

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CERRAHİ DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİ YAPILAN  
HASTALARDA SES DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Onur Erdem ERDUR**

**Ortodonti Anabilim Dalı**

**Ortodonti Doktora Programı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Berza YILMAZ**

**EYLÜL 2019**

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**CERRAHİ DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİ YAPILAN  
HASTALARDA SES DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**DOKTORA TEZİ**

**Onur Erdem ERDUR  
(151106114)**

**Ortodonti Anabilim Dalı**

**Ortodonti Doktora Programı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğretim Üyesi Berza YILMAZ**

**EYLÜL 2019**

Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nün 151106114 numaralı Doktora Öğrencisi Onur Erdem ERDUR, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "CERRAHİ DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİ YAPILAN HASTALARDA SES DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı** : **Dr. Öğr. Üyesi Berza YILMAZ** .....  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Jüri Üyeleri** : **Prof. Dr. Gülnaz MARŞAN** .....  
İstanbul Üniversitesi

**Prof. Dr. Gökmen KURT** .....  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Dr. Öğretim Üyesi Şirin HATİPOĞLU** .....  
Beykent Üniversitesi

**Dr. Öğretim Üyesi Özlem KARA** .....  
Bezmialem Vakıf Üniversitesi

**Teslim Tarihi** :

**Savunma Tarihi** :

## **ÖNSÖZ**

Doktora eğitimim süresince bilgi ve birikimlerinden faydalandığım; çalışma disipliniyle bana örnek olan ve tez çalışmam boyunca her konuda desteğini hissettiğim danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Berza YILMAZ'a,

Bilgi ve tecrübeleriyle klinik deneyimlerini benimle paylaşan ve ortodonti eğitimime katkı sağlayan Ortodonti Anabilim Dalı'mızın değerli öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Gökmen KURT, Prof. Dr. Nazan KÜÇÜKKELEŞ, Uzm. Dt. Banu KILIÇ, Uzm. Dt. Dilara ŞEKER'e,

Doktora eğitimim süresince birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve unutulmayacak güzel anılar paylaştığım başta dönem arkadaşlarım Dt. Gökçen OK ve Dt. Hakan BİLSEL olmak üzere tüm asistan arkadaşlarıma,

Uzmanlık tezi çalışmamın istatistiksel analizlerini gerçekleştiren Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı Başkanı Dr. Öğr. Gör. Çiğdem ALTUNOK'a,

Tanıştığımız günden beri her anımda yanımda olan, üzüntümü ve mutluluğumu paylaştığım, varlığıyla bana büyük güç veren Sıla KARAKAYA'ya,

Bugüne kadar verdikleri sevgi, emek ve tüm destekler için başta babam Derviş Kenan ERDUR, annem Zübeyde ERDUR ve abim Ender ERDUR olmak üzere canım aileme, Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

**Eylül 2019**

**Onur Erdem Erdur**

Diş Hekimi

## **BEYAN**

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Dt. Onur Erdem ERDUR

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
BEYAN.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
KISALTMALAR .....	vii
SEMBOLLER .....	viii
TABLO LİSTESİ .....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Ses Nedir? .....	3
2.1.1 Ses Tarihçesi.....	4
2.1.2 Sesi ve Konuşmayı Etkileyen Anatomik Yapılar .....	5
2.2 İnsanda Ses Oluşumu .....	6
2.2.1 Jeneratör sistem .....	6
2.2.2 Vibratör sistem.....	6
2.2.3 Rezonatör sistem.....	7
2.3 Konuşmanın Oluşum Aşamaları .....	7
2.3.1 Ekspirasyon.....	7
2.3.2 Fonasyon.....	8
2.3.3 Rezonasyon.....	10
2.3.4 Artikülasyon .....	12
2.4 Akustik Analizler .....	13
2.4.1 Sesin temel frekansları.....	13
2.4.2 Sesin şiddeti .....	14
2.4.3 Pertürbasyon ölçümleri.....	14
2.4.4 Gürültü/Harmonik oranı (NHR) .....	15
2.4.5 Spektrogram.....	16
2.5 Maksiller Darlık .....	16
2.5.1 İskeletsel yan çapraz kapanış.....	16
2.5.2 Dişsel yan çapraz kapanış.....	17
2.5.3 Fonksiyonel yan çapraz kapanış .....	17
2.6 Maksiller Darlığın Tedavisi .....	18
2.7 Cerrahi Destekli Maksiller Genişletme .....	19
2.7.1 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletmenin tarihçesi.....	19
2.7.1.1 Cerrahi prosedürün tarihçesi .....	19

2.7.1.2 Üst çene genişletmesi için kullanılan apareylerin tarihçesi .....	21
2.7.2 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme endikasyonları .....	24
2.7.2.1 Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmede yaş faktörü .....	24
2.7.2.2 Genişletme ihtiyacı .....	25
2.7.2.3 Periodontal durum.....	25
2.7.3 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme kontraendikasyonları .....	26
2.7.4 Genişletme protokolleri .....	26
2.7.5 Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin etkileri .....	27
2.7.5.1 Süturlardaki değişiklikler .....	28
2.7.5.2 Maksilla.....	28
2.7.5.3 Damak kubbesi.....	29
2.7.5.4 Maksiller alveolar yapılar .....	29
2.7.5.5 Maksiller anterior dişler .....	29
2.7.5.6 Maksiller posterior dişler .....	29
2.7.5.7 Mandibula .....	30
2.7.5.8. Mandibular dişler .....	30
2.7.5.9 TME .....	31
2.7.5.10 Nazal genişlik ve havayolu .....	31
2.7.6 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletmenin komplikasyonları .....	32
<b>3. BİREYLER VE YÖNTEM .....</b>	<b>35</b>
3.1 Genişletme Protokolü.....	37
3.2 Ses Kayıt Prosedürü .....	38
3.3 Ses Analizi Prosedürü .....	44
3.4 Verilerin İstatistiksel Analizi .....	46
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>48</b>
4.1 Çalışmaya Dahil Edilen Bireylerin Demografik Verileri.....	48
4.2 CDHMG Uygulanan Grubun Bulguları .....	49
4.3 İzole Seslerdeki Değişim Miktarının Kontrol Grubu Verileriyle Karşılaştırılması .....	70
4.4 Kelime İçinde Geçen Seslerdeki Değişim Miktarının Kontrol Grubu Verileriyle Karşılaştırılması.....	72
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>74</b>
5.1 Gereç ve Yöntemin Tartışılması .....	74
5.2 Bulguların Tartışılması.....	78
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>86</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>87</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>98</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>103</b>

## **KISALTMALAR**

**CDHMG** : Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletmesi  
**NHR** : Gürültü/Harmonik Oranı (Noise to Harmonic Ratio)





## **SEMBOLLER**

<b>dB</b>	: Desibel
<b>F0</b>	: Temel Formant Frekans
<b>F1</b>	: 1. Formant Frekansı
<b>F2</b>	: 2. Formant Frekansı
<b>F3</b>	: 3. Formant Frekansı
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>p</b>	: İstatistiksel Anlamlılık



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1 :</b> Farklı CDHMG kesi hatları ve aktivasyon protokolleri. ....	26
<b>Tablo 4.1 :</b> Çalışma gruplarının yaş dağılımı. ....	48
<b>Tablo 4.2 :</b> Çalışma gruplarının yaşlarının cinsiyet parametresine göre incelenmesi. ....	48
<b>Tablo 4.3:</b> Çalışma gruplarının cinsiyet dağılımı. ....	49
<b>Tablo 4.4 :</b> İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F0 parametresine dair bulgular. ....	50
<b>Tablo 4.5 :</b> Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F0 parametresine dair bulgular. ....	51
<b>Tablo 4.6 :</b> İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F1 parametresine dair bulgular. ....	53
<b>Tablo 4.7 :</b> Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F1 parametresine dair bulgular. ....	54
<b>Tablo 4.8 :</b> İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F2 parametresine dair bulgular. ....	56
<b>Tablo 4.9 :</b> Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F2 parametresine dair bulgular. ....	57
<b>Tablo 4.10 :</b> İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F3 parametresine dair bulgular. ....	59
<b>Tablo 4.11 :</b> Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F3 parametresine dair bulgular. ....	60
<b>Tablo 4.12 :</b> İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin Shimmer parametresine dair bulgular. ....	62
<b>Tablo 4.13 :</b> Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin Shimmer parametresine dair bulgular. ....	63
<b>Tablo 4.14 :</b> İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin Jitter parametresine dair bulgular. ....	65
<b>Tablo 4.15 :</b> Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin Jitter parametresine dair bulgular. ....	66
<b>Tablo 4.16 :</b> İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin NHR parametresine dair bulgular. ....	68
<b>Tablo 4.17 :</b> Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin NHR parametresine dair bulgular. ....	69
<b>Tablo 4.18 :</b> Tedavi ve kontrol gruplarının A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin $\Delta F0$ , $\Delta F1$ , $\Delta F2$ , $\Delta F3$ , $\Delta Shimmer$ , $\Delta Jitter$ , $\Delta NHR$ değerlerinin karşılaştırılması. ....	71
<b>Tablo 4.19 :</b> Tedavi ve kontrol gruplarının A2, E2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin $\Delta F0$ , $\Delta F1$ , $\Delta F2$ , $\Delta F3$ , $\Delta Shimmer$ , $\Delta Jitter$ , $\Delta NHR$ değerlerinin karşılaştırılması. ....	73

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 2.1 : İnsan bedenindeki jeneratör, vibratör ve rezonatör sistemler .	7
Şekil 2.2 : Hirano'nun "örtücü katman-vücut kompleksi tanımına göre ses tellerinin histolojik yapısı	9
Şekil 2.3 : Vokal traktustan hava geçişi sırasında ses tellerinin birbirinden uzaklaşması (1-4), titreşmesi (4-8), ve glottik siklusun ses tellerinin birbirine tekrar yaklaşmasıyla tamamlanması (8-10)	10
Şekil 2.4 : Helmholtz rezonatörü yanında titreştirilen diapozonun sesinin rezonatör küreden dolayı daha fazla yüksek yada alçak duyulması	12
Şekil 2.5 : Formantların rezonatör bölgenin hacminin değişimi ile frekansının etkilenmesinin şematize edilmesi	12
Şekil 2.6 : Bazı seslerin artikülasyon yerleri, önden arkaya doğru 1) p,b. 2) f,v. 3) o,ö. 4) t, d, n, s, z. 5) f,z. 6) k,g	13
Şekil 2.7 : Aynı amplitüd aralığına sahip iki sesin farklı Jitter değerleri	15
Şekil 2.8 : Aynı frekans aralığına sahip iki sesin farklı Shimmer değerleri	15
Şekil 2.9 : Hyrax apareyi	22
Şekil 3.1 : Genişletme apareylerinin yapılandırılmasında kullanılan rezin modifiye cam iyonomer siman.	37
Şekil 3.2 : Polimerizasyon için kullanılan yüksek güçlü LED ışın cihazı.	38
Şekil 3.3 : Ses kayıt ekipmanları: a) Ses kartı (Focusrite Scarlett 2i4) b) Kondenser mikrofon (Shure pg42) c) Tüplü kondenser mikrofon (Telefunken Ar-51).	39
Şekil 3.4 : a[a] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	40
Şekil 3.5 : e[ɛ] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	40
Şekil 3.6 : ı[u] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	41
Şekil 3.7 : i[i] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	41
Şekil 3.8 : o[ɔ] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	42
Şekil 3.9 : ö[œ] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	42
Şekil 3.10 : u[u] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	43
Şekil 3.11 : ü[y] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.	43
Şekil 3.12 : Logic X programıyla oluşturulan ses kayıt dosyasının ekran görüntüsü.	44
Şekil 3.13 : Praat programı ile "Atatürk" kelimesinin ses frekans analizinin ekran görüntüsü.	45
Şekil 3.14 : Praat programı ile formant frekans değerlerinin belirlenmesi.	45
Şekil 3.15 : Praat programı ile Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine ilişkin değerlerin belirlenmesi.	46

## CERRAHİ DESTEKLİ HIZLI ÜST ÇENE GENİŞLETMESİ YAPILAN HASTALARDA SES DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ

### ÖZET

Sesin oluşumu temelde üç ayrı fonksiyonel komponent olan respiratuar, vibratör ve rezonatör alanların birlikte fonksiyon görmesiyle gerçekleşmektedir. Solunum sistemi kaynaklı hava akışı vibratör alan olarak adlandırılan ses tellerini titreştirmekte ve oral kavitenin de içinde bulunduğu rezonatör alanda ses, karakteristik özelliğini kazanmaktadır.

Çeşitli çalışmalar, büyüme-gelişimin etkisiyle anatomik yapıların konum ve boyutlarının değişmesi, ortognatik cerrahi sonrası ya da hormonal nedenlere bağlı seste değişiklikler meydana geldiğini belirtmiştir.

Üst çene darlığı, sendromlu ve sendromsuz hastalarda sıklıkla rastlanan bir maloklüzyondur. Cerrahi destekli ya da konvansiyonel hızlı üst çene genişletmesi ile maksiller kaide genişlemekte, nazal kavitenin hacim ve şekli değişmekte, damak kubbesi derinliği azalmakta, dental değişiklikler görülmektedir. Nazal kavitenin tabanı ve oral kavitenin tavanında gerçekleşen morfolojik değişikliklerin yanı sıra, dilin konumu değişmekte ve daha anteriorda konumlanmaktadır. Bu nedenle maksiller genişletmenin sesin karakteri üzerinde etkisi olduğu varsayılmaktadır.

Hızlı üst çene genişletmesinin ses üzerinde meydana getirdiği değişiklikleri inceleyen çalışma sayısı literatürde oldukça kısıtlıdır. Bazı çalışmalar genç yaştaki bireyler üzerinde gerçekleştirildiğinden, büyüme ve hormonlara bağlı meydana gelebilecek ses değişiklikleri göz ardı edilmiştir. Araştırmalarımıza göre yetişkin bireyler üzerinde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin etkilerini inceleyen tek çalışma sadece 6 birey üzerinden yürütülmüştür.

Çalışmamızın amacı büyüme gelişimin seste meydana getirebileceği potansiyel etkileri elimine etmek adına, yetişkin hastalarda cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin tüm Türkçe sesli harflerinin akustik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Hipotezimiz yetişkin bireylerde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesiyle değişen ses yolu anatomisine bağlı sesin akustik özelliklerinde değişiklikler meydana geleceği yönündedir.

Çalışma kapsamında yaşları 17-31 arasında değişen 5 erkek 14 kadın toplam 19 bireyden aparey takılmadan önce (T0), aparey takıldıktan hemen sonra (T1), cerrahi işlemden 5 gün sonra (T2), retansiyon süreci (ortalama 5,2 ay) sonunda (T3), aparey sökümünden hemen sonra (T4) ve aparey sökümünden ortalama 5,8 hafta sonra (T5) olmak üzere 6 zamanda ses kaydı alınmıştır ve elde edilen ses örnekleri Praat version 6.0.43 (Paul Boersma Amsterdam Üniversitesi, Hollanda) programı ile analiz edilmiştir.

Hastalara sesli harfler izole olarak 3 saniye boyunca ve kelime içinde geçen şekilleriyle seslendirilmiştir. Ses örneklerinin; F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametreleri incelenmiş, tedavi sürecindeki 6 zamanda kaydedilen veriler kendi

aralarında karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu veriler ortodontik tedavi görmeyen 19 kişiden oluşan kontrol grubundan toplanan ses kayıtları ile karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, izole ve kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerinin hiçbirinde T0 ve T5 kayıt zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamıştır. İzole a[a] sesinin F1 ölçümünde genişletme apareyinin takılmasının düşüşe sebep olduğu, fakat zaman içinde başlangıç değerlerine doğru adaptasyon olduğu gözlenmiştir. İzole u[u] ve ü[y] seslerinin ise F2 frekansında, izole i[i] sesinin NHR parametresinde genişletme apareyinin sökümünden hemen sonra daha yüksek değerler kaydedilmiştir. Zaman içinde başlangıç değerlerine doğru adaptasyon olduğu gözlenmiştir. Kelime içinde geçen i, o, ö seslerinin F2 frekansı değerleri ve i, o seslerinin F3 frekansı değerleri genişletme apareyinin takılmasına bağlı olarak düşüş göstermiştir. Ancak başlangıç ve bitiş kayıtları arasında fark olmamasıyla zaman içinde adaptasyon olduğunu göstermiştir.

İzole olarak kaydedilen a[a] sesinin F1 frekansında, e[ɛ] sesinin F2 frekansında, i[i] sesinin Jitter ve NHR parametrelerinde, o[ɔ] NHR parametresinde ve u[u] sesinin F0 ve F1 değerlerinde gerçekleşen değişim miktarı kontrol grubuna göre daha fazladır. Yine kelime içinde geçen e[ɛ] sesinin NHR parametresinde ve i[i] sesinin Shimmer parametresinde gerçekleşen değişim kontrol grubuna göre daha fazladır.

**Anahtar Kelimeler:** Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi, Ses analizi, Formant frekans, Akustik analiz.

## **EVALUATION OF THE SOUND CHANGES IN PATIENTS UNDERGOING SURGICAL ASSISTED RAPID PALATAL EXPANTION**

### **SUMMARY**

The sound is basically formed by the simultaneous function of three distinct components; the respiratory, vibratory and resonator chambers. The airflow issuing from the respiratory system vibrates the vocal cords, called the vibratory field, and the sound gains its characteristic in the resonator area, including the oral cavity.

Various studies showed changes in voice due to hormonal effects or changes in the position and the size of anatomical structures caused by orthognatic surgery or growth-development.

Maxillary transverse deficiency is a common malocclusion in patients with or without syndrome. Increase of the volume of the nasal cavity, decrease of the palate depth and some dental changes are observed following maxillary base expansion with surgically assisted or conventional rapid maxillary expansion. In addition to morphological changes in the base of the nasal cavity and the ceiling of the oral cavity, the position of the tongue changes and it is positioned more anteriorly. Therefore, it is assumed that maxillary expansion has an effect on the characters of the voice.

The number of studies in the literature on the changes in sound related to rapid maxillary expansion is limited. Some studies investigated the effects of rapid maxillary expansion on voice, but as these were carried out on individuals at young ages, the voice changes that could occur due to growth and related to hormones were neglected. Based on our review, the only study that investigated the effects of surgically assisted rapid maxillary expansion among adult individuals was carried out on only 6 individuals.

The aim of our study is to investigate the effects of surgically assisted rapid maxillary expansion on the acoustic characteristics of all vowel sounds in the Turkish language in adult patients. Only adult patients were included in the study to eliminate potential effects of growth-development could have on the voice. Our hypothesis is that there would be changes in the acoustic characteristics of the voice in relation to the changing vocal tract anatomy following surgically assisted rapid maxillary expansion.

5 male and 14 female patients aged between 17-31 years with maxillary transverse deficiency were included in the study. Voice records were taken before applying the appliance (T0), immediately after applying the expander (T1), 5 days after surgery (T2), after retention period (average 5.2 months) (T3), immediately after the debonding the appliance (T4) and an average of 5.8 weeks after the debonding the appliance (T5). The voice samples obtained at 6 different treatment times were analyzed using the program Praat version 6.0.43 (Paul Boersma University of Amsterdam, Netherlands).

The isolated vowels were pronounced for 3 seconds and words containing those vowels were also recorded. Voice samples were analyzed with F0, F1, F2, F3,

Shimmer, Jitter and NHR parameters and the data recorded at 6 different treatment periods were compared. In addition, these data were compared with the voice recordings collected from a control group of 19 subjects who didn't have orthodontic treatment.

In conclusion, no statistically significant difference was observed between T0 and T5 recording times for the isolated vowels [a], e [ɛ], i [ɪ], o [ɔ], ö [œ] u [u] and ü [y] in any of the parameters; F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter and NHR. The isolated a [a] sound F1 parameter showed a decrease immediately after applying the expansion device, but adaptation to the initial values occurred over time. Higher F2 frequency values were recorded for the isolated u [u] and ü [y] sounds immediately after the removal of the expansion device. Similarly, higher NHR parameter values were recorded for the isolated i [i] sound. However, adaptation to the initial values was observed over time. The F2 frequency values of the sounds i, o, ö in the word and the F3 frequency values of the i, o sounds after applying the expansion device. However, there was no difference between the initial and final records which indicates an adaptation over time.

Isolated recorded F1 frequency of a [a] sound, F2 frequency of e [ɛ] sound, Jitter and NHR parameters of i [i] sound, NHR parameter of o [ɔ] sound and F0 and F1 values of u [u] sound showed more changes compared to the control group. The changes in the NHR parameter of the sound of e [ɛ] and the Shimmer parameter of the sound of i [i] were similarly higher than the control group.

**Keywords:** Surgically assisted rapid maxillary expansion, Voice changes, Formant frequency, Acoustic analysis

## 1. GİRİŞ

Alt ve üst çenenin transversal yöndeki uyumu stabil ve fonksiyonel oklüzyonun sağlanmasında gerekli şartlardandır [1]. Üst çenenin gerekenden dar olmasının çiğneme gücü, dişlerde çapraşıklık, nazal bölgede blokaj, ağız solunumu ve uyku apnesi gibi semptomlara sebep olabildiği bilinmektedir [2]. Genç bireylerde sabit ortodontik apareylerle uygulanan ortopedik kuvvetlerle üst çenenin transversal yön yetersizliği düzeltilebilmektedir. Ancak bireyler olgunlaştıkça, kemiklerde görülen metabolik ve yapısal değişikliklere bağlı çevre anatomik yapılarda direnç meydana gelmekte ve ortopedik kuvvetler üst çeneyi genişletmekte yetersiz kalmaktadır [3, 4]. Buna bağlı olarak genişletmenin sağlanabilmesi için cerrahi destek gerekmektedir.

Sesin karakteri, solunum sistemi kaynaklı hava akışının ses tellerini titreştirmesiyle oluşan ses dalgalarının oral kavitenin de içinde bulunduğu rezonatör alanlardan yansmasıyla oluşur.

Çeşitli çalışmalar, ortognatik cerrahi sonrasında çenelerin boyutlarının, konumlarının ve açılma değişikliklerinin dil pozisyonunda ve velofaringeal fonksiyonda değişiklikler meydana getirebildiğini, bu durumun hastaların artikülasyonlarını, rezonans ve ses özelliklerini etkileyebildiğini göstermiştir [5]. Araştırmacıların birçoğu cerrahi müdahaleden sonra ses üretiminin iyileştirildiğini ve rezonans özelliklerinin değiştiğini bildirmiştir [6-12]. Bunun yanı sıra, ergenlik sürecinde sesin çok kısa sürede hormonların etkisi ve boy artışı ile birlikte ses yolunun uzamasıyla seste değişiklikler görüldüğü ile ilgili çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır [13-15].

Literatürde ses karakter özellikleri ve artikülasyon gibi farklı yönleriyle ele alınmıştır. Ses karakteri analizinde sesli harfleri analiz etmek diğer seslere göre yapıları itibarıyla daha basittir. Bu nedenle sesli harfler akustik özellikleri tarif etmekte sıklıkla kullanılmaktadır. Sesli harflerin en belirgin akustik özellikleri formant frekanslarıdır. Formant frekansları spektrogramlarda karanlık bantlar şeklinde görülen yüksek enerji bölgeleridir. Her sesli harf için 5 formant olsa da ilk üç formant bir ünlünün tanımlanabilmesi için yeterlidir. Ses yolunun son basamağı olan rezonans



boşluklarının şekli, hacmi ve artikulatörlerin boyut ve konumunun değişikliklerinin konuşmayı etkileyebileceği literatürde belirtilmiştir [16].

Cerrahi destekli ya da konvansiyonel hızlı üst çene genişletmesi ile maksiller kaide genişlemekte, nazal kavitenin hacim ve şekli değişmekte, damak kubbesi derinliği azalmakta, dental değişiklikler görülmektedir. Bir başka deyişle, nazal kavitenin tabanı ve oral kavitenin tavanında morfolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Bunu yanı sıra, hızlı üst çene genişletmesi sonucunda dilin konumu değişmekte ve daha anteriorda konumlanmaktadır. Bu nedenle maksiller genişletmenin formant frekanslar üzerinde etkisi olduğu varsayılmaktadır [16].

Hızlı üst çene genişletmesinin ses üzerinde meydana getirdiği değişiklikleri inceleyen çalışma sayısı literatürde oldukça kısıtlıdır. Bazı çalışmalar hızlı üst çene genişletmesinin ses üzerindeki etkilerini değerlendirmiş, ancak çalışmalar genç yaştaki bireylerde gerçekleştirildiğinden, büyüme ve hormonlara bağlı meydana gelebilecek ses değişiklikleri göz ardı edilmiştir [17, 18]. Araştırmalarımıza göre yetişkin bireyler üzerinde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin ses üzerindeki etkilerini inceleyen tek çalışmaya dahil edilen birey sayısı kısıtlıdır.

Bu bilgiler ışığında, literatürde yalın olarak hızlı üst çene genişletmesinin sese meydana getirebileceği etkilerin kapsamlı ve detaylı şekilde ele alınmadığı görülmektedir. Çalışmamızın amacı, büyüme gelişimin sese meydana getirebileceği potansiyel etkileri elimine etmek adına, yetişkin hastalarda cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin tüm Türkçe sesli harflerinin (a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u], ü[y]) akustik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Araştırmamız kapsamında F0, F1, F2, F3, Shimmer, Jitter ve NHR (noise to harmonic ratio) parametreleri tedavi öncesinde, genişletme apareyi takıldıktan hemen sonra, ameliyattan sonra 5. günde, retansiyon süreci sonunda, aparey çıkartıldıktan hemen sonra, aparey çıkartıldıktan ortalama 1-2 ay sonra olmak üzere 6 farklı zamanda alınan ses örnekleriyle değerlendirilmesi planlanmıştır.

Hipotezimiz yetişkin bireylerde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesiyle değişen ses yolu anatomisine bağlı sesin akustik özelliklerinde değişiklikler meydana geleceği yönündedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1 Ses Nedir?

Ses, maddedeki moleküllerin titreşmesi sonucunda oluşan ve ortamdaki katı, sıvı veya gaz ile yayılan mekanik düzensizlik olarak tarif edilmektedir. Bir başka deyişle, canlıların işitme organları tarafından algılanabilen dalgalar (periyodik basınç) değişiklikleri olarak da tarif edilebilir. Moleküler düzeyde, her atom, kendisine komşu olan atoma kendinde bulunan hareketi nakleder [19]. Atom ve moleküllerin bu etkiyle denge konumları bozulmakta, sıkışma ve seyrekleşmeye meydana gelmektedir. Etki ile gerçekleşen bu harekete dalga hareketi denir. Bir ses kaynağının ürettiği titreşim ile oluşan ve döngüsel olan, kulak ile algılanabilen dalgalara da ses dalgası denir. Periyodik bir ses period, frekans ve amplitüden oluşur [20].

Periyot ses sinyallerinin birbirini takip eden iki geçişi arasındaki zamandır. Saniye ile ölçülür. Frekans ise bir saniyedeki titreşim sayısıdır. Birimi Hertz (Hz)'dir [21, 22].

Sesin tonunu, yani pes ya da tiz oluşunu frekansı belirler. Amplitüd ise ses sinyalindeki dalganın büyüklüğünü ve sesin gürülüğünü, yani şiddetini gösterir [20]. Ton; basit veya pür dalga olarak isimlendirilmiş ve diapozon tarafından çıkartılan tek bir sinüzoidal dalgayı ifade eder. Diğer tüm dalgalar ise farklı sinüzoidal dalgalardan oluşmuşlardır ve bu dalgalara kompleks dalgalar denir. Gürültü ise zamana bağlı düzensiz şekilde çok sayıda ses tonundan meydana gelen, periodlara uymayan yapıdadır. Doğada işitilen sesler kompleks dalga ya da gürültü şeklindedir. Kompleks dalgalar gürültüden farklı olarak periyodiktirler [23-25]. Kompleks seslerin bileşeni olan frekanslara, frekans parçaları denir. Bu frekans parçalarının en küçük değerli frekansına “ana frekans” ya da “temel frekans” denir. Bu temel frekansın tam katlarına harmonikler denir. Yani örnek olarak temel frekansımız 120 Hz ise bu frekansın harmonikleri 240, 360, 480, 600 Hz'dir diyebiliriz [26].

Sesler, frekans değerlerine göre dört başlıkta kategorize edilebilir:

- 1) Infrasound: 0-20 Hz arasındaki frekanslar
- 2) Duyulabilir frekanslar: 20-20000 Hz arasındaki frekanslar

3) Ultrasound: 20000 Hz ile 1 GHz arasındaki frekanslar

4) Hipersound: 1GHz üzerindeki frekanslardır [27].

İnsan işitme organı, 20hz ile 20000 hertz arasındaki frekansları algılayabilir [19]. Yüksek frekanstaki sesler tiz ses, düşük frekanstaki sesler ise bas ses olarak adlandırılır. Frekanslar sesin yüksekliğini belirlemede kullanılır. Genelde kadın sesleri erkek seslerinden daha tizdir. Bu durumda kadın seslerinin frekanslarının daha yüksek frekansta oldukları söylenebilir [28].

### **2.1.1 Ses Tarihçesi**

Ses konuşmanın ve dolayısıyla insan iletişiminin temel ögesidir. Ses konusu, tarih boyunca merak edilmiş ve çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Ses üzerinde gerçekleştirilmiş ilk çalışmalar M.Ö. 5. yüzyıla kadar dayanmaktadır. Hipokrat; akciğer, trakea, dudaklar ve dilin konuşma için öneminden bahsetmiştir. Aristo; ses üzerine bilimsel çalışmalar yapmış ve sesin duygu ile olan ilişkisini tanımlamıştır. Claudius Galen, larenksi tanımlayıp fonasyonda önemli bir rol oynadığını ve farinksin yutma ve solunum gibi yaşamsal işlevlerinden bahsetmiştir [19]. Manuel Garcia, 1854 yılında indirekt laringoskopi tekniğini bulmuş ve ses tellerini görüntülemeye çalışmıştır. 1940 yılında ise Potter, Kapp ve Gren ses spektrografisinden bahsetmiştir. Zaman içerisinde sesin üretilmesinde farklı anatomik ve fizyolojik yapıların da görev aldığı anlaşılmıştır [29].

İnsan sesinin oluşumunda hava akışını sağlayan güç kaynağı (solunum sistemi), titreşimi oluşturan vibratör kompartman ve titreşimlerin yansıdığı rezonatör alanlar devreye girmektedir [30, 31].

Titreşimi oluşturan kaynak güç, dışarı doğru hava akımını sağlayan diyafram, torakal ve abdominal kaslardır. Ses tellerinin titreşmesiyle hava akışı dalga özelliği kazanmaktadır. Rezonatör bölgeler, yani sesin yansıdığı bölgeler ise supraglottik larenks, farinks ağız, burun boşluğu ve sinus kaviteridir [32, 33] .

Fiziksel anlamda rezonans, temel titreşimin kendisiyle uyumlu ikinci bir titreşimi başlatması olayıdır [34].

Larenks tarafından üretilmiş sesler yansımaya hazırdırlar. Ses, kaynağından çıktıktan sonra çevrenin akustik özellikleriyle şekillenerek nitelik kazanmaktadır. Bu durum rezonans olarak adlandırılmaktadır [35].

İnsan sesi aynı dalga örneğinin tekrar ettiği periyodik bir sestir. Farklı frekans ve şiddetteki birçok sesin bir araya gelmesiyle oluşur. İnsan sesi, glottis üzerinde oluşan temel frekans ile bu temel frekansın harmonik denilen katlarından meydana gelir. Bu frekans bileşenleri arasında en düşük frekansa sahip olanı temel frekans (F0) olarak adlandırılır. En düşük frekansa sahip temel frekansın rezonatör bölgelerde yansmasıyla aynı periyoda sahip harmonik adı verilen yansımaları oluşmaktadır. Yansımaya oluşan bu frekanslara formant frekanslar (F1, F2, F3...) adı verilmektedir. Krikotiroid kasın stümüasyonu sesin F0 bileşeninin artışına sebep olur. F0'daki değişiklikler ses kalitesindeki değişikliklerle kendini gösterir. Frekans subglottik hava basıncı, ses tellerinin kütlesi, boyu ve gerginliği ile mukozanın durumuna bağlıdır. Larenkste oluşan sesinin yüksekliği, vokal kordlarının gerginliği ile doğru orantılı olup ses tellerinin kütlesi ile ters orantılıdır [30, 36].

### **2.1.2 Sesi ve Konuşmayı Etkileyen Anatomik Yapılar**

Sesin oluşmasında etkili başlıca anatomik yapılar akciğerler, trake, larenks, ses telleri ve oral kaviteyi forme eden organlardır.

**Akciğerler:** ses oluşumu için gerekli olan enerjiyi sağlarlar. Konuşurken, vokal kordlar ciğerlerden gelen hava ile titreşir [37, 38].

