

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
EGE TIP FAKÜLTESİ
KULAK BURUN BOĞAZ BİRİMİ
Prof. Dr. Orhan GURA

ÇOCUK SESİNİN ÖZELLİKLERİ VE GELİŞİMİ
(280 Çocukta Fundamental Frekansmetre ile Yapılan
Bir Çalışma)

(UZMANLIK TEZİ)

Dr. I. Semih ÖNCEL
İZMİR-1982

Ö N S Ö Z

Çocuklardaki fonksiyonel ses bozukluklarında inceleme yöntemlerinin ve vokal reedükasyon sonuçlarının objektif olarak izlenmesi, özel bazı zorluklara neden olmaktadır.

Son yıllarda kliniğimizde gelişmekte olan objektif foniatrik bakı yöntemleri ile, Türkçemize özgü standartlar saptanmakta ve klinik uygulamada, yani foniatrik eğitimlerde bu değerler bir kriter olarak kullanılmaktadır.

Kliniğimiz foniatri laboratuvarında, temel frekansın saptanmasında kullandığımız en pratik aygıtlardan birisi de fundamental frekansmetredir. Bu aygıt ile çocuk sesinin temel frekans özellikleri ve gelişimi incelenebilmektedir.

Böylesine yeni ve ilginç bir konuda bana çalışma olanağı sağlayan, her konuda büyük yardımlarını gördüğüm hocalarım Sayın Prof. Dr. Orhan CURA'ya, Sayın Prof. Dr. Övünç GÜNHAN'a, foniatri ile ilgili bir konuda tezimin hazırlanmasında büyük katkıları olan Sayın Doç. Dr. Atilla YAVUZER'e, yine yetişmemde emeği geçen Sayın Doç. Dr. Vecihi BİLGEN ve Sayın Doç. Dr. Yılmaz EGE'ye şükran ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca istatistiksel konularda emeği geçen E.Ü. Elektronik Hesap Bilimleri Merkezinden Sayın Turhan TUNALI'ya, tezimin derlenmesi ve yazılmasında yardımını gördüğüm tüm çalışma arkadaşlarıma ve sekreterlere içten teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Semih ÖNCEL

İzmir, 1982

İ Ç İ N D E K İ L E R

I	- GİRİŞ VE ARAŞTIRMANIN AMACI	1
II	- KONU İLE İLGİLİ BİLGİLER	4
	1 - Larinksin embriyolojisi	4
	2 - Larinksin kısa anatomisi	5
	3 - Bebek ve çocuk larinksi	9
	4 - Fonasyon fonksiyonu	10
	5 - Göğüs, kafa sesi ile konuşma sesinin özellikleri	14
	6 - Fundamental (temel) frekans ve ses perdesinin ayarlanması	16
	7 - Fundamental (temel) frekansın ölçüm yöntemleri	22
III	- GEREÇ VE YÖNTEM	25
IV	- OLGULAR VE BULGULAR	30
V	- TARTIŞMA	47
VI	- SONUÇ	53
VII	- ÖZET	55
VIII	- KAYNAKLAR	56



I-GİRİŞ VE ARAŞTIRMANIN AMACI

GİRİŞ VE ARAŞTIRMANIN AMACI

Kliniğimizizin foniatriden laboratuvarında yapılmış olan daha önceki çalışmalarda (9,33,41,42), yetişkinlerde Türkçe ünlü fonemlerin fonasyonu anında, kişinin fundamental (temel) frekansı ve diğer formantlarının Türkçemize özgü standart değerleri saptanmıştır. Normal olgulardaki bu standart değerler, klinikte görülen patolojik olgulardaki ölçümlerle karşılaştırılarak, sapmaların değerlendirilmesinde kriter olarak kullanılmıştır. Çocuk sesindeki patoloji ile de uğraşan kliniğimizde, çocuk foniatrisinde temeli oluşturabilecek çocuk sesinin bazı özelliklerinin de incelenmesi düşünülmüştür.

Belirli yaş grupları arasında farklılık gösteren ve daha sonraki devrede yetişkin sesine temel olan çocuk sesinin, kendine özgü özellikleri bulunmakta ve bu gelişim süreci içinde doğabilecek patolojiler, ileri yaş gruplarındaki patolojilerin temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle çocuk sesinin özellikleri ve gelişimi ayrı bir önem taşımaktadır.

Çocuklardaki fonksiyonel ses bozukluklarında inceleme yöntemlerinin ve vokal reedükasyon sonuçlarının objektif olarak izlenmesi, özel bazı zorluklara neden olmaktadır. Foniatride uygulanan reedükasyon yöntemlerinden alınan sonuçların, reedükasyondan önceki değerlerle karşılaştırılması ile, objektif ve kesin sonuçlara varabilmek mümkün olabilmektedir.

Kliniğimiz foniatriden laboratuvarında, fundamental (temel) frekansın saptanmasında kullandığımız en pratik aygıtlardan birisi de fundamental frekansmetre'dir. Bu aygıt ile temel frekans, mikrofonla verilen sestemden kolaylıkla ölçülebilmekte ve kişi fonasyonu anında sınırlanmamakta,

doğal fonasyonunu gerçekleştirmektedir. Bu aygıtın pratik kullanılma üstünlüğü, çok küçük çocuklarda bile temel frekansın kolaylıkla ölçülmesini sağlamakta ve çocuk kendisine bir aygıt uygulandığının bilincine bile varmamaktadır. Bu özellik, çocuk sesini inceleme güçlüklerini ortadan kaldırmaktadır.

Son yıllarda kliniğimizde gelişmekte olan objektif foniatrik bakı yöntemleri ile, Türkçemize özgü standartlar saptanmakta ve klinik uygulamada, yani foniatrik eğitimlerde bu değerler bir kriter olarak kullanılmaktadır.

İncelediğimiz yerli ve yabancı literatürlerde, çocukların yaş gruplarına göre kesin olarak saptanmış fundamental (temel) frekans değerlerine rastlayamadık. Türk çocuklarında, Türkçe ünlü fonemleri çıkardıkları andaki temel frekans değerlerinin istatistiksel ortalamalarını alarak, çeşitli yaş gruplarında bu değerleri standart değerler şeklinde ortaya koyabilmeyi düşündük. Böylece, Türk çocuklarında temel frekansın, yetişkin çağa kadar geçirdiği değişiklikler, belirli yaş gruplarında standardize edilerek Türk ünlülerinin F_0 ' ları, yani (temel) fundamental frekansları belirli sınırlar içinde saptanabilecek ve foniatriye Türk dili için bir ölçü getirilecekti.

Bu ölçüyü, yani bu standardizasyonu, çocuk sesi patolojilerinde klinikte uyguladığımız vokal reedükasyonlarda, reedükasyonun gidişini ve sonucunu objektif olarak değerlendirmede bir kriter olarak kullanmayı amaçladık.

Bu çalışmamızda,araştırmamızın ayrıntılarına girmeden önce, foniatri ile ilgili bir araştırmada, konuya ve çalışmaya bir giriş ve açıklık getirmek için, önce kısa da olsa, larinksin embriyolojisi, anatomisi,bebek ve küçük çocuk larinksi ve fonasyon fonksiyonunda, göğüs ve kafa sesi ile konuşma sesinin özelliklerinden söz edilecek, sonra da fundamental (temel) frekans ile, bunu etkileyen faktörler ve temel frekansın ölçüm yöntemleri hakkında bilgi verilecektir.



II-KONU İLE İLGİLİ BİLGİLER

1- LARİNKİN EMBRİYOLOJİSİ

İntra-uterin hayatta, üçüncü haftada farinks tabanında, trakea-bronşial sulkustan primitif larinks, bronşlar, akciğerler gelişmektedir. Daha sonra trakea-bronşial sulkus, trakea-bronşial tübe dönüşerek, trakea ve bronşlar oluşmakta, proksimalinden de larinks meydana gelmektedir.

Larinks kıkırdakları ise, intra-uterin hayatın birinci ve ikinci aylarında, trakea-bronşial sulkusun üst bölümünde, mezodermden meydana gelmektedirler. Tiroid kıkırdak, fetal hayatın birinci ayında dördüncü visceral ark'ın ventral ucundan gelişmektedir. Altıncı hafta sonunda kıkırdaklaşma büyük ölçüde tamamlanmış olmaktadır. Krikoid kıkırdak ise altıncı haftada, altıncı visceral arkustan gelişmekte, ikinci ay sonunda kıkırdaklaşması tamamlanmaktadır. Epiglot dördüncü ark'tan gelişirken, aritencidler altıncı visceral arkusun iskelete ait elemanlarından meydana gelmektedirler.

Larinks kaslarından sfinkter ve dilatatör kaslar, primitif farinksin iç konstriktör tabakasından, altıncı visceral arkusun mezoderminden meydana gelmektedirler. Tensör kaslarından m. crico-thyroideus'lar ise, primitif farinksi çevreleyen dış kas halkasından oluşmaktadırlar (4).

2-LARINKSİN KISA ANATOMİSİ

Sesi meydana getiren organ esasen larinks olup, solunum yolları üzerine yerleşmiştir. Larinks anatomik yönden : Kıkırdaklar, kaslar, bağlar ve içerisini döşeyen mukozadan oluşmuş bir organdır. Tiroid, krikoid ve epiglot tek kıkırdaklar iken, aritenoid, krikulat ve kuneiform kartilajlar ise çift kıkırdaklardır. Kasları ise, larinksin kendi üzerinde bulunan, yani intrensek kaslar ile, larinks ile çevresi arasında bulunan extrensek kaslar olmak üzere iki ana grupta incelenebilmektedir.

İntrensek larinks kasları da fonksiyonları açısından beş ana grupta incelenebilmektedir (4). Bunlar :

a) Kord vokal abduktörleri : Her bir tarafta bir adet bulunan m.crico-arytenoideus posterior'dur. Glottisi açar.

b) Kord vokal adduktörleri : Her bir tarafta üç adettir.

Bunlar :

1- M.Crico-arytenoideus lateralis,

2- M.İnterarytenoideus'un transverse kısmı,

3- M.Thyro-arytenoideus'un external kısmı'dır.

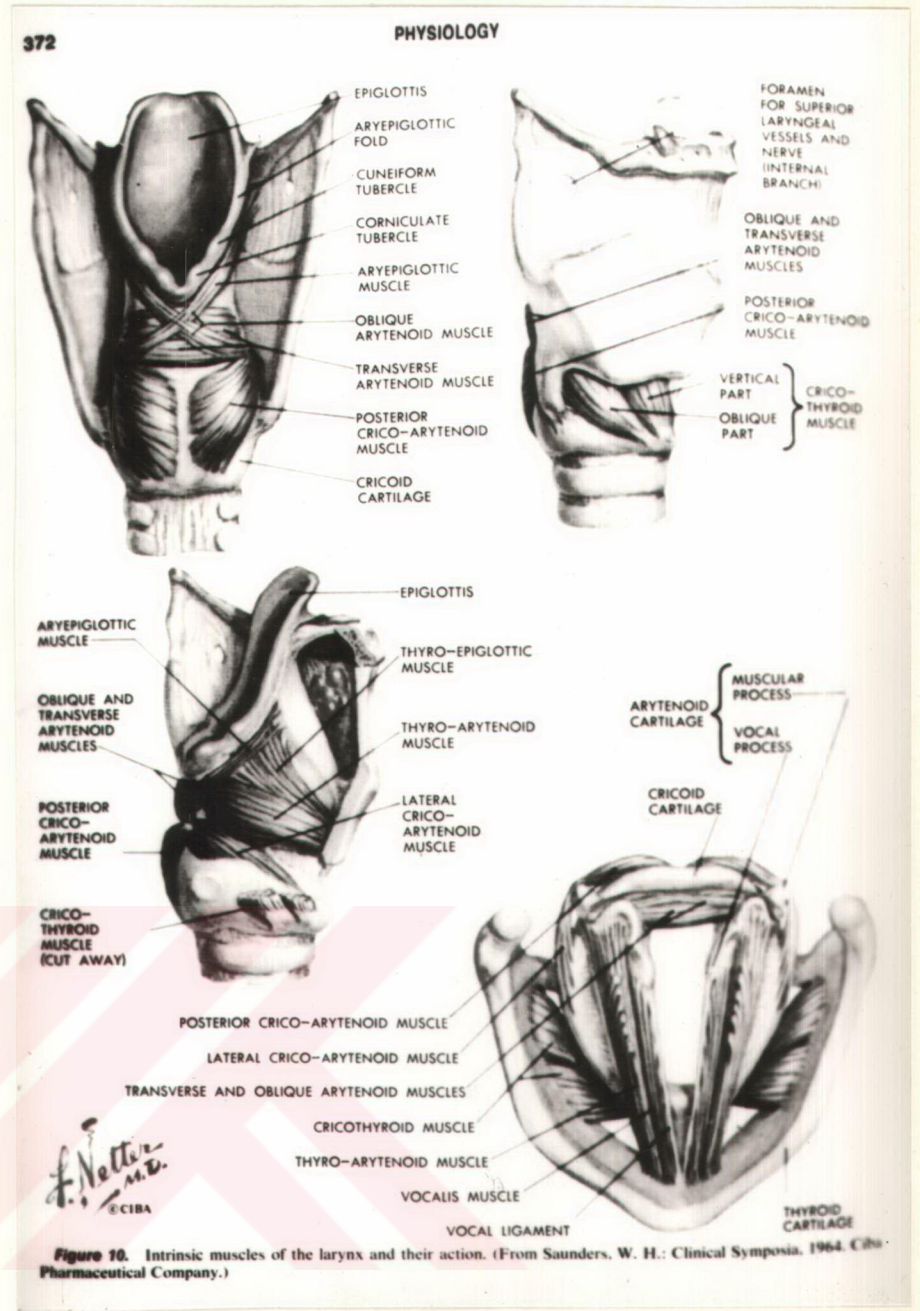
c) Kord vokal tensörleri : Her bir tarafta iki adettir.

1- M.Crico-thyroideus : External tensör olarak da bilinir.

2- M.Thyro-arytenoideus'un (vokalis) internal kısmı :

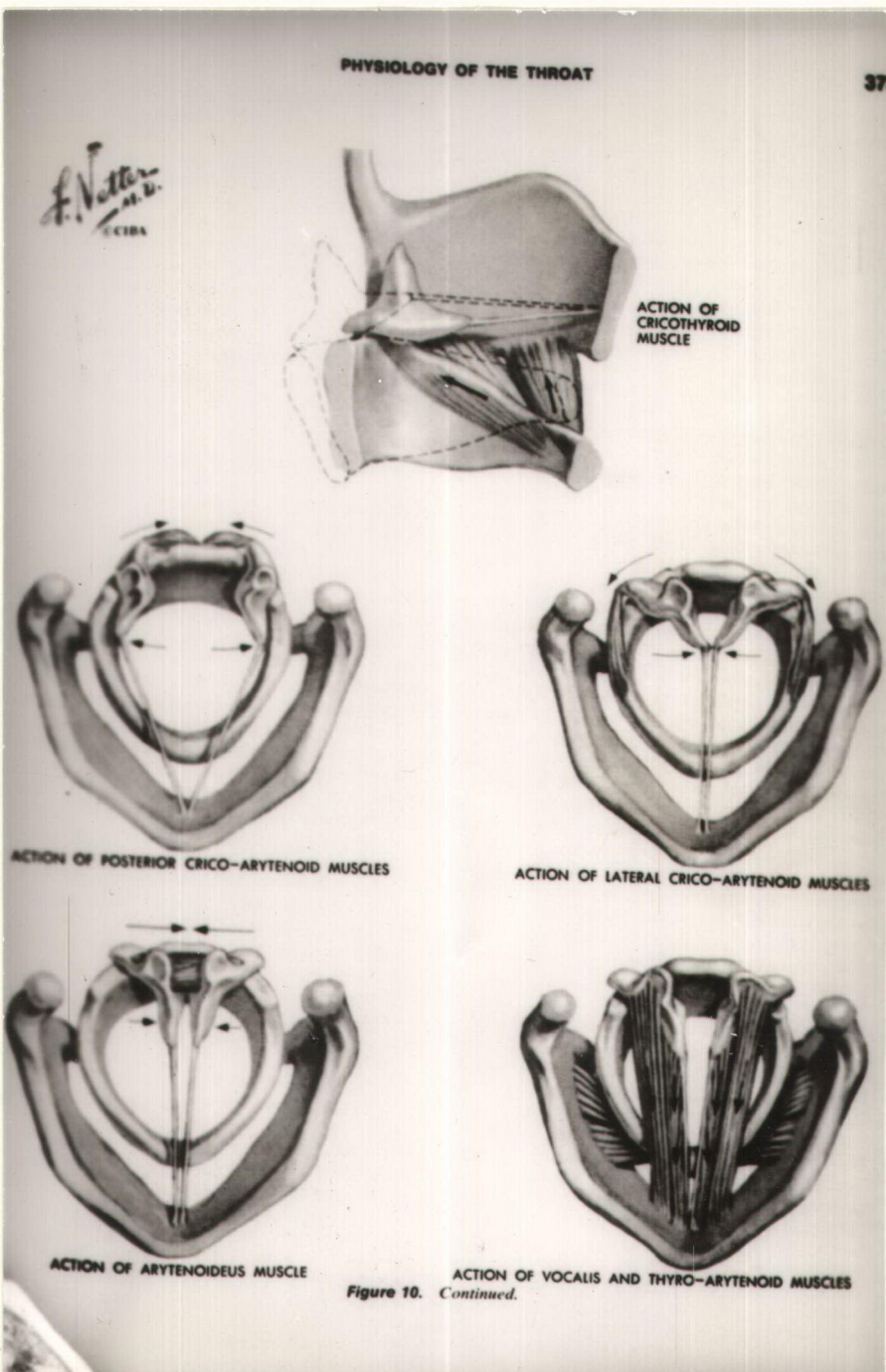
Internal tensör olarak da bilinir.

Şekil - 1



Şekil - 2

Larinksin intrensek kasları ve hareketleri.



d) Larinks girişini açanlar : M.thyro-epiglottica:m.thyro-arytenoideus'un bir parçasıdır.Fibrilleri ary-epiglottik kıvrıma uzar. Bunların bazıları da epiglott kenarına uzar.

e) Larinks girişini kapatanlar :

1- M.Interarytenoideus'un oblik kısmı,

2- M.ary-epiglottica : M.interarytenoideus'un oblik fibrillerinin ary-epiglottik kıvrıma uzantılarından oluşmuştur.

Extrensek larinks kasları ise, boynun bir dizi kasları ve farinks kasları olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir (4). Bunlardan:

1. M.Sterno-thyroideus, 2. M.Thyro-hyoideus boyuna ait iken;

a- M.stylopharyngeus, b- M.Palatopharyngeus, c- M.Constrictor inferior'da farinks kasları olarak ele alınabilmektedirler.

Larinks ligament ve membranları da, yine intrinsek ve extrinsek olarak iki grupta ele alınabilmektedirler.Bunlardan elastik membran, konus elastikus ve thyro-epiglottik ligament intrinsek grubu meydana getirmektedirler.Extrensekler ise, larinks kartilajlarını larinks dışına bağlamaktadırlar.Bu grupta da, thyro-hyoid membran, median ve lateral thyro-hyoid ligamentler, crico-trakeal membran ve hyo-epiglottik ligament bulunmaktadır.

Larinksin kanlanması A.Thyroidea sup. ve inferior'un larengeal dalları ile, A.Thyroidea superiorun cricothyroid dallarından olmaktadır.

Sinirleri ise N.Vagus'un dallarından meydana gelmektedir. Bunlardan N.Larengeus superior'un iki larengeal dalı vardır. İnternal dal tamamiyle sensitiftir. External dal ise, M.cricothyroideus'u desteklemektedir ve M.constrictor inferior boyunca aşağıya uzanmaktadır. N.Larengeus inferior'un (Reccurrens sinirinin) ise, iki dalı bulunmaktadır. Bunlardan antero-lateral (motor) dal, M.cricothyroideus dışında bütün larinks intrensek kaslarını innerve etmektedir. Posteromedial (sensoryal) dal ise kord vokal seviyesinin altının sensitif siniri olmaktadır.

3- BEBEK VE ÇOCUK LARİNKSİ

Bebek ve çocuk larinksi, yetişkinlere göre daha küçük olmaktadır. Negus'un (11) yaptığı çalışmada, ses tellerinin boyunun, doğumda 3 mm., 1 yaşında 5,5 mm., beş yaşında 7,5 mm., 6,5 yaşında 8 mm., 15 yaşında 9,5 mm., yetişkin bir kadında 12,5 - 17 mm., erişkin bir erkekte de 17 - 23 mm. olduğu bildirilmiştir. Bebek ve küçük çocuklarda larinksin girişi de, büyüklüğü ile orantılı olarak, ileri derecede dar bulunmakta ve yetişkin larinkesine göre, şekli kuniye daha fazla benzenmektedir. Larinksin en dar yeri subglottik alanda, larinksin trakea ile birleştiği bölgedir. Bu bakımdan, subglottik larenjitte olduğu gibi, bu kısımdaki yangı, mukozadaki ödeme bağlı olarak, çocuklarda solunumda çok tehlikeli zorluklara neden olmaktadır.

Larinks kıkırdakları ise küçük çocuklarda yetişkinlere göre çok yumuşaktır. Bu bakımdan, zorlu inspirasyonda ve ödemli durumlarda kolaylıkla zorlu solunuma neden olabilmektedir.

Bebek ve çocuk larinksinin pozisyonu, erişkin larinkesine göre daha yukarıda bulunmaktadır. Çocuğun gelişimi ile birlikte, larinksin pozisyonu hızlı bir şekilde, aşağıya doğru olmaktadır(4).

4- FONASYON FONKSİYONU

Fonasyonda rolü olan yapılar, akciğerler, trakea, larinks, farinks, ağız ve burun boşluklarıdır. Sesin oluşmasında iki öge gerekli olmaktadır. Bunlardan birincisi, enerji kaynağı, ikincisi ise titreşen elemandır. İnsan sesinde enerjinin başlıca kaynağı solunum sistemi aracılığıyla akciğerlerden gelen hareketli havadır. Bu hava akımının ses haline dönüşmesi, kord vokalleri taşıyan bölgede olmaktadır. Konuşma sesinin sağlanması için, larinksin oluşturduğu tonların ağız, dil ve dişler yardımıyla artiküle edilmesi gerekmektedir. Larinksin harekete katılmadan, trakeadan gelen havanın ağızda artiküle edilmesiyle, fısıltı şeklinde konuşma oluşmaktadır. Bu bakımdan fonatuar sistem, üç bölümde incelenebilmektedir. Birincisi sesin çıkmasında gerekli enerjiyi sağlayan solunum sistemi, ikincisi titreşen kısım yani larinks ve kord vokaller'dir. Üçüncüsü de, sesin tınısını ve konuşma seslerinin modülasyonlarını meydana getiren başın rezonans kaviteleridir. Bu bakımdan konuşma, solunuma eklenmiş bir fonksiyondur (17).

Solunumda, ekspirasyon havası ses için gerekli enerjiyi taşır, ses oluştuğundan sonra da bunu çevreye yayar. Şiddetli bir sesin oluşmasında, yeterli bir hava basıncı ve yeterli bir hava akımının varlığı şarttır. İnspirasyon ise aktif bir harekettir. Önce kasların yardımı ile göğüs kafesi genişler, hacmi artar, bunun sonucunda da akciğerler genişler ve alveollerde basınç düştüğü için dışarıdan hava çekilir, yani inspirasyon yapılır. Ekspirasyon ise, pasif bir harekettir.

Göğüs kafesini genişleten kasların kasılması bitince, kafes küçülür, akciğerler eski haline gelirken hava dışarıya atılır. Diyafragma, interkostal kaslar ve diğer yardımcı solunum kasları çalıştırılarak, göğüs boşluğu büyütülüp küçültülür ve böylece hava akciğerlere girer ve çıkar. Normal fonasyonda akciğerlerden çıkan havanın hızı ve miktarı bu kas grupları tarafından kontrol edilir. Soluk almada birinci rol, göğüs kaslarındadır. Oysa soluk vermede rol oynayan kaslar, karın kasları ve özellikle diyafragma'dır. Konuşmada yardımcı kaslar da, bu soluk verme kasları ve özellikle karın kaslarıdır. Bunlar fonksiyonel açıdan, reedükasyona en uygun olan kaslardır.

Fonasyonda solunum ritmi değişir, anlatım ve sesin melodisine uyma nedenleri ile düzeni kaybolur. Çünkü soluk alma sadece kanda oksijenlenme için değil, aynı zamanda soluk verirken ses telleri arasında bir hava akımını da sağlamak içindir. Bu nedenle bazen başı aşağıya ve yukarıya hareket ettiren sternokleidomastoid kasta da yararlanılır. Ses çıkarırken yapılan soluk verme; karın, sırt ve interkostal kasları çalıştıran, aktif bir soluk vermedir.

Fonatuvar sistemin ikinci ögesi olan larinks ise, asıl ses kaynağını meydana getirmektedir. Ses tellerinin açılıp kapanması, aritenoidlerin hareketlerine bağlı olmaktadır. Glottik aralık inspirasyon ve ekspirasyonda açılmakta, fonasyonda ise, ses telleri karşı karşıya gelmektedirler. Ses tellerinin uzunluğunu ve gerginliğini sağlayan ön plânda M. Crico-thyroideus olmak üzere, M. thyro-arytenoideus inter-nus'lardır.

Larinks sesi, akciğerlerden gelen devamlı hava akımının glottis seviyesinde, periyodik olarak kesilmesi ile oluşmaktadır.

Normal bir larinkste, ses şiddeti, glottis altındaki basıncın karesi ile orantılıdır. Yani basınç özellikle sesin şiddetinden sorumludur. Tek başına larinks sesi zayıftır ve ikinci rezonans kavimleri tarafından önemli derecede arttırılır.

Ekstrem seslerin çıkarılması sırasında ekstralarenjial, yani ekstrensek larinks kasları rol alırlar. Özellikle ses yorgunluklarında, larinksin önünde ağrı duyulması bundandır.

Kord vokallerin titreşimlerinin oluş mekanizmasını açıklamaya çalışılan bir çok fonasyon teorisi ileri sürülmüştür. Genellikle ekspiryum sırasında, hava akımının oluşturduğu aerodinamik enerjinin, ses tellerinin birbirine yaklaşarak, aralığı kapattığı zaman, hava akımı kesilince, ses enerjisini doğurduğu kabul edilmektedir (3). Klasik teori olarak kabul edilen bu görüşe göre, vokal kasların myoelastik tonüsünün, glottis altında hareket eden aerodinamik kuvvetlerin etkisi ile vibrasyon yaptığıdır. Kord vokallerin bu şekilde titreşimi, "M y o e l a s - t i c - a e r o d y n a m i c teori" olarak bilinmektedir (26,34). 1950' de H u s s o n bu teoriye karşı, bazı eleştiriler ileri sürerek myoelastik teorinin yetersiz olduğunu bildirmiştir. H u s s o n ' a göre, ses tellerinin vibrasyonu saf olarak periferik bir olay değildir ve vibrasyonun frekansı merkezden gelen ve N.Recurrents'i geçen ritmik bir akımdır. Bu akımlar, her periyottda thyroarytencid kasın kasılmasına neden olmaktadır. Yani ses tellerinin vibrasyonu, sinirsel kronaksi ile

direkt olarak uyarılmaktadır ve hareketler aktif hareketlerdir (13,25, 34). Husson'un " n e u r o c h r o n a x i c " teorisi, fizyolojik ve akustik özelliklerinden uzak olduğundan, bir süre sonra kabul edilmemiştir. Halen ses mekaniği konusunda uğraş veren araştırmacılar yaptıkları incelemeler sonucunda, ses oluşumu için klasik myoelastik ve aerodinamik teorinin geçerli kaldığını göstermişlerdir. Söz konusu olan bu bir tartışma noktası da, ses telleri titreşiminin hava akımı olmaksızın meydana getirilebilmesidir. Bu ve benzeri ilişkin sorular bu konuda halen yetersizliği göstermektedir (25,31).

Fonatuar sistemin üçüncü ögesi ise, başın rezonans kavimleri ve artikülatorleri, yani şekillendiricileridir. Bunlar sesin tonunu ve konuşma seslerinin modülasyonlarını oluşturmaktadırlar. Larinks tarafından oluşturulan sesler, başın rezonans boşluklarında kuvvetlendirilip, şekillendirilmektedirler. Başın rezonans kavimleri, şekillerini ve böylece hacimlerini çok çabuk değiştirebilecek hareket yapısındadırlar. Bunu dudak, çene, dil ve yumuşak damak kasları ile yaparlar. Bu şekilde ağız, farinks ve burun boşlukları rezonansda rol alarak, larinks sesinin harmoniklerinden birini çok daha fazla kuvvetlendirirler. Yani sesin oluşumu larinksde temel bir fon olarak başlar ve rezonatörlerde değiştirilir (34).

Larinks, tane tane söylenen kelimeleri oluşturamaz. Havanın ses tellerinde vibrasyonu ile oluşturulan ses, farinks, dil, damak, diş ve dudakların yardımı ile söz haline dönüştürülür.

5- GÖĞÜS, KAFA SESİ İLE KONUŞMA SESİNİN ÖZELLİKLERİ

Larinks sesinin frekansına R e g i s t e r de denmektedir. Fonasyon anında, ses tellerinin pozisyonunu tanımak ve değerlendirebilmek amacıyla, Stroboskopi, çok hızlı sinematografi ve Radyosinematografi çalışmaları yapılmış, ancak buradaki laringoskopi sırasında, doğal olmayan tonların geliştiği izlenmiştir. Eğitim görmemiş bir kişi, şarkı söylerken, çıkarabileceği en yüksek tondan en düşük tona kadar, birleşmiş bir halde, bir çok tondan söylemektedir. En yüksek register kafa sesi, en düşüğü iâe göğüs sesidir. Bu ikisi arasındaki ses, ikisinin karışımı olan konuşma sesidir ve bu nedenle, karışık ses veya karışık register denmektedir (3,19,41).

Göğüs sesi şu özellikleri taşımaktadır :

Larinksten çıkarılan en pes ses sırasında ses telleri büyük amplitüdü geniş bantlar şeklinde tümüyle titreşmektedir. Pes seslerde, amplitüdüler orantılı olarak büyük olup, çoğunlukla arytenoid kıkırdaklar ve larinksin yan açıklıkları üzerine yayılan dalgalı bir hareket belirlenmektedir. Larinks aşağı pozisyonda olup, ses telleri bütün kalınlıkları ve uzunlukları boyunca karşı karşıya gelmektedirler. Bazen arytenoidler de, titreşime katılmaktadırlar. Ses tellerinin üst yüzünde gerginliğini yitiren mukoza, yavaş görünümlü bir dalgalanma göstermektedir.

K a f a s e s i n d e, ses tellerinin gerginliğinin artmasına bağlı olarak, ses tellerinin boyutlarında uzama ve incelme oluşmaktadır. Ses tellerinin en gergin halinde titreşim amplitüdü azalmış bulunmaktadır.

Ses telleri gittikçe uzayarak supraglottik bölge genişlemekte, en gergin hale varıldığında da kafa sesine ulaşmaya olanak veren yeni bir mekanizma ortaya çıkmaktadır. Burada thyroid ve cricoid kıkırdaklarının ön kenarlarının yaklaşımı söz konusudur. Bu anda, ses tellerinin dış yan kısmında bir gevşeme olmakta ve ses tellerinin sadece serbest kenarları ve uzunluğunun bir kısmı titreşime geçmektedir. Tarneaud buna azaltılmış titreşim adını vermiştir (3). Bu anda ses telleri arasında küçük bir açıklık kalmakta ve ses tellerinin dış kısımlarında glottise doğru titreşimler oluşmaktadır. Bazı kişilerde, iki ses telinin ancak $1/3$ ' ü, bazen de $1/2$ ' si titreşmektedir. Geri kalan kısımları, birbirine bitişik olarak hareketsiz durmaktadır. Kafa sesinde, larinks yükselmiş pozisyonda olup, Epiglot ses tellerinin görünümünü engellemekte ve arytencidler birbirine bitişmiş glottis ise, yarı açık gibi görünmektedir. Sadece ses tellerinin orta bölümleri aktif olarak titreşime katılmaktadır (41).

K o n u Ő m a s e s i : Konuşmada kullandığımız karışık sesler, ses tellerinin bütün genişliğinin toplamı bir koordinasyonu ile oluşmaktadır. Göğüs sesi "bas" sesliler tarafından kullanılmaktadır. Yalın kafa sesi kullanarak, kişi yüksek sesler oluşturabilmektedir. Böylece çocukların çıkardığı yüksek frekanslı seslere benzer sesler oluşmaktadır. Erişkin bir erkek larinksi bu kafa sesini kullanarak, ergenlikten önceki sesine benzer bir ses oluşturabilmektedir. Diğer taraftan kişi, sesini alçaltarak, ses tellerini bütün genişliğince kullanarak sesini kalınlaştırabilmektedir (41). Sesin bu özellikleri ve ses tellerinin kafa ve göğüs sesinde aldığı durum ve aktivite, elektromyografik olarak da incelenmektedir (14).

6- FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANS VE SES PERDESİNİN AYARLANMASI

Fizik açıdan ses, havanın bir titreşim hareketidir ve bir sesin ulaşabilmesi için önce titