaş genişletme işlemini fizyolojik sutural düzeltme olarak tanımlamıştır. Yapılan bu düzeltme hızlı sutural genişletme ile karşılaştırıldığında daha az travmatik yaralanma, daha fazla tamir reaksiyonu ve daha stabil sutur yapısı oluşturmaktadır. Yavaş sutural aktivasyon Huyhn ve arkadaşları (2009) tarafından Haas ve Hyrax apareylerinin her iki günde bir tur aktivasyonu olarak tanımlanmaktadır. Mossaz-Joelson ve Mossaz (1989) ise haftada 0,5 mm üst çene genişletmesini yavaş genişletme olarak bildirmiştir.

Dentofasiyal Yapılara Etkisi

Her ne kadar yavaş genişletme sonucu elde edilen değişimin büyük bölümü ortodontik diş hareketi olarak izlense de (Storey, 1973; Hicks, 1978) özellikle erken yaşlarda yapılan uygulamalar maksiller segmentlerin ortopedik hareketine de sebep olmaktadır (Harberson ve Myers, 1978; Bell ve LeCompte, 1981; Bell, 1982).

Yavaş genişletme ile oluşan iskeletsel etkilere kısaca göz atılacak olursa hızlı üst çene genişletmesine benzer etkilerin azalan oranlarda olduğu izlenecektir. Sagittal düzlemde mandibular açı artmaktadır (Frank ve Engel, 1982). Birçok klinik çalışmada mid palatal suturun açıldığını belirtilmiştir (Hicks, 1978; Harberson ve Myers, 1978;

Bell ve LeCompte, 1981; Frank ve Engel, 1982; Ladner ve Muhl, 1995; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997). Ancak sutural açılma radyolojik olarak desteklendiği zaman oran hastaların % 50'si ile %80'i kadardır (Harberson ve Myers, 1978; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997). Yine hızlı üst çene genişletmesine benzer olarak okluzal radyografilerde suturun ön kısımlarında arka kısımlara oranla daha fazla açılmanın olduğu izlenmiştir (Bell ve LeCompte, 1981; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997). Ayrıca nazal boşluk genişliğinin arttığı da rapor edilmiştir (Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997). Yavaş üst çene genişletmeleri ile sağlanan iskeletsel genişlemenin toplamda elde edilen genişletmeyle karşılaştırılması sonucunda açığa çıkan oran 0,16-0,64 olarak sayısallaştırılmıştır (Cotton, 1978; Frank ve Engel, 1982; Ladner ve Muhl, 1995; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997).

Dişsel etkilere bakıldığında hızlı genişletmeden farklı olarak yavaş genişletme sırasında üst birinci keserler arası diestema oluşumu gözlemlenmemiştir (Ekström ve ark., 1977; Mossaz-Joelson ve Mossaz, 1989; Akkaya ve ark., 1998). Üst köpek dişleri arası mesafe artışı daha fazla olmakla beraber üst köpek dişleri ve üst büyük azı dişler arası mesafeler uygulama sonunda artmaktadır (Mossaz-Joelson ve Mossaz, 1989). Tedavi amaçlı kullanılan yavaş genişletme apareylerinin üst köpek dişlerden destek almaması sıklıkla destek alınan dişlerin bukkale devrilmesi ile oluşan genişletme sonunda köpek dişleri arası mesafenin daha az artışı açıklamaktadır (Akkaya ve ark., 1998).

2.2.3 Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesi

Mew (1983) tarafından haftada 1 mm genişletme oranı yavaş veya yarı hızlı olarak tanımlanmıştır. Sandıkçioğlu ve Hazar (1997) üç farklı üst çene genişletmesi sırasında meydana gelen iskeletsel ve dişsel değişlikleri inceledikleri çalışmada YHÜÇG işlemini hareketli bir genişletme apareyi ile gerçekleştirmişlerdir. Orta hatta vidası bulunan apareyde vida birer gün aralıklarla bir çeyrek tur çevrilmiştir ve hasta apareyini yemek saatleri haricinde gün boyu kullanacaktır.

Iseri ve arkadaşları (1998) hızlı üst çene genişletmesinin kraniofasial iskelet yapıların üzerine olan biyomekanik etkilerini inceledikleri çalışmada fasiyal kemiklerin hızlı hareketi veya deformasyonunun uzun dönemde daha fazla relaps oluşturacağı

sonucuna varmışlardır. Üst çenenin yavaş genişletilmesi ise nazomaksiler suturlarda daha az doku direnci oluşturacaktır. Bu durumda hızlı genişletmeyi takiben yapılan yavaş genişletme suturların adaptasyon sürecini stimüle ederken relapsı azaltacaktır. Yapılan bu çalışmayı takiben Iseri ve Ozsoy (2004) YHÜÇG protokolünü, sabit akrilik apareyin ilk hafta sabah akşam iki tur, takibinde hareketli bir apareyin haftada üç tur çevrilerek uygulanması olarak tanımlamaktadırlar.

2.3 Kök Rezorpsiyonu

2.3.1 Tarihçesi

Kök rezorpsiyonunun literatüre girmesi 1856'da Bates'in daimi dişlerde rezorpsiyonu tartışmasıyla başlamaktadır. Günümüzde birçok hazırlayıcı faktör nedeniyle olduğu bilinen kök rezorpsiyonunu 1914 yılında ortodontik tedavilerle ilişkilendiren ilk isim ise Ottolengui olmuştur. 1927'ye gelindiğinde kök rezorpsiyonunun ortodonti alanında büyük ilgi konusu olduğu görülmektedir. Bu konunun böyle ilgi çekmesindeki aracı isme bakıldığında Ketcham adı sıklıkla duyulabilir. Yaptığı çalışmalarda radyolojik kanıtlardan destek alan araştırmacı ortodontik tedaviler öncesinde ve sonrasında kök formundaki farklılıkları göstermektedir (Brezniak ve Wasserstein, 1993a).

Her ne kadar Ketcham'ın çalışmaları diğer araştırmacılar için katalizör olsa da durumu sorgulayan her ortodontist kendi deneyimlerini yayınlamaya devam etmiştir. Dolayısıyla 1929 ve 1942 yılları arasında sadece apikal kök kayıplarını sorgulamakla kalmayıp ortodontik diş hareketleri sırasında meydana gelen histolojik prosedüre de yer veren çalışmalara imza atan birçok isim mevcuttur (Philips, 1955). Bunlara birkaç örnek verilecek olursa Becks 1936'da yaptığı çalışma sonucunda ortodontik tedavi gören hastaların büyük yüzdesinde sistematik bozukluklar ve kök rezorpsiyonunun bir arada bulunduğunu diğer taraftan hiç ortodontik tedavi görmeyen fakat sistemik bozukluğu olan bireylerde kök rezorpsiyonunun yine de izlendiğini belirtmiştir. Bu verilere dayanarak Beck diş hareketi ile birlikte rezorpsiyonun arttığını ancak ortodontistlerin kendilerini sadece diş hareketinin mekanik boyutu konusunda değil biyolojik bakış açısı konusunda da yetiştirmesi gerektiğini savunmuştur (Beck, 1939).

Hazırlayıcı etiyolojik faktörlerin tartışıldığı çalışmalara bakılırsa kök şekli, hareketin cinsi (özellikle jigging), uygulanan kuvvetin yönü, uygulanma aralığı ve süresi, kullanılan apareyler ile kök rezorpsiyonunun ilişkili olduğu Oppenheim (1936) tarafından ifade edilmiştir. Ortodontik tedavi gören hastaların pratikte tamamında kök rezorpsiyonu olduğu sonucuna varan Stuteville (1938) ortodontik kuvvetler nedeniyle oluşan yaralanmalarda en önemli faktörlerin kuvvetin tipi, miktarı, kuvvetin tamamen aktif olduğu aralık ve apareylerle açığa çıkan kuvvetler dışında oluşan rezidüel kuvvetler olduğunu bildirmiştir. Rudolph (1940), 513 hastada yaptığı çalışmaya dayanarak ortodontik tedavilerin erken yaşlarda tedaviye başlandığında kök yapısı için daha az hasar verici olduğunu ileri sürmüştür.

Tarihsel sürece paralel olarak kavramsal kargaşalar da 1900'lü yılların başlarında rezorpsiyon ve absorpsiyon terimlerinin aynı durumu ifade etmek için kullanılması ile başlamaktadır (Steadman, 1942). 1932 yılına gelindiğinde Becks ve Marshall'ın terminoloji hakkında tartışmalara nokta koyan makaleleri yayınlanmıştır. Kalsiyum, fosfor ve diğer materyallerin kan ile yiyeceklerden absorbe edilip diş yapısında birikmesinin tersine dişlerde biriken kalsiyum, fosfor ve diğer materyaller diş köklerinden tekrar kan ile absorbe edilmektedir. Dolayısıyla sadece kan ile yapılacağı düşünülen absorpsiyon yerine araştırmacılar rezorpsiyon teriminin kök yapısı kayıplarını tanımlamada daha anlamlı olduğu sonucuna varmışlardır (Becks ve Marshall, 1932).

Altta yatan stimüle edici faktörlere göre birçok farklı sınıflama ile kök rezorpsiyonundan söz etmek mümkün olacaktır. Bu şekilde sınıflandırılmaya gitmek klinisyenlere teşhis ve olası tedavilere karar verme aşamasında faydalı olacaktır. Sınıflamalar ise:

- Pulpal enfeksiyonlarda kök rezorpsiyonu
- Periodontal enfeksiyonlarda kök rezorpsiyonu
- Gömülü diş veya tümör basıncı ile kök rezorpsiyonu
- Ankiloz dişlerde kök rezorpsiyonu
- Ortodontik basınçlarda kök rezorpsiyonu olarak yapılabilir (Fuss ve ark., 2003).

Ortodontik tedavilerin sonrasında izlenen kök rezorpsiyonu diş hareketleri sırasında meydana gelen biyolojik süreçle ilgilidir. Birçok hücrel aktivite sonucu dişlerin kök uçlarında kök boyutunu kalıcı olarak kayba uğratan rezorpsiyon olayı “Eksternal Apikal Kök Rezorpsiyonu”(External Apical Root Resorption (EARR)) olarak isimlendirilmiş ve birçok araştırmacı tarafından bu haliyle kullanılmıştır (Brezniak ve Wasserstein, 1993a; 1993b McNab, 1999; 2000). Ortodontik tedavilerle ilişkili olarak periodontal ligamentte oluşan travma sonucu sement ve dentinde meydana gelen kayıplar iltihabi süreçle ilişkilidir. Dolayısıyla bu kayıpları “Ortodontik Olarak İndüklenmiş İltihabi Kök Rezorpsiyonu” olarak tanımlamak yerinde olacaktır (Brezniak ve Wasserstein, 2002a).

2.3.2 Diş Hareketi ve Kök Rezorpsiyon Süreci

Ortodontik tedavilerin temelini oluşturan diş hareketlerini açıklamak amacıyla iki kontrol mekanizmasından söz edilmektedir. Bunlar biyoelektrik ve periodontal ligamentte oluşan basınç-gerilim mekanizmalarıdır. Uygulanan basınçlar saniyeler içinde alveol kemikte eğilmelere ve “piezoelektrik” adı verilen biyoelektrik sinyallerin açığa çıkmasına neden olmaktadır. Periodontal ligamentin sıkışma alanlarında kan damarları daralacak gerilim alanlarında ise genişleyecektir. Dakikalar içinde salgılanan prostaglandin ve sitokinler saatler içinde hücrel aktiviteyi etkileyecek kemik yapım ve yıkımıyla ilişkili osteoblast ve osteoklast hücrelerinin kemiği yeniden şekillendirmesiyle diş hareketi meydana gelecektir. Çok ağır kuvvetler ise basınç bölgelerinde hücrelerin ölümüyle sonuçlanacaktır ve hücreden yoksun bu steril nekrotik alanlar hiyalinize alanlar olarak adlandırılmaktadır (Proffit ve ark., 2007). Kök rezorpsiyonları açısından bakıldığında ise rezorpsiyonun hiyalinize doku alanlarına komşu sementte başlama eğilimi dikkat çekicidir (Reitan, 1974, Brudvik ve Rygh, 1994b).

Hiyalinize alanların uzaklaştırılması sürecinin parçası olduğu belirtilen kök rezorpsiyonun hücrel sürecinde ilk göze çarpan TRAP (Tartrate Resistant Acid Phosphatase) adı verilen tek çekirdekli makrofaj benzeri hücrelerdir (Brudvik ve Rygh, 1993a). Bu makrofaj benzeri hücreler steril nekrotik dokudan gelen sinyallerle aktive olmakta ve yine nekrotik dokunun uzaklaştırılmasında rol almaktadır (Brezniak ve Wasserstein, 2002a). Nekrotik dokunun uzaklaştırılması ise periodontal ligamentte

kanlanmanın daha iyi olduğu hiyalinize alanların çevresinden başlamaktadır (Brudvick ve Rygh, 1993a).

Steril nekrotik dokunun uzaklaştırılması sırasında sementoidlerle çevrili sementoblastlardan meydana gelen kökün dış yüzeyi zarar görebilmektedir ve yüzeysel tabakanın altında yer alan yüksek mineralize sement açığa çıkmaktadır. Hiyalinize alanın altında yer alan kök yüzeyleri sadece birkaç gün içerisinde rezorbe olmakta ve çevrede tamir süreci başlamaktadır (Brezniak ve Wasserstein, 2002a). Rezorpsiyon lakunaları sıklıkla aktif osteoklastlarla çevrelenmektedir. Yine lakunaların odontoklastlarla bağlantılı olduğu izlenmektedir. Bu bilgiler ışığında bahsi geçen çok çekirdekli büyük hücrelerin sement ve dentinin rezorpsiyonunda rol aldıkları açıktır (Rygh, 1977).

Diş hareketi için gerekli olan alveol kemikteki yapım ve yıkım olayları kök yüzeyinde de değişikliklere yol açmaktadır. Ancak birçok yönüyle kemik dokusuna benzeyen sementin neden kemikten daha sonra rezorbe olduğu cevaplanması gereken bir sorudur. Bu durum sementin rezorpsiyona olan direnç mekanizmaları ile ilişkili olmalıdır. Sementin özellikle dış katmanlarında kemikten daha fazla oranda florür içeriği dikkat çekicidir. Yine periodontal ligamentle sementten daha yakın temasta olan kemik alanlarında yüksek oranda devam eden yapım yıkım olayları bu alanda olgun kollajen yapının oluşmasına engel olmaktadır. Sementi çevreleyen daha yaşlı ve olgun kollajenler ise bu dokunun kimyasal değişikliklere olan direncini arttırmaktadır. Mineralize olmamış sementoid katmanı da sementi çevrelemekte ve rezorpsiyona karşı dirençte önemli bir tabaka olarak görev yapmaktadır (Rygh, 1977).

Rezorpsiyon süreci kuvvet azalana kadar veya hyalinize alan elimine edilene kadar devam etmektedir. Bütün kök yüzeyine yayılan rezorpsiyon lakunaları dolaylı olarak yeni kuvvetler uygulanana kadar basıncın azalmasına neden olacaktır. Böylelikle rezorpsiyon süreci geri dönecek ve sement tamirine izin verilecektir (Brudvik ve Rygh, 1995a; 1995b).

Periodontal ligamentte yer alan sinirler, Malassez epitelyal hücre artıkları ve kan damarları gibi dokular ortodontik kök rezorpsiyonunun tamirini gerçekleştirebilmektedir (Sismanidou ve ark., 1996). Birçok çalışma rezorpsiyon

defektlerinin yeni sementin yığılması ve periodontal dokuların yeniden yapılandırılması ile tamir olduğunu göstermektedir (Reitan, 1974; Barber ve Sims, 1981; Langford ve Sims, 1982; Brudvik ve Rygh, 1995b). Kuvvetin ortadan kalkmasını takiben tamir süreci rezorpsiyon kraterlerinin çevresinde, merkezinde veya tüm yönlerde başlayabilmektedir. Yine sürecin hızıyla ilişkili olarak hücreli veya hücretsiz sementler tamir alanlarında izlenebilmektedir (Brezniak ve Wasserstein, 2002a).

2.3.3 Ortodontik Olarak İndüklenmiş İltihabi Kök Rezorpsiyonu (OOİKR)

Dengeleyici doku yapılanmasının oluşmasına izin vermeyecek şekilde uygulanan ağır mekanik kuvvetler biyoelastik limiti aşarak kemiklerde rezorpsiyona ve hızlı diş hareketine sebep olacaktır (Storey, 1973). Ancak diş hareketlerinin biyolojik sürecine bakıldığında dişleri çevreleyen dokularda özellikle de periodontal ligamentte iltihabi reaksiyonların artışı dikkat çekmektedir (Pender ve ark., 1994). İltihap, doku yaralanmalarına verilen yerel bir tepkidir. Çoğunlukla mikrobiyal materyallerin doku içine girmesi ile açığa çıksa da kimyasal ve mekanik faktörler de oluşumunda etkili olabilir. İltihap kızarıklık, ısı artışı, şişme, ağrı ve fonksiyon kaybı gibi klasik işaretlerle karakterizedir (Vandevska-Radunovic, 1999).

Temelde diş hareketi için gerekli olan bu iltihabi cevap kök rezorpsiyon sürecinin ardında yer alan ana bileşendir. Dolayısıyla diş hareketi sırasında meydana gelen histolojik sürecin ışığında ortodontik tedaviler ile ilişkili kök rezorpsiyonu daha doğru bir terim olan “ortodontik olarak indüklenmiş iltihabi kök rezorpsiyonu (OOİKR)” (Orthodontically induced inflammatory root resorption, OIRR) ile ifade edilmiştir (Brezniak ve Wasserstein 2002a). Araştırmacılar OOİKR olarak ifade ettikleri kök rezorpsiyonunu şiddetini göre üç derecede ele almışlardır (Brezniak ve Wasserstein 2002a).

1. Yeniden şekillenme ile birlikte semental veya yüzeysel rezorpsiyon: Bu süreçte diş kökünün dentin dokusunu kaplayan sementin dış katmanları rezorbe edilmiştir. Ancak ilgili etkenin elimine edilmesi ile yıkımın olduğu alanlar tamamen yeniden yapılandırılabilir.
2. Dentin rezorpsiyonu ile birlikte tamir: Sement ve hemen alt tabakada yer alan dentinin dış katmanının rezorbe edilmesi ile karakterize bu süreçte tamir olayı

genellikle sement materyali ile olmaktadır. Sürecin sonunda kök formu tamamen orijinale benzeyebileceği gibi tersine farklılıklar da gösterebilir.

3. Çepeçevre apikal kök rezorpsiyonu: Kök kılmasının belirgin olduğu bu süreçte kök ucunun sert doku bileşenlerinde tamamıyla rezorpsiyon oluşmaktadır. Sementin altında yer alan kök ucu materyalinin kaybının yeniden yapılandırılması mümkün değildir. Dolayısıyla farklı derecelerde apikal kök kılmaları olasıdır (Brezniak ve Wasserstein 2002a).

OOİKR'nu etkileyen faktörler

Ortodontik tedavilerin kaçınılmaz yan etkisi olarak oluşan kök rezorpsiyonu birçok faktörün etkilediği patolojik bir süreçtir. Etki eden bu faktörler hastaya bağlı hekimden bağımsız biyolojik faktörler veya hekim ve hasta tarafından kontrol edilebilen mekanik faktörler olabilmektedir. İlgili faktörler birçok çalışmaya da konu olmuştur (Linge ve Linge, 1991; Brezniak ve Wasserstein 1993a; 1993b; Levander ve ark., 1994; Vlaskalic ve ark., 1998; Killiany, 1999; Sameshima ve Sinclair, 2001a; 2001b).

Hastaya Bağlı Biyolojik Faktörler;

Ortodontik tedavi olsun olmasın bireysel yatkınlık olası kök rezorpsiyonu açısından major faktör olarak değerlendirilmektedir (Hartsfield ve ark., 2004; Segal ve ark., 2004).

1- Genetik

Kullanılan mekanik faktörlerin eşitlenmesine rağmen hastalar arasında kök rezorpsiyonu oranının değişmesini açıklayan nedenlerden birisi bireylerin genotipleridir (Harris ve ark., 1997). Newman (1975) yaptığı çalışmaya dahil ettiği hastaların etiyolojik ve genetik farklılıkları nedeniyle kök rezorpsiyonu ve genetik ilişkisini netleştiremeye de otozomal dominant, otozomal resesif ve polijenik geçişlerin mümkün olabileceği iddia etmiştir. Yakın zamanda yapılan çalışmalar ise bu iddiayı destekler niteliktedir (Al-Qawasmi ve ark., 2003a; 2003b; Hartsfield ve ark., 2004).

2- Sistemik faktörler

Hormonal bozukluklar: Hipotroidizm, hipopituitarizm, hiperparatroidizm, hipofosfotemia, şeker hastalığı ve paget hastalığı gibi bazal metabolizmanın değiştiği hormonal dengesizlikler direk sebep olmasa da kök rezorpsiyonunu etkileyebilmektedir (Becks, 1939; Linge ve Linge, 1983; Brezniak ve Wasserstein, 1993b; Davidovitch ve Krishnan, 2009).

İlaçlar: Temelde kemik yıkımından sorumlu tutulan osteoklastların aktivasyonunu azaltmak amacıyla osteoporoz gibi bazı kemik metabolizma hastalıkları olan bireylerde kullanılan bifosfanatların diş hareketini beraberinde de kök rezorpsiyonunu azalttığı belirtilmiştir (Igarashi ve ark., 1996; Liu ve ark., 2004; Fujimura ve ark., 2009).

Leiker ve arkadaşları (1995) hayvanlarda yaptıkları çalışmada prostoglandinlerin enjeksiyonu ile diş hareketinin ve kök rezorpsiyonunun arttığını göstermişlerdir. Ağrı, ateş ve enfeksiyon tedavisinde sıklıkla kullanılan nonsteroidal antiinflamatuvar ilaçların temelde prostoglandin E2'yi inhibe ettiğini ve kök rezorpsiyonunu azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Villa ve ark., 2005; Gonzales ve ark., 2009).

Astım: Bağışıklık sistemlerindeki değişim göz önüne alındığında astımı olan bireylerde kök rezorpsiyonundaki artış dikkat çekicidir. Bu hastalarda sıklıkla etkilenen dişler enfekte sinüslerle komşu üst büyük azılardır (McNab ve ark., 1999).

3- Yaş

Yaşla birlikte periodontal membranda meydana gelen değişikliklerde düşünüldüğünde kök rezorpsiyonunun yaşla birlikte artışı birçok araştırmacının ortak noktada bulunduğu bir bulgudur (Reitan, 1964; Reitan, 1974; Linge ve Linge, 1983; Thilander ve ark., 2005). Tabi tersi görüşlerde kaçınılmazdır (McFadden ve ark., 1989; Harris ve Baker, 1990).

4- Cinsiyet

Henüz netlik kazanamayan cinsiyet ortodontik kök rezorpsiyonu ilişkisi konusunda çalışmaların bir kısmı kadın ve erkek bireyler arasında fark olmadığı

görüşünü savunmaktadır (Linge ve Linge, 1991; Sameshima ve Sinclair 2001a; 2001b; Jiang ve ark., 2010). Kadınların erkeklere nazaran rezorpsiyona yatkın olduğunu dile getiren çalışmalar da bulunmaktadır (Newman, 1975; Kjaer, 1995).

5- Malokluzyonun tipi

Diş hareketinin artması ile birlikte kök rezorpsiyonunun artışından sıkça söz edilmektedir (Segal ve ark., 2004; Hartsfield ve ark., 2004; Fox, 2005). Bu görüşten yola çıkıldığında overjetin azaltıldığı vakalarda (Sameshima ve Sinclair, 2001a; Hartsfield ve ark., 2004), diş çekimlerinin yapıldığı vakalarda (Sameshima ve Sinclair, 2001b), sınıf II ve sınıf III malokluzyonlu bireylerde sınıf I malokluzyona göre artan tedavi süresinin rezorpsiyon riskini de arttırdığı sonucuna varılabilir (Kaley ve Philips, 1991).

6- Dental anomaliler

Diş eksiklikleri, kök morfolojisinde anomaliler, mine invajinasyonları, kama şekilli lateraller ve taurodontizm gibi diş gelişimi sırasında dentin ve sement yapısını etkileyen malformasyonlar ortodontik tedavi sonucunda oluşan kök rezorpsiyonunu stimule edebilmektedir (Kjaer, 1995; Sameshima ve Sinclair, 2001a; Kook ve ark., 2003; Mavragani ve ark., 2006). Kök morfolojisinin kök rezorpsiyonunu etkilemediği de karşıt görüş olarak bazı çalışmalarda yer almaktadır (Lee ve ark., 1999; Owman-Moll ve Kurol, 2000).

7- Kanal tedavisi

Wickwire ve arkadaşlarının 1974 yılında yaptıkları çalışma ortodontik tedavi öncesi kanal tedavisi yapılmış dişlerde kontrol dişlerle karşılaştırıldığında kök rezorpsiyonu sıklığının arttığını işaret etmektedir. Ancak rezorpsiyon sürecine hücrel katkı düşünülürken pulpası çıkartılmış dişlerde hücrel sürecin baskılanması ayrıca dentinin sertleşmesi kanal tedavili dişlerde kök rezorpsiyonunun azaldığını gösteren çalışmaların destek aldığı noktalar (Mirabella ve Artun, 1995; Hamilton ve Gutmann, 1999; Brezniak ve Wasserstein; 2002b).

8- Travma

Geçirilmiş travma hikayesi olan dişler ortodontik tedavi sürecinde kök rezorpsiyonu risklerinin arttığı düşünülerek sık sık kontrol edilmelidir (Linge ve Linge, 1983; Brin ve ark., 1991; Hamilton ve Gutmann, 1999). Artan risk ise periodontal membran ve sement yaralanmaları ile ilişkili olabilir (Malmgren ve ark., 1982).

Bunlar dışında hastanın var olan kök rezorpsiyonu hikayesi, beslenme, dişlerin anatomik yapılarla komşuluğu ve alışkanlıklar kök rezorpsiyonunda hasta ile ilişkili faktörler olarak yer almaktadırlar (Brezniak ve Wasserstein, 1993b).

Hastadan Bağımsız Mekanik Faktörler

1- Tedavi süresi

Uzun süreli ortodontik tedaviler sonucunda kök rezorpsiyonu miktarının artış gösterdiği aşikardır (McFadden ve ark., 1989; Harris ve Baker, 1990; Linge ve Linge, 1991; Segal ve ark., 2004). Transversal malokluzyonların tedavisinde kullanılan hızlı, yavaş veya diğer genişletme yöntemlerine süre açısından bakıldığında keser dişlerde oluşturdukları rezorpsiyon miktarları önemli farklılıklar göstermemiştir (Sameshima ve Sinclair, 2002b).

2- Ortodontik kuvvetin tipi

Sürekli veya kesik kesik uygulanan ortodontik kuvvetlerin kök rezorpsiyonuna etkileri birçok araştırmacı tarafından merak konusu olmuştur. Her ne kadar rezorpsiyon bireye özgü olsa da genelde varılan ortak sonuç sürekli kuvvetlerin diş hareket hızını artırırken kök rezorpsiyonu olasılığını da arttırdığı şeklindedir. Aralıklı uygulanan kuvvetler ise rezorbe olan sementin iyileşmesine olanak tanımaktadır (Reitan 1964; Levander ve ark., 1994; Acar ve ark., 1999; Weiland, 2003; Ballard ve ark., 2009; Aras ve ark., 2012).

Sürekli kuvvetler Acar ve arkadaşları (1999) tarafından gün boyu ara verilmeden uygulanan elastik bandlarla yapılırken kesikli kuvvetlerde gün içinde on iki saatlik ara periyotlar oluşturulmuştur. Yapılan diğer çalışmada ise ilk iki hafta sürekli uygulanan kuvvetin ardından üç gün ara daha sonra dört gün kuvvet uygulaması şeklinde yapılan tekrarlar kesikli kuvvetler olarak ifade edilmiştir (Ballard ve ark.,

2009). Benzer şekilde sürekli ve kesikli kuvvetleri diş hareket hızı ve kök rezorpsiyonu açısından karşılaştıran Aras ve arkadaşları (2012), örnek dişlerde kök rezorpsiyonunu Mikro-BT ile incelemişlerdir. Araştırmacıların vardığı sonuç, sürekli kuvvetlerin kesikli kuvvetlere nazaran diş hareket hızını ve kök rezorpsiyonunu arttırdığı şeklindedir.

Üst çene yetersizliklerinde kullanılan genişletme yöntemlerine bakıldığında ise sürekli kuvvetlerin kesikli kuvvetlerle karşılaştırıldığında suturda daha fazla ayrılma oluşturdıkları bildirilmiştir (Liu ve ark., 2010). Haas, Hyrax, Cap splint ve akrilik bonded apareyler gibi klasik hızlı üst çene genişletme apareylerinin uyguladığı kuvvetler kesikli kuvvetler olarak değerlendirilmektedir. Devamlı ve hafif kuvvetlerle yapılan yavaş genişletmenin ise sutural hücrelerde aktivasyonu artıracığı aynı zamanda daha fizyolojik cevap oluşturması nedeniyle relapsı azaltacağı ileri sürülmektedir (Corbett, 1997; Karaman, 2002).

3- Kuvvetin büyüklüğü

Dişlerde ve çevre dokularda yüksek stresler oluşturan ağır kuvvetlerin hafif kuvvetlerle karşılaştırıldığında kök rezorpsiyonunu arttırdığı sonucuna varılmıştır (Faltin ve ark., 1998; Chan ve Darendeliler, 2005; Harris ve ark., 2006;). Schwradz periodontal alanda kan akımının durması sonucu oluşan iskemiye optimal kuvvet olarak tanımladığı 20-26 gr/cm²'yi aşan kuvvetlere bağlamaktadır ve bu kuvvetler kök rezorpsiyonuna da yol açabilir (Brezniak ve Waserstein, 1993b).

Ortodontik tedavi süreci ile bağlantılı olarak küçük azı dişlerinin çekimi gereken 10 hastadan elde edilen toplam 36 diş üzerinde yapılan araştırmada farklı kuvvet büyüklükleri ve farklı yöndeki diş hareketlerinin kök yüzeyinde oluşturdıkları morfolojik değişiklikler taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. İki hafta hızlı üst çene genişletmesini takiben üç ay pekiştirme dönemi beklenen iki hasta da bu çalışmaya dahil edilmiştir. Veriler bu bireylerden elde edilen dişlerin özellikle bukkal bölümlerinde dentine kadar ilerleyen şiddetli rezorpsiyonu göstermiştir. Varılan sonuç ise bireysel olmakla beraber kök rezorpsiyonunun artan basınçla arttığı şeklindedir (Harry ve Sims, 1982).

4- Tedavi yöntemleri ve kullanılan apareyler

Hareketli apareyler ile elde edilen basit eğilme hareketleri sırasında basınç bölgelerinde kök rezorpsiyonları izlenmektedir. Ancak eğilme hareketleri sırasında rezorbe olan bölgelerin karşıt alanlarında jiggling nedeniyle ikincil rezorpsiyonlar izlenmektedir. Bu durumda dişlerin stabil arklara bağlandığı sabit tedaviler sırasında meydana gelen eğilme hareketleri sonrasında daha az jiggling olacak ve ikincil rezorpsiyonu alanları azalacaktır (Stuteville, 1938). Bu görüşün aksine hareketli apareylerle tedavi edilen grupta sabit apareylere tedavi edilen gruba nazaran daha az kök rezorpsiyonu izlendiği de ifade edilmiştir (Linge ve Linge, 1983).

Ortodontik tedavilerde kullanılan gelmiş tedavi teknikleri olan Begg, Edgewise ve straight-wire teknikleri de dişler üzerinde oluşturdukları yıkıcı etki olan kök rezorpsiyonu açısından karşılaştırılmıştır. Travma hikayesi olan üst keserlerde Begg ve Edgewise tekniğiyle yapılan gömme hareketi sonrasında Begg tekniği uygulanan dişlerde daha fazla kök rezorpsiyonu izlenmiştir (Malmgrem ve ark., 1982). Standart Edgewise ve straight-wire tekniği karşılaştırıldığında daha hafif ve devamlı kuvvet uygulama olanağı sunan straight-wire (düz tel) tekniğinin daha az rezorpsiyon oluşturduğu belirtilmiştir (Mavragani ve ark., 2000).

Geleneksel braketler ile pasif kendinden bağlanabilen braketlerin (Pandis ve ark., 2008), ve tedavi sırasında kullanılan değişik kalınlıktaki ark tellerinin (Linge ve Linge, 1983; Mirabella ve Artun, 1995) kök rezorpsiyonu oluşumu açısından karşılaştırıldıkları çalışmalar farklılıkların olmadığını ifade etmektedir. Braketlerin slot genişliği ve kullanılan çeneler arası elastiklerin ise kök rezorpsiyonu açısından etkisiz olduğu bildirilmiştir (Sameshima ve Sinclair, 2001b).

Hızlı üst çene genişletmesi sırasında kullanılan apareylerin kök rezorpsiyonu açısından farklılıklarını bildiren çalışmalara göz atılacak olursa Erverdi ve arkadaşları (1994) Haas ve cast cap-splint apareylerini hızlı genişletme amacı ile kullanmışlardır. Uygulama ile ortodontik tedavi kapsamında çekilecek olan birinci küçük azı dişlerde yaptıkları histolojik incelemeler sonucunda iki yöntem arasında rezorpsiyonun sıklığı, rezorpsiyon kavitelerinin uzunluğu, derinliği ve doğası açısından fark bulunamamıştır. Araştırmacılar iki aparey arasında lakunaların lokalizasyonu arasındaki farklılıkları Haas apareyinin doku destekli olması nedeniyle destek dişlerde daha paralel bukkale hareket sağlamasına bağlamaktadırlar (Erverdi ve ark., 1994).

Haas ve Hyrax apareyleri karşılaştırılacak olursa tek başına dişler hariç doku desteği ile daha fazla ankraj sağlayan Haas apareyi daha az kök rezorpsiyonuna sebep olmaktadır. Arttırılan ankraj dişleri alveol kemiğe doğru değil alveol kemikle birlikte harekete zorlamaktadır. Rezorpsiyon lakunalarının tipleri açısından karşılaştırıldığında Haas grubunda dişlere daha düşük kuvvetler aktarıldığı için bu apareylerde destek alınan birinci küçük azı dişlerde rezorpsiyon alanları daha küçük ve sığdır (Odenrick ve ark., 1991).

2.3.4 Kök Rezorpsiyonunu Değerlendirme Yöntemleri

Radyografiler

Ortodonti pratiğinde başlangıç tanı sürecinde olduğu gibi kök rezorpsiyonunun teşhisinde de radyografilerden sıklıkla yararlanılmaktadır (Brezniak ve Wasserstein, 1993b). Ancak aynı dişin farklı zamanlarda değerlendirilebileceği standart radyografileri elde etmek oldukça zordur. Diş hareketleri özellikle tork ve tippingler sonrasında radyografilerde kısalmış olarak izlenen kök boyutları kök rezorpsiyonlarının miktarını değerlendirmede zorluk yaşatmaktadır. Belirtildiği gibi rezorpsiyonun değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan radyografiler bukkal ve lingual kök kısımlarında mevcut olabilecek rezorpsiyonların değerlendirilmesinde de etkisiz kalmaktadırlar (Brezniak ve Wasserstein, 1993b).

Daha az radyasyona maruz bırakma, daha kısa zamanda elde edilme gibi birçok avantajına rağmen panoramik radyografilerin %20 ile %35 oranında değişen magnifikasyon değerleri ve özellikle keser dişler bölgesinde focal-trough alanları kök rezorpsiyonu için kullanımlarını oldukça güçleştirmektedir (Sameshima ve Asgarifar, 2001; Leach ve ark, 2001).

Distorsiyon oranı ve dokuların üst üste çakışmasından doğan hatalar panoramik radyografilerle karşılaştırıldığında periapikal radyografiler de oldukça azalmaktadır. Özellikle paralel teknikle elde edilen periapikaller, panoramik radyografiler ve lateral sefalometrilere nazaran kök rezorpsiyonu açısından daha gerçekçi fikir vermektedir (Brezniak ve Wasserstein, 1993b; Leach ve ark, 2001).

Lateral sefalometrilere kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesinde kullanılsa da bu radyografilerde sağ ve sol segment görüntülerinin çakışması yeterince net görüntülerin izlenmemesine neden olmaktadır. Genel olarak bakıldığında radyografilerin kök rezorpsiyonu tespitinde tanı aracı olarak kullanılmaları rezorpsiyonu sayısal olarak hesaplamada zayıf kaldıkları gerçeğini değiştirmemektedir (Chan ve Darendeliler, 2004).

Histolojik Değerlendirme Yöntemi

Ortodontik tedavilerinin başlangıcında ileride şiddetli kök rezorpsiyonunun işaretçisi olan küçük rezorpsiyon lakunalarının gözlemlenmesi ancak histolojik çalışmalarla mümkün olabilmektedir (Levander ve ark., 1998). Histolojik değerlendirmeler ile var olan kök rezorpsiyonunun morfolojik görünümü ayırt edilebilmekte, bukkal ve lingual kısımların yanı sıra proksimal alanlarda var olan rezorpsiyon kaviteleri daha kolay saptanabilmektedir (Laux ve ark., 2000).

Hızlı üst çene genişletmeleri ile özellikle destek dişlerin bukkalinde olduğu bildirilen kök rezorpsiyonu lakunalarının bu bölgelerde tespiti ve hücresel olarak birçok aşamasının değerlendirilebilmesi histolojik kayıtların incelenmesi ile mümkün olabilmektedir (Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994).

Elektron Mikroskobu

Kök rezorpsiyon kraterlerinin değerlendirilmesinde elektron mikroskobunun yerine bakılacak olursa confocal, light ve scanning (taramalı) elektron mikroskopları ile yapılmış çalışmalara rastlanacaktır (Barber ve Sims, 1981; Harry ve Sims, 1982; Owman-Moll ve ark., 1995; Acar ve ark., 1999;).

Taramalı elektron mikroskopi yöntemi kök rezorpsiyonunu farklı bakış açısı ile sunmakta ve görselliğini arttırmaktadır. Eğimli bir kök yüzeyini düz bir yüzey olarak kabul edip yapılan ölçümler ile hatalı sayısal verilerin elde edilmesi kaçınılmaz olacaktır (Chan ve Darendeliler, 2004). Ancak iki boyutlu olarak elde edilen elektron mikroskopi görüntülerinin bilgisayar yazılımları ile üç boyutlu hacimsel verilere çevrilmesi vasıtasıyla kök rezorpsiyon miktarları hesaplanabilir (Chan ve Darendeliler, 2005).

Barber ve Sims (1981) hızlı üst çene genişletmesi ile destek dişlerde oluşan rezorpsiyon kraterlerinin incelenmesinde taramalı elektron mikroskopi (SEM) yöntemini kullanmışlardır. Genişletmeyi takiben ve pekiştirme döneminde elde edilen görüntüler kraterlerin mineralizasyonu hakkında da bilgi verebilmektedir. SEM görüntülerinde açıkça izlenen destek dişlerin bukkalinde yer alan rezorpsiyonlara periapikal radyografilerde rastlanmamaktadır (Barber ve Sims, 1981).

İmmunolojik Biyokimyasal Ölçüm Yöntemi

Dişeti oluğu sıvısı içerisindeki biyokimyasal işaretlerin metabolik değişiklikler nedeniyle açığa çıktığı bildirilmiştir. Benzer şekilde kök rezorpsiyonu sürecinin ilk aşamasında organik matriks proteinlerinin salındığı ve sonrasında kök rezorpsiyonu miktarına bağlı olarak bu proteinlerin dişeti oluğu sıvısı içerisindeki miktarının değiştiği bildirilmektedir (Mah ve Prasad, 2004).

Bilgisayarlı Tomografiler

Kök rezorpsiyonunun üç boyutlu fenomen olduğu düşünülürse iki boyutlu değerlendirme olanağı tanıyan daha önce anlatılan yöntemler rezorpsiyon alanlarının miktarını belirlemede gerekli hassasiyeti gösteremeyecektir. Bu durumda üç boyutlu görüntüleme sağlayan bilgisayarlı tomografiler (Computed Tomography) altın standart olarak kabul edilmektedir (Dudic ve ark., 2008).

Mikro Bilgisayarlı Tomografi (Mikro-BT)

Medikal alanlarda tarama sistemi olarak kullanılan bilgisayarlı tomografilerin bir çeşidi olan mikro-BT'ler taranan materyallerin küçük yapı içeriklerini yüksek boyutsal çözümler yaparak zarar vermeden görüntüleyebilmektedir (Ballard ve ark., 2009). Kök rezorpsiyonu gibi çok küçük alanlarda da üç boyutlu değerlendirme olanağı sunan mikro-BT'lerden elde edilen görüntüler bilgisayar yazılımları ile hacimsel verilere dönüştürülmektedir. Bu sayede kök yüzeylerinde rezorpsiyon sonucu oluşan volumetrik değişikliklerin miktarı belirlenebilmektedir. Rezorpsiyon kraterlerinin üç boyutlu volumetrik analizine izin veren mikro-BT'ler yüksek hassasiyetle çalışmaları ve tekrarlanabilir olmaları nedeniyle bu alanda kullanılabilir bir alternatif olarak görülmektedirler (Dudic ve ark., 2008).

Koni Işınlı Bilgisayarlı Tomografiler (Cone Beam Computed Tomography: (CBCT)

Son zamanlarda ortodonti pratiğinde de kullanılmaya başlanan bu görüntüleme yöntemi kök rezorpsiyonlarının teşhisi amacıyla da kullanılmıştır (Dudic ve ark., 2009). CBCT'lerin düşük dozlu radyasyon değerleri sayesinde ortodontik olarak indüklenmiş kök rezorpsiyonları klinikte hasta üzerinde değerlendirilebilecektir (Wirezbicki ve ark., 2009).

2.3.5 Üst Çene Genişletmesi ve Kök Rezorpsiyonu

Hızlı üst çene genişletmesinin istenmeyen yan etkilerinden biri olarak kabul edilen kök rezorpsiyonu birçok araştırmanın konusu olmuştur. Barber ve Sims (1981) yaptıkları hızlı genişletme işleminin hemen sonrasında ve farklı pekiştirme süreleri sonunda destek dişler ile destek olarak alınmayan dişleri kök rezorpsiyonu açısından değerlendirmişlerdir. Değerlendirmelerde SEM kullanan araştırmacılar çekilen tüm destek dişleri özellikle bukkal kök yüzeylerinde rezorpsiyon olduğunu tersine destek alınmayan dişlerde böyle bir durumun olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar Pekiştirme dönemlerinde tamirin baskın süreç olmasına rağmen 9 aya kadar olan pekiştirme dönemlerinde dahi aktif rezorpsiyonun devam ettiğine de dikkat çekmişlerdir.

Langford ve Sims (1982) hızlı üst çene genişletmesini takiben 14-53 hafta arasında değişen pekiştirme periyodu sonrasında destek dişler olan üst birinci küçük azı dişleri tamir açısından değerlendirmişlerdir. Işık ve taramalı elektron mikroskopi (SEM) ile inceledikleri örneklerde kök rezorpsiyonunun özellikle destek dişlerin bukkalinde yer aldığını tamir olan defektlerin ise yaygın olarak hücreli sementle dolduğunu gözlemlemişlerdir. Pekiştirme süresi arttıkça artan hücreli sement dokusuna periodontal liflerin direk bağlandığı histolojik kesitlerle gösterilmiştir.

Langford (1982) yukarıda anlatılan çalışmanın devamı olarak hızlı üst çene genişletmesi sonrasında üç aya kadar etki eden relaps kuvvetlerinin kök rezorpsiyonuna yol açtığını üç aydan sonra tamir sürecinin başladığını bir yılın sonunda ise tamir sürecinin tamamlandığını ifade etmiştir. Benzer şekilde genişletme tedavileri sonunda

pekiştirme amaçlı kullanımına devam edilen apareylerin beş ile yedi hafta arası süreçte kuvvet uygulamaya devam ettiği bildirilmiştir (Zimring ve Isaacson, 1965).

Genişletme sonrası pekiştirme dönemleri sonunda rezorpsiyon kraterlerinin destek alınan dişlerin bukkalinde ve laterale doğru genişlemiş şekilde olduğu, defektlerin genelde hücreli sementle tamir olduğu belirtilmiştir (Langford, 1982, Erverdi ve ark., 1994).

Odenrick ve arkadaşları (1991) hızlı üst çene genişletmesi amacı ile kullanılan Haas ve Hyrax apareyini kök rezorpsiyonu açısından karşılaştırmışlardır. Çalışmanın verilerine göre histolojik kesitlerde üst küçük azıların apikalinde rezorpsiyon olsa da sıklıkla iki grupta da baskın rezorpsiyon alanları kökün bukkalindedir. Sadece Haas grubunda iki küçük azı dişin palatinalinde rezorpsiyon vardır. Genişletme sonrası hemen çekilen dişlerde aktif yüzey rezorpsiyonu izlenmektedir. 3 ile 267 gün arasında değişen pekiştirme süreçleri karşılaştırıldığında ise ortaya çıkan sonuç pekiştirme periyodunun artışı ile rezorpsiyon lakunalarının boyutlarının azalmış olmasıdır. Hyrax grubunda kökün bukkalinde yer alan kavitelerin boyutları haas grubundakilere göre daha büyüktür. İncelenen üst küçük azı dişlerin çoğunda bukkal rezorpsiyon alanları sement ile mine birleşimine ortalama 1,2 mm uzaklıkta yer almaktadır. Buda genişletme tedavileri sırasında oluşan dişlerin tamamen paralel hareket etmediğini bir miktarda bukkale eğildiğini göstermektedir. .

Vardimon ve arkadaşları (1993) yaptıkları hayvan çalışması ile genişletme sonrası pekiştirme döneminde kök rezorpsiyonunun tamir sürecini araştırmışlardır. Tedavinin hemen sonrasında elde ettikleri örneklerde pulpaya kadar yaklaşan şiddetli rezorpsiyon izlemelerine rağmen 4 ay pekiştirme 2 ay relaps sonrası rezorpsiyonların değişen derecelerde hücreli sementle tamir olduğunu bildirmişlerdir.

Üst çene genişletme yöntemlerinin hiçbirinin üst keserlerde rezorpsiyona neden olmadığı ifade edilmiştir (Sameshima ve Sinclair, 2001a). Ancak HÜÇG uygulanan (10) ve uygulanmayan (4) toplam 14 kedi üzerinde yapılan hayvan çalışmasında kullanılan histolojik kesitler üst keserlerde genişletme sonrası rezorpsiyonu işaret etmektedir (Vardimon ve ark., 2005). Tedavi uygulanan grupta özellikle üst birinci keser dişlerde tedavi uygulanmayan gruba nazaran daha fazla kök rezorpsiyonu izleyen

araştırcılar radyografiler ile bu rezorpsiyonların tespitinin çok zor olduğunu da bildirmişlerdir.

Hızlı genişletme tedavilerinin sonunda destek alınan dişler olan üst birinci küçük azılar ve birinci büyük azı dişler ile destek alınmayan üst ikinci küçük azı dişlerde kök rezorpsiyonu CBCT tekniği ile üç boyutlu olarak incelenmiştir (Baysal ve ark., 2012). Tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında alınan CBCT kayıtları bilgisayar yazılımı ile hacimsel ölçümlere çevrilmiştir. Ölçümler destek alınan dişler ve destek alınmayan üst ikinci küçük azı dişlerde kök kayıplarının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. En fazla hacim kaybı üst birinci büyük azı dişlerin meziobukkal kökünde olsa da yüzde olarak hesaplandığında incelenen dişler arasında hacim kayıpları açısından istatistiksel bir fark yoktur (Baysal ve ark., 2012).

3. BİREY VE YÖNTEM

3.1 Bireylerin Seçimi ve Çalışma Gruplarının Oluşturulması

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı kliniğine çapraşıklık şikayeti ile başvuran bireyler arasından seçilen 17'si kadın 9'u erkek toplam 26 hasta çalışma kapsamına alındı. Bu bireylerde üst çenenin iskeletsel darlığını işaret eden tek veya çift taraflı posterior çapraz kapanış ve üst çene genişletmesini takiben üst ve/veya alt birinci küçük azıların çekimini gerektirecek düzeyde çapraşıklığının olmasına dikkat edildi.

Yaş aralığı 12–15 yıl olan 26 bireyin daimi dişlenme ve kök ucu gelişiminin tamamlanması ölçütlerini karşılamasına dikkat edildi. Bireylerin çalışmaya dahil edilebilmek için gereken koşulları sağlayıp sağlamadıkları anamnez, klinik muayene ve ayrıca radyografik değerlendirmeler ile belirlendi. Bireylerin çalışmaya dâhil edilebilmeleri için gerekli koşullar ise:

- Dentisyonu etkileyecek herhangi bir medikal hikâyelerinin olmaması,
- Üst birinci küçük azı dişlerinde dolgu, kanal tedavisi vs olmaması,
- Üst birinci küçük azı dişlerinde travma hikayesinin olmaması,
- Üst birinci küçük azı dişlerinin kök uçlarının kapanmış olması,
- Daha önce ortodontik tedavi görmemiş olması,
- Kraniyo-fasiyal ve dento-alveolar sendromlarının olmaması,
- Periodontal problemlerinin olmaması,
- Bruksizm işaret ve semptomlarının olmaması olarak belirlendi.

Çalışmaya dâhil edilen bireylere ve bu bireylerin vasilerine, uygulanacak klinik aşamalar ve olası riskler hakkında sözlü olarak bilgilendirme yapıldı. Benzer anlatımların yazıya dökülmüş hali olarak hazırlanan aydınlatılmış onam formları ise çalışmaya katılmak için gönüllü olan bireyler ve yasal temsilcileri tarafından imzalandı

(Ek 1). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi Etik Kurulu'ndan, çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna dair 421 sayılı belge alındı (Ek 2).

Çalışmaya dâhil edilen bireyler rastgele iki gruba ayrıldı. Yaş ortalaması 13 yıl 3 ay olan 13 birey (8 kadın, 5 erkek) hızlı üst çene genişletmesi (HÜÇG) grubunu oluştururken, yaş ortalaması 13 yıl 5 ay olan diğer 13 birey (9 kadın, 4 erkek) yavaş üst çene genişletmesi (YÜÇG) grubunu oluşturdu.

3.2 Aparey Yapımı

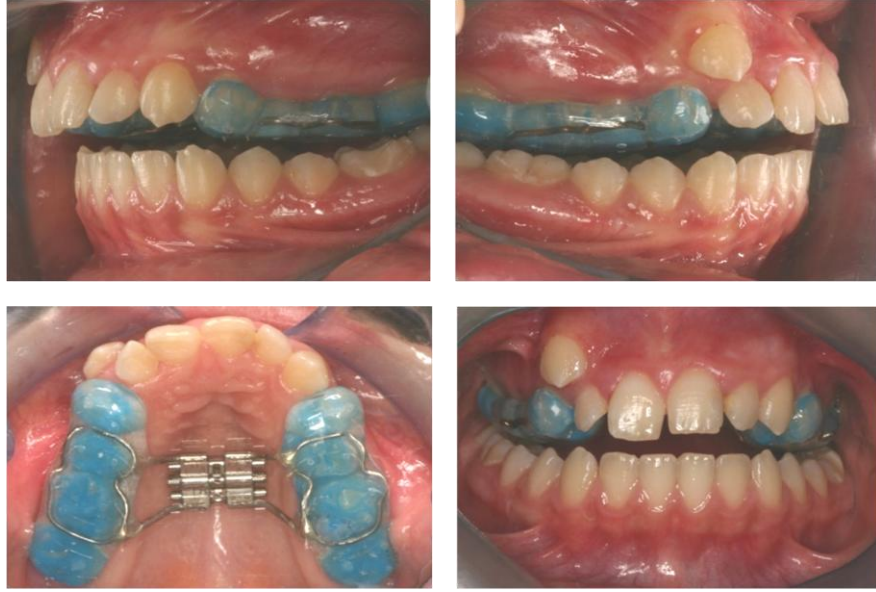
Bireylerden aparey yapımı için ölçü alınmadan evvel üst birinci küçük azı ve büyük azı dişlerin bukkal yüzeylerine sırası ile 0.018" ve 0.022 x 0.025" paslanmaz çelik tellerden hazırlanan referans telleri yapıştırıldı. Bu referans telleri birinci küçük azı dişlerin bukkal tüberkülüne ve birinci büyük azı dişlerin mezio-bukkal tüberkülüne dişlerin uzun aksı boyunca ışıkla sertleşen kompozit (Transbond™ LR, 3M Unitek, Monravia, USA) ile konumlandırıldı (Şekil 3.1). Konumlandırma işlemi öncesinde %37'lik fosforik asit (Scotchbond™, 3M Espe, USA) ile 30 saniye pürüzlendirme işlemi ve bağlayıcı ajan (Transbond™ XT, Light Cure Adhesive Primer, 3M Unitek, Monravia, USA) uygulaması yapıldı.



Şekil 3.1: Referans tellerinin ilgili dişler üzerinde konumlandırılması

Referans tellerinin yapıştırılması takiben aljinat ölçü maddesi ile alınan üst çene ölçülerine sert alçı dökülerek çalışma modelleri elde edildi. Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi amacı ile üst arka grup dişlerin kuronlarını tamamen kaplayan akrilik plak ile Hyrax vidasının (Vector 620, 11mm, Palatal Screw, Scheu Dental Technology, Germany) birleştirilmesi ile oluşturulan genişletme apareyi tercih edildi. Damak

kubbesinin izin verdiği kadar derine yerleştirilen Hyrax vidasının kolları ikinci küçük azılar ve birinci büyük azıları çerçeveleyen 0,09” yuvarlak çelik tele lehimlendi. Bu işlemin peşi sıra arka grup dişleri kaplayan ve okluzalde kalınlığı 2 mm olan akrilik plak şekillendirildi (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Modifiye akrilik hyrax apareyi uyumlanmış bir bireye ait ağız içi fotoğraflar

3.3 Klinik Uygulama

Akrilik plak için gerekli tesviye ve polisaj işlemleri sonrası araştırma gruplarını oluşturan tüm bireylerde üst çene genişletme apareylerinin üst diş kavsine uyumu ağız içerisinde kontrol edildi. Apareylerin ağız içinde kontrol edilmesini takiben yapıştırılma işlemine geçildi. Tutuculuğu arttırmaya yardımcı olması için üst küçük azı ve büyük azı dişlerin tüberkül tepelerinde olacak şekilde asitle pürüzlendirilmiş alanlar oluşturuldu. Üst çene genişletme apareyleri ışıkla sertleşen cam iyonomer siman (Transbond™ Plus, Light Cure Band Adhesive, 3M Unitek, Monravia, USA) ile üst arka yapıştırıldı (Şekil 3.2).

Apareylerin yapıştırılmasını takiben çalışma da yer alan bireylerin ebeveynlerine Hyrax vidasının nasıl aktive edileceği anlatıldı ve gösterildi. Aktivasyon işleminin doğru yapıp yapılmadığını görmek için tüm ebeveynlerden klinikte hasta

üzerinde vidayı ¼ tur aktive etmeleri istendi. Bu şekilde, her iki uygulama grubunda da üst çene genişletme işlemine başlandı.

Aktivasyon işlemine başlanmasından sonra tüm bireylere ve ebeveynlerine tedavinin sorunsuz biçimde devam etmesine yardımcı beslenme ve oral hijyen konularında gerekli bilgiler verildi.

HÜÇG grubunda yer alan bireylerden Hyrax vidasının sabah ve akşam birer çeyrek tur aktive etmeleri istendi. HÜÇG grubunda 20 gün sonra genişletme işlemi tamamlandı.

YÜÇG grubunda yer alan bireylerden ise Hyrax vidasının her iki günde bir çeyrek tur aktive edilmesi istendi. Bu grupta 80 gün sonra istenen genişletmeye ulaşıldı.

HÜÇG grubunda yer alan bireylere üst çene genişletmesinin tamamlanmasından bir gün sonraya (21. Gün) randevu verildi (Şekil 3.3).

YÜÇG grubunda bireyler ise ilk kontrol 28. günde, ikinci kontrol 56. günde yapıldı. Bu grupta yer alan bireylere genişletmeyi takiben bir gün sonra (81. Gün) üçüncü randevu verildi (Şekil 3.4).

Her iki grupta yer alan bireylerden tedavi öncesinde (T1), aktif genişletmenin tamamlanmasının ardından (T2) ve 24 hafta pekiştirme fazı sonrasında (T3) ağız içi ve ağız dışı fotoğraflar, panoramik, lateral sefalometrik ve posteroanterior radyografiler alındı. Ayrıca tüm bireylerden üst okluzal ve üst birinci büyük azı dişlerden açığortay tekniği ile periapikal radyografiler alındı. Tedavi başında ve pekiştirme sonunda elde edilen ortodontik modeller ise tanı ve ölçüm aracı olarak kullanıldı.



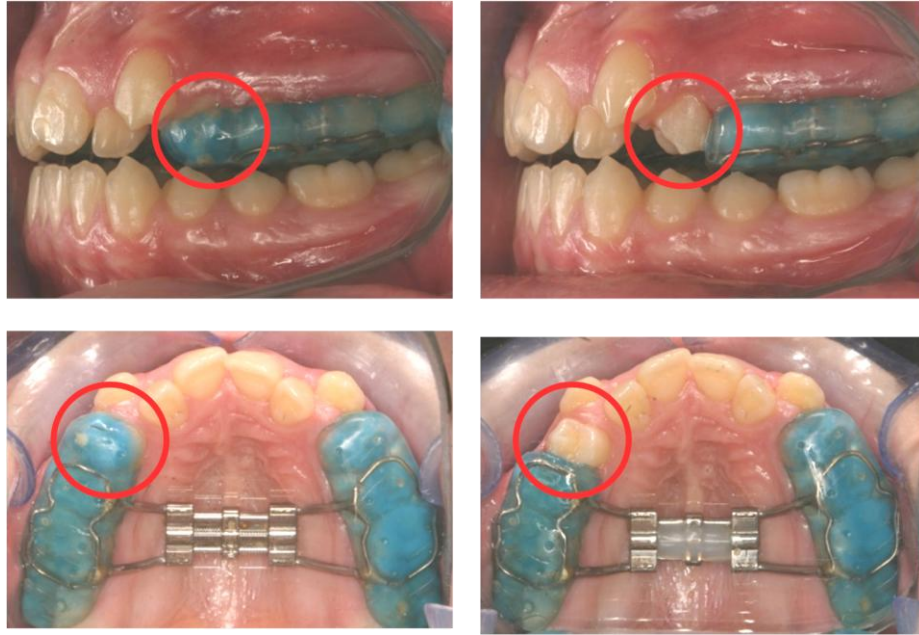
Şekil 3.3: HÜÇG grubunda yer alan bir bireyin tedavi başı (A), genişletme öncesi (B), aktif genişletme sonu (C) ve pekiştirme sonu (D) ağız içi fotoğrafları



Şekil 3.4: YÜÇG grubunda yer alan bir bireyin tedavi başı (A), genişletme öncesi (B), aktif genişletme sonu (C) ve pekiştirme sonu (D) ağız içi fotoğrafları

3.4 Dişlerin Çekimi

HÜÇG ve YÜÇG gruplarında gerekli üst çene genişletmesinin elde edildiği 21. ve 81. günde rastgele seçilen üst sağ veya sol birinci küçük azı dişler çekildi. Diş çekimleri öncesinde Hyrax vidaları ışıkla sertleşen kompozit yardımı ile sabitlendi ve ağız içinde yer alan apareyin ilgili kısımları diş çekimlerine olanak vermek amacıyla uzaklaştırıldı (Şekil 3.5). Kök yüzeyine zarar vermemek için çekim sırasında davyenin kök yüzeyi ile temas etmemesine dikkat edildi. Bu amaçla çekim işlemi aynı cerrah tarafından yapıldı. Dişler, çekimlerin ardından doku ve kan artıklarını uzaklaştırmak amacıyla izotonik solüsyon ile basınçsız olarak yıkandı. Takiben %10'luk formalin solüsyonu içeren 5 ml'lik steril tüplere (SARSTEDT AG&Co., Nümbrecht, Germany) yerleştirildi. Bu işlemden iki hafta sonra tüplerdeki formalin solüsyonu yenilendi.



Şekil 3.5: Diş çekimleri öncesi apareyde gerekli hazırlıkların yapılması

Her iki grupta da üst çene genişletmesini takiben aynı apareyler ile 24 hafta (6 ay) pekiştirme tedavisi yapıldı. Bu süre zarfında tüm bireyler 6 haftada bir kontrole çağrıldı. Bu kontrolde aparey uyumu ve ağız hijyeni kontrol edildi.

24 hafta (6 ay) sonunda tüm bireylerde mevcut olan diğer üst birinci küçük azı dişleri yukarıda anlatıldığı şekilde çekildi ve saklandı.

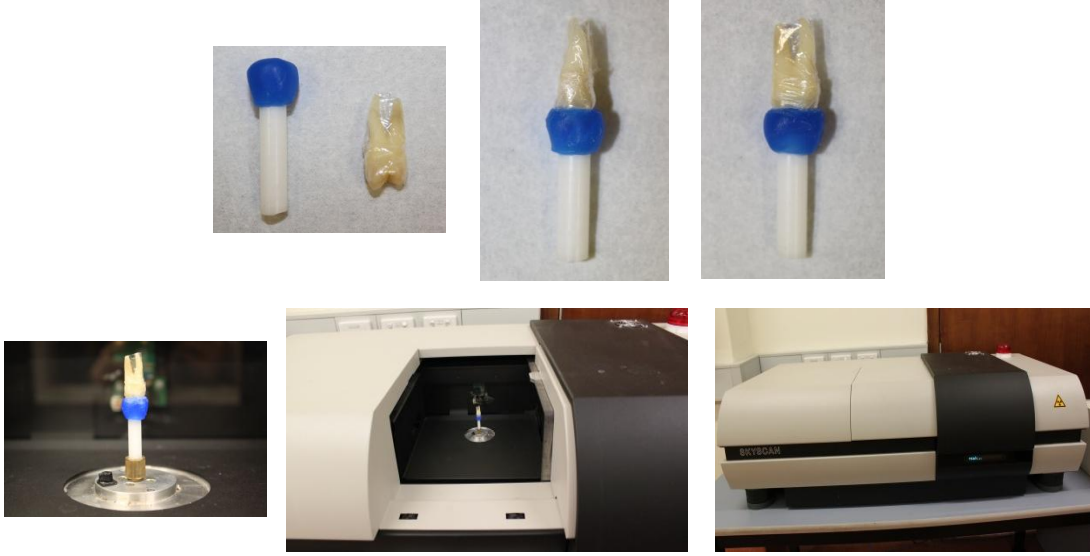
3.5 Kök Yüzeylerinin Üç Boyutlu Analizi

Kök yüzeylerinin tarama işlemi için SkyScan 1172 x-ışınlı mikrotomografi cihazı kullanıldı. SkyScan 1172 x-ışınlı mikrotomografi, dişlerden elde edilen iki boyutlu gölge yansımaları, görüntülere zarar vermeksizin üç boyutlu olarak yeniden yapılandırabilen x-ışınlı mikroskobik sistem ve bilgisayar yazılımından oluşan bir kompakt masaüstü sistemidir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6: Skyscan 1172 x-ışınlı mikrotomografi kompakt masaüstü sistemi

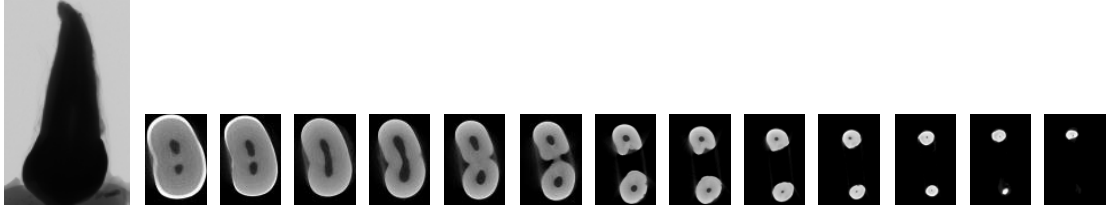
Mikro-BT ile kök yüzeyi taramaları öncesinde örnek dişler teker teker tomografi cihazının döner platformuna yerleştirildi. Öncesinde, plastik taşıyıcılara dental mumlar ile kron düzeyinde sabitlenen örnekler, taşıyıcının cihaz içindeki yuvaya yerleştirilmesi ile tarama işlemine hazır hale getirildi (Şekil 3.7). Dişlerin uzun aksı boyunca gerçekleşen rotasyonel tarama işlemi sırasında örneklerin, x-ışınlarının ulaştığı alan içerisinde kalmaları için taşıyıcılara mümkün olduğu kadar vertikal yerleştirilmeleri gerekiyordu.



Şekil 3.7: Örnek dişlerin tarama işlemi öncesi hazır hale getirilmesi

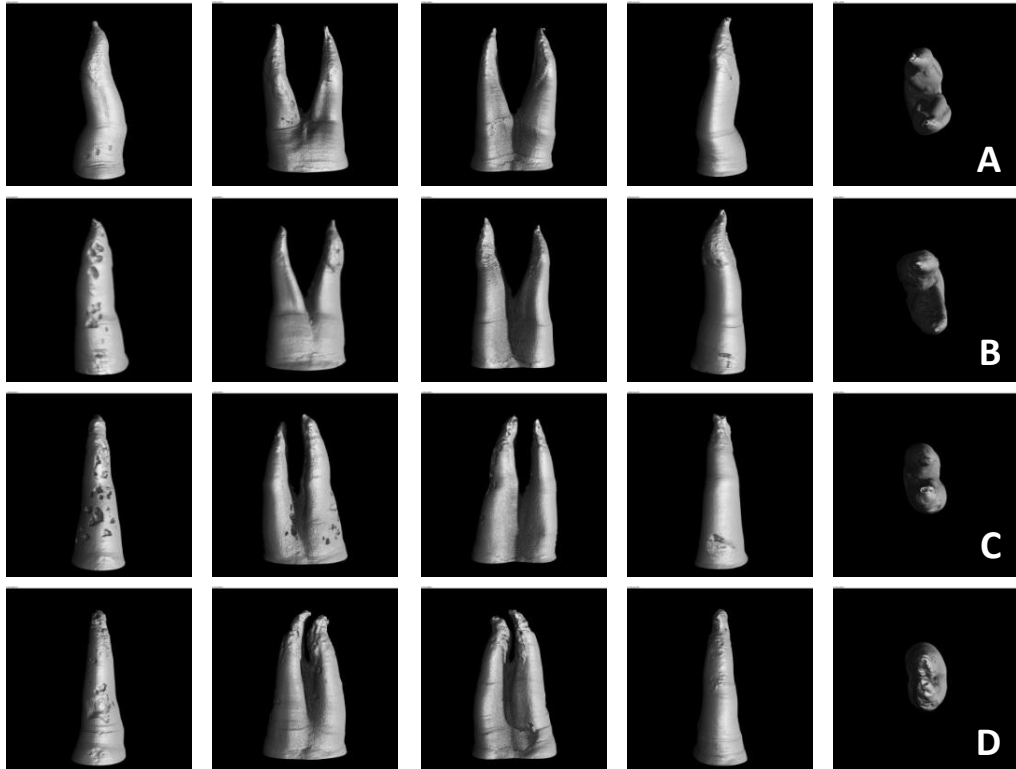
Her bir diş, sement ile minenin birleşim noktasının en az 2-3 mm koronalinden başlayarak kök ucunu içine alan kısım görüntülenecek biçimde tarandı. Tarama işlemi dişin, uzun aksı boyunca kendi etrafında iki tam turu diğer bir ifade ile 2x360 derece rotasyonu tamamlanana kadar devam etti. Her 0.20 derece rotasyon basamağında bir gölge görüntü elde edildi. 17.05 µm pixel çözünürlüğünde elde edilen bu veriler 16 bit TIFF (Tagged Image File Format) dosyası olarak her bir diş için yaklaşık 1800 adet olarak kaydedildi. Anlatılan biçimde iki boyutlu verilerin elde edilmesi sürecinde x-ışın tüpü, 59 kV ve 168 µA güç oluşturacak şekilde filtre kullanılmadan ayarlandı.

Yukarıda anlatıldığı şekliyle elde edilen 16 bit TIFF dosyaları, yine özel bir bilgisayar yazılımı olan NRecon (version 1.4.2, Aartsellaar, Belgium) aracılığı ile 8 bit'lik gri skala dinamik aralığında bitmap (BMP) dosyaları biçiminde yeniden yapılandırıldı ve kaydedildi. Değerlendirme için kullanılacak dişlerin yatay kesit görüntülerini içeren bu en temel resim formatında veriler iki boyutlu verilerdi (Şekil 3.8).



Şekil 3.8: Tiff dosyalarının yeniden yapılandırılması ile elde edilen BMP verileri

İki boyutlu aksial kesitleri işleyerek diş yüzeylerinin üç boyutlu görüntülenmesine olanak tanıyan VGStudio Max (version 2.0, Volume Graphics, GmbH, Heidelberg, Germany) yazılımı sayesinde her bir dişin kök yüzeyi rezorpsiyon kraterlerinin konumlarını belirlemek için dikkatlice incelendi (Şekil 3.9). Bahsi geçen program yardımı ile kraterlerin konumları ve x,y,z düzlemlerinde koordinatları saptanarak tek tek not edildi. Bu sayede her diş için bir nevi kök yüzeylerinde kraterlerin işaretlendiği haritalar oluşturuldu.



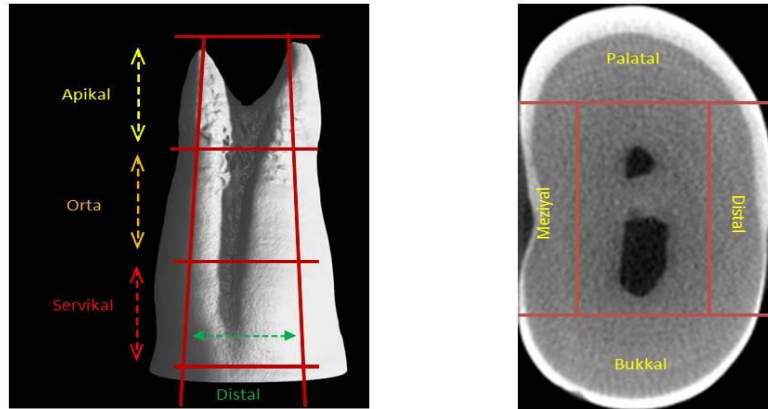
Şekil 3.9: İki boyutlu aksiyal kesitlerin üç boyutlu hale getirilmeler elde edilen görüntüler. HÜÇG grubunda yer alan bir bireyde genişletme sonu (A) ve pekiştirme sonu (B) görüntüleri. YÜÇG grubunda yer alan bir bireyde genişletme sonu (C) ve pekiştirme sonu (D) görüntüleri

Koordinatları ile birlikte her biri ayrı ayrı lokalize edilen rezorpsiyon kraterlerinin hacimsel olarak ölçümleri, Convex Hull 2D (CHull 2D, University of Sydney, Australia) adı verilen özel bir bilgisayar yazılımı sayesinde gerçekleştirildi. Krater koordinatlarının programa aktarılmasını takiben ilgili krateri oluşturan her bir aksial kesitte dış bükey sınırları çizgisel olarak birleştiren ve bu çizginin altında kalan alanları voksel cinsinden verilere çeviren yazılım sayesinde üç boyutlu kök rezorpsiyonu değerlendirmeleri sayısal olarak anlamlandırıldı (Şekil 3.10). Genişlik ve derinliği olan üç boyutlu verileri yazılım dilinde ifade eden birim olan voksel terimi $17.05\mu\text{m}$ piksel boyutunda taranan örnekler için (0.01705mm^3) hacim ölçütü olarak çevrildi.



Şekil 3.10: CHull-2D programı ile izole edilen kraterlerin ölçümleri

Kök yüzeylerinde izlenen total krater hacimlerinin yanı sıra bölgesel değişimleri izlemek amacıyla bukkal, palatal, distal ve meziyal yüzeyler ile servikal, orta ve apikal uçlular değerlendirildi. Dolayısıyla istatistiksel analizler öncesinde veriler bu şekliyle gruplandırıldı (Şekil 3.11).



Şekil 3.11: Kök yüzeylerinin bölümlendirilmesi

3.6 İskeletsel ve Dental Değişikliklerin Değerlendirmesi

Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi olarak iki ayrı grup halinde incelenen genişletme tedavilerinin iskeletsel ve dento-alveolar yapılarda meydana getirdiği değişiklikleri incelemek için tedavilerin başında (T1), üst çene genişletmesini takiben (T2) ve pekiştirme dönemi sonrasında (T3) lateral sefalometrik ve posteroanterior radyografiler ile ortodontik modeller kullanıldı.

3.6.1 Lateral Sefalometrik Radyografi Analizleri

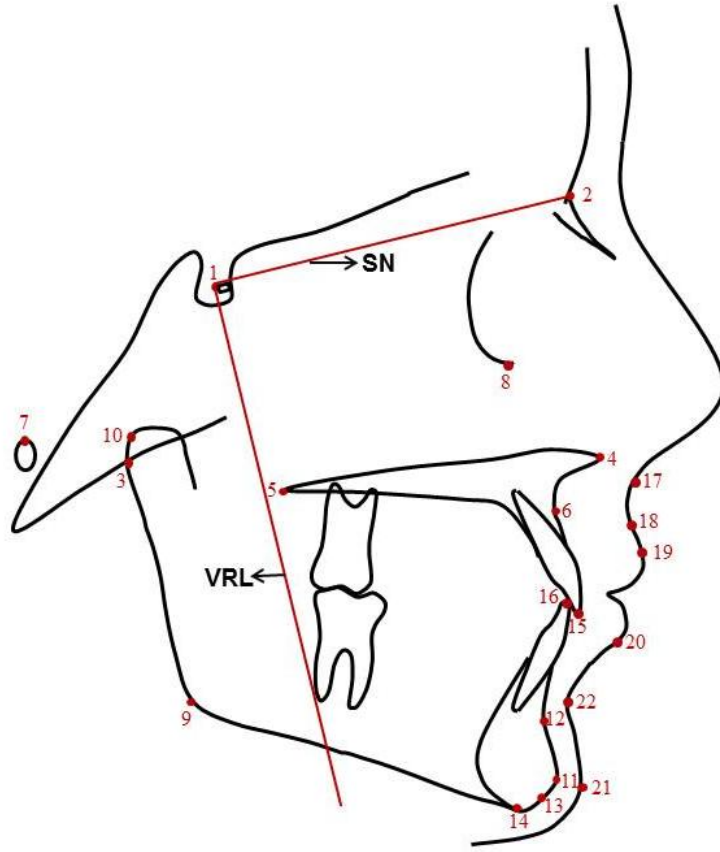
Her iki grupta da T1, T2 ve T3 dönemlerinde alınan lateral sefalometrik grafiler, asetat kağıtları üzerine 0,35 mm'lik kurşun kalem ile çizilerek, ölçümler 0,5 milimetre ve derece duyarlılığa kadar yapıldı.

Lateral Sefalometrik Noktalar (Şekil 3.12):

Uygulama süresince hem iskeletsel hem de dento-alveolar yapılarda meydana gelen değişimleri değerlendirmek için bu yapıları temsil eden, aşağıdaki sefalometrik noktalar kullanılmıştır (Uzel ve Enacar, 2000; Ülgen, 2006).

1. S (Sella): Sella Turcica'nın orta noktasıdır.
2. N (Nasion): Frontonasal suturun en ön ve ileri noktasıdır.
3. Ar (Artikulare): Alt çene kondilinin arka dış sınırı ile oksipital kemiğin basiler kısmının alt kenarının kesiştiği noktadır.
4. ANS (Spina Nasalis Anterior): Ön nazal açıklığın alt sınırı hizasında üst çenenin orta sivri kemik parçasıdır.
5. PNS (Spina Nasalis Posterior): Sert damağın arka uç noktasıdır.
6. A (Subspinal Nokta): Spina nasalis anterior ve Prosthion arasında kalan alveolar procesin orta konturu üzerindeki en derin noktadır.
7. Po (Porion): Dış kulak deliğinin üst kenarının orta noktasıdır.
8. Or (Orbita): Göz çukuru alt kenarının en derin noktasıdır.
9. Go (Gonion): Alt çene ramusunun arka kenarına çizilen teğet ile alt çenenin alt kenarına çizilen teğetin oluşturduğu açının açıortayının alt çene kemiği üzerindeki izdüşümüdür.
10. Co (Condylion): Alt çene kondiller çıkıntının en üst ve arka noktasıdır.

11. Pg (Pogonion): Alt çene simfizi dış konturu üzerinde yer alan en ileri noktadır.
12. B (Supramentale noktası): İnfradental ve Pogonion arasında kalan alveolar procesin orta kontur üzerindeki en derin noktadır.
13. Gn (Gnathion): Alt çene simfizinin en ön ve en alt noktaları arasında kalan orta noktadır.
14. Me (Menton): Alt çene simfizinin dış sınırı üzerindeki en alt noktadır.
15. U1 (Üst1 kesici kenar noktası): Üst en ileri orta kesici dişin kesici uç noktasıdır.
16. L1 (Alt 1 kesici kenar noktası) : Alt en ileri orta kesici dişin kesici uç noktasıdır.
17. Sn (Subnazal): Nazal septumun üst dudak ile birleştiği noktadır.
18. Ss (A') (Yumuşak doku Subspinal) : Subnazal ile üst dudak arasındaki en derin noktadır.
19. Ls (Üst dudak noktası): Üst dudak derisi ile mukozasının birleştiği noktadır.
20. Li (Alt dudak noktası): Alt dudak derisi ile mukozasının birleştiği noktadır.
21. Pg' (Yumuşak doku Pogonion): Yumuşak doku çene ucunun en ön noktasıdır.
22. Si (B') (Yumuşak doku Supramentale): Yumuşak doku çene ucu ile alt dudak arasında kalan en derin noktadır.



Şekil 3.12: Lateral sefalometrik radyografilerde kullanılan noktalar ve referans düzlemleri

Lateral Sefalometrik Ölçümler

Çalışmamızda uygulama süresince meydana gelen iskeletsel ve dento-alveolar değişimleri değerlendirmek için çakıştırmalar yapılarak, oluşturulan referans düzlemlerine göre ölçümler yapıldı.

İskeletsel değişimleri değerlendirmek için çakıştırma ön kranial kaide üzerinde yapılmıştır. SN düzlemi üzerinde S noktasında yapılan total çakıştırmada (Bishara ve Athanasiou, 1995). iskeletsel ve dental değişimleri değerlendirmek için yapılan ölçümlerde kullanılan yatay referans düzlemi Sella ve Nasion noktalarından geçen SN düzlemidir. SN düzlemine S noktasından çizilen dik düzlem dikey referans düzlemi (VRL) olarak kullanılmıştır (Şekil 3.12).

Yukarıda tanımlanmış olan çakıştırma yöntemleri kullanılarak birinci filmde oluşturulmuş olan yatay ve dikey referans düzlemleri diğer filmlere aktarılmıştır. Daha

önce tanımlamış olduğumuz yüzün farklı iskelet ve dental yapılarını temsil eden sefalometrik noktaların dikey ve yatay yön hareketleri aşağıda tanımlanmış olan açısız, doğrusal ve izdüşümsel ölçümlerle değerlendirilmiştir. Sunum ve anlatım kolaylığı açısından ölçümler değerlendirme yapılan bölgelere göre gruplandırılmıştır.

Maksiller İskeletsel Ölçümler (Şekil 3.13):

1. SNA Açısı: Sella-Nasion ve Nasion-A noktalarından geçen doğrular arasında kalan açıdır.
2. FH/NA açısı (Maksiller derinlik): Porion noktası ile Orbita noktasının oluşturduğu Frankfurt Horizontal Düzlemi ile Nasion ve A noktalarının oluşturduğu doğru arasındaki açıdır.
3. FH[⊥]N-A: Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin A noktasına olan uzaklığı.
4. N_Pg-A (Konveksite): A noktası Nasion ve Pogonion noktalarından geçen doğruya olan uzaklığı.
5. SN/ANS-PNS açısı (Palatal Düzlem Açısı): Kafa kaidesi ile üst çene düzlemi arasındaki açıdır.
6. VRL-A: A noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.

Mandibular İskeletsel Ölçümler (Şekil 3.14):

7. SNB açısı: Sella-Nasion ve Nasion-B noktalarından geçen doğrular arasında kalan açıdır.
8. FH/SGn (Y Açısı): Sella-Gnathion düzlemi ile Frankfurt Horizontal düzlemi arasındaki dar açıdır.
9. SN/Go-Gn açısı (Alt çene düzlem eğimi): Kafa kaidesi ile alt çene düzlemi arasındaki açıdır.
10. FH[⊥]N-Pg: Nasion noktasından Frankfurt Horizontal Düzlemine indirilen dikmenin Pogonion noktasına olan uzaklığıdır.
11. VRL-B: B noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.
12. VRL-Pg: Pogonion noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.

Vertikal İskeletsel Ölçümler (Şekil 3.15):

13. S-Go uzaklığı (Arka yüz yüksekliği): Sella ile Gonion noktaları arasındaki uzaklıktır.
14. N-Me uzaklığı (Ön yüz yüksekliği): Nasion ile Menton noktaları arasında kalan uzaklıktır.
15. N-ANS uzaklığı (Üst ön yüz yüksekliği): Nasion noktası ile Spina nasalis anterior arasındaki uzaklıktır.
16. ANS-Me uzaklığı (Alt ön yüz yüksekliği): Spina nasalis anterior ve Menton noktaları arasında kalan uzaklıktır.

Maksiller Dentoalveolar Ölçümler (Şekil 3.16):

17. U1/SN açısı: Üst en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin S-N düzlemi ile yaptığı açıdır.
18. U1/NA açısı: Üst en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin N-A düzlemi ile yaptığı açıdır.
19. U1/NA uzaklığı: Üst en ileri orta kesici dişin kesici kenarının N-A doğrusuna olan uzaklığıdır.
20. U1/ANS-PNS açısı: Üst en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin ANS-PNS düzlemi ile yaptığı açıdır.
21. U1-APg uzaklığı: Üst en ileri orta kesici dişin kesici kenarının A-Pg doğrusuna olan uzaklığıdır.
22. VRL-U1: Üst en ileri orta kesici dişin kesici uç noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığı.

Mandibular Dentoalveolar Ölçümler (Şekil 3.17):

23. L1-NB açısı: Alt en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin N-B doğrusu ile yaptığı açıdır.
24. L1-NB uzaklığı: Alt en ileri orta kesici dişin kesici kenarının N-B doğrusuna olan uzaklığıdır.
25. L1-GoMe: Alt en ileri orta kesici dişin uzun ekseninin Go-Me düzlemi ile yaptığı açıdır.

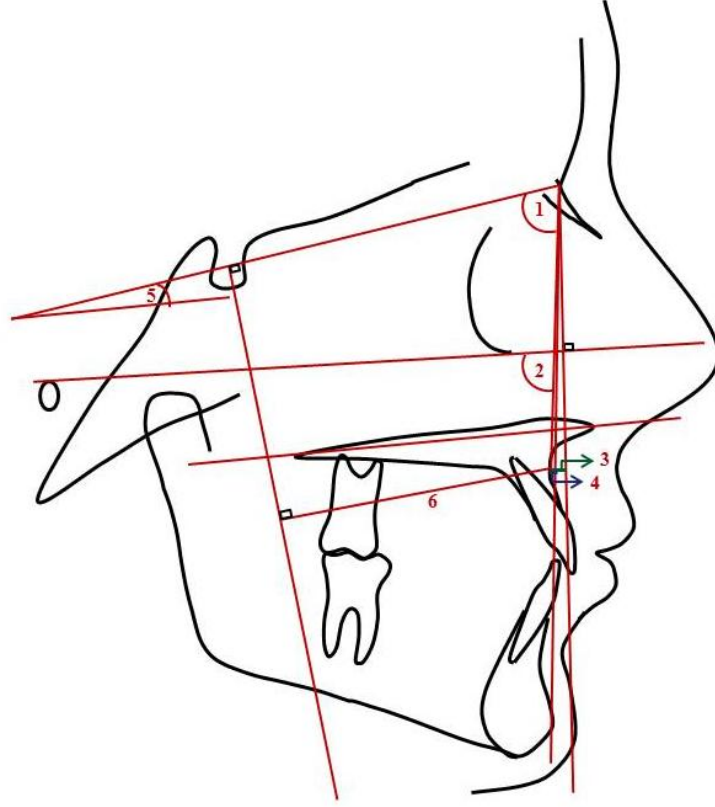
26. L1-APg uzaklığı: Alt en ileri orta kesici dişin kesici kenarının A-Pg doğrusuna olan uzaklığıdır.
27. VRL-L1: Alt en ileri orta kesici dişin kesici uç noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.

İnterdental Ölçümler (Şekil 3.18):

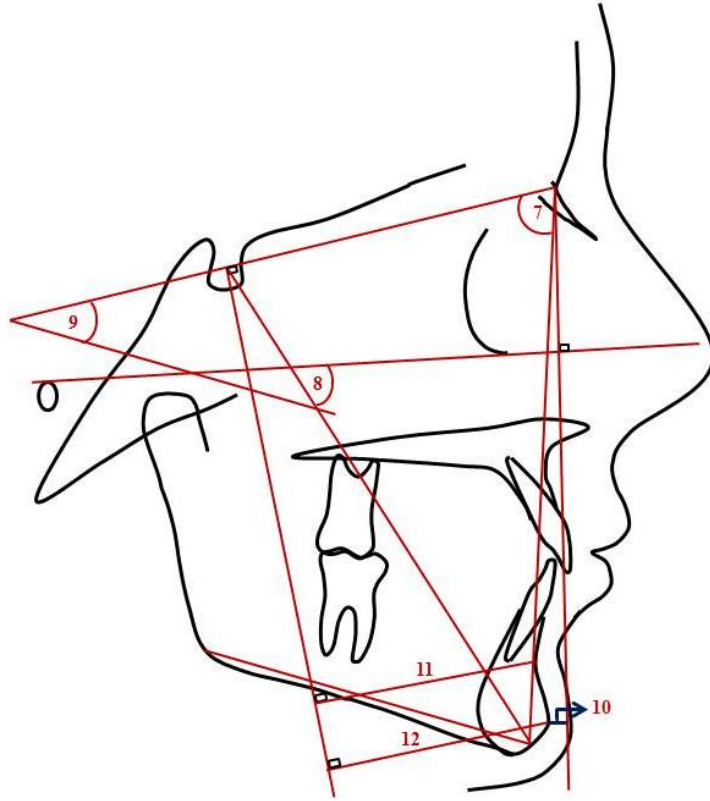
28. Overjet: Üst en ileri orta kesici dişin kesici kenarı ile alt en ileri orta kesici dişin vestibül yüzeyi arasında kalan ön-arka yöndeki mesafedir.
29. Overbite: Üst ve alt en ileri orta kesici dişlerin kesici kenarları arasındaki dik yön kapanış fazlalığıdır.
30. U1/A1 (Keserler arası açı): Üst kesici uzun eksenini ile alt kesici uzun eksenini arasındaki açıdır.

Yumuşak Doku Ölçümleri (Şekil 3.19):

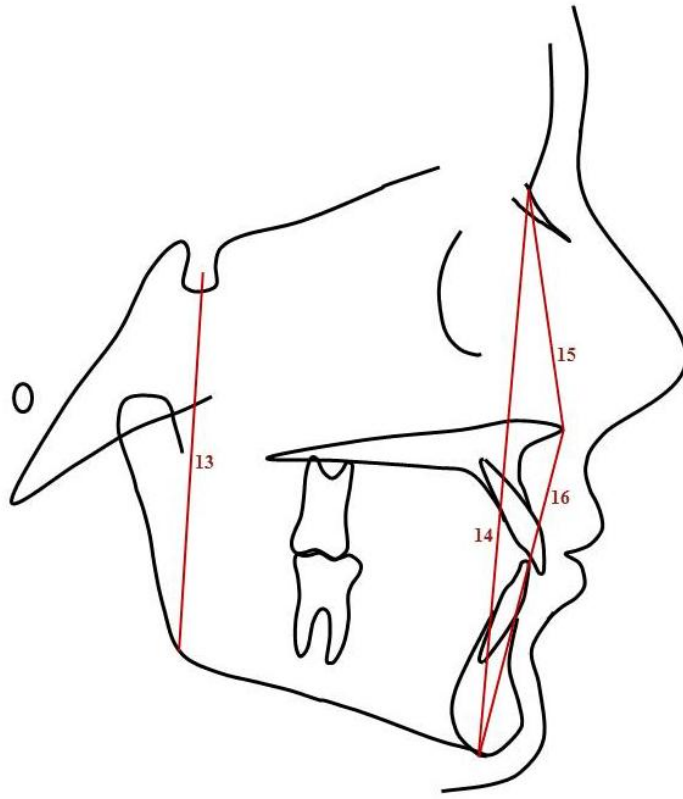
31. UD-E düzlemi: Üst dudakın en ileri noktası ile burun ve çene ucundan geçen estetik düzlem arasındaki uzaklıktır.
32. AD-E düzlemi: Alt dudakın en ileri noktası ile burun ve çene ucundan geçen estetik düzlem arasındaki uzaklıktır.
33. Nazo-labial açı: Cm ve Sn noktalarından geçen düzlem ile Sn ve Ls noktalarından geçen düzlem arasındaki açıdır.
34. VRL-Sn: Subnazal noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.
35. VRL-Ss (A'): Yumuşak doku A noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.
36. VRL-Ls: Üst dudak noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.
37. VRL-Li: Alt dudak noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.
38. VRL-Si (B'): Yumuşak doku B noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.
39. VRL-Pg': Yumuşak doku Pogonion noktasının dikey referans düzlemine olan uzaklığıdır.



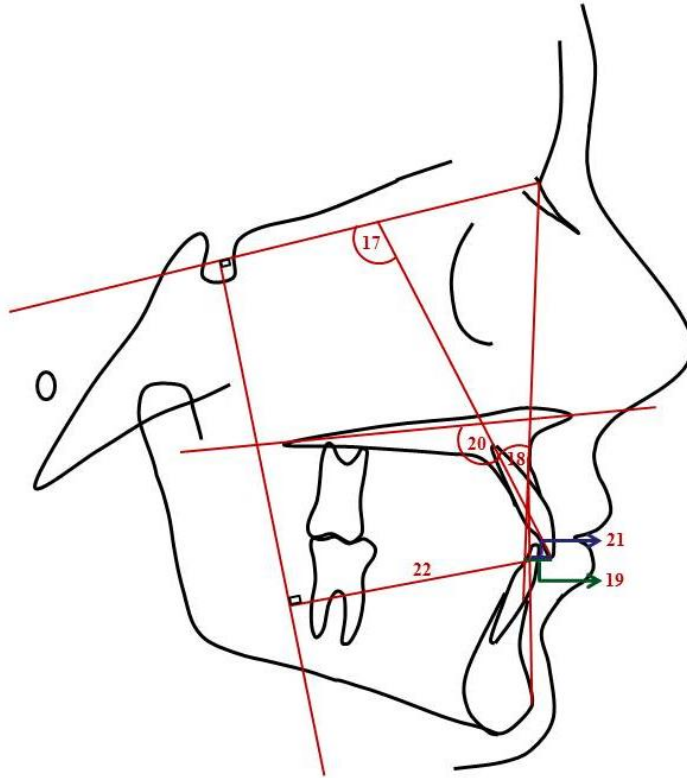
Şekil 3.13: Maksiller iskeletsel ölçümler



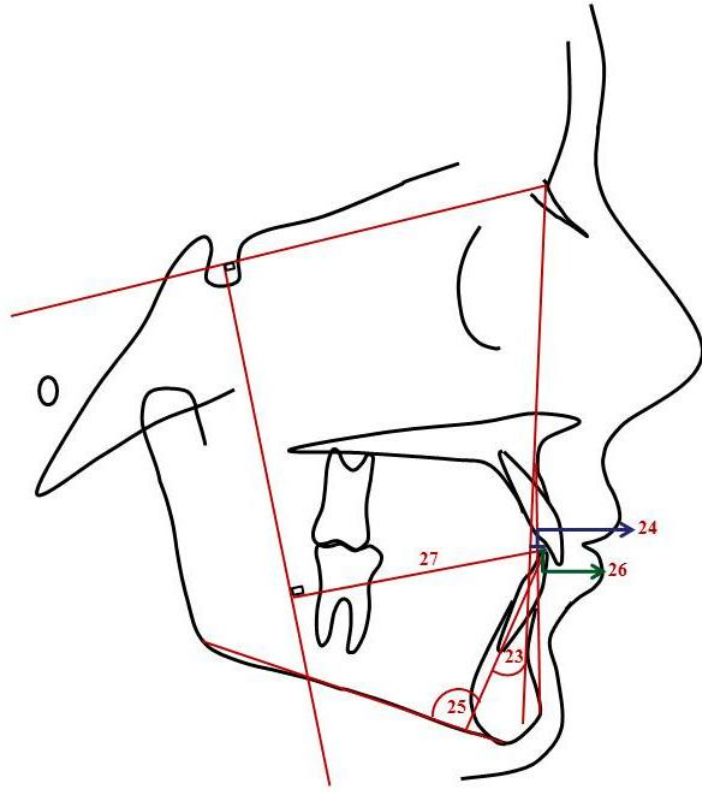
Şekil 3.14: Mandibular iskeletsel ölçümler



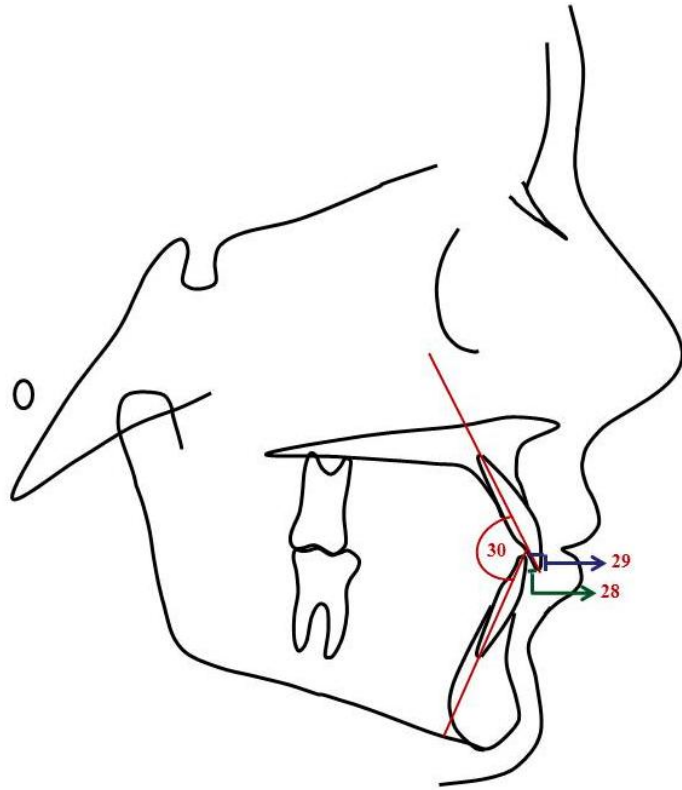
Şekil 3.15: Vertikal iskeletsel ölçümler



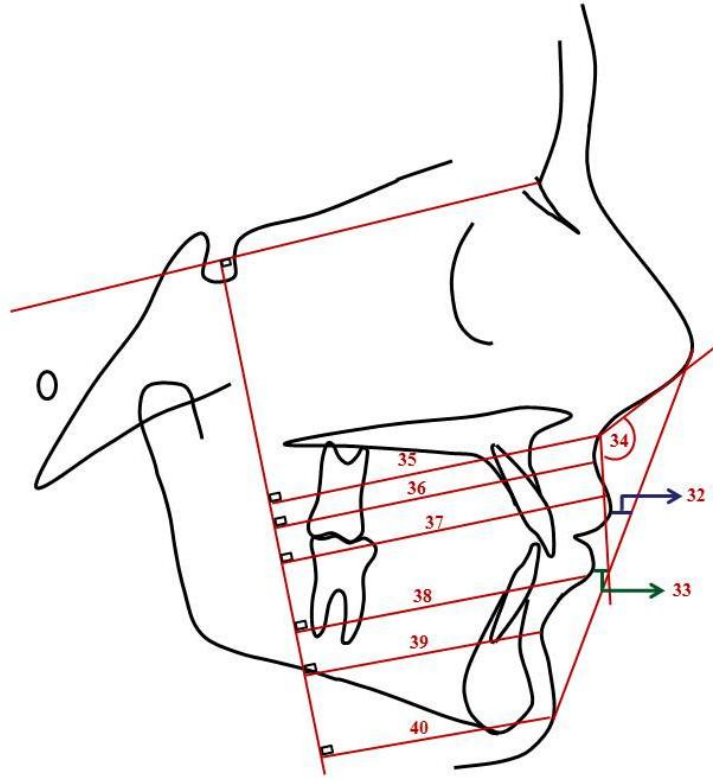
Şekil 3.16: Maksiller dentoalveolar ölçümler



Şekil 3.17: Mandibular dentoalveolar ölçümler



Şekil 3.18: İnterdental ölçümler



Şekil 3.19: Yumuşak doku ölçümleri

3.6.2 Posteroanterior Radyografi Analizleri

Her iki grupta da T1, T2 ve T3 dönemlerinde alınan posteroanterior (PA) radyografiler, asetat kâğıtları üzerine 0,35 mm'lik kurşun kalem ile çizilerek, ölçümler 0,5 mm ve derece duyarlılığa kadar yapıldı.

Çalışmamızda farklı iki gruba uyguladığımız üst çene genişletme yöntemleri olan HÜÇG ve YÜÇG yöntemlerinin iskeletsel ve dental etkileri transversal yönde posteroanterior radyografiler ile değerlendirildi. Tedavi başı (T1), genişletme sonu (T2) ve pekiştirme sonu (T3) dönemlerde çalışmaya katılan her bireyden standart magnifikasyon ve ideal baş konumunda alınan PA radyografiler üzerinde yapılan açısal ölçümler ve mesafe ölçümleri grupları kendi içinde ve aralarında karşılaştırmak için kullanıldı.

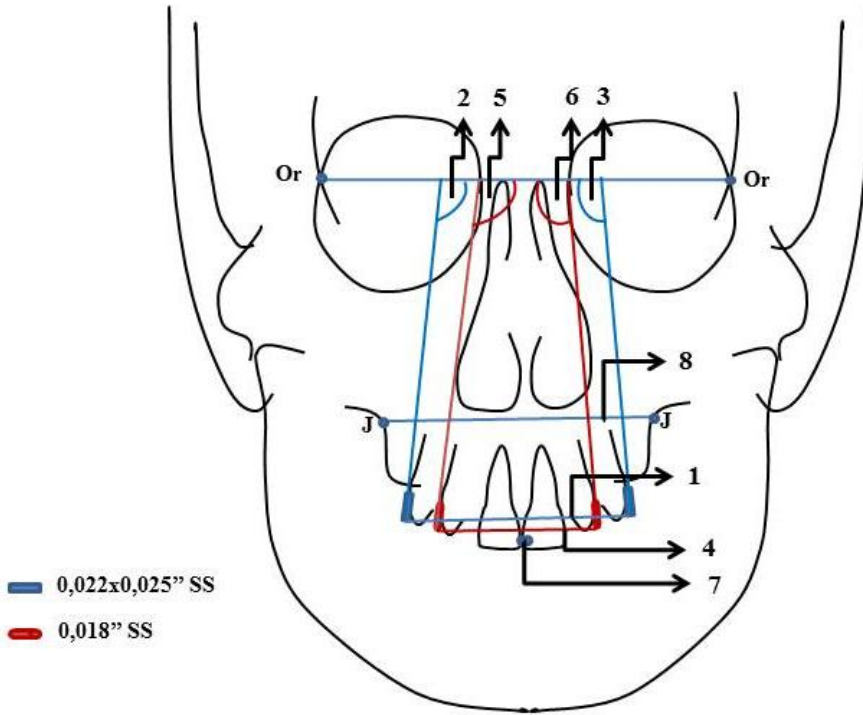
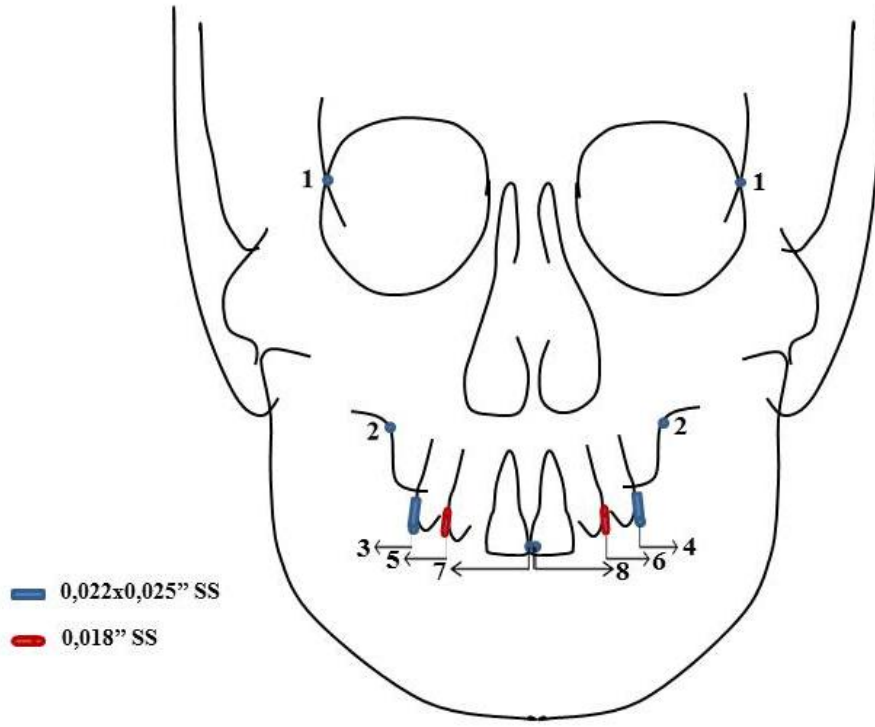
Posteroanterior Noktalar (Şekil 3.20):

1. Or (Lateral orbital nokta): Orbita konturunun, orbita oblik çizgisi ile (sphenoid'in büyük kanatlarının ve frontalin bir bölümünün izdüşümüdür) kesiştiği noktadır.
2. J (Jugal nokta): Jugal proses üzerinde zigomatik arkın tüber maksillayı kestiği noktadır.
3. Sağ6: Sağ birinci büyük azı dişe yerleştirilen referans telinin tüberkül tepesine denk gelen en uç kısmıdır.
4. Sol6: Sol birinci büyük azı dişe yerleştirilen referans telinin tüberkül tepesine denk gelen en uç kısmıdır.
5. Sağ4: Sağ birinci küçük azı dişe yerleştirilen referans telinin tüberkül tepesine denk gelen en uç kısmıdır.
6. Sol4: Sol birinci küçük azı dişe yerleştirilen referans telinin tüberkül tepesine denk gelen en uç kısmıdır.
7. Sağ1: Sağ üst orta kesici dişin mezial kontak noktasıdır.
8. Sol11: Sol üst orta kesici dişin mezial kontak noktasıdır.

Posteroanterior Ölçümler (Şekil 3.20):

1. Sağ6-Sol6: Sağ ve sol üst birinci büyük azı dişlerin uzun aksı boyunca yerleştirilen referans tellerinin okluzal uçları arasındaki mesafedir.
2. Sağ6/OrD: Sağ üst birinci büyük azı diş üzerine yerleştirilen referans telinin uzun aksı ile lateral orbital noktaların birleşimi ile oluşturulan OrD doğrusu arasındaki açıdır.
3. Sol6/OrD: Sağ üst birinci büyük azı diş üzerine yerleştirilen referans telinin uzun aksı ile lateral orbital noktaların birleşimi ile oluşturulan OrD doğrusu arasındaki açıdır.
4. Sağ4-Sol4: Sağ ve sol üst birinci küçük azı dişlerin uzun aksı boyunca yerleştirilen referans tellerinin okluzal uçları arasındaki mesafedir.

5. Sağ4/OrD: Sağ üst birinci küçük azı diş üzerine yerleştirilen referans telinin uzun aksı ile lateral orbital noktaların birleşimi ile oluşturulan OrD doğrusu arasındaki açıdır.
6. Sol4/OrD: Sol üst birinci küçük azı diş üzerine yerleştirilen referans telinin uzun aksı ile lateral orbital noktaların birleşimi ile oluşturulan OrD doğrusu arasındaki açıdır.
7. Sağ1-Sol1: Sağ ve sol üst orta kesici dişlerin kontak noktaları arasındaki mesafedir.
8. SağJ-SolJ: Sağ ve sol jugal noktalar arasındaki mesafedir.



Şekil 3.20: Posteroanterior radyografilerde kullanılan noktalar ve yapılan ölçümler

3.6.3 Ortodontik Modellerin Değerlendirilmesi

Çalışma gruplarını oluşturan bireylerden tedavi başında ve pekiştirme sonunda aljinat ölçü maddesi ile alınan ölçülere sert alçı dökülmesi ile elde edilen ortodontik modeller üzerinde yapılan ölçümler transversal yöndeki dental değişimleri değerlendirmek için kullanıldı.

Genişletme döneminin sona ermesini takiben başlayan pekiştirme tedavisi genişletme için kullanılan sabit aparey ağız içerisinde bırakıldığından genişletme sonu model ölçümleri yapılmadı. Üst birinci küçük azı dişlerden birinin genişletme sonunda çekilmiş olması nedeniyle sağ ve sol birinci küçük azı dişler değerlendirme dışı bırakıldı.

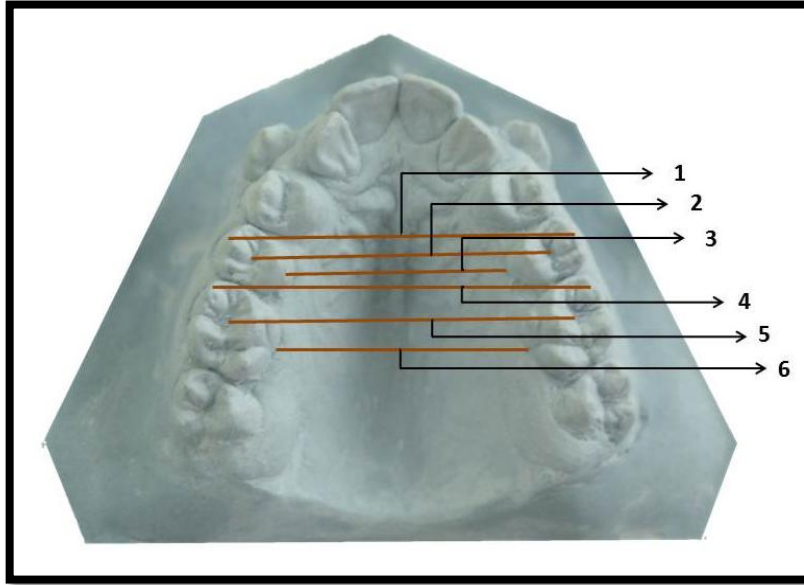
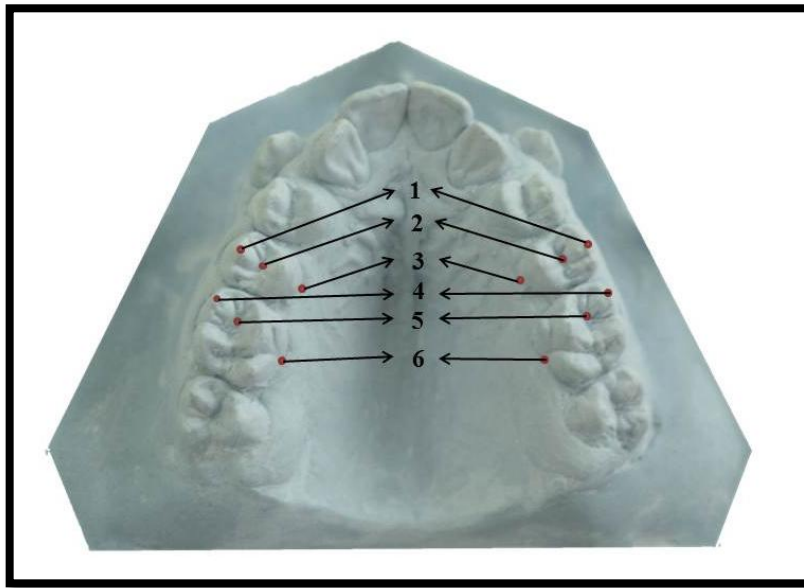
Ortodontik Model Noktaları (Şekil 3.21):

1. 5-5_Bukkal tüberkül (BT) noktaları: Sağ ve sol üst ikinci küçük azı dişlerin bukkal tüberkül tepelerine denk gelen noktalarlardır.
2. 5-5_Santral sulkus (SS) noktaları: Sağ ve sol üst ikinci küçük azı dişlerin santral sulkuslarının orta noktalarıdır.
3. 5-5_Palatal gingiva (PG) noktaları: Sağ ve sol üst ikinci küçük azı dişlerin palatal dişeti sınırlarının orta noktalarıdır.
4. 6-6_Bukkal tüberkül (BT) noktaları: Sağ ve sol üst birinci büyük azı dişlerin bukkal tüberkül tepelerine denk gelen noktalarlardır.
5. 6-6_Santral sulkus (SS) noktaları: Sağ ve sol üst birinci büyük azı dişlerin santral sulkuslarının orta noktalarıdır.
6. 6-6_Palatal gingiva (PG) noktaları: Sağ ve sol üst birinci büyük azı dişlerin palatal dişeti sınırlarının orta noktalarıdır.

Ortodontik Model Ölçümleri (şekil 3.21)

1. 5BT-5BT: Sağ ve sol üst ikinci küçük azı dişlerin tüberkül tepeleri arasındaki mesafedir.
2. 5SS-5SS: Sağ ve sol üst ikinci küçük azı dişlerin santral sulkuslarının orta noktaları arasındaki mesafedir.

3. 5PG-5PG: Sağ ve sol üst ikinci küçük azı dişlerin palatal dişeti sınırı orta noktaları arasındaki mesafedir.
4. 6BT-6BT: Sağ ve sol üst birinci büyük azı dişlerin tüberkül tepeleri arasındaki mesafedir.
5. 6SS-6SS: Sağ ve sol üst birinci büyük azı dişlerin santral sulkuslarının orta noktaları arasındaki mesafedir.
6. 6PG-6PG: Sağ ve sol üst birinci büyük azı dişlerin palatal dişeti sınırı orta noktaları arasındaki mesafedir.



Şekil 3.21: Model analizi için kullanılan noktalar ve bu noktalardan geçen doğrular

3.7 İstatistiksel Analiz

Genişletme ve pekiştirme sonrası kök yüzeyinde meydana gelen değişimlere üst çene genişletme yönteminin etkisini incelemek için gruplar arası karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanıldı. Her iki grupta da genişletme ve pekiştirme sonrası kök yüzeyinde meydana gelen değişimlerin grup içi karşılaştırılmasında Wilcoxon testi kullanıldı.

Her iki uygulama grubunda da genişletme ve pekiştirme sonrası ölçülen kök rezorpsiyon değerlerinin farklı yüzey ve bölgeler arasında grup içi karşılaştırılmasında Friedman analizi kullanıldı. Friedman testi ile ortancaların eşit olamadığı görüldüğünde Wilcoxon testi kullanılıp, yanılma düzeyi aşağı çekilerek çoklu karşılaştırmalar yapıldı.

Genişletme öncesi ve pekiştirme sonrası kraniyo-fasiyal ve dento-alveolar yapılarda meydana gelen değişimlerin grup içi karşılaştırmaları Wilcoxon, gruplar arası karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile yapıldı.

Genişletme öncesi ve pekiştirme sonrası üst diş arkında meydana gelen değişimlerin grup içi karşılaştırmaları Wilcoxon, gruplar arası karşılaştırmalar Mann-Whitney U testi ile yapıldı.

4. BULGULAR

4.1 HÜÇG Grubunda Kök Rezorpsiyon Bulguları

HÜÇG grubunda Hyrax vidasının sabah akşam çeyrek tur aktivasyonunun yirmi gün aralıksız devam ettirilmesi sonrasında 13 bireyden tek taraflı çekilen üst birinci küçük azı dişlerinin kök yüzeyinde meydana gelen rezorpsiyonun ölçümüne ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Tablo 4.1a ve 4.1b’de sunulmaktadır.

Tablo 4.1a HÜÇG grubunda genişletme sonunda kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Total hacim	0,002181	0,653358	0,210753	0,057198	0,206229
Total bukkal hacim	0,000000	0,476481	0,078845	0,038735	0,139662
Total palatal hacim	0,000000	0,167103	0,015772	0,012651	0,045615
Total distal hacim	0,000000	0,239061	0,074397	0,022930	0,082675
Total mezial hacim	0,000000	0,226333	0,041747	0,022278	0,080325
Total servikal hacim	0,000000	0,068102	0,017894	0,005827	0,021008
Total orta hacim	0,000243	0,482419	0,120215	0,038919	0,140323
Total apikal hacim	0,000000	0,208930	0,072644	0,022947	0,082738

Tablo 4.1b HÜÇG grubunda genişletme sonunda kökün farklı bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Bukkal servikal	0,000000	0,068038	0,010642	0,005622	0,020270
Bukkal orta	0,000000	0,305542	0,050647	0,026531	0,095658
Bukkal apikal	0,000000	0,102802	0,017548	0,008532	0,030764
Palatal servikal	0,000000	0,007980	0,000619	0,000613	0,002212
Palatal orta	0,000000	0,026552	0,004126	0,002095	0,007555
Palatal apikal	0,000000	0,140551	0,011027	0,010795	0,038921
Distal servikal	0,000000	0,037481	0,005680	0,003068	0,011061
Distal orta	0,000000	0,109345	0,046501	0,011074	0,039928
Distal apikal	0,000000	0,146781	0,022216	0,014121	0,050915
Mezial servikal	0,000000	0,007683	0,000953	0,000593	0,002137
Mezial orta	0,000000	0,158558	0,018941	0,012797	0,046142
Mezial apikal	0,000000	0,208930	0,021854	0,016421	0,059205

HÜÇG grubunda aktif kuvvet uygulama sürecini izleyen 24 hafta (6 ay) sonra çekimi yapılan üst birinci küçük azı dişlerinin kök yüzeyinde meydana gelen rezorpsiyonun ölçümüne ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Tablo 4.2a ve 4.2b'de verilmektedir.

Tablo 4.2a HÜÇG grubunda pekiştirme sonunda kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Total hacim	0,165006	0,583482	0,318687	0,039888	0,143820
Total bukkal hacim	0,013268	0,543091	0,122918	0,038995	0,140598
Total palatal hacim	0,000000	0,101097	0,017740	0,008158	0,029414
Total distal hacim	0,000967	0,176252	0,062792	0,013298	0,047946
Total mezial hacim	0,000000	0,425935	0,115238	0,035431	0,127747
Total servikal hacim	0,000679	0,220162	0,075622	0,018655	0,067261
Total orta hacim	0,028292	0,343608	0,138472	0,027999	0,100951
Total apikal hacim	0,028966	0,324629	0,104593	0,022098	0,079674

Tablo 4.2b HÜÇG grubunda pekiştirme sonunda kök yüzeyinin farklı bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Bukkal servikal	0,000000	0,090897	0,024218	0,008520	0,030718
Bukkal orta	0,000461	0,308917	0,049810	0,022895	0,082549
Bukkal apikal	0,001948	0,148025	0,048890	0,012902	0,046519
Palatal servikal	0,000000	0,005517	0,000790	0,000492	0,001774
Palatal orta	0,000000	0,052960	0,009054	0,004677	0,016863
Palatal apikal	0,000000	0,072290	0,007896	0,005479	0,019755
Distal servikal	0,000000	0,067815	0,017939	0,006064	0,021865
Distal orta	0,000000	0,057768	0,026292	0,005743	0,020707
Distal apikal	0,000000	0,132125	0,018561	0,010170	0,036669
Mezial servikal	0,000000	0,194661	0,032676	0,014570	0,052532
Mezial orta	0,000000	0,296125	0,053316	0,022515	0,081177
Mezial apikal	0,000000	0,304932	0,029246	0,023079	0,083214

Hızlı üst çene genişletmesi yapılan bireylerin oluşturduğu grupta, genişletme ve pekiştirme sonrasında köklerin farklı bölmelerinde ölçülen krater hacimlerinin grup içi karşılaştırılması sonucunda elde edilen istatistiksel bulgular tablo 4.3a ve 4.3b’de sunulmaktadır.

Değerlendirmeye katılan diş köklerinde mevcut total rezorpsiyon krater hacimleri aktif genişletmeyi takiben ortalama $0,210753 \text{ mm}^3$ iken pekiştirme sonrası ortalama $0,318687 \text{ mm}^3$ ’tür (Tablo 4.3a). Total rezorpsiyon krater hacminde genişletme sonuna göre pekiştirme sonunda izlenen $0,107934 \text{ mm}^3$ ’lük artış istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($P>0,05$). Kökün farklı yüzey ve bölgelerinde genişletme ve pekiştirme sonunda ölçülen total krater hacimleri bukkal, palatal ve distal yüzeyler ile apikal ve orta üçlüde anlamlı farklılıklar göstermemektedir ($P>0,05$). Ancak kökün servikal üçlüsünde ve meziyal yüzeyinde, genişletme ve pekiştirme sonunda ölçülen hacimsel verilerde sırasıyla $0,057728 \text{ mm}^3$ ve $0,073490 \text{ mm}^3$ olarak izlenen artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P\leq 0,05$).

Kökün farklı yüzeylerinin farklı bölgelerinde genişletme ve pekiştirme sonunda ölçülen rezorpsiyon krater hacimleri arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda göze çarpan tek önemli farklılık meziyal yüzeyin servikal üçlüsündedir (Tablo 4.3b). Meziyal yüzeyin servikal üçlüsünde genişletme sonrası $0,000953 \text{ mm}^3$ olarak ölçülen rezorpsiyon krater hacimleri pekiştirme sonrasında $0,032676 \text{ mm}^3$ olarak ölçülmektedir. Değerler arasında meydana gelen $0,031723 \text{ mm}^3$ rezorpsiyon hacim artışının istatistiksel olarak çok önemli olduğu izlenmektedir ($P\leq 0,01$).

HÜÇG grubunda genişletme ve pekiştirme sonrası ölçülen kök rezorpsiyon değerlerinin farklı yüzey ve bölgeler arasında grup içi karşılaştırılmasına ilişkin bulgular Tablo 4.4a ve 4.4b’de aktarılmaktadır. Kökün farklı yüzeylerinde (bukkal, palatal, distal ve meziyal) ölçülen total krater hacimleri arasında genişletme sonunda fark yokken, pekiştirme sonunda istatistiksel olarak anlamlı tek farklılığa bukkal yüzeyde palatal yüzeye göre daha fazla ölçülen total rezorpsiyon krater hacimleri arasında rastlanmaktadır ($P\leq 0,00833$). Benzer karşılaştırma farklı bölgeler (servikal, orta ve apikal) için yapıldığında genişletme sonunda orta bölgede servikal bölgeden neredeyse 7 kat fazla ölçülen krater hacimleri arasındaki fark çok önemli bulunmaktadır ($P\leq 0,00333$). Apikal bölgede servikal bölgenin 4 katı büyüklüğünde ölçülen krater hacimleri de istatistiksel olarak önemlidir ($P\leq 0,0166$). Pekiştirme sonunda ise bölgeler arasında fark olmadığı izlenmektedir.

Tablo 4.3a HÜÇG grubunda kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin genişletme (gen) ve pekiştirme (pek) sonunda karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG_Gen		HÜÇG_Pek		Fark		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	
Total hacim	0,210753	0,206229	0,318687	0,143820	0,107934	0,236061	0,087
Total bukkal hacim	0,078845	0,139662	0,122918	0,140598	0,044073	0,205563	0,221
Total palatal hacim	0,015772	0,045615	0,017740	0,029414	0,001968	0,057969	0,241
Total distal hacim	0,074397	0,082675	0,062792	0,047946	-0,011606	0,074351	0,507
Total mezial hacim	0,041747	0,080325	0,115238	0,127747	0,073490	0,115921	0,023*
Total servikal hacim	0,017894	0,021008	0,075622	0,067261	0,057728	0,075794	0,039*
Total orta hacim	0,120215	0,140323	0,138472	0,100951	0,018258	0,173558	0,552
Total apikal hacim	0,072644	0,082738	0,104593	0,079674	0,031949	0,096298	0,196

*P<0,05

Tablo 4.3b HÜÇG grubunda kök yüzeylerinin farklı bölgelerinde ölçülen total krater hacimlerinin genişletme ve pekiştirme sonunda karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG_Gen		HÜÇG_Pek		Fark		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	
Bukkal servikal	0,010642	0,020270	0,024218	0,030718	0,013576	0,040025	0,213
Bukkal orta	0,050647	0,095658	0,049810	0,082549	-0,000837	0,132369	0,600
Bukkal apikal	0,017548	0,030764	0,048890	0,046519	0,031342	0,059924	0,055
Palatal servikal	0,000619	0,002212	0,000790	0,001774	0,000171	0,001985	0,465
Palatal orta	0,004126	0,007555	0,009054	0,016863	0,004928	0,019501	0,678
Palatal apikal	0,011027	0,038921	0,007896	0,019755	-0,003131	0,045727	0,327
Distal servikal	0,005680	0,011061	0,017939	0,021865	0,012258	0,022796	0,091
Distal orta	0,046501	0,039928	0,026292	0,020707	-0,020209	0,039192	0,084
Distal apikal	0,022216	0,050915	0,018561	0,036669	-0,003654	0,060580	0,866
Mezial servikal	0,000953	0,002137	0,032676	0,052532	0,031723	0,053102	0,008**
Mezial orta	0,018941	0,046142	0,053316	0,081177	0,034375	0,084046	0,084
Mezial apikal	0,021854	0,059205	0,029246	0,083214	0,007392	0,087766	0,286

**P<0,01

Tablo 4.4a HÜÇG grubunda genişletme ve pekiştirme sonunda ölçülen kök rezorpsiyon değerlerinin farklı yüzeyler arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular (n=13)

Grup	Yüzey	Ort.	SS	P
HÜÇG_Gen	total_bukkal	0,078845	0,158512	0,071
	total_palatal	0,015772	0,030047	
	total_distal	0,074397	0,097873	
	total_meziyal	0,041747	0,023044	
HÜÇG_Pek	total_bukkal	0,122918	0,140598	0,006**
	total_palatal	0,017740	0,029414	
	total_distal	0,062792	0,047946	
	total_meziyal	0,115238	0,127747	

**P<0,01

HÜÇG_Pek

	total_palatal	total_distal	total_meziyal
total_bukkal	0,002365577*	0,278707383	0,916511908
total_palatal		0,039243276	0,018602930
total_distal			0,221330083
total_meziyal			

* P<0,00833 **P<0,00166 ***P<0,000166

Tablo 4.4b HÜÇG grubunda genişletme ve pekiştirme sonunda ölçülen kök rezorpsiyon değerlerinin farklı bölgeler arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular (n=13)

Grup	Yüzey	Ort.	SS	P
HÜÇG_Gen	total_cervical	0,017894	0,021008	0,001***
	total_middle	0,120215	0,140323	
	total_apical	0,072644	0,082738	
HÜÇG_Pek	total_cervical	0,075622	0,067261	0,584
	total_middle	0,138472	0,100951	
	total_apical	0,104593	0,079674	

***P<0,001

HÜÇG_Gen

	total_orta	total_apikal
total_servikal	0,001871433**	0,007645762*
total_orta		0,221330083

*P<0,0166 **P<0,00333 *** P<0,000333

4.1.2 YÜÇG Grubunda Kök Rezorpsiyon Bulguları

Her çeyrek tur aktivasyonu ile 0,22 mm genişleme sağlayan hyrax vidalarının kullanıldığı YÜÇG grubunda vida gün aşırı bir çeyrek tur aktive edildi. 13 bireyde uygulanan bu prosedür toplamda 40 çeyrek tur vida aktivasyonu tamamlanana kadar devam etti. Bu süreci takiben bireylerin üst çenelerinden tek taraflı çekilen 13 adet birinci küçük azı dişte ölçülen kök rezorpsiyonu krater hacimleri tablo 4.5a ve 4.5b’de ayrıntıları ile birlikte sunulmaktadır.

Tablo 4.5a YÜÇG grubunda genişletme sonunda kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Total hacim	0,166696	0,895745	0,431581	0,063807	0,230061
Total bukkal hacim	0,071735	0,571006	0,278064	0,043963	0,158512
Total palatal hacim	0,000000	0,091725	0,023612	0,008333	0,030047
Total distal hacim	0,000000	0,282906	0,113224	0,027145	0,097873
Total mezial hacim	0,000000	0,083080	0,016681	0,006391	0,023044
Total servikal hacim	0,000000	0,502775	0,104001	0,037579	0,135494
Total orta hacim	0,029709	0,577668	0,223612	0,044662	0,161030
Total apikal hacim	0,000689	0,452016	0,103968	0,031903	0,115026

Tablo 4.5b YÜÇG grubunda genişletme sonunda kök yüzeyinin farklı bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Bukkal servikal	0,000000	0,254366	0,044421	0,020762	0,074858
Bukkal orta	0,029709	0,312204	0,152711	0,027323	0,098515
Bukkal apikal	0,000689	0,332773	0,080932	0,025275	0,091132
Palatal servikal	0,000000	0,017239	0,002677	0,001591	0,005737
Palatal orta	0,000000	0,059512	0,008765	0,004667	0,016828
Palatal apikal	0,000000	0,082659	0,012170	0,006784	0,024460
Distal servikal	0,000000	0,231170	0,051320	0,018612	0,067107
Distal orta	0,000000	0,209381	0,058290	0,020752	0,074821
Distal apikal	0,000000	0,020089	0,003614	0,001919	0,006918
Mezial servikal	0,000000	0,041877	0,005583	0,003491	0,012585
Mezial orta	0,000000	0,044866	0,003845	0,003426	0,012352
Mezial apikal	0,000000	0,036584	0,007253	0,003011	0,010856

YÜÇĞ grubunda 24 hafta boyunca başlangıçta genişletme amacı ile kullanılan apanyin ağızda pasif olarak bırakıldığı pekiştirme dönemi aktif genişletme dönemini takip etti. Bu dönem sonrasında bireylerin üst çenelerinde yer alan diğer birinci küçük azıların çekilmesi ile elde edilen 13 adet dişin kök yüzeylerinde ölçülen rezorpsiyonların hacimsel değerleri tablo 4.6a ve 4.6b’de yansıtılmaktadır.

Tablo 4.6a YÜÇĞ grubunda pekiştirme sonunda kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SE	SD
Total hacim	0,082486	0,569945	0,234821	0,038587	0,139128
Total bukkal hacim	0,008059	0,343261	0,101843	0,028115	0,101371
Total palatal hacim	0,000000	0,099367	0,021795	0,009808	0,035363
Total distal hacim	0,000000	0,277711	0,041640	0,020960	0,075574
Total mezial hacim	0,000000	0,217654	0,069544	0,019136	0,068995
Total servikal hacim	0,000426	0,350061	0,096037	0,025602	0,092311
Total orta hacim	0,005011	0,213619	0,084218	0,017740	0,063963
Total apikal hacim	0,013779	0,139188	0,054566	0,011000	0,039661

Tablo 4.6b YÜÇĞ grubunda pekiştirme sonunda kök yüzeyinin farklı bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin minimum (min), maksimum (maks), ortalama (ort), standart hata (SH) ve standart sapma (SS) değerleri (n=13)

	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Bukkal servikal	0,000000	0,154270	0,029986	0,012415	0,044763
Bukkal orta	0,001522	0,155896	0,036971	0,012290	0,044311
Bukkal apikal	0,000000	0,117364	0,034887	0,010407	0,037522
Palatal servikal	0,000000	0,041144	0,003206	0,003162	0,011400
Palatal orta	0,000000	0,051364	0,007119	0,004368	0,015749
Palatal apikal	0,000000	0,069658	0,011470	0,006026	0,021728
Distal servikal	0,000000	0,262698	0,032026	0,020008	0,072140
Distal orta	0,000000	0,052355	0,007846	0,004081	0,014713
Distal apikal	0,000000	0,015712	0,001767	0,001231	0,004440
Mezial servikal	0,000000	0,150340	0,030819	0,013018	0,046937
Mezial orta	0,000000	0,197421	0,032283	0,016021	0,057766
Mezial apikal	0,000000	0,022220	0,006408	0,002052	0,007399

Yavaş üst çene genişletmesi uygulanan grupta genişletme ve pekiştirme sonrasında ölçülen rezorpsiyon krater hacimlerinin grup içi karşılaştırmalarına ilişkin bulgular Tablo 4.7a ve 4.7b’de yer almaktadır.

Yavaş üst çene genişletme işlemini takiben elde edilen 13 örnek dişte ölçülen ortalama total krater hacmi $0,431581 \text{ mm}^3$ iken 24 hafta pekiştirme süreci sonunda elde edilen 13 örnek dişte bu sayı $0,230061 \text{ mm}^3$ olarak izlenmektedir. İlk veriden ikincisine hesaplanan $0,196760 \text{ mm}^3$ ’lük sayısal azalış istatistiksel olarak önemli bir değişimdir ($P \leq 0,05$). Kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimleri farklı yüzeyler (bukkal, palatal, distal ve mezial) açısından değerlendirildiğinde sadece palatal yüzeyde değişimler önemli bulunmamıştır. Tablo 4.7a’da detayları ile görüldüğü üzere distal yüzeyde ölçülen $0,0715840 \text{ mm}^3$ ’lük azalma önemli kabul edildiğinde ($P \leq 0,05$), bukkal yüzeyde ölçülen $0,1762210 \text{ mm}^3$ ’lük azalma ve mezial yüzeyde ölçülen $0,052863 \text{ mm}^3$ değerinde artış çok önemli kabul edilmektedir ($P \leq 0,01$). Kökün farklı bölgeleri için (servikal, orta ve apikal) total rezorpsiyon krater hacimlerine bakıldığında, genişletme sonunda $0,223612 \text{ mm}^3$ iken pekiştirme sonunda $0,063963 \text{ mm}^3$ ölçülen total orta bölge hacimleri arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemlidir ($P \leq 0,01$).

YÜÇG grubuna ait verilerin, kökün farklı yüzeylerinin farklı bölgeleri için genişletme ve pekiştirme sonunda karşılaştırmaları tablo 4.7b’de aktarıldığı gibi ayrıntılı bir biçimde yapılmaktadır. Bu karşılaştırmalar sonucunda bukkal orta üçlüde ölçülen $0,115740 \text{ mm}^3$ azalma istatistiksel olarak çok önemli iken ($P \leq 0,01$), bukkal apikal üçlüde $0,046045 \text{ mm}^3$ ve distal orta üçlüde ise $0,050444 \text{ mm}^3$ değerinde azalmalar önemlidir ($P \leq 0,05$).

YÜÇG grubunda genişletme ve pekiştirme sonrası ölçülen kök rezorpsiyon değerlerinin farklı yüzey ve bölgeler arasında grup içi karşılaştırılmasına ilişkin bulgular Tablo 4.8a ve 4.8b’de aktarılmaktadır. Tablo 4.8a’dan anlaşılacağı üzere genişletme ve pekiştirme dönemleri sonunda farklı yüzeylerde ölçülen krater hacimleri arasında anlamlı farklılıklar mevcuttur. Özellikle bukkal yüzeyde palatal ve mezial yüzeyden oldukça fazla ölçülen total krater hacmi istatistiksel olarak çok önemli kabul edilirken ($P \leq 0,00166$), bukkal yüzeyin distal yüzeyden neredeyse iki kat büyük olması önemli bulunmaktadır ($P \leq 0,00833$). YÜÇG grubunda farklı bölgeler benzer açıdan karşılaştırıldığında genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlerde fark olmadığı tablo 4.8b’de görülmektedir.

Tablo 4.7a YÜÇĞ grubunda kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin genişletme ve pekiştirme sonunda karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	YÜÇĞ_Gen		YÜÇĞ_Pek		Fark		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	
Total hacim	0,431581	0,230061	0,234821	0,139128	-0,196760	0,253733	0,019*
Total bukkal hacim	0,278064	0,158512	0,101843	0,101371	-0,176221	0,144988	0,002**
Total palatal hacim	0,023612	0,030047	0,021795	0,035363	-0,001818	0,040780	0,754
Total distal hacim	0,113224	0,097873	0,041640	0,075574	-0,071584	0,131734	0,028*
Total mezial hacim	0,016681	0,023044	0,069544	0,068995	0,052863	0,065285	0,005**
Total servikal hacim	0,104001	0,135494	0,096037	0,092311	-0,007964	0,178440	0,972
Total orta hacim	0,223612	0,161030	0,084218	0,063963	-0,139394	0,168356	0,006**
Total apikal hacim	0,103968	0,115026	0,054566	0,039661	-0,049402	0,101409	0,101

*P<0,05, **P<0,01

Tablo 4.7b YÜÇĞ grubunda kökün farklı yüzeylerinde ve bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin genişletme ve pekiştirme sonunda karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	YÜÇĞ_Gen		YÜÇĞ_Pek		Fark		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	
Bukkal servikal	0,044421	0,074858	0,029986	0,044763	-0,014436	0,073184	0,695
Bukkal orta	0,152711	0,098515	0,036971	0,044311	-0,115740	0,097038	0,004**
Bukkal apikal	0,080932	0,091132	0,034887	0,037522	-0,046045	0,078255	0,046*
Palatal servikal	0,002677	0,005737	0,003206	0,011400	0,000529	0,009585	0,893
Palatal orta	0,008765	0,016828	0,007119	0,015749	-0,001647	0,024219	0,779
Palatal apikal	0,012170	0,024460	0,011470	0,021728	-0,000700	0,031325	0,646
Distal servikal	0,051320	0,067107	0,032026	0,072140	-0,019293	0,106814	0,116
Distal orta	0,058290	0,074821	0,007846	0,014713	-0,050444	0,078132	0,021*
Distal apikal	0,003614	0,006918	0,001767	0,004440	-0,001847	0,008179	0,398
Mezial servikal	0,005583	0,012585	0,030819	0,046937	0,025236	0,049353	0,066
Mezial orta	0,003845	0,012352	0,032283	0,057766	0,028437	0,060629	0,034*
Mezial apikal	0,007253	0,010856	0,006408	0,007399	-0,000845	0,007056	0,790

*P<0,05, **P<0,01

Tablo 4.8a YÜÇG grubunda genişletme ve pekiştirme sonu kökün farklı yüzeylerinde ölçülen rezorpsiyon hacimlerinin kendi içlerinde karşılaştırılmasına ilişkin bulgular (n=13)

Grup	Yüzey	Ort.	SS	P
YÜÇG_Gen	total_bukkal	0,278064	0,158512	0,000***
	total_palatal	0,023612	0,030047	
	total_distal	0,113224	0,097873	
	total_mezial	0,016681	0,023044	
YÜÇG_Pek	total_bukkal	0,101843	0,101371	0,006***
	total_palatal	0,021795	0,035363	
	total_distal	0,041640	0,075574	
	total_mezial	0,069544	0,068995	

***P≤0,001

YÜÇG_Gen

	total_palatal	total_distal	total_mezial
total_bukkal	0,001473781**	0,004640434*	0,001473781**
total_palatal		0,019223439	0,463071015
total_distal			0,010746783

* P≤0,00833 **P≤0,00166 ***P≤0,000166

YÜÇG_Pek

	total_palatal	total_distal	total_mezial
total_bukkal	0,0231298025	0,0131036141	0,5067455282
total_palatal		0,1729549180	0,1005251728
total_distal			0,1519561857

* P≤0,00833 **P≤0,00166 ***P≤0,000166

Tablo 4.8b YÜÇG grubunda genişletme ve pekiştirme sonu kökün farklı bölgelerinde ölçülen rezorpsiyon hacimlerinin kendi içlerinde karşılaştırılmasına ilişkin bulgular (n=13)

Grup	Yüzey	Ort.	SS	P
YÜÇG_Gen	total_servikal	0,104001	0,135494	0,116
	total_orta	0,223612	0,161030	
	total_apikal	0,103968	0,115026	
YÜÇG_Pek	total_servikal	0,096037	0,092311	0,125
	total_orta	0,084218	0,063963	
	total_apikal	0,054566	0,039661	

4.3 HÜÇG ve YÜÇG Gruplarının Gruplar Arası Kök Yüzeyi Karşılaştırmaları

4.3.1 Genişletme Sonrasında Karşılaştırmalar

Aynı aparey dizaynının farklı aktivasyon sıklığı ile uygulanması sonucu oluşturulan HÜÇG ve YÜÇG gruplarına ait gruplar arası karşılaştırmaları genişletme sonrasında sunan veriler tablo 4.9a ve 4.9b’de yer almaktadır.

Genişletme sonrası ölçülen krater hacimleri totalde karşılaştırıldığında HÜÇG grubunda $0,210753 \text{ mm}^3$ olan değer YÜÇG grubu için $0,431581 \text{ mm}^3$ olduğu görülmektedir (Tablo 4.9a). İki grup arasında mm^3 cinsinden ölçülen bu farklı sayısal veriler istatistiksel olarak ta önem arz etmektedir ($P \leq 0,05$). Köklerin farklı yüzeylerinde ve bölgelerinde ölçülen total hacimler düzeyine inildiğinde ise özellikle bukkal bölgede HÜÇG grubunda ölçülen $0,078845 \text{ mm}^3$ ile YÜÇG grubunda ölçülen $0,278064 \text{ mm}^3$ değerler arasındaki fark oldukça önemli kabul edilmektedir ($P \leq 0,001$). Servikal üçlüde HÜÇG sonrasında $0,017894 \text{ mm}^3$ olan total rezorpsiyonu krater hacim değeri, YÜÇG sonrasında $0,104001 \text{ mm}^3$ olacak şekilde artmıştır. Benzer biçimde bir artış ta HÜÇG sonrasında $0,120215 \text{ mm}^3$ iken YÜÇG sonrasında $0,223612 \text{ mm}^3$ ölçülen orta üçlü total rezorpsiyonu krater hacminde izlenmektedir. Bu artışların istatistiksel olarak önemli olduğu da belirtilmelidir ($P \leq 0,05$). Palatal, distal ve mezial yüzeyler ile apikal üçlüde sıklıkla artış olarak öne çıkan total krater hacim verilerindeki farklar ise önemli değildir ($P > 0,05$).

Bukkal, palatal, distal ve mezial kök yüzeylerinin her biri servikal, orta ve apikal üçlü olarak alt bölmelere ayrıldığında bukkal-orta ve bukkal-apikal bölgede ölçülen farklı değerlerin gruplar arası karşılaştırmada çok önemli olduğu görülmektedir ($P \leq 0,01$) (Tablo 4.9b). Benzer şekilde distal-servikal bölgede iki grup için ölçülen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). Yukarıda anlatıldığı haliyle oluşturulan alt bölmelerin diğerleri için gruplar arasında var olan farklar önemli değildir ($P > 0,05$).

Tablo 4.9a HÜÇG ve YÜÇG gruplarının kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin genişletme sonunda karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG_Gen		YÜÇG_Gen		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
Total hacim	0,210753	0,206229	0,431581	0,230061	0,017*
Total bukkal hacim	0,078845	0,139662	0,278064	0,158512	0,001***
Total palatal hacim	0,015772	0,045615	0,023612	0,030047	0,324
Total distal hacim	0,074397	0,082675	0,113224	0,097873	0,488
Total mezial hacim	0,041747	0,080325	0,016681	0,023044	0,472
Total servikal hacim	0,017894	0,021008	0,104001	0,135494	0,031*
Total orta hacim	0,120215	0,140323	0,223612	0,161030	0,026*
Total apikal hacim	0,072644	0,082738	0,103968	0,115026	0,317

*P≤0,05, ***P≤0,001

Tablo 4.9b HÜÇG ve YÜÇG gruplarının kökün farklı yüzeylerinde ve bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin genişletme sonunda karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG_Gen		YÜÇG_Gen		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
Bukkal servikal	0,010642	0,020270	0,044421	0,074858	0,081
Bukkal orta	0,050647	0,095658	0,152711	0,098515	0,002**
Bukkal apikal	0,017548	0,030764	0,080932	0,091132	0,003**
Palatal servikal	0,000619	0,002212	0,002677	0,005737	0,526
Palatal orta	0,004126	0,007555	0,008765	0,016828	0,842
Palatal apikal	0,011027	0,038921	0,012170	0,024460	0,441
Distal servikal	0,005680	0,011061	0,051320	0,067107	0,025*
Distal orta	0,046501	0,039928	0,058290	0,074821	0,700
Distal apikal	0,022216	0,050915	0,003614	0,006918	0,900
Mezial servikal	0,000953	0,002137	0,005583	0,012585	0,526
Mezial orta	0,018941	0,046142	0,003845	0,012352	0,928
Mezial apikal	0,021854	0,059205	0,007253	0,010856	0,418

*P≤0,05, **P≤0,01

4.3.2 Pekiştirme Sonrasında Karşılaştırmalar

HÜÇG ve YÜÇG gruplarının pekiştirme sonrasında kök rezorpsiyonu açısından karşılaştırmaları tablo 4.10a ve 4.10b'de sunulmaktadır.

Pekiştirme sonrasında kök rezorpsiyonu krater hacimlerinin totalde ölçülen değerleri HÜÇG grubu için $0,318687 \text{ mm}^3$, YÜÇG grubu için $0,234821 \text{ mm}^3$ 'tür. Her iki grup arasında bu değerler açısından yapılan karşılaştırma istatistiksel olarak önemli değildir ($P \geq 0,05$). Total krater hacimlerine farklı yüzey ve bölgeler düzeyinde bakılacak olursa istatistiksel olarak önemli farklara distal yüzey ve apikal üçlüde rastlanacaktır ($P \leq 0,05$). HÜÇG ve YÜÇG gruplarında kök yüzeyinin distalinde ölçülen krater hacimleri sırası ile $0,062792 \text{ mm}^3$ ve $0,041640 \text{ mm}^3$ iken apikal üçlüde ölçülen total krater hacimleri yine sırasıyla $0,104593 \text{ mm}^3$ ve $0,054566 \text{ mm}^3$ 'tür. İstatistiksel olarak önem ifade eden bu değerler HÜÇG grubunda ölçülen total krater hacimlerinin YÜÇG grubuna nazaran daha fazla olduğunu göstermektedir. Kökün diğer yüzey ve bölgeleri için iki grup arasında mevcut olan total krater hacim farkları ise anlamlı bulunmamaktadır ($P > 0,05$).

İki grup arasında pekiştirme sonrasında ölçülen krater hacim değerlerine tüm kök yüzeylerinin farklı bölgelerinde göz gezdirilecek olursa anlamlı farklara sadece distal-orta üçlüde rastlanacaktır ($P \leq 0,05$). Kökün bu kısmı için HÜÇG grubunda $0,026292 \text{ mm}^3$ olan bu değer YÜÇG grubu için $0,007846 \text{ mm}^3$ olarak ölçülmektedir. Bu verilerde göze çarpan fark, YÜÇG grubunda pekiştirme sonrasında krater hacminin daha az olduğunu işaret etmektedir. Kök yüzeylerinin farklı bölgelerine ait verilere ayrıntıları ile yer veren tablo 4.10b'den anlaşılacağı üzere diğer kök bölmelerinde mevcut olan farklar önemli değildir ($P > 0,05$).

Tablo 4.10a HÜÇG ve YÜÇG gruplarının kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin pekiştirme sonunda karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG_Pek		YÜÇG_Pek		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
Total hacim	0,318687	0,143820	0,234821	0,139128	0,106
Total bukkal hacim	0,122918	0,140598	0,101843	0,101371	0,778
Total palatal hacim	0,017740	0,029414	0,021795	0,035363	0,897
Total distal hacim	0,062792	0,047946	0,041640	0,075574	0,033*
Total mezial hacim	0,115238	0,127747	0,069544	0,068995	0,538
Total servikal hacim	0,075622	0,067261	0,096037	0,092311	0,701
Total orta hacim	0,138472	0,100951	0,084218	0,063963	0,158
Total apikal hacim	0,104593	0,079674	0,054566	0,039661	0,048*

* P≤0,05

Tablo 4.10b. HÜÇG ve YÜÇG gruplarının kökün farklı yüzeylerinde ve bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin pekiştirme sonrasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG_Pek		YÜÇG_Pek		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
Bukkal servikal	0,024218	0,030718	0,029986	0,044763	0,979
Bukkal orta	0,049810	0,082549	0,036971	0,044311	0,858
Bukkal apikal	0,048890	0,046519	0,034887	0,037522	0,343
Palatal servikal	0,000790	0,001774	0,003206	0,011400	0,622
Palatal orta	0,009054	0,016863	0,007119	0,015749	0,889
Palatal apikal	0,007896	0,019755	0,011470	0,021728	0,373
Distal servikal	0,017939	0,021865	0,032026	0,072140	0,857
Distal orta	0,026292	0,020707	0,007846	0,014713	0,032*
Distal apikal	0,018561	0,036669	0,001767	0,004440	0,266
Mezial servikal	0,032676	0,052532	0,030819	0,046937	0,716
Mezial orta	0,053316	0,081177	0,032283	0,057766	0,227
Mezial apikal	0,029246	0,083214	0,006408	0,007399	0,979

* P≤0,05

4.3.3 Genişletmeden Pekiştirmeye Kök Yüzeyinde İzlenen Değişimlerin Karşılaştırılması

HÇG ve YÇG olarak adlandırılan her iki grup için genişletme sonrasında çekilen dişler üzerinden elde edilen krater hacim verileri ile pekiştirme sonrasında çekilen dişlere ait krater hacim verileri arasında farklar mevcuttur. Bu farklar aktif kuvvet uygulanmadan geçen 24 hafta süreli pasif pekiştirme sürecinde kök yüzeylerinde oluşan değişimi, tamir dokusu veya devam eden kök rezorpsiyonu ile açıklamaya olanak sunmaktadır. İki grubu bu açıdan karşılaştırmak amacı ile yapılmış olan istatistiklere ait veriler tablo 4.11a ve 4.11b'de göz önüne serilmektedir.

Kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacminin pekiştirme sonrası değerinden genişletme sonrası değeri çıkarıldığında elde edilen fark HÇG grubu için $0,107934 \text{ mm}^3$, YÇG için $-0,196760 \text{ mm}^3$ şeklindedir. Bu fark istatistiksel olarak çok önemlidir ($P \leq 0,01$). Bukkal, palatal, distal ve mezial yüzeylerde genişletme sonrası ve pekiştirme sonrası ölçülen total krater hacim farklarına her iki grubu karşılaştırmak amacıyla bakıldığında distal yüzeyde hesaplanan fark önemli bulunurken ($P \leq 0,05$), bukkal yüzeyde hesaplanan fark oldukça önemli bulunmaktadır ($P \leq 0,001$). Servikal, orta ve apikal ulde bu açıdan hesaplanan total krater hacim farkları içerisinde servikal ul hariç, farklar önemlidir ($P \leq 0,05$). Gerek kökün totalinde gerekse bahsi geçen yüzey ve bölgelerinin totalinde hesaplanan pekiştirme ve genişletme sonrası hacim farkları, pekiştirme sürecinde YÇG grubunda tamir mekanizmalarının ağır bastığını HÇG grubunda ise az da olsa kök rezorpsiyonunun devam ettiğini kanıtlamaktadır.

Aynı değerlendirme tüm kök yüzeylerinin farklı bölgelerinde yapıldığında distal-servikal bölgede izlenen farklar istatistiksel olarak önemli kabul edildiğinde ($P \leq 0,05$), bukkal-orta ve bukkal-apikal bölgelerde karşılaşılan farkların çok önemli olduğu ifade edilmelidir ($P \leq 0,01$).

Tablo 4.11a HÜÇG ve YÜÇG gruplarında kök yüzeylerinde ölçülen total krater hacimlerinin genişletme sonrası ve pekiştirme sonrası farklarının karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG(Fark)		YÜÇG(Fark)		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
Fark total hacim	0,107934	0,236061	-0,196760	0,253733	0,006**
Fark total bukkal hacim	0,044073	0,205563	-0,176221	0,144988	0,001***
Fark total palatal hacim	0,001968	0,057969	-0,001818	0,040780	0,383
Fark total distal hacim	-0,011606	0,074351	-0,071584	0,131734	0,029*
Fark total meziyal hacim	0,073490	0,115921	0,052863	0,065285	0,457
Fark total servikal hacim	0,057728	0,075794	-0,007964	0,178440	0,106
Fark total orta hacim	0,018258	0,173558	-0,139394	0,168356	0,033*
Fark total apikal hacim	0,031949	0,096298	-0,049402	0,101409	0,038*

*P≤0,05, **P≤0,01, ***P≤0,001

Tablo 4.11b HÜÇG ve YÜÇG gruplarında kökün farklı yüzeylerinde ve bölgelerinde ölçülen krater hacimlerinin genişletme sonrası pekiştirme sonrası farklarının karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	HÜÇG(Fark)		YÜÇG(Fark)		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
Fark bukkal servikal	0,013576	0,040025	-0,014436	0,073184	0,209
Fark bukkal orta	-0,000837	0,132369	-0,115740	0,097038	0,007**
Fark bukkal apikal	0,031342	0,059924	-0,046045	0,078255	0,008**
Fark palatal servikal	0,000171	0,001985	0,000529	0,009585	0,695
Fark palatal orta	0,004928	0,019501	-0,001647	0,024219	0,619
Fark palatal apikal	-0,003131	0,045727	-0,000700	0,031325	1,000
Fark distal servikal	0,012258	0,022796	-0,019293	0,106814	0,015*
Fark distal orta	-0,020209	0,039192	-0,050444	0,078132	0,626
Fark distal apikal	-0,003654	0,060580	-0,001847	0,008179	0,608
Fark meziyal servikal	0,031723	0,053102	0,025236	0,049353	0,519
Fark meziyal orta	0,034375	0,084046	0,028437	0,060629	0,918
Fark meziyal apikal	0,007392	0,087766	-0,000845	0,007056	0,292

*P≤0,05, **P≤0,01

4.4 Lateral Sefalometrik Bulgular

4.4.1 HÜÇG Grubu için Grup İçi Karşılaştırmalar

HÜÇG grubunu oluşturan bireylerden tedavi başlangıcında, genişletmeyi takiben ve 24 hafta süreli pekiştirme periyodu sonunda alınan lateral sefalometrik radyografilere ait istatistiksel veriler tablo 4.12a'da, verilerin grup içi karşılaştırmaları ise tablo 4.12b'de sunulmaktadır.

Arka grup dişleri kaplayan ve kapanışı açan apareyin tedavi başından pekiştirme sonuna kadar ağız içinde yer alması, alt çeneyi ilgilendiren sefalometrik verileri etkilemektedir. Bu nedenle genişletme sonrası alt çene ile ilgili parametreler değerlendirme kapsamına alınmamıştır. Bu veriler tablo 4.12b'de detaylı olarak izlenebilmektedir.

Tedavi başı (T1) ve genişletme sonu (T2) dönemlerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı tek değişim N-ANS mesafesinde artış olarak göze çarpmaktadır ($P \leq 0,016$). Genişletme sonu (T2) ve pekiştirme sonu (T3) dönemleri karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak değerlendirmeye katılan sefalometrik verilere ait değişimlerin önemli olmadığı görülmektedir ($P > 0,016$).

Karşılaştırmalar T1-T3 dönemleri için yapıldığında maksiller iskeletsel ölçümlerden, SNA açısı ve maksiller derinlikte ölçülen artışlar istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,016$). Konveksite deki artış ise çok önemli kabul edilebilir ($P \leq 0,0033$). Vertikal iskeletsel ölçümlerde, S_Go ve ANS_Me mesafelerinde ölçülen artışlar önemli iken ($P \leq 0,016$), N_Me mesafesinde ölçülen artış çok önemlidir ($P \leq 0,0033$). Maksiller dentoalveolar ölçümlerde U1_SN ve U1_ANS-PNS açılarında azalmalar ile U1_NA mesafesinde azalma önemli iken ($P \leq 0,016$), U1_NA açısında azalma çok önemlidir ($P \leq 0,0033$).

Mandibular iskeletsel, mandibular dentoalveolar, interdental ve yumuşak doku ölçümlerinin dönem içi karşılaştırmalarında ise anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır ($P > 0,016$).

Tablo 4. 12a HÜÇĞ grubun tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlere ait lateral sefalometri ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

	Tedavi başı (T1)					Genişletme sonu (T2)					Pekiştirme sonu (T3)				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	aks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller iskeletsel ölçümler															
S_N	63,50	77,00	70,63	1,20	4,15	63,50	76,00	70,46	1,14	3,95	63,50	76,00	70,58	1,14	3,95
SNA	66,50	79,00	74,46	1,06	3,66	68,00	81,00	75,13	1,05	3,63	68,00	80,00	75,13	0,99	3,42
Mak_derin	79,00	91,50	86,83	1,12	3,89	82,00	92,00	88,00	0,89	3,07	82,50	92,50	88,25	2,96	2,93
FH_N-A	-12,00	1,00	-2,88	1,02	3,53	-9,00	1,00	-2,38	0,90	3,13	-8,00	1,00	-2,17	0,85	2,95
VRL-A	41,00	60,00	53,96	1,58	5,47	43,00	61,00	54,04	1,43	4,97	43,00	61,00	54,33	1,51	5,22
Konveksite	-3,50	6,00	2,00	0,87	3,02	-3,00	10,00	4,75	1,02	3,55	-3,50	7,00	3,17	0,97	3,37
SN_ANS-PNS	0,00	16,50	9,46	1,22	4,23	1,00	16,00	9,13	1,15	4,00	3,00	15,50	9,17	1,04	3,61
Mandibular iskeletsel ölçümler															
SNB	65,00	76,00	71,13	1,17	4,05	64,00	75,00	69,75	1,18	4,09	64,00	76,00	70,83	1,16	4,02
Y_Axis	57,00	67,00	61,79	0,99	3,43	59,00	71,00	64,33	1,02	3,52	57,00	70,00	62,54	1,10	3,81
SN_GoGn	30,00	46,00	39,92	1,63	5,64	34,00	50,00	43,17	1,81	6,26	33,00	49,00	41,25	1,72	5,97
FH_N-Pg	-22,50	1,00	-9,25	1,88	6,52	-26,00	-3,00	-13,13	1,80	6,23	-25,00	1,00	-10,38	2,00	6,92
VRL_B	26,00	49,50	36,79	2,24	7,76	21,00	46,50	32,38	2,51	8,68	25,50	49,00	35,79	2,41	8,34
VRL_Pg	25,00	50,00	36,00	2,34	8,10	20,00	47,00	31,42	2,57	8,92	25,50	50,00	35,04	2,54	8,80
Vertikal iskeletsel ölçümler															
S_Go	65,00	86,00	73,83	1,59	5,49	66,00	86,00	74,38	1,51	5,24	68,00	88,00	75,25	1,60	5,53
N_Me	113,00	132,00	123,29	1,63	5,64	117,00	139,00	127,79	1,82	6,30	116,00	138,00	126,13	1,72	5,97
N_ANS	50,00	61,00	54,88	1,02	3,53	52,00	64,00	55,96	1,17	4,04	49,00	62,50	55,79	1,08	3,75
ANS_Me	60,00	81,00	70,46	1,65	5,72	63,00	85,00	74,58	1,73	5,99	62,00	83,00	72,79	1,74	6,03

Tablo 4. 12a (Devam) HÜÇG grubun tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlere ait lateral sefalometri ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

	Tedavi başı (T1)					Genişletme sonu (T2)					Pekiştirme sonu (T3)				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller dentoalveolar ölçümler															
U1_SN	92,00	113,00	100,92	1,63	5,65	89,00	112,00	100,21	1,72	5,95	91,00	108,50	98,71	1,57	5,45
U1_NA_dg	16,50	37,00	25,67	1,74	6,03	14,00	36,50	25,17	1,81	6,26	15,00	36,00	23,25	1,79	6,20
U1_NA_mm	2,00	11,00	5,75	0,70	2,43	2,00	9,00	5,25	0,61	2,13	2,00	9,00	4,58	0,69	2,38
U1_ANS-PNS	102,00	115,50	109,96	1,41	4,89	99,00	115,00	109,46	1,41	4,90	100,00	116,00	107,38	1,38	4,77
U1_A-Pg	2,00	11,50	7,54	0,81	2,80	2,50	12,50	8,71	0,82	2,82	1,50	11,00	7,00	0,78	2,71
VRL_U1	42,00	62,00	53,79	1,80	6,24	43,00	63,00	53,50	1,74	6,02	44,00	62,00	53,29	1,68	5,82
Mandibular dentoalveolar ölçümler															
L1_NB_dg	9,00	32,50	21,58	2,08	7,19	12,00	35,00	23,92	1,96	6,79	10,50	36,00	22,63	2,07	7,17
L1_NB_mm	-1,00	9,00	4,88	0,90	3,11	1,00	10,00	5,58	0,82	2,84	0,00	10,00	5,21	0,83	2,87
L1_GoMe	74,00	98,00	87,88	1,90	6,59	75,00	97,00	88,38	1,92	6,65	75,00	98,00	87,92	2,05	7,09
L1_A-Pg	-2,00	7,00	2,17	0,79	2,75	-2,50	7,00	2,13	0,94	3,26	-2,50	7,00	1,54	0,88	3,04
VRL_L1	34,00	57,00	47,96	1,78	6,17	32,00	56,00	45,67	2,03	7,02	34,00	57,00	48,08	1,98	6,86
İnterdental ölçümler															
Oj	0,00	12,00	5,04	0,95	3,29	3,50	13,00	7,21	0,83	2,89	1,50	12,00	5,04	0,94	3,27
Ob	0,00	7,00	1,92	0,68	2,35	-5,00	3,00	-1,71	0,60	2,08	-3,50	6,00	1,33	0,64	2,23
U1_L1	115,00	147,50	129,13	2,56	8,86	111,00	142,00	125,92	2,46	8,53	118,00	148,00	130,46	2,42	8,39
Yumuşak doku ölçümleri															
Ud_Eline	-7,00	0,50	-2,96	0,58	2,01	-7,00	2,50	-1,38	0,70	2,43	-7,00	0,00	-2,67	0,64	2,21
Ad_Eline	-6,00	2,00	-1,46	0,76	2,64	-6,00	4,00	-0,67	0,95	3,29	-6,50	3,50	-1,25	0,83	2,87
NLA	74,00	133,00	110,75	4,35	15,06	72,00	128,00	107,46	4,13	14,30	71,00	131,00	107,92	4,03	13,96
VRL_Sn	61,00	78,00	70,88	1,49	5,16	60,50	77,00	70,58	1,45	5,04	61,50	77,50	71,29	1,39	4,81
VRL_Ss	57,00	74,00	68,00	1,55	5,38	58,00	74,00	67,79	1,51	5,22	59,00	74,00	68,63	1,43	4,94
VRL_Ls	55,00	79,00	68,63	1,96	6,77	56,50	79,00	68,50	1,82	6,30	58,00	79,00	68,92	1,79	6,19
VRL_Li	45,00	69,00	58,46	2,16	7,47	42,00	67,00	56,38	2,15	7,44	46,00	69,00	58,38	2,07	7,18
VRL_Si	36,00	61,00	49,96	2,35	8,14	32,00	57,00	46,75	2,37	8,20	35,50	61,00	49,25	2,40	8,31
VRL_SPg	35,50	63,50	48,88	2,59	8,97	31,50	58,50	44,96	2,65	9,18	36,00	64,00	48,13	2,75	9,53

Tablo 4.12b HÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme ve pekiştirme sonu dönemlerde lateral sefalometrilere ölçülen ortalama değerlerin grup içi karşılaştırılması

	Tedavi başı (T1)		Genişletme sonu (T2)		Pekiştirme sonu (T3)		P T1-T2	P T2-T3	P T1-T3
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS			
Maksiller iskeletsel ölçümler									
S_N	70,63	4,15	70,46	3,95	70,58	3,95	0,243	0,083	0,705
SNA	74,46	3,66	75,13	3,63	75,13	3,42	0,085	0,774	0,016*
Mak_derin	86,83	3,89	88,00	3,07	88,25	2,93	0,018	0,558	0,007*
FH_N-A	-2,88	3,53	-2,38	3,13	-2,17	2,95	0,181	0,632	0,183
VRL-A	53,96	5,47	54,04	4,97	54,33	5,22	0,778	0,304	0,117
Konveksite	2,00	3,02	4,75	3,55	3,17	3,37	-----	-----	0,003**
SN_ANS-PNS	9,46	4,23	9,13	4,00	9,17	3,61	0,114	0,887	0,260
Mandibular iskeletsel ölçümler									
SNB	71,13	4,05	69,75	4,09	70,83	4,02	-----	-----	0,323
Y_Axis	61,79	3,43	64,33	3,52	62,54	3,81	-----	-----	0,127
SN_GoGn	39,92	5,64	45,67	9,28	41,25	5,97	-----	-----	0,023
FH_N-Pg	-9,25	6,52	-13,13	6,23	-10,38	6,92	-----	-----	0,343
VRL_B	36,79	7,76	32,38	8,68	35,79	8,34	-----	-----	0,098
VRL_Pg	36,00	8,10	31,42	8,92	35,04	8,80	-----	-----	0,088
Vertikal iskeletsel ölçümler									
S_Go	73,83	5,49	74,38	5,24	75,25	5,53	-----	-----	0,012*
N_Me	123,29	5,64	127,79	6,30	126,13	5,97	-----	-----	0,003**
N_ANS	54,88	3,53	55,96	4,04	55,79	3,75	0,012*	0,734	0,019
ANS_Me	70,46	5,72	74,58	5,99	72,79	6,03	-----	-----	0,005*
Maksiller dentoalveolar ölçümler									
U1_SN	100,92	5,65	100,21	5,95	98,71	5,45	0,240	0,090	0,006*
U1_NA_dg	25,67	6,03	25,17	6,26	23,25	6,20	0,385	0,033	0,003**
U1_NA_mm	5,75	2,43	5,25	2,13	4,58	2,38	0,099	0,088	0,008*
U1_ANS-PNS	109,96	4,89	109,46	4,90	107,38	4,77	0,292	0,083	0,011*
U1_A-Pg	7,54	2,80	8,71	2,82	7,00	2,71	-----	-----	0,061
VRL_U1	53,79	6,24	53,50	6,02	53,29	5,82	0,435	0,518	0,438
Mandibular dentoalveolar ölçümler									
L1_NB_dg	21,58	7,19	23,92	6,79	22,63	7,17	-----	-----	0,167
L1_NB_mm	4,88	3,11	5,58	2,84	5,21	2,87	-----	-----	0,107
L1_GoMe	87,88	6,59	88,38	6,65	87,92	7,09	0,330	0,439	0,964
L1_A-Pg	2,17	2,75	2,13	3,26	1,54	3,04	-----	-----	0,136
VRL_L1	47,96	6,17	45,67	7,02	48,08	6,86	-----	-----	0,260
İnterdental ölçümler									
Oj	5,04	3,29	7,21	2,89	5,04	3,27	-----	-----	1,000
Ob	1,92	2,35	-1,71	2,08	1,33	2,23	-----	-----	0,347
U1_L1	129,13	8,86	125,92	8,53	130,46	8,39	-----	-----	0,145
Yumuşak doku ölçümleri									
Ud_Eline	-2,96	2,01	-1,38	2,43	-2,67	2,21	-----	-----	0,574
Ad_Eline	-1,46	2,64	-0,67	3,29	-1,25	2,87	-----	-----	0,635
NLA	110,75	15,06	107,46	14,30	107,92	13,96	0,075	0,653	0,066
VRL_Sn	70,88	5,16	70,58	5,04	71,29	4,81	0,200	0,024	0,237
VRL_Ss	68,00	5,38	67,79	5,22	68,63	4,94	0,667	0,048	0,151
VRL_Ls	68,63	6,77	68,50	6,30	68,92	6,19	0,799	0,398	0,631
VRL_Li	58,46	7,47	56,38	7,44	58,38	7,18	-----	-----	1,000
VRL_Si	49,96	8,14	46,75	8,20	49,25	8,31	-----	-----	0,210
VRL_SPg	48,88	8,97	44,96	9,18	48,13	9,53	-----	-----	0,088

*P<0,016 **P<0,0033 ***P<0,00033

4.4.2 YÜÇG Grubu için Grup İçi Karşılaştırmalar

Yavaş üst çene genişletme işleminin uygulandığı toplam 13 hastaya ait tedavi başı (T1), genişletme sonu(T2) ve 24 hafta süren pekiştirme sonunda(T3) elde edilen lateral sefalometrik radyografi kayıtlarının istatistiksel veriler 4.13a'da, verilerin grup içi karşılaştırmaları ise tablo 4.13b'de sunulmaktadır.

Hızlı üst çene genişletmesi grubunda yer alan bireylere uygulanan aparey bire bir bu hastalar içinde hazırlanmış ancak vidanın aktivasyon sıklığı iki grup arasında farkı oluşturmaktadır. Bu durumda HÜÇG grubuna benzer şekilde tedavinin başından pekiştirme döneminin sonuna kadar ağız içinde yer alan apareyin alt çenede ve vertikal boyutlarda oluşturduğu geçici değişikliklerden etkileneceği düşünülen sefalometrik ölçümler, istatistiksel değerlendirmelerin dışında tutuldu. Bu ölçümlerin detayları tablo 4.13b'de verilmektedir.

Tablo 4.13b'de açıkça görüldüğü üzere YÜÇG grubunda yapılan grup içi karşılaştırmalarda maksiller iskeletsel ölçümler içerisinde istatistiksel olarak önemli olan tek ölçüm Nasion'dan Pogonion'a uzanan doğruya A noktasının yatay mesafesi hesaplanarak elde edilen konveksite değerlerinin T1-T3 arasında artışıdır ($P \leq 0,016$). Sadece T1-T3 dönemleri arasında değerlendirilen mandibular iskeletsel ölçümlerde göze çarpan farklar ise istatistiksel olarak anlamlı değildir ($P > 0,016$).

Vertikal iskeletsel ölçümler değerlendirilecek olursa T1-T3 dönemleri arasında N_Me ve ANS_Me mesafelerinde meydana gelen artışlar istatistiksel olarak önemli kabul edilmektedir ($P \leq 0,016$).

YÜÇG grubunda istatistiksel olarak anlamlı farklara en fazla maksiller dentoalveolar ölçümlerde rastlanmaktadır. T1-T2 dönemleri içinde U1_SN, U1_NA ve U1_ANS-PNS açılarında azalma olarak kendini gösteren farklar istatistiksel olarak anlamlı iken ($P \leq 0,016$), aynı dönemde U1_NA mesafesinde meydana gelen azalma çok önemlidir ($P \leq 0,0033$). T1-T3 dönemleri arasına bakıldığında U1_SN, U1_NA açılarında ve U1_NA mesafesinde azalma olarak göze çarpan farklar istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0,016$).

Mandibular iskeletsel ölçümlerde ise istatistiksel olarak önemli tek fark T1-T2 dönemleri arasında azalan L1_GoMe açılarıdır ($P \leq 0,0033$).

İnterdental ve yumuşak dokulara ait sefalometrik ölçümlerde ise T1-T2, T2-T3 ve T1-T3 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklara rastlanmadı ($P > 0,016$).

Tablo 4. 13a YÜÇĞ grubun tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlere ait lateral sefalometri ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

	Tedavi başı (T1)					Genişletme sonu (T2)					Pekiştirme sonu (T3)				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller iskeletsel ölçümler															
S_N	66,00	82,00	71,71	1,17	4,07	66,00	82,00	71,67	1,17	4,05	66,00	82,00	71,88	1,13	3,91
SNA	72,00	81,00	77,08	0,85	2,94	73,00	82,00	77,58	0,84	2,92	72,00	81,50	77,33	0,88	3,03
Mak_derin	83,00	93,00	87,83	0,95	3,30	84,00	93,50	87,92	0,96	3,34	84,00	93,00	88,21	0,84	2,93
FH_N-A	-7,50	5,00	-1,42	1,11	3,85	-7,00	4,00	-0,71	1,21	4,17	-6,00	3,00	-1,58	1,00	3,47
VRL-A	50,00	69,50	57,75	1,48	5,11	51,00	71,00	58,46	1,59	5,52	51,00	71,50	58,38	1,56	5,42
Konveksite	-2,50	6,00	1,13	0,84	2,92	-2,00	8,00	2,92	0,83	2,89	-2,00	6,50	1,92	0,87	3,00
SN_ANS-PNS	5,00	17,00	9,46	1,14	3,94	6,00	18,00	9,88	1,24	4,29	5,00	18,00	9,75	1,21	4,18
Mandibular iskeletsel ölçümler															
SNB	68,00	79,00	75,25	0,82	2,83	69,00	77,00	74,13	0,72	2,51	68,00	78,00	74,42	0,89	3,10
Y_Axis	56,00	67,00	60,67	1,01	3,50	56,00	69,00	62,46	1,05	3,64	55,00	69,00	61,67	1,15	3,98
SN_GoGn	29,00	47,00	37,92	1,85	6,40	31,00	51,00	40,42	1,95	6,76	29,00	50,00	38,42	2,13	7,37
FH_N-Pg	-18,50	1,00	-6,88	1,84	6,39	-20,00	-2,00	-9,04	1,91	6,62	-21,00	1,00	-7,96	2,10	7,27
VRL_B	31,50	56,00	44,33	2,12	7,36	30,00	56,00	42,17	2,18	7,57	30,00	55,50	43,25	2,34	8,09
VRL_Pg	28,50	56,00	43,29	2,37	8,19	28,00	57,50	41,25	2,42	8,37	28,00	58,00	42,92	2,57	8,90
Vertikal iskeletsel ölçümler															
S_Go	66,50	91,50	75,88	2,04	7,08	66,00	91,50	75,29	2,14	7,41	67,00	90,00	76,33	2,18	7,54
N_Me	101,00	135,00	123,50	2,52	8,73	103,00	138,00	127,08	2,61	9,03	102,00	135,00	125,92	2,59	8,98
N_ANS	48,00	61,50	55,08	1,18	4,09	50,00	62,00	55,96	1,02	3,52	51,00	61,00	56,25	0,96	3,34
ANS_Me	53,00	78,00	70,21	2,23	7,71	53,00	81,00	73,25	2,45	8,49	52,00	80,00	71,92	2,43	8,40

Tablo 4. 13a (Devam) YÜÇĞ grubun tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlere ait lateral sefalometri ölçümlerinin tanımlayıcı istatistiksel verileri

	Tedavi başı (T1)					Genişletme sonu (T2)					Pekiştirme sonu (T3)				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller dentoalveolar ölçümler															
U1_SN	89,00	108,00	102,29	1,68	5,82	90,00	104,00	98,63	1,43	4,95	90,00	107,00	99,58	1,43	4,95
U1_NA_dg	17,00	33,50	23,90	1,26	4,35	14,50	29,00	20,75	1,32	4,57	15,00	33,00	21,58	1,40	4,85
U1_NA_mm	2,00	7,00	4,58	0,46	1,58	2,00	6,00	3,42	0,42	1,44	1,00	6,00	3,54	0,41	1,42
U1_ANS-PNS	98,00	121,50	111,71	1,90	6,59	98,00	119,00	108,50	1,96	6,79	97,00	125,00	109,42	1,99	6,89
U1_A-Pg	2,50	11,50	5,63	0,79	2,74	2,00	11,50	5,63	0,83	2,88	1,00	11,50	5,38	0,85	2,95
VRL_U1	45,00	67,50	57,21	1,92	6,66	47,00	68,00	56,92	1,85	6,42	47,00	69,00	57,17	1,87	6,48
Mandibular dentoalveolar ölçümler															
L1_NB_dg	15,00	30,00	23,50	1,16	4,01	16,00	29,00	22,88	1,08	3,75	17,00	28,00	23,46	1,05	3,65
L1_NB_mm	1,50	7,50	4,92	0,50	1,73	2,00	9,00	5,08	0,56	1,94	1,50	8,00	4,88	0,55	1,92
L1_GoMe	77,00	96,00	88,63	1,74	6,02	77,00	94,00	86,29	1,67	5,78	77,00	98,00	87,79	1,99	6,89
L1_A-Pg	0,00	5,00	2,71	0,47	1,62	-0,50	4,00	2,25	0,42	1,44	-0,50	4,50	2,21	0,47	1,62
VRL_L1	45,00	65,50	54,79	1,80	6,23	44,00	66,00	53,21	1,85	6,41	44,00	66,00	54,33	1,94	6,72
İnterdental ölçümler															
Oj	-2,00	7,00	2,29	0,76	2,64	-2,00	8,00	2,75	0,82	2,83	-2,00	8,00	2,17	0,75	2,61
Ob	-2,00	5,00	1,25	0,53	1,84	-5,00	4,00	-0,79	0,68	2,37	-2,00	6,00	1,00	0,62	2,13
U1_L1	116,00	140,00	129,50	1,90	6,57	118,00	143,00	132,92	1,85	6,42	120,00	143,00	131,63	1,85	6,39
Yumuşak doku ölçümleri															
Ud_Eline	-10,00	0,00	-4,04	0,81	2,82	-8,00	0,50	-3,63	0,79	2,73	-9,00	-0,50	-3,63	0,67	2,34
Ad_Eline	-7,00	3,00	-1,50	0,84	2,92	-6,00	2,00	-1,96	0,80	2,76	-6,00	3,00	-1,04	0,81	2,79
NLA	87,00	129,00	111,04	3,94	13,65	91,00	126,00	111,33	3,31	11,46	89,00	121,00	109,17	3,30	11,42
VRL_Sn	69,00	92,50	75,63	1,91	6,63	69,00	92,00	75,75	1,89	6,54	69,00	93,00	76,08	1,92	6,64
VRL_Ss	67,00	86,50	72,71	1,69	5,86	66,00	87,50	72,63	1,85	6,42	67,00	89,00	73,50	1,90	6,57
VRL_Ls	67,00	88,50	73,71	1,81	6,26	66,00	90,00	73,58	2,05	7,12	67,00	91,00	74,63	2,04	7,08
VRL_Li	54,00	77,00	65,46	1,83	6,35	51,00	80,00	63,42	2,30	7,96	57,00	79,00	65,42	2,06	7,13
VRL_Si	45,00	68,00	58,88	1,98	6,87	48,00	71,00	58,13	1,84	6,39	47,00	69,50	58,21	1,90	6,57
VRL_SPg	39,50	68,50	55,38	2,69	9,32	43,00	68,00	55,00	2,04	7,08	42,00	70,50	56,54	2,46	8,51

Tablo 4.13 YÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme ve pekiştirme sonu dönemlerde lateral sefalometrilere ölçülen ortalama değerlerin grup içi karşılaştırılması

	Tedavi başı (T1)		Genişletme sonu (T2)		Pekiştirme sonu (T3)		P	P	P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	T1-T2	T2-T3	T1-T3
Maksiller iskeletsel ölçümler									
S_N	71,71	4,07	71,67	4,05	71,88	3,91	0,317	0,129	0,334
SNA	77,08	2,94	77,58	2,92	77,33	3,03	0,082	0,346	0,465
Mak_derin	87,83	3,30	87,92	3,34	88,21	2,93	0,952	0,670	0,369
FH_N-A	-1,42	3,85	-0,71	4,17	-1,58	3,47	0,224	0,181	0,679
VRL_A	57,75	5,11	58,46	5,52	58,38	5,42	0,049	0,596	0,094
Konveksite	1,13	2,92	2,92	2,89	1,92	3,00	-----	-----	0,014*
SN_ANS-PNS	9,46	3,94	9,88	4,29	9,75	4,18	0,040	0,861	0,336
Mandibular iskeletsel ölçümler									
SNB	71,08	14,16	74,13	2,51	74,42	3,10	-----	-----	0,798
Y_Axis	60,67	3,50	62,46	3,64	61,67	3,98	-----	-----	0,018
SN_GoGn	37,92	6,40	40,42	6,76	38,42	7,37	-----	-----	0,336
FH_N-Pg	-6,88	6,39	-9,04	6,62	-7,96	7,27	-----	-----	0,125
VRL_B	44,33	7,36	42,17	7,57	43,25	8,09	-----	-----	0,126
VRL_Pg	43,29	8,19	41,25	8,37	42,92	8,90	-----	-----	0,646
Vertikal iskeletsel ölçümler									
S_Go	75,88	7,08	75,29	7,41	76,33	7,54	-----	-----	0,407
N_Me	123,50	8,73	127,08	9,03	125,92	8,98	-----	-----	0,005*
N_ANS	55,08	4,09	55,96	3,52	56,25	3,34	0,075	0,206	0,057
ANS_Me	70,21	7,71	73,25	8,49	71,92	8,40	-----	-----	0,009*
Maksiller dentoalveolar ölçümler									
U1_SN	102,29	5,82	98,63	4,95	99,58	4,95	0,004*	0,251	0,007*
U1_NA_dg	23,90	4,35	20,75	4,57	21,58	4,85	0,009*	0,234	0,012*
U1_NA_mm	4,58	1,58	3,42	1,44	3,54	1,42	0,003**	0,579	0,005*
U1_ANS-PNS	111,71	6,59	108,50	6,79	109,42	6,89	0,005*	0,323	0,025
U1_A-Pg	5,63	2,74	5,63	2,88	5,38	2,95	-----	-----	0,271
VRL_U1	57,21	6,66	56,92	6,42	57,17	6,48	0,500	0,726	0,905
Mandibular dentoalveolar ölçümler									
L1_NB_dg	23,50	4,01	22,88	3,75	23,46	3,65	-----	-----	1,000
L1_NB_mm	4,92	1,73	5,08	1,94	4,88	1,92	-----	-----	0,715
L1_GoMe	88,63	6,02	86,29	5,78	87,79	6,89	0,003**	0,028	0,201
L1_A-Pg	2,71	1,62	2,25	1,44	2,21	1,62	-----	-----	0,053
VRL_L1	54,79	6,23	53,21	6,41	54,33	6,72	-----	-----	0,329
İnterdental ölçümler									
OJ	2,29	2,64	2,75	2,83	2,17	2,61	-----	-----	0,680
OB	1,25	1,84	-0,79	2,37	1,00	2,13	-----	-----	0,541
U1_L1	129,50	6,57	132,92	6,42	131,63	6,39	-----	-----	0,022
Yumuşak doku ölçümleri									
Ud_Eline	-4,04	2,82	-3,63	2,73	-3,63	2,34	-----	-----	0,398
Ad_Eline	-1,50	2,92	-1,96	2,76	-1,04	2,79	-----	-----	0,397
NLA	111,04	13,65	111,33	11,46	109,17	11,42	0,789	0,636	0,694
VRL_Sn	75,63	6,63	75,75	6,54	76,08	6,64	0,809	0,429	0,362
VRL_Ss	72,71	5,86	72,63	6,42	73,50	6,57	0,796	0,031	0,122
VRL_Ls	73,71	6,26	73,58	7,12	74,63	7,08	0,752	0,056	0,076
VRL_Li	65,46	6,35	63,42	7,96	65,42	7,13	-----	-----	0,720
VRL_Si	58,88	6,87	58,13	6,39	58,21	6,57	-----	-----	0,505
VRL_SPg	55,38	9,32	55,00	7,08	56,54	8,51	-----	-----	0,183

*P<0,016 **P<0,0033 ***P<0,00033

4.4.3 HÜÇG ve YÜÇG Gruplarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

HÜÇG ve YÜÇG gruplarına rastgele dahil edilen bireylerden tedavi başında, genişletme sonunda ve pekiştirme sonunda alınan lateral sefalometrik radyografilerde yapılan ölçümlerin gruplar arası karşılaştırmaları tablo 4.14’de sunulmaktadır.

Tedavi başında yapılan istatistiksel karşılaştırmalar grupların dengeli dağılıp dağılmadığı konusunda fikir vermesi açısından önemlidir. Bu dönemde gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar gösteren değerlere bakıldığında mandibular iskeletsel ölçümlerden HÜÇG grubunda 36,00 mm iken YÜÇG grubunda 43,29 mm olan VRL_Pg mesafesindeki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$).

Mandibular dentoalveolar ölçümlerden alt en ileri keserin Sella’dan dik indirilerek oluşturulan referans düzlemine uzaklığını gösteren VRL_L1 mesafesi gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar göstermektedir ($P \leq 0,05$). Benzer şekilde HÜÇG grubunda ortalama 5,04 mm, YÜÇG grubunda ortalama 2,29 mm olan overjet değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). Yumuşak doku ölçümlerinden VRL_Si mesafesi de gruplar arasında önemli farklılıklar göstermektedir ($P \leq 0,05$).

Aktif genişletmenin sona erdiği dönemde birçok ölçüm, kullanılan apareyin oluşturduğu geçici değişiklikler düşünülerek istatistiksel değerlendirme dışında bırakılmışlardır. Tablo 4.14’de açıkça görüldüğü üzere gruplar arasında bu döneme ait istatistiksel olarak önem ifade eden tek değer, üst en ileri keserin kesici kenarının NA doğrusuna olan uzaklığını ifade eden maksiller dentoalveolar ölçümdür ($P \leq 0,05$).

Hızlı ve yavaş üst çene genişletme gruplarında, pekiştirme sonunda alınan lateral sefalometrilere yapılan değerlendirmelerin istatistiksel veriler halinde sunumu da tablo 4.14’de yer almaktadır. Her iki grup için ayrı ayrı ölçülen ve grupları karşılaştırma amacıyla değerlendirilen verilerden, mandibular iskeletsel ölçümler arasında yer alan SNB açısı, VRL_B ve VRL_Pg mesafeleri istatistiksel olarak önemli farklar göstermektedir ($P \leq 0,05$). Mandibular dentoalveolar ölçümler içerisinde yer alan VRL_L1 mesafesinin gruplar arası karşılaştırmalarda göze çarpan farklı değerleri de istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). Bahsi geçen bu veriler içerisinde VRL_Pg ve VRL_L1 mesafelerinin ortalama değerlerinin tedavi başına ait ölçümleri arasındaki farklar da istatistiksel olarak önemlidir.

İnterdental ölçümler kısmında sunulan overjet ölçümlerinin her iki grup için ölçülen ortalama değerlerinde izlenen farklıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). Bu kısımda verilmesi gereken bir diğer bilgi ise tedavi başı döneme ait ölçümlerde de overjet değerlerinin pekiştirme dönemi sonunda ölçülen değerlerle benzerlik gösterdikleri ve istatistiksel olarak ta anlam ifade ettikleridir.

Pekiştirme sonunda yumuşak dokularda alt çene ile bağlantılı VRL_Li, VRL_Si ve VRL_SPg mesafelerinde mm cinsinden ölçülen farklı değerler istatistiksel olarak önem ifade etmektedir ($P \leq 0,05$). Ancak tedavi başı ölçümleri karşılaştırıldığında VRL_Si ortalama değerlerinin gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar gösterdiği belirtilmelidir.

Tablo 4.14 Tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu ortalama lateral sefalometri değerlerinin HÜÇG ve YÜÇG grupları arasında karşılaştırılması

	Tedavi başı (T1)					Genişletme sonu (T2)					Pekiştirme sonu (T3)				
	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P
	Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS	
Maksiller iskeletsel ölçümlerP															
S_N	70,63	4,15	71,71	4,07	0,713	70,46	3,95	71,67	4,05	0,671	70,58	3,95	71,88	3,91	0,671
SNA	74,46	3,66	77,08	2,94	0,089	75,13	3,63	77,58	2,92	0,089	75,13	3,42	77,33	3,03	0,128
Mak_derin	86,83	3,89	87,83	3,30	0,713	88,00	3,07	87,92	3,34	0,843	0,85	2,93	88,21	2,93	0,843
FH_N-A	-2,88	3,53	-1,42	3,85	0,551	-2,38	3,13	-0,71	4,17	0,319	-2,17	2,95	-1,58	3,47	0,755
VRL-A	53,96	5,47	57,75	5,11	0,198	54,04	4,97	58,46	5,52	0,060	54,33	5,22	58,38	5,42	0,101
Konveksite	2,00	3,02	1,13	2,92	0,378	-----	-----	-----	-----	-----	3,17	3,37	1,92	3,00	0,291
SN_ANS-PNS	9,46	4,23	9,46	3,94	0,443	9,13	4,00	9,88	4,29	0,932	9,17	3,61	9,75	4,18	0,977
Mandibular iskeletsel ölçümler															
SNB	71,13	4,05	75,25	2,83	0,007**	-----	-----	-----	-----	-----	70,83	4,02	74,42	3,10	0,024*
Y_Axis	61,79	3,43	60,67	3,50	0,410	-----	-----	-----	-----	-----	62,54	3,81	61,67	3,98	0,590
SN_GoGn	39,92	5,64	37,92	6,40	0,478	-----	-----	-----	-----	-----	41,25	5,97	38,42	7,37	0,319
FH_N-Pg	-9,25	6,52	-6,88	6,39	0,410	-----	-----	-----	-----	-----	-10,38	6,92	-7,96	7,27	0,219
VRL_B	36,79	7,76	44,33	7,36	0,052	-----	-----	-----	-----	-----	35,79	8,34	43,25	8,09	0,045*
VRL_Pg	36,00	8,10	43,29	8,19	0,045*	-----	-----	-----	-----	-----	35,04	8,80	42,92	8,90	0,039*
Vertikal iskeletsel ölçümler															
S_Go	73,83	5,49	75,88	7,08	0,514	-----	-----	-----	-----	-----	75,25	5,53	76,33	7,54	0,977
N_Me	123,29	5,64	123,50	8,73	0,551	-----	-----	-----	-----	-----	126,13	5,97	125,92	8,98	0,551
N_ANS	54,88	3,53	55,08	4,09	0,799	55,96	4,04	55,96	3,52	0,755	55,79	3,75	56,25	3,34	0,843
ANS_Me	70,46	5,72	70,21	7,71	0,713	-----	-----	-----	-----	-----	72,79	6,03	71,92	8,40	0,799

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

Tablo 4.14 (Devam) Tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu ortalama lateral sefalometri değerlerinin HÜÇG ve YÜÇG grupları arasında karşılaştırılması.

	Tedavi başı (T1)					Genişletme sonu (T2)					Pekiştirme sonu (T3)				
	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P
	Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS	
Maksiller dentoalveolar ölçümler															
U1_SN	100,92	5,65	102,29	5,82	0,319	100,21	5,95	98,63	4,95	0,590	98,71	5,45	99,58	4,95	0,630
U1_NA_dg	25,67	6,03	23,90	4,35	0,478	25,17	6,26	20,75	4,57	0,128	23,25	6,20	21,58	4,85	0,514
U1_NA_mm	5,75	2,43	4,58	1,58	0,219	5,25	2,13	3,42	1,44	0,020*	4,58	2,38	3,54	1,42	0,443
U1_ANS-PNS	109,96	4,89	111,71	6,59	0,551	109,46	4,90	108,50	6,79	0,671	107,38	4,77	109,42	6,89	0,478
U1_A-Pg	7,54	2,80	5,63	2,74	0,101	-----	-----	-----	-----	-----	7,00	2,71	5,38	2,95	0,114
VRL_U1	53,79	6,24	57,21	6,66	0,242	53,50	6,02	56,92	6,42	0,242	53,29	5,82	57,17	6,48	0,198
Mandibular dentoalveolar ölçümler															
L1_NB_dg	21,58	7,19	23,50	4,01	0,443	-----	-----	-----	-----	-----	22,63	7,17	23,46	3,65	0,887
L1_NB_mm	4,88	3,11	4,92	1,73	0,932	-----	-----	-----	-----	-----	5,21	2,87	4,88	1,92	0,671
L1_GoMe	87,88	6,59	88,63	6,02	0,551	88,38	6,65	86,29	5,78	0,291	87,92	7,09	87,79	6,89	0,977
L1_A-Pg	2,17	2,75	2,71	1,62	0,443	-----	-----	-----	-----	-----	1,54	3,04	2,21	1,62	0,551
VRL_L1	47,96	6,17	54,79	6,23	0,020*	-----	-----	-----	-----	-----	48,08	6,86	54,33	6,72	0,045*
İnterdental ölçümler															
Oj	5,04	3,29	2,29	2,64	0,045*	-----	-----	-----	-----	-----	5,04	3,27	2,17	2,61	0,028*
Ob	1,92	2,35	1,25	1,84	0,755	-----	-----	-----	-----	-----	1,33	2,23	1,00	2,13	0,443
U1_L1	129,13	8,86	129,50	6,57	0,713	-----	-----	-----	-----	-----	130,46	8,39	131,63	6,39	0,713
Yumuşak doku ölçümleri															
Ud_Eline	-2,96	2,01	-4,04	2,82	0,410	-----	-----	-----	-----	-----	-2,67	2,21	-3,63	2,34	0,319
Ad_Eline	-1,46	2,64	-1,50	2,92	0,977	-----	-----	-----	-----	-----	-1,25	2,87	-1,04	2,79	0,932
NLA	110,75	15,06	111,04	13,65	0,977	107,46	14,30	111,33	11,46	0,478	107,92	13,96	109,17	11,42	0,713
VRL_Sn	70,88	5,16	75,63	6,63	0,078	70,58	5,04	75,75	6,54	0,052	71,29	4,81	76,08	6,64	0,052
VRL_Ss	68,00	5,38	72,71	5,86	0,068	67,79	5,22	72,63	6,42	0,052	68,63	4,94	73,50	6,57	0,052
VRL_Ls	68,63	6,77	73,71	6,26	0,101	68,50	6,30	73,58	7,12	0,101	68,92	6,19	74,63	7,08	0,101
VRL_Li	58,46	7,47	65,46	6,35	0,052	-----	-----	-----	-----	-----	58,38	7,18	65,42	7,13	0,037*
VRL_Si	49,96	8,14	58,88	6,87	0,020*	-----	-----	-----	-----	-----	49,25	8,31	58,21	6,57	0,012*
VRL_SPg	48,88	8,97	55,38	9,32	0,128	-----	-----	-----	-----	-----	48,13	9,53	56,54	8,51	0,028*

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

4.4.4 HÜÇG ve YÜÇG Grupları Arasında Farkların Karşılaştırılması

HÜÇG ve YÜÇG gruplarında tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu lateral sefalometri değerleri arasındaki farklara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veriler sırasıyla tablo 4.15a ve 4.15b’de yer almaktadır. Dönemleri arasındaki farkları gruplar arasında karşılaştıran istatistiksel bulgular ise tablo 4.16’da sunulmaktadır. Bu bulgulara göre maksiller iskeletsel ölçümlerden SN_ANS-PNS açısının T1-T2 ve T1-T3 dönemleri arasında HÜÇG grubunda artarken YÜÇG grubunda azalıyor olması istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$). Maksiller dentoalveolar ölçümlerden T1-T2 dönemleri arasında U1-SN VE U1_ANS-PNS açılarının YÜÇG grubunda daha fazla azalıyor olması istatistiksel olarak çok önemli iken ($P \leq 0,01$), U1-NA açısının aynı grupta daha fazla azalıyor olması önemlidir ($P \leq 0,05$). U1-SN ve U1-NA açılarının T2-T3 dönemleri arasında HÜÇG grubunda azalırken YÜÇG grubunda artıyor olması istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$).

Mandibular dentoalveolar ölçümlerden L1-GoMe açısının T1-T2 dönemleri arasında HÜÇG grubunda artarken YÜÇG grubunda azalıyor olması istatistiksel olarak oldukça önemlidir ($P \leq 0,001$). Aynı açıda T2-T3 dönemleri arasında HÜÇG grubunda azalma YÜÇG grubunda artış olması ise önemlidir ($P \leq 0,05$). Vrl-L1 mesafesinin T2-T3 dönemleri arasında HÜÇG grubunda daha fazla artış göstermesi istatistiksel olarak önemli kabul edilmektedir ($P \leq 0,05$).

Yumuşak doku ölçümleri içerisinde yer alan Vrl-SPg mesafesinin T2-T3 dönemleri arasında HÜÇG grubunda artarken YÜÇG grubunda azalıyor olması istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$).

Tablo 4.15a HÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu lateral sefalometri değerleri arasındaki farklara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

	Tedavi başı–genişletme sonu					Genişletme sonu–pekiştirme sonu					Tedavi başı–pekiştirme sonu				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller iskeletsel ölçümler															
S_N	-1,00	0,50	-0,17	0,14	0,49	0,00	0,50	0,13	0,07	0,23	-1,00	1,00	-0,04	0,16	0,54
SNA	-1,50	2,00	0,67	0,32	1,09	-1,00	2,00	0,00	0,27	0,93	0,00	1,50	0,67	0,19	0,65
Mak_derin	0,00	3,50	1,17	0,40	1,37	-1,00	3,00	0,25	0,29	0,99	0,00	3,50	1,42	0,41	1,43
FH_N-A	-1,00	3,00	0,50	0,34	1,17	-2,00	3,00	0,21	0,38	1,32	-2,00	4,00	0,71	0,48	1,66
VRL-A	-3,00	2,00	0,08	0,39	1,36	-1,00	2,00	0,29	0,26	0,89	-1,00	2,00	0,38	0,26	0,91
Konveksite	0,50	6,00	2,75	0,47	1,64	-4,00	0,00	-1,58	0,41	1,41	0,00	2,50	1,17	0,23	0,81
SN_ANS-PNS	-1,00	1,00	-0,33	0,19	0,65	-1,00	2,00	0,04	0,30	1,03	-2,00	3,00	-0,29	0,41	1,41
Mandibular iskeletsel ölçümler															
SNB	-2,50	0,00	-1,38	0,23	0,80	0,00	3,00	1,08	0,24	0,85	-2,00	2,00	-0,29	0,33	1,14
Y_Axis	0,00	4,00	2,54	0,37	1,27	-3,00	0,00	-1,79	0,32	1,12	-1,00	4,00	0,75	0,43	1,50
SN_GoGn	1,50	7,50	3,25	0,49	1,69	-3,50	0,00	-1,92	0,29	1,02	-1,00	4,50	1,33	0,49	1,71
FH_N-Pg	-9,00	0,00	-3,88	0,69	2,38	1,00	5,00	2,75	0,47	1,62	-8,00	4,00	-1,13	0,99	3,42
VRL_B	-7,00	-2,00	-4,42	0,46	1,61	1,00	7,00	3,42	0,44	1,52	-5,00	2,00	-1,00	0,54	1,86
VRL_Pg	-7,00	-2,00	-4,58	0,45	1,56	1,00	5,50	3,63	0,39	1,37	-5,00	2,00	-0,96	0,53	1,84
Vertikal iskeletsel ölçümler															
S_Go	-1,50	3,00	0,54	0,36	1,23	-2,00	2,00	0,88	0,40	1,38	-0,50	3,00	1,42	0,38	1,33
N_Me	2,00	7,00	4,50	0,40	1,38	-4,00	1,00	-1,67	0,41	1,42	0,00	6,00	2,83	0,54	1,89
N_ANS	-1,00	3,00	1,08	0,31	1,06	-3,00	2,00	-0,17	0,45	1,57	-1,00	2,50	0,92	0,29	1,02
ANS_Me	2,00	6,00	4,13	0,44	1,51	-5,00	2,00	-1,79	0,47	1,64	0,00	6,00	2,33	0,52	1,81

Tablo 4.15a (Devam) HÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu lateral sefalometri değerleri arasındaki farklara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

	Tedavi başı–genişletme sonu					Genişletme sonu–pekiştirme sonu					Tedavi başı–pekiştirme sonu				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller dentoalveolar ölçümler															
U1_SN	-4,00	3,50	-0,71	0,60	2,08	-5,00	3,00	-1,50	0,83	2,87	-6,00	1,00	-2,21	0,56	1,94
U1_NA_dg	-3,50	2,00	-0,50	0,54	1,86	-9,00	1,50	-1,92	0,83	2,86	-7,00	0,00	-2,42	0,52	1,79
U1_NA_mm	-2,00	1,00	-0,50	0,27	0,93	-4,50	1,00	-0,67	0,40	1,37	-3,50	0,50	-1,17	0,32	1,11
U1_ANS-PNS	-3,00	2,00	-0,50	0,46	1,58	-8,00	3,00	-2,08	1,04	3,62	-8,00	0,50	-2,58	0,80	2,76
U1_A-Pg	0,00	2,00	1,17	0,21	0,72	-4,50	-1,00	-1,71	0,30	1,05	-2,50	1,00	-0,54	0,26	0,89
VRL_U1	-3,00	3,00	-0,29	0,45	1,57	-2,00	2,00	-0,21	0,33	1,16	-4,00	2,00	-0,50	0,48	1,67
Mandibular dentoalveolar ölçümler															
L1_NB_dg	-2,00	5,00	2,33	0,57	1,97	-3,00	1,00	-1,29	0,36	1,25	-3,00	5,00	1,04	0,71	2,47
L1_NB_mm	0,00	2,00	0,71	0,21	0,72	-1,00	0,50	-0,38	0,16	0,57	-1,00	1,00	0,33	0,20	0,69
L1_GoMe	-4,00	3,00	0,50	0,57	1,99	-4,00	2,00	-0,46	0,49	1,68	-3,00	4,00	0,04	0,65	2,25
L1_A-Pg	-3,50	6,00	-0,04	0,66	2,30	-5,00	1,00	-0,58	0,47	1,64	-3,50	1,00	-0,63	0,38	1,30
VRL_L1	-5,00	8,50	-2,29	1,05	3,65	1,00	4,50	2,42	0,27	0,95	-3,00	11,00	0,13	1,04	3,61
İnterdental ölçümler															
Oj	1,00	3,50	2,17	0,22	0,75	-4,00	-1,00	-2,17	0,28	0,96	-2,00	2,50	0,00	0,37	1,30
Ob	-5,50	-3,00	-3,63	0,25	0,86	1,50	5,00	3,04	0,32	1,10	-3,50	1,50	-0,58	0,45	1,55
U1_L1	-7,50	1,00	-3,21	0,71	2,47	-0,50	11,00	4,54	1,12	3,88	-3,00	8,00	1,33	0,87	3,03
Yumuşak doku ölçümleri															
Ud_Eline	0,00	3,00	1,58	0,27	0,93	-2,50	0,50	-1,29	0,28	0,96	-1,50	3,50	0,29	0,41	1,42
Ad_Eline	-1,00	3,00	0,79	0,41	1,42	-2,50	1,00	-0,58	0,31	1,08	-2,50	3,00	0,21	0,47	1,64
NLA	-12,50	8,00	-3,29	1,79	6,19	-7,00	13,00	0,46	1,48	5,11	-11,50	3,00	-2,83	1,33	4,60
VRL_Sn	-2,00	2,00	-0,29	0,27	0,94	-0,50	2,50	0,71	0,26	0,92	-2,00	2,00	0,42	0,35	1,22
VRL_Ss	-3,00	1,00	-0,21	0,36	1,23	-1,00	3,00	0,83	0,36	1,25	-2,00	3,00	0,63	0,43	1,48
VRL_Ls	-3,00	2,50	-0,13	0,42	1,46	-2,00	3,00	0,42	0,42	1,46	-3,00	3,00	0,29	0,57	1,96
VRL_Li	-5,00	0,50	-2,08	0,38	1,33	-2,00	4,50	2,00	0,47	1,62	-4,00	2,00	-0,08	0,50	1,72
VRL_Si	-5,00	0,00	-3,21	0,45	1,56	-2,00	6,00	2,50	0,57	1,99	-5,00	3,50	-0,71	0,60	2,08
VRL_SPg	-6,00	-1,00	-3,92	0,42	1,46	1,00	5,50	3,17	0,41	1,44	-3,00	2,00	-0,75	0,46	1,60

Tablo 4.15b YÜÇĞ grubunda tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu lateral sefalometri değerleri arasındaki farklara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

	Tedavi başı–genişletme sonu					Genişletme sonu–pekiştirme sonu					Tedavi başı–pekiştirme sonu				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller iskeletsel ölçümler															
S_N	-0,50	0,00	-0,04	0,04	0,14	-0,50	1,00	0,21	0,13	0,45	-1,00	1,00	0,17	0,15	0,54
SNA	-1,50	2,00	0,50	0,25	0,85	-1,00	1,50	-0,25	0,25	0,87	-2,00	2,00	0,25	0,32	1,12
Mak_derin	-2,00	3,00	0,08	0,38	1,31	-1,50	4,00	0,29	0,40	1,37	-1,00	2,50	0,38	0,36	1,25
FH_N-A	-1,50	6,00	0,71	0,54	1,88	-7,00	1,00	-0,88	0,62	2,13	-2,00	1,50	-0,17	0,32	1,11
VRL-A	-1,00	3,00	0,71	0,33	1,16	-2,00	2,50	-0,08	0,30	1,04	-1,00	2,50	0,63	0,37	1,28
Konveksite	0,00	3,50	1,79	0,32	1,12	-2,50	1,00	-1,00	0,31	1,09	-0,50	3,00	0,79	0,27	0,94
SN_ANS-PNS	-0,50	1,50	0,42	0,18	0,63	-3,00	1,00	-0,13	0,33	1,13	-1,50	2,00	0,29	0,25	0,86
Mandibular iskeletsel ölçümler															
SNB	-6,00	1,00	-1,13	0,58	2,00	-1,00	2,00	0,29	0,32	1,10	-6,00	1,00	-0,83	0,55	1,91
Y_Axis	0,00	4,00	1,79	0,38	1,30	-2,00	0,00	-0,79	0,23	0,78	-1,00	2,00	1,00	0,35	1,21
SN_GoGn	1,00	4,00	2,50	0,31	1,07	-4,00	0,00	-2,00	0,34	1,19	-1,00	4,00	0,50	0,44	1,51
FH_N-Pg	-7,50	3,50	-2,17	0,87	3,00	-2,00	4,00	1,08	0,63	2,17	-4,50	3,00	-1,08	0,83	2,86
VRL_B	-6,00	1,00	-2,17	0,65	2,24	-1,00	5,00	1,08	0,48	1,66	-5,00	2,00	-1,08	0,63	2,19
VRL_Pg	-6,00	1,50	-2,04	0,70	2,44	-0,50	7,00	1,67	0,60	2,07	-5,00	3,50	-0,38	0,73	2,52
Vertikal iskeletsel ölçümler															
S_Go	-3,00	2,00	-0,58	0,36	1,26	-1,50	4,00	1,04	0,49	1,68	-2,00	3,00	0,46	0,53	1,84
N_Me	2,00	5,00	3,58	0,24	0,82	-4,00	1,00	-1,17	0,41	1,40	0,00	5,00	2,42	0,45	1,55
N_ANS	-1,00	6,00	0,88	0,52	1,80	-1,00	1,50	0,29	0,23	0,81	-1,00	7,00	1,17	0,62	2,15
ANS_Me	0,00	5,00	3,04	0,43	1,50	-4,00	1,00	-1,33	0,38	1,30	-1,00	5,00	1,71	0,51	1,78

Tablo 4.15b (Devam) YÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu lateral sefalometri değerleri arasındaki farklara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

	Tedavi başı–genişletme sonu					Genişletme sonu–pekiştirme sonu					Tedavi başı–pekiştirme sonu				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
Maksiller dentoalveolar ölçümler															
U1_SN	-6,00	1,00	-3,67	0,66	2,28	-4,00	4,00	0,96	0,75	2,62	-6,00	1,00	-2,71	0,68	2,37
U1_NA_dg	-6,00	2,00	-3,15	0,78	2,70	-4,00	4,00	0,83	0,66	2,30	-6,00	1,00	-2,32	0,64	2,23
U1_NA_mm	-2,00	0,00	-1,17	0,18	0,62	-1,00	1,00	0,13	0,20	0,68	-2,00	0,00	-1,04	0,23	0,78
U1_ANS-PNS	-7,00	0,00	-3,21	0,61	2,13	-5,00	7,00	0,92	1,00	3,45	-5,00	3,50	-2,29	0,79	2,73
U1_A-Pg	-1,00	1,00	0,00	0,21	0,74	-2,50	1,50	-0,25	0,33	1,14	-1,50	0,50	-0,25	0,20	0,69
VRL_U1	-3,00	2,00	-0,29	0,41	1,41	-2,00	4,00	0,25	0,43	1,48	-2,00	3,00	-0,04	0,46	1,59
Mandibular dentoalveolar ölçümler															
L1_NB_dg	-3,00	1,00	-0,63	0,31	1,07	-2,00	4,00	0,58	0,47	1,62	-2,00	3,00	-0,04	0,49	1,68
L1_NB_mm	-1,00	1,50	0,17	0,17	0,58	-1,00	0,50	-0,21	0,17	0,58	-1,00	1,00	-0,04	0,20	0,69
L1_GoMe	-4,00	0,00	-2,33	0,32	1,09	-2,00	6,00	1,50	0,59	2,06	-5,00	3,00	-0,83	0,62	2,14
L1_A-Pg	-2,00	1,00	-0,46	0,29	0,99	-1,50	1,00	-0,04	0,26	0,92	-2,00	1,00	-0,50	0,22	0,77
VRL_L1	-5,00	1,00	-1,58	0,55	1,92	-1,00	5,00	1,13	0,46	1,60	-3,00	2,00	-0,46	0,49	1,68
İnterdental ölçümler															
Oj	-2,00	2,00	0,46	0,39	1,36	-2,50	3,00	-0,58	0,48	1,66	-2,00	1,00	-0,13	0,23	0,80
Ob	-3,50	0,50	-2,04	0,33	1,16	0,00	3,00	1,79	0,26	0,92	-2,50	1,00	-0,25	0,28	0,97
U1_L1	1,00	7,00	3,42	0,65	2,23	-9,00	2,00	-1,29	0,93	3,21	-3,00	7,00	2,13	0,76	2,63
Yumuşak doku ölçümleri															
Ud_Eline	-3,00	3,00	0,42	0,40	1,40	-2,00	3,50	0,00	0,51	1,78	-1,00	4,00	0,42	0,38	1,33
Ad_Eline	-3,00	2,00	-0,46	0,39	1,36	0,00	2,50	0,92	0,28	0,97	-2,50	4,50	0,46	0,51	1,75
NLA	-7,00	6,00	0,29	1,23	4,26	-29,00	8,00	-2,17	2,64	9,14	-35,50	8,00	-1,88	3,31	11,45
VRL_Sn	-2,50	3,00	0,13	0,45	1,55	-2,00	3,00	0,33	0,40	1,37	-4,50	3,00	0,46	0,62	2,16
VRL_Ss	-2,00	2,00	-0,08	0,38	1,33	-1,00	4,00	0,88	0,37	1,28	-2,00	4,00	0,79	0,47	1,63
VRL_Ls	-2,00	2,00	-0,13	0,42	1,45	-2,00	3,50	1,04	0,46	1,60	-1,50	3,00	0,92	0,43	1,49
VRL_Li	-14,50	3,00	-2,04	1,27	4,40	-1,00	8,00	2,00	0,76	2,63	-6,50	3,00	-0,04	0,74	2,57
VRL_Si	-5,00	3,50	-0,75	0,85	2,93	-7,50	6,00	0,08	0,92	3,19	-9,00	2,00	-0,67	0,98	3,39
VRL_SPg	-6,00	8,50	-0,38	1,01	3,48	-1,00	6,00	1,54	0,65	2,25	-3,50	7,50	1,17	0,80	2,76

Tablo 4.16 Tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu lateral sefalometri değerleri arasındaki farkların HÜÇG ve YÜÇG grupları arasında karşılaştırılması

	Tedavi başı- genişletme sonu					Genişletme sonu-pekiştirme sonu					Tedavi başı-pekiştirme sonu				
	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P
	Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS	
Maksiller iskeletsel ölçümler															
S_N	-0,17	0,49	-0,04	0,14	0,564	0,13	0,23	0,21	0,45	0,755	-0,04	0,54	0,17	0,54	0,318
SNA	0,67	1,09	0,50	0,85	0,443	0,00	0,93	-0,25	0,87	0,514	0,67	0,65	0,25	1,12	0,443
Mak_derin	1,17	1,37	0,08	1,31	0,101	0,25	0,99	0,29	1,37	0,932	1,42	1,43	0,38	1,25	0,060
FH_N-A	0,50	1,17	0,71	1,88	0,843	0,21	1,32	-0,88	2,13	0,219	0,71	1,66	-0,17	1,11	0,178
VRL-A	0,08	1,36	0,71	1,16	0,410	0,29	0,89	-0,08	1,04	0,266	0,38	0,91	0,63	1,28	0,630
Konveksite	2,75	1,64	1,79	1,12	----	----	----	----	----	----	1,17	0,81	0,79	0,94	
SN_ANS-PNS	-0,33	0,65	0,42	0,63	0,012*	0,04	1,03	-0,13	1,13	0,755	-0,29	1,41	0,29	0,86	0,039*
Mandibular iskeletsel ölçümler															
SNB	-1,38	0,80	-1,13	2,00	----	----	----	----	----	----	-0,29	1,14	-0,83	1,91	0,932
Y_Axis	2,54	1,27	1,79	1,30	----	----	----	----	----	----	0,75	1,50	1,00	1,21	0,514
SN_GoGn	3,25	1,69	2,50	1,07	----	----	----	----	----	----	1,33	1,71	0,50	1,51	0,128
FH_N-Pg	-3,88	2,38	-2,17	3,00	----	----	----	----	----	----	-1,13	3,42	-1,08	2,86	0,932
VRL_B	-4,42	1,61	-2,17	2,24	----	----	----	----	----	----	-1,00	1,86	-1,08	2,19	1,000
VRL_Pg	-4,58	1,56	-2,04	2,44	----	----	----	----	----	----	-0,96	1,84	-0,38	2,52	0,551
Vertikal iskeletsel ölçümler															
S_Go	0,54	1,23	-0,58	1,26	----	----	----	----	----	----	1,42	1,33	0,46	1,84	0,219
N_Me	4,50	1,38	3,58	0,82	----	----	----	----	----	----	2,83	1,89	2,42	1,55	0,755
N_ANS	1,08	1,06	0,88	1,80	0,198	-0,17	1,57	0,29	0,81	0,478	0,92	1,02	1,17	2,15	0,713
ANS_Me	4,13	1,51	3,04	1,50	----	----	----	----	----	----	2,33	1,81	1,71	1,78	0,443

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

Tablo 4.16 (Devam) Tedavi başı, genişletme ve pekiştirme sonu lateral sefalometri değerleri arasındaki farkların HÜÇG ve YÜÇG grupları arasında karşılaştırılması

	Tedavi başı–genişletme sonu					Genişletme sonu–pekiştirme sonu					Tedavi başı–pekiştirme sonu				
	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P
	Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS	
Maksiller dentoalveolar ölçümler															
U1_SN	-0,71	2,08	-3,67	2,28	0,004**	-1,50	2,87	0,96	2,62	0,039*	-2,21	1,94	-2,71	2,37	0,443
U1_NA_dg	-0,50	1,86	-3,15	2,70	0,017	-1,92	2,86	0,83	2,30	0,014*	-2,42	1,79	-2,32	2,23	0,932
U1_NA_mm	-0,50	0,93	-1,17	0,62	0,089	-0,67	1,37	0,13	0,68	0,078	-1,17	1,11	-1,04	0,78	0,887
U1_ANS-PNS	-0,50	1,58	-3,21	2,13	0,003**	-2,08	3,62	0,92	3,45	0,052	-2,58	2,76	-2,29	2,73	0,887
U1_A-Pg	1,17	0,72	0,00	0,74	----	----	----	----	----	----	-0,54	0,89	-0,25	0,69	0,291
VRL_U1	-0,29	1,57	-0,29	1,41	0,887	-0,21	1,16	0,25	1,48	0,478	-0,50	1,67	-0,04	1,59	0,671
Mandibular dentoalveolar ölçümler															
L1_NB_dg	2,33	1,97	-0,63	1,07	----	----	----	----	----	----	1,04	2,47	-0,04	1,68	0,266
L1_NB_mm	0,71	0,72	0,17	0,58	----	----	----	----	----	----	0,33	0,69	-0,04	0,69	0,219
L1_GoMe	0,50	1,99	-2,33	1,09	0,001***	-0,46	1,68	1,50	2,06	0,017*	0,04	2,25	-0,83	2,14	0,410
L1_A-Pg	-0,04	2,30	-0,46	0,99	----	----	----	----	----	----	-0,63	1,30	-0,50	0,77	0,977
VRL_L1	-2,29	3,65	-1,58	1,92	0,101	2,42	0,95	1,13	1,60	0,012*	0,13	3,61	-0,46	1,68	0,755
İnterdental ölçümler															
Oj	2,17	0,75	0,46	1,36	----	----	----	----	----	----	0,00	1,30	-0,13	0,80	0,843
Ob	-3,63	0,86	-2,04	1,16	----	----	----	----	----	----	-0,58	1,55	-0,25	0,97	0,443
U1_L1	-3,21	2,47	3,42	2,23	----	----	----	----	----	----	1,33	3,03	2,13	2,63	0,347
Yumuşak doku ölçümleri															
Ud_Eline	1,58	0,93	0,42	1,40	----	----	----	----	----	----	0,29	1,42	0,42	1,33	0,755
Ad_Eline	0,79	1,42	-0,46	1,36	----	----	----	----	----	----	0,21	1,64	0,46	1,75	0,843
NLA	-3,29	6,19	0,29	4,26	0,101	0,46	5,11	-2,17	9,14	0,478	-2,83	4,60	-1,88	11,45	0,101
VRL_Sn	-0,29	0,94	0,13	1,55	0,590	0,71	0,92	0,33	1,37	0,443	0,42	1,22	0,46	2,16	0,671
VRL_Ss	-0,21	1,23	-0,08	1,33	0,887	0,83	1,25	0,88	1,28	0,887	0,63	1,48	0,79	1,63	0,977
VRL_Ls	-0,13	1,46	-0,13	1,45	----	----	----	----	----	----	0,29	1,96	0,92	1,49	0,410
VRL_Li	-2,08	1,33	-2,04	4,40	----	----	----	----	----	----	-0,08	1,72	-0,04	2,57	0,630
VRL_Si	-3,21	1,56	-0,75	2,93	----	----	----	----	----	----	-0,71	2,08	-0,67	3,39	0,478
VRL_SPg	-3,92	1,46	-0,38	3,48	----	----	----	----	----	----	-0,75	1,60	1,17	2,76	0,039*

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

4.5 Posteroanterior Radyografi Bulguları

4.5.1 HÜÇG Grubu için Grup İçi Karşılaştırmalar

Hızlı üst çene genişletme tedavileri ile üst çenede meydana gelen iskeletsel ve dental değişimler, transversal yönde posteroanterior radyografiler ile değerlendirilmiştir. Tedavi başı (T1), genişletme sonu (T2) ve pekiştirme sonu (T3) dönemlerine ait posteroanterior radyografi bulgularının istatistiksel verileri tablo 4.17a'da, dönemler arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmalar ise tablo 4.17b'de yer almaktadır.

Sağ ve sol üst birinci küçük azılar ve büyük azılara tedaviye başlamadan önce yerleştirilen referans tellerinin sağ ve sol latero-orbital noktaların birleşimi ile elde edilen OrD referans düzlemi ile yaptığı açılar, ilgili dişlerin süreçler içerisinde hareketi açısından fikir vermektedir. Ancak genişletmeyi takiben üst birinci küçük azı dişlerden rastgele birinin çekilmiş olması ilgili dişlerin pekiştirme dönemi sonunda transversal yöndeki değişimlerini ölçmeyi olanaksız hale getirmiştir. Dolayısıyla bu dişlere ait transversal yön değişimleri sadece T1-T2 dönemleri arasında karşılaştırılmaktadır.

Tablo 17b'de yer aldığı üzere T1-T2 dönemleri arasında artan üst orta kesici dişlerin kontak noktaları, üst birinci küçük azı ve büyük azı dişlere yerleştirilen referans tellerinin okluzal kısımları arasındaki mesafeler istatistiksel olarak ta çok önemlidir ($P \leq 0,0033$). Bu mesafeler içerisinde T2-T3 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim gösteren tek veri kesici dişlerin kontak noktaları arasında ölçülen mesafedir ($P \leq 0,0033$). T2'de ortalama 4,5 mm'ye kadar çıkan T3'de ise T1 değeri olan 0 mm'ye kadar gerileyen bu mesafe ölçümünün T1-T3 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemesi normaldir.

Üst birinci küçük azı ve büyük azı dişlerin transversal yön değişimi hakkında fikir veren sağ6/OrD, sol6/OrD, sağ4/OrD ve sol4/OrD açılarının T1-T2 dönemleri arasında artan değerleri istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,016$). Bu veriler ilgili dişlerin aktif genişletme sürecinde bukkale eğildiğini işaret etmektedir. Sağ6/OrD ve sol6/OrD açıları için yapılan T2-T3 karşılaştırmaları istatistiksel olarak anlamlı değilken ($P > 0,016$), T1-T3 dönemleri arasında sol6/OrD açısındaki artışın çok önemli olduğu görülmektedir ($P \leq 0,0033$).

Transversal yönde hızlı üst çene genişletmesi ile meydana gelen iskeletsel değişimi ölçtüğümüz tek veri olan sağ ve sol jugal noktalar arası mesafenin tedavi başına göre genişletme sonu dönemde artan değeri istatistiksel olarak ta çok önemlidir ($P \leq 0,0033$). Pasif pekiştirme döneminde istatistiksel olarak anlamlı değişime uğramayan bu verinin T1 ve T3 dönemlerinde ölçülen değerleri arasında çok önemli farkların olması doğaldır ($P \leq 0,0033$).

Tablo 4.17a HÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme ve pekiştirme sonu dönemlerde ölçülen posteroanterior radyografileri değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veriler

	Tedavi başı					Genişletme sonu					Pekiştirme sonu				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
sağ6-sol6 (mm)	48,00	60,50	51,92	1,02	3,55	55,00	67,00	59,42	0,92	3,18	55,00	67,50	59,42	0,96	3,33
sağ6/OrD (°)	71,00	92,00	83,46	1,70	5,89	82,00	101,00	89,75	1,70	5,89	78,00	104,00	86,79	1,89	6,56
sol6/Ord (°)	74,00	86,00	79,75	1,00	3,47	79,00	95,00	87,38	1,31	4,53	78,00	97,00	87,29	1,40	4,85
sağ4-sol4 (mm)	36,00	41,50	39,58	0,49	1,69	42,00	51,00	46,96	0,80	2,78	----	----	----	----	----
sağ4/OrD (°)	66,00	96,00	80,75	2,41	8,35	78,00	97,00	88,79	1,68	5,81	----	----	----	----	----
sol4/Ord (°)	71,00	95,50	80,42	2,02	7,00	75,00	100,00	85,04	2,08	7,21	----	----	----	----	----
sağ1-sol1 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	9,00	4,58	0,56	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sağJ-solJ (mm)	59,00	70,00	62,63	0,91	3,14	63,00	73,00	66,29	0,81	2,82	61,00	72,00	65,75	0,88	3,05

Tablo 4.17b HÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme ve pekiştirme sonu dönemlerde posteroanterior radyografilerde ölçülen ortalama değerlerin grup içi karşılaştırılması

Değişkenler	Tedavi başı (T1)		Genişletme sonu (T2)		Pekiştirme sonu (T3)		P		
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	T1-T2	T2-T3	T1-T3
sağ6-sol6 (mm)	51,92	3,55	59,42	3,18	59,42	3,33	0,002**	0,713	0,002**
sağ6/OrD (°)	83,46	5,89	89,75	5,89	86,79	6,56	0,004*	0,091	0,055
sol6/Ord (°)	79,75	3,47	87,38	4,53	87,29	4,85	0,003**	0,683	0,002**
sağ4-sol4 (mm)	39,58	1,69	46,96	2,78	----	----	0,002**	----	----
sağ4/OrD (°)	80,75	8,35	88,79	5,81	----	----	0,005*	----	----
sol4/Ord (°)	80,42	7,00	85,04	7,21	----	----	0,009*	----	----
sağ1-sol1 (mm)	0,00	0,00	4,58	1,93	0,00	0,00	0,002**	0,002**	1,000
sağJ-solJ (mm)	62,63	3,14	66,29	2,82	65,75	3,05	0,002**	0,041	0,002**

*P≤0,016 **P≤0,0033 ***P≤0,00033

4.5.2 YÜÇG Grubu İçin Grup İçi Karşılaştırmalar

Yavaş üst çene genişletmelerinin iskeletsel ve dental etkilerini transversal yönde değerlendirmek amacıyla tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlerde alınan PA radyografilere ait istatistiksel veriler tablo 4.18a ve tablo 4.18b'de sunulmaktadır.

HÜÇG grubunda üst birinci küçük ve büyük azı dişlerde kullanılan referans düzlemlerinin aynıları YÜÇG grubu içinde kullanılmıştır. Referans teller dikkate alınarak ölçülen sağ6-sol6 ve sağ4-sol4 mesafeleri tedavi başına nazaran genişletme sonunda çok önemli artışlar göstermektedir ($P \leq 0,0033$). T2-T3 arasında anlamlı değişim göstermeyen sağ6-sol6 mesafesinde, T1-T3 arasında ölçülen artışlar doğal olarak çok önemli bulundu ($P \leq 0,0033$). Üst orta keserler arasında ölçülen mesafelerde ise hiçbir dönemde fark yoktur ($P > 0,016$).

Sağ6/OrD, sol6/OrD, ve sol4/OrD açılarının T1-T2 dönemleri arasında artan değerleri istatistiksel olarak önemli bulundu ($P \leq 0,016$). Aynı dönemde sağ4/OrD açısındaki artış ise çok önemliydi ($P \leq 0,0033$). T2-T3 ve T1-T3 dönemleri arasında değerlendirilen sağ6/OrD ve sol6/OrD açılarında ise anlamlı değişimler izlenmedi ($P > 0,016$).

Sağ-sol jugal noktalar arasında ölçülen mesafe, T1-T2 ve T1-T3 dönemleri arasında istatistiksel olarak çok önemli artışlar gösterirken ($P \leq 0,0033$), T2-T3 dönemleri arasında değişim göstermemektedir ($P > 0,016$).

Tablo 4.18a YÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme ve pekiştirme sonu dönemlerde ölçülen posteroanterior radyografileri değerlerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel veriler

	Tedavi başı					Genişletme sonu					Pekiştirme sonu				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
sağ6-sol6 (mm)	48,00	61,00	53,54	1,08	3,88	56,00	70,50	62,50	1,14	4,12	56,00	71,00	62,42	1,17	4,21
sağ6/OrD (°)	75,50	90,00	84,12	1,17	4,20	81,00	95,00	88,69	1,41	5,09	80,00	93,00	86,00	0,98	3,54
sol6/Ord (°)	76,00	90,00	82,23	1,36	4,92	74,00	106,00	88,46	2,11	7,62	76,00	97,00	85,65	1,54	5,57
sağ4-sol4 (mm)	38,00	47,00	42,38	0,79	2,72	47,00	57,00	51,17	0,95	3,30	----	----	----	----	----
sağ4/OrD (°)	76,00	88,50	83,88	1,11	3,86	83,00	94,00	88,42	0,89	3,09	----	----	----	----	----
sol4/Ord (°)	71,00	99,00	81,67	2,14	7,42	79,00	106,00	86,21	2,21	7,66	----	----	----	----	----
sağ1-sol1 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sağI-solI (mm)	58,00	68,00	62,85	0,77	2,76	62,00	73,00	66,69	0,89	3,20	63,00	74,00	66,88	0,88	3,16

Tablo 4.18b YÜÇG grubunda tedavi başı, genişletme ve pekiştirme sonu dönemlerde posteroanterior radyografilerde ölçülen ortalama değerlerin grup içi karşılaştırılması

Değişkenler	Tedavi başı (T1)		Genişletme sonu (T2)		Pekiştirme sonu (T3)		P		
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	T1-T2	T2-T3	T1-T3
sağ6-sol6 (mm)	53,54	3,88	62,50	4,12	62,42	4,21	0,001**	0,414	0,001**
sağ6/OrD (°)	84,12	4,20	88,69	5,09	86,00	3,54	0,008*	0,026	0,113
sol6/Ord (°)	82,23	4,92	88,46	7,62	85,65	5,57	0,008*	0,045	0,017
sağ4-sol4 (mm)	42,38	2,72	51,17	3,30	----	----	0,002**	----	----
sağ4/OrD (°)	83,88	3,86	88,42	3,09	----	----	0,003**	----	----
sol4/Ord (°)	81,67	7,42	86,21	7,66	----	----	0,007*	----	----
sağ1-sol1 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
sağI-solI (mm)	62,85	2,76	66,69	3,20	66,88	3,16	0,001**	0,380	0,001**

*P<0,016 **P<0,0033 ***P<0,00033

4.5.3 HÜÇG ve YÜÇG Gruplarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Çalışmamızı oluşturan her iki grubun tedavi başında PA radyografilerde yapılan ölçümleri tablo 4.19' da karşılaştırılmaktadır. Tedavi başında YÜÇG grubunda HÜÇG grubuna göre daha fazla ölçülen üst birinci küçük azılar arasındaki mesafelerde (sağ4-sol4) var olan farklılıklar istatistiksel olarak çok önemlidir ($p \leq 0,01$).

Genişletme sonunda YÜÇG grubunda 62,50 mm HÜÇG grubunda ise 59,42 mm olan sağ6-sol6 mesafeleri arasındaki fark önemli bulundu ($P \leq 0,05$). Sağ4-sol4 mesafesinin YÜÇG ve HÜÇG gruplarında sırasıyla 51,17mm ve 46,96mm olarak ölçülen değerleri arasındaki farklılıklar ise çok önemli bulundu ($P \leq 0,01$). Sağ1-sol1 mesafesinde iki grup için ölçülen değerlerdeki farklılıklarda istatistiksel olarak oldukça önemliydi ($P \leq 0,001$).

HÜÇG ve YÜÇG gruplarının pekiştirme sonunda yapılan PA radyografi karşılaştırmalarında ise anlamlı tek farklılıklar sağ6-sol6 mesafeleri arasında yer almaktadır ($P \leq 0,05$).

T1-T2, T2-T3 ve T1-T3 dönemlerinde PA radyografiler üzerinde yapılan ölçümlerin arasında mevcut olan farklara ait tanımlayıcı istatistiksel veriler tablo 4.20'de sunulmaktadır. Bu farkların ilgili dönemlerde gruplar arası karşılaştırmalarına ait istatistiksel analiz sonuçları ise tablo 4.21'de sunulmaktadır.

Tablo 4.19 Tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu ortalama posteroanterior radyografi değerlerinin HÜÇG ve YÜÇG grupları arasında karşılaştırılması

	Tedavi başı					Genişletme sonu					Pekiştirme sonu				
	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P
	Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS	
sağ6-sol6 (mm)	51,92	3,55	53,54	3,88	0,250	59,42	3,18	62,50	4,12	0,047*	59,42	3,33	62,42	4,21	0,050*
sağ6/OrD (°)	83,46	5,89	84,12	4,20	0,935	89,75	5,89	88,69	5,09	0,722	86,79	6,56	86,00	3,54	0,913
sol6/Ord (°)	79,75	3,47	82,23	4,92	0,273	87,38	4,53	88,46	7,62	0,891	87,29	4,85	85,65	5,57	0,368
sağ4-sol4 (mm)	39,58	1,69	42,38	2,72	0,009**	46,96	2,78	51,17	3,30	0,006**	-----	-----	-----	-----	-----
sağ4/OrD (°)	80,75	8,35	83,88	3,86	0,203	88,79	5,81	88,42	3,09	0,728	-----	-----	-----	-----	-----
sol4/Ord (°)	80,42	7,00	81,67	7,42	0,583	85,04	7,21	86,21	7,66	0,840	-----	-----	-----	-----	-----
sağ1-sol1 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000	4,58	1,93	0,00	0,00	0,000***	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
sağJ-solJ (mm)	62,63	3,14	62,85	2,76	0,721	66,29	2,82	66,69	3,20	0,762	65,75	3,05	66,88	3,16	0,509

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

4.5.4 HÜÇG ve YÜÇG Gruplarında Meydana Gelen Değişimlerin Gruplar Arası Karşılaştırılması

Her iki grupta genişletme ve pekiştirme döneminde izlenen değişimlere ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler Tablo 20a'da sunulmaktadır. Bu değişimlerin gruplar arasında karşılaştırılmasına ilişkin bulgular ise Tablo 20b'de yer almaktadır.

Sağ6-sol6 mesafesinin YÜÇG grubunda HÜÇG grubundan T1-T2 ve T1-T3 dönemleri arasında daha fazla olduğu tespit edilen farkı istatistiksel olarak çok önemlidir ($P \leq 0,01$). Sağ1-sol1 mesafesinde T1-T2 ve T2-T3 arasında ölçülen değerinin HÜÇG grubunda daha fazla olması istatistiksel olarak oldukça anlamlıdır ($P \leq 0,001$). Sol6/OrD açısında HÜÇG grubunda daha fazla olduğu tespit edilen T1-T3 dönemleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemlidir ($P \leq 0,05$).

T1-T2, T2-T3 ve T1-T3 dönemleri arasında değerlendirilen diğer ölçümler arasındaki farklar ise anlamlı bulunmamaktadır ($P > 0,05$).

Tablo 4.20a. Üst çenede tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu posteroanterior radyografi ölçümleri arasındaki farklara ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

Grup	Değişkenler	Tedavi başı – genişletme sonu					Genişletme sonu – Pekiştirme sonu					Tedavi başı – pekiştirme sonu				
		Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
HÜÇĞ	sağ6-sol6 (mm)	5,00	9,50	7,50	0,40	1,38	-2,00	1,00	0,00	0,20	0,71	5,00	9,50	7,50	0,35	1,22
	sağ6/OrD (°)	-2,00	14,00	6,29	1,31	4,54	-12,00	5,00	-2,96	1,46	5,07	-5,00	12,00	3,33	1,44	4,98
	sol6/Ord (°)	-2,00	15,00	7,63	1,26	4,38	-5,50	9,00	-0,08	1,12	3,87	2,00	21,00	7,54	1,57	5,44
	sağ4-sol4 (mm)	4,50	10,00	7,38	0,54	1,88	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	sağ4/OrD (°)	0,00	24,50	8,04	1,92	6,65	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	sol4/Ord (°)	-3,00	14,00	4,63	1,31	4,55	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
YÜÇĞ	sağ1-sol1 (mm)	2,00	9,00	4,58	0,56	1,93	-9,00	-2,00	-4,58	0,56	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sağJ-solJ (mm)	3,00	5,00	3,67	0,20	0,69	-2,00	0,00	-0,54	0,23	0,78	1,00	5,00	3,13	0,31	1,09
	sağ6-sol6 (mm)	7,00	10,00	8,96	0,26	0,92	-1,00	0,50	-0,08	0,10	0,34	7,00	10,00	8,88	0,26	0,94
	sağ6/OrD (°)	-3,00	10,00	4,58	1,17	4,22	-9,00	3,00	-2,69	1,00	3,59	-5,00	10,00	1,88	1,06	3,81
	sol6/Ord (°)	-5,00	18,00	6,23	1,75	6,33	-10,00	6,00	-2,81	1,26	4,55	-2,00	12,50	3,42	1,20	4,32
	sağ4-sol4 (mm)	6,00	11,00	8,79	0,51	1,75	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	sağ4/OrD (°)	0,00	10,00	4,54	0,90	3,11	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	sol4/Ord (°)	-1,00	8,50	4,54	1,05	3,63	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	sağ1-sol1 (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sağJ-solJ (mm)	1,00	7,00	3,85	0,44	1,57	-1,00	2,00	0,19	0,24	0,85	1,00	8,00	4,04	0,48	1,74

Tablo 4.20b. Tedavi başı, genişletme sonu ve pekiştirme sonu posteroanterior değerleri arasındaki farkların HÜÇĞ ve YÜÇĞ grupları arasında karşılaştırılması

	Tedavi başı–genişletme sonu					Genişletme sonu–pekiştirme sonu					Tedavi başı–pekiştirme sonu				
	HÜÇĞ		YÜÇĞ		P	HÜÇĞ		YÜÇĞ		P	HÜÇĞ		YÜÇĞ		P
	Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS	
sağ6-sol6 (mm)	7,50	1,38	8,96	0,92	0,008**	0,00	0,71	-0,08	0,34	0,271	7,50	1,22	8,88	0,94	0,005**
sağ6/OrD (°)	6,29	4,54	4,58	4,22	0,382	-2,96	5,07	-2,69	3,59	0,935	3,33	4,98	1,88	3,81	0,397
sol6/Ord (°)	7,63	4,38	6,23	6,33	0,566	-0,08	3,87	-2,81	4,55	0,190	7,54	5,44	3,42	4,32	0,044*
sağ4-sol4 (mm)	7,38	1,88	8,79	1,75	0,086	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
sağ4/OrD (°)	8,04	6,65	4,54	3,11	0,148	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
sol4/Ord (°)	4,63	4,55	4,54	3,63	0,954	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
sağ1-sol1 (mm)	4,58	1,93	0,00	0,00	0,000***	-4,58	1,93	0,00	0,00	0,000***	0,00	0,00	0,00	0,00	1,000
sağJ-solJ (mm)	3,67	0,69	3,85	1,57	0,735	-0,54	0,78	0,19	0,85	0,064	3,13	1,09	4,04	1,74	0,127

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

4.6 Ortodontik Model Analiz Bulguları

Tedavi başı ve pekiştirme sonunda her iki grubu oluşturan bireylerden alınan üst diş kavşına ait ölçülerden elde edilen alçı modeller model analizi için kullanıldı. Karşılıklı üst ikinci küçük azı ve birinci büyük azı dişlerin farklı noktalarını birleştiren mesafelerin ölçümü ile elde edilen veriler model analizlerinde değerlendirildi.

4.6.1 HÜÇG ve YÜÇG Gruplarında Grup İçi Karşılaştırmalar

HÜÇG grubunda tedavi başı ve pekiştirme sonunda model üzerinde yapılan ölçümlere ve bu ölçümler arasındaki farklılara ait tanımlayıcı istatistiksel veriler tablo 4.21'de, grup içi karşılaştırmalara ait istatistiksel analiz sonuçları ise tablo 4.22'de yer almaktadır. Ölçülen tüm mesafelerin tedavi başına nazaran pekiştirme sonunda artış göstermeleri istatistiksel olarak oldukça önemlidir ($P \leq 0,001$).

YÜÇG grubunda tedavi başı ve pekiştirme sonunda model üzerinde yapılan ölçümlere ve bu ölçümler arasındaki farklılara ait tanımlayıcı istatistiksel veriler tablo 4.23'de, grup içi karşılaştırmalara ait istatistiksel analiz sonuçları ise tablo 4.24'de yer almaktadır. Ölçülen tüm mesafelerin tedavi başına nazaran pekiştirme sonunda artış göstermeleri istatistiksel olarak çok önemlidir ($P \leq 0,01$).

4.6.2 HÜÇG ve YÜÇG Grupları Arasında Karşılaştırmalar

Modellerde yapılan ölçümlerin gruplar arası karşılaştırmalara olanak veren istatistiksel analiz sonuçları tablo 4.25'de sunulmaktadır.

Pekiştirme sonunda yapılan karşılaştırmalarda 5-5 palatal gingiva ve 6-6 santral sulkus mesafelerinin YÜÇG grubunda daha büyük değerler alıyor olması istatistiksel olarak önemli bulundu ($P \leq 0,05$).

YÜÇG grubunda, tedavi başı ve pekiştirme sonunda ölçülen değerler arasında HÜÇG grubuna göre daha fazla farkların var oluşu 5-5 bukkal tüberkül, 5-5 santral sulkus mesafelerinde çok önemli iken ($P \leq 0,01$), 5-5 palatal gingiva mesafesinde oldukça önemlidir ($P \leq 0,001$). 6-6 palatal gingiva mesafesinin tedavi başı ve pekiştirme dönemleri arasında YÜÇG grubunda daha fazla fark göstermiş olması da istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0,05$).

Tablo 4.21 HÜÇG grubunda tedavi başı ve pekiştirme sonu üst diş kavsi transversal yön genişlik değerlerine ve değişimlerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

	Tedavi başı					Genişletme sonu					Fark				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
5-5_bukkal tüberkül	34,90	44,95	39,31	0,77	2,78	42,72	52,15	47,02	0,86	3,11	5,31	9,17	7,71	0,27	0,99
5-5_santral sulkus	30,23	37,65	33,56	0,65	2,35	36,83	45,34	41,27	0,77	2,77	6,03	9,78	7,71	0,25	0,90
5-5_palatal gingiva	23,17	28,88	25,72	0,55	1,97	28,60	36,42	32,88	0,68	2,44	3,08	8,64	7,16	0,38	1,38
6-6_bukkal tüberkül	41,83	52,93	45,28	0,83	2,98	50,19	60,85	53,37	0,83	3,01	5,44	12,21	8,09	0,44	1,60
6-6_santral sulkus	37,12	46,46	40,14	0,76	2,73	44,67	54,65	47,93	0,83	3,00	5,32	10,91	7,80	0,39	1,39
6-6_palatal gingiva	24,54	34,65	30,14	0,87	3,15	32,77	42,15	37,77	0,84	3,04	6,07	9,07	7,63	0,25	0,90

Tablo 4.22. HÜÇG grubunda üst diş kavsinde transversal yöndeki değişimlerin grup içi karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

Değişkenler	Tedavi başı (T1)		Pekiştirme sonu (T3)		Fark		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	
5-5_bukkal tüberkül	39,31	2,78	47,02	3,11	7,71	0,99	0,001***
5-5_santral sulkus	33,56	2,35	41,27	2,77	7,71	0,90	0,001***
5-5_palatal gingiva	25,72	1,97	32,88	2,44	7,16	1,38	0,001***
6-6_bukkal tüberkül	45,28	2,98	53,37	3,01	8,09	1,60	0,001***
6-6_santral sulkus	40,14	2,73	47,93	3,00	7,80	1,39	0,001***
6-6_palatal gingiva	30,14	3,15	37,77	3,04	7,63	0,90	0,001***

***P<0,001

Tablo 4.23 YÜÇĞ grubunda tedavi başı ve pekiştirme sonu üst diş kavsi transversal yön genişlik değerlerine ve değişimlerine ilişkin tanımlayıcı istatistiksel bilgiler

	Tedavi başı					Genişletme sonu					Fark				
	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS	Min.	Maks.	Ort.	SH	SS
5-5_bukkal tüberkül	33,49	46,46	40,92	1,10	3,65	42,43	55,93	49,86	1,16	3,84	7,65	10,34	8,94	0,23	0,77
5-5_santral sulkus	29,01	40,54	35,24	0,99	3,29	38,22	49,13	43,87	1,00	3,30	7,18	9,84	8,63	0,24	0,80
5-5_palatal gingiva	22,18	30,99	26,88	0,86	2,85	31,96	41,28	35,66	0,87	2,88	7,66	10,29	8,79	0,24	0,80
6-6_bukkal tüberkül	41,42	53,45	47,14	1,11	3,84	48,89	63,12	55,30	1,24	4,28	4,13	9,73	8,16	0,50	1,72
6-6_santral sulkus	37,40	48,36	42,44	1,06	3,67	45,72	56,93	50,91	1,08	3,73	5,83	12,59	8,47	0,48	1,65
6-6_palatal gingiva	27,76	36,65	31,57	0,90	3,11	36,11	45,72	40,27	1,01	3,48	6,47	10,79	8,70	0,32	1,11

Tablo 4.24. YÜÇĞ grubunda üst diş kavsinde transversal yöndeki değişimlerin grup içi karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

Değişkenler	Tedavi başı (T1)		Pekiştirme sonu (T3)		Fark		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS	
5-5_bukkal tüberkül	40,92	3,65	49,86	3,84	8,94	0,77	0,003**
5-5_santral sulkus	35,24	3,29	43,87	3,30	8,63	0,80	0,003**
5-5_palatal gingiva	26,88	2,85	35,66	2,88	8,79	0,80	0,003**
6-6_bukkal tüberkül	47,14	3,84	55,30	4,28	8,16	1,72	0,002**
6-6_santral sulkus	42,44	3,67	50,91	3,73	8,47	1,65	0,002**
6-6_palatal gingiva	31,57	3,11	40,27	3,48	8,70	1,11	0,002**

**P≤0,01

Tablo 4.25. Üst diş kavsinde transversal yöndeki değişimlerin gruplar arası karşılaştırmalarına ilişkin bulgular

	Tedavi başı					Pekleştirme sonu					Fark				
	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P	HÜÇG		YÜÇG		P
	Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS		Ort.	SS	Ort.	SS	
5-5_bukkal tüberkül	39,31	2,78	40,92	3,65	0,192	47,02	3,11	49,86	3,84	0,087	7,71	0,99	8,94	0,77	0,004**
5-5_santral sulkus	33,56	2,35	35,24	3,29	0,235	41,27	2,77	43,87	3,30	0,056	7,71	0,90	8,63	0,80	0,008**
5-5_palatal gingiva	25,72	1,97	26,88	2,85	0,284	32,88	2,44	35,66	2,88	0,030*	7,16	1,38	8,79	0,80	0,001***
6-6_bukkal tüberkül	45,28	2,98	47,14	3,84	0,142	53,37	3,01	55,30	4,28	0,142	8,09	1,60	8,16	1,72	0,369
6-6_santral sulkus	40,14	2,73	42,44	3,67	0,082	47,93	3,00	50,91	3,73	0,044*	7,80	1,39	8,47	1,65	0,301
6-6_palatal gingiva	30,14	3,15	31,57	3,11	0,242	37,77	3,04	40,27	3,48	0,109	7,63	0,90	8,70	1,11	0,017*

*P<0,05 **P<0,01 ***P<0,001

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda temel olarak, hızlı ve yavaş üst çene genişletmelerinde destek dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonlarını inceledik. Yanı sıra bahsi geçen genişletme yöntemlerinin sagittal ve transversal yönde iskeletsel ve dental etkilerini de incelediğimiz çalışmamızın sonuçları şu şekilde sıralanabilir:

- HÜÇG ve YÜÇG gruplarının her ikisinde de kök rezorpsiyon kraterlerin destek dişlerin bukkalinde yoğunlaşmaktadır.
- HÜÇG grubunda genişletme dönemi sonunda ölçülen total kök rezorpsiyon hacmi aynı dönemde YÜÇG grubunda ölçülen total rezorpsiyon hacminden daha azdır. Bu farkın aktif genişletme süresi 20 günde tamamlanan HÜÇG grubunda kök rezorpsiyon sürecinin henüz tam anlamıyla başlamamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
- HÜÇG grubunda pekiştirme dönemi sonunda kök rezorpsiyonu miktarı genişletme dönemi sonuna göre daha fazladır. Bu durum HÜÇG grubunda pekiştirme döneminde rezorpsiyon sürecinin devam ettiğini ifade etmektedir.
- YÜÇG grubunda genişletme dönemi sonunda ölçülen kök rezorpsiyon hacimlerinin pekiştirme dönemi sonundan daha fazladır. Bu durum YÜÇG grubunda pekiştirme döneminde rezorpsiyon kraterlerinin tamirini ifade etmektedir.
- 24 hafta süren pekiştirme dönemi sonunda ölçülen kök rezorpsiyon hacimleri HÜÇG ve YÜÇG grupları arasında istatistiksel olarak önemli farklar göstermemektedir.
- HÜÇG ve YÜÇG gruplarının her ikisinde de T1-T3 dönemleri arasında üst keserlerin dikleşmesi ve vertikal boyutların artışı istatistiksel olarak önemlidir.
- Sagittal yönde yapılan iskeletsel ve dental ölçümler herhangi bir dönemde gruplar arasında anlamlı farklılıklar göstermemektedir.
- HÜÇG ve YÜÇG gruplarında transversal yönde iskeletsel ve dental genişlemeyi işaret eden tüm ölçümler T1-T2 dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı değişim göstermektedir. T2-T3 döneminde değişim göstermeyen aynı ölçümler pekiştirme döneminde transversal yönde relapsın olmadığını göstermektedir.

- Transversal yönde meydana gelen iskeletsel ve dental değişimler gruplar arasında farklılık göstermemektedir.
- HÜÇG ve YÜÇG gruplarında yapılan model ölçümleri her iki grupta da dental genişlemenin olduğunu ancak gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farkların olmadığını göstermektedir.
- Benzer bir çalışma planlandığında HÜÇG ve YÜÇG uygulamalarında apearelerle eklenecek kuvvet ölçümü yapabilen mekanikler kök rezorpsiyonları ve kuvvet bağlantısını açıklamakta yardımcı olabilir.
- Genişletme ve pekiştirme dönemleri sonunda elde edilen örnek dişlerde yapılacak histolojik çalışmalar ilgili dönemlerde aktif kök rezorpsiyonu sürecinin mi yoksa tamir sürecinin mi etkili olduğunu tarif etmede kullanılabilir.

5.TARTIŞMA

5.1 Bireylerin Seçimi

Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi prosedürlerinin işlemler sırasında destek alınan dişler olan üst birinci küçük azı dişlerde oluşturdukları kök rezorpsiyonunu değerlendirmek amacı ile yapılan çalışmamıza toplamda 26 birey dahil edildi. Bireylerin seçiminde en önemli hususlardan birisi üst çene genişletmesine ihtiyaçlarının olmasıydı. Araştırmacıların üst çene genişletme endikasyonlarında sıkça dile getirdikleri kriter olan tek veya çift taraflı çapraz kapanışa sahip bireyler çalışma için uygun kabul edildi (Bishara ve Staley, 1987; Doruk ve Bıçakçı, 2000). Ayrıca, klinik muayenede gülümseme esnasında bukkal koridorlarda izlenen karanlık alanların genişliği bu ihtiyacı belirlemede dikkate alındı.

Üst çene genişletme işleminin mid palatal suturda ayrılma oluşturabilmesi üst çenenin gelişimi ve suturda oluşan kaynaşma ile yakından ilişkilidir. Artan yaşla birlikte suturların daha kıvrımlı bir yapı göstermesinin, komşu kemiklerde daha sıkı kaynaşmayı işaret ettiği belirtilse de (Melsen, 1975), suturda ayrılmanın gerçekleştiği optimal yaş konusunda farklı görüşler mevcuttur. Klinisyenlerin sıklıkla bir araya geldiği ortak görüş büyüme atılım dönemi veya bu dönem öncesinde yapılan genişletme tedavilerinin ortopedik etkilerinin dental etkilerine nazaran daha fazla olacağı şeklindedir (Haas, 1961; Wertz, 1970; Hicks, 1978). Ancak mid palatal suturun kronolojik yaşı 27 olan bireyde dahi açık olabileceği ibaresi, sutur aktivitesinin bireysel olduğu gerçeğini bir kez daha akla getirmektedir (Persson ve Thilander, 1977).

Üst çene genişletme işlemlerinin daha istikrarlı ve sonuçlarının daha tahmin edilebilir olduğu yaş aralığını 13 ile 15 yaş öncesi olarak tarif eden Bishara ve Staley'in (1987) yayını dikkate alınarak 12-15 yaş aralığında bireyler çalışmaya dahil edildi. Erken yaşlarda suturda ayrılmanın daha fazla olduğu belirtilse de (Wertz, 1970), üst birinci küçük azıların ağızda olması ve kök uçlarının kapalı olması gerekliliği, bireysel olmakla birlikte çalışmaya dahil edilecek bireylerin 12-15 yaş aralığında olma gerekliliğini bir kez daha öne çıkardı.

Kök rezorpsiyonu çalışmalarında kapanmamış kök uçlarının varlığı doğru sonuçlara ulaşmaya engel olacaktır (Linge ve Linge, 1983; 1991). Bu bilgi dikkate

alınarak, çalışmamızda değerlendirme amacı ile kullanılan dişler olan üst birinci küçük azı dişlerin ağız içinde olması ve özellikle tedavi öncesi alınan periapikal radyografilerde kök uçlarının kapalı olmasına özen gösterildi. Ayrıca çalışmaya dahil edilen tüm bireylerde üst çene genişletmesini takiben üst birinci küçük azıların çekimini de gerektirecek derecede çapraşıklık ve/veya diş çekimi ile overjet eliminasyonu gereksiniminin mevcut olması aranan kriterlerdi. Kök rezorpsiyonu değerlendirmelerinde sonuçları etkileyebilecek faktörleri elimine etmek için daha önce benzer çalışmalar yapan araştırmacıların hasta seçiminde dikkat ettikleri hususlar çalışmamız için aradığımız bireyleri belirlemede referans alındı (Malek ve ark., 2001; Harris ve ak., 2006; Paetyangkul ve ark., 2009).

Kök rezorpsiyonu ve cinsiyet bağlantısı değerlendiren çalışmalardan birçoğu bu ikiliyi ilişkilendirmese de (Linge ve Linge, 1991; Sameshima ve Sinclair 2001a; 2001b; Jiang ve ark., 2010), kadınların erkeklere nazaran rezorpsiyona yatkın olduğunu dile getiren çalışmaların bulunduğu da belirtilmelidir (Newman, 1975; Kjaer, 1995;). Cinsiyet ve kök rezorpsiyonu bağlamında çalışma için seçilen uygun yaş aralığında ve istenilen kıstaslara sahip 19'u kadın, 7'si erkek toplam 26 birey HÜÇG ve YÜÇG gruplarına cinsiyet dağılımları dikkate alınmadan rastgele dağıtıldı.

5.2 Genişletme Apareyi ve Yöntemi

Üst çene genişletme amacı ile hangi apareylerin kullanıldığı konusunda yapılan literatür taramasının sonucunda apareyler hareketli ve sabit olmak üzere iki başlıkta sınıflandırılabilir. Apareylerin destek aldıkları yapılar veya kuvvet ünitelerindeki farklılıklar bu başlıklar altında sıralanan aparey çeşitliliğini de beraberinde getirmektedir. Kullanılacak aparey her ne olursa olsun tedavide başarıya giden yol, seçilen apareyin oluşturacağı etkiyi bilmek ve bunu istenilen etki ile örtüştürmekten geçmektedir (Chaconas ve Caputo, 1982).

Hareketli apareylerin iskeletsel ve dişsel etkileri, avantaj ve dezavantajları tartışıla dursun (Hermanson ve ark., 1985; Bishara ve Staley, 1987; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997; Erdinc ve ark., 1999; Defraia ve ark., 2008), daha güvenli olmaları ve daha az hasta işbirliği gerektirmeleri gerçeği sabit apareyleri tercih edilme sırasında bir adım öne taşımaktadır (Proffit ve ark., 2007).

Yatay yönde genişleme elde edebilmek için üst çeneye aktarılacak kuvveti farklı üniteler yardımı ile oluşturmaya çalışan birçok aparey kullanılmıştır. Bazı araştırmacıların kullandıkları apareylerde bu ünite, hafif ve devamlı kuvvet uyguladığı iddia edilen bir yay iken (Cotton, 1978; Darendeliler ve Lorenzon, 1996), kimi zaman magnetik alan oluşturan mıknatıs (Vardimon ve ark., 1987; Darendeliler ve ark., 1993) kimi zaman ise vida olarak karşımıza çıkmaktadır (Haas, 1961; Biederman, 1973; Asanza ve ark., 1997; Basciftci ve Karaman, 2002, Lamparski ve ark., 2003; Davidovitch ve ark., 2005).

Vidaların kullanıldığı üst çene genişletme apareylerin en önemli avantajları kolay ve anlaşılabilir mekanik yapıya sahip olmalarıdır. Belirli bir miktarda çevrilen vida yiv alanında dönmeye karşılık gelen miktar kadar genişleme oluşturacaktır. İstenilen genişliği sağlayacak vida aktivasyon sayısı klinisyenler tarafından kolaylıkla belirlenebilmektedir. Yine rijit ve hafif olarak tasarlanmış bu tip apareyler dar üst çenelere kolaylıkla uyumlanabilir. Yapılan apareyin rijit ve sert olması doku direncini aşmak için gereklidir (Romanyk ve ark., 2010). Özellikleri ve geometrisi tam olarak anlaşılammakla birlikte her birey için farklılık gösteren suturda, vida aktivasyonları ile oluşabilecek kuvveti tahmin etmekte imkansız hale gelmektedir. Bunu destekler nitelikteki çalışmalarda da farklı hastalarda kullanılan vidalı apareyler tarafından üretilen kuvvetlerin çok değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir (Isaacson ve ark., 1964; Isaacson ve Ingram, 1964; Zimring ve Isaacson, 1965). Her ne kadar bireye bağlı değişkenlerden etkilense de aktivasyon periyotlarının hekim tarafından belirlenmesi ve kuvvet kontrolüne izin veriyor olması bizim çalışmamızda da vidalı apareyin tercih sebebi olmuştur.

Üst çenede arka dişlerin bantlanması ile hazırlanan genişletme apareylerinin bir kısım dezavantajlarını azaltmak ihtiyacıyla arka dişleri tamamen akrille kaplayacak şekilde modifiye edilerek hazırlanan apareyler son yıllarda birçok klinik çalışmada kullanılmıştır (Asanza ve ark., 1997; İşeri ve Ozsoy, 2004; Kiliç ve ark, 2008, Ramoglu ve Sari, 2010). Birçok araştırmacıya göre bu şekilde rijit hazırlanan apareylerle yapılan tedaviler sonucunda, diş destekli apareylerle karşılaştırıldığında dentoalveolar yapılardan çok iskelet yapıda değişim elde edilmektedir (Spolyar, 1984; Alpern ve Yurosko, 1987; Sarver ve Johnston, 1989; Memikoglu ve İşeri, 1999). Destek dişlerin

üzerine akrilik kaplama şeklinde yapıştırılan bu apareylerin kuvvet vektörünü direk olarak maksillanın direnç merkezine aktardığı ve maksillayı oluşturan her iki parçada daha kütleli, dişlerde ise daha paralel hareket meydana getirdiği belirtilmiştir (Alpern ve Yurosko, 1987; Kiliç ve ark, 2008).

Akrilik plağın üst arka dişleri çepeçevre sardığı genişletme apareyleri ile üst çene genişletme tedavileri sırasında olabilecek okluzal çakışmaların ortadan kaldıracaktır. Böylelikle genişletmenin kalıcılığı, genişletme sırasında vertikal yön değişimlerinin kolaylıkla kontrolü, tedavi öncesinde tempromandibular eklemde var olan mikro travmalar olumlu yönde etkilenecektir. Destek dişlerde ise kök rezorpsiyonunu azaltacağı savunulmuştur (Alpern ve Yurosko, 1987).

Genişletme işlemi sırasında daha sonra olası relapslar düşünülerek, üst çenenin olması gerekenden daha fazla genişletilmesi anormal okluzal ilişkilere neden olacaktır. Dolayısıyla özellikle pekiştirme döneminde etkiyen okluzal kuvvetler rezorpsiyonlar için hazırlayıcı olabilir (Langford, 1982). Reitan'da (1974) var olan kontrolsüz okluzal temasların dişler üzerine yıkıcı etkileri kaçınılmaz olabileceğini belirtmiştir. Bu bilgiler ışığında üst çene genişletmesi için kullanılacak apareye karar verirken, modifiye akrilik bonded üst çene genişletme apareyi çalışmamız için tercih edildi. Arka dişleri okluzal yüzeyleri de dahil olmak üzere çepeçevre saran apareyin genişletme sırasında alt dişlerle olabilecek çarpışmaları engelleyerek genişletmeye karşı olabilecek dirençleri ve dişler üzerine gelen kuvvetleri azaltacağı, pekiştirme sırasında ise kontrolsüz okluzal temasları engelleyeceği düşünüldü. Hyrax kollarının akrilik yapı içine uzanması ile apareye rijit bir yapı kazandırılırken arka grup dişlerin tamamından alınan destek sayesinde kuvvet üst çenenin direnç merkezine aktarılmaya çalışılıp maksiller alveolar segmentler ve dişlerde paralel hareketin sağlanması hedeflendi. Planlanan apareyin gingival mukozada oluşturabileceği enflamasyonlar dezavantaj olarak görülse de aparey çıkarılmasını takiben bir hafta sonrasında bu durumun normale döndüğü belirtilmekteydi (Mossaz-Joelson ve Mossaz, 1989; Basciftci ve Karaman, 2002).

Üst çene genişletme işlemleri temelde hızlı ve yavaş genişletme olarak iki ana gruba ayrılmaktadır. Elde edilmek istenilen genişletme hızına bağlı olarak aynı apareylerin dahi farklı aktivasyon sıklıkları ile kullanılabilirler ifade edilmiştir (Ramoğlu, 2006).

Üst dişlere ve üst çene alveol proseslere, ortodontik diş hareketleri için gerekli olan limit kuvvetler üzerinde uygulanan kuvvetlerin etkisi hızlı üst çene genişletmesi olarak izlenmektedir (Isaacson ve ark., 1964; Isaacson ve Ingram, 1964; Zimring ve Isaacson, 1965). Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere hızlı üst çene genişletmelerinde hedef, kuvvetlerin dişlerden çok iskelet yapıya etki etmeleri şeklindedir (Haas, 1961; Isaacson ve Ingram, 1964; Lamparski ve ark., 2003). İskelet yapıda değişiklik oluşturabilmek için gerekli olan kuvvet miktarları ne kadar olmalı sorusuna cevap ararken bireysel olgunlaşma ile değişen sutural dirençler unutulmamalıdır (Al-Battikki, 2001).

Yapılan literatür taramaların kuvvet kaynağı olarak sıklıkla uygulandığı göze çarpan vidalı apareylerin 0.2 mm aralanmaya karşılık gelen bir çeyrek tur aktivasyonu ile mid palatal suturda 3-10 pound (1,5-4,5kg) arasında değişen kuvvet yüklemelerinin ölçüldüğü bildirilmiştir (Isaacson ve ark., 1964). Aynı çalışmada, vida aktivasyonlarının genç bireylerde olgun bireylere nazaran daha az kuvvet açığa çıkarmış olması yüz iskeletinde olgunlaşma ile artan genişletme direncine kanıt niteliğindedir (Isaacson ve ark., 1964).

Hangi sıklıkta vida aktivasyonunun hızlı üst çene genişletmesi için kullanıldığı araştırıldığında en sık karşılaşılan günde iki çeyrek tur vida aktivasyonu uygulamalarıdır (Haas, 1961; Barber ve Sims, 1981; Langford, 1982; da Silva Filho ve ark., 1991; Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994; Asanza ve ark., 1997; Memikoglu ve İşeri, 1999; Lamparski ve ark., 2003; Chung ve Font, 2004; Davidovitch ve ark., 2005). Apareyin ilk uygulandığı anda bu prosedüre ek olarak vidanın iki çeyrek tur aktivasyonu (Lamparski ve ark., 2003; Handelman, 1997) veya 4 çeyrek tur aktivasyonu (Haas, 1961) başlangıçta sutur direncini azaltmak için önerilmiştir. Bizim çalışmamızda ise hızlı üst çene genişletmesi için kullanılacak vida aktivasyon prosedürü, bir ön çevirme işlemi uygulanmaksızın sabah ve akşam olmak üzere günde iki defa çeyrek tur vida aktivasyonu olarak belirlendi.

Her yöntemin avantaj ve dezavantajlarının olduğu gerçeği HÜÇG tedavileri sırasında meydana gelen istenmeyen yan etkileri azaltmak için çevre dokularda daha az direnç oluşturarak mid palatal suturda genişletme esnasında kemik oluşumunu artıran YÜÇG tedavilerinin kullanımını da beraberinde getirmektedir (Hicks, 1978; Bell, 1982;

Mew, 1983). Hastaların yaşıyla ilgili olmakla beraber HÜÇG tedavileri sırasında 15-50 newton (1,5-5 kg) arasında değişen kuvvetlerin YÜÇG tedavilerinde 10-20 newton (1-2 kg) arasında ölçülmüş olması yavaş genişletme işleminin daha fizyolojik olduğu düşüncesini de akla getirmektedir (Lagravere ve ark, 2005).

Her iki yöntemin de birkaç açıdan karşılaştırıldığı çalışmamızda, aynı apareyler farklı aktivasyon sıklıkları ile kullanılmıştır. YÜÇG için kullanılan apareylere bakıldığında 2 pounda (1 kg) kadar kuvvet uyguladığı bildirilen minne expander (Hicks, 1978; Mossaz-Joelson ve Mossaz, 1989; Akkaya ve ark., 1998; 1999) ve aktif uygulaması ile ortalama 1 pound (0,5 kg) kuvvet açığa çıkaran quad-helix sıklıkla göze çapmaktadır (Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997). Vidalı apareyler için yavaş sutural genişletmeyi her iki günde bir tur vida aktivasyonu olarak tanımlayan araştırmacılara (Huyhn ve ark., 2009) paralel olarak çalışmamızda vida aktivasyonu YÜÇG grubu için iki günde bir tur olarak belirlendi.

5.3 Kök Rezorpsiyonlarını Değerlendirme Yöntemi

Kök rezorpsiyonlarının ortodontik tedaviler sırasında kaçınılmaz yan etki olarak ortaya çıktığını belirten birçok araştırmacı bulunmaktadır (Foo ve ark., 2007; Bartley ve ark., 2011; Lim ve ark., 2011). Bu anlamda üst çene genişletme tedavileri sırasında destek dişlere etkiyen kuvvetler nedeniyle kök rezorpsiyonu oluşacağı da bir gerçektir.

Yavaş ve hızlı üst çene genişletme tedavileri sırasında destek dişlerde meydana gelen kök rezorpsiyonları arasında fark olup olmadığı sorusuna cevap bulmak amacıyla yola çıktığımız çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçları benzer çalışmalarla karşılaştırmak doğru olacaktır. Hızlı üst çene genişletmeleri sırasında kök rezorpsiyonlarını değerlendiren çalışmalara bakıldığında rezorpsiyon kraterlerini belirleme taramalı elektron mikroskopları (SEM) veya histolojik kesitlerin kullanıldığı görülmektedir (Barber ve Sims, 1981; Langford ve Sims, 1982; Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994; Vardimon ve ark., 2005). Yavaş genişletme işlemi ardından kök rezorpsiyonunu inceleyen Lilja ve Odenrick (1982) ise değerlendirmelerinde radyografiler ve histolojik kesitleri kullanmışlardır. Bizim çalışmamızda ise rezorpsiyonu kraterlerini belirlemek amacıyla üç boyutlu görüntüleme olanağı sunan

mikro-BT'ler kullanıldı. Özel bir bilgisayar yazılımı Chull 2D (University of Sydney, Australia) ile elde ettiğimiz verileri hacimsel ölçümlere çevirmiş olmamız rezorpsiyon nedeniyle kök yüzeylerinde meydana gelen kayıpları sayısal verilere çevirip bu şekilde sunmamıza olanak verdi. Bu durumda ilk olarak çalışmamızı geçmiş çalışmalarla rezorpsiyon kraterlerini belirleme kullanılan yöntemler açısından karşılaştırmak gerekecektir.

Rezorpsiyon kraterlerinin yüzey özelliklerini iki boyutlu fotoğraflar halinde sunan SEM yöntemi, kraterlerin kökün hangi yüzeylerinde yoğunlaştığını gösterse de derinliklerini belirlemede yetersiz kalmaktadır. Tamir süreciyle yakından ilgili olan krater derinliği hakkında fikir sahibi olamamak ise yöntemin güvenilirliğinin sorgulanmasına neden olacaktır (Chan ve Darendeliler, 2004).

Kök yüzeylerinde var olan rezorpsiyon lakunalarının morfolojik özelliklerini ve hücresel içeriklerini değerlendirme olanağı sunan histolojik çalışmalar durumun hangi aşamada olduğu ve ne kadar ilerleyeceği düşüncesine ışık tutmaktadırlar (Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994). Buna rağmen kök rezorpsiyonu değerlendirmelerinde tek başlarına yetersiz kalmaktadırlar.

Her ne kadar mikro-BT'lerin SEM ve histolojik çalışmalar gibi sadece in-vitro kullanımı mümkün olsa da rezorpsiyonu kraterleri gibi küçük alanlarda dahi yüksek hassasiyetle üç boyutlu görüntüler elde edilebilmektedir (Dudic ve ark., 2008). Dış hareketi sırasında kök yüzeylerinde stresin yoğunlaştığı kritik anatomik noktaların güvenli olarak ayırt edilebilmesi, kraterlerin volümetrik olarak ölçülebilmeleri bu yöntemi diğer yöntemlere nazaran birkaç adım öne taşımaktadır (Harris ve ark., 2006).

Üç boyutlu kök yüzey analizi yaptığımız çalışmamızda örneklerin taranması ve Chull-2D programı ile krater hacimlerinin hesaplanması sırasında birtakım güçlüklerde söz konusudur. Verileri elde etmek için harcanan sürenin fazla oluşu analizin hassasiyeti ile ilişkilendirilebilir. Kraterlerin en dış bükey kısımlarını neredeyse düz bir çizgi ile birleştirip kontrast farkını dikkate alarak altta kalan karanlık rezorpsiyon alanını voksel cinsinden hesaplayan Chull-2D programının bu özelliği hesaplama sırasında olası yanılgıları da beraberinde getirmektedir. Dış bükey alan tespitinin zor oluşundan kaynaklı hatalara yol açmamak için çok büyük veya birbiri içine geçmiş çok

sayıda krater hacimleri bölünerek hesaplandı. Disto-palatal gibi kökün kavisli köşelerinde var olan kraterleri düz yüzey olarak kabul edip ölçüm yapan yöntem bu kısımlarda var olan rezorpsiyonun olması gerekenden daha az hesaplanmasına yol açmaktadır. Aynı nedenden dolayı kökün apikal kısımlarında rezorpsiyon nedeniyle var olan kayıpların hesaplanmasında yetersiz kalınması yöntemin bir diğer dezavantajıdır. Kök kanalı ve aksesuar kanal çıkışları ile birleşen rezorpsiyon kraterleri ölçülürken de bu kesitler değerlendirme dışında bırakılarak hatalar olabildiğince azaltılmaya çalışıldı.

5.4 Kök Rezorpsiyonlarının Genişletme Sonunda Karşılaştırılması

5.4.1 Grup İçi Karşılaştırmalar

Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi uyguladığımız iki gruptan elde edilen üç boyutlu kök rezorpsiyon verileri grupların kendi içlerinde kökün farklı yüzey ve seviyelerinde de istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Ortalama total hacimlere sayısal olarak bakıldığında HÜÇG yapılan grupta genişletme sonunda bukkal yüzeyde $0,078845\text{mm}^3$ olarak ölçülen değer palatal, distal ve mezial yüzeylerde sırasıyla $0,015772$, $0,074397$ ve $0,041747\text{mm}^3$ olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı grupta kökün farklı seviyeleri benzer biçimde karşılaştırıldığında orta üçlüde, servikal ve apikal üçlülere nazaran artmış hacimsel verilerin istatistiksel olarak ta anlamlı oluşu dikkat çekicidir. Her ne kadar istatistiksel olarak anlam ifade etmese de hızlı üst çene genişletmesi sonucunda rezorpsiyon kraterlerinin kökün bukkal yüzeyinde yoğunlaştığını ifade etmek doğru olacaktır. Bu ifade hızlı üst çene genişletmesi sonrası kök rezorpsiyonunu inceleyen diğer çalışmalarla da örtüşmektedir (Barber ve Sims, 1981; Langford, 1982; Odenrick ve ark., 1991; Erverdi ve ark., 1994).

YÜÇG yapılan grupta bukkal, palatal, distal ve mezial yüzeylerde sırasıyla $0,278064$, $0,023612$, $0,113224$ ve $0,016681\text{mm}^3$ olarak ölçülen hacimsel veriler bu grupta da HÜÇG grubuna benzer olarak genişletme sonunda rezorpsiyon kraterlerinin kökün bukkalinde yoğunlaştığının göstergesidir. Diğer yüzeylere nazaran total bukkal yüzeyde artmış krater hacimleri istatistiksel olarak ta önemlidir. İstatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte bu grupta farklı seviyelerde ölçülen total hacimsel verilerin orta üçlüde diğerlerine nazaran daha fazla olduğu gözlenmektedir. Kısacası YÜÇG uyguladığımız grupta rezorpsiyon kraterlerinin bukkal-orta kısımda yoğunlaştığını

sayısal olarak gösteren çalışmamız, yavaş genişletme sonunda rezorpsiyon kraterlerinin çoğunlukla bukko-servikal kısımda lokalize olduğunu bildiren Lilja ve Odenrick (1982) çalışmasından kısmen farklılık göstermektedir. Farklılığın çalışmamızda kullandığımız apareyden kaynaklandığı düşünülebilir. Dişleri çepeçevre saran akrilik plak ile hazırladığımız genişletme apareyi klasik bantlı apareylere nazaran daha fazla dişten destek alarak ankrajı artıracaktır. Genişletme tedavilerinin dental etkisi olarak ortaya çıkan destek dişlerde bukkale eğilme hareketi sırasında aparey dizaynı nedeniyle değişen rotasyon merkezi, periodontal aralıkta sıkışma alanlarını servikal üçlüden orta üçlüye taşımış olabilir.

5.4.2 Gruplar Arası Karşılaştırmalar

Yaptığımız literatür taramasında hızlı ve yavaş üst çene genişletme yöntemlerini kök rezorpsiyonu açısından karşılaştıran herhangi bir çalışmaya rastlayamadık. Buna rağmen kök rezorpsiyonunun oluşumu ve uygulanan kuvvetlerin rezorpsiyon sürecini nasıl etkilediğini inceleyen çalışmalar bu iki yöntemi karşılaştırırken bize ışık tutacaktır.

Çalışmamızda genişletme sonunda ölçülen ortalama total kök rezorpsiyonu hacimlerine bakıldığında YÜÇG grubunda ölçülen değer HÜÇG grubundan iki kat fazla olduğu görülmektedir. YÜÇG grubunda, özellikle bukkal yüzeyde olmak üzere servikal ve orta üçlüde ölçülen yüksek total krater hacimleri istatistiksel olarak önemlidir. Bu veriler biraz daha detaylandırıldığında bukkal yüzeyin orta ve apikal üçlüsünde ölçülen yüksek değerlerin istatistiksel olarak çok önemli olduğu, servikal üçlünün distalinde yapılan ölçümlerin ise önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Yaptığımız çalışmada yavaş ve hızlı genişletmeler sırasında destek dişlere aktarılan kuvvetleri ölçmedik. Ancak yukarıdaki bilgiler ışığında 20 gün boyunca günde iki çeyrek tur vida aktivasyonu yapılan HÜÇG grubunda, 80 gün boyunca gün aşırı bir çeyrek tur vida aktivasyonu yapılan YÜÇG grubuna nazaran destek dişlere daha ağır kuvvetler iletileceği açıktır. Şaşırtıcı olan ise ağır kuvvetlerin daha fazla kök rezorpsiyonuna neden olduğunu savunan görüşlerin aksine HÜÇG grubunda destek dişlerde YÜÇG grubuna nazaran totalde daha az kök rezorpsiyonu hacmi ölçmüş olmamızdır.

Hızlı genişletmeler tipik olarak günde iki çeyrek tur vida aktivasyonu ile yapılmaktadır. Bu şekilde kuvvetlerin kısa sürede tekrarlanarak uygulandığı açıktır. Isaacson ve ark. (1964) ekspansiyon vidasının tek aktivasyonu ile 3 ile 10 pound (1,5 ile 5 kg) kuvvet meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Günde iki defa yapılan ¼ tur aktivasyon ile ortaya çıkan kümülatif kuvvet 10 ile 20 pound (4,5-9 kg) arasındadır (Zimring ve Isaacson, 1965). Bu kuvvetler hızlıca dişlere daha sonra sutura iletilmektedirler (Proffit ve ark., 2007). Optimal kuvvet olarak belirlenen 20-26 gr/cm²'yi aşan bu kuvvetler periodontal alanda kan dolaşımının kesilmesine neden olacaktır (Brezniak ve Wasserstein, 1993b). Kuvvet uygulamasını takiben dakikalar içinde meydana gelen iskemi, basınç alan bölgede saatler içinde ölü hücrelerin oluşturduğu hyalinize alanları beraberinde getirecektir (Proffit ve ark, 2007). Tekrarlayan aktivasyonlar ile dişlere aktarılan ağır kuvvetler ise basınç alan periodontal alanlarda hyalinize dokunun ortadan kaldırılmasında etkili olduğu düşünülen çok çekirdekli klastik hücrelerin, dolaşımı yoluyla göçü engellenecektir. Bu şekilde hızlı üst çene genişletmesi süresince hyalinize dokunu varlığı ve bunun sonucu bu dokuyu ortadan kaldıracak hücresel faaliyetlerin başlayamaması HÜÇG grubunda görülen daha az kök rezorpsiyonunu açıklayabilir. Kuvvet uygulamasını takiben 20. ve 25. günde hyalinize dokunun tamamen uzaklaştırıldığı ve bugünlerden itibaren kök rezorpsiyonunun arttığı bilinmektedir (Rygh, 1977).

İki günde bir çeyrek tur vida aktivasyonu yaptığımız yavaş genişletme işlemi sürecinde aktivasyon periyotları arasında geçen sürede maksiller iskeletsel genişleme ile birlikte sıkışma bölgelerinde basıncın azalması ile daha küçük hyalinize alanların görülmesi veya semi-hyalinize alanların meydana gelmesi mümkündür. Vidanın aktivasyonu ile meydana gelen kuvvette aktivasyondan hemen sonra hızlı bir azalma başlamakta ve bu azalma 24 saatlik sürede tedrici olarak yavaşlama göstermektedir (Zimring ve Isaacson, 1965). Aktivasyon ile meydana kuvvet yüklemesinin %30-50'lik kısmı ilk 15 dakikada yok olmaktadır (Zimring ve Isaacson, 1965). Benzer şekilde takip eden aktivasyonlarda da bu tedrici azalma 12 veya 24 saatte izlenmekte ve her aktivasyon sonrası rezidüel yüklemelerin birikimi meydana gelmektedir. YÜÇG grubunda aktivasyonlar arasında geçen 48 saatlik sürede kuvvet azalmasının daha fazla ve dolayısıyla rezidüel kuvvet birikiminin daha az olacağı açıktır. Bu da hyalinize dokunun uzaklaştırılması için gerekli hücresel aktivasyona olanak sağlayabilecektir.

Nekrotik dokunun uzaklaştırılması süreci periodontal ligamentte kanlanmanın daha iyi olduğu hiyalinize alanların çevresinden başlamaktadır (Brudvick ve Rygh, 1993b). Hiyalinize dokunun ortadan kaldırılması sırasında kök rezorpsiyonu sürecinin de başlıyor olması (Stuteville, 1937; Reitan, 1974; Brudvick ve Rygh, 1993b; 1994a; 1994b) periodontal alanda genişletme sürecinde daha fazla kanlanmaya olanak tanıyan yavaş genişletme prosedürünün uygulandığı grupta neden daha fazla rezorpsiyon izlendiğini açıklayabilir. Bu durumda erken karışık dişlenme döneminde uyguladıkları yavaş genişletme işleminde daha az kök rezorpsiyonunun meydana geldiğini, kraterlerin çoğunun da tamir aşamasında olduğunu bildiren Lilja ve Odenrick (1982)'in çalışması bizim çalışmamızla örtüşmemektedir. Genişletme uygulanan bireylerin erken karışık dişlenme döneminde genç bireyler oluşu böyle bir sonuç açığa çıkarmış olabilir.

5.5 Kök Rezorpsiyonlarının Pekiştirme Sonunda Karşılaştırılması

Aktif genişletme fazı sonrasında mid palatal suturun reorganizasyonu ve kalsifikasyonu için pasif pekiştirme fazı gereklidir (Haas, 1965; Sarver ve Johnston, 1989). Genişletme sonunda oluşacak rezidüel kuvvetler ise pekiştirme fazının süresini belirlemede önemlidir (Zimring ve Isaacson, 1965). Bell (1982) yavaş genişletme için 1-3 ay, hızlı genişletme için ise 3-6 aylık pekiştirme süresinin yeterli olduğunu bildirmiştir. Proffit ve arkadaşları (2007), benzer şekilde yavaş genişletme için 2 ay hızlı genişletme için 3-4 ay pekiştirme sürecinin gerektiğini ifade etmişlerdir. Bishara ve Staley (1987) ise genişletme için kullanılan apareyin 3-6 ay boyunca pekiştirme apareyi olarak kullanılmasını önermişlerdir. Bu bilgiler çerçevesinde bizde çalışmamızda standardizasyon amacıyla her iki grup için pekiştirme sürecini 24 hafta yaklaşık 6 ay olarak belirledik.

Kök rezorpsiyonu miktarları ile yakından ilişkili olan doku cevap ve aktivitesinin bireyler arasında çok büyük farklılıklar gösterdiği, ancak aynı bireyde zamansal olarak farklılıklar gösterebileceği belirtilmiştir (Rygh 1977). Buna rağmen pekiştirme sonunda ve genişletme sonunda yaptığımız rezorpsiyon hacim karşılaştırmalarında aynı bireylerin karşılıklı üst birinci küçük azı dişlerini kullanarak farklılıkları en aza indirmeye çalıştık. Oh ve arkadaşları da (2011) aynı çene içinde sağ ve sol birinci küçük azı dişlere aynı büyüklükteki kuvvetleri uygulamışlar ve benzer

rezorpsiyon miktarı ölçmüşlerdir. Dolayısıyla aynı çene içinde bir dişin kontrol olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

5.5.1 Grup İçi Karşılaştırmalar

Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi uyguladığımız iki grupta pekiştirme sonunda elde edilen üç boyutlu kök rezorpsiyon verileri grupların kendi içlerinde kökün farklı yüzey ve seviyelerinde de istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Ortalama total hacimlere sayısal olarak bakıldığında HÜÇG yapılan grupta pekiştirme sonunda bukkal yüzeyde 0,122918 mm³ olarak ölçülen değer palatal, distal ve mezial yüzeylerde sırasıyla 0,017740, 0,062792 ve 0,115238 mm³ olarak karşımıza çıkmaktadır. Bukkal yüzeyde izlenen daha fazla kök rezorpsiyonu ile en az kök rezorpsiyonunun izlendiği palatal yüzey arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir.

YÜÇG yapılan grupta bukkal, palatal, distal ve mezial yüzeylerde sırasıyla 0,101843, 0,021795, 0,41640 ve 0,069544 mm³ olarak ölçülen hacimsel veriler bu grupta da HÜÇG grubuna benzer olarak genişletme sonunda rezorpsiyon kraterlerinin kökün bukkalinde yoğunlaştığının göstergesidir. Bukkal yüzeyde artmış krater hacim istatistiksel olarak ta önemlidir.

HÜÇG ve YÜÇG gruplarında genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlerde ölçülen kök rezorpsiyonu hacimlerini karşılaştırmak pekiştirme döneminde kök yüzeylerinin nasıl değiştiğini anlamada daha etkili olabilir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular pekiştirme döneminde kök rezorpsiyonunun mu yoksa tamirin mi baskın olduğu sorusunu cevaplamaktadır.

Her iki grupta da genişletme sonu ve pekiştirme sonu kök rezorpsiyonu değerlerinin grup içi karşılaştırılmasında HÜÇG grubunda distal yüzey dışında tüm yüzeylerde rezorpsiyon hacminin arttığı izlenmektedir. YÜÇG grubunda ise mezial yüzey dışında tüm yüzeylerde rezorpsiyon hacminin azaldığı izlenmektedir. Bu veriler HÜÇG grubunda pekiştirme döneminde devam eden kök rezorpsiyonunu, YÜÇG grubunda ise rezorpsiyon kraterlerinin tamirini göstermektedir.

5.5.2 Gruplar Arası Karşılaştırmalar

Genişletme sonu ile pekiştirme sonu rezorpsiyon değerleri arasındaki farklar gruplar arasında karşılaştırıldığında HÜÇG grubunda devam eden kök rezorpsiyonu sonrası hacimsel artış ile YÜÇG grubundaki tamir süreci sonrası rezorpsiyon hacimlerinin azalma gruplar arasındaki farkı ortaya çıkarmaktadır. HÜÇG grubunda iki dönem arasında yıkımın, YÜÇG grubunda dönemler arasında tamirin olduğunu işaret eden total orta ve apikal rezorpsiyon hacimlerindeki farklılıklar da istatistiksel olarak anlamlıdır. Total distal yüzeyde ise her iki grupta tamirin olduğu ancak YÜÇG grubunda tamirin anlamlı biçimde arttığı görülmektedir.

Her iki grupta da aktif kuvvet uygulaması sonlandırıldığı halde HÜÇG grubunda kök rezorpsiyonu artış göstermiştir. Bu aşamada kuvvet uygulamasını takiben 20. ve 25. günde hiyalinize dokunun tamamen uzaklaştırıldığını ve bugünlerden itibaren kök rezorpsiyonunun arttığını bildiren Rygh (1977)'nin çalışması bizim için önemlidir. Bizim çalışmamızda da hızlı genişletme tedavilerinin aktif fazı 20 gün sürmüş takiben pekiştirme dönemine geçilmiştir. Dolayısıyla hızlı genişletme sürecinin sonunda henüz aktif kök rezorpsiyonu sürecinin başlamamış olabileceği akla gelmektedir.

Hızlı genişletme sürecinin tamamlanmasını takiben rezidüel kuvvetlerin pekiştirme döneminin 5. ile 7. haftasına kadar çevre dokulara azalarak etkideği bildirilmektedir. Rezidüel kuvvetler ise maksiller segmentlerde daha fazla harekete veya apareylerle desteklenen dişlerin iskelet yapıdan bağımsız hareket etmesine neden olacaktır (Zimring ve Isaacson, 1965). Hızlıca ayrılan mid palatal suturda yer alan liflerin elastikiyetinin artması, o bölgede genişletme sırasında kemik organizasyonunun ve kalsifikasyonunun henüz tamamlanmamış olması pekiştirme döneminin başlarında maksiller segmentlerin hızlıca kollabe olmasına neden olacaktır. Dolayısıyla destek alınan dişlerin periodontal aralıklarının özellikle bukkalinde basınç bölgelerinin HÜÇG takiben hemen ortadan kalkmayacağı açıktır. Basınç bölgelerinin pekiştirme döneminde zaman içinde ortadan kalkması ile hiyalinize dokunun uzaklaştırılması başlayacaktır. Hiyalinize dokunun uzaklaştırılması ile kök rezorpsiyonu başlayacaktır (Rygh, 1977). Barber ve Sims (1981)'de 9 aya kadar uzanan sabit pekiştirme döneminde destek dişlerde devam eden rezorpsiyondan aynı mekaniği sorumlu tutmuştur.

Cheng (2007), üst birinci küçük azı dişlere ağır ve hafif kuvvetleri bukkal tipping yaptıracak şekilde dört hafta uygulamış, ardından 4 ve 8 haftalık pekiştirme dönemleri sonunda kök yüzeylerinde oluşan değişimleri mikro-BT yöntemiyle incelemiştir. Araştırmacı ortodontik kuvvetlerin kesilmesini takip eden 4 hafta boyunca ağır kuvvet uyguladığı grupta kök rezorpsiyon sürecinin devam ettiğini bildirmiştir. Sonraki 4 haftada ağır kuvvetlerin uygulandığı grupta daha fazla tamir dokusu oluşumu ile iki grubun benzer değerlere ulaştığını bildiren bu araştırmacının verileri bizim çalışmamızı desteklemektedir.

Aktif genişletme sürecinde dahi 48 saatte bir vida aktivasyonları ile açığa çıkan kuvvetlerin YÜÇG grubunda hücrel aktiviteye izin verdiğini belirmiştik. Rezorpsiyon sürecinin başlaması ile yakından ilişkisi olan hücrel aktivite tamir süreci içinde gereklidir. Aynı rezorpsiyon kraterinde merkezden başlayarak periferde doğru devam eden tamir mekanizmasının yanı sıra periferde aktif rezorpsiyon alanlarının görüldüğü bildirilmiştir (Langford ve Sims, 1982, Owman Moll ve Kurol, 1998). Bu durumda pekiştirme döneminde YÜÇG tedavilerinde etkiyen rezidüel kuvvetlerin daha az dolayısıyla tamir sürecinin daha etkin olduğu düşünülebilir. Daha fizyolojik ve hafif kuvvetlerle yapılan YÜÇG tedavilerinde elastik liflerin daha az gerilmesi nedeniyle pekiştirme döneminde segmentlerin hızlıca kollabe olma eğiliminin de azalacağı ifadesi ilgili dönemde rezidüel kuvvetlerin daha az etkili olduğunu bir kez daha akla getirmektedir (Proffit ve ark., 2007). Bu bilgiler çerçevesinde çalışmamızda genişletme dönemi sonunda HÜÇG ve YÜÇG gruplarında total kök rezorpsiyonu hacimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar mevcut iken pekiştirme sonunda anlamlı farkların olmaması doğaldır.

Bizim çalışmamıza paralel olarak HÜÇG tedavilerinin destek dişlerde kök rezorpsiyonu şeklinde zararlara sebep olabileceğini bildiren Langford (1982), rezorpsiyonun özellikle ilk 3 aylık sabit pekiştirme aşamasında olduğunu bildirmiştir. Bu dönemden sonra tamir süreci başlasa da rezorpsiyon kraterlerin tamirinin 1 yılın sonunda tam olarak gerçekleşmediğini de vurgulamıştır. Ancak pekiştirme süresine karar verirken bireysel farklılıkları göz ardı etmemek gerektiğini de hatırlatmaktadır.

Erverdi ve arkadaşları (1994) ise üst çene genişletmesini takip eden 3 aylık pekiştirme döneminin sonunda destek dişlerde kök rezorpsiyonunu histolojik kesitlerde

incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgu ise kısmen tamir olmuş kraterlerin çoğunlukta olmasının yanı sıra devam eden rezorpsiyon kraterlerinin de var olduğu şeklindedir. Dolayısıyla bu çalışma HÜÇG grubunda yaklaşık 6 ay süren pekiştirme dönemi sonunda genişletme dönemine nazaran kökün birçok bölgesinde ölçülen krater hacimlerinin artışı gösteren çalışmamızı desteklemektedir.

Odenrick ve arkadaşları (1991), bizim çalışmamızdan farklı olarak pekiştirme süresinin uzamasıyla kök rezorpsiyon lakunalarının azaldığını bildirmiştir. Bu farklılık araştırmacının, hızlı genişletme tedavisini 10-13 yaş aralığında daha genç hastalara ve daha az miktarda uygulamasından kaynaklanmış olabilir.

Özetle iki farklı üst çene genişletme yöntemini genişletme sonu ve pekiştirme sonu dönemlerde kök rezorpsiyon hacimleri açısından karşılaştırdığımız çalışmamızda genişletme sonu dönemde HÜÇG grubunda YÜÇG grubunun hemen hemen yarısı kadar olan total kök rezorpsiyon hacmi pekiştirme döneminde artış göstermektedir. YÜÇG grubunda ise genişletme dönemi sonunda HÜÇG grubunun iki katı olan rezorpsiyonu hacmi pekiştirme döneminde tamir dokuları ile azalmıştır. Lakin pekiştirme sonu total hacimlerin istatistiksel olarak iki grup arasında fark göstermemiş oluşu hangi yöntemin kök rezorpsiyonu açısından daha avantajlı olduğu konusunu düşündürmektedir.

5.6 Üst Çene Genişletme Tedavilerinin İskeletsel ve Dental Etkileri

5.6.1 Lateral Sefalometrilerin Değerlendirilmesi

Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesi uyguladığımız iki grup hastadan tedavinin başında (T1), genişletme sonunda (T2) ve pekiştirme sonunda (T3) aldığımız lateral sefalometrileri tedaviler sürecinde meydana gelen iskeletsel ve dental değişimleri değerlendirmek için kullandık. HÜÇG ve YÜÇG gruplarını kendi içlerinde aynı zamanda iki yöntem arasında fark olup olmadığını görmek için kendi aralarında karşılaştırdık. Tedaviler için kullandığımız apareyler posterior kapanışı açarak alt çenenin arkaya geriye rotasyona neden olmaktadır. Apareyin bahsi geçen etkisinden dolayı, lateral sefalometrilerin değerlendirilmesi sırasında hataları olabildiğince azaltmak için tedavi başı-genişletme sonu ve genişletme sonu-pekiştirme sonu

dönemleri arasında yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda alt çeneye ait ölçümlere yer verilmemiştir.

HÜÇG grubunda lateral sefalometriler üzerinde yapılan maksiller iskeletsel ölçümlerinde (T2)-(T3) dönemleri arasında istatistiksel olarak anlamlı değişimler bulunmazken, (T1)- (T2) dönemleri arasında anlamlı tek değişim N-ANS mesafesindeki artışı. Bu bulgu hızlı üst çene genişletmeleri ile ANS noktasının aşağı hareketini bildiren çalışmalarla paralellik göstermektedir (Haas, 1961; da Silva Filho ve ark., 1991; Chung ve Font, 2004). Tedavi başı-pekiştirme sonu dönemleri arasında anlamlı değişim gösteren maksiller iskeletsel ölçümler SNA, FH-NA açıları ile NPg-A (konveksite) mesafesindeki artışlardır. Bu ölçümler hızlı üst çene genişletmesi ile A noktasının öne hareketini göstermektedir. Ancak üst çenenin sagittal yönde hareketini incelemek için birçok araştırmacı gibi (Sarver ve Johnston 1989, Asanza ve ark 1997, Reed ve ark 1999, Basciftci ve Karaman, 2002; Sari ve ark., 2003) Sella noktasına indirilen dikmeye (VRL) A noktasının uzaklığını ölçtüğümüz çalışmada, üst çenenin öne hareket etmediği savunan araştırmacılara benzer sonuçlar da elde ettik (da Silva Filho ve ark., 1991; Reed ve ark., 1999).

YÜÇG uyguladığımız grupta tedavinin başından sonuna kadar olan dönemler arasında anlamlı değişim gösteren tek maksiller iskeletsel ölçümün konveksite olduğunu gördük. Ancak Pg noktasının artan yüz yüksekliğinden etkilenmesi nedeniyle bu ölçümün güvenilirliği sorgulanabilir. Elde ettiğimiz verilerin yavaş üst çene genişletme tedavilerinde üst çenenin sagittal yönde yer değiştirmedini destekliyor olması YÜÇG tedavileri ile üst çenenin öne gittiğini bildiren Akkaya ve arkadaşlarına (1999) ters düşerken Mossaz-Joelson ve Mossaz (1989) paralellik göstermektedir.

Maksiller iskeletsel ölçümler HÜÇG ve YÜÇG grupları arasında T1, T2 ve T3 dönemlerinde karşılaştırıldığında anlamlı farklar göstermemektedirler. Bu veriler üst çenenin sagittal yönde hareketinin her iki grupta benzer olduğunu göstermektedir. Farklı genişletme yöntemlerinde benzer sonuçları bildiren çalışmalar bizim çalışmamıza paraleldir (da Silva Filho ve ark., 1991; Sandıkçioğlu ve Hazar, 1997; Reed ve ark., 1999; Ramoglu ve Sari; 2010).

T1-T3 dönemleri arasında total, ön ve arka yüz yüksekliklerinde (S-Go, N-Me, ANS-Me) her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı değişim izlediğimiz çalışmamızda akrilik bonded genişletme apareyi kullanıldı. Hızlı üst çene genişletme prosedürlerinin vertikal boyutları artırdığı savunulmaktadır (da Silva Filho ve ark., 1991; Sari ve ark., 2003; Chung ve Font, 2004). Ancak üst çene arka grup dişlerin okluzal yüzeylerini kaplayan akrilik bonded apareylerin bite-blok etkisi nedeniyle hızlı üst çene genişletme tedavilerinin yan etkisi olan vertikal boyut artışları azaltılacaktır (Alpern ve Yurosko, 1987; Wendling ve ark., 2005; Ramoglu ve Sari, 2010). Bantlarla hazırlanan klasik hyrax apareyi ile çalışmamızda kullandığımız akrilik apareye benzer apareyi karşılaştıran ve hyrax apareyinin vertikal yüz yüksekliklerini attırdığını bildiren Asanza ve arkadaşlarından (19) farklı olarak biz her iki apareyi karşılaştırmadık. Ancak bonded apareylerin vertikal boyutlarda artışa neden olduğunu gösteren araştırmacılara benzer bulgular elde ettik (Basciftci ve Karaman, 2002; Sari ve ark., 2003; Ramoglu ve Sari, 2010).

Çalışmamızda YÜÇG grubunda da T1-T3 dönemleri arasında anlamlı değişim gösteren vertikal iskeletsel ölçümler S-Go ve ANS-Me mesafelerindeki artışlardır. YÜÇG tedavileri ile elde edilen değişimin ortopedik çene hareketinden çok ortodontik diş hareketi ile oluştuğu savunulmaktadır (Storey, 1973; Hicks, 1978). Bu bilgi ışığında N-ANS mesafesi değişmezken bahsi geçen ölçümlerde artışların olması arka grup dişlerin bukkal tippinglerinin daha fazla olması ile açıklanabilir. Her iki grup, vertikal iskeletsel ölçümler açısından aralarında karşılaştırıldığında ise anlamlı farkların olmadığı görülmektedir.

Genişletme tedavilerinde vertikal boyut artışlarının mandibular iskeletsel ölçümlerde değişimi de beraberinde getireceği bildirilmektedir (Chung ve Font, 2004; Ramoğlu, 2006). Çalışmamızda HÜÇG ve YÜÇG gruplarında mandibular iskeletsel ölçümlerde (SNB, FH[⊥]N-Pg, VRL-B, VRL-Pg, SN-GoGn, Y-axis) alt çenenin arkaya geriye rotasyonunu gösteren değişimler olsa da bu değişimler istatistiksel olarak anlam ifade etmemektedir. Anlamlı değişimin olmaması büyüme atılımında olan bireylerin katıldığı çalışmamızın yaklaşık yedi ile dokuz ay arasında değişen takip sürecinde alt çenenin sagittal yön büyümesinden kaynaklandığı düşünülebilir.

YÜÇG ve HÜÇG gruplarında mandibular iskeletsel ölçümlerden SNB açısı ve VRL-Pg mesafeleri tedavi başı ve pekiştirme dönemi sonunda anlamlı farklılıklar göstermektedir. Ancak bu ölçümlerin her iki grup için tedavi başında ve pekiştirme sonunda aldığı değerler arasındaki farklara bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı verilerle karşılaşılmemiştir. Dolayısıyla iki grup arasında mandibular iskeletsel ölçümler açısından fark olmadığını söylemek doğru olacaktır.

HÜÇG tedavileri sırasında midpalatal suturun açılması sonucu üst keser dişler arasında diastema oluşur (Haas 1961; 1965; Biederman, 1973; Bishara ve Staley, 1987; Cross ve McDonald, 2000). Üst keser dişlerin bu şekilde aralanması transeptal liflerde gerilme oluşturacaktır. Gergin liflerin etkisiyle dişlerin birbirine doğru çekilmesi sonucu aradaki boşluk kendiliğinden kapanır (Haas, 1961; 1965; Bishara ve Staley, 1987). Bu süreç zarfında üst keserlerin dikleşeceği düşüncesinin aksine, sagittal düzlemde yer değiştirmedikleri bildirilmiştir (Asanza ve ark., 1997; Basciftci ve Karaman, 2002; Chung ve Font, 2004). Bahsi geçen çalışmalardan farklı olarak yaptığımız maksiller dentoalveolar ölçümlerden bazıları (U1-SN, U1-NA°, U1-NA, U1-ANS_PNS) istatistiksel olarak anlamlı üst keser dikleşmelerini işaret etmektedir. Bonded aparat kullandıkları grupta üst keserlerin palatal tippinginin istatistiksel olarak önemli olduğunu gösteren Sarver ve Jonhston'ın (1989) çalışması bizim çalışmamızla paralellik göstermektedir. Genişletme sonunda üst keser dişler arasında oluşan diastemanın ilgili dişlerin palatinala devrilmesi ile pekiştirme sonunda kapanması, üst keserlerin dikleşmesinden sorumlu tutulabilir.

YÜÇG tedavilerinde üst orta keser dişler arasında diastema oluşmamaktadır (Ekström ve ark., 1977; Mossaz-Joelson ve Mossaz, 1989; Akkaya ve ark., 1998). Ancak çalışmamızda bu grubu oluşturan bireylere ait U1-SN, U1-NA°, U1-NA, U1-ANS_PNS ölçümler T1-T2 dönemleri arasında, U1-SN, U1-NA°, U1-NA ölçümleri ise T1-T3 dönemleri arasında üst keserlerin dikleştiğini işaret eden değişimler göstermektedir. Hicks (1978)'de Minne aparatı ile yaptığı yavaş genişletmenin etkilerinden birinin üst keser dişlerde hafifçe linguale devrilme olduğunu ifade etmiştir. HÜÇG grubundan farklı olarak YÜÇG grubunda üst keser dişlerde diastema izlenmemektedir. Buna rağmen üst keser dikleşmesi, gergin transseptal liflerden

kaynaklı olarak genişletme ile elde edilen yerin kapanması sürecinde üst keserlerin palatine devrilmesi ile açıklanabilir.

Maksiller dentoalveolar ölçümler gruplar arasında karşılaştırıldığında tek anlamlı farkın T2 döneminde HÜÇG grubunda YÜÇG grubuna nazaran daha fazla ölçülen U1-NA mesafesinde olduğu görülmektedir. Ancak T3 döneminde bu farklılık ortadan kalkmaktadır. Diğer taraftan U1-SN, U1-NA° ve U1- ANS_PNS ölçümlerinin T1 ve T2 dönemlerinde aldıkları değerler arasındaki farklara bakarsak T1-T2 dönemleri arasında YÜÇG grubunda bu değerler daha fazla azalma göstermektedir. HÜÇG grubunda genişletme sürecinde üst keserler arasında diastema henüz oluşmaktadır. Dolayısıyla diastemanın kapanacağı süreç olan pekiştirme döneminde üst keserler daha fazla dikleşecektir. Buna rağmen HÜÇG grubuna nazaran YÜÇG grubunda daha uzun sürede tamamlanan aktif genişletme sürecinde transseptal liflerin artan gerginliği üst keserlere palatine devirmeye zorlayacaktır. Bu bilgiler aktif genişletme sürecinde üst keserlerin YÜÇG grubunda daha fazla dikleşmiş olduğu bulgusuna ışık tutmaktadır.

Mandibular dentoalveolar ölçümlerin hiçbiri HÜÇG grubunda anlamlı değişime uğramamaktadır. YÜÇG ise tek anlamlı değişim T1-T2 dönemleri arasında azalan L1-GoMe açısında izlenmektedir. Ancak tedavi başı ve pekiştirme dönemi sonunda YÜÇG grubunda mandibular dentoalveolar değişimleri gösteren ölçümlerden hiçbirinde anlamlı farklılıklar yoktur. Gruplar aralarında karşılaştırıldığında VRL-L1 mesafesinde tedavi başında her iki grup arasında var olan fark pekiştirme sonuna da yansımaktadır. VRL-L1 mesafesinin tedavi başı ve pekiştirme sonunda aldığı değerler arasındaki farklar her iki grupta benzer olması mandibular dentoalveolar ölçümlerin her iki grupta benzer değişimler gösterdiğini işaret etmektedir.

Yumuşak doku ölçümleri ve interdental ölçümler ise tedavi başından pekiştirme döneminin sonuna kadar her iki grupta da anlamlı değişimler sergilememektedir.

Özetle her iki grup arasında iskeletsel ve dentoalveolar değişimleri, sagittal ve vertikal yönde inceleme olanağı sunan lateral sefalometri verileri arasında istatistiksel olarak özellikle üzerinde durulacak anlamlı farklılıklar mevcut değildir. Ulaştığımız bu

sonuç benzer karşılaştırmalar yapan araştırmacıları desteklemektedir (Akkaya ve ark., 1999).

5.6.2 Posteroanterior Radyografilerin Değerlendirilmesi

Üst çene genişletme tedavileri ile transversal yönde meydana gelen iskeletsel ve dental değişimleri değerlendirmek için posteroanterior sefalometrilere faydalandık. Tedavi başı (T1), genişletme sonu (T2) ve pekiştirme sonu (T3) dönemlerde yaptığımız PA radyografi ölçümlerini ise hem grupların kendi içlerinde hem de gruplar arasında karşılaştırdık.

Genişletme tedavileri ile destek alınan dişlerin özellikle bukkal yüzeyinde rezorpsiyon kraterlerinin yoğunlaştığını bildirmiştik. PA radyografileri üzerinde gözlemlemeye çalıştığımız destek dişlerin transversal yön hareketleri ise kök rezorpsiyon bulgularımızı destekleme çabasıyla kaynaklanmaktadır. Diş hareket yönü ve rezorpsiyonların lokalize olduğu kısımlar bağlantılı olacaktır. Bu anlamda destek dişlere yerleştirdiğimiz referans telleri ile lateral orbitala noktalarından geçen OrD düzlemi arasındaki açılar genişletme ve pekiştirme dönemleri sırasında ilgili dişlerde meydana gelen hareketler hakkında fikir verecektir.

HÜÇG ve YÜÇG gruplarında sağ6-sol6 ve sağ4-sol4 mesafelerinde aktif genişletme sonunda tedavi başına nazaran istatistiksel olarak çok önemli artışlar izledik. Aktif genişletme fazında yaklaşık 9 mm vida genişliğinin destek dişler arasındaki mesafeyi arttırmış olması oldukça doğaldır. Ancak önemli olan nokta kuron düzeyinde bu şekilde mesafe artışları mevcutken kök hareketlerinin hangi boyutta olduğudur. Radyografiler üzerinde kolaylıkla tespit edilebilen ve dişlerin uzun eksenleri boyunca yerleştirilen referans tellerinin ölçümlerimize tekrarlarına bilirlilik kazandıracaklarını ve daha güvenilir sonuçlar elde edebileceğimizi düşündük. Literatürde de benzer şekilde referans tellerinin kullanıldığı görülmektedir (Mossaz-Joelson ve Mossaz, 1989; Ramoglu ve Sari, 2010). Referans tellerinin OrD düzlemi ile yaptığı açılarının tedavi başına nazaran tedavi sonunda istatistiksel olarak önemli artış göstermiş olması dişlerin aktif genişletme döneminde her iki grupta da bukkale doğru eğildiklerinin kanıtı niteliğindedir. Bulgumuz önceki çalışmalarla benzer niteliktedir (Hicks, 1978; Asanza ve ark., 1997; Basciftci and Karaman, 2002; Sari ve ark, 2003; Davidovitch ve ark.,

2005; Garib ve ark., 2005; Rungcharassaeng ve ark., 2007; Ramoglu ve Sari, 2010). Gruplar arasında ise genişletme sonrasında bukkale eğilme açısından fark yoktur.

HÜÇG ve YÜÇG gruplarında T2-T3 dönemlerinde destek dişler arasında genişletme sonunda var olan farklar anlamlı değişim göstermemektedir. Buna rağmen destek dişlerin uzun aksı ile OrD düzlemi arasındaki açılar özellikle YÜÇG grubunda anlamlı miktarda azalması ilgili dişlerin dikleşme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Çalışmamızın verileri aktif genişletme döneminde üst birinci büyük azı dişlerin bukkale eğildiğini pekiştirme döneminde ise dikleştiğini bildiren Mossaz-Joelson ve Mossaz (1989) ile uyumludur. Üst birinci büyük azılara pekiştirme sırasında çevre palatal mukozada yer alan gergin liflerden kaynaklı lingual tipping kuvvetleri etkimektedir. Ancak pekiştirme döneminde ağız içinde yer alan sabit genişlikteki aparey nedeniyle dişler arasındaki mesafeler değişmezken dişlerin dikleşiyor olması gergin lifler nedeniyle oluşan kuvvetlerin bukkal kök hareketi oluşturmasından kaynaklanabilir (Cotton, 1978).

YÜÇG ve HÜÇG grupları arasında genişletme sonunda göze çarpan en önemli istatistiksel farklılıklar sağ1-sol1 mesafesinde mevcuttur. Pekiştirme sonunda ise bu farklılık ortadan kalkmaktadır. HÜÇG grubunda tedavi başına nazaran genişletme sonunda üst orta keserler arasında var olan diastema, pekiştirme sonunda ortadan kaybolmaktadır. Hızlı üst çene genişletmesi sonrasında üst orta keserlerde izlenen bu değişimi bildiren birçok araştırmacı da bulunmaktadır (Angell, 1860; Haas, 1961; 1965; Wertz, 1970; Bishara ve Staley, 1987; da Silva Filho, 1995; Cross ve McDonald, 2000). YÜÇG tedavileri sırasında ise tedavinin hiçbir aşamasında sağ1-sol1 mesafesinde değişim söz konusu değildir. Bu durumda yavaş üst çene genişletmeleri ile üst keserler arasında diastemanın olmadığını bildiren geçmiş çalışmalar bizim çalışmamızla aynı görüştedir (Ekström ve ark., 1977; Mossaz-Joelson ve Mossaz, 1989; Akkaya ve ark., 1998).

Üst çene genişletme yöntemlerinin transversal yönde meydana getirdiği iskeletsel değişikliği ifade eden tek PA radyografi ölçümümüz sağ ve sol jugal noktalar arasında ölçülen mesafedir. Bu mesafenin HÜÇG ve YÜÇG gruplarının her ikisinde de tedavi başına nazaran genişletme sonunda istatistiksel olarak oldukça önemli artışlar gösterdiğini tespit ettik. Bu artış geçmişte yapılan birçok çalışmanın sonucu olarak ta

karşımıza çıkmaktadır (Memikoglu ve Iseri, 1999; Cross ve McDonald, 2000; Basciftci ve Karaman, 2002; Sari ve ark., 2003; Chung ve Font, 2004; Iseri ve Ozsoy, 2004). Pekiştirme döneminde ise bu artışların korunduğunu söyleyebiliriz. Gruplar arasında ise bu mesafe değişimleri benzerdir. Dolayısıyla maksiller kaide her iki grupta da benzer oranlarda genişlemektedir. Bu durumda çalışmamız yarı hızlı ile hızlı üst çene genişletmesini karşılaştırdıkları çalışmalarında her iki yönteminde maksiller kaide de benzer değişim gösterdiğini bildiren araştırmacılarla benzerlik göstermektedir (Ramoglu ve Sarı, 2010).

Üst çene genişletme tedavileri ile destek dişlerde maksiller kaideden daha fazla ölçtüğümüz genişletme miktarları, cepheden bakıldığında tabanı dental bölgede olan ve nazal bölgeye doğru daralan üçgen bir piramit görünümünü sergilemektedir. Kafa kaidesine yaklaştıkça genişletmeye karşı artan dirençlerin sebep olduğu bildirilen bu görünüm birçok çalışmada da dile getirilmiştir (Haas 1961; 1965; Iseri ve ark., 1998, Memikoglu ve Işeri 1999; Jafari ve ark., 2003; Chung ve Font, 2004; Kartalian ve ark., 2010).

5.6.3 Ortodontik Modellerin Değerlendirilmesi.

Hızlı ve yavaş üst çene genişletmelerinin dişsel etkilerini tedavilerin başında ve pekiştirme sonunda ortodontik modeller üzerinde yaptığımız ölçümler ile değerlendirmeye çalıştık. Aktif genişletme sonunda akrilik hyrax apareyinin pekiştirme amacıyla ağız içinde bırakılıyor olması nedeniyle model ölçümleri yapılamadı.

HÜÇG ve YÜÇG gruplarının her ikisinde de ikinci küçük azı ve birinci büyük azı dişlerin belli noktaları arasındaki mesafelerde artışlar izlenmiştir. Bu artışlar YÜÇG grubunda istatistiksel olarak çok önemli iken ($P \leq 0,01$), HÜÇG grubunda oldukça önemlidir ($P \leq 0,001$). Geçmişte yapılmış HÜÇG ve YÜÇG çalışmalarında da üst birinci büyük azı dişler arasında kayda değer mesafe artışları rapor edilmiştir (Haas, 1961; Cotton, 1978; Hicks, 1978; Timms, 1980; Bell ve LeCompte, 1981; Mossaz-Joëlson ve Mossaz, 1989, Akkaya ve ark., 1998). Ortodontik modeller üzerinde yapılan ölçümlerde üst küçük azı dişler arasında mesafelerin anlamlı artış gösterdiği bildirilen HÜÇG (Wertz, 1970) ve YÜÇG (Cotton, 1978) çalışmaları literatürde mevcuttur. Bu durumda

bahsi geçen çalışmaların bizim çalışmalarımızla paralellik gösterdiğini söylemek doğru olacaktır.

Modeller üzerinde yapılan ölçümler gruplar arasında karşılaştırıldığında tedavi başında grupların benzer olduğu göze çarpmaktadır. Ancak pekiştirme sonunda ve tedavi başında yapılan ölçümler arasındaki farklar değerlendirildiğinde YÜÇG grubunda üst ikinci küçük azı dişlerin üç ayrı noktasından yapılan mesafe artışlarının HÜÇG grubuna nazaran daha fazla olması istatistiksel olarak ta anlamlıdır. Üst birinci büyük azı dişlerde de benzer şekilde YÜÇG grubunda üç ayrı noktadan yapılan mesafe ölçümlerinde artışlar söz konusu iken istatistiksel olarak anlam ifade eden tek ölçüm bu dişlerin palatal dişeti seviyesinde elde edilmiştir. Tedavi başı ile pekiştirme dönemi sonunda yapılan model ölçümleri arasındaki farkların özellikle ikinci küçük azı dişlerde YÜÇG grubunda daha fazla oluşu YÜÇG grubunda ilgili dişler bölgesinde daha fazla genişlemenin elde edildiğini akla getirmektedir. Benzer şekilde HÜÇG ile YÜÇG tedavilerinin ortodontik modeller üzerinde yaptıkları ölçümlerle karşılaştıran Akkaya ve arkadaşlarının (1998) çalışmasında da istatistiksel olarak anlamlı olmamakla beraber YÜÇG grubunda üst birinci küçük ve büyük azı dişler arasında mesafelerin daha fazla arttığı görülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Acar A, Canyürek U, Kocaaga M, Erverdi N. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *Angle Orthod.* 1999 Apr;69(2):159-63.
- Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990 Mar;97(3):194-9.
- Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. A comparison of sagittal and vertical effects between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod.* 1999 Apr;21(2):175-80.
- Akkaya S, Lorenzon S, Uçem TT. Comparison of dental arch and arch perimeter changes between bonded rapid and slow maxillary expansion procedures. *Eur J Orthod.* 1998 Jun;20(3):255-61.
- Al-Battikki R. Rapid maxillary expansion: Review of literature. *Saudi Dental Journal.* 2001;13:161-7.
- Allen D, Rebellato J, Sheats R, Ceron AM. Skeletal and dental contributions to posterior crossbites. *Angle Orthod.* 2003 Oct;73(5):515-24.
- Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod.* 1987 Jul;57(3):245-63.
- Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK Jr, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, Macri JV, Roberts WE. Genetic predisposition to external apical root resorption in orthodontic patients: linkage of chromosome-18 marker. *J Dent Res.* 2003b May;82(5):356-60.
- Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK Jr, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, Macri JV, Roberts WE. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003a Mar;123(3):242-52.
- Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dent Cosmos.* 1860;1:540-44.
- Aras B, Cheng LL, Turk T, Elekdag-Turk S, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 23. Effects of 2 or 3 weekly reactivated continuous or intermittent orthodontic forces on root resorption and tooth movement: a microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Feb;141(2):e29-37.
- Arndt WV. Nickel titanium palatal expander. *J Clin Orthod.* 1993 Mar;27(3):129-37.
- Asanza S, Cisneros GJ, Nieberg LG. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod.* 1997;67(1):15-22.
- Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA Jr. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2001 Oct;71(5):343-50.

- Ballanti F, Lione R, Fanucci E, Franchi L, Baccetti T, Cozza P. Immediate and post-retention effects of rapid maxillary expansion investigated by computed tomography in growing patients. *Angle Orthod.* 2009 Jan;79(1):24-9.
- Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on root resorption. A microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Jul;136(1):8.e1-8.
- Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod.* 1981 Jun;79(6):630-52.
- Bartley N, Türk T, Colak C, Elekdağ-Türk S, Jones A, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5° and 15° of buccal root torque for 4 weeks: a microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr;139(4):e353-60.
- Basciftci FA, Karaman AI. Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *Angle Orthod.* 2002 Feb;72(1):61-71.
- Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI, Malkoc S, Küçükkolbasi H. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod.* 2002 Apr;72(2):118-23.
- Bates S. Absorption. *Br J Dent Sci* 1856;1:256.
- Baysal A, Karadede I, Hekimoglu S, Ucar F, Ozer T, Veli I, Uysal T. Evaluation of root resorption following rapid maxillary expansion using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2012 May;82(3):488-94.
- Becks H, Marshall JA. Resorption or absorption? *J Am Dent Assoc.* 1932:1528-37.
- Becks H. Orthodontic prognosis: evaluation of routine dentomedical examination to determine "good and poor risks". *Am J Orthod.* 1939;25:610-24.
- Bell RA, LeCompte EJ. The effects of maxillary expansion using a quad-helix appliance during the deciduous and mixed dentitions. *Am J Orthod.* 1981 Feb;79(2):152-61.
- Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age. *Am J Orthod.* 1982;81:32-36.
- Bench RW. The quad helix appliance. *Semin Orthod.* 1998 Dec;4(4):231-7.
- Biederman W. Rapid correction of Class III malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod.* 1973 63(1):47-55.
- Binder RE. Correction of posterior crossbites: diagnosis and treatment. *Pediatr Dent.* 2004 May-Jun;26(3):266-72.

- Bishara ES, Athanasiou AE. Cephalometric Methods for Assessment of Dentofacial Changes. In: Orthodontic Cephalometry. First Edition. Mosby-Wolfe. London. 1995;105-124.
- Bishara SE, Burkey PS, Kharouf JG. Dental and facial asymmetries. *Angle Orthod.* 1994;64(2):89-98.
- Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91:13-14.
- Björk A, Skieller V. Growth in width of the maxilla studied by the implant method. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1974;8(1-2):26-33.
- Braun S, Bottrel JA, Lee KG, Lunazzi JJ, Legan HL. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Sep;118(3):257-61.
- Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: The clinical aspects. *Angle Orthod.* 2002b Apr;72(2):180-4.
- Brezniak N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod.* 2002a Apr;72(2):175-9.
- Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993b Feb;103(2):138-46.
- Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993a Jan;103(1):62-6.
- Brin I, Hirshfeld Z, Shanfeld JL, Davidovitch Z. Rapid palatal expansion in cats: effect of age on sutural cyclic nucleotides. *Am J Orthod.* 1981 Feb;79(2):162-75.
- Brodie AG, Downs WB, Goldstein A, Myer E. Cephalometric appraisal of orthodontic results. *Angle Orthod.* 1938;8:261-351.
- Brudvik P, Rygh P. Multi-nucleated cells remove the main hyalinized tissue and start resorption of adjacent root surfaces. *Eur J Orthod.* 1994a Aug;16(4):265-73.
- Brudvik P, Rygh P. Non-clast cells start orthodontic root resorption in the periphery of hyalinized zones. *Eur J Orthod.* 1993b Dec;15(6):467-80.
- Brudvik P, Rygh P. Root resorption beneath the main hyalinized zone. *Eur J Orthod.* 1994b;16:249-263.
- Brudvik P, Rygh P. The initial phase of orthodontic root resorption incident to local compression of the periodontal ligament. *Eur J Orthod.* 1993a Aug;15(4):249-63.
- Brudvik P, Rygh P. The repair of orthodontic root resorption: an ultrastructural study. *Eur J Orthod.* 1995b Jun;17(3):189-98.
- Brudvik P, Rygh P. Transition and determinants of orthodontic root resorption-repair sequence. *Eur J Orthod.* 1995a Jun;17(3):177-88.

- Byrum AG Jr. Evaluation of anterior-posterior and vertical skeletal change vs. dental change in rapid palatal expansion cases as studied by lateral cephalograms. *Am J Orthod.* 1971 Oct;60(4):419.
- Cao Y, Zhou Y, Song Y, Vanarsdall RL. Cephalometric study of slow maxillary expansion in adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep;136(3):348-54.lilja
- Chaconas SJ, Caputo AA. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. *Am J Orthod.* 1982 Dec;82(6):492-501.
- Chaconas SJ, de Alba y Levy JA. Orthopedic and orthodontic applications of the quad-helix appliance. *Am J Orthod.* 1977 Oct;72(4):422-8.
- Chan E, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Feb;127(2):186-95.
- Chan EK, Darendeliler MA. Exploring the third dimension in root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004 May;7(2):64-70.
- Chang JY, McNamara JA Jr, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Sep;112(3):330-7.
- Cheng LL. Repair of Root Resorption Four and Eight Weeks Following The Application of Continuous Light and Heavy Forces for Four Weeks: A Micro-CT Study. University of Sydney, Sydney, PhD Thesis, 2007.
- Christie KF, Boucher N, Chung CH. Effects of bonded rapid palatal expansion on the transverse dimensions of the maxilla: a cone-beam computed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4 Suppl):S79-85.
- Chung CH, Font B. Skeletal and dental changes in the sagittal, vertical, and transverse dimensions after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004 Nov;126(5):569-75.
- Cleall JF, Bayne DI, Posen JM, Subtelny JD. Expansion of the midpalatal suture in the monkey. *Angle Orthod.* 1965 Jan;35:23-35.
- Corbett MC. Slow and continuous maxillary expansion, molar rotation, and molar distalization. *J Clin Orthod.* 1997 Apr;31(4):253-63.
- Cotton LA. Slow maxillary expansion: Skeletal versus dental response to low magnitude force in Macca mutta. *Am J Orthod.* 1978;73:1-23.
- Cross DL, McDonald JP. Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod.* 2000;22:519-28.

- da Silva Filho OG, Boas MC, Capelozza Filho L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991 Aug;100(2):171-9.
- da Silva Filho OG, Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Mar;107(3):268-75.
- Darendeliler MA, Lorenzon C. Maxillary expander using light, continuous force and autoblocking. *J Clin Orthod.* 1996 Apr;30(4):212-6.
- Darendeliler MA, Strahm C, Joho JP. Light maxillary expansion forces with the magnetic expansion device. A preliminary investigation. *Eur J Orthod.* 1994 Dec;16(6):479-90.
- Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon AD. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005 Apr;127(4):483-92.
- Davidovitch Z, Krishnan V. Role of basic biological sciences in clinical orthodontics: a case series. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Feb;135(2):222-31.
- Davis MW, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1969;39:126-32.
- Debbane EF. A cephalometric and histologic study of the effect of orthodontic expansion of the midpalatal suture of the cat. *Am J Orthod.* 1958 Mar;44:187-219.
- Defraia E, Marinelli A, Baroni G, Tollaro I. Dentoskeletal effects of a removable appliance for expansion of the maxillary arch: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod.* 2008 Feb;30(1):57-60.
- Doruk C, Bıçakçı AA. Rapid maksiller ekspansiyon. *Cumhuriyet Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Dergisi.* 2000;3(2):110-3.
- Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Apr;135(4):434-7.
- Dudic A, Giannopoulou C, Martinez M, Montet X, Kiliaridis S. Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. *Eur J Oral Sci.* 2008 Oct;116(5):467-72.
- Ekström C, Henrikson CO, Jensen R. Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. *Am J Orthod.* 1977 Apr;71(4):449-55.
- Erdinç A, Ugur T, Erbay E. A comparison of different treatment techniques for posterior crossbite in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Sep;116(3):287-300.

- Erverdi N, Okar I, Küçükkeles N, Arbak S. A comparison of two different rapid palatal expansion techniques from the point of root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994 Jul;106(1):47-51.
- Faltin RM, Arana-Chavez VE, Faltin K, Sander FG, Wichelhaus A. Root resorptions in upper first premolars after application of continuous intrusive forces. Intra-individual study. *J Orofac Orthop.* 1998;59(4):208-19.
- Foo M, Jones A, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 9. Effect of systemic fluoride intake on root resorption in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Jan;131(1):34-43.
- Fox N. Longer orthodontic treatment may result in greater external apical root resorption. *Evid Based Dent.* 2005;6(1):21.
- Frank SW, Engel GA. The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients. *Am J Orthod.* 1982 May;81(5):378-89.
- Fujimura Y, Kitaura H, Yoshimatsu M, Eguchi T, Kohara H, Morita Y, Yoshida N. Influence of bisphosphonates on orthodontic tooth movement in mice. *Eur J Orthod.* 2009 Dec;31(6):572-7.
- Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Root resorption--diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol.* 2003 Aug;19(4):175-82.
- Garib DG, Henriques JF, Janson G, de Freitas MR, Fernandes AY. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Jun;129(6):749-58.
- Gautam P, Valiathan A, Adhikari R. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion: a finite element method study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Jul;132(1):5.e1-11.
- Gonzales C, Hotokezaka H, Matsuo K, Shibazaki T, Yozgatian JH, Darendeliler MA, Yoshida N. Effects of steroidal and nonsteroidal drugs on tooth movement and root resorption in the rat molar. *Angle Orthod.* 2009 Jul;79(4):715-26.
- Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics Current Principles and Techniques.* Fourth Edition. Mosby Elsevier. 2005;547.
- Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod.* 1980;50:189-217.
- Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970 Mar;57(3):219-55.
- Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the mid-palatal suture. *Angle Orthod.* 1961;31:73-90.

- Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1965;35(3):200-217.
- Hamilton RS, Gutmann JL. Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. *Int Endod J.* 1999 Sep;32(5):343-60.
- Handelman CS. Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults: a clinical evaluation. *Angle Orthod.* 1997;67(4):291-305.
- Harberson VA, Myers DR. Midpalatal suture opening during functional posterior cross-bite correction. *Am J Orthod.* 1978;74(3):310-313.
- Harris DA, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Nov;130(5):639-47.
- Harris EF, Baker WC. Loss of root length and crestal bone height before and during treatment in adolescent and adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990 Nov;98(5):463-9.
- Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Mar;111(3):301-9.
- Harrison JE, Ashby D. Orthodontic treatment for posterior crossbites. *Cochrane Database Syst Rev.* 2001(1):CD000979.
- Harry MR, Sims MR. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod.* 1982 Jul;52(3):235-58.
- Harterink DV, Vig PS, Abbott DW. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Nov;92(5):381-9.
- Hartsfield JK Jr, Everett ET, Al-Qawasmi RA. Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004 Jan 1;15(2):115-122.
- Harvold E. Cleft lip and palate: Morphologic studies of the facial skeleton. *Am J Orthod.* 1954 Jul;40(7):493-506.
- Hermanson H, Kurol J, Rönnerman A. Treatment of unilateral posterior crossbite with quad-helix and removable plates. A retrospective study. *Eur J Orthod.* 1985 May;7(2):97-102.
- Hicks EP. Slow maxillary expansion: a clinical study of the skeletal versus dental response in low-magnitude force. *Am J Orthod.* 1978;73:121-141.
- Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzki-Janson I. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop.* 2005 Nov;66(6):434-44.

- Huynh T, Kennedy DB, Joondeph DR, Bollen AM. Treatment response and stability of slow maxillary expansion using Haas, hyrax, and quad-helix appliances: a retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep;136(3):331-9.
- Igarashi K, Adachi H, Mitani H, Shinoda H. Inhibitory effect of the topical administration of a bisphosphonate (risedronate) on root resorption incident to orthodontic tooth movement in rats. *J Dent Res.* 1996 Sep;75(9):1644-9.
- Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. II. Forces present during treatment, *Angle Orthod.* 1964 Oct;34:261-70.
- Isaacson RJ, Wood JL and Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1964;34:256-70.
- Işeri H, Ozsoy S. Semirapid maxillary expansion--a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod.* 2004 Feb;74(1):71-8.
- Işeri H, Tekkaya AE, Oztan O, Bilgiç S. Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. *Eur J Orthod.* 1998 Aug;20(4):347-56.
- Jafari A, Shetty KS, Kumar M. Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces--a three-dimensional FEM study. *Angle Orthod.* 2003 Feb;73(1):12-20.
- Jiang RP, McDonald JP, Fu MK. Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors. *Eur J Orthod.* 2010 Dec;32(6):693-7.
- Kaley J, Phillips C. Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthod.* 1991 Summer;61(2):125-32.
- Karaman AI. The effects of titanium maxillary expander appliances on dentofacial structures. *Angle Orthod.* 2002 Aug;72(4):344-54.
- Kartalian A, Gohl E, Adamian M, Enciso R. Cone-beam computerized tomography evaluation of the maxillary dentoskeletal complex after rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Oct;138(4):486-92.
- Kennedy DB, Osepchook M. Unilateral posterior crossbite with mandibular shift: a review. *J Can Dent Assoc.* 2005 Sep;71(8):569-73.
- Kiliç N, Kiki A, Oktay H. A comparison of dentoalveolar inclination treated by two palatal expanders. *Eur J Orthod.* 2008 Feb;30(1):67-72.
- Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Semin Orthod.* 1999 Jun;5(2):128-33.
- Kjaer I. Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *Eur J Orthod.* 1995 Feb;17(1):25-34.

- Kook YA, Park S, Sameshima GT. Peg-shaped and small lateral incisors not at higher risk for root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Mar;123(3):253-8.
- Ladner PT, Muhl ZF. Changes concurrent with orthodontic treatment when maxillary expansion is a primary goal. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Aug;108(2):184-93.
- Lamparski DG Jr, Rinchuse DJ, Close JM, Sciote JJ. Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Mar;123(3):321-8.
- Langford SR, Sims MR. Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *Am J Orthod.* 1982 Feb;81(2):108-15.
- Langford SR. Root resorption extremes resulting from clinical RME. *Am J Orthod.* 1982 May;81(5):371-7.
- Laux M, Abbott PV, Pajarola G, Nair PN. Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment. *Int Endod J.* 2000 Nov;33(6):483-93.
- Leach HA, Ireland AJ, Whaites EJ. Radiographic diagnosis of root resorption in relation to orthodontics. *Br Dent J.* 2001 Jan 13;190(1):16-22.
- Lee RY, Artun J, Alonzo TA. Are dental anomalies risk factors for apical root resorption in orthodontic patients? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Aug;116(2):187-95.
- Leiker BJ, Nanda RS, Currier GF, Howes RI, Sinha PK. The effects of exogenous prostaglandins on orthodontic tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Oct;108(4):380-8.
- Levander E, Bajka R, Malmgren O. Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. *Eur J Orthod.* 1998 Feb;20(1):57-63.
- Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod.* 1994 Jun;16(3):223-8.
- Lilja E, Odenrick L. Root resorption following slow maxillary expansion. *Swed Dent J Suppl.* 1982;15:123-9.
- Lim E, Belton D, Petocz P, Arora M, Cheng LL, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 15. Analysis of elemental composition by using proton-induced x-ray and gamma-ray emissions in orthodontically induced root resorption craters of rat molar cementum after exposure to systemic fluoride. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Feb;139(2):e193-202.

- Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod.* 1983 Aug;5(3):173-83.
- Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991 Jan;99(1):35-43.
- Liu L, Igarashi K, Haruyama N, Saeki S, Shinoda H, Mitani H. Effects of local administration of clodronate on orthodontic tooth movement and root resorption in rats. *Eur J Orthod.* 2004 Oct;26(5):469-73.
- Liu SS, Kyung HM, Buschang PH. Continuous forces are more effective than intermittent forces in expanding sutures. *Eur J Orthod.* 2010 Aug;32(4):371-80.
- Mah J, Prasad N. Dentine phosphoproteins in gingival crevicular fluid during root resorption. *Eur J Orthod.* 2004 Feb;26(1):25-30.
- Majourau A, Nanda R. Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994 Sep;106(3):322-8.
- Malek S, Darendeliler MA, Swain MV. Physical properties of root cementum: Part I. A new method for 3-dimensional evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Aug;120(2):198-208.
- Malmgren O, Goldson L, Hill C, Orwin A, Petrini L, Lundberg M. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod.* 1982 Dec;82(6):487-91.
- Marcotte MR. The instantaneous transverse changes in the maxilla due to different points of force application. *J Dent Res.* 1977 May;56(5):465-70.
- Marshall SD, Southard KA, Southard TE. Early transverse treatment, *Seminars in Orthodontics.* 2005;11:130-9.
- Martinelli FL, Couto PS, Ruellas AC. Three palatal arches used to correct posterior dental crossbites. *Angle Orthod.* 2006 Nov;76(6):1047-51.
- Matteini C, Mommaerts MY. Posterior transpalatal distraction with pterygoid disjunction: a short-term model study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Nov;120(5):498-502.
- Maulik C, Nanda R. Dynamic smile analysis in young adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Sep;132(3):307-15.
- Mavragani M, Apisariyakul J, Brudvik P, Selvig KA. Is mild dental invagination a risk factor for apical root resorption in orthodontic patients? *Eur J Orthod.* 2006 Aug;28(4):307-12.
- Mavragani M, Vergari A, Selliseth NJ, Bøe OE, Wisth PL. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. *Eur J Orthod.* 2000 Dec;22(6):665-74.

- McFadden WM, Engström C, Engström H, Anholm JM. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;96:390-6.
- McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption following orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2000 Jun;70(3):227-32.
- McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption of posterior teeth in asthmatics after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Nov;116(5):545-51.
- McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 May;117(5):567-70.
- Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975 Jul;68(1):42-54.
- Memikoglu TU, Işeri H. Effects of a bonded rapid maxillary expansion appliance during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 1999 Jun;69(3):251-6.
- Mew J. Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod.* 1983 Jan;83(1):56-61.
- Mirabella AD, Artun J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995 Jul;108(1):48-55.
- Mossaz-Joëls K, Mossaz CF. Slow maxillary expansion: a comparison between banded and bonded appliances. *Eur J Orthod.* 1989 Feb;11(1):67-76.
- Mutinelli S, Cozzani M, Manfredi M, Bee M, Siciliani G. Dental arch changes following rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 2008 Oct;30(5):469-76.
- Myers DR, Barenie JT, Bell RA, Williamson EH. Condylar position in children with functional posterior crossbites: before and after crossbite correction. *Pediatr Dent.* 1980 Sep;2(3):190-4.
- Newman WG. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am J Orthod.* 1975 May;67(5):522-39.
- Ngan P, Fields H. Orthodontic diagnosis and treatment planning in the primary dentition. *ASDC J Dent Child.* 1995 Jan-Feb;62(1):25-33.
- Odenrick L, Karlander EL, Pierce A, Kretschmar U. Surface resorption following two forms of rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 1991 Aug;13(4):264-70.
- Oh C, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Cheng LL, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 19. Comparison of the amounts of root resorption between the right and left first premolars after application of buccally directed heavy orthodontic tipping forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Jul;140(1):e49-52.

- Oppenheim A. Biologic orthodontic therapy and reality: Part III. *Angle Orthod.* 1936;6:69-116.
- Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *Angle Orthod.* 1995;65(6):395-401.
- Owman-Moll P, Kurol J. Root resorption after orthodontic treatment in high- and low-risk patients: analysis of allergy as a possible predisposing factor. *Eur J Orthod.* 2000 Dec;22(6):657-63.
- Owman-Moll P, Kurol J. The early reparative process of orthodontically induced root resorption in adolescents--location and type of tissue. *Eur J Orthod.* 1998 Dec;20(6):727-32.
- Paetyangkul A, Türk T, Elekdağ-Türk S, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: part 14. The amount of root resorption after force application for 12 weeks on maxillary and mandibular premolars: a microcomputed-tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Oct;136(4):492.e1-9.
- Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A, Eliades T. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Nov;134(5):646-51.
- Pender N, Samuels RH, Last KS. The monitoring of orthodontic tooth movement over a 2-year period by analysis of gingival crevicular fluid. *Eur J Orthod.* 1994 Dec;16(6):511-20.
- Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977 Jul;72(1):42-52.
- Phillips JR. Apical root resorption under orthodontic therapy. *Angle Orthod* 1955;25:1-22.
- Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. *Contemporary Orthodontics*. Fourth Edition. Mosby-Elsevier. 2007.
- Ramoglu SI, Sari Z. Maxillary expansion in the mixed dentition: rapid or semi-rapid? *Eur J Orthod.* 2010 Feb;32(1):11-8.
- Ramoğlu Sİ. Karma Dentisyon Döneminde Modifiye Akrilik Bonded Aparey ile Yapılan Hızlı ve Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dentofasial Yapılar Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, Doktora Tezi, 2006
- Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Jul;116(1):31-40.
- Reitan K. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *Angle Orthod.* 1964 Oct;34(4):244-55.

- Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod.* 1974 Jan;44(1):68-82.
- Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod.* 1981 Apr;51(2):115-50.
- Romanyk DL, Lagravere MO, Toogood RW, Major PW, Carey JP. Review of maxillary expansion appliance activation methods: engineering and clinical perspectives. *J Dent Biomech.* 2010 Jun 28;2010. pii: 496906.
- Rudolph CE. An evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *J Dent Res.* 1940;19:367-71.
- Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY, Kim J, Taylor G. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Oct;132(4):428.e1-8.
- Rygh P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *Angle Orthod.* 1977 Jan;47(1):1-16.
- Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.* 2001 Jun;71(3):185-9.
- Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001a May;119(5):505-10.
- Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001b May;119(5):511-5.
- Sandıkçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Mar;111(3):321-7.
- Sari Z, Uysal T, Usumez S, Basciftci FA. Rapid maxillary expansion. Is it better in the mixed or in the permanent dentition? *Angle Orthod.* 2003 Dec;73(6):654-61.
- Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989 Jun;95(6):462-6.
- Schiffman PH, Tuncay OC. Maxillary expansion: a meta analysis. *Clin Orthod Res.* 2001 May;4(2):86-96.
- Schröder U, Schröder I. Early treatment of unilateral posterior crossbite in children with bilaterally contracted maxillae. *Eur J Orthod.* 1984 Feb;6(1):65-9.
- Schwartz BH, Long RE, Smith RJ, Gipe DP. Early prediction of posterior crossbite in the complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate J.* 1984 Apr;21(2):76-81.
- Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004 May;7(2):71-8.

- Sismanidou C, Hilliges M, Lindskog S. Healing of the root surface-associated periodontium: an immunohistochemical study of orthodontic root resorption in man. *Eur J Orthod.* 1996 Oct;18(5):435-44.
- Spolyar JL. The design, fabrication, and use of a full-coverage bonded rapid maxillary expansion appliance. *Am J Orthod.* 1984 Aug;86(2):136-45.
- Starnbach HK, Cleall JF. The effects of splitting the midpalatal suture on the surrounding structures. *Am J Orthod.* 1964;50:923-4.
- Steadman SR. Resume of the literature on root resorption. *Angle Orthod.* 1942;12(1):28-38.
- Storey B. Tissue response to the movement of bones. *Am J Orthod.* 1973;64(3):229-247.
- Stuteville OH. Injuries caused by orthodontic forces and the ultimate results of these injuries. *Am J Orthod and Oral Surgery.* 1938;24(2):103-19.
- Subtelny JD. Oral respiration: Facial maldevelopment and corrective dentofacial orthopedics. *Angle Orthod.* 1980;50:147-64.
- Ten Cate AR, Freeman E, Dickinson JB. Sutural development: structure and its response to rapid expansion. *Am J Orthod.* 1977 Jun;71(6):622-36.
- Thilander B, Persson M, Adolfsson U. Roentgen-cephalometric standards for a Swedish population. A longitudinal study between the ages of 5 and 31 years. *Eur J Orthod.* 2005 Aug;27(4):370-89.
- Thilander B, Wahlund S, Lennartsson B. The effect of early interceptive treatment in children with posterior cross-bite. *Eur J Orthod.* 1984;6:25-34.
- Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1980 May;77(5):500-7.
- Timms DJ. *Rapid Maxillary Expansion.* Quintessence Publishing Co. Inc. 1981.
- Turpin DL. Dealing with posterior crossbite in young patients, *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(5):531-2.
- Uzel L, Enacar A. *Ortodontide Sefalometri. 2. Baskı, Adana, Çukurova Üniversitesi Basımevi.* 2000.
- Ülgen M. *Anomaliler, Sefalometri, Etioloji, Büyüme ve Gelişim. 3. Baskı, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Yayınları.* 2006.
- Vandevska-Radunovic V. Neural modulation of inflammatory reactions in dental tissues incident to orthodontic tooth movement. A review of the literature. *Eur J Orthod.* 1999 Jun;21(3):231-47.
- Vardimon AD, Brosh T, Spiegler A, Lieberman M, Pitaru S. Rapid palatal expansion: Part 1. Mineralization pattern of the midpalatal suture in cats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Apr;113(4):371-8.

- Vardimon AD, Graber TM, Pitaru S. Repair process of external root resorption subsequent to palatal expansion treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993 Feb;103(2):120-30.
- Vardimon AD, Graber TM, Voss LR, Lenke J. Determinants controlling iatrogenic external root resorption and repair during and after palatal expansion. *Angle Orthod.* 1991 Summer;61(2):113-22.
- Vardimon AD, Graber TM, Voss LR. Stability of magnetic versus mechanical palatal expansion. *Eur J Orthod.* 1989 May;11(2):107-15.
- Vardimon AD, Levy T, Weinreb M. Maxillary incisor root resorption after rapid palatal expansion in *Felis catus*. *Eur J Oral Sci.* 2005 Feb;113(1):41-6.
- Villa PA, Oberti G, Moncada CA, Vasseur O, Jaramillo A, Tobón D, Agudelo JA. Pulp-dentine complex changes and root resorption during intrusive orthodontic tooth movement in patients prescribed nabumetone. *J Endod.* 2005 Jan;31(1):61-6.
- Vlaskalic V, Boyd RL, Baumrind S. Etiology and sequelae of root resorption. *Semin Orthod.* 1998 Jun;4(2):124-31.
- Warren DW, Hershey HG, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM. The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987 Feb;91(2):111-6.
- Weiland F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. *Eur J Orthod.* 2003 Aug;25(4):335-42.
- Wendling LK, McNamara JA Jr, Franchi L, Baccetti T. A prospective study of the short-term treatment effects of the acrylic-splint rapid maxillary expander combined with the lower Schwarz appliance. *Angle Orthod.* 2005 Jan;75(1):7-14.
- Wertz RA. Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1968;38:1-11.
- Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970 Jul;58(1):41-66.
- Wickwire NA, Mc Neil MH, Norton LA, Duell RC. The effects of tooth movement upon endodontically treated teeth. *Angle Orthod.* 1974 Jul;44(3):235-42.
- Wierzbicki T, El-Bialy T, Aldaghreer S, Li G, Doschak M. Analysis of orthodontically induced root resorption using micro-computed tomography (Micro-CT). *Angle Orthod.* 2009 Jan;79(1):91-6.
- Wright CF. Crossbites and their managements. *Angle Orthod.* 1953;23(1):35-45.
- Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. 3. Forces present during retention. *Angle Orthod.* 1965 Jul;35:178-86.

EKLER

Ek 1: Hasta bilgilendirilmiş gönüllü olur formu

HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ *

ARAŞTIRMANIN ADI (ÇALIŞMANIN ACIK ADI):

Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesinde destek dişlerdeki kök rezorpsiyonunun değerlendirilmesi.

Gönüllünün Baş Harfleri << >>

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer bir başka çalışmada da yer alıyorsanız bu çalışmada yer alamazsınız.

BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDAMIYIM?

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirseniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmaya karar verirseniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Bu durum sizin aldığınız tedavinin standardını etkilemeyecektir. Eğer isterseniz, bu klinik çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir. Ayrıca destekleyici firma çalışmayı sonlandırmaya karar verirse bu durumda da çalışmadan çıkartılacaksınız.

ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR?

Dişler ve onu çevreleyen iskelet yapının kafa kaidesine göre konum bozuklukları ortodontik tedaviler gerektirmektedirler. Üst arka dişlerin, ısırma sırasında alt arka dişlerin santral oluşuna yerleştiği çapraz kapanış durumu ağız içinde üst arka dişlerin veya üst çenenin darlığından kaynaklı tek veya çift taraflı olarak izlenebilir.

Üst çenenin genişletmesi amacı ile yapılan ortodontik tedavilerde çapraz kapanışın geri dönmesi, çene eklemünde zedelenmeler, diş eti çekilmeleri ,dişleri destekleyen kemiklerde yıkımlar ve en önemlisi diş kökünün dış yüzeyinde erime sıklıkla izlenen yan etkilerdir. Kök yüzeyinde madde kaybı aşırı olduğunda ortodontik tedavinin başarısını etkileyebilecek kök kayıpları olabilmektedir. Diş kökündeki madde kayıpları diş röntgenlerinden anlaşılabilir ancak kök erimesinin kesin nedenleri henüz saptanamamıştır.

Bu çalışmada hızlı ve yavaş üst çene genişletme yöntemleri diş kökünün dış yüzeyinde erime miktarları açısından değerlendirilecektir. Dişlere ve diş çevresindeki dokulara daha az zarar veren bir yöntem tanımlanmaya çalışılacaktır.

ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:

Bu çalışma için ilk aşamada dar olan üst damağınıza, genişletmek amaçlı üst arka dişlerinizin çiğneme yüzeylerini kaplayan ve üst damakta vidalı kısmın yer aldığı akrilik vidalı bir ortodontik aparey takılacaktır. Bu apareyi doktorunuzun önerisi ile günde iki tur veya üç günde bir tur çevirmeniz gerekecektir. Gerekli olan genişletme işlemi tamamlandıktan sonra aparey çıkarılıp birinci üst küçük azı dişlerinizden birisi çekilecektir. Ardından aparey tekrar ağız içine sabitlenecek ve altı ay boyunca pekiştirme amaçlı ağız içinde bırakılacaktır. Bu süre içinde apareyden kaynaklı rahatsızlıklarınız olabilir. Altı aylık süreç tamamlandıktan sonra ise diğer birinci küçük azı dişiniz çekilecektir.

Çalışma için bu aşamalar tamamlandıktan sonra ortodontik tedavinize devam edilecektir.

BENİM NE YAPMAM GEREKİYOR?

Çalışma doktorunuzun talimatlarına uymaya, randevu ve vizitelere katılmaya ve yukarıda anlatılan çalışmayla ilgili tüm işlemlere uymaya istekli olmalısınız. Çalışma doktorunuzu ziyarete belirlenen günlerde gelmelisiniz ve bir sonraki ziyaretiniz de, ziyaretten ayrılmadan önce planlanmalıdır. Yine çalışmadan önce veya çalışma sırasında aldığımız başka herhangi bir tıbbi tedaviyi de çalışma doktoruna söylemeniz önemlidir.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN NE GİBİ OLASI YAN ETKİLERİ, RİSKLERİ VE RAHATSIZLIKLARI VARDIR?

Bu çalışma da ağız içine yerleştirilecek aparey dişlerin üzerinde yiyecek artıklarının birikme oranını artırabilir. Ancak etkin fırçalama ile bu durum dişler ve çevre dokular için problem oluşturmayacaktır. Aparey üst arka grup dişlerde kalınlık oluşturacağından çiğneme fonksiyonu azalabilir. Gönüllü üst çene genişletmesi sürecinde bu uygulamanın yapıldığı her hastada karşılaşılan ağrıdan rahatsız olabilir. Bu vidanın çevrilmesini takiben oluşan ve çoğu zaman herhangi bir ilaç kullanımı gerektirmeyen bir ağrıdır.

ÇALIŞMAYA KATILMANIN OLASI YARARLARI NELERDİR? (Varsa açıklayınız)

GÖNÜLLÜ KATILIM

Bu araştırmaya katılma kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabileceğim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri doktorumla tartışacağım.

ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?

Çalışmayla ilgili olan tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyici tarafından karşılanacak ve size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir. Herhangi bir yan etki veya fiziksel zarar gelişirse hemen çalışma doktorunuzu gereken tıbbi tedavinin uygulanabilmesi için bilgilendiriniz.

KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?

Bu formu imzalayarak doktorunuzun ve onun kadrosunun çalışma için sizin kişisel bilgilerinizi ("Çalışma Verileri") toplamalarına ve kullanmalarına onay vermiş olacaksınız. Bu durum doğum tarihiniz, cinsiyetiniz, etnik kökeniniz ayrıca Çalışma verilerinizin kullanımı ile ilgili verdiğiniz onayın herhangi bir belirlenmiş birim tarihi yoktur, ancak doktorunuzu haberdar ederek bu onayınızdan herhangi bir zamanda vazgeçebilirsiniz.

Çalışma destekleyicisi firma ile paylaşılan çalışma verileri size özel bir numara olan bir kod ("Kod") numarası kullanımıyla korunacaktır. Sizin çalışma verilerinize ulaşmak için gerekli olan kod anahtarı çalışma doktorunuzun denetimindedir. Çalışma destekleyicisi firma düzenleyici otorite veya diğer denetim kurumları tarafından atanmış kişiler doktorunuz tarafından tutulan çalışma verilerinizi inceleyebilirler.

Doktorunuz çalışma verilerinizi çalışma için kullanacaktır. Çalışma destekleyicisi firma; çalışmanın yürütülmesi, teşhis ve tıbbi yardım gereçlerinin geliştirilmesi için çalışma verilerinizi kullanabilir. Doktorunuzun çalıştığı kurum ve çalışma destekleyicisi firmanın her ikisi de yürürlükte olan veri koruma kanunları ile uyumlu olarak çalışma verilerinizin yönetiminden sorumludurlar.

Çalışma destekleyicisi firma çalışma verilerinizi, sadece yukarıda belirtilen amaçlarda kullanacak olan kendi grubundaki diğer şirketler, hizmet alınan kurumlar, anlaşmalı firmalar ve diğer araştırma kuruluşları ile paylaşabilir. Çalışmanın sonuçları tıbbi yayınlarda yayınlanabilir, ancak sizin kimlik bilgileriniz bu yayınlarda açıklanmayacaktır.

Doktorunuz ya da çalışma destekleyicisi firmadan, toplanan çalışma verileriniz hakkında bilgi isteme hakkında sahipsiniz. Aynı zamanda bu verilerdeki herhangi bir hatanın düzeltilmesini isteme hakkında da sahipsiniz. Eğer bu konuda bir isteğiniz olursa lütfen gerekirse sizin çalışma destekleyicisi firma ile temasa geçmenize yardımcı olabilecek doktorunuzla görüşünüz.

Eğer onayınızda vazgeçerseniz, doktorunuz çalışma verilerinizi artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır. Çalışma destekleyicisi firma onayınızdan vazgeçmeden önceki çalışma verilerinizi kullanmaya devam edebilir.

Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinizin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermekteyim.

ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:

Dt. Canan Çolak
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Dişhekimliği Fakültesi
Ortodonti Anabilim Dalı
Samsun
Tel: 3121919/3025-3025
GSM: 0555-6219200

CALISMADAN AYRILMAMI GEREKTİRECEK DURUMLAR:

Araştırma sırasında diş hareketini etkileyecek medikal durum veya ilaç kullanımının ortaya çıkması ve uygulanan ortodontik apareyin kaybı.

YENİ BİLGİLER CALIŞMADAKİ ROLÜMÜ NASIL ETKİLEYEBİLİR

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal iletilecektir.

Çalışmaya Katılma Onayı

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen hekim tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekiyorsa Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekiyorsa Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

*** Açıklamalar hastanın anlayabileceği açıklıkta ve teknik terimlerden uzak bir şekilde belirtilmelidir.**

Ek 2 Etik kurul onay formu

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
TIBBİ ARAŞTIRMA ETİK KOMİSYONU

Sayı: 421

27.01.2011

Sayın Prof. Dr. Tamer Türk

Etik Komisyonumuza sunmuş olduğunuz **Hızlı ve yavaş üst çene genişletmesinde destek dişlerdeki kök rezorpsiyonun değerlendirilmesi**.başlıklı, OMÜ TAEK 2010/214 Karar nolu Diş yüzeyinde kök rezorpsiyon kraterlerinin lokalizasyon ve hacimlerinin 3 boyutlu olarak Mikro-BT ile incelenmesi nitelikli araştırma projeniz : amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, OMÜ-TAEK yönergesine göre incelenmiş etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına; çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza engeç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 27.01.2011 tarihli etik komisyonumuzda oy birliği ile karar verilmiştir

Bilgilerinize arz/rica ederim.



Prof.Dr.Abdülkerim BEDİR
Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu
Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ankara'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi 100.Yıl İlköğretim okulunda, lise öğrenimimi Sincan (Yabancı Dil Ağırlıklı) Lisesi'nde tamamladım. 2001 yılında Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi'nde lisans öğrenimi görmeye hak kazandım. 2006 yılında lisans eğitimimi tamamladım. 2007 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti A.D.'nda doktora eğitimime başladım. 2010 yılında doktora yeterlilik sınavımı başarıyla tamamladım. Evliyim. Yabancı dilim İngilizcedir.

Dt. Canan ÇOLAK