**Trake:** Akciğerler, larenks ve farenks arasında hava geçişini sağlayan boru formundaki anatomik yapıdır [37].

**Larenkste** sesin oluşumunu yakından etkileyen birkaç bileşen vardır. Bu bileşenler; titreşen vokal kordların gerginliği, rima glottidisin şekli, solunum sisteminin genişliği ve kondisyonudur [37]. Larenks supraglottik, glottik ve subglottik olmak üzere üç ana bölümde incelenebilir.

**Supraglottik bölge:** Glottik bölgenin üst kısmıdır. Hyoid kemiği ve vokal kordlar arasındaki bölgedir. Bu bölgede epiglottis, ventriküler bandlar ve ventriküller bulunmaktadır.

**Glottik bölge:** Bu bölge havanın subglottik bölgeden geçerek vokal kordlarla etkileşime geçtiği alandır. Larenksin bu bölümü üç önemli görevde yer alır; solunum, sfinkter kası fonksiyonu ve ses oluşumu.

**Sublottik bölge:** Larenksin alt bölgesi olan bu bölge vokal kordların hemen altından, trakea başlangıcına kadar olan bölgedir [38].

**Ses telleri** larenksin önünden arkasında doğru horizontal olarak gerilmiş ikiz müköz membrandan meydana gelmektedir. Vokal kordların arasındaki larenks bölgesi glottis olarak adlandırılır. Üst bölgede ventriküller ve yalancı vokal kordlar bulunur. Bu yapılar hem sesin rezonans kalitesini etkiler, hem de yutkunma sırasında solunum sistemini korur [39].

**Oral kavite**, konuşma sırasında en çok değişen yapı olduğu için fonasyon ve artikülasyon açısından önemlidir. Oral kavitenin hacmi dil hareketiyle yada ağız şeklinin değişmesi ile farklılık gösterebilmektedir [40].

**Dudaklar:** sesli ve sessiz harflerin artikülasyonunda rol almaktadır. En dışta konumlanmış olan artikülatörler, dudaklardır [40].

**Dişler:** oral kavitenin yan ve ön taraflarında bulunan bölümleridir ve dilin anterior bölümü ile ses prodüksiyonuna katılırlar [40].

**Alveolar Kemik:** diş köklerini sararak palatal kemik ile dişler arasında bağlantıyı sağlamaktadır [40].

**Damak kubbesi:** ağızın tavanıdır. Alveolar kemikten veluma kadar uzanır [40].

**Dil:** müköz membranla kaplı bir kas kütesidir. Posterior parçası, yani dil kökü, hyoid kemik ile bağlantı yapar. Larenks de hyoid kemikle bağlantılıdır. Bundan dolayı dilin pozisyonu hyoid kemiğin yüksekliğini etkiler. Bu bağlamda larenksin boğazdaki konumunu da etkilemektedir. Dil öne hareket ettiğinde larenks biraz yukarı hareket eder; bununla birlikte dil geriye doğru hareket ettiğinde larenks de aşağıya doğru hareket etmektedir. Özellikle dil kökü ve dilin konumu ses rezonansını etkileyen faktörler arasında yer almaktadır [37].

## 2.2 İnsanda Ses Oluşumu

Temel olarak ses oluşumu, Şekil 2-1’de şematize edildiği gibi jeneratör sistem, vibratör sistem ve rezonatör sistemlerinin koordineli çalışması sonucu meydana gelir.

### 2.2.1 Jeneratör sistem

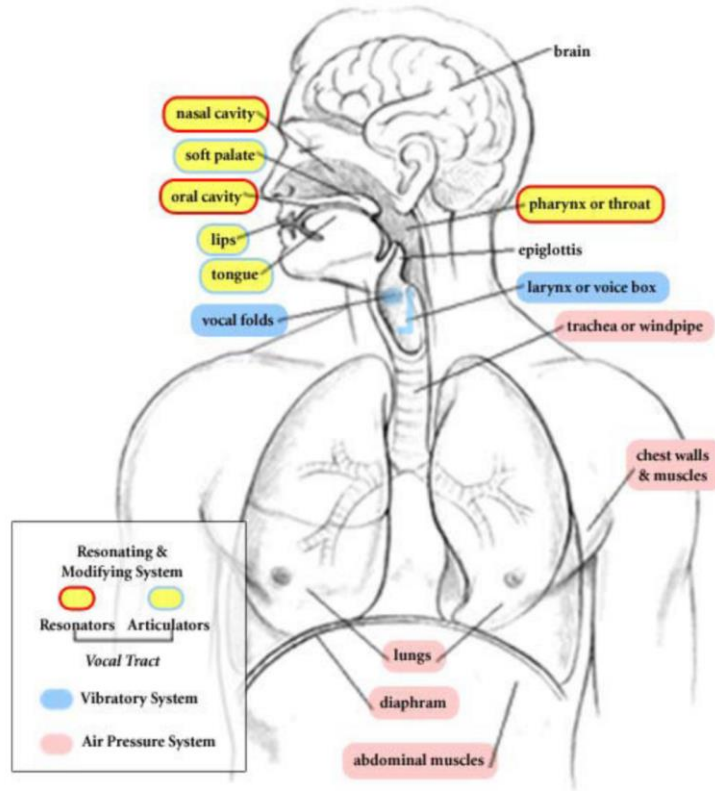
Diafram, abdominal kaslar, toraks kasları ve akciğerlerden oluşur. Vokal kordların titreşmesi için gereken hava basıncı burada oluşturulup regüle olur.

### 2.2.2 Vibratör sistem

Larenks ve vokal kordların oluşturduğu sistemdir. Primer olarak ses burada oluşur.

### 2.2.3 Rezonatör sistem

Supraglottik larenks, farenks, oral kavite, nazal kavite ve paranasal sinüslerin oluşturduğu sistemlerdir. Larenks ve vokal kordlarında oluşan temel ses, bu sistem ile amplifiye ve modifiye edilir. Burada oluşturulan ses, son olarak dil, dudaklar ve yumuşak damakta artikülasyona uğrar. Bu şekilde anlaşılabilir sözcükler meydana gelir [41].



Şekil 2.1 : İnsan bedenindeki jeneratör, vibratör ve rezonatör sistemler [41].

## 2.3 Konuşmanın Oluşum Aşamaları

Konuşma sesi, dört ana bölümde incelenebilir: Ekspirasyon, fonasyon, rezonasyon ve artikülasyon.

### 2.3.1 Ekspirasyon

Hipokrat zamanından bu yana konuşma için hava akımının gerektiği bilinmektedir. Ekspirasyon hava akımı, toraks ve abdominal kaslarla kontrol edilir. Pasif olarak duran dokular ve aktif durumda olan larenks kasları, hava akımına karşı olan kuvvetlerdir.

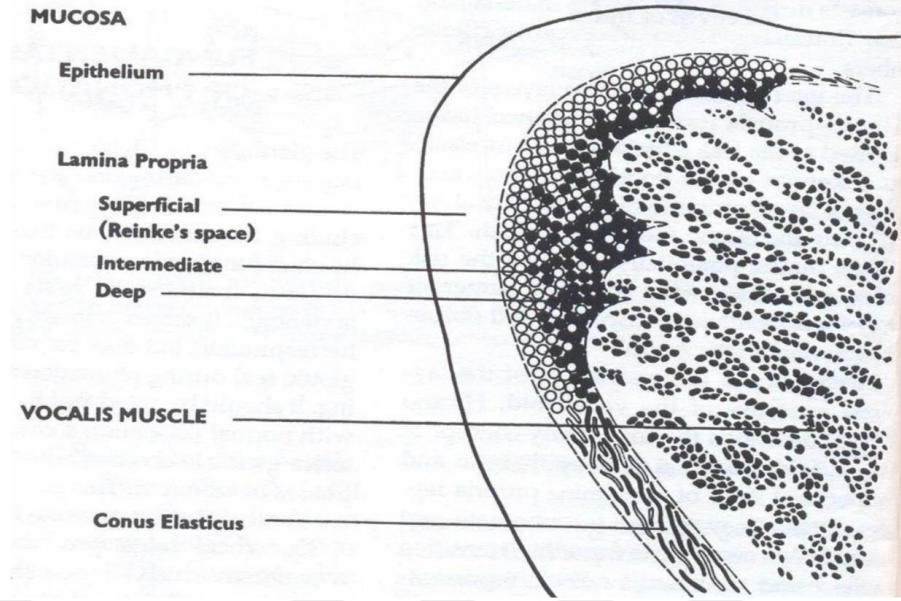
Akciğerde gerçekleşen nefes verme sırasında subglottik hava akımı oluşur. Subglottik hava basıncı 7 cm su basıncına eşdeğer oranda yükselince ses tellerinin arası açılır. Hava yukarıya çıktıkça basınç düşer ve vokal kordlar kapanır [42-44].

Doğru ses oluşumu için fonasyon sırasında yeterli sürede, yeterli miktarda havanın düzenli bir şekilde geçmesi temel koşuldur. Bu fonksiyon doğru ve düzenli bir solunum ile mümkündür. Aksi durumda kompensatuar larengeal biyomekanikler devreye girer. Kötü ses kullanımı ve tekniği ile birlikte fonksiyonel ses bozuklukları görülmeye başlayıp kalıcı bir hal alabilir. Glottisten fonasyon sırasında düzenli hava geçişinin sağlanması için karın solunumu gereklidir [45-47].

### 2.3.2 Fonasyon

Vokal kordların titreşimi ile meydana gelir. Glottiste oluşan sese “primer larengeal ton” ya da “glottik ses” denir. İnsan vokal kordu kompleks bir yapıya sahiptir. Hirano, insan vokal kordunun histolojik katmanlarını tanımlamış (Şekil 2-2) ve “örtücü katman-vücut kompleksi” kavramını sunmuştur [48]. Histolojik olarak vokal kordlar beş katmandan meydana gelmiştir. Bunlar; epitel, lamina propia yüzeyel, orta ve derin tabakaları ve vokal kastır. Lamina propianın yüzeydeki katmanı çok az miktarda elastik ve kollajen liflerle yine çok az sayıda fibroblast içeren gevşek bir dokudan oluşur. Bu katmana Reinke boşluğu da denir. Lamina propianın orta katmanı elastik, derin katmanı kollajen liflerden zengindir. Bu iki katman arasında keskin bir sınır bulunmamaktadır. Bunlar vokal ligamenti oluşturmaktadırlar. Orta tabakası kalınlaşıp ön ve arka uçta makula flava adını alan lamina propia, bu bölgede elastik lifler ve fibroblastlar ihtiva eder. Makula flava ön komisür tendonu ile bağlı kollajen liflerden yapı oluşturarak tiroid kıkırdığına bağlanır. Posterior makula flava aritenoid vokal çıkıntısına yapışır. Elastik lifler içerir. Aritenoid kıkırdak elastik hyalin kıkırdağa döner. Hyalin kıkırdağının sertliği daha yüksektir. Ön ve arka uçlar vibrasyona bağlı mekanik travmalardan bu şekilde korunmuş olur. Histolojik olarak bu tabakalardan meydana gelmiş olan vokal kord, fonksiyonel anlamda 3 bölüme ayrılır:

- **Örtü:** Epitel ve lamina propianın yüzeyel tabakası
- **Geçiş bölgesi:** Lamina propianın orta ve derin katmanları
- **Gövde:** Vokal kastan oluşan tabaka



**Şekil 2.2 :** Hirano'nun "örtücü katman-vücut kompleksi tanımına göre ses tellerinin histolojik yapısı [48].

Günümüzde fonasyon hakkında hala en çok kabul gören teori, 1958 yılında Van den Berg'in sunduğu Myoelastik-Aerodinamik teoridir. Bu teori Bernoulli etkisi ile açıklanır.

**Myoelastik-Aerodinamik Teori:** Vokal kordlarının periodik olarak açılıp kapanması, vokal kordlarının kütlesi ve gerginliği ile ekspirasyon sürecinde dışarıya verilen havanın meydana getirdiği aerodinamik güçlerin etkileşimi sonucu oluşur.

Vokal kordlar orta hatta gergin bir şekilde dururken, akciğerlerden gelen hava ile subglottik basınç artar. Subglottik basınç vokal kordların gerginliğini yenecek düzeye geldiğinde glottis açılır. Dar glottisten hızla geçen hava, Bernoulli etkisi ile bu bölgede basıncın düşmesine sebep olur. Glottis düzeyinde oluşan bu negatif basınç, vokal kordları orta hatta çeken bir emme gücü oluşturur ve glottis kapanır.

**Bernoulli etkisi:** Dar bir yerden yüksek hızda bir akım geçmesi durumunda, geçidin duvarlarına doğru gidildikçe akım merkezindeki basınç hızla düşer. Fonasyon sırasında da glottisten hızla geçen hava, burada basıncın azalmasına ve vokal kordların birbirine yaklaşmalarına sebep olur.

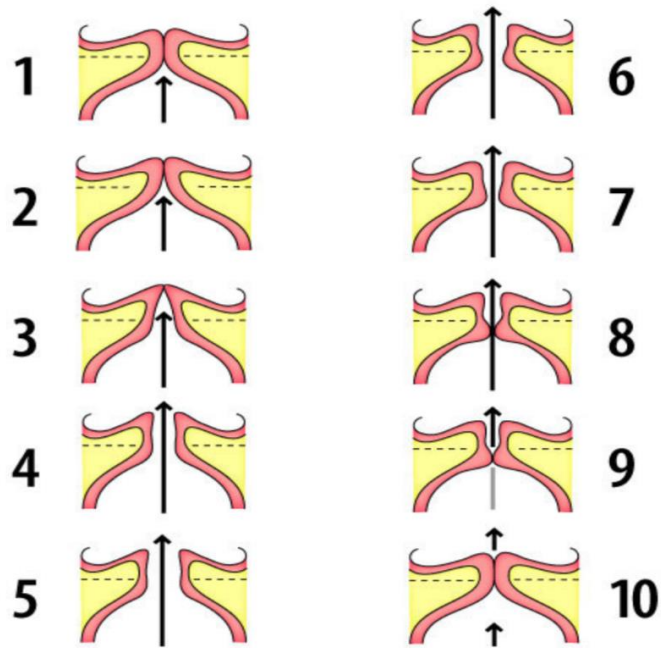
Vokal kordların fonasyona geçmek üzere kapanmalarına vokal glottik atak denilir. Glottik atak ses üretimi için gereklidir [47].

Glottisin tekrar kapanmasından Bernoulli etkisi haricinde vokal kordlarının elastikiyetleri ve subglottik basınç düşüşü de etkilidir. Bu şekilde glottisin açılıp tekrar



kapanması için geçen süreye glottal ya da vibratuar siklus denir. Glottik siklusta vokal kordlarının açılması ve kapanması sürekli inferiordan başlayıp süperiora doğru olur (Şekil 2.3). Peş peşe oluşan glottik siklus sayısı sesin temel frekansını belirler.

Ventriküler bandların, fonasyon mekanizmasındaki rolleri tam olarak anlaşılammıştır. Fonasyon sırasında bandlarda bir takım pozisyon farklılıkları olsa da bu farklılıkların ayrıntısı bilinmemektedir. Nemetz'in yaptığı bir çalışmada normal sese sahip olan kişilerde fonasyon sırasında bandlarda konkav formun hakim olduğu, ses kısıklığı olan hastalarda ise bandlarda konveks ve lineer formların hakim olduğu görülmüştür [49].



**Şekil 2.3 :** Vokal traktustan hava geçişi sırasında ses tellerinin birbirinden uzaklaşması (1-4), titreşmesi (4-8), ve glottik siklusun ses tellerinin birbirine tekrar yaklaşmasıyla tamamlanması (8-10) [47].

### 2.3.3 Rezonasyon

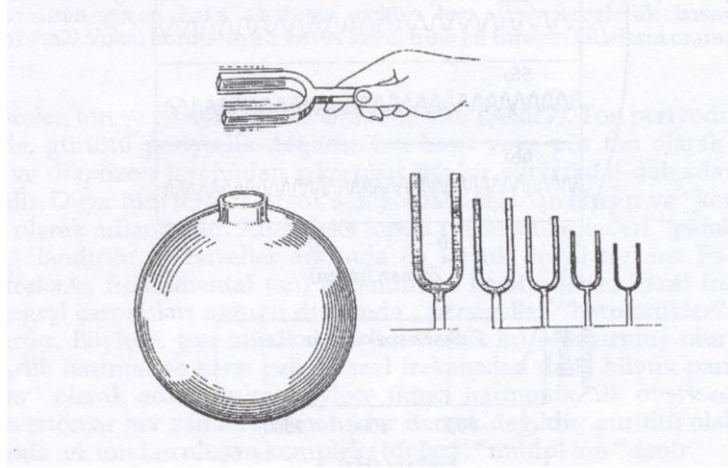
Primer glottik sesin amplifiye ve modifiye edilmesi işlemidir. Bu amplifikasyon ve modifikasyon işlemi, supraglottik vokal traktus rezonatörleri ile gerçekleştirilir. Bu yapılar supraglottik larenks, orofarenks, nazofarenks, oral kavite, nazal kavite ve paranasal sinüslerdir. Bu traktusun yapısında kas ve bağ dokusu bulunmaktadır. Bundan dolayı vokal traktusun duvarları sesi amplifiye veya absorbe edebilme

özelliklerine sahiptir. Bu oluşumların anatomik yada fizyolojik anomalileri, örneğin nazal konjesyon veya tonsiller hipertrofi gibi, vokal kordlarda belirgin bir patoloji olmasa da ses kalitesinde bozulmaya sebep olabilmektedir [50, 51].

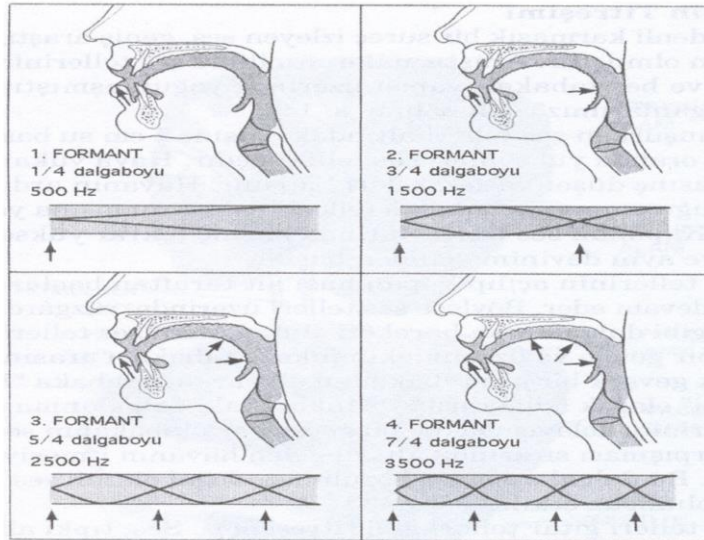
Değişik frekanslarda sesler veren diapozonlar, içi boş, yuvarlak ve küçük bir ağız olan bir kürenin yani Helmholtz rezonatörünün ağız kısmına yakın bir yere titreştirilirse, diapozon seslerinin bazen yükseldiği, bazen de alçaldığı görülmüştür (Şekil 2.4). Vokal traktus, Helmholtz'un rezonatöründen daha komplekstir ve birçok rezonans frekansına sahiptir.

Müzik aletlerinden daha farklı olarak vokal traktusta rezonans boşlukları şekil değiştirebilirler. Şekil değişikliklerinden dolayı bazı frekanslar azalır bazı frekanslar çoğalabilmektedir. Bu frekans yoğunlaşmalarına "Formant" denilmektedir [43]. Formant genel olarak bir rezonatörün belirli bir frekans aralığındaki titreşimlerinin kuvvetlendiği rezonans bölgeleridir. Vokal traktustaki formantlar da belirli frekanslardaki sesleri amplifiye ederler. İnsan sesinde 4-5 formant bulunur. Formantlar düşük frekanstan yüksek frekanslara doğru F0, F1, F2, F3, F4 şeklinde sıralanabilir (Şekil 2.5). Rezonans frekansı, rezonatörün hacmi tarafından belirlenir. Rezonatörün hacmi azaldığında rezonans frekansı yükselmektedir.

Vokal traktusun uzunluğu ve biçimi, yaş ve cinsiyete bağlıdır. Kadınların ve çocuklarınki erkeklere göre daha kısadır. Kadınlar ve çocuklar erkeklere göre daha yüksek formant frekanslarına sahiptirler. Vokal traktusun boyutları kısmen bilinçli olarak ayarlanabilir. Bunun öğretilmesi de ses eğitiminin temelini oluşturmaktadır. Şarkıcılar genellikle 3. Formantı kullanırlar. Bu nedenle F3'e "singers' formant" da denilmektedir. F3 frekansı genelde 2300 Hz ile 3200 Hz arasındaki frekanslarda yer almaktadır [46].



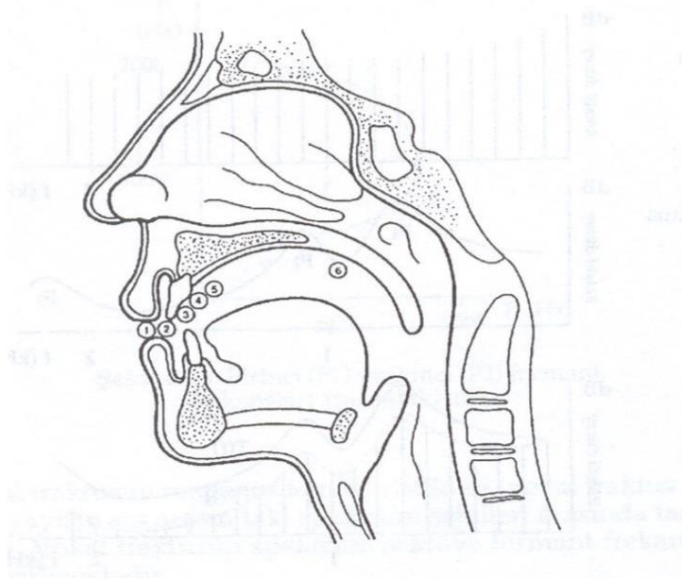
**Şekil 2.4 :** Helmholtz rezonatörü yanında titreştirilen diapozonun sesinin rezonatör küreden dolayı daha fazla yüksek yada alçak duyulması [42].



**Şekil 2.5 :** Formantların rezonatör bölgenin hacminin değişimi ile frekansının etkilenmesinin şematize edilmesi [43].

### 2.3.4 Artikülasyon

Glottiste oluşan ses, vokal traktusun dil, dudaklar ve yumuşak damak gibi artikülatör yapılarının dinamik hareketleri sonucunda konuşma sesine dönüşür. Bu olay temel olarak artikülasyonun tanımıdır. Artikülasyona katılan yapıların hareketleri sonucu sesli ve sessiz harfler oluşur [51]. Farklı harf grupları için artikülasyon yerleri de farklıdır (Şekil 2.6).



**Şekil 2.6 :** Bazı seslerin artikülasyon yerleri, önden arkaya doğru 1) p,b. 2) f,v. 3) o,ö. 4) t, d, n, s, z. 5) f,z. 6) k,g [42, 46].

## **2.4 Akustik Analizler**

Ses ile ilgili yapılan çalışmaların daha iyi anlaşılabilmesi için temel frekans, frekans, harmonik, petürbasyon gibi sesin bazı temel tanım ve özelliklerinin tanımlanmasında yarar vardır.

### **2.4.1 Sesin temel frekansları**

“Formant”, 1900’lerin başında Latince’den Almanca’ya ve daha sonra da İngilizce’ye geçmiş, “biçimlendirici” anlamına gelen bir terimdir. Fonetik ses biliminde formant kelimesi sesli harflerin fonetik özelliğini belirleyen ve biçimlendiren frekanslar olarak tanımlanır. En alt formant frekans temel frekans olarak adlandırılır. Kimi kaynaklarda F0, kimi kaynaklarda ise F1 olarak isimlendirilir. Ünlü harflerin formant frekans sayısı dört ile altı arasında değişmektedir. Bir ünlü harfin anlaşılabilir olması için üç formant frekansın yeterli olduğu belirtilmiştir [52].

Tüm ünlü harflerin ilk üç formant frekansları 300Hz-3kHz arasındadır. Telefon hatlarının frekans aralığı ise 300hz-3.5kHz’dır ve bu aralık ünlü harflerin ilk üç formant frekansını kapsamaktadır. Telefon hatlarının frekans aralığının dar olması, yani diğer formantları kapsamaması, iletilen sesin kaliteli olmamasına rağmen, konuşmaların rahatlıkla anlaşılabilmesini açıklamaktadır [52].

Dil, ağız yapısı ve sinüslere bağlı olarak her insanda farklı formantlar, diğer bir deyişle sabit rezonans noktaları bulunur. Bunlar insan sesinin karakteristiğini belirler. Konuşurken veya şarkı söylerken, hangi sesi veya hangi notayı çıkartırsak çıkartalım bu rezonans noktaları değişmez. Diğer bir deyişle bu rezonans noktalarının frekansları, çıkarttığımız seslerin frekanslarından tamamen bağımsızdır [52].

Formant sadece insan sesleri için geçerli bir kavram değildir; enstrümanlarda da sabit rezonans noktaları bulunur. Tıpkı insan sesinde olduğu gibi, bu sabit rezonans noktaları enstrümanın ses karakteristiğini belirler. Örnek olarak bir akustik gitarda hangi notayı çalarsanız çalın, gitarın gövde rezonansı değişmez, sabittir. Çalınan notaların frekansları ile gövde rezonansındaki frekanslar birbirlerinden bağımsızdır [52].

#### **2.4.2 Sesin şiddeti**

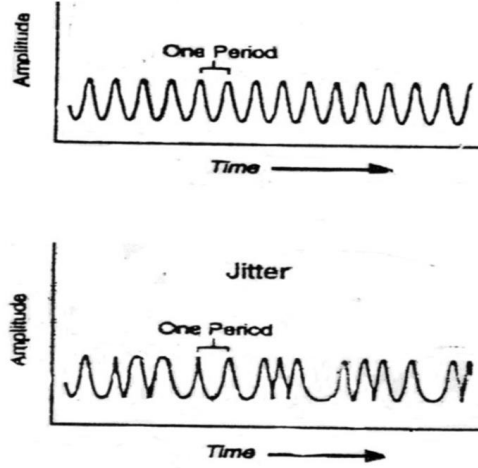
Sesin şiddeti, aynı zamanda basıncı anlamına gelir ve desibel birimi ile ölçülür. Normal günlük konuşma sırasındaki ses basıncı yaklaşık 75-80 desibel kadardır. Erkeklerde sesin şiddeti kadınlara göre daha fazladır.

Yüksek sesin yüksek basınca sahip olması larengeal tonusun artmış glottik rezistansını arttırmasıyla açıklanabilir. Kas aktivitesinin hava akımını ayarlamasıyla sesin şiddetinde değişimleri sağlayabilmektedir. Subglottik basınç artışları ile ses şiddeti artmaktadır. Düşük frekanslarda ses tellerinin direnci ses şiddetinin kontrolündeki major faktör olup, yüksek frekanslarda hava akımı dominant değişken hale gelmektedir [53].

#### **2.4.3 Pertürbasyon ölçümleri**

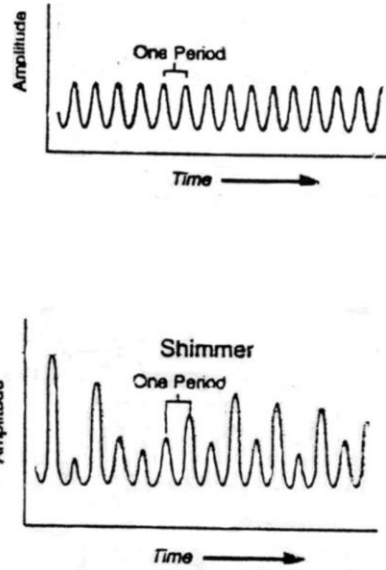
Pertürbasyon ses tellerinin vibrasyon varyasyonlarını ifade eder. Pertürbasyonu ifade etmekte sıklıkla Jitter ve Shimmer parametreleri kullanılmaktadır. Jitter frekans pertürbasyonunu, Shimmer ise amplitüd pertürbasyonunu ifade eder.

Jitter birbiri sonrası gelen ses dalgalarının frekans değişimlerinin, ortalama ses dalgası frekansına göre yüzdesidir (Şekil 2-7). Jitter yükseldiğinde, özellikle %1 ile %2'nin üzerine çıktığında ses stabil olarak kabul edilmemekte, boğaz enfeksiyonu vb. bir patoloji varlığını işaret etmektedir.



**Şekil 2.7 :** Aynı amplitüd aralığına sahip iki sesin farklı Jitter değerleri [41].

Shimmer, her bir glottik siklustaki amplitüd varyasyonu gösterir. Birimi yüzde ya da desibeldir. Bir başka deyişle, belirli zaman aralığında ses dalgasının en düşük ve en yüksek frekans değişimlerini ifade eder (Şekil 2 8).



**Şekil 2.8 :** Aynı frekans aralığına sahip iki sesin farklı Shimmer değerleri [41].

#### 2.4.4 Gürültü/Harmonik oranı (NHR)

Kompleks bir sesin temel frekansının tam katları harmonik sesleri oluşturmaktadır. Bir frekans  $F_0$ 'ın tam katı değilse gürültü olarak değerlendirilmektedir. Gürültü, glottisin düzensiz titreşmesinden kaynaklanabilir. Bunun haricinde glottisin vibratuar siklus sırasında tam kapanmayışına bağlı olarak oluşan türbülans hava akımı ile gerçekleşmektedir. Glottis seviyesinde meydana gelen bu hava akımı artışı, türbülansa

yol açar. Yüksek frekanslardaki harmonik komponentlerin kaybı, vibratuar sikluslar sırasındaki kapanma fazının kısa olması ya da tam olmamasına bağlıdır. Gürültü frekansının ses enerjisinin, formant frekansların ses enerjisine oranına gürültü/harmonik oranı (NHR) denir [53-55].

#### **2.4.5 Spektrogram**

Spektrogram 1940'lı yıllarda Potter tarafından geliştirilmiştir. Sesin fotoğrafı olarak da tanımlanabilen, sesin frekanslarını, süresini ve şiddet özelliklerini gösteren grafikdir. Horizontal eksen birim zamanı, vertikal eksen ise frekansı ifade etmektedir. Meydana gelen renk farklılıkları 3. boyut olup, ses şiddetinin değişimini ifade etmektedir. Kullanılan filtrelere bağlı olarak dar ve geniş band spektrogram olarak adlandırılmaktadır.

Günümüzde sesin akustik parametrelerini değerlendirmek için bilgisayar destekli yazılımlar kullanılmaktadır. CSL (Computerized Speech Lab), MDVP (Multi-Dimensional Voice Program), Dr.Speech, Praat gibi programlar yaygın kullanılan ses analiz programlarıdır.

#### **2.5 Maksiller Darlık**

Maksiller darlık, sıklıkla bir maloklüzyondur ve iskeletsel ve/veya dişsel olarak görülebilmektedir. Klinik bulgu olarak çift taraflı ya da tek taraflı posterior çapraz kapanışa sıklıkla karşılaşılmaktadır. Maksiller darlık vakalarında tedavi alternatifleri yaşa bağlı olarak değişmektedir. İskeletsel maksiller darlık tanısı konulmuş, gelişimi devam eden bireylerde ortopedik kuvvetlerle maksiller genişletme yapılabilir. Erişkin bireylerde ise maksiller darlık cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme ile düzeltilebilmektedir [56].

##### **2.5.1 İskeletsel yan çapraz kapanış**

İskeletsel yan çapraz kapanış, maksilla ve mandibula arasında transversal yöndeki uyumsuzluklardan kaynaklanmaktadır. İskeletsel yan çapraz kapanış, çeşitli kombinasyonlarla görülebilmektedir:

- Dar üst çene ve normal alt çene
- Normal üst çene ve geniş alt çene

-Dar üst çene ve geniş alt çene.

Dar üst çene ve geniş alt çene kombinasyonu en zor tedavi edilen ve relapsı miktarı en çok olan yan çapraz kapanış şeklidir. Mandibula anteriorda çekim veya ostektomi olmadan yeterli ve etkili bir şekilde daraltılmadığından bu çapraz kapanış tipinin tedavisi sadece maksillanın genişletilmesiyle yapılabilmektedir [57].

### **2.5.2 Dişsel yan çapraz kapanış**

Dental yan çapraz kapanış, maksilla posteriorunda bir ya da bir grup dişin palatinal eğimli olması sonucu oluşur. Bazal kemiğin boyutu ve şekli bu durumdan bağımsız olarak normal boyutta olabilmektedir [58].

İskeletsel yan çapraz kapanışın etiyolojik faktörleri şu şekilde sıralanabilir [3, 59-61]:

- 1) Ağız solunumu
- 2) Dil postürü
- 3) Kas aktivitesi
- 4) Genetik
- 5) DDY onarımı gibi İatrojenik etkenler
- 6) Obstrüktif uyku apnesi
- 7) Parmak emme gibi alışkanlıklar
- 8) Baş postürü
- 9) Adenoid yüz
- 10) Sendromler
- 11) Nonsendromik palatal sinostozlar
- 12) Multifaktöriyel

### **2.5.3 Fonksiyonel yan çapraz kapanış**

Fonksiyonel yan çapraz kapanış, oklüzal erken temaslardan dolayı mandibulanın maksimum interküspidasyona geçerken bir tarafa doğru kayarak kapanmasıyla meydana gelmektedir [62]. Çocuklarda erken oklüzal kontaklar sebebiyle görülen kaymalar, laterale zorlama kapanış olarak adlandırılmıştır [63]. Nerde ve ark. ise lateral yöne doğru kaymaya sebep olan zorlama rehberliğin oklüzal erken kontaklar sonucu mandibulanın nöromüsküler rehberliğiyle oluştuğunu bildirmiştir [64].



## 2.6 Maksiller Darlığın Tedavisi

Maksillanın transversal yetersizliği farklı tedavi yöntemleriyle giderilebilmektedir [65]:

- 1) Yavaş maksiller genişletme
- 2) Hızlı maksiller genişletme
- 3) Yarı hızlı maksiller genişletme
- 4) Alterne genişletme
- 5) Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme
- 6) Cerrahi genişletme

Genişletme prosedürü dişsel ya da iskeletsel etkileriyle de ayrılmaktadır. Dental genişletme, iskeletsel uyumsuzluğun olmadığı durumlarda, dişlerin bukkale devrilmesiyle arkların transversal uyumsuzluğun giderilmesinin yeterli olacağı vakalarda endikedir. Hızlı üst çene genişletmesi, iskeletsel olarak maksillanın dar olduğu, gelişmekte olan bireylerde mid-palatal suturen açılmasıyla gerçekleştirilebilmektedir. Gerekli genişletme kuvveti ve bu kuvvetlere karşı oluşan direnç yaşa bağlıdır. Bireyin yaşı büyüdükçe genişletme kuvvetlerine karşı olan direnç artmaktadır [65].

Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme, ilk defa 1938 yılında Brown tarafından tarif edilmiş, midpalatal suturen osteotomisiyle birlikte sunulmuştur [66]. Aslında cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme işlemi, kontrollü yumuşak doku genişletmesi ve distraksiyon osteogenezinin bir kombinasyonu olarak düşünülebilir [67]. Genişletmeye karşı oluşan direncin yoğunlaştığı bölgeler hakkında literatürde farklı görüşler mevcuttur. Bu nedenle, farklı araştırmacılar tarafından pterygopalatin, lateral nazal duvarlar, septal ve midpalatal osteotomilerin çeşitli kombinasyonlarını kullanarak farklı kesi teknikleri uygulanmıştır [57]. Ekspansiyonda kullanılan aygıtların ekspansiyon tamamlandıktan sonra en az 2 ay sabit tutulması, aygıt söküldükten sonra 6 ila 12 hafta arasında sabit yer tutucu kullanılması önerilmektedir [65]. Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletmeden sonra kemiğin iyileşmesi, distraksiyon uygulanan bölge periodontal ligamentler ve dişler gibi dentoalveolar yapıları da içerdiği için mandibular simfiz distraksiyondaki iyileşmeye benzerdir [68]. Doğrudan cerrahi işlem sırasında yapılan cerrahi üst çene genişletme prosedürleri, posterior segmental osteotomi veya Le-fort osteotomi sonrası maksillanın segmentlere

ayılması olmak üzere iki farklı şekilde yapılabilmektedir. Genişletme ihtiyacının fazla olduğu durumlarda bilateral palatal osteotomiler gerekmektedir. Bu osteotomiler yumuşak dokunun kalın, kemik dokusunun ince olduğu nazal septum seviyesinde yapılmaktadır. 3 mm'den daha fazla genişletme gerektiren durumlarda relapsı önlemek adına greft uygulaması tavsiye edilmektedir [65].

Ortopedik maksiller genişletme sonrasında elde edilen iskeletsel ve dişsel değişiklikler, cinsiyet, yaş, büyüme potansiyeli ve bireysel farklılıklar gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Geleneksel ortopedik maksiller genişletmede başarılı sonuçlar elde edebilmek için uygulamanın genç bireylerde, midpalatal suturen kapanmasından önce yapılması gerektiği belirtilmiştir [69].

Hasta 15 yaşından büyükse, izole maksiller transversal yetmezliği 5mm'den fazlaysa ve periodontal olarak hastalarda zayıf fenotip gözlenmekteyse, cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme endikedir [4, 70]. Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletme tedavisi, dişlerin düzgün bir konuma getirilebilmesi için dental arkta yer sağlayan ortodontik ve cerrahi prosedürlerin bir kombinasyonudur [4, 71-74].

## **2.7 Cerrahi Destekli Maksiller Genişletme**

Maksilla, frontal, etmoid, nazal, lakrimal, vomer, zigomatik ve palatinal kemiklerle suturel bağlantı yapmaktadır. Bu bağlantılarından dolayı cerrahi destekli üst çene genişletme ile oluşan değişikliklerin sadece maksilla ile sınırlı olmadığı, bağlantıda bulunduğu bu yapıları da etkilediği belirtilmiştir [75].

### **2.7.1 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletmenin tarihçesi**

#### **2.7.1.1 Cerrahi prosedürün tarihçesi**

İlk LeFort osteotomisi nazofaringeal polip eksizyonu amacıyla 1859 yılında Von Langenback tarafından uygulanmıştır. 1867 yılında ise Cheever rekürrent epitasis nedeniyle oluşan total nazal obstrüksiyonu tedavi etmek amacıyla sağ hemimaksiller "down fracture" uyguladığını bildirmiştir. Daha sonra yıllar boyunca pek çok cerrah patolojik rahatsızlıklar için uyguladıkları farklı osteotomi teknikleri tariflerinde bulunmuşlardır [76-78].

Martin Wassmund ilk LeFort I osteotomi ile ortognatik cerrahi girişimi 1927 yılında rapor etmiştir. Fakat bu ilk uygulamada maksillanın beslenmesi ile ilgili endişelerden

dolayı maksilla osseöz bağlantılarından tamamen ayrıştırılmamış ve cerrahi sırasında mobilize edilmemiştir. Maksiller mobilizasyon yerine, cerrahiden sonra maksillaya elastiklerle uygulanan kuvvetlerle, oklüzyon tekrardan şekillendirilmeye çalışılmıştır [76-78]. 1934 yılında ise Axhausen, maksillayı tamamen mobil hale getirip cerrahi sırasında düzelterek iyileşmiş bir maksiller kırığı tedavi etmiştir. 1942 yılında ise Schuchardt, maksillanın serbestleştirilmesi için pterigomaksiller bölgeden ayrılması gerektiğini savunmuştur. 1949 yılında ise Moore ve Ward ise maksillanın daha mobil hale gelebilmesi için pterigoid çıkıntıların horizontal olarak kesilmesini önermişlerdir. Fakat daha sonra yayınlanan çalışmalarda bu kesinin ciddi kanamalara sebep olduğu için sakınılması gereken bir yöntem olduğu belirtilmiştir [76, 77].

Bu cerrahi tekniklerin çoğunda maksilla ve dişlerin vaskülarizasyonunu bozmaktan endişe duyulduğu için sınırlı miktarda maksiller serbestleme yapılmış, daha sonrasında ortopedik kuvvetler ile istenilen pozisyona ulaşmak hedeflenmiştir. Fakat bu tür uygulamaların hemen hemen hepsinde yüksek oranda relaps görülmektedir [76, 78].

1965'te Hugo Obwegeser, maksillanın tam mobilizasyonunu sağlayarak doğrudan istenilen pozisyona getirilmesini sağlamıştır. Böylece tedavinin kalıcılığı yönünden önemli bir adım atılmıştır [77].

Midpalatal spliti içeren ilk cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme tekniği 1938 yılında Brown tarafından tarif edilmiştir. 20. yüzyılın ilk yarısında cerrahi destekli hızlı üst çene genişletilmesi tekniklerinde belirgin bir gelişme olmamıştır. 20.yüzyılın ikinci yarısında ise enfeksiyon kontrolünün gelişmesi, yüz deformatelerinin düzeltiminde de gelişmeler kaydedilmesine olanak sağlamıştır. 1959 yılında Kole, genişletme esnasında ortodontik hareketlere karşı gösterilen direncin azaltılması için parsiyel kortikotomi yapılması gerektiği görüşünü bildirmiştir. 1969 yılında ise Converse ve Horowitz ise maksiller genişletme için labial ve palatal kortikal osteotomilerin yapılması gerektiğini bildirmişlerdir. Steinhauser ise 1972 yılında LeFort osteotomiyi takiben segmental split ve triangular unikortikal iliak greft uygulanabileceğini bildirmiştir [3].

Zaman içerisinde, genişletmeye direnç gösteren alanlara göre cerrahi işlemler yeniden şekillendirilmiştir. Direnç alanları: anteriorda apertura priformis duvarları, lateralde zigomatik butress, posteriorde pterygoid bileşim ve medianda midpalatal sütur olarak sınıflandırılmıştır [3]. İlk raporlarda maksiller genişletme için en önemli direnç alanı

olarak mid-palatal sütur olarak bildirilmiş olsa da [79-81], daha sonraki raporlarda kritik direnç alanlarının zigomatik sırt ve pterigoid bileşim yerlerinin olduğu rapor edilmiştir [82-84].

### **2.7.1.2 üst çene genişletmesi için kullanılan apareylerin tarihçesi**

Kollabe olmuş veya dar bir maksiller arkın genişletilmesinde, hareketli ya da sabit apareyler kullanılabilir. Bu hareketli yada sabit apareylerle ortodontik, ortopedik yada hem ortopedik hem ortodontik genişletmeler sağlanabilmektedir [85]. Bu apareylerin farklılıkları, kuvvet uygulayıcı parçalardaki farklılıklar ve kuvvet uygulama noktalarındaki farklılıklardan meydana gelmektedir [86].

1961 yılında Haas, dişlere uyguladığı bantları bukkallerinden ve linguallerinden tellerle lehimleyerek birbirine bağlamıştır. Lingual taraftaki telleri anterior ve posteriorda uzun bırakarak bu telleri medial palatal stura doğru bkmştr. Median palatal sütur üzerinde damak kubbesinin tavanında yerleştirilmiş ekspansiyon vidasını ve dişlerden gelen tel uzantılarını akrilik bir parça ile birleştirerek hem yumuşak doku hem de diş dokusu desteği olan bir genişletme apareyi tasarlamıştır. Haas eklenen bu akrilik parçanın genişletme kuvvetini dişlerle birlikte palatal kemiğin yan duvarlarına da iletebileceğini ve böylece daha fazla stural açılma beklenebileceğini ifade etmiştir [87]. 1968 yılında Biederman st birinci azı ve üst birinci küçük azı dişlerini bantlayarak bukkallerinden .04'lk tellerle, palatinalden ise .059'luk tellerle birbirine lehimlemiştir. Biederman palatinal kısımdaki telin uçlarını bantlara lehimleyerek ve orta kısmını da vidaya lehimleyerek günümüzde sıklıkla kullanılan Hyrax apareyini tasarlamıştır [88].



**Şekil 2.9 :** Hyrax apareyi [89].

Hyrax apareyi damakta geniş yer kaplayan akrilik parçalar içermediği için Haas apareyine göre daha hijyeniktir. Daha sonraları kendinden kolları olan OIS adı verilen vidalar ile aparey yapımı daha pratik bir hale gelmiş, laboratuvar işlemleri kısalmıştır [88]. 2003 yılında Lamparski ve ark. vidanın bir kolunu kesip, bir kolunu azı dişlerinin bantlarına lehimlemiş ve iki bantlı ekspansiyon apareyi olarak kullanmaya başlamıştır. 2005 yılında Davidovitch vida kollarını direk üst birinci azı dişi bantlarına lehimlemiş ve ekspansiyon kuvvetini direk azı dişlerine uygulayacak şekilde modifiye etmiştir [90]. Cozza ve ark. “butterfly expander” adı verdikleri bir diğer modifikasyonda ise süt ikinci azı dişlerini bantlayarak karma dişlenme döneminde kullanmıştır [91]. Bonetti ve ark.1996 yılında “disconnectable rapid palatal expander” adını verdikleri bir diğer modifikasyon ile Hyrax vidasının bantların palatinal kısımlarına takılıp çıkartılabilir bir şekilde modifiye etmiştir. Böylece fazla ekspansiyon ihtiyacı olan ve birden fazla genişletme apareyi yapılması gereken hastalar için apareylerin kolayca takılıp çıkartılabilir olması sağlanmıştır [92].

1978 yılında Cotton, üst birinci azı ve birinci küçük azı dişlerini bantlamış, ortadaki vida yerine ise sıkıştırarak aktive edilen bir yay yerleştirmiş ve bu genişletme apareyine Minne apareyi adını vermiştir [93]. Apareyin ortasındaki genişletme için kullanılan yay 10mm kadar sıkıştırıldığında 2 pound/906gr kuvvet uygulamasından dolayı yavaş genişletme apareyi olarak kullanılmıştır [94].

Howe, 1982 yılında bant kullanmaksızın posterior dişlerin çevresinde servikal seviyede dolaşan metal iskeletin vidaya bağlanması ve dişlerle temas eden bölgesini ince akrilik ile kaplanması ile hazırladığı “acrylic-lined bondable” ekspansiyon apareyini tanıtmıştır [95].

1987 yılında Vardimon ve ark. maymunlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada 258 gr kuvvet uygulayan mıknatıslı bir genişletme apareyi kullanmışlardır [96]. Darendeliler ve ark. ise 1993 yılında 250-500 gr arasında kuvvet uygulayan mıknatıslarla hafif ve devamlı kuvvetler uygulayarak üst çenede genişletme elde ettiklerini rapor etmişlerdir [97].

1984 yılında Spolyar, bant kullanmadan dizayn ettiği full-coverage olarak yaptığı apareyin çok yönlü ve çok etkili bir aparey olduğunu söylemiştir. Farklı ankraj ihtiyaçları için akrilik ile kaplanan diş sayılarında değişiklikler yaparak asimetrik genişletmeler de rapor etmiştir [98].

Üst çene genişletmesinde kullanılan, posterior dişlerin oklüzal yüzeylerinin akrilikle kaplı olduğu ve ortada Hyrax vidası bulunan apareylerle birlikte vertikal kontrolün daha iyi sağlandığı bildirilmiştir [99, 100]. Wendling ve arkadaşlarına göre ise oklüzali akrilik kaplı olan bu apareyin bite-block olarak çalışıp posteriorda intrüziv bir kuvvet uygulayacağı ve böylece vertikal büyümenin baskılanabilmektedir [101].

Reed ve ark. 1999 yılında posterior dişlerin oklüzallerini ve palatinal yumuşak dokuları akrilik ile kaplayan ve ortada bir genişletme vidası bulunan diş ve doku destekli bonded bir aparey kullanmıştır [102]. İşeri ve ark. ise Reed'in bu apareyine ek olarak anterior dişlerin palatinal kısımlarına kadar akrilik uzatmış, diş doku desteğinin daha fazla olmasını sağlamış, bu şekilde transversal yönde daha etkili sonuçlar elde edilebileceğini bildirmişlerdir [103]. Başçiftçi ve Karaman ise 2002 yılında tüm dişlerin bukkal ve palatinal yüzeylerinin akrilik ile kaplı olduğu full-cap bonded aparey kullanmışlardır [104].

2003 yılında Cozanni ve ark. Haas apareyini modifiye ederek süt ikinci azı dişlerini bantlayarak ve süt köpek dişlerini bantlamadan karma dişlenme dönemindeki hastalarda kullanmıştır [105].

Doruk ve ark. ise 2004 yılında tüm dişleri ve damağı akrilik ile kaplayan akrilik bonded bir apareyde, çevirdikçe vidanın arka kısmında bulunan bir menteşe etrafında

dönerek daha çok anterior bölgede genişleme sağlayabilen “fan type” genişletme vidasını kullanmışlardır [106].

Değınilen bu apareylerle birlikte literatürde klinisyenlerin üst çene genişletmesi için birçok farklı tipte apareyi kullandıkları ve var olan tasarımları farklı modifikasyonlarla uyguladıkları görölmektedir.

### **2.7.2 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme endikasyonları**

Literatürde maksiller genişletmenin cerrahi desteğıyle yapılması endikasyonu konusundaki en önemli kriter yaş olarak öne çıksa da, cerrahi karar için yaş limitine dair görüş ayrılıkları mevcuttur [3]. Bazı yazarlar cerrahi desteğı endikasyonlarını 14 yaşa kadar indirirken [107], başka yazarlar [81], 25 yaşa kadar cerrahi desteğı olmadan maksiller genişlik sağlanabildiğini savunmaktadır. Yaş limitini bu değerlerin arasında belirleyenler bulunduğu gibi [108], erkeklerde 25 yaş, kadınlarda ise 20 yaş sınırı koyan yazarlar mevcuttur [109].

Yaş etkeni dışında cerrahi destekli maksiller genişletmenin diğere endikasyonları aşağıdaki şekilde belirtilebilir [3, 104, 110]:

- 1) İskeletsel maksiller darlık durumunda dental arkın genişletilmesi ve posterior çapraz kapanışın düzeltilmesi
- 2) Risklerin, hata payının ve segmental maksiller osteotomilerdeki stabilite problemlerini azaltmak için daha sonrasında ortognatik cerrahi planlansa bile maksiller arkın önceden genişletilmesi,
- 3) Çekim endikasyonu olmayan hastalarda maksiller arkta yer kazanmak ve çapraşıklığı düzeltmek için
- 4) Sadece maksiller geriliğı olan Sınıf III iskeletsel maloklüzyona sahip bireylerde kompensasyon amaçlı
- 5) Dudak damak yarığı vakalarında maksiller transversal darlığın telafisi için
- 6) Bukkal koridor genişliğini azaltıp daha geniş bir gülüş sağlamak amacıyla,
- 7) Ortopedik maksiller genişletmenin başarısız olduğı durumlarda sütur dirençlerini kırmak için.

#### **2.7.2.1 Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmede yaş faktörü**

Yaşın ilerlemesiyle birlikte kemiklerdeki elastikiyet azalmaktadır. Haas, ortopedik maksiller genişletmeye karşı oluşan dirençten zigomatik sırtları sorumlu tutmuştur

[111]. Cureton ve arkadaşlarına göre ise genişlemeye direnç gösteren alanın midpalatal süturdan ziyade zigomatikotemporal, zigomatikofrontal, zigomatikomaksiller süturların olduğunu bildirmiştir [112].

Glasman'a göre 15-18 yaşları arasında maksiller süturların sinkondrozislerinde kapanma görülmekte, bu yaşlardan sonra ise orta hat, palatal suture ve maksillanın ön ve arka duvarlarının osteotomilerinin yapılması gerekmektedir [113]. Bishara ve Staley ise 13 yaşından sonra ciddi maksiller darlığı bulunan hastalarda cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi yapılmasını önermiştir [114]. Genç erişkin bireyler ile yetişkin bireyler arasında kortikal kemik tabakası kalınlığı ve medullar kemik yapısının yoğunluğu gibi yapısal farklar bulunmaktadır. Yetişkin bireylerde kortikal tabaka daha kalın ve medullar kemik yapısı daha az ve dolayısıyla kanlanma da daha azdır [69, 115, 116].

Epker ve Wolford, 16 yaşına ulaşmış hastalar için doğrudan cerrahi destekli genişletme önerirken [117], Timms ve Vero ise 25 yaşına kadar cerrahisiz ortopedik maksiller genişletme yapılabileceğini söylemiştir [81]. Mommearts, ortopedik maksiller genişletmeyi 12 yaş altında endike olduğunu, 14 yaş ve üzerinde ise kortikotomi desteğinin şart olduğunu savunmuştur [107]. Alpern ve Yurosko ise cerrahisiz maksiller genişletme için yaş sınırının kadınlarda 20 erkeklerde 25 yaş olduğunu savunmaktadır [109]. Bazı çalışmalarda ise yavaş maksiller genişletmenin yetişkinler için daha stabil sonuçları olduğunu, gingival hasara rağmen daha başarılı sonuçlar elde edildiğini savunmaktadır [3, 109, 118-120]. Bu çelişen sonuçlar doğrultusunda kronolojik yaştan ziyade iskeletsel yaşın daha önemli olduğu vurgulanmıştır [3, 79].

### **2.7.2.2 Genişletme ihtiyacı**

Betts ve Ziccardi, dentisyon için gerekli olan ekspansiyon miktarının da tedavi şeklini belirlemede önemli bir etken olduğunu söylemiştir. 5mm'e kadar olan transversal darlıklarda ortopedik kuvvetler yeterli olabilmektedir. Fakat transversal darlığın 5mm'den fazla olduğu durumlarda cerrahi destekli genişletme yapmak şarttır [57].

### **2.7.2.3 Periodontal durum**

Tedavide seçilecek aygıta karar vermede ve genişletme seçiminde periodontal durum ve periodonsuyumun biyotipi önemlidir. Ortopedik maksiller genişletme, zayıf ve ince biyotipli, ince gingival dokularına sahip bireylerde önemli periodontal hasarlara sebep



olabilmektedir [3]. Dolayısıyla zayıf biyotipli bireylerde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi endikedir.

### 2.7.3 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme kontraendikasyonları

- 1) Tek dişin çapraz kapanışta bulunduğu olgularda
- 2) Uyum problemi olan hastalarda
- 3) Genel anestezi veya sedatif maddelere kontraendikasyon oluşturan sistemik hastalık durumu varlığında, cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme tedavisi kontraendikedir [3, 80, 87, 108, 114, 121-124].

### 2.7.4 Genişletme protokolleri

Konvansiyonel hızlı üst çene genişletilmesi prosedüründekine benzer şekilde, Hyrax ve Haas aygıtlarının yanı sıra, posterior dişlerin oklüzal, palatinal ve bukkal yüzeylerini örten, akrilik bonded maksiller genişletme aygıtı sıklıkla kullanılmaktadır. Bu aygıtın rijit yapısı sayesinde dişlerde daha az devrilme meydana geldiği ve daha fazla iskeletsel genişletme sağladığı bildirilmiştir [103, 104, 125]. Bu aygıtın ön dişlerin palatinalini destekleyen ve desteklemeyen tasarım modifikasyonları mevcuttur.

Literatürde farklı maksiller genişletme apareyleri kullanılarak çeşitli aktivasyon protokolleri uygulanmıştır. Kortikotominin gerektiği gibi yapıldığı ve direnç gösteren alanların olup olmadığının anlaşılabilmesi için birçok araştırmacı intraoperatif olarak aygıtın aktive edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Postoperatif aktivasyon protokollerinde de çeşitli aktivasyon protokolleri uygulanmış ve kabul gören aktivasyon miktarları ise günde 0.25 ile 1mm arasında değişmektedir [3].

Cerrahi işlem ile ekspansiyon başlangıcı arasında geçen bekleme süresine “latent periyod” denilmektedir. Bu sürenin dokular için kallus oluşturmaya müsaade edecek kadar yeterli, fakat konsolidasyon oluşturamayacak kadar da kısa bir zaman olması beklenmektedir [4]. Kallus distraksiyonunda stablitenin daha iyi olduğunu bildirmiş olan çalışmalar mevcuttur [126]. Birçok araştırmacı latent periyodun gerekli olduğunu söylemiş olsa da latent periyodun ne kadar olması gerektiği konusunda ortak bir kaniya varılamamıştır. Farklı araştırmacıların uyguladıkları farklı kesi yöntemleri, bekleme süresi ve aktivasyon hızı ile ilgili bilgiler Tablo 2-1’de belirtilmiştir.

**Tablo 2.1 :** Farklı CDHMG kesi hatları ve aktivasyon protokolleri [127].

Araştırmacı (Çalışma yılı)	Çalışma Şekli	Hasta dağılımları	Cerrahi kesi sınırları	İntra-op. protokol	Latent period	Post-op. protokol
-------------------------------	---------------	----------------------	---------------------------	-----------------------	---------------	----------------------

		(K. kadın, E. Erkek, yaş parantez içinde)				
Kolc(1959)	Vaka raporu	n=1	Lateral ve palatal osteotomi	-	-	Yavaş ekspansiyon
Converse-Horowitz (1969)	Yarık hastası vaka raporu	n=1	Lateral ve palatal osteotomi	•	-	-
Lines(1975)	Vaka serisi	n=3 E=1(20y) K=2(17, 18 y)	Lateral ve palatal osteotomi	•	2-3 hafta	1. gün 0.5mm daha sonra 0.4mm
Bell ve Epker (1976)	Vaka serisi	n=15 E=5(15-19y) K=10(16-27y)	Anterior, posterior, orta hat kesisi İcri	2 çeyrek tur (0.5mm)	-	0.5-1mm/gün
Lehman ve ark. (1984-89-90)	Vaka serisi	n=18 (L9-46y) E=7 K.= 11	Lateral nazal duvar, orta hat, pterygomax.	2 tam tur	-	0.5 mm/gün
Kraut (1984)	Vaka serisi	n=25 E=11(17-32y) K=14(15-47y)	Anterior, posterior, orta hat kesileri	Dirençle karşılaşana kadar aktivasyon	-	Günde 1mm (sabah-akşam 0.5mm)
Glassman ve ark.(1984)	Vaka serisi	n=16 E=8(15-14y) K.=8( 18-34y)	Anterior ve lateral kesi	4 tur (1mm)	2 gün	0.5 mm/ gün
Alpem ve Yurosko (1987)	Vaka serisi	n=25 E=7(20-31y) K=18(23-43y)	Le Fort I	6-8 tur	-	-
Bays ve Greco (1992)	Vaka serisi	n=19 (30,2±9y) E=3 K= 16	Anterior, lateal, median kesiler	Keserler arası 1-1,5 mm boşluk olana kadar	5 gün	İlk 7-10 gün 2 günde 1, 0.25mm, sonra günde 0.25mm
Mossaz ve ark. (1992)	Vaka serisi	n^t (21-35y) E=2 K.-2	Anterior lateral posterior kesi, orta hat spliti	1 mm	-	0.25 mm/gün
Betts ve ark. (1995-2000)	Review	n=0	Anterior lateral posterior kesi, orta hat Septal ayırma	1-1,5 mm	5 gün	0,5 mm/gün
Banning ve ark. (1996)	Review	n=0	Anterior lateral posterior kesi, orta hat Septal ayırma	2 mm	-	0,25 mm/gün
Woods ve ark. (1997)	Review	n=0	Le Fort I, orta hat spliti, nazal spin septuma birleşik	2-3 mm	-	0,25 mm/gün
Schimming ve ark. (2000)	Vaka serisi	n=21 (14-3 8y)	Anterior ve latreal kesi	12 tur (3mm) açılıp 3dk bekletme, 8 tur (2mm) geri kapatma	-	0,25 mm/gün
Wriedt ve ark. (2001)	Vaka serisi	n=10 (16-43y) E=5 K=5	Anterior ve latreal kesi, palatinalde bilateral paramedian osteotomi	0,5 mm	1-2 gün	0,25 mm/gün
Chung ve ark. (2001-03)	Vaka serisi	n=14 (16-46y) E=3 K=1 1	Subtotal Le Fort I ve midpalatal split	1-1,5 mm	-	0,5 mm/gün
Lanigan ve Mintz (2002)	Vaka raporu	n=1	Le Fort 1 ve midpalatal split	1 mm	-	0,25-0,5 mm/gün
Anttila ve ark. (2004)	Vaka serisi	n=4 (21-35y) E=2 K=2	Anterior lateral posterior	3-6 tur (0,75-1,5mm)	-	0,5 mm/gün

### 2.7.5 Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin etkileri

Cerrahi destekli hızlı maksiller üst çene genişletilmesiyle midpalatal suture açılmasına ek olarak bir çok anatomik yapı etkilenmekte ve yer değiştirmektedir [114, 121, 128, 129].

#### **2.7.5.1 Süturlardaki değişiklikler**

Transversal düzlemde en çok açılma ön bölgede gerçekleşmektedir. Sağ ve sol maksiller parçalar midpalatal suture boyunca birbirinden ayrılmaktadır. Bu açılımla birlikte oklüzal radyografilerde izlenebilen radyolüsent üçgen bir saha oluşmaktadır [87, 111, 114, 121, 130-132]. Aksiyal kesitte ise açılmanın supero inferior yönde paralel gerçekleşmediği, tabanı ağız tavanında, rotasyon merkezi frontonazal sutureda olacak şekilde piramidal bir şekilde gerçekleştiği gözlenmiştir.

Ekstrom ve ark. midpalatal suturen açılmasını takiben 1. ay içerisinde açılmanın gerçekleştiği alanda kemik yoğunluğunun hızla arttığını, 3 ay içerisinde ise kemik yoğunluklarının orijinal seviyelerine döndüğünü bildirmiştir [131].

Üst çene genişletmesi ile birlikte intermaksiller, internasal, maksillonazal, frontomaksiller ve frontonazal suturelarda anlamlı açılmalar gözlenirken, frontozigomatik, zigomatikomaksiller, zigomatikotemporal ve pterigomaksiller suturelarda anlamlı bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir [133].

#### **2.7.5.2 Maksilla**

Hızlı üst çene genişletmesiyle maksilla rotasyon merkezi frontomaksiller suture olacak şekilde üçgensel şekilde açılmakta, ayrılma miktarı alveol kreti bölgesinde daha fazla, damak kubbesine doğru gidildikçe daha az olacak şekilde meydana gelmektedir [87, 114, 121, 130-132]. Sagittal düzlemde ise yaygın görüş maksillanın hareketinin öne ve aşağı yönde olduğudur [87, 114, 128, 134-136]. Biederman, maksiller genişletmede A noktasının öne taşınabildiğini, bunun da maksiller sol ve sağ parçaların rotasyon merkezlerinin genişleme merkezi olarak posterior maksillada hamular ve pterigoid plakların birleşim yerinde olmasıyla meydana geldiğini söylemiştir [128]. Ancak literatürde maksillada genişletme sonrasında hareket gözlenmediğini ya da geriye hareket gözlendiğini belirten çalışmalar mevcuttur [86].

### **2.7.5.3 Damak kubbesi**

Sağ-sol maksiller segmentlerin genişletme sonrası gösterdiği devrilme hareketi sonucunda supero-inferior yöndeki uzunluğun, yani damak kubbesi derinliğinin azaldığını belirten çalışmalar literatürde mevcuttur [114, 120]. Bazı araştırmacılar ise damak kubbesi derinliğinde değişiklik olmadığını ya da çok az değişiklik gözlemlendiğini rapor etmiştir [136, 137].

### **2.7.5.4 Maksiller alveolar yapılar**

Maksiller genişletme sırasında, kullanılan aygıtın tipine ve kemiğin esnekliğine bağlı olarak alveolar çıkıntılar laterale doğru eğilmektedir. Sadece diş destekli olan Hyrax apareyinde laterale eğilme daha fazla olurken, diş ve doku destekli apareylerde bu eğilme daha az olmakta veya hiç olmamaktadır [138].

Isaacson ve arkadaşları, genişletme kuvvetlerinin 5-6 hafta içinde dağılma eğiliminde olduğunu, fakat pekiştirme fazında dokularda kalan artık kuvvetler sebebiyle relaps görülebileceğini bildirmiştir. Bu sebeple genişletme sonrasında dokuların tekrar organize olabilmesi için ihtiyaçtan fazla genişletme yapılması ve genişletme sonrası 3-6 ay süreyle retansiyon uygulanması tavsiye edilmiştir [130].

### **2.7.5.5 Maksiller anterior dişler**

Midpalatal suturen açılmasıyla birlikte santral dişlerin ortasında diastema görülmektedir. Bunu takiben dişler diastemaya doğru devrilerek kuronları tekrar temasa gelmektedir. Bu hareketin transseptal liflerin elastik etkileri sonucu meydana geldiği bildirilmiştir. Kuronlar temasa geldikten sonra yine transseptal lifler aracılığı ile kökler de birbirine yaklaşmakta ve kök eksen eğimleri de normale dönebilmektedir [87, 114, 128, 136].

### **2.7.5.6 Maksiller posterior dişler**

Maksiller genişletme ile birlikte alveol kemiğinin laterale doğru eğilmesinin ve bununla birlikte molar dişlerin de kemik içerisinde laterale doğru hareket etmesi sonucu sağ ve sol 1. molarlar arasındaki açı 1-24 derece arasında artmaktadır [139].

Adkins ve arkadaşları, maksiller genişletme ile ark perimetresinde elde edilen genişlemenin, elde edilen premolar-premolar arası genişlik artışının 0,7 katı kadar olduğunu bildirmiştir. Ayrıca pekiştirme fazından sonra maksiller posterior dişlerde

dikleşme olduğunu, maksiller kesici dişlerin retrokline olduğunu ve ankraj alınan dişlerde bukkale doğru eğim artışı olduğunu bildirmiştir [140].

Akkaya ve Hızlan-Lorenzon ise ark perimetresinde elde edilen yerin, premolarlar arası genişlik artışının 0.54 katı kadar olduğunu rapor etmiştir [141].

Ricketts'e göre ise kanin-kanin arasında 1mm artış gerçekleştiğinde, ark perimetresinde de 1mm artış görülmektedir. Molar-molar arasında ise her 1mm'lik artışta 0.25 mm lik ark perimetresi artışı görülmektedir [142].

Midpalatal sutureda en fazla genişleme anterior bölgede, en az genişleme ise pterigomaksiller bölgede olmaktadır. Alveolar yapılara uygulanan kuvvetler diş hareketini sağlayan ortodontik kuvvetlerden daha yüksek olduğundan midpalatal suture açılabilir [87]. Suture açılması sonucunda meydana gelen ilk değişiklikler periodontal ve palatinal dokularda görülen sıkışma ve gerilmelerdir. Bazı yazarlar dental ekspansiyonun arka bölgede daha fazla gerçekleşebildiğini belirtmiştir. Vardimon ve arkadaşlarına göre bu durumun sebebi 6 yaş ve üzerindeki hastaların transvers palatinal suturedaki lokal aktivitesi ve neredeyse kaynaşmış olan premaksiller suturedaki aktivasyondur [96]. Lorenzon'a göre ise bu durumun sebebi premaksiller sutureda aktivite olmaması yada minimal aktivasyon olması ve kanin dişlerinin aygıt sınırı içerisinde bulunmamalarıdır [129].

#### **2.7.5.7 Mandibula**

Maksiller genişletme ile birlikte sağ ve sol maksiller alveolar kemiklerin laterale doğru eğilmesi ve molar dişlerin laterale doğru eğilip ekstrüze olmasından dolayı, mandibulada aşağıya ve geriye doğru rotasyon görülmektedir [111, 114, 121, 123, 125, 129, 143].

Akakya ve Hızlan-Lorenzon ise 1997 yılında yaptığı çalışmada maksiller ekspansiyon sonrasında maksillanın kafa kaidesine göre ileri doğru yer değiştirdiğini, mandibulanın ise aşağı ve geri yönde rotasyona uğradığını, keserler arası açıyla overjet miktarlarının ise arttığını rapor etmiştir [141].

#### **2.7.5.8. Mandibular dişler**

Maksiller genişletme ile birlikte mandibular ark genişliğinde de artış olabileceği, bu durumun ise mandibular molar dişlerin dikleşmesi ile meydana gelebileceği bildirilmiştir. Wertz, mandibular posterior dişlerin sabit kaldığını bildirmesine rağmen

[121], Adkins ve arkadaşları fotoğraf ve modeller üzerinde mandibular molar dişlerin dikleştiğini rapor etmiştir [140].

Maksiller genişletme sonucu mandibular arkta görülen dental değişikliklerin, mandibular kanin-kanin arasında 4 mm'e kadar, molar-molar arasında ise 6 mm'e kadar genişlemeler görülebildiği rapor edilmiştir [111, 136, 144].

Akkaya ve ark. mandibular arktaki genişlik artışını değişen oklüzal kuvvetler ve dentasyonu etkileyen kas dengesindeki değişikliklere bağlamışlardır [141]. Halozenetis ve arkadaşları ise bu durumun maksillanın genişlemesini takiben bukkal bölgedeki yanak basıncını oluşturan kasların da bukkale doğru hareket etmesi, böylece mandibular dişlerin de bukkallerine kısmen daha az kas temas etmeye başlamasından kaynaklandığını düşünmüştür [145].

#### **2.7.5.9 TME**

Da Silva Filho ve ark. vertikal sefalometrik değerleri artmış hastalarda hızlı maksiller genişletme ile maksiller posterior dişlerin bukkal laterale doğru devrilmesi ve ekstrüzyonunun mandibulada aşağı ve geriye rotasyona sebep olduğunu rapor etmiş, bununla birlikte kapanışın açılmasına sebep olduğunu bildirmiştir. Mandibuladaki bu hareket ile birlikte zamanla kondil ve glenoid fossadaki organizasyonun yeniden şekillenmesinin kaçınılmaz olduğunu belirtmiştir [146].

Hızlı maksiller genişletme ile birlikte oklüzyonda görülen erken temaslar, oklüzal dengeyi ve yükleri değiştirmektedir. Ngan tarafından genişletme ile birlikte yüz maskesi gibi aygıtlarla maksiller protraksiyon uygulanırken çeneden ankraj alındığında, çekme kuvveti ile birlikte temperomandibular ekleme, komşu yapılarına ve kaslar üzerinde olumsuz etkilerde bulunabileceği, bu yan etkilerin de uzun dönemde eklemin kemik ve kıkırdak bileşenlerine etki edebileceği düşünülmüştür [147].

#### **2.7.5.10 Nazal genişlik ve havayolu**

Maksiller darlığı bulunan çocuklarda uyku apnesi, idrar kaçırma, duyma kaybı, uyku bozukluğu gibi problemler de görülebilmektedir. Yetişkinlerde ise solunum disfonksiyonlarına daha çok rastlanmaktadır. Maksiller darlığın tedavisi ile bu gibi problemlerde düzelmelerin görülebildiği bildirilmiştir [3, 148].

Cross ve ark. hızlı maksiller genişletme ile nazal kavitenin genişlediğini, nazal kavite yüksekliğinin arttığını rapor etmiştir. Bu durumun genişleme sırasında burun

tabanındaki alçalmadan kaynaklandığını savunmuştur [149]. Nazal kavitedeki hacim artışından dolayı nazal havayolu direncinin de azaldığı rapor edilmiştir [87, 106, 121, 136, 150].

Hızlı maksiller genişletme ve cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme sonrasında ağız solunumu mevcut hastaların nazal solunuma dönebildikleri belirtilmektedir [120, 136, 143, 148, 150].

### **2.7.6 Cerrahi destekli hızlı maksiller genişletmenin komplikasyonları**

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi işlemin komplikasyonları gözden geçirilmeli ve hastalara bu konu hakkında bilgi verilmelidir. Olası komplikasyonlar aşağıdaki gibidir:

- 1) Kanama
- 2) Diş etlerinde çekilme, periodontal defektlerin meydana gelmesi
- 3) Köklerde rezorpsiyon
- 4) Maksiller sinir dallarında hasar
- 5) Enfeksiyon
- 6) Ağrı
- 7) Pulpal kan akımının bozulması, dişlerde devitalizasyon
- 8) Sinüs enfeksiyonları
- 9) Burun kanatlarında genişleme
- 10) Darlığın nüks etmesi
- 11) Aygıtın bağlı olduğu dişlerde ekstrüzyon görülmesi
- 12) Direnç alanlarının kırılmamasından dolayı tek taraflı ekspansiyon olması
- 13) Palatal mukoza iritasyonu
- 14) Aseptik doku nekrozu
- 15) Vidanın gevşemesi, stabilizasyonunun bozulması
- 16) Genişletme vidasında sıkışma, kırılma yada bozulma görülmesi [3].

Nadir görülen komplikasyonlar:

- 1) Geçici ya da kalıcı körlük
- 2) Göz hareket ve/veya fonksiyonlarında bozulma
- 3) Çift taraflı lingual anestezi
- 4) Nazopalatin kanal kisti oluşumu [3].

Ses tellerinin yapısı, tonusu, boyutları, hacmi, larenks, nazal kavite ve ağız boşluğunun yapıları ve hacimleri gibi birçok değişkenin farklı kombinasyonlarıyla farklı karakterde sesler meydana gelmektedir. Fakat farenjit, larenjit gibi üst solunum yolları rahatsızlıklarıyla birlikte, ses oluşum ve rezonans bölgelerindeki değişikliklere bağlı seste de değişiklikler görülebilmektedir.

Ses değişikliklerinin literatürde daha çok kulak burun ve boğaz hastalıkları uzmanları tarafından ele alındığı gözlenmektedir. Diş hekimliği alanında ise ses değişiklikleri daha çok ortognatik cerrahi hastalarında değerlendirilmiştir.

Ortodonti pratiğinde önemli yeri olan üst çene genişletmesinin sese olan etkisini elen alan çalışmalar çok sınırlı sayıdadır. Bu çalışmaların çoğu büyüme gelişimini tamamlamamış, ergenlik döneminde, hormonal aktivitesi yüksek olan ve sesleri ergenlik ile birlikte değişebilecek hastalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca yaş küçüldükçe ayırt edici karakterdeki formant frekansların değerleri birbirine yaklaşmakta ve dolayısıyla çocuk sesinin ayırt edici özelliği daha düşük olmaktadır.

Bu konuyla ilgili kısıtlı sayıda çalışma olmasının bir diğer sebebi de sesin teknik özelliklerinin değerlendirilmesi için ayrıntılı teorik bilgi gerekmesidir. Örneğin F0 olarak adlandırılan temel frekans, ses tellerinin ilk titreşirken meydana getirdiği frekans olup F1, F2, F3 değerleri ise larenks, ağız, burun boşluğundan yansıyan rezonans frekanslarıdır. Maksiller genişletme ile nazal kavite, maksilla şekli dil ve dişlerin konumu, yani sese karakteristiğini veren sabit rezonans bölgelerinin konumları değişmektedir. Bu değişikliklere bağlı F1, F2 ve F3 frekans kombinasyonlarında değişiklikler beklenmektedir. Fakat literatürde bazı çalışmalarda daha çok F0 frekansı üzerine yoğunlaşmış, F0 frekansında değişiklik görülmemesinden dolayı maksiller genişletmenin ses açısından güvenle uygulanabileceği gibi temelde güvenilir olmayan sonuçlar çıkartılmıştır. Halbuki değişiklik beklenen frekans ses telinin titreşmesi, yani F0 değil; yansıyan frekansların yani F1, F2 ve F3 ile birlikte ses karakteristiğinin değişmesidir.

Büyüme gelişim ve hormonal aktiviteye bağlı ses değişikliğini, üst çene genişletmesiyle oluşan ses değişikliğinden ayırmak bu nedenle genç hasta grubunda oldukça güçtür. Bu sebeple tez çalışmamızda çene genişletmesi yapılan hastalarda ses değişikliğinin daha doğru sonuçlar verebilmesi için hastaların büyüme gelişimini tamamlamış olmaları gerektiğini düşünülmüştür. Fakat büyüme gelişimini



tamamlamış hastaların çene genişletmeleri de ancak cerrahi desteği ile mümkün olabildiği için çalışmamız “Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Hastalarındaki Ses Değişikliği” olarak şekillenmiştir. Ayrıca çalışmamızda sadece temel frekansın değil, F1 F2 ve F3 frekansları ve diğer ses parametrelerinin değerlendirilmesi planlanmıştır.



### 3. BİREYLER VE YÖNTEM

Çalışmaya başlamadan önce Bezmialem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurulmuştur. Çalışma 19/09/2017-16668 numaralı belge ve 18/11 karar numarası ile onaylanmıştır (Ek 1).

Çalışmanın örnek sayısı G\*Power Version 3.1.9.2 ile hesaplanmıştır. Benzer bir çalışmada geçen F2 frekansının farklı zamanlarda i harfinde meydana gelen değişim ortalamasına dayanarak, Wilcoxon sign rank testi, tek yönlü alternatif hipotez kullanılarak elde edilen 0,90 etki büyüklüğü, %95 güç ve %5 Tip I hata payı ile toplamda 16 hastanın çalışmaya dahil edilmesinin uygun olduğu hesaplanmıştır. Olası hasta kayıpları göz önünde bulundurularak her bir gruba 19 birey dahil edilmiştir.

Eylül 2017-Ocak 2019 tarihleri arasında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Kliniği'nde maksiller darlık teşhisiyle SARME osteotomisine yönlendirilen ve yaşları 17-31 arasında değişen 19 hastadan prosedür öncesi ve sonrası ses kayıtları alınmıştır. Araştırmaya dahil edilen hastaların tamamına Ortodonti Bölümümüz bünyesinde gerçekleştirilen vaka toplantıları kararıyla cerrahi destekli hızlı maksiller genişletme endikasyonu konulmuştur. Apareylerin tasarımları benzerdir (Acrylic Cap Splint) ve aynı ortodonti teknisyeni tarafından hazırlanmıştır. Uygulanan tüm apareylerin kontrolü O.E.E tarafından gerçekleştirilmiştir.

Hastaların dahil edilme kriterleri;

- a. 17-31 yaş aralığında hastalar
- b. Tek ya da çift taraflı maksiller darlığın mevcut olması
- c. RME uygulanması durumunda periodontal hasar oluşabilecek vakalar
- d. Sadece RME ile genişletmenin yeterli olmayacağı umulan ciddi darlık vakaları

Hastaların dahil edilmeme kriterleri;

- a. Dudak damak yarığı, kraniyofasiyal sendromlar gibi konjenital bir anomali veya tümör gibi oluşumların olması
- b. Büyüme gelişimi tamamlanmamış hastalar
- c. Konuşma güçlüğü ya da duyma bozukluğu hikayesinin olması

- d. Konuşma eğitimi, diksiyon kursu, şan eğitimi vb. alınmış olması
- e. Ortodontik tedavi geçmişinin olması

Hastaların dışlanma kriterleri;

- a. Randevularını aksatan hastalar
- b. Çevirme prosedürüne sadık kalmayan hastalar
- c. Araştırma esnasında apareyin MR çekimi gibi acil çıkartılması gereken vakalar.

Yaşları 19-29 arasında değişen 19 bireyle kontrol grubu oluşturulmuş, benzer zaman aralıklarında ses kayıtları alınmıştır. Kayıtların gerçekleştirildiği tüm zamanlarda hastaların solunum yollarını ilgilendiren ve sesin değişimine sebep olabilecek herhangi bir hastalık geçirmediğinden emin olunmuştur.

Hastalara benzer cerrahi uygulamalar aynı cerrahi ekip ve teknikle gerçekleştirilmiştir. Uygulanan teknik aşağıdaki gibidir;

- Vazokonstriktör içeren bir lokal anestezi ajanı (%50 sulandırılmış articain), tüm bukkal sulkusa zerk edilir.
- Bisturi yardımıyla her iki tarafta da birinci molardan başlayıp kanine kadar uzanan insizyon yapılır.
- Periost elevatörü ile mukoperiostal flep kaldırılır. Kıvrık uçlu retraktör maksillanın posterioruna doğru pterigoid çıkıntıya kadar ilerletilir.
- Alt orbita çukuru ve damar sinir paketini belirlemek üzere flep öne ve yukarı doğru kaldırılır. Ardından burnun priform fossasının kenarları açığa çıkartılır. Nasal periost elevatörü submukozal olarak burnun lateral duvarının distal tarafı boyunca sert damağın arka tarafına kadar ilerletilir.
- Kortikotomi, keskin testerelemler ile gerçekleştirilir ve diş köklerinden 4-5 mm kadar uzaktan seyretmesi amacıyla dişeti kenarından 15 mm kadar yukarıdan, pterigomaksiller fissürün arka kısmından, öne doğru priform fossanın kenarına kadar uzatılır. Kesi, sinüsün distal ve mezial duvarlarını split etmek için arka bölgede derinleştirilir. Ön bölgede priform fossa kenarından mümkün olduğu kadar yüksekte bitirilir.
- Osteotom yardımıyla maksilla pterigoid birleşiminden ayrılarak buradaki direnç noktası elimine edilmiş olur.
- Ön bölgede ise labial frenluma paralel bir insizyon yapılarak mukoza eleve edilir. Midpalatal suture açığa çıkartılır ve bu suture osteotom ile ayrılarak her iki

maksiller yarının da eşit hareket ettiği teyit edilir.

- Ekspansiyonun kontrolü amacıyla aparey 2 tam tur çevrilerek aktive edilir. Santral dişler arasında açılma görülüp aygıtın sorunsuz şekilde açıldığı görüldüğünde sütür aşamasına geçilir.
- Kanama kontrolü sağlandıktan sonra ipek veya vikril ile sutüre edilerek cerrahi bölge kapatılır ve operasyon bitirilir [151].

### 3.1 Genişletme Protokolü

Tüm hastalara McNamara tipi Acrylic Cap Splint genişletme aygıtı uygulanmıştır. Oklüzal yüzeyler dengeli temasa gelinceye kadar akrilik ısırma kağıtlarıyla ajuste edilmiş, ardından aparey rezin modifiye cam iyonomer simanla (Unitek Multi-Cure Glass Ionomer, 3M, St. Paul, ABD) yapıştırılmıştır (Şekil 3-1).



**Şekil 3.1 :** Genişletme apareylerinin yapıştırılmasında kullanılan rezin modifiye cam iyonomer siman.

Siman üretici talimatları doğrultusunda hazırlanmış, apareyin iç yüzeylerine uygulanmış ve şekil 3-2’de görülen yüksek güçlü LED ışın kaynağı (Valo Ortho Cordles, Ultradent, South Jordan, UT, ABD) ile her dişin vestibül-oklüzal-palatinal yüzeyleri 3’er saniye boyunca polimerize edilmiştir. Aygıtlar her hastaya ameliyattan en fazla 1 gün önce uygulanmıştır.



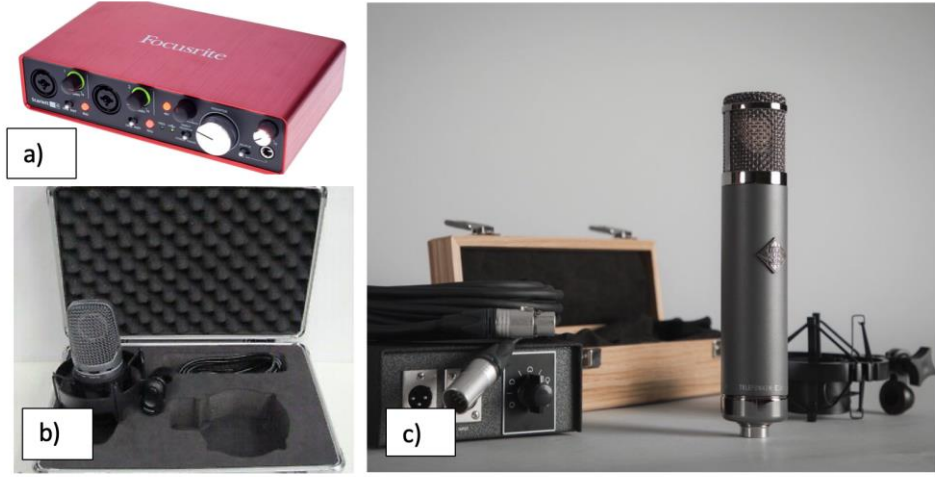
**Şekil 3.2 :** Polimerizasyon için kullanılan yüksek güçlü LED ışın cihazı.

Ameliyattan sonra latent periyod olarak 5 gün beklenmiş, ardından genişletme prosedürüne başlanmıştır. Vida adımı 0.25 mm'dir. 1 çeyrek tur sabah, 1 çeyrek tur akşam olmak üzere günde 2 çeyrek tur çevrilerek günlük 0.5 mm genişletme sağlanmıştır. Araştırmadaki tüm hastalarda ortalama 36.13 (16-49) çeyrek tur genişletme ile vidada 9mm açılma sağlanmıştır.

### **3.2 Ses Kayıt Prosedürü**

Çalışmamızda ses kayıtları aşağıdaki ekipmanlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir:

- Apple Macbook Pro Retina Mid 2014 bilgisayar,
- Focusrite Scarlett 2i4 ses kartı, (Focusrite, High Wycombe, Birleşik Krallık)
- Telefunken Ar-51 tube condenser mikrofon (Telefunken Elektroakustik, South Windstor, CT, ABD)
- Shure Pg-42 condenser mikrofon (Shure Incorporated, Niles, ABD) (Şekil 3-3)
- Se Electronics Pop filter (Se Electronics International, Şanghay)
- Neutrik uçlu mikrofon kabloları (Principality of Lieschtenstein Neutrik, Schaan, Lihtenştayn)
- Hercules mikrofon standları (KHS Musical Instruments Co., Tayvan) kullanılmıştır.



**Şekil 3.3 :** Ses kayıt ekipmanları: a) Ses kartı (Focusrite Scarlett 2i4) b) Kondenser mikrofon (Shure pg42) c) Tüplü kondenser mikrofon (Telefunken Ar-51).

Sabah erken saatlerde oluşabilecek kalın ses durumunun analizleri etkilemesini engellemek amacıyla, bütün ses kayıtları günün öğle saatinde, saat 12:00 ile 13:00 arasında Bezmialem Vakıf Üniversitesi Ortodonti Bölümü arşiv odasında alınmıştır.
















Ses izolasyonunu maksimize etmek için mikrofonun arkasında bulunan duvarlar, ses izolasyon süngerleri ile kaplanmıştır. Böylece en yakın duvardan yansıyabilecek ilk rezonans frekanstan kaçılmaya çalışılmıştır.

Ses kayıt programı olarak Logic Pro X (Logic Pro X Version 10.0.4, Apple Inc, ABD) kullanılmıştır. Ses kayıtları 44.1 kHz örnekleme hızında, 24 bit olarak kaydedilmiştir. Mikrofonlar birbirlerine ve pop-filter'a eşit mesafede eşkenar üçgen şeklinde konumlandırılmıştır. Pop filter hastadan 15 cm uzakta, ağız hizasında olacak şekilde konumlandırılmıştır.











Ses kayıtlarına başlamadan önce hastalara habitüel ses tanımları anlatılmış, tüm ses kayıt örneklerinin normal konuşma tonlarında alınması amaçlanmıştır. Ardından hastalara 1'den 10'a kadar saydırılmış, hemen ardından haftanın günleri söylenmiş ve bu 2 kez tekrarlanmıştır.

Hastalara Türkçe sesli harfler (a[a], e[ε], ı[w], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u], ü[y]) izole olarak 5'er defa, en az 3'er saniye olacak şekilde söylenmiştir. İzole sesli harf olarak adlandırılan bu veriler, her sesli harf için A1, E1, İ1, Ö1, U1, Ü1 olarak kodlanmıştır. Sesli harflerin kelime başlarında, ortalarında ve sonlarındaki ses parametreleri de ayrıca kaydedilmiştir. Bu amaçla, ilgili sesin kelime başında, ortasında ve sonunda konumlandığı 5 kelime, her harf için 15'er kelime belirlenmiştir.
















Belirlenen kelimeler Şekil 19-26’da belirtilmiştir. Türkçede ö harfi ile sonlanan kelime bulunmadığı için ö harfi için sadece 10 kelime belirlenmiştir. 8 sesli harf için toplam 115 kelime okutulmuştur. Sesli harflerin kelime başı, kelime ortası ve kelime sonunda konumlandığındaki parametrelerin ortalamaları alınmış ve bu sözcük içi ortalama değerler A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 olarak kodlanmıştır.

Adı Soyadı: _____ Doğum tarihi: _____		H A R F				
		Başta	Ortada	Sonda		
A		at		karpuz		yumurta
		araba		kiraz		pastası
		Atatürk		kabak		çorba
		adam		tavşan		olta
		ayı		tarak		ucurtma
















Şekil 3.4 : a[a] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.

H A R F		Başta	Ortada	Sonda		
E		esek		atlet		kalem
		emzik		kedisi		dede
		elbise		bebek		deve
		erik		ceviz		çekirge
		etek		ceket		süpürge

Şekil 3.5 : e[ε] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.
















H A R F	Başta		Ortada		
				ışık	kaşık
			İLİK	İLİK	TAKI
			IRAK	YARIM	YAKI
			İSPANAK	KARNİYARİK	BATI
			İLİMAN	BATIN	MANTI

Şekil 3.6 : ı[u] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.


H A R F	Başta		Ortada		
				ip	çilek
			İT	KİBİR	KİRPI
			İTFAVE	İPLİK	BAKI
			İPLİK	TILKI	SANKI
			İSTANBUL	KİRPI	VADI

Şekil 3.7 : i[i] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.
















	Başta	Ortada	Sonda
O	 ot	 top	 mayo
	 okul	 balon	 oto
	 odun	 çorap	 daktilo
	 olta	 çocuk	 lavabo
	 ok	 toka	 banyo















Şekil 3.8 : o[ɔ] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.

	Başta	Ortada	Sonda
Ö	 öküz	 böcek	 Gömlek
	 ördek	 köpek	 çömlek
	 örtü	 köçek	 çöp
	 önlük	 döşek	 köprü

Şekil 3.9 : ö[œ] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.

	Başta	Ortada	sonda
U	 uçak	 mum	 kutu
	 urgan	 kuş	 kuyu
	 uçurtma	 yumurta	 uydu
	 ut	 bulut	 kuzu
	 uyku	 kuyu	 ulu

Şekil 3.10 : u[u] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.

	Başta	Ortada	sonda
Ü	3 üç	 Atatürk	 köprü
	 üzüm	 öküz	 çöpçü
	 ütü	 gözlük	 üçlü
	 üçgen	 tüp	 ütü
	 ümit	 süt	 kötü

Şekil 3.11 : ü[y] sesinin kelimelerin başında, ortasında ve sonunda konumlandığı kelimeler.

Ses kayıtlarının gerçekleştirildiği 6 ayrı zaman dilimi aşağıdaki gibidir:

T0: Tedavi öncesi, ekspansiyon apareyi takılmadan önce

T1: Ekspansiyon apareyi hemen takıldıktan sonra

T2: Ameliyattan sonra 5. günde, genişletmeye başlanılan gün

T3: Retansiyon süreci sonunda (5,2 ay), apareyin çıkartıldığı gün, çıkarma işleminden hemen önce

T4: Aparey çıkartıldıktan 15 dk sonra

T5: Aparey çıkartıldıktan ortalama 5,8 hafta sonra (4-11 hafta)

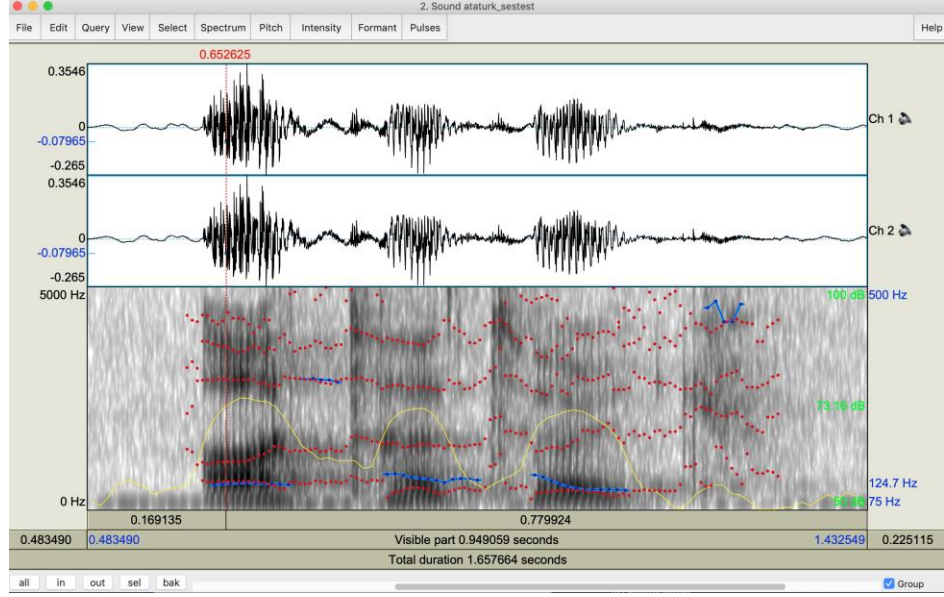
8 izole sesli harfin 3'er saniyelik kayıtları ve kelime içinde geçen ses ile ilgili 115 kelime yukarıda belirtilen 6 ayrı zamanda okutulmuş (Şekil 3-12), her bir hasta için 738 ses örneği kaydedilmiştir.



Şekil 3.12 : Logic X programıyla oluşturulan ses kayıt dosyasının ekran görüntüsü.

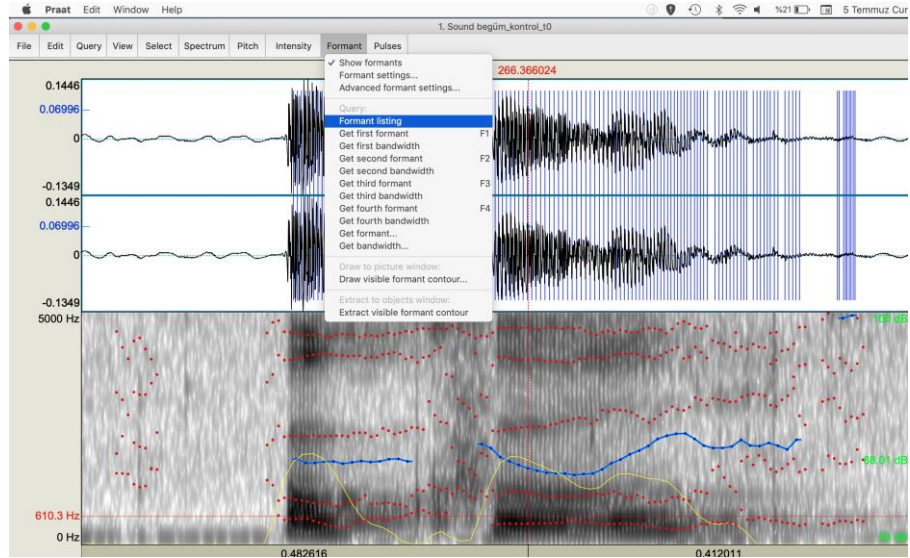
### 3.3 Ses Analizi Prosedürü

Ses kayıtları, Logic X programından analiz için Praat (Paul Boersma, Amsterdam Üniversitesi, Hollanda) programına aktarılmıştır. Praat programında Formant sesler (F0, F1, F2, F3), Shimmer, Jitter ve gürültü/harmonik oranı (Noise to Harmonic Ratio (NHR)) parametreleri her bir kayıt zamanı için değerlendirilmiştir. Şekil 3-14'te Atatürk sesinin Praat programı ile analiz ekran görüntüsü izlenmektedir. Şeklin alt kısmında yer alan spektrogram kısmındaki yatay konumlanmış kırmızı noktalar formant frekansları temsil etmektedir. En alttaki kırmızı nokta grupları temel formant frekansını (F0) belirtmektedir. Yukarıya doğru çıkıldıkça görülen diğer kırmızı nokta satırları ise diğer formant frekanslarını şematize etmektedir (F1, F2, F3).



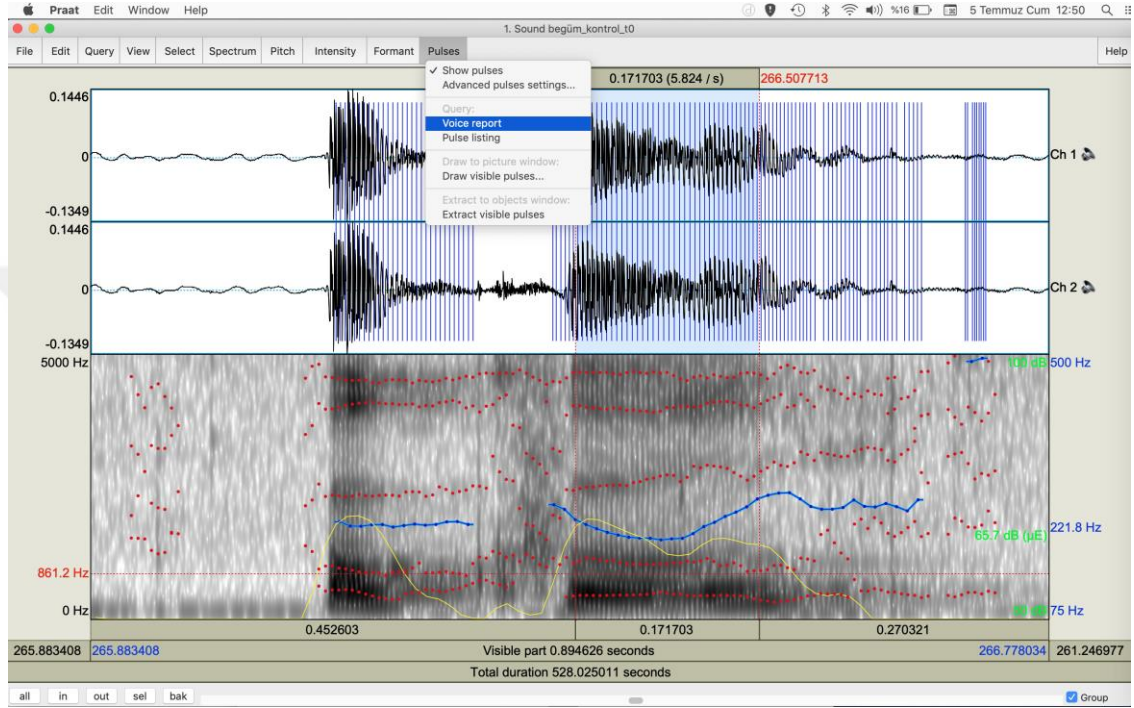
**Şekil 3.13 :** Praat programı ile “Atatürk” kelimesinin ses frekans analizinin ekran görüntüsü.

Formant frekansların analizi için Şekil 3-13’te görüldüğü gibi Praat programında ilgili sesin spektrogram grafiğindeki en yoğun görünüme sahip olduğu zaman noktasına yakınlaştırma yapılmış, kırmızı renkli dikey zaman imleci formant frekansları belirlenmek istenen anın üzerine getirilmiştir. Daha sonra Praat programının formant sekmesinden formant listesi seçeneği tıklanarak F0, F1, F2 ve F3 değerleri elde edilmiştir.



**Şekil 3.14 :** Praat programı ile formant frekans değerlerinin belirlenmesi.

Shimmer, Jitter ve NHR değerlerinin belirlenmesi için formant frekanslardan farklı olarak zaman noktasına değil, zaman aralığına ihtiyaç vardır. Bu parametrelerin belirlenebilmesi için de şekil 3-15'te görüldüğü gibi Praat programında ilgili sesin spektrogram grafiğinde gözlemlendiği bölge seçilmiştir. Daha sonra Praat programının "Pulses" sekmesinden "Voice Report" seçeneği tıklanarak Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerinin sayısal değerleri elde edilmiştir.



Şekil 3.15 : Praat programı ile Shimmer, Jitter ve NHR parametrelerine ilişkin değerlerin belirlenmesi.

### 3.4 Verilerin İstatistiksel Analizi

Veriler SPSS 25.0 (Statistical Packages of Social Sciences, Versiyon 25.0, Armonk, NY: IBM corp.) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Açıklayıcı istatistikler sürekli değişkenler için ortalama  $\pm$  standart sapma, medyan, minimum ve maksimum değer şeklinde gösterilmiştir. Gruplar arası varyansların homojenliği Levene testi ile değerlendirilmiştir. Grup içi normal dağılıma uyan değişkenlerin zaman içindeki değişimleri tekrarlı ölçümler ANOVA testi ile değerlendirilmiştir. Küresellik varsayımı sağlanmadığında Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanılmıştır. Zaman içi değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlere, post-hoc test olarak Bonferroni t testi kullanılmış, p değerlerine Bonferroni düzeltmesi yapılarak

yorumlanmıştır. Grup içi normal dağılıma uymayan değişkenlerin zaman içindeki değişimleri Friedman testi ile değerlendirilmiştir. Zaman içi değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunan değişkenlere, post-hoc test olarak bağımlı Wilcoxon testi kullanılmış, p değerlerine Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlanmıştır.  $p < 0,05$  olması durumunda aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



## 4. BULGULAR

### 4.1 Çalışmaya Dahil Edilen Bireylerin Demografik Verileri

Çalışmadaki gruplarının yaş ölçümlerinin gruplara ve grup içindeki cinsiyet durumuna göre farklı olup olmadığını tespit etmek amacı ile Mann Whitney U testi, çalışma gruplarına göre cinsiyet düzeylerinin kıyaslanması için ise ki-kare testi uygulanmıştır (Tablo 4-1).

Çalışmada deney ve kontrol gruplarının yaşlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0,19$ ). Deney grubu ve kontrol grubu hastalarının yaşlarının homojen olduğu söylenebilir.

Çalışmada deney grubunda kadın ve erkek hastalarının yaşlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0,12$ ). Deney grubundaki kadın ve erkek hastalarının yaşlarının homojen olduğu söylenebilir (Tablo 4-2).

Çalışmada kontrol grubunda kadın ve erkek hastalarının yaşlarının istatistiksel olarak farklı düzeylerde olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0,63$ ). Deney grubundaki kadın ve erkek hastalarının yaşlarının homojen olduğu söylenebilir.

**Tablo 4.1** : Çalışma gruplarının yaş dağılımı.

Grup	Grup	n	X	s.s.	p
Yaş	Deney	19	22,68	4,01	0,19
	Kontrol	19	24,47	2,40	

Mann U testi,  $*p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

**Tablo 4.2** : Çalışma gruplarının yaşlarının cinsiyet parametresine göre incelenmesi.

Grup	Cinsiyet	n	X	s.s.	p
Deney	Erkek	5	20,52	2,05	0,12
	Kadın	14	23,81	4,21	
Kontrol	Erkek	11	24,62	2,80	0,63
	Kadın	8	24,29	2,05	

Mann U testi,  $*p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

Çalışmada deney ve kontrol gruplarının kadın ve erkek dağılımının farklı olmadığı, deney grubunun %23'nün erkek, %77'nin kadın hastalardan oluştuğu tespit edilmiştir

(Tablo 4-3). Kontrol grubunun ise %53'nin erkek ve %42'nin kadın hastalardan oluştuğu ve gruplarının cinsiyet dağılımı olarak benzer düzeylerde olduğu tespit edilmiştir ( $p=0,07$ ,  $p>0,05$ ).

**Tablo 4.3 : Çalışma gruplarının cinsiyet dağılımı.**

Grup		Cinsiyet		p
		Erkek	Kadın	
Deney	n	5	14	0,07
	%	22,73%	77,27%	
Kontrol	n	11	8	
	%	57,89%	42,11%	
Total	n	16	22	
	%	42,11%	57,89%	

Ki-kare testi, \* $p<0,05$  istatistiksel olarak anlamlı.

#### 4.2 CDHMG Uygulanan Grubun Bulguları

İzole olarak kaydedilen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F0 parametresine dair bulgular Tablo 4-4'te belirtilmiştir. A1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F0 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). E1 sesi için F0 ölçümünde p değerinin 0.05 değerinden küçük olmasına rağmen ( $p=0.023$ ), p değeri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında farklı zaman dilimlerinde kaydedilen değerlerin hiçbir ikili karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F0 parametresine dair bulgular Tablo 4-5'te belirtilmiştir. A2 sesi için F0 ölçümünde p değerinin 0.05 değerinden küçük olmasına rağmen ( $p=0.01$ ), p değeri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında farklı zaman dilimlerinde kaydedilen değerlerin hiçbir ikili karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). E2 sesi için F0 ölçümünde yine p değeri 0.05'ten küçüktür ( $p=0.008$ ). Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve T1 ve T2 zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p=0,011$ ). T1 zamanında kaydedilen ortalama F0 değerleri T2 zamana göre daha düşüktür. İ2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F0 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).



**Tablo 4.4 :** İzole A1, E1, İ1, İ1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F0 parametresine dair bulgular.

F0	A1					E1					İ1					İ1								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort.</b>	817,58	776,53	782,00	771,05	790,00	816,11	603,32	539,53	576,63	598,79	613,26	608,63	470,42	466,26	466,37	483,95	483,53	456,68	390,16	386,89	380,32	391,11	366,32	443,05
<b>St. Sp.</b>	138,51	143,50	148,63	168,58	130,07	140,49	90,29	107,09	101,97	88,64	83,61	84,95	97,44	82,67	90,45	74,74	90,21	71,75	61,48	64,17	66,59	80,60	62,17	298,8
<b>Min.</b>	596	483	544	385	575	578	448	278	395	468	441	435	300	316	315	335	323	318	264	272	252	290	262	263
<b>Max.</b>	989	983	1003	985	986	1049	768	691	732	740	744	736	632	612	627	597	677	586	483	526	482	563	471	1644
<b>P değeri</b>	0,076					<b>0,023*</b>					0,463					0,378								
F0	O1					Ö1					U1					Ü1								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort.</b>	565,74	548,89	566,16	560,37	567,89	548,42	541,79	537,89	548,53	553,79	536,74	546,74	425,47	397,37	402,89	418,37	415,63	405,95	379,26	381,95	376,53	362,16	381,16	377,37
<b>St. Sp.</b>	100,64	85,47	99,20	84,04	90,5	86,19	94,5	93,76	102,6	95,3	93,0	86,86	52,82	65,41	56,29	48,12	59,63	54,64	54,76	63,23	61,85	49,29	63,83	54,55
<b>Min.</b>	359	382	399	412	395	395	338	373	375	362	361	420	321	304	306	349	295	300	299	298	286	285	227	283
<b>Max.</b>	743	700	743	706	682	695	676	716	740	741	729	695	516	554	505	514	492	495	499	566	486	453	486	453
<b>P değeri</b>	0,527					0,768					0,091					0,427								

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.5 :** Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F0 parametresine dair bulgular.

F0	A2					E2					İ2					İ2									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
n=19																									
<b>Ort</b>	756,30	749,37	727,39	776,6	772,46	778,47	537,19	502,42	514,04	539,51	543,49	535,51	497,86	480,56	477,74	491,44	497,32	491,40	394,33	403,84	386,47	402,86	395,46	392,79	
<b>St.Sapma</b>	141,85	129,06	135,56	141,94	132,58	132	98,87	69,43	61,6	69,5	78,75	68,89	67,52	73,77	51,7	69,2	83,6	67,16	58,78	65,62	71,84	74,39	55,87	63,52	
<b>Min</b>	508	536	479	528	537	521	423	371	404	420	407	403	369	351	377	341	359	373	291	286	290	296	314	305	
<b>Max</b>	973	934	935	974	975	1016	850	649	600	682	751	702	625	591	552	606	704	651	506	511	525	577	504	598	
<b>P değeri</b>	0,010*					0,008*					0,395					0,597									
F0	O2					Ö2					U2					Ü2									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
<b>Ort</b>	563,74	558,04	553,75	578,96	572,09	571,04	537,40	527,42	540,53	532,51	540,61	536,26	437,14	442,32	434,14	435,93	423,95	434,30	405,19	386,46	397,07	403,54	401,75	407,89	
<b>St.Sapma</b>	65,31	66,59	80,18	78,35	84,59	71,18	85,92	88,07	80,74	69,45	73,32	78,05	61,27	68,09	57,03	64,66	46,83	52,10	51,75	58,59	57,14	67,29	53,22	44,71	
<b>Min</b>	445	466	383	421	422	435	390	367	393	422	419	418	317	324	344	329	333	325	309	301	306	314	321	334	
<b>Max</b>	687	696	677	736	713	729	654	685	661	681	676	668	550	558	556	570	510	568	492	474	488	570	489	488	
<b>P değeri</b>	0,310					0,807					0,732					0,205									

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

İzole a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F1 parametresine dair bulgular Tablo 4-6'te belirtilmiştir. E1, İ1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F1 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). A1 sesi için F1 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,003$ ). Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T1 ( $p=0,022$ ) ve T0 ile T2 zamanları arasında  $p=0,035$  istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T0 zamanda ortalama T1 ve T2 zamanlarına göre daha yüksektir. İ1 sesi için F1 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,048$ ). Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında zamanın hiçbir ikili karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Ü1 sesi için F1 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ( $p=0,019$ ). Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında zamanın hiçbir ikili karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F1 parametresine dair bulgular Tablo 4-7'te belirtilmiştir. A2, E2, İ2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin hiçbirinde F1 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.6 :** İzole A1, E1, İ1, İ1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F1 parametresine dair bulgular.

F1	A1						E1						İ1						İ1					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	1270,22	1209,21	1182,12	1227,54	1236,76	1226,92	2134,23	1854,55	1962,2	2019,72	2038,67	2013,98	1672,43	1551,58	1627,2	1607,33	1478,66	1540,94	2395,32	2208,22	2265,63	2247,67	2321,21	2293,98
<b>St.Sapma</b>	97,53	95,09	129,27	110,19	96,85	109,84	248,08	482,46	366,45	359,78	285,63	298,92	373,37	234,31	284,13	198,95	192,69	227,96	352,95	365,07	328,67	376,06	372,13	551,93
<b>Min</b>	1056	1011	889	1046	1054	992	1701	846	1142	879	1466	1303	1124	868	1166	1256	1183	1167	1412	1288	1368	1248	1471	848
<b>Max</b>	1422	1397	1363	1393	1373	1385	2489	2430	2441	2436	2483	2445	2847	1941	2276	2063	1777	2072	2758	2643	2660	2825	2882	2882
<b>P değeri</b>	0,003*						0,132						0,048*						0,048*					
F1	O1						Ö1						U1						Ü1					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	953,84	939,32	979,32	960,00	979,26	953,21	1594,26	1589,42	1612,24	1593,54	1493,87	1526,18	910,21	871,13	884,74	884,85	926,54	881,59	1726,43	1710,21	1781,22	1766,94	1803,77	1830,42
<b>St.Sapma</b>	148,09	108,4	114,86	106,9	150,77	108,89	185,42	188,72	155,52	154,31	370,07	382,14	136,75	153,57	139,17	110,74	182,72	142,71	180,23	221,1	189,7	209,14	181,61	210,51
<b>Min</b>	577	772	765	732	723	721	1303	1242	1392	1330	122	122	507	485	588	601	682	501	1480	1285	1473	1478	1577	1509
<b>Max</b>	1179	1123	1221	1077	1320	1113	1935	1950	1930	1875	1816	1873	1091	1103	1083	1077	1575	1097	2059	2010	2091	2194	2137	2261
<b>P değeri</b>	0,435						0,437						0,663						0,019*					

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.7 :** Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F1 parametresine dair bulgular.

F1	A2					E2					İ2					İ2								
	n=19	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Ort</b>	1330,22	1332,25	1340,65	1353,87	1348,98	1345,45	2096,46	2018,28	1993,07	2004,05	2052,26	2036,65	1582,78	1550,23	1546,16	1588,96	1585,88	1581,27	2230,77	2084,98	2091,03	2174,35	2204,26	2143,76
<b>St.Sapma</b>	165,55	121,21	123,03	119,02	125,07	137,64	269,88	230,94	196,34	230,71	207,35	224,15	164,1	138,31	157,08	127,15	168,87	184,56	393,13	291,85	341,66	307,92	290,94	389,85
<b>Min</b>	889	1071	1086	1106	1093	1104	1649	1452	1623	1576	1629	1698	1198	1196	1211	1361	1336	1327	1330	1283	1036	1251	1531	1055
<b>Max</b>	1514	1517	1519	1524	1594	1621	2543	2315	2282	2433	2409	2486	1895	1801	1931	1827	1910	1940	2651	2423	2457	2560	2666	2636
<b>P değeri</b>	0,850					0,079					0,359					0,359								
F1	O2					Ö2					U2					Ü2								
	n=19	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Ort</b>	1032,74	1089,82	1054,1	1029,87	1022,86	1064,94	1590,02	1600,14	1535,18	1564,22	1555,29	1541,22	1071,92	1199,95	1075,68	1061,93	1120,84	1078,88	1733,82	1684,82	1716,85	1713,94	1725,14	1751,08
<b>St.Sapma</b>	100,95	177,84	135,47	106,52	117,9	132,94	136,23	292,78	167,93	126,27	135,45	226,76	105,75	295,32	137,4	122,44	243,4	117,11	130,2	197,54	140,68	100,9	115,86	124,67
<b>Min</b>	789	889	866	834	795	868	1375	1295	1188	1336	1344	798	888	899	827	877	854	891	1503	1013	1466	1462	1543	1563
<b>Max</b>	1179	1700	1473	1203	1196	1465	1855	2701	1771	1749	1803	1814	1334	1934	1387	1308	2021	1354	1962	1880	1921	1880	1922	2021
<b>P değeri</b>	0,379					0,650					0,084					0,300								

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

İzole a[a], e [ɛ], ı[u], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F2 parametresine dair bulgular Tablo 4-8'te belirtilmiştir. A1, E1, İ1, Ö1 ve Ü1 seslerinin F2 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). U1 sesi için F2 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T2 ile T4 ( $p=0,002$ ) ve T3 ile T4 ( $p=0,016$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T4 zamanda ortalama T2 ve T3 zamanlarına göre daha yüksektir. Ü1 sesi için F2 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T4 ( $p=0,024$ ), T3 ile T4 ( $p=0,016$ ) ve T4 ile T5 ( $p=0,025$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T4 zamanda ortalama T0, T3 ve T5 zamanlarına göre daha yüksektir.

Kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[u], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F2 parametresine dair bulguları Tablo 4-9'da belirtilmiştir. A2, E2, İ2, U2 ve Ü2 seslerinin F2 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). İ2 sesi için F2 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T1 ( $p=0,000$ ), T0 ile T2 ( $p=0,000$ ), T0 ile T3 ( $p=0,000$ ) ve T0 ile T4 ( $p=0,031$ ) zamanları arasında ( $p=0,035$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T0 zamanda ortalama diğer zamanlara göre daha yüksektir. O2 sesi için F2 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T1 ( $p=0,013$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T0 zamanda ortalama T1 zamana göre daha yüksektir. Ö2 sesi için F2 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T1 ( $p=0,044$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T0 zamanda ortalama T1 zamana göre daha yüksektir.

**Tablo 4.8 : İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F2 parametresine dair bulgular.**

F2	A1					E1					İ1					İ1								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Ort	3107,42	3066,04	3050,23	3223,51	3204,97	3175,24	2973,74	2781,39	2884,54	2813,82	2834,82	2744,42	2966,29	2979,43	2968,17	2874,81	2948,84	2896,84	3051,84	2939,86	3042,01	3071,96	3126,22	3176,87
St.Sapma	297,49	372,73	490,22	294,45	287,43	347,79	314,1	347,2	280,76	275,74	318,49	290,33	259,46	298,49	261,01	285,05	264,08	264,22	726,23	306,6	251,46	272,71	341,83	351,06
Min	2664	2300	1659	2581	2768	2612	2430	2288	2435	2409	2298	2317	2509	2568	2464	2359	2506	2495	333	2511	2501	2514	2497	2571
Max	3674	3652	3728	3729	3825	3921	3487	3312	3318	3314	3318	3176	3564	3493	3393	3247	3322	3256	3716	3534	3522	3453	3838	3711
P değeri	0,107					0,082					0,152					0,563								
F2	Ö1					Ü1					U1					Ü1								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Ort	3098,22	3049,54	3083,76	3067,81	3165,96	3065,86	2771,87	2710,88	2756,94	2733,87	2748,03	2709,53	2907,78	2881,87	2852,43	2869,83	3049,79	3006,02	2540,03	2539,69	2599,31	2539,52	2659,76	2579,83
St.Sapma	332,91	341,13	327	259,03	313,14	339,56	260,49	268,89	259,65	291,5	265,76	246,35	304,12	286,3	298,32	298,92	264,98	287,15	243,38	225,33	229,72	258,92	199,35	234,53
Min	2566	2494	2489	2626	2582	2419	2321	2294	2259	2220	2306	2263	2388	2365	2374	2430	2531	2452	2139	2216	2160	2053	2253	2152
Max	3876	3706	3683	3612	3775	3653	3276	3139	3172	3512	3276	3117	3381	3438	3394	3536	3566	3478	2968	2950	2982	3029	2942	2885
P değeri	0,214					0,333					0,002*					0,021*								

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.9 :** Kelime içinde geçen A2, E2, I2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F2 parametresine dair bulgular.

F2	A2						E2						I2						İ2						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
n=19																									
<b>Ort</b>	2873,26	2848,64	2842,83	2786,86	2884,86	2751,99	2833,03	2815,74	2857,61	2730,92	2744,05	2718,26	2860,83	2856,06	2837,82	2817,18	2864,37	2846,64	3087,46	2822,85	2813,48	2858,83	2895,01	2932,25	
<b>St.Sapma</b>	302,3	219,36	196,79	367,15	288,34	289,84	256,9	272,89	509,71	225,98	192,83	326,32	288,45	232,52	272,55	237,08	226,08	236,27	209,97	211,23	186,3	196,3	225,19	191,26	
<b>Min</b>	2440	2498	2590	1841	2503	2078	2449	2371	1818	2391	2353	1846	2159	2496	2410	2387	2372	2374	2589	2437	2500	2574	2476	2547	
<b>Max</b>	3573	3310	3149	3323	3536	3335	3291	3364	4387	3285	3113	3229	3321	3383	3326	3167	3219	3186	3398	3304	3205	3336	3233	3230	
<b>P değeri</b>	0,277						0,332						0,933						0,000*						
F2	O2						Ö2						U2						Ü2						
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	
n=19																									
<b>Ort</b>	3021,37	2894,74	2920,81	2979,86	2956,88	2995,93	2597,22	2455,81	2513,26	2519,85	2559,84	2595,02	2771,18	2691,69	2755,43	2701,66	2787,43	2720,52	2564,26	2542,55	2570,72	2585,86	2593,86	2576,76	
<b>St.Sapma</b>	283,57	202,20	292,25	256,79	248,03	317,97	210,81	223,70	249,44	206,49	216,35	220,49	170,91	221,71	228,74	194,98	166,37	162,41	186,42	177,91	245,64	174,40	170,87	179,12	
<b>Min</b>	2598	2610	2462	2531	2555	2216	2327	2153	2158	2103	2213	2175	2461	2281	2306	2312	2434	2474	2193	2183	2206	2295	2351	2284	
<b>Max</b>	3522	3306	3422	3417	3637	3627	2915	2916	2866	2810	2920	2912	3035	3177	3196	3052	3220	3168	2968	2992	3063	2959	3020	2923	
<b>P değeri</b>	0,020*						0,007*						0,128						0,637						

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı



İzole a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F3 parametresine dair bulgular Tablo 4-10'de belirtilmiştir. I1 ve Ü1 sesleri hariç hiçbir F3 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). I1 sesi anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma Bonferroni testiyle yapılmış ve p değerleri buna göre yorumlandığında zamanın hiçbir ikili karşılaştırılmada istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Ü1 sesi için anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma Bonferroni testiyle yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi ile yorumlandığında zamanın hiçbir ikili karşılaştırılmada istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F3 parametresine dair bulguları Tablo 4-11'de belirtilmiştir. I2 sesi için F3 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında zamanın hiçbir ikili karşılaştırılmada istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). İ2 sesi için F3 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T1 ( $p=0,002$ ), T0 ile T2 ( $p=0,001$ ), T0 ile T3 ( $p=0,000$ ) ve T0 ile T4 ( $p=0,036$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T0 zamanda ortalama T1, T2, T3 ve T4 zamanlarına göre daha yüksektir. O2 sesi için F3 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T3 zamanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ( $p=0,041$ ). T0 zamanda ortalama T3 zamana göre daha yüksektir. Ü2 sesi için F3 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Bonferroni testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T3 ile T5 zamanlar arasında ( $p=0,049$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T5 zamanda ortalama T3 zamana göre daha yüksektir. A2, E2, Ö2 ve U2 seslerinin F3 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.10 :** İzole A1, E1, İ1, İ1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin F3 parametresine dair bulgular.

F3	A1					E1					İ1					İ1								
	n=19	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Ort</b>	3933,58	3781,12	3915,74	3953,19	3991,56	3940,01	3964,85	3741,33	3841,84	3736,53	3806,86	3731,94	3951,88	3775,04	3815,14	3801,83	3943,32	3964,83	4090,54	3988,88	3891,98	4010,02	3931,31	3975,69
<b>St.Sapma</b>	450,34	424,83	401,88	384,19	363,09	433,42	488,16	461,98	399,08	408,64	465,02	509,35	304,02	330,17	385,94	299,85	371,47	417,15	384,72	478,94	462,51	437,22	355,64	443,99
<b>Min</b>	3030	3047	2984	3246	3492	3100	2991	3061	3182	3166	3178	3051	3421	3178	3144	3218	3232	3189	3193	3223	3075	3054	3321	3215
<b>Max</b>	4578	4632	4407	4536	4641	4662	4852	4716	4449	4484	4687	4825	4517	4347	4538	4291	4511	4521	4579	4716	4462	4555	4456	4681
<b>P değeri</b>	0,202					0,280					<b>0,025*</b>					0,322								
F3	O1					Ö1					U1					Ü1								
	n=19	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Ort</b>	3801,14	3746,02	3727,67	3688,43	3813,93	3779,81	3847,85	3781,85	3808,29	3790,05	3805,07	3849,21	3673,94	3520,65	3635,68	3547,54	3967,99	3773,1	3683,53	3632,86	3712,92	3700,64	3783,85	3739,74
<b>St.Sapma</b>	365,79	319,35	378,15	375,09	354,32	352,24	448,53	287,49	409,15	335,35	389,31	346,06	328,65	263,77	191,87	264,54	879,3	369,99	362,97	324,78	277,71	333,46	263,45	334,76
<b>Min</b>	3174	3220	3196	3133	3262	3187	2912	3311	3138	3152	3013	3157	3078	3150	3288	3001	3224	3113	3094	3106	3317	3137	3361	3078
<b>Max</b>	4437	4497	4567	4496	4475	4563	4537	4240	4565	4425	4386	4357	4156	4118	3945	4050	7313	4447	4660	4164	4302	4347	4201	4410
<b>P değeri</b>	0,198					0,799					0,087					<b>0,034*</b>								

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.11 :** Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin F3 parametresine dair bulgular.

F3	A2						E2						İ2						İ2					
	n=19	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Ort</b>	3829,26	3733,64	3768,86	3721,83	3829,82	3821,74	3795,01	3751,84	3772,17	3705,86	3718,03	3760,43	3891	3742,84	3761,46	3760,73	3932,96	3855,84	3972,86	3715,88	3673,92	3764,19	3760,64	3808,15
<b>St.Sapma</b>	343,64	239,68	280,17	270,6	291,86	368,61	355,09	301,65	320,87	287,72	238,39	371,60	301,75	225,62	291,82	368,67	362,95	258,73	257,52	323,38	236,43	213,1	257,77	372,76
<b>Min</b>	3135	3248	3174	3324	3429	3305	3213	3348	3191	3229	3359	3218	3381	3388	3376	3091	3270	3334	3464	3099	3377	3382	3273	3327
<b>Max</b>	4447	4129	4280	4375	4382	4444	4332	4331	4382	4441	4227	4386	4391	4379	4376	4364	4620	4226	4355	4438	4225	4242	4190	4687
<b>P değeri</b>	0,257						0,831						0,013*						0,001*					
	O2						Ö2						U2						Ü2					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	3778,54	3649,74	3722	3670,48	3779,82	3818,48	3692	3591	3645	3667	3689	3762	3685	3558	4096	3632	3705	4382	3659	3550	3713	3668	3654	3708
<b>St.Sapma</b>	243,8	205,71	276,85	301,83	254,09	345,95	296,65	262,69	282,69	284,37	283,15	301,14	205,41	236,68	2210,27	214,6	228,84	3115	253,5	241,	319,19	268,75	302,71	295,54
<b>Min</b>	3235	3319	3309	3163	3347	3171	2834	3101	3114	3139	2990	3306	3404	3263	3052	3342	3325	3273	3165	3164	3127	3163	3090	3120
<b>Max</b>	4212	4100	4254	4226	4221	4331	3993	4120	4299	4283	4227	4256	4148	3950	13183	4029	4151	17193	4124	4134	4303	4274	4202	4234
<b>P değeri</b>	0,003*						0,200						0,537						0,004*					

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

İzole a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ],  [œ] u[u] ve  [y] seslerinin shimmer parametresine dair bulgular Tablo 4-12'te belirtilmiştir. A1, E1, I1, İ1, O1,  1, U1 ve  1 seslerinin hiçbirinde Shimmer parametresine dair verilerde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ],  [œ] u[u] ve  [y] seslerinin Shimmer parametresine dair bulgular Tablo 4-13'da belirtilmiştir A2, E2, I2, İ2, O2,  2, U2 ve  2 seslerinin hiçbirinde Shimmer değerleri zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir ( $p>0,05$ ).



**Tablo 4.12 : İzole A1, E1, İ1, İ1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin Shimmer parametresine dair bulgular.**

Shimmer	A1						E1						İ1						İ1					
	n=19	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Ort</b>	3,16	3,37	3,35	4,25	3,80	3,68	3,16	3,19	3,58	2,67	3,32	2,86	3,04	2,99	3,13	2,73	2,9	3,34	2,74	2,53	75,53	3,35	3,94	3,29
<b>St.Sapma</b>	1,40	1,47	1,45	2,14	2,16	1,50	1,38	2,37	1,85	1,30	2,03	1,50	1,75	1,97	1,54	1,56	1,02	1,83	1,60	1,43	315,41	1,34	2,00	2,28
<b>Min</b>	1,20	1,28	1,83	1,29	1,22	1,33	1,74	0,76	1,81	1,31	0,95	0,62	1,10	0,97	0,82	0,82	0,94	1,59	0,66	0,93	0,37	1,10	1,28	1,08
<b>Max</b>	6,22	6,05	7,24	9,07	9,74	6,78	5,94	10,27	9,01	6,53	9,66	7,09	7,94	7,97	6,96	6,40	5,29	9,43	7,95	6,86	1378	6,23	9,40	11,90
<b>P değeri</b>	0,912						0,052						0,337						0,072					
	O1						Ö1						U1						Ü1					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	2,97	3,01	3,20	3,23	3,37	3,89	3,25	3,48	3,04	2,86	3,02	2,98	2,85	2,94	2,61	2,80	2,53	2,86	2,96	2,75	3,34	3,13	3,15	3,63
<b>St.Sapma</b>	1,52	1,67	1,42	1,23	1,78	2,21	2,06	1,96	1,41	1,19	1,47	1,01	1,57	1,54	1,25	1,08	1,32	1,39	1,97	1,14	1,47	1,44	2,00	1,49
<b>Min</b>	0,99	1,13	1,06	1,64	1,00	1,00	0,87	1,21	0,93	1,58	0,68	0,98	1,18	1,18	1,00	1,40	0,88	1,00	1,02	1,09	1,54	1,48	0,61	1,70
<b>Max</b>	6,42	7,86	5,65	6,35	7,15	8,51	10,38	7,94	5,31	5,88	6,37	5,10	6,68	7,29	4,82	6,32	5,80	5,62	8,63	5,77	6,09	6,48	7,43	7,92
<b>P değeri</b>	0,544						0,997						0,889						0,712					

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.13 :** Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin Shimmer parametresine dair bulgular.

Shimmer	A2					E2					İ2					İ2								
	n=19	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4
<b>Ort</b>	6,71	6,88	5,74	5,81	6,87	6,06	6,38	6,32	6,28	6,14	6,47	7,06	6,25	6,05	6,19	6,14	6,76	6,21	5,67	5,87	6,07	6,38	7,09	6,62
<b>St.Sapma</b>	2,98	2,79	2,45	2,04	2,90	2,26	1,97	1,96	1,89	2,31	2,11	3,26	2,19	1,98	2,41	2,28	2,02	2,93	1,12	3,16	2,87	2,11	3,21	2,76
<b>Min</b>	2,24	2,33	3,15	2,23	3,33	3,59	3,64	2,00	4,06	2,25	3,18	3,36	2,36	1,80	2,20	2,94	2,43	2,29	2,76	3,61	2,41	3,30	4,17	3,18
<b>Max</b>	16,48	14,33	13,75	11,21	12,17	11,09	11,42	11,89	10,95	13,02	9,91	18,05	10,90	10,46	10,53	12,95	10,28	13,55	7,26	16,90	12,27	11,03	16,77	11,85
<b>P değeri</b>	0,177					0,940					0,673					0,529								
Shimmer	O2					Ö2					U2					Ü2								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	6,34	5,99	6,73	5,40	6,18	6,14	6,12	6,46	6,24	5,53	6,68	6,27	5,05	5,22	5,11	5,64	5,11	5,04	5,82	5,66	6,00	6,15	5,42	5,94
<b>St.Sapma</b>	2,81	2,56	2,55	1,92	2,54	2,56	1,63	1,77	1,59	1,71	2,64	2,13	1,53	1,67	2,00	2,40	1,19	1,97	2,12	1,60	2,80	2,15	1,66	2,89
<b>Min</b>	2,03	2,68	3,05	2,39	3,66	2,93	3,32	3,92	3,19	2,45	2,99	3,47	2,37	2,22	2,94	1,67	3,19	2,46	2,04	3,54	2,90	2,17	2,93	2,15
<b>Max</b>	12,52	12,91	11,20	10,42	14,56	12,80	9,14	9,70	9,02	8,96	12,06	11,79	8,10	8,72	11,67	11,03	7,20	9,75	9,45	10,19	15,59	9,54	8,40	14,77
<b>P değeri</b>	0,243					0,638					0,810					0,873								

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

İzole a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ],  [œ] u[u] ve  [y] seslerinin Jitter parametresine dair bulgular Tablo 4-14'te belirtilmiŒtir. A1, E1, I1, O1,  1, U1 ve  1 seslerinin Jitter değerlerinde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıŒtır ( $p>0,05$ ).  1 sesi için Jitter  l m nde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuŒtur ( $p=0,001$ ). Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karŒılaŒtırma testi olarak Mann-Whitney U testi yapılıŒ ve p değeri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T1 ile T2 ( $p=0,008$ ) ve T1 ile T4 zamanlar arasında ( $p=0,041$ ) istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. T1 zamanda ortalama T2 ve T4 zamana göre daha d Œ kt r.

Kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ],  [œ] u[u] ve  [y] seslerinin Jitter parametresine dair bulguları Tablo 4-15'te belirtilmiŒtir. Seslerinin hiçbirinde Jitter parametresinde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıŒtır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.14 :** İzole A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin Jitter parametresine dair bulgular.

Jitter	A1						E1						İ1						İ1					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>n=19</b>																								
<b>Ort</b>	0,281	0,333	0,328	0,450	0,344	0,294	0,286	0,391	0,275	0,286	0,292	0,348	0,216	0,327	0,270	0,350	0,277	0,291	0,217	0,213	12,448	0,237	0,369	0,343
<b>St.Sapma</b>	0,128	0,164	0,268	0,475	0,177	0,144	0,101	0,442	0,168	0,183	0,127	0,242	0,137	0,324	0,260	0,346	0,155	0,169	0,077	0,125	52,682	0,056	0,256	0,138
<b>Min</b>	0,111	0,139	0,126	0,093	0,160	0,126	0,128	0,119	0,083	0,159	0,092	0,128	0,025	0,119	0,079	0,080	0,100	0,080	0,101	0,106	0,145	0,137	0,102	0,100
<b>Max</b>	0,594	0,756	1,268	2,245	0,799	0,608	0,537	2,165	0,824	0,967	0,570	1,046	0,654	1,557	1,239	1,498	0,699	0,693	0,378	0,669	230,0	0,323	1,070	0,637
<b>P değeri</b>	0,570						0,787						0,247						<b>0,001*</b>					
	O1						Ö1						U1						Ü1					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	0,279	0,308	0,240	0,404	0,263	0,354	0,312	0,287	0,214	0,256	0,286	0,356	0,245	0,231	0,213	0,292	0,229	0,326	0,293	0,293	0,303	0,427	0,323	0,273
<b>St.Sapma</b>	0,168	0,264	0,135	0,422	0,162	0,262	0,477	0,170	0,086	0,166	0,212	0,283	0,116	0,131	0,117	0,264	0,126	0,229	0,213	0,212	0,263	0,516	0,252	0,232
<b>Min</b>	0,091	0,140	0,080	0,130	0,029	0,080	0,103	0,113	0,093	0,110	0,116	0,099	0,099	0,078	0,113	0,089	0,067	0,107	0,101	0,077	0,096	0,126	0,089	0,124
<b>Max</b>	0,725	1,336	0,649	1,748	0,689	1,104	2,264	0,742	0,401	0,825	1,055	1,096	0,573	0,565	0,602	1,307	0,483	0,833	0,997	0,855	1,261	2,397	1,170	1,183
<b>P değeri</b>	0,672						0,184						0,635						0,199					

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı



**Tablo 4.15 :** Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin Jitter parametresine dair bulgular.

Jitter	A2						E2						İ2						İ2					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>n=19</b>																								
<b>Ort</b>	0,677	0,802	0,566	0,593	0,786	0,713	0,639	0,567	4,431	0,610	0,642	0,766	0,831	0,773	13,516	0,685	1,003	0,790	0,782	0,736	0,788	0,785	1,144	0,975
<b>St.Sapma</b>	0,306	0,759	0,313	0,244	0,532	0,306	0,328	0,198	16,324	0,253	0,372	0,356	0,616	0,291	54,538	0,470	0,727	0,529	0,327	0,346	0,616	0,325	0,992	0,567
<b>Min</b>	0,309	0,263	0,179	0,274	0,255	0,294	0,234	0,217	0,261	0,238	0,198	0,306	0,293	0,280	0,309	0,266	0,233	0,382	0,332	0,420	0,243	0,320	0,328	0,381
<b>Max</b>	1,458	3,752	1,629	1,017	2,188	1,476	1,569	0,905	71,818	1,202	1,782	1,562	2,994	1,310	238,643	1,775	2,819	2,477	1,525	1,746	2,651	1,508	4,381	2,475
<b>P değeri</b>			0,654						0,149						0,267						0,141			
	O2						Ö2						U2						Ü2					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	0,762	0,641	0,778	0,767	0,711	0,698	0,596	0,689	0,645	0,557	0,662	0,663	0,754	0,658	7,571	0,618	0,657	8,448	0,882	0,747	0,661	0,717	0,798	0,697
<b>St.Sapma</b>	0,507	0,364	0,608	0,543	0,442	0,308	0,270	0,367	0,347	0,218	0,341	0,344	0,339	0,281	30,297	0,225	0,355	34,007	0,574	0,322	0,303	0,293	0,456	0,372
<b>Min</b>	0,174	0,224	0,271	0,277	0,269	0,340	0,131	0,250	0,231	0,190	0,333	0,280	0,376	0,331	0,272	0,325	0,171	0,288	0,326	0,335	0,298	0,404	0,302	0,261
<b>Max</b>	2,313	1,457	2,535	2,259	2,089	1,486	1,076	1,686	1,513	1,244	1,430	1,560	1,613	1,171	132,680	1,048	1,722	148,873	2,215	1,536	1,456	1,264	1,716	1,734
<b>P değeri</b>			0,934						0,879						0,192						0,590			

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

İzole a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin NHR parametresine dair bulgular Tablo 4-16’te belirtilmiştir. A1, E1, I1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin NHR ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). İ1 sesi için NHR ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Anlamlılığın hangi zamanlardan kaynaklandığını belirlemek için ikili karşılaştırma testi olarak Mann-Whitney U testi yapılmış ve p değerleri Bonferroni düzeltmesi yapılarak yorumlandığında, T0 ile T4 ( $p=0,036$ ) ve T1 ile T4 zamanlar arasında ( $p=0,031$ ) istatistiksel olarak anlamlı fark vardır. T4 zamanda ortalama t0 ve T1 zamana göre daha yüksektir.

Kelime içinde geçen a[a], e [ɛ], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin NHR parametresine dair bulguları Tablo 4-17’de belirtilmiştir. Seslerinin hiçbirinde NHR ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.16** : İzole A1, E1, İ1, İ1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin NHR parametresine dair bulgular.

NHR	A1						E1						İ1						İ1					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>n=19</b>																								
<b>Ort</b>	0,008	0,013	0,014	0,019	0,011	0,012	0,007	0,022	0,011	0,012	0,011	0,017	0,011	0,008	0,005	0,008	0,004	0,006	0,003	0,004	0,007	0,004	0,011	0,008
<b>St.Sapma</b>	0,005	0,017	0,018	0,025	0,009	0,013	0,002	0,040	0,011	0,020	0,009	0,020	0,025	0,015	0,005	0,017	0,005	0,008	0,002	0,005	0,009	0,003	0,011	0,013
<b>Min</b>	0,002	0,003	0,001	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001
<b>Max</b>	0,022	0,079	0,079	0,101	0,035	0,054	0,012	0,177	0,049	0,078	0,038	0,064	0,100	0,066	0,028	0,076	0,023	0,035	0,009	0,025	0,044	0,011	0,052	0,062
<b>P değeri</b>	0,994						0,601						0,957						<b>0,011*</b>					
	O1						Ö1						U1						Ü1					
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	0,005	0,009	0,004	0,011	0,006	0,012	0,021	0,014	0,004	0,008	0,005	0,008	0,004	0,002	0,003	0,005	0,002	0,006	0,004	0,005	0,011	0,008	0,007	0,006
<b>St.Sapma</b>	0,006	0,027	0,006	0,028	0,009	0,019	0,067	0,027	0,003	0,018	0,003	0,011	0,005	0,002	0,004	0,011	0,002	0,010	0,004	0,01	0,031	0,017	0,015	0,011
<b>Min</b>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Max</b>	0,026	0,122	0,030	0,119	0,040	0,070	0,297	0,117	0,015	0,085	0,013	0,045	0,020	0,010	0,023	0,052	0,007	0,042	0,021	0,045	0,139	0,076	0,054	0,051
<b>P değeri</b>	0,547						0,773						0,961						0,825					

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.17 :** Kelime içinde geçen A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin NHR parametresine dair bulgular.

NHR	A2					E2					İ2					İ2								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	0,072	0,062	0,056	0,061	0,071	0,074	0,047	0,044	0,044	0,050	0,054	0,064	0,046	0,042	0,029	0,035	0,052	0,043	0,041	0,036	0,033	0,039	0,059	0,046
<b>St.Sapma</b>	0,045	0,059	0,060	0,046	0,056	0,051	0,026	0,035	0,031	0,033	0,043	0,044	0,054	0,038	0,016	0,027	0,037	0,050	0,026	0,030	0,027	0,024	0,048	0,031
<b>Min</b>	0,028	0,010	0,015	0,008	0,009	0,021	0,011	0,014	0,010	0,013	0,017	0,009	0,006	0,007	0,005	0,008	0,005	0,005	0,013	0,009	0,005	0,007	0,013	0,010
<b>Max</b>	0,202	0,284	0,280	0,171	0,218	0,190	0,106	0,146	0,143	0,136	0,197	0,192	0,252	0,161	0,069	0,113	0,120	0,220	0,103	0,122	0,113	0,086	0,201	0,113
<b>P değeri</b>	0,557					0,352					0,113					0,054								
	O2					Ö2					U2					Ü2								
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
<b>Ort</b>	0,040	0,044	0,042	0,040	0,043	0,039	0,055	0,045	0,042	0,034	0,040	0,036	0,040	0,021	0,021	0,020	0,024	0,022	0,042	0,031	0,025	0,032	0,029	0,026
<b>St.Sapma</b>	0,033	0,050	0,041	0,039	0,041	0,036	0,070	0,033	0,026	0,016	0,030	0,031	0,081	0,017	0,016	0,012	0,027	0,022	0,040	0,029	0,020	0,026	0,030	0,025
<b>Min</b>	0,009	0,004	0,008	0,006	0,011	0,005	0,013	0,011	0,009	0,009	0,008	0,006	0,005	0,005	0,004	0,003	0,002	0,003	0,004	0,007	0,002	0,005	0,005	0,003
<b>Max</b>	0,141	0,228	0,151	0,154	0,141	0,146	0,336	0,136	0,093	0,063	0,141	0,136	0,368	0,068	0,067	0,045	0,106	0,084	0,163	0,139	0,072	0,091	0,131	0,113
<b>P değeri</b>	0,800					0,201					0,561					0,344								

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA testi, \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

### 4.3 İzole Seslerdeki Değişim Miktarının Kontrol Grubu Verileriyle Karşılaştırılması

İzole seslerde tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T5) kaydedilen parametrelerdeki değişimler fark değerleri ile ifade edilmiş (Örn:  $\Delta F0$ ), kontrol ve tedavi gruplarının ortalama ve standart sapmasının yanı sıra grupların karşılaştırılması ile elde edilen p değerleri Tablo 4-18'de belirtilmiştir. Kontrol ve tedavi gruplarının izole a[a], e[ε], ı[u], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin  $\Delta F0$  parametresine dair bulguları karşılaştırıldığında, u[u] sesi hariç (p=0,025) hiçbir sesle kaydedilen değişiklik miktarı istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemiştir. u[u] sesinin  $\Delta F0$  parametresi, tedavi grubunda kontrol grubuna göre daha fazla değişiklik göstermiştir. a[a] (p=0,03) ve u[u] (p=0,046) seslerinin  $\Delta F1$  parametresi, tedavi grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla değişiklik göstermiştir. Seslerinin  $\Delta F2$  parametresine dair bulgular incelendiğinde sadece e[ε], sesinde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuştur (p=0,037). e[ε], sesinin  $\Delta F2$  parametresi, tedavi grubunda kontrol grubuna göre daha fazla değişiklik göstermiştir. Kontrol ve tedavi grupları arasında  $\Delta F3$  parametresine istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Üç saniye aralıktaki ses dalgalarının en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki amplitüt farkı değerleri olan Shimmer parametresinde zamanla gerçekleşen değişim karşılaştırıldığında i[i] (p=0,017) ve o[ɔ] (p=0,002) seslerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş ve kontrol grubu tedavi grubuna göre daha fazla değişiklik göstermiştir. Jitter parametresinde zamanla gerçekleşen değişim kontrol ve tedavi gruplarında karşılaştırıldığında; e[ε] (p=0,046) ve i (p=0,017) seslerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. e[ε] sesinin Jitter parametresi, kontrol grubunda, i[i] sesinin jitter parametresi ise tedavi grubunda daha fazla değişiklik göstermiştir. NHR parametresinde meydana gelen değişiklik miktarları açısından sadece i[i] (p=0,012) ve o[ɔ] (p=0,009) seslerinde tedavi grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha fazla bulunmuştur.

**Tablo 4.18 :** Tedavi ve kontrol gruplarının A1, E1, İ1, Ö1, U1 ve Ü1 seslerinin  $\Delta F0$ ,  $\Delta F1$ ,  $\Delta F2$ ,  $\Delta F3$ ,  $\Delta$ Shimmer,  $\Delta$ Jitter,  $\Delta$ NHR değerlerinin karşılaştırılması.

		$\Delta F0$		$\Delta F1$		$\Delta F2$		$\Delta F3$		$\Delta$ Shimmer		$\Delta$ Jitter		$\Delta$ NHR	
		Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p
a [a]	T	1,47 $\pm$ 51,26	0,544	1,47 $\pm$ 51,26	<b>0,03*</b>	-68,47 $\pm$ 244	0,311	-68 $\pm$ 244	0,624	-0,52 $\pm$ 2,17	0,297	-0,013 $\pm$ 0,163	0,223	-,003 $\pm$ 0,014	0,191
	K	-1,94 $\pm$ 6,41		-1,94 $\pm$ 56,4		-47,05 $\pm$ 699		-47 $\pm$ 699		0,57 $\pm$ 1,97		0,024 $\pm$ 0,193		,002 $\pm$ 0,016	
e [ɛ]	T	-5,31 $\pm$ 50,34	0,253	121,4 $\pm$ 354	0,603	228,5 $\pm$ 336,7	<b>0,037*</b>	233 $\pm$ 507	0,603	0,29 $\pm$ 1,74	0,163	0,298 $\pm$ 1,74	<b>0,046*</b>	-,009 $\pm$ 0,2	0,057
	K	16,05 $\pm$ 75,06		60,94 $\pm$ 423		9,73 $\pm$ 324,2		55,8 $\pm$ 616		1,29 $\pm$ 1,82		1,29 $\pm$ 1,82		,002 $\pm$ 0,006	
ı [ɯ]	T	13,73 $\pm$ 79,58	0,603	131,2 $\pm$ 308,5	0,116	70,3 $\pm$ 163,7	0,435	-12 $\pm$ 311	0,817	-0,3 $\pm$ 1,55	0,191	-0,3 $\pm$ 1,55	0,544	,005 $\pm$ 0,023	0,624
	K	32,17 $\pm$ 115,5		64,35 $\pm$ 378,7		256,2 $\pm$ 932		143 $\pm$ 1158		0,43 $\pm$ 1,79		0,43 $\pm$ 1,8		0,0004 $\pm$ 0,031	
i [i]	T	-52,8 $\pm$ 288,2	0,624	101,8 $\pm$ 555,5	0,817	-124 $\pm$ 801,4	0,13	115 $\pm$ 368	0,234	-0,55 $\pm$ 1,5	<b>0,017*</b>	-0,126 $\pm$ 0,14	<b>0,017*</b>	-0,004 $\pm$ 0,013	<b>0,012*</b>
	K	4,47 $\pm$ 32,2		42,52 $\pm$ 474,8		83,7 $\pm$ 164,2		-17 $\pm$ 346		1,09 $\pm$ 2,32		0,023 $\pm$ 0,19		,003 $\pm$ 0,006	
o [ɔ]	T	17,3 $\pm$ 66,6	0,954	0,631 $\pm$ 81,233	0,977	32,4 $\pm$ 179	0,506	21,6 $\pm$ 205	0,07	-0,9 $\pm$ 2,58	<b>0,002*</b>	-0,074 $\pm$ 0,31	0,271	-0,00 $\pm$ 0,02	<b>0,009*</b>
	K	11,63 $\pm$ 77,09		63,36 $\pm$ 348,4		-40,8 $\pm$ 373		51,9 $\pm$ 491		1,32 $\pm$ 1,83		0,059 $\pm$ 0,15		,003 $\pm$ 0,007	
ö [œ]	T	-4,94 $\pm$ 58,5	0,863	67,31 $\pm$ 366,1	0,84	61,9 $\pm$ 123,7	0,773	-1,8 $\pm$ 315	0,506	0,26 $\pm$ 2,07	0,506	-0,04 $\pm$ 0,54	0,116	0,013 $\pm$ 0,069	0,116
	K	-3,63 $\pm$ 52,3		-17,4 $\pm$ 87,1		64,2		90 $\pm$ 172		0,31 $\pm$ 1,75		0,02 $\pm$ 0,123		-,0004 $\pm$ 0,005	
u [u]	T	19,52 $\pm$ 52,1	<b>0,025*</b>	28,31 $\pm$ 148,5	<b>0,046*</b>	-98,6 $\pm$ 162,1	0,212	-99 $\pm$ 269	0,138	-0,008 $\pm$ 2,1	0,138	-0,081 $\pm$ 0,22	0,954	-,001 $\pm$ 0,012	0,729
	K	-20 $\pm$ 47,96		-98,7 $\pm$ 204,2		-17 $\pm$ 293,1		35 $\pm$ 229		0,89 $\pm$ 1,8		-0,058 $\pm$ 0,13		-,0003 $\pm$ 0,004	
ü [y]	T	1,89 $\pm$ 38	0,931	103,8 $\pm$ 186,8	0,234	-39,1 $\pm$ 155	0,435	-56 $\pm$ 143	0,538	-0,6 $\pm$ 2,18	0,163	0,019 $\pm$ 0,327	0,664	-,001 $\pm$ 0,012	0,603
	K	2,57 $\pm$ 24,83		59,73 $\pm$ 235,4		-79,7 $\pm$ 299		116 $\pm$ 812		0,426		-0,051 $\pm$ 0,49		,0003 $\pm$ 0,003	

Mann-Whitney U testi. \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı

#### 4.4 Kelime İçinde Geçen Seslerdeki Değişim Miktarının Kontrol Grubu Verileriyle Karşılaştırılması

Kelime içinde geçen a[a], e [ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ],  [œ] u[u] ve  [y] seslerinin F1 parametresine dair bulgular Tablo 4-19'da belirtilmiştir. A2, E2, İ2,  2, O2,  2, U2 ve  2 seslerinin  $\Delta F0$ ,  $\Delta F1$ ,  $\Delta F2$  ve  $\Delta F3$  parametreleri ölçümlerindeki değişiklik miktarları kontrol ve tedavi grupları arasında karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Shimmer ve Jitter parametreleri ölçümlerindeki değişiklik miktarları kontrol ve tedavi grupları arasında karşılaştırılmış ve İ2 sesi hariç hiçbir seste istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). İ2 sesinin  $\Delta$ Shimmer ve  $\Delta$ Jitter parametreleri, tedavi grubunda kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde daha fazla değişiklik göstermiştir. A2, İ2, O2,  2, U2 ve  2 seslerinin  $\Delta$ NHR parametresi ölçümlerindeki değişiklik miktarları kontrol ve tedavi grupları arasında karşılaştırılmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). E2 sesi için  $\Delta$ NHR ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p=0,046$ ). E2 sesinin  $\Delta$ NHR parametresi, tedavi grubunda kontrol grubuna göre daha fazla değişiklik göstermiştir. İ2 sesinin  $\Delta$ NHR parametresinde ise kontrol grubunda tedavi grubuna göre daha fazla değişiklik bulunmuştur ( $p=0,017$ ).

**Tablo 4.19 :** Tedavi ve kontrol gruplarının A2, E2, İ2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 seslerinin  $\Delta F0$ ,  $\Delta F1$ ,  $\Delta F2$ ,  $\Delta F3$ ,  $\Delta$ Shimmer,  $\Delta$ Jitter,  $\Delta$ NHR değerlerinin karşılaştırılması

		$\Delta F0$		$\Delta F1$		$\Delta F2$		$\Delta F3$		$\Delta$ Shimmer		$\Delta$ Jitter		$\Delta$ NHR	
		Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p	Ort. $\pm$ SS	p
a [a]	T	-22 $\pm$ 53,4	0,116	-14 $\pm$ 128	0,223	122 $\pm$ 300	0,954	8,4 $\pm$ 315	0,885	0,64 $\pm$ 3,79	0,370	-0,03 $\pm$ 0,39	0,817	-0,002 $\pm$ 0,049	0,603
	K	-9,01 $\pm$ 54		-40,3 $\pm$ 102		80 $\pm$ 230		28 $\pm$ 275		-0,9 $\pm$ 2,74		0,047 $\pm$ 0,51		,015 $\pm$ 0,075	
e [ɛ]	T	1,68 $\pm$ 71,9	0,402	59,8 $\pm$ 135	0,840	114 $\pm$ 257	0,795	34,8 $\pm$ 342	0,751	-0,67 $\pm$ 3,17	0,339	-0,12 $\pm$ 0,35	0,172	-0,017 $\pm$ 0,039	<b>0,046*</b>
	K	1,73 $\pm$ 23		22,4 $\pm$ 303		112 $\pm$ 205		118 $\pm$ 281		0,39 $\pm$ 1,7		0,04 $\pm$ 0,41		,013 $\pm$ 0,054	
ı [ɯ]	T	6,45 $\pm$ 61,42	0,212	1,1 $\pm$ 129	0,908	14 $\pm$ 310	0,665	36 $\pm$ 242	0,863	0,03 $\pm$ 1,37	0,863	-0,4 $\pm$ 0,73	0,402	,002 $\pm$ 0,06	0,271
	K	-2,94 $\pm$ 19		-23,8 $\pm$ 87		23 $\pm$ 144		36 $\pm$ 259		0,11 $\pm$ 1,24		0,11 $\pm$ 0,33		-0,007 $\pm$ 0,024	
i [i]	T	1,54 $\pm$ 45,9	0,402	87,6 $\pm$ 383	0,506	154 $\pm$ 230	0,665	164 $\pm$ 300	0,201	-0,95 $\pm$ 2,88	<b>0,046*</b>	-0,19 $\pm$ 0,38	<b>0,001*</b>	-0,004 $\pm$ 0,024	<b>0,017*</b>
	K	-7,07 $\pm$ 41,84		128 $\pm$ 286		107 $\pm$ 179		35 $\pm$ 352		0,77 $\pm$ 1,67		0,27 $\pm$ 0,41		,02 $\pm$ 0,034	
o [ɔ]	T	-7,2 $\pm$ 51,9	0,116	-31 $\pm$ 163	1,000	26 $\pm$ 179	0,452	-40 $\pm$ 227	0,385	0,19 $\pm$ 2,72	0,418	0,06 $\pm$ 0,51	0,817	-0,01 $\pm$ 0,38	0,885
	K	17,18 $\pm$ 40,8		-8,78 $\pm$ 120		71,8 $\pm$ 168		30 $\pm$ 178		0,98 $\pm$ 0,92		0,04 $\pm$ 0,52		,008 $\pm$ 0,049	
ö [œ]	T	1,14 $\pm$ 48,9	0,470	49 $\pm$ 177	0,116	1,73 $\pm$ 187	0,370	-70 $\pm$ 389	0,603	-0,14 $\pm$ 2,12	0,554	-0,06 $\pm$ 0,38	0,751	0,018 $\pm$ 0,048	0,096
	K	12,7 $\pm$ 39,5		-26 $\pm$ 56		32 $\pm$ 149		1 $\pm$ 181		0,43 $\pm$ 2,09		-0,08 $\pm$ 0,33		-,001 $\pm$ 0,023	
u [u]	T	2,84 $\pm$ 60,17	0,418	-6,21 $\pm$ 150	0,544	50 $\pm$ 163	0,191	-697 $\pm$ 3023	0,258	-0,003 $\pm$ 2,08	0,181	-7,6 $\pm$ 34	0,172	,017 $\pm$ 0,078	0,624
	K	16,22 $\pm$ 48		-15,1 $\pm$ 283		-11 $\pm$ 218		60 $\pm$ 146		0,82 $\pm$ 1,82		-0,03 $\pm$ 0,26		-,008 $\pm$ 0,023	
ü [y]	T	-2,7 $\pm$ 25,4	0,603	-18 $\pm$ 90	0,234	-12 $\pm$ 109	0,057	-49 $\pm$ 169	0,091	-0,12 $\pm$ 3,06	0,840	0,18 $\pm$ 0,34	0,258	,015 $\pm$ 0,03	0,311
	K	3,17 $\pm$ 18,3		-3,26 $\pm$ 69		-56,8 $\pm$ 105		26 $\pm$ 110		-0,24 $\pm$ 2,33		-0,01 $\pm$ 0,56		,004 $\pm$ 0,026	

Mann-Whitney U testi. \*p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı



## 5. TARTIŞMA

### 5.1 Gereç ve Yöntemin Tartışılması

Son yıllarda estetik kaygıların ön plana çıkmasıyla birlikte ortodontik tedavi talebinde bulunan erişkin hasta sayısında ciddi artış yaşanmaktadır [69, 79, 115, 116, 152]. Bireyin yaşları arttıkça kemikte bir takım metabolik ve yapısal değişiklikler meydana gelmektedir. Bu nedenle yaşlanmayla kemiğin elastikiyeti azalmakta ve daha rijit hale gelmektedir. Üst çenenin genişletilmesi esnasında da karşılaşılan direnç yaşla artmaktadır ve genişletme sonrasında elde edilen sonuç iskeletselden çok dentoalveolar yapılar ile sınırlı kalmaktadır [69, 79, 115, 116, 129].

Büyüme gelişimini tamamlamış, maksiller darlığı olan bireylerde üst çenenin genişletilmesi esnasında oluşan direnç sebebiyle posterior dişler bukkale devrilebilmektedir. İstenmeyen bu yan etkiyle kök rezorpsiyonu, palatal tüberküllerin sarkması, periodontal hasar ve ağrı gibi komplikasyonlar oluşabilmektedir [3]. Çapraşıklığın çözülmesi için gerekli yer elde edilebilmesi, bukkal koridorların doldurulması, mandibula ile transversal ilişkinin düzeltilmesi gibi avantajları sebebiyle cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi tedavi protokolü son yıllarda artan erişkin hasta sayısı ile daha popüler bir tedavi alternatifi haline gelmiştir [3, 69, 108, 120, 153].

Bu çalışmada büyüme gelişimini tamamlamış, Bezmialem Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ortodonti Bölümü vaka toplantısı kararına göre üst çene darlığı bulunan, çene genişletmesinde ise cerrahi desteğe ihtiyacı uygun görülmüş 19 hasta dahil edilmiştir.

Hızlı üst çene genişletmesi uygulanan hastalarda tedavi etkinliğinde cinsiyetler arası fark olmadığı, daha çok bireylerin yaşının önemli olduğu bir çok çalışmada rapor edilmiştir [114, 121, 124, 125]. Bu çalışmada 5 erkek 14 kadın dahil edilmiş ve cinsiyetler arasında fark olup olmadığı araştırılmamıştır.

Lehman ve ark. oklüzal radyograflerin midpalatal süturun ossifikasyonunun belirlenmesinde önemli bir materyal olduğunu savunmuştur [154]. Fakat bu

radlyografilerde süperimpozisyonlar olduğu için güvenilirliği tartışma konusu olmuştur. Süturun özellikle arka kısımlarının görüntülenmesinde güçlük yaşanmaktadır. Yapılan histolojik araştırmalarda ise süturun posterior kısmının anterior kısmına göre daha yüksek direnç sağladığı rapor edilmiştir. Ayrıca midpalatal sütün diğer direnç gösteren yapılara kıyasla oldukça az direnç gösterdiğinden oklüzal radyografiler bu konuda teşhis materyali olarak değerlerini yitirmiştir [3, 82, 121, 135].

Betts ve ark. erişkin hastalarda genişletme uygulaması öncesinde tüm direnç bölgelerinin osteotomisini önermiştir [57]. Buna karşın midpalatal sütünun osteotomisini önermeyen birçok farklı araştırmacı mevcuttur [113, 120, 155, 156].

Glassman ve ark., yaşları 14-44 arasında değişen 16 hastaya midpalatal sütün ve pterigomaksiller osteotomi yapmadan, apertura priformisten pterigoid çıkıntıya kadar uzanan ve zigomatik sırtların dahil olduğu bölgeye lateral osteotomi yapmıştır. Bu yöntemle genişletme esnasında daha az komplikasyon görüldüğü ve midpalatal sütünun cerrahisine gerek olmadığını rapor etmişlerdir [113].

Çalışmamız kapsamında ise sutura palatina medianın anterior splitine ek olarak lateral osteotomiler yapılmış ve önemli bir direnç merkezi olan posteriordaki pterigoid plaklar ayrılmıştır.

Konuşma fonksiyonu, insanın sosyal yaşantısının en önemli unsurlardandır. Ses, insan vücudundaki birçok kompleks yapının bir arada çalışmasıyla oluşur. İnsan sesini respirasyon, fonasyon ve rezonans sistemlerindeki yapılarla birlikte değerlendirmek gerekmektedir. Bu yapıların koordinasyonlu çalışabilmelerini sağlayan sistem ise merkezi sinir sistemidir [41]. Bu fonksiyonlarda görev alan organlardan ağız boşluğu, sinüs, larenks ve nazal boşlukların hacimleri, şekilleri ve konumları ortodontik tedaviyle, özellikle de üst çene genişletmesi ile değerlebilmektedir. Yani konuşmanın başlıca rezonans alanlarından olan damak kubbesi, nazal boşluklar ve ağız boşluğunun şekli değerşmektedir [157].

2004 yılında Türk ve ark. Türkçe'de ünlü harflerin formant frekans ortalamalarını belirlemek amacıyla 15 yetişkin erkek, 14 yetişkin kadın, 15 erkek çocuk ve 8 kız çocuktan ses örnekleri almıştır [158]. Bu çalışmada hastalara okutulan sözcük ve tümcelerin içerisindeki sesli harflerin ve yalıtılmış ünlü harflerin formant frekansları incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda çocukların sesli harflerinin formant frekans

değerlerinin erişkinlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Yetişkin erkek ve kadınlarda F1 ve F2 frekanslarına göre ayrımlar belirlenebilmiş, fakat çocuklar için formant frekansların cinsiyet bazında ayırt edici olarak kullanılması yetişkinlere göre daha zor olduğu gözlenmiştir [158].

Macari ve ark. yaşları 9.6 ile 15 arasında değişen 14 çocuk üzerinde, Yurtadur ve ark. yaş ortalaması 14 olan 20 çocuk üzerinde, Bilgiç ve ark. ise yaş ortalaması 12 olan hastalarda hızlı üst çene genişletmesinin ses üzerinde yarattığı değişiklikleri incelenmişlerdir [17, 18, 159]. Ses değişikliğinin incelendiği bu tarz çalışmalarda ele alınan hasta grubu büyümekte olan bireylerden oluşmaktadır. Bu nedenle hastaların büyüme gelişimlerinin ve hormonal değişikliklerinin göz ardı edildiği izlenmektedir. Fakat ergenlik sürecinde sesin çok kısa sürede hormonal etkiyle değiştiği, boy artışı ile birlikte ses yolunun uzunluğunun değiştiği, bununla birlikte seste değişiklikler görüldüğü ile ilgili çalışmalar literatürde mevcuttur [13-15]. Daha önceleri yapılan çalışmalarda ergenlik sürecinde olan erkek çocuklarının ses değişikliklerinin, ergenliğin hangi aşamasında olduklarından çok kronolojik yaş ile bağlantılı olduğu savunulmuştur [160]. Fakat daha sonraları sesteki değişikliklerin yaştan ziyade boy, ses yolu uzunluğu değişikliği ve testosteron hormonu ile korelasyonlarının yaş korelasyonundan daha yüksek olduğu bildirilmiştir [13, 14]. Literatür bilgisine göre büyüme evresi kişiden kişiye kronolojilik yaştan bağımsız olarak farklılık göstermektedir. Ergenlik dönemindeki çocuklarda büyüme ve gelişim devam ediyorken, meydana gelen ses değişikliğinin ergenliğin doğası gereği ya da maksiller ekspansiyon sonucu ortaya çıktığını ayırt etmek oldukça güçtür. Bu durum söz konusu çalışmalarla gözlenen başlıca kısıtlamadır. Çalışmamızdaki temel amaç sadece genişletme ile seste meydana gelen değişiklikleri gözlemlemek olduğundan, hastaların büyüme gelişimini tamamlamış olmasına dikkat edilmiştir. Büyüme gelişimini tamamlamış hastaların maksiller genişletme uygulamasında cerrahi desteği gerektiğinden çalışmamız sadece cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi yapılan yetişkin hastalar üzerinde yürütülmüştür. Böylece seste meydana gelebilecek değişikliklerin büyüme gelişim sürecinde etki eden diğer faktörlerle bağlantısı konusundaki belirsizlikler ortadan kaldırılmıştır.

Sarı ve ark. 6 CDHMG hastasında ses değişikliklerini incelemiş, “i” ve “ö” harflerinde F2 frekanslarında azalma gözlemlemiştir. Fakat ses kayıtlarının günün hangi saatleri arasında alındığı hakkında bilgi verilmemiştir [157]. Evans ve ark. ise günün

farklı saatlerinde farklı hormon düzeylerinden dolayı sese farklılıklar meydana geldiğini öne sürmüşlerdir [161]. Saat 9, 12 ve öğleden sonra 3'te alınan ses kayıtları ve salivaya örnekleriyle bu durumun testesteron hormonu seviyesine bağlı geliştiği hipotezini test etmişlerdir. Testesteron miktarı ile F0 frekansı negatif korelasyon göstermiş, sabah 9'da alınan kayıtlarda testesteron hormonu fazla, sesin temel frekansın daha düşük olduğunu, öğlen 12 ve öğleden sonra alınan kayıtlarda ise testesteronun giderek düştüğünü ve temel frekansın giderek arttığı rapor edilmiştir [161]. Evans'ın rapor ettiği gün içerisinde testesteron miktarı ve ses frekansının değişebileceğini düşünerek çalışmamızda tüm hastaların kayıtları öğlen 12'de alınmıştır. Böylece testesteron ve diğer hormonların ses üzerindeki etkinliğinin minimize edilmesi hedeflenmiştir.

Mikrofonların cinslerinin ve kullanım biçimlerinin ses analizine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, profesyonel ve normal kullanıcılar için farklı kalitede mikrofonlar farklı mesafe ve farklı açılarda kullanılarak karşılaştırılmıştır [162]. Mikrofonların açıları 0, 45 ve 90 derece olacak şekilde 4cm 30cm ve 1cm uzaklıklarda farklı kayıtlar alınmıştır. Pertübasyon değerlerinin en çok mikrofon tipinden ve ağız-mikrofon arası mesafeden etkilendiği, açının kısa mesafelerde daha etkisiz olduğu, mikrofona olan uzaklığın artmasıyla açının etkisinin büyüdüğü rapor edilmiştir. Sonuç olarak kondenser mikrofonların dinamik mikrofonlara göre daha güvenilir kayıtlar sağladığı rapor edilmiştir. Bu bilgi ışığında, çalışmamızda profesyonel kullanım için üretilen yüksek hassasiyette Telefunken Ar-51 tüplü kondenser tipi mikrofon kullanılmıştır.

MDVP (Multi Dimensional Voice Program) ve Praat, akustik analiz için bilimsel çalışmalarda en sık kullanılan programlardır [163, 164]. Bu iki program sesin akustik özelliklerine dair birçok parametre barındırmaktadır. Bu parametrelerin birçoğu her iki programda değerlendirilebilmektedir. Bu programların verilerini karşılaştırmak amacıyla F0 değerleri incelenmiş ve aynı ortalama değerler elde edilmiştir. Fakat Jitter, Shimmer ve Noise to Harmonic Ratio (NHR) gibi değerler Praat ile yapılan analizde daha düşük, MDVP ile yapılan analizde daha yüksek bulunmuştur [164]. MDVP ile Praat programlarının akustik analiz verileri arasında yüksek korelasyon bulunmuş, fakat nümerik değerler olarak programlar arasındaki farklılık miktarı fazla bulunmuştur. Bu nedenden dolayı bu iki programın sonuçlarını

kombine ederek değerlendirmek hatalı sonuçlara varmaya sebep olabilmektedir. Tez çalışmamızda tüm analizler ücretsiz olarak kullanıma açık olan Praat programı ile gerçekleştirilmiştir.

RME'nin ses üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Bilgiç ve ark. izole a sesini 5 saniye, Yurttadur ve ark. benzer şekilde a sesini 3 defa 5 saniye olmak üzere kaydetmişlerdir. Bilgiç ve ark yalnızca F0, Shimmer, Jitter ve NHR gibi parametreleri incelemiş, Yurttadur ve ark. buna ek olarak F1 ve F2 parametrelerini de araştırmıştır [17, 159]. Macari ve ark. benzer amaçla izole a, i o ve u seslerini 2'şer saniye kaydedip formant frekansları incelemiştir [18]. Stevens ve ark, RME'nin artikülasyon ve ses artikülasyonu üzerindeki etkilerini araştırmak için hastalara okuttuğu cümleler arasından “keep” ve “eat” kelimelerini seçmiş ve bu kelimelerin ortasında ve başında geçen i sesi üzerinden formant frekansları incelemiştir [165]. RME'nin ses üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla Biondi ve ark. kelimelerin içinde geçen i sesinin formant frekanslarını analiz etmiştir [166]. Sarı ve ark. cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi yapılan hastalarda tüm Türkçe sesli harflerin formant frekanslarını ve sürelerini incelemiştir [157]. Haydar ve ark. retainerların artikülasyona olan etkilerini araştırmak için artikülasyon test tablosu oluşturmuş, bütün sesli ve sessiz harflerin ayrı ayrı başta, ortada ve sonda konumlandığı ses grupları oluşturmuştur [167]. Niemi ve ark. cerrahi olarak mandibular ilerletme yapılan hastalarda akustik özelliklerin değişimini incelemek için tüm sesli harfleri içeren yazı okutmuş, bu yazı içerisindeki kelimelerin içerisinden sesli harfleri seçerek formant frekans analizi gerçekleştirmiştir [168]. Vahatalo ve ark. genioglossal kası cerrahi olarak uzattığı hastalarda sesi incelemek için tüm sesli harflerin kelime içerisinde formant frekanslarını araştırmıştır [169]. Literatürde yapılan bu çalışmalar ışığında çalışmamıza hem izole sesler hem de kelime içerisinde geçen sesler dahil edilmiştir. Çalışmamızda tüm Türkçe sesli harfler izole olarak 3 saniyelik süreyle kaydedilmiş ve izole harfler A1, E1, I1, İ1, O1, Ö1, U1 ve Ü1 olarak isimlendirilmiştir. Kelime içerisinde geçen sesli harfler için ayrı bir grup oluşturulmuş ve seslerin kelime içinde geçen şekilleri A2, E2, I2, İ2, O2, Ö2, U2 ve Ü2 olarak adlandırılmıştır.

## **5.2 Bulguların Tartışılması**

Çalışmamıza ait bulgular değerlendirildiğinde tedavi grubu ve kontrol grubu arasında yapılan karşılaştırmalarda bazı harflerin ses özelliklerinde anlamlı değişiklikler

bulunmuştur. Tedavi grubu hastalarının grup içi karşılaştırmalarında meydana gelen ses değişikliklerinin hangi aşamada gerçekleştiklerini belirlemek için yapılan analiz sonuçlarında da yine bazı harflerin ses özelliklerinde anlamlı değişiklikler gözlenmiştir.

Literatürde üst çene genişletmesinin seste meydana getirdiği değişiklikleri araştıran az sayıda çalışma mevcuttur. Sarı ve ark.'nın 2009 yılında yayınlanan çalışmasında yaşları 16-29 arasında olan 3 kadın 3 erkek olmak üzere 6 hastada Hyrax apareyi ile cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesi sonrası Türkçe sesli harflerin izole olarak analizi yapılmıştır. Çalışmanın bulguları incelendiğinde F0 ve F1 formant frekans değerleri ekspansiyon sonrasında anlamlı değişiklik göstermezken, F2 formant frekans değerleri i ve ö sesleri için düşüş göstermiştir [157]. Çalışmamızda ise bu bulgular ile paralel olarak i harfinin F2 formant frekansında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma bulunmuştur (T0>T1, T2, T3, T4). Ancak çalışmamızda tedavi öncesi alınan i sesi kaydı (T0) ile aparey çıkartıldıktan ortalama 5,8 hafta sonrasında alınan (T5) ses kaydı arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark bulunmamıştır. Çalışmamızda T0 ve T5 kayıtları arasında fark görülmemesi hastaların yeni damak anatomisine uyum sağlaması ile açıklanabilir. Söz konusu çalışmada kayıtların kesin olarak alındığı zaman dilimi belirtilmemiştir. Bunun yanı sıra, Sarı ve ark.'nın çalışmasında kontrol grubu mevcut değildir. Ancak çalışmamızdaki veriler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında A1 için F1, E1 için F2, U1 için ise F0 ve F1 parametrelerindeki değişim miktarları tedavi grubunda daha fazla bulunmuştur.

Benzer amaçla Yurttadur ve ark.'nın hızlı üst çene genişletmesinin sese olan etkisini araştırdığı çalışmada 20 tedavi grubu, 20 kontrol grubu olmak üzere 40 hastada izole a sesinin akustik özelliklerini incelemiştir[17]. F0, F1, F2, Shimmer, Jitter ve NHR gibi parametrelerin araştırıldığı bu çalışmada tedavi öncesi ve sonrasında anlamlı bir ses değişikliği bulunmamıştır.

Hızlı üst çene genişletmesi ile seste meydana gelen değişiklikleri konu alan bir diğer çalışmada Bilgiç ve ark. yaş ortalaması 12 +-0.75 olan 14 kadın 16 erkek hastada işlem öncesi (T0) ve işlem sonrası (T1) ses kayıtları değerlendirilmiştir [159]. Kontrol grubu içermeyen bu çalışmada bizimkine benzer şekilde analizler Praat programı ile gerçekleştirilmiştir ancak Bilgiç ve ark. formant frekanslardan sadece F0'ı incelenmiştir. Temel (fundamental) frekans olarak bilinen F0 formant frekansı, glottis

bölgesinde oluşmaktadır. Üst çene genişletmesi ile birlikte sesin rezonans yaptığı, yani daha çok sesin yansıdığı bölgeler olan palatinal kemik, nazal boşluklar, dilin ve dişlerin konumu değişmekte, yani rezonatör bölgeler değişmektedir. Bu nedenle, rezonatör boşlukların sese etkisi F0 temel formant frekansından ziyade, çevre yapılardan yansıyan frekanslarda; yani F1, F2, F3 gibi formant frekanslarda daha etkin olacaktır. Bir başka deyişle, hızlı üst çene genişletmesi ya da SARME sonrasında sesin F1, F2, F3 formant frekanslarında değişiklik beklenmesi ve bu frekansların incelenmesi daha doğru olacaktır [41]. Bilgiç ve ark. maxF0, Jitter ve Shimmer değerlerinde değişiklikler gözlemlemiş, bu değişikliklerin nazal kavite genişliği ile yüksek oranda korelasyon gösterdiğini rapor etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise a [a] sesi için F0 değerinde değişiklik olmazken, F1 değerinde tedavi grubunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha fazla değişiklik meydana gelmiş ve grup içi karşılaştırmada da bu fark tedavi öncesi değerlere göre daha yüksek bulunmuştur. Büyüme gelişim faktörü ve kontrol grubunun olmaması göz önünde bulundurulduğunda, Bilgiç ve ark.'nın maxF0 değerinde düşüş gözlemlemesi, hızlı üst çene genişletmesinden ziyade hormonal değişimiyle sesin kalınlaşmış olabileceği ihtimalini düşündürmektedir.

Stevens ve ark.'nın çalışmasında hızlı maksiler genişletme apareylerinin konuşma ve artikülasyona etkileri araştırılmış, bu bağlamda yaş ortalaması 14 olan 22 hasta tedavi edilmiş ve 6 zamanda ses kaydı alınmıştır. Çalışmanın artikülasyon bölümü konuşma terapisti olmayan, İngilizce anadili olan 10 kişi tarafından doldurulan anket yoluyla yapılmıştır. Akustik analiz kısmı ise i harfi için okutulan kelimelerden seçilen “keep” ve “eat” kelimeleri seçilerek yapılmıştır. Çalışmada i harfinin F0 formant frekansının arttığı ve F1 formant frekansının azaldığı, fakat genişletme apareyinin çıkarılmasını takiben formant frekans değerlerinin tedavi öncesi değerlerine yaklaştığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak aparey adaptasyon süreci gösterilmiş, adaptasyon gerçekleştikçe farklılığın azaldığı düşünülmüştür [165]. Çalışmamızda paralel bulgular elde edilmiştir; E2 sesi için F0 ölçümünde T1 zamanda kaydedilen ortalama T2 zamana göre daha düşüktür. Fakat T0 ile T5 arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Bu sonuç yine aparey adaptasyon süreci ile E2 sesi için zaman içerisinde normal frekans değerlerine döndüğünü düşündürmektedir. Çalışmamızda A1 sesi için F1 ölçümünde zaman içinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur; T0 zamanda ortalama T1 ve T2 zamanlarına göre daha yüksektir. Bu durum yine

apareyin takılır takılmaz F1 frekansında değişikliğe sebep olduğunu, fakat T0 ile T3, T4 ve T5 zamanlarında F1 formant frekans değerlerinin farklılık göstermemesi, başlangıç değerlerine doğru adaptasyon olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde O2 ve Ö2 için F2 değerlerinde sadece T0 ve T1 zamanları arasında fark gözlenmiş, daha sonraları bu değişiklik başlangıç değerlerine doğru dönmüştür. İ2 sesi için ise F2 frekansında ise ortalama T0 zamanda diğer zamanlara göre daha yüksek olup İ2 sesinin F2 formant frekansı tedavi ile birlikte düşüş göstermiştir. Ancak F2 formant frekansındaki düşüş aparey sökümünü takiben başlangıç değerlerine doğru dönmüş ve T0 ve T5 zamanları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. U1 ve Ü1 seslerinin F2 frekansında genişletme apareyinin söküldüğü anda anlamlı farklılık gözlenmiş, bu durumun ağız içinde meydana gelen akut farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Biondi ve ark. yaş ortalaması 9.3 olan 35 çocukta iki farklı üst çene genişletme apareyi kullanmış ve ses üzerindeki etkiyi araştırmıştır. Kontrol grubu bulunmayan bu çalışmada sadece i sesiyle ilgili 6 zamanda ses kaydı alınmış, ses analizi hem Praat, hem de Biovoice programları ile yapılmıştır. İki kollu ve 4 kollu genişletme apareylerin de karşılaştırıldığı bu çalışmada, genişleme ihtiyacı şiddetli değilse iki kollu genişletme apareyinin seçilmesiyle birlikte daha az konuşma zorluğu yaşanacağını rapor edilmiş, ancak bu değişikliğin ilk 3 aylık dönemde anlamlı olduğunu da söylemiştir [166]. Bu çalışmada i sesinin F0 frekansının değerinde azalma, F1 ve F2 formant frekans değerlerinde ise artış gördüğü rapor edilmiştir. Çalışmamızda İ2 sesinin F2 frekansının ortalaması T0 zamanda T1, T2, T3 ve T4 zamanlarına göre daha yüksektir. İ2 sesinin F2 formant frekansının tedaviyle birlikte düşüş gösterdiği izlenmiştir ancak bu düşüş aparey sökümünü takiben başlangıç değerlerine doğru dönmüş ve T0 ve T5 zamanları arasında anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Bu çalışmada değerlendirilmeyen, ancak çalışmamız metodunda var olan i sesinin Jitter parametresinde aparey takıldığında ve NHR parametresinde aparey çıkartıldığında anlamlı fark tespit edilmiş, ancak yine T0 ve T5 kayıtlarında anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Macari ve ark. yaşları 8 ile 15 arasında değişen 14 hastada hızlı üst çene genişletmesinin ses üzerine etkisini araştırmıştır [18]. 2 zamanda ses kaydı alınmış, izole a[a], i[i], o[o] ve u[u] sesleri kaydedilerek F0, F1, F2 ve F3 frekansları analiz edilmiştir. Çalışmanın sonucu olarak hızlı üst çene genişletmesiyle hastaların çoğunda a[a] harfinin ilk ve ikinci formant değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşler



gözlemlemiştir. Bundan dolayı hızlı üst çene genişletmesi yaptırmayı düşünen profesyonel ses kullanıcılarının ses kalitesindeki bu değişikliği göz önünde bulundurmalarını tavsiye etmiştir. Bu çalışmada yine kontrol grubu bulunmamaktadır. Tedavi grubu olarak seçilen hasta grubu ergenlik döneminde hormonal değişikliği çok kısa sürelerde gerçekleşebilecek hasta grubunu içermektedir. Yani sonuç olarak bulunan formant frekansların düşmesi durumunun çocukların büyümesinden mi kaynaklandığı yoksa hızlı üst çene genişletmesinden mi kaynaklandığı konusu belirsizdir. Çalışmamızda büyüme gelişim etkisi minimize edilmek için hastaların tamamı erişkin bireylerden seçilmiştir ve veriler kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır. Çalışmamız tedavi grubundaki en genç birey 17 yaş 8 aylıktır ve bu yaştaki bireylerde hormonal ses değişikliği atağının gerçekleşmiş olması beklenir. Çalışmamızda değerlendirilen bazı seslerde bazı zaman aralığında alınan kayıtlar arası istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmiştir, ancak hiçbir seste T0 ve T5 kayıtları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmemiştir.

Ortodontik tedaviyle dentofasiyal yapılarda önemli değişikliklere neden olan uygulamalardan biri de ortognatik cerrahidir. Niemi ve ark., cerrahi olarak alt çenenin ileri alındığı 5 erkek hastada 8 farklı ünlünün ses değişikliklerini araştırmış, F0, F1, F2 ve ses süresi parametrelerini incelemiştir [168]. Çalışmanın verileri ışığında uzun süreli önemli bir ses değişikliği gözlemlenmediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada ele alınan bireylerde belirgin bir konuşma bozukluğu olmaması gözlemlenmiştir. Bu nedenle yazarlar çalışmayı konuşma bozukluğu olan bireylerde tekrarlayarak majör maloklüzyon düzeltiminin ses üretimi üzerindeki etkisini ele almanın değerli olacağı görüşündedirler. Çalışmamızda benzer şekilde cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesiyle birlikte bu rezonans boşluklarının değişikliğine bağlı seste minör değişiklik bulguları elde edilmiştir.

Vahatalo ve ark. uyku apnesi olan 5 erişkin erkek hastada dil tabanının kollapsını engellemek için yapılan çene ucu osteotomisiyle genioglossal kasın öne alınarak boyunun uzatılmasının 8 ünlü ses üzerindeki etkilerini incelenmiş, F0, F1 ve F2 parametrelerinin incelendiği akustik analizlere göre bu cerrahi girişimlerin ses üzerine anlamlı etkilerinin bulunmadığı rapor edilmiştir [169].

Bowers ve ark., ortognatik cerrahi yapılan 5 hastanın cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası seslerini araştırdığı çalışmasında okuttuğu kelimeler arasından “seat”, “sat” ve “suit”

kelimelerini seçmiş ve kelime içerisindeki sesli harflerin akustik değişimlerine değerlendirilmiştir [170]. Formant frekansların araştırıldığı bu çalışmada i sesinin F2 frekansında istatistiksel olarak artış bulunmuştur. Genel olarak sesli harfler arasındaki formant frekans ilişkileri dil pozisyonu ve çene açıklığındaki değişikliklerle sağlanır. i sesi küçük bir çene açıklığı ve maksillaya göre yüksek bir dil pozisyonu ile oluşturulurken, a sesi geniş bir çene açıklığı ve düşük dil pozisyonu ile oluşmaktadır. U sesi ağız boşluğunun arka kısmında, küçük bir çene açıklığı ve sert damağa yaklaşan dilin dorsumu ile üretilir. Bu üretim ilişkileri göz önüne alındığında cerrahi ve ortodontik tedaviden en çok etkilenen ağız boşluğu bölgesinde üretilen sesli harf için yüksek varyasyonlu değişiklikler görülmesinin şaşırtıcı olmayacağını belirtmiştir.

Ahn ve ark., 8 ortognatik cerrahi hastasının ses değişimlerini incelemiş, operasyondan 6 hafta, 3 ay ve 6 ay sonra ses kayıtları almıştır [171]. 8 sesli harfin incelendiği bu çalışmada a sesinin F1 ve F2 frekansında düşüş gösterdiği, bunun da mandibulanın cerrahi sonrası antero-posterior rotasyonla değişikliğe uğrayıp kılmasından olabileceğini düşünmüştür. İ ve e seslerinin F1 ve F2 frekanslarında da düşüş gözlenmiş, fakat a sesinin formant değişimindeki kadar büyük değişiklik görülmemiştir.

Laaksonen ve ark., Sınıf II iskeletsel deformitesi bulunan 5 erkek hastada yapılan ortognatik cerrahi sürecindeki ses değişikliklerini incelemiştir [172]. 8 sesli harfin değerlendirildiği bu çalışmada operasyon öncesi, operasyondan 1 ay sonra, 3 ay sonra ve 6-9 ay sonra olmak üzere ses kayıtları alınmış, F0, F1 ve F2 parametreleri incelenmiştir. Bu parametrelerde kısa dönem içerisinde değişiklikler görülmüş fakat takip edildiğinde cerrahi öncesi değerlere geri döndüğü rapor edilmiştir.

Cehiz'in tez çalışmasında üçüncü molar dişlerinin çekiminin ses kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. 3 saniye süreli izole ve kelime içi a sesi ses kaydedilmiştir. Shure SM81 kondenser mikrofon ile kaydedilen ses örneklerinin F0, F1, F2 F3, Jitter, Shimmer ve NHR parametreleri incelenmiştir. Yirmi yaş dişlerinin çekimleri ile oral kavitede hacim artışıyla ses özelliklerinin değişebileceği düşünülerek yapılan bu çalışmada, preoperatif ve postoperatif ses parametrelerinin hiçbirinde anlamlı bir değişiklik gözlenmemiştir [173]. Araştırmacı üçüncü molar diş çekiminin glotik seviyedeki bir ses parametresine klinik olarak yansımalarının mümkün olmayacağı görüşündedir. Orofarengeal bölgede gerçekleştirilen operasyonların seste oluşturduğu

değişimlerin geri dönüşümlü olduğunu ve takip süreci sonunda başlangıç değerlere dönme eğiliminde olduğunu belirten farklı çalışmalar literatürde mevcuttur [169, 174, 175].

Jitter ve Shimmer sesin temel frekansında meydana gelen değişikliklerden etkilenen parametrelerdir. Jitter değerleri ses tellerinin fonksiyonuna bağlı temel frekans pertürbasyonuna sebep olmasıyla tarif edilebilir. Bir başka deyişle Jitter ses telleri üzerindeki vibrasyon hakimiyeti ile ilişkilidir. Shimmer aynı pertürbasyonun ortaya çıkardığı ses dalgasının büyüklüğü olarak tanımlanabilir. Shimmer ses tellerinin emisyonuna bağlıdır ve glotik dirençten, ses tellerinde oluşabilecek bir lezyona bağlı gelişen gürültüden ve solunumdan etkilenmektedir. Bu nedenle sesin temelinin olduğu vibratör kısımla yakın ilişkide olan Jitter, Shimmer ve NHR parametreleri birlikte değerlendirilebilir [176]. Çalışmamızda hastaların habitüel seslerinin kaydının alınabilmesi için prosedür öncesinde 1'den 10'a kadar saydırılmış, haftanın günleri söylenmiştir. Hastalar kendilerini rahat hissedip normal konuşma tonlarına ulaştıklarında kayda başlanmıştır. Gün içi hormonal değişikliği minimize etmek için tüm kayıtlar öğlen 12:00'de alınmıştır. Fakat hastaların kayıt günü saat kaçta uyandıkları, kliniğe gelene kadar seslerini ne kadar kullandıkları sorgulanmamıştır. Kontrol grubunda tedavi grubuna göre E1 ve İ2 seslerinin Jitter, İ1 ve O1 seslerinin Shimmer ve İ2 sesinin NHR parametrelerinde değişiklik miktarının anlamlı düzeyde fazla olmasının bu durumdan kaynaklanmış olabileceğini düşünmekteyiz. Pubertal atılım sürecinde özellikle erkek bireylerin sesi üzerinde etkili olan testosteron haricinde, cinsiyet hormonlarının yetişkin kadınların sesleri üzerinde menstüral sıklusa bağlı etkili olduğu bilinmektedir [177, 178].

Premenstrüal vokal sendromu olarak bilinen durum yetişkin ve üreme kabiliyetine sahip kadınların %33'ünü etkilemektedir. Regl döneminde ve 4-5 gün öncesinde seste yorgunluk, azalmış ses aralığı, ses gücü kaybı, ses yollarında ödem ve bazı harmoniklerin kaybı görülmektedir. Benzer şekilde progesteron östrojen ile sinerjik çalışmakta ve ses tellerinin hidrasyonu üzerinde etkili olmaktadır [179]. Doğum kontrol haplarının kullanımı hormonal değişikliklere sebep olduğundan yine kadın sesi üzerinde etkili olmaktadır [180]. Çalışmamıza dahil olan bireylerin çoğunluğu %60 oranıyla kadındır. Tedavi gören ve kontrol grubunu oluşturan bireylerde menstüral siklusun dönemi kayıt altına alınmamıştır, fizyolojik hormonal değişiklikler

monitorize edilmemiştir. Bunun yanı sıra doğum kontrol hapı kullanımı da sorgulanmamıştır. Bu durum çalışmamızın kısıtlamaları arasında değerlendirilebilir.

Sigaranın, alkol bağımlılığının, profesyonel ses kullanımının ve gastroözofageal reflü hastalığının vokal parametrelerde etkileri literatürde dokümente edilmiştir [181]. Özellikle sigara kullananlarda NHR, Jitter, Shimmer gibi parametreler sigara içenlerde daha yüksek bildirilmiştir. Çalışmamızdaki katılımcıların hiçbirinin profesyonel ses kullanımı anamnezi yoktur ve gruplar oluşturulurken bu kriter dikkate alınmıştır. Ancak diğer etkenlerin sorgulanmamış olması çalışmamızın bir diğer limitasyonu olarak değerlendirilebilir.

Vücut şekli ve ağırlığı ile formant frekansların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde negatif korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir [182]. Çalışmamız dahilinde katılımcıların 6-8 aylık kayıt sürecindeki vücut şekli ve ağırlığındaki değişiklikler kayıt altına alınmamıştır ama belirgin değişiklik gösteren hastaya rastlanmamıştır.

Dentofasiyal yapıların ses üzerindeki etkilerini değerlendirme amacıyla gerçekleştirilmesi planlanan gelecek çalışmalarda hormon döngüsünün etkisini minimize etmek için sadece erkeklerden oluşan bir grup ile çalışılması düşünülebilir. Çalışmaya dahil edilen hastaların sagittal ve vertikal yön değerlerinin de birbirine yakın olarak seçilmesi iskeletsel yapının ve çevre dokuların konuşma üzerindeki muhtemel etkilerinin benzer olmasını sağlayacaktır. Meydana gelen geçici-kalıcı ses değişikliklerinin klinik algılanabilirlik düzeyini saptamak amacıyla kullanımı giderek yaygınlık kazanan sesli imza analizi sağlayan yazılımlar kullanılabilir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Cerrahi destekli hızlı üst çene genişletmesinin izole ve kelime içinde geçen a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F0, F1, F2, F3, Shimmer Jitter ve NHR parametreleri üzerine etkileri 6 farklı zaman aralığında ses kayıtları alınarak araştırılmıştır. Çalışmamızın verileri ışığında aşağıdaki sonuçlara ulaşılabılır:

1. İzole olarak kaydedilen a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F0, F1, F2, F3, Shimmer Jitter ve NHR parametrelerinin hiçbirinde T0 ve T5 kayıt zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamıştır.
2. A1 sesinin F1 ölçümünde genişletme apareyinin takılmasının düşüşe sebep olduğu, fakat zaman içinde başlangıç değerlerine doğru adaptasyon olduğu gözlenmiştir.
3. U1 ve Ü1 seslerinin ise F2 frekansında, İ1 sesinin NHR parametresinde genişletme apareyinin sökümünden hemen sonra daha yüksek değerler kaydedilmiştir. Zaman içinde başlangıç değerlerine doğru adaptasyon olduğu gözlenmiştir.
4. Kelime içinde geçen a[a], e[ε], ı[ɯ], i[i], o[ɔ], ö[œ] u[u] ve ü[y] seslerinin F0, F1, F2, F3, Shimmer Jitter ve NHR parametrelerinin hiçbirinde T0 ve T5 kayıt zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmamıştır.
5. İ2, O2, Ö2 seslerinin F2 frekansı değerleri ve İ2, O2 seslerinin F3 frekansı değerleri genişletme apareyinin takılmasına bağlı olarak düşüş göstermiştir. Ancak başlangıç ve bitiş kayıtları arasında fark olmamasıyla zaman içinde adaptasyon olduğunu göstermiştir.
6. İzole olarak kaydedilen a[a] sesinin F1 frekansında, e[ε] sesinin F2 frekansında, i[i] sesinin Jitter ve NHR parametrelerinde, o[ɔ] NHR parametresinde ve u[u] sesinin F0 ve F1 değerlerinde gerçekleşen değişim miktarı kontrol grubuna göre daha fazladır.
7. Kelime içinde geçen e[ε] sesinin NHR parametresinde ve i[i] sesinin Shimmer parametresinde gerçekleşen değişim kontrol grubuna göre daha fazladır.

## KAYNAKLAR

- [1] **Vanarsdall R, White Jr R.** Three-dimensional analysis for skeletal problems. The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery. 1994;9(3):159.
- [2] **De Freitas R, Gonçalves A, Moniz N, Maciel F.** Surgically assisted maxillary expansion in adults: prospective study. International journal of oral and maxillofacial surgery. 2008;37(9):797-804.
- [3] **Suri L, Taneja P.** Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;133(2):290-302.
- [4] **Koudstaal M, Poort L, van der Wal K, Wolvius E, Prahl-Andersen B, Schulten A.** Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. Int J Oral Maxillofac Surg. 2005;34(7):709-14.
- [5] **Glass L, Knapp J, Bloomer H.** Speech and lingual behavior before and after mandibular osteotomy. Journal of oral surgery (American Dental Association: 1965). 1977;35(2):104-9.
- [6] **Turvey T, Journot V, Epker B.** Correction of anterior open bite deformity: a study of tongue function, speech changes, and stability. Journal of maxillofacial surgery. 1976;4:93-101.
- [7] **Weimer K, Astrand P.** Effect on speech of mandibular prognathism before and after surgical treatment. Swedish dental journal. 1977;1(5):173.
- [8] **Witzel M, Ross R, Munro I.** Articulation before and after facial osteotomy. Journal of maxillofacial surgery. 1980;8:195-202.
- [9] **Janulewicz J, Costello B, Buckley M, Ford M, Close J, Gassner R.** The effects of Le Fort I osteotomies on velopharyngeal and speech functions in cleft patients. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. 2004;62(3):308-14.
- [10] **Ruscello D, Tekieli M, Jakomis T, Cook L, Van Sickels J.** The effects of orthognathic surgery on speech production. American journal of orthodontics. 1986;89(3):237-41.
- [11] **Strife JL, Grau W, Le L.** The effects of Le Fort I osteotomy with maxillary movement on articulation, resonance, and velopharyngeal function. Cleft Palate Journal. 1989;26(3).
- [12] **Valling L.** Speech, velopharyngeal function, and hearing before and after orthognathic surgery. Journal of oral and maxillofacial surgery. 1990;48(12):1274-81.
- [13] **Harries M, Hawkins S, Hacking J, Hughes I.** Changes in the male voice at puberty: vocal fold length and its relationship to the fundamental frequency of the voice. J Laryngol Otol. 1998;112(5):451-4.

- [14] **Harries M, Walker J, Williams D, Hawkins S, Hughes I.** Changes in the male voice at puberty. *Arch Dis Child.* 1997;77(5):445-7.
- [15] **Markova D, Richer L, Pangelinan M, Schwartz D, Leonard G, Perron M.** Age- and sex-related variations in vocal-tract morphology and voice acoustics during adolescence. *Horm Behav.* 2016;81:84-96.
- [16] **Ball MJ, Rahilly J.** *Phonetics: The science of speech:* Routledge; 2014.
- [17] **Yurttadur G, Basciftci F, Ozturk K.** The effects of rapid maxillary expansion on voice function. *Angle Orthod.* 2017;87(1):49-55.
- [18] **Macari A, Ziade G, Khandakji M, Tamim H, Hamdan A.** Effect of Rapid Maxillary Expansion on Voice. *J Voice.* 2016;30(6):760 e1- e6.
- [19] **Öğüt F, Kalaycı, T., Uluöz, B.** Ses Analizinde Son Gelişmeler. 24 Ulusal Türk Otorinolarenjoloji ve Baş-Boyun Cerrahisi Kongre Kitabı; 1997/1997. p. 681-5.
- [20] **Karaoğullarından A.** Türk Müziği Eğitimi Alanlarda Ses Eğitiminin Ses Alanı ve Ses Kalitesi Üzerine Etkileri. Manisa: Celal Bayar Üniversitesi; 2013.
- [21] **Osamu F M,** (2001) Vocal Fold Physiology and Voice Quality. *Journal of Voice.* 2001;10:173-87.
- [22] **Diana M.** Measurement of Vocal Function Otolaryngologic Clinics of North America. 1991;24:5-23.
- [23] **Robin A.** Cummings Otolaringoloji ve Baş Boyun Cerrahisi 4. Baskı2007.
- [24] **Van Lierde K, Schepers S, Timmermans L, Verhoye I, Van Cauwenberge P.** The impact of mandibular advancement on articulation, resonance and voice characteristics in Flemish speaking adults: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35(2):137-44.
- [25] **Kılıç M.** Ses problemi olan hastanın objektif ve subjektif metodlarla değerlendirilmesi. *Curr Pract ORL.* 2010;6:257-65.
- [26] **Devge C, Oguz, A,** Ses ve Ses Bozuklukları. Ankara: Etkin Tıbbi Yayıncılık; 1996.
- [27] **Okten İ.** Ultrases dalgalarının elektrolitlerde elektriksel iletkenliğe etkisi: Ege University; 1980.
- [28] **Kara O.** Adli Amaçlı Ses Analizinde Otomatik Konuşmacı Tanıma Yazılımı Kullanılarak Kardeşler Arası Ses Benzerliklerinin ve Farklılıklarının Belirlenmesi: İstanbul Üniversitesi; 2011.
- [29] **Özlügedik S.** Ses Laboratuvarı Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları. 2001:27-38.
- [30] **Kılıç M.** Larenksin Fonksiyonel Anatomisi ve Ses Fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri Journal of ENT.* 2002;2:1-8.
- [31] **Parsa V, Jamieson D, Pretty B.** Effects of microphone type on acoustic measures of voice. *J Voice.* 2001;15(3):331-43.
- [32] **Morrison R, Nichol H.** The management of voice disorders (first ed). Chapman&Hall Medical London1994.

- [33] **Bone M.** The Voice and Voice Therapy. Allyn&Bacon, editor. USA2000.
- [34] **Çevik S.** Koro Eğitimi Yöntemi ve Teknikleri. Ankara: Yurtrenkleri Yayınevi; 1999.
- [35] **Ses Eğitiminde Register ve Rezonans** (2003) Erişim tarihi: 23.04.2019 URL: <http://muzikegitimcileri.net/bilimsel/bildiri/A-Helvaci.html>.
- [36] **Smith F, Karnell M.** Resonant voice: spectral and nasendoscopic analysis. J Voice. 2005;19:607:22.
- [37] **Sahin E.** Esneme-İç Geçirme, Dudak trili ve Dil Rahatlatma Egzersizlerinin Ses Eğitiminde Kullanılabilirliği: Marmara Üniversitesi; 2012.
- [38] **Akmese P.** Çocuk Seslerinin Akustik Özelliklerinin Belirlenmesi: Hacettepe Üniversitesi; 2008.
- [39] **Orun E.** Analysis of the Fundamental Frequency and Nasal Sound in Patients With Nasal Polyps: Istanbul University; 2007.
- [40] **Sarac E.** Türkçe fonemlerin ünlü-ünsüz kombinasyonlarında nazalite değerlendirilmesi: Hacettepe Üniversitesi; 2010.
- [41] **Yilmazer R.** Vokal Kord Nodüllerinde Konvansiyonel Tedavi Yöntemlerine Ek Olarak Ses Terapisinin Etkisinin Araştırılması: İstanbul Üniversitesi; 2009.
- [42] **Devge C, Oguz, A.,** Konuşmanın Fizyolojisi ve Fizyopatolojisi. Ses ve Ses hastalıkları. 1996;1:13-8.
- [43] **Ömür M.** Sesin Peşinde. İstanbul: Pan Yayıncılık; 2001.
- [44] **Kaya S.** Larenks Fizyolojisi. Larenks Hastalıkları. 2002;1:70-4.
- [45] **Dursun G. K, Demireller A, Çuhrik Ç.** Kas Gerilim Disfonileri. KBB ve Baş Boyun Cerr Derg. 1995;4:162-7.
- [46] **Postma N, Ossoff H. .** The Professional Voice. Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 1998;3:2055-71.
- [47] **Tuncel A, Özcan M, İkinciogulları A, Ünal A.** Ses kısıklığı şikayetiyle gelen hastalarda ses profilinin değerlendirilmesi. T Klinikleri Tıp Bilimleri. 2002;22:124-8.
- [48] **Hirano B.** Videostroboscopic Examination of the Larynx: Singular Publishing Group; 1993.
- [49] **Nemetz M, Pontes P, Vieira V, Yazaki R.** Vestibular fold configuration during phonation in adults with and without dysphonia. Braz J Otorhinolaryngol. 2005;71(1):6-12.
- [50] **Dworkin P M.** Anatomy and Physiology of Phonation. San Diego1997.
- [51] **GE. W.** Laryngeal and Pharyngeal Function1998.
- [52] **Önen U.** Formant Frekanslar ve Pitch Shifting. Sound. 2012;4.
- [53] **Wertzner H, Schreiber S, Amaro L.** Analysis of fundamental frequency, jitter, shimmer and vocal intensity in children with phonological disorders. Braz J Otorhinolaryngol. 2005;71(5):582-8.



- [54] **Woodson C.** Otolaryngology-Head and Neck Surgery. Cummings CW FJ, Harker LA, Krause CJ, Schuller DE, editor. St.Louis: Mosby Year Book1998.
- [55] **Makeieff M, Barbotte E, Giovanni A, Guerrier B.** Acoustic and aerodynamic measurement of speech production after supracricoid partial laryngectomy. *Laryngoscope.* 2005;115(3):546-51.
- [56] **McNamara J.** Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(5):567-70.
- [57] **Betts N.** Surgically assisted maxillary expansion. *Orthognatic Surgery.* 2000;9:211-27.
- [58] **Moyers R.** Handbook of Orthodontics: Yearbook Medical Publishers; 1973.
- [59] **Solow B, Siersbaek-Nielsen S.** Growth changes in head posture related to craniofacial development. *Am J Orthod.* 1986;89(2):132-40.
- [60] **McNamara J, Brudon, W.** Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition: Needham Press, Ann Arbor; 1993.
- [61] **Ozbek M, Memikoglu U, Altug-Atac A, Lowe A.** Stability of maxillary expansion and tongue posture. *Angle Orthod.* 2009;79(2):214-20.
- [62] **Ülgen M.** Ortodontik Tedavi Prensipleri2000.
- [63] **Ingervall B, Thilander B.** Activity of temporal and masseter muscles in children with a lateral forced bite. *Angle Orthod.* 1975;45(4):249-58.
- [64] **Nerder P, Bakke M, Solow B.** The functional shift of the mandible in unilateral posterior crossbite and the adaptation of the temporomandibular joints: a pilot study. *Eur J Orthod.* 1999;21(2):155-66.
- [65] **Reyneke J.** Essentials of Orthognathic Surgery. Carol Stream IL, editor: Quintessence Publishing Co, Inc.; 2003.
- [66] **Brown G.** The Surgery of Oral And Facial Diseases and Malformation: London:Kimpton; 1938.
- [67] **Woods M, Wiesenfeld D, Probert T.** Surgically-assisted maxillary expansion. *Aust Dent J.* 1997;42(1):38-42.
- [68] **Ho C, Lo L, Liou E, Huang C.** Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary anterior-posterior expansion. *Chang Gung Med J.* 2008;31(4):346-57.
- [69] **Lagravere M, Major P, Flores-Mir C.** Long-term dental arch changes after rapid maxillary expansion treatment: a systematic review. *Angle Orthod.* 2005;75(2):155-61.
- [70] **Anttila A, Finne K, Keski-Nisula K, Somppi M, Panula K, Peltomaki T.** Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. *Eur J Orthod.* 2004;26(4):391-5.
- [71] **Wriedt S, Kunkel M, Zentner A, Wahlmann U.** Surgically assisted rapid palatal expansion. An acoustic rhinometric, morphometric and sonographic investigation. *J Orofac Orthop.* 2001;62(2):107-15.

- [72] **Altug Atac A, Karasu H, Aytac D.** Surgically assisted rapid maxillary expansion compared with orthopedic rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2006;76(3):353-9.
- [73] **Kurt G, Altug-Atac A, Atac M, Karasu H.** Stability of surgically assisted rapid maxillary expansion and orthopedic maxillary expansion after 3 years' follow-up. *Angle Orthod.* 2010;80(4):425-31.
- [74] **Kurt G, Altug-Atac A, Atac M, Karasu H.** Changes in nasopharyngeal airway following orthopedic and surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniofac Surg.* 2010;21(2):312-7.
- [75] **Köse C.** İskeletsel Sınıf III Bireylerde Maksiller Ekspansiyon ve Protraksiyon Uygulamasının Dentofasiyal Yapılara ve Temperomandibular Ekleme Olan Etkilerinin İncelenmesi. [Doktora Tezi]: Başkent Üniversitesi 2007.
- [76] **Bloomquist D, Lee, J.** Principles of mandibular orthognathic surgery. In: Miloro M, editor. *Peterson's Principles of Oral And Maxillofacial Surgery.* Hamilton-London: Bc Decker Inc; 2004. p. 1135-78.
- [77] **Stearns J, Fonseca R, Saker M.** Revascularization and Healing of orthognathic surgical procedures. *Oral and maxillofacial surgery Philadelphia, Pa: WB Saunders Co.* 2000.
- [78] **Rosen H.** *Aesthetic Orthognathic Surgery.* China, Sounders: Mathes JM Ed. Plastic Surgery; 2006.
- [79] **Melsen B.** Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic microradiographic study. *Am J Orthod.* 1975;68(1):42-54.
- [80] **Persson M, Thilander B.** Palatal suture closure in man from 15 to 35 years of age. *Am J Orthod.* 1977;72(1):42-52.
- [81] **Timms D, Vero D.** The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *Br J Oral Surg.* 1981;19(3):180-96.
- [82] **Lines P.** Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod.* 1975;67(1):44-56.
- [83] **Kennedy J, Bell W, Kimbrough O, James W.** Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976;70(2):123-37.
- [84] **Bell W, Jacobs J.** Surgical-orthodontic correction of horizontal maxillary deficiency. *J Oral Surg.* 1979;37(12):897-902.
- [85] **Frank S, Engel G.** The effects of maxillary quad-helix appliance expansion on cephalometric measurements in growing orthodontic patients. *Am J Orthod.* 1982;81(5):378-89.
- [86] **Ramoğlu İ.** Karma Dentisyon Döneminde Modifiye Akrilik Bonded Aparey ile Yapılan Hızlı ve Yarı Hızlı Üst Çene Genişletmesinin Dentofasiyal Yapılar Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Konya: Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2006.
- [87] **Haas A.** Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening

- the midpalatal suture. *The Angle Orthodontist*. 1961;31(2):73-90.
- [88] **Biederman W**. A hygienic appliance for rapid expansion. *JPO J Pract Orthod*. 1968;2(2):67-70.
- [89] **Pithon M, Santos R, Alviano W, Ruellas A, Araújo M**. Quantitative assessment of *S. mutans* and *C. albicans* in patients with Haas and Hyrax expanders. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2012;17(3):1-6.
- [90] **Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O, Vardimon A**. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;127(4):483-92.
- [91] **Cozza P, Giancotti A, Petrosino A**. Butterfly expander for use in the mixed dentition. *J Clin Orthod*. 1999;33(10):583-7 contd.
- [92] **Alessandri B, Marini I, Rizzi R**. Disconnectable rapid palatal expander. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 1996;30(6):334.
- [93] **Cotton L**. Slow maxillary expansion: skeletal versus dental response to low magnitude force in *Macaca mulatta*. *Am J Orthod*. 1978;73(1):1-23.
- [94] **Chaconas S, Caputo A**. Observation of orthopedic force distribution produced by maxillary orthodontic appliances. *Am J Orthod*. 1982;82(6):492-501.
- [95] **Howe R**. Palatal expansion using a bonded appliance. Report of a case. *Am J Orthod*. 1982;82(6):464-8.
- [96] **Vardimon A, Graber T, Voss L, Verrusio E**. Magnetic versus mechanical expansion with different force thresholds and points of force application. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1987;92(6):455-66.
- [97] **Darendeliler M, Chiarini M, Joho J**. Early class III treatment with magnetic appliances. *J Clin Orthod*. 1993;27(10):563-9.
- [98] **Spolyar J**. The design, fabrication, and use of a full-coverage bonded rapid maxillary expansion appliance. *Am J Orthod*. 1984;86(2):136-45.
- [99] **Sarver D, Johnston M**. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989;95(6):462-6.
- [100] **Asanza S, Cisneros G, Nieberg L**. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod*. 1997;67(1):15-22.
- [101] **Wendling L, McNamara J, 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. *The Angle Orthodontist*. 2005;75(1):7-14.
- [102] **Reed N, Ghosh J, Nanda R**. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1999;116(1):31-40.
- [103] **Iseri H, Ozsoy S**. Semirapid maxillary expansion--a study of long-term transverse effects in older adolescents and adults. *Angle Orthod*.

2004;74(1):71-8.

- [104] **Basciftci F, Karaman A.** Effects of a modified acrylic bonded rapid maxillary expansion appliance and vertical chin cap on dentofacial structures. *Angle Orthod.* 2002;72(1):61-71.
- [105] **Cozzani M, Rosa M, Cozzani P, Siciliani G.** Deciduous dentition- anchored rapid maxillary expansion in crossbite and non- crossbite mixed dentition patients: reaction of the permanent first molar. *Progress in orthodontics.* 2003;4(1):15-22.
- [106] **Doruk C, Bicakci A, Basciftci F, Agar U, Babacan H.** A comparison of the effects of rapid maxillary expansion and fan-type rapid maxillary expansion on dentofacial structures. *Angle Orthod.* 2004;74(2):184-94.
- [107] **Mommaerts M.** Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1999;37(4):268-72.
- [108] **Mossaz C, Byloff F, Richter M.** Unilateral and bilateral corticotomies for correction of maxillary transverse discrepancies. *Eur J Orthod.* 1992;14(2):110-6.
- [109] **Alpern M, Yurosko J.** Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod.* 1987;57(3):245-63.
- [110] **Banning L, Gerard N, Steinberg B, Bogdanoff E.** Treatment of transverse maxillary deficiency with emphasis on surgically assisted-rapid maxillary expansion. *Compend Contin Educ Dent.* 1996;17(2):170, 4-8.
- [111] **Haas A.** Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970;57(3):219-55.
- [112] **Cureton S, Cuenin M.** Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(1):46-59.
- [113] **Glassman A, Nahigian S, Medway J, Aronowitz H.** Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod.* 1984;86(3):207-13.
- [114] **Bishara S, Staley R.** Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91(1):3-14.
- [115] **Basdra E, Zoller J, Komposch G.** Surgically assisted rapid palatal expansion. *J Clin Orthod.* 1995;29(12):762-6.
- [116] **Lanigan D, Mintz S.** Complications of surgically assisted rapid palatal expansion: review of the literature and report of a case. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(1):104-10.
- [117] **Epker B, Wolford, L.** *Transverse Maxillary Deficiency Dentofacial Deformities.* St Louis: Mosby; 1980
- [118] **Inoue N, Oyama K, Ishiguro K, Azuma M, Ozaki T.** Radiographic observation of rapid expansion of human maxilla. *The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University.* 1970;17(3):249.

- [119] **Capellozza L, Cardoso J, Ursi W.** Non-surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery.* 1996;11(1):57-66; discussion 7-70.
- [120] **Northway W, Meade JB, Jr.** Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *Angle Orthod.* 1997;67(4):309-20.
- [121] **Wertz R.** Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41-66.
- [122] **Grabner T.** *Orthodontics, Current Principles And Techniques.* Saint Louis: Mosby Company; 1994.
- [123] **Majourau A, Nanda R.** Biomechanical basis of vertical dimension control during rapid palatal expansion therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994;106(3):322-8.
- [124] **Baykara C.** Banded ve Bonded Rapid Palatal Ekspansiyon Apareylerinin Dentofasiyal Sistemdeki Etkilerinin Karşılaştırılması: Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 1999.
- [125] **Memikoglu T, Iseri H.** Effects of a bonded rapid maxillary expansion appliance during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 1999;69(3):251-6.
- [126] **Karp N, McCarthy J, Schreiber J, Sissons H, Thorne C.** Membranous bone lengthening: a serial histological study. *Ann Plast Surg.* 1992;29(1):2-7.
- [127] **Ergül K.** Cerrahi Destekli Hızlı Maksiller Genişletme Operasyonunun Mandibular Kondile Etkilerinin Konvansiyonel Radyograflarla Değerlendirilmesi. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2014.
- [128] **Biederman W.** Rapid correction of Class 3 malocclusion by midpalatal expansion. *Am J Orthod.* 1973;63(1):47-55.
- [129] **Hasanoğlu N.** Kortikotomi destekli hızlı maksiller genişletme sonrasında dentofasiyal yapılardaki değişikliklerin bilgisayarlı tomografi ile üç boyutlu değerlendirilmesi [Doktora Tezi]: Gazi Üniversitesi; 2012.
- [130] **Isaacson R, Murphy T.** Some Effects Of Rapid Maxillary Expansion In Cleft Lip And Palate Patients. *The Angle Orthodontist.* 1964;34(3):143-54.
- [131] **Ekstrom, Henrikson C, Jensen R.** Mineralization in the midpalatal suture after orthodontic expansion. *Am J Orthod.* 1977;71(4):449-55.
- [132] **Timms D.** A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1980;77(5):500-7.
- [133] **Ghoneima A, Abdel-Fattah E, Hartsfield J, El-Bedwehi A, Kamel A, Kula K.** Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2011;140(4):510-9.
- [134] **Wertz R.** Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1968;38(1):1-11.
- [135] **Bell W, Epker B.** Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J Orthod.* 1976;70(5):517-28.

- [136] **Haas A.** Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod.* 1980;50(3):189-217.
- [137] **Davis W, Kronman J.** Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1969;39(2):126-32.
- [138] **Başçiftçi F, Demir, A.** Prevalence of Orthodontic Malocclusions in Konya Region School Children. *Turk J Orthod.* 2002;15(2):92-8.
- [139] **Hicks E.** Slow maxillary expansion. A clinical study of the skeletal versus dental response to low-magnitude force. *Am J Orthod.* 1978;73(2):121-41.
- [140] **Adkins M, Nanda R, Currier G.** Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990;97(3):194-9.
- [141] **Akkaya S, Lorenzon, S.** Yapıştırma Akrilik yavaş Üst Çene Genişletmesinin Dental Ark ve Ark Perimetresine Etkisi. *Türk Ortodonti Dergisi.* 1997;10(1) 11-15 nisan 1997.
- [142] **Ricketts R.** Perspectives in the clinical application of cephalometrics. The first fifty years. *Angle Orthod.* 1981;51(2):115-50.
- [143] **Haas A.** The Treatment of Maxillary Deficiency by Opening the Midpalatal Suture. *Angle Orthod.* 1965;35:200-17.
- [144] **Sandstrom R, Klapper L, Papaconstantinou S.** Expansion of the lower arch concurrent with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988;94(4):296-302.
- [145] **Halazonetis D, Katsavrias E, Spyropoulos M.** Changes in cheek pressure following rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 1994;16(4):295-300.
- [146] **da Silva Filho O, Boas M, Capelozza Filho L.** Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(2):171-9.
- [147] **Ngan P, Hagg U, Yiu C, Wei S.** Treatment response and long-term dentofacial adaptations to maxillary expansion and protraction. *Semin Orthod.* 1997;3(4):255-64.
- [148] **Altug-Atac A, Atac M, Kurt G, Karasud H.** Changes in nasal structures following orthopaedic and surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39(2):129-35.
- [149] **Cross D, McDonald J.** Effect of rapid maxillary expansion on skeletal, dental, and nasal structures: a postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod.* 2000;22(5):519-28.
- [150] **Hershey H, Stewart B, Warren D.** Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976;69(3):274-84.
- [151] **Turvey T, Schardt-Sacco, D.** *Oral and Maxillofacial Surgery.* Fonseca RJ BN, Turvey TA, editor. Philadelphia: Saunders; 2000.
- [152] **Turalı S.** Ortognatik cerrahi sonrası hastaların temporomandibuler eklem bulguları, sinir hasarı ve hasta memnuniyeti açılarından retrospektif olarak değerlendirilmesi. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2013.

- [153] **McNamara Jr J, Baccetti T, Franchi L, Herberger T.** Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *The Angle Orthodontist.* 2003;73(4):344-53.
- [154] **Lehman J, Haas A, Haas D.** Surgical orthodontic correction of transverse maxillary deficiency: a simplified approach. *Plastic and reconstructive surgery.* 1984;73(1):62-8.
- [155] **Schimming R, Feller K, Herzmann K, Eckelt U.** Surgical and orthodontic rapid palatal expansion in adults using Glassman's technique: retrospective study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2000;38(1):66-9.
- [156] **Bays R, Greco J.** Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long-term stability. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 1992;50(2):110-3.
- [157] **Sari E, Kilic M.** The effects of surgical rapid maxillary expansion (SRME) on vowel formants. *Clin Linguist Phon.* 2009;23(6):393-403.
- [158] **Türk O. Ş, Özsoy S, Arslan L.,** Türkçe'de Ünlülerin Formant Analizi 18Ulusal Dilbilim Kurultayı; Ankara Üniversitesi2004.
- [159] **Bilgic F, Damlar I, Surmelioglu O, Sozer O, Tatli U.** Relationship between voice function and skeletal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2018;88(2):202-7.
- [160] **Hollien H, Malcik E.** Evaluation of gross- sectional studies of adolescent voice change in males. *Communications Monographs.* 1967;34(1):80-4.
- [161] **Evans S, Neave N, Wakelin D, Hamilton C.** The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males. *Physiol Behav.* 2008;93(4-5):783-8.
- [162] **Titze I, Winholtz W.** Effect of microphone type and placement on voice perturbation measurements. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.* 1993;36(6):1177-90.
- [163] **Oğuz H, Kiliç M, ŞAFAK M.** Comparison of results in two acoustic analysis programs: Praat and MDVP. *Turkish Journal of Medical Sciences.* 2011;41(5):835-41.
- [164] **Amir O, Wolf M, Amir N.** A clinical comparison between two acoustic analysis softwares: MDVP and Praat. *Biomedical Signal Processing and Control.* 2009;4(3):202-5.
- [165] **Stevens K, Bressmann T, Gong S, Tompson B.** Impact of a rapid palatal expander on speech articulation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2011;140(2):e67-e75.
- [166] **Biondi E, Bandini A, Lombardo L, Orlandi S, Siciliani G, Manfredi C.** Phonetic analysis during treatment with rapid maxillary expander. *Orthodontics & craniofacial research.* 2017;20(1):21-9.
- [167] **Haydar B, Karabulut G, Ozkan S, Aksoy A, Ciger S.** Effects of retainers on the articulation of speech. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(5):535-40.

- [168] **Niemi M, Laaksonen J, Peltomäki T, Kurimo J, Aaltonen O, Happonen R.** Acoustic comparison of vowel sounds produced before and after orthognathic surgery for mandibular advancement. *Journal of oral and maxillofacial surgery.* 2006;64(6):910-6.
- [169] **Vähätalo K, Laaksonen J, Tamminen H, Aaltonen O, Happonen R.** Effects of genioglossal muscle advancement on speech: an acoustic study of vowel sounds. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery.* 2005;132(4):636-40.
- [170] **Bowers J, Tobey E, Shaye R.** An acoustic-speech study of patients who received orthognathic surgery. *Am J Orthod.* 1985;88(5):373-9.
- [171] **Ahn J, Kim G, Kim Y, Hong J.** Acoustic analysis of vowel sounds before and after orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(1):11-6.
- [172] **Laaksonen J, Niemi M, Happonen R, Aaltonen O.** Acoustic Analysis of vowels before and after orthognathic surgery.
- [173] **Cehiz T.** Dört Segmentte Üçüncü Molar Diş Çekiminin Ses Kalitesi Üzerine Etkilerinin Akustik ve Algısal Analizlerle Değerlendirilmesi. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2006.
- [174] **Guyette T, Polley J, Figueroa A, Botts J, Smith B.** Changes in speech following unilateral mandibular distraction osteogenesis in patients with hemifacial microsomia. *Cleft Palate Craniofac J.* 2001;38(2):179-84.
- [175] **Lee A, Whitehill T, Ciocca V, Samman N.** Acoustic and perceptual analysis of the sibilant sound /s/ before and after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(4):364-72; discussion 72-3.
- [176] **Wertzner H, Schreiber S, Amaro L.** Analysis of fundamental frequency, jitter, shimmer and vocal intensity in children with phonological disorders. *Brazilian journal of otorhinolaryngology.* 2005;71(5):582-8.
- [177] **Abitbol J, Abitbol P, Abitbol B.** Sex hormones and the female voice. *J Voice.* 1999;13(3):424-46.
- [178] **Kadokia S, Carlson D, Sataloff R.** The effect of hormones on the voice. *J Sing.* 2013;69(5):571-4.
- [179] **Montagnani C, Arena B, Maffulli N.** Estradiol and progesterone during exercise in healthy untrained women. *Medicine and science in sports and exercise.* 1992;24(7):764-8.
- [180] **Thompson A.** Pharmacological agents with effects on voice. *Am J Otolaryngol.* 1995;16(1):12-8.
- [181] **Pinto A, Crespo A, Mourão L.** Influence of smoking isolated and associated to multifactorial aspects in vocal acoustic parameters. *Brazilian journal of otorhinolaryngology.* 2014;80(1):60-7.
- [182] **Evans S, Neave N, Wakelin D.** Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: an evolutionary explanation for a deep male voice. *Biol Psychol.* 2006;72(2):160-3.



## **EKLER**

**EK A:** Etik Kurul Kararı

**EK B:** Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**EK A****BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU (2011-KAEK-42) KARAR FORMU**

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Yapılan Hastalarda Ses Değişikliklerinin İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

13.09.2017

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	AÇIK ADRESİ:	Adnan Menderes Bulvarı Vatan caddesi 34093 Fatih/İstanbul
	TELEFON	(0212) 523 22 88 - 1028
	FAKS	(0212) 533 23 26
	E-POSTA	etikkurulu@bezmialem.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Alper ALKAN			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Ortodonti			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	-			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	-			
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 2	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 3	<input type="checkbox"/>		
		FAZ 4	<input type="checkbox"/>		
Gözlemsel ilaç çalışması		<input type="checkbox"/>			
Tıbbi cihaz klinik araştırması		<input type="checkbox"/>			
In vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları		<input type="checkbox"/>			
İlaç dışı klinik araştırma (akademik amaçlı / doktora tezi)		<input checked="" type="checkbox"/>			
Diğer ise belirtiniz					
ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>	

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	-	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	-	-	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>

Sayfa 1 / 3

Etik Kurul Başkanı  
Doç. Dr. Özcan KARAMAN

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU (2011-KAEK-42) KARAR FORMU**

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Yapılan Hastalarda Ses Değişikliklerinin İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

	Belge Adı		Açıklama
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	SİGORTA	<input type="checkbox"/>	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	<input checked="" type="checkbox"/>	28.09.2015, V.2, 28.08.2017 imza tarihli
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	<input type="checkbox"/>	
	İLAN	<input type="checkbox"/>	
	YILLIK BİLDİRİM	<input type="checkbox"/>	
	SONUÇ RAPORU	<input type="checkbox"/>	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	<input type="checkbox"/>	
	DİĞER:	<input checked="" type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klinik Araştırma Başvuru Formu (doküman no: KA-2, 01.08.2016)</li> <li>- Sorumlu araştırmacı ve yardımcı araştırmacıya ait özgeçmiş formları</li> <li>- Çalışmanın Helsinki Bildirgesi, İKU/İLU' ya uygun yürütüleceğine dair taahhütname</li> <li>- Araştırma ile ilgili yayınlar</li> </ul>
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 18 / 11	Tarih: 13.09.2017	
	<p>Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmacının/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmacının/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üye tam sayısının salt çoğunluğu ile karar verilmiştir.</p> <p>İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.</p>		

Sayfa 2 / 3

Etik Kurul Başkanı  
Doç. Dr. Özcan KARAMAN

**BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU (2011-KAEK-42) KARAR FORMU**

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Cerrahi Destekli Hızlı Üst Çene Genişletmesi Yapılan Hastalarda Ses Değişikliklerinin İncelenmesi
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Doç. Dr. Özcan KARAMAN

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Doç. Dr. Özcan KARAMAN	İç Hastalıkları	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Selhattin TUĞRUL	Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Harun BAŞOĞLU	Biyofizik	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Ayşe Arzu ŞAKUL	Tıbbi Farmakoloji	Medipol Üniversitesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Akan İŞCAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ali Akçahan GEPEĞREMEN	Tıbbi Farmakoloji	Bezmialem Vakıf Üniversitesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Ümmihan İŞOĞLU	Fizyoloji	İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Mehmet ÜYÜKLÜ	Fizyoloji	Bezmialem Vakıf Üniversitesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Meltem BAKKAL	Pedodonti	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Alper YENİGÜN	Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Ömer UYSAL	Bioistatistik ve Tıp Bilişimi	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Sultan ŞİMŞEK	Çalışan	Kurum Dışı	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Avukat Aybüke EKİCİ	Hukuk	Bezmialem Vakıf Üniversitesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

\* : Toplantıda Bulunma

**Karar:**  Onaylandı  Reddedildi

Sayfa 3 / 3

Etik Kurul Başkanı  
Doç. Dr. Özcan KARAMAN

## EK B

### BEZMİALEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ DİŞ HEKİMLİĞİ FAKÜLTESİ ORTODONTİ ANABİLİM DALI

#### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (BGOF)

Fakültemizde cerrahi destekli çene genişletmesi yapılacak olan hastalarımızdaki ses değişikliklerinin incelenmesi ile ilgili klinik çalışma gerçekleştirilecektir.

Bu çalışmanın amacı, çene genişletmesi ile genişleyen üst çene ve değişen ağız yapısı ile seste meydana gelen değişikliklerin kaydedilerek sayısal verilerle analiz edilmesidir.

Çalışma doğrultusunda tedaviden önce, ameliyatı takiben genişletme bittikten sonra, genişletme apareyi çıkartılmadan hemen önce ve genişletme apareyi çıktıktan bir ay sonra olmak üzere 6 ayrı zamanda ses kayıtlarınız alınacaktır. Bu araştırmaya katılım hastanın gönüllülük esasına bağlıdır.

Kimliğinizi ortaya koyacak kayıtlar gizli tutulacaktır; kamuoyuna açıklanmayacak, araştırma sonuçlarının yayımlanması halinde bile kimliğiniz gizli kalacaktır. Dilediğiniz zaman çalışmadan ayrılmakta özgürsünüz.

Araştırma süresince ulaşılabilecek hekim; Dt. Onur Erdem Erdur

Telefon numarası: 0505 695 63 52

#### 2. BÖLÜM: GÖNÜLLÜ OLURU

Yukarıdaki metni okudum. Tedavi esnasında yapılacak ölçümler ve prosedürler ile ilgili doktorum tarafından yazılı ve sözlü olarak bilgilendirildim. Söz konusu araştırmada yer almayı, araştırma sonucunun ulusal ve uluslararası dergilerde kullanılmasını kendi isteğimle **kabul ediyorum.**

#### **Hastanın:**

Adı- soyadı:

Adres- Telefon:

İmza:

#### **Açıklamaları yapan doktorun:**

Adı soyadı ve imzası:

## ÖZGEÇMİŞ

**Ad-Soyad:** Onur Erdem ERDUR

**Doğum Tarihi ve Yeri:** 16/08/1989 Tufanbeyli/ADANA

**E-posta:** erdemerdur@hotmail.com

- **Lisans:** 2014, İstanbul Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

### **Bilimsel Faaliyetler**

1. Türk Ortodonti Derneği Bölgesel Toplantısı, Denizli (03-04/05/2015).
2. IV. Uluslararası Türk Ortodonti Derneği Sempozyumu, Eskişehir (02-04/11/2015).
3. Dr. Alpdoğan Kantarcı “Ortodontik Diş Hareketinin Hızlandırılması, Biyolojik Temeller, Yöntemler ve Yenilikler” Kursu, İstanbul Üniversitesi / Forsyth Institute, (09/11/2015).
4. Dr. Vittorio Cacciafesta, 2D Lingual Orthodontic Theory and Hands On, İstanbul (31/03/2016)
5. Dr. Chris Chang, “Simplify Your Mechanics for Challenging Cases” Kursu, İstanbul (08/10/2016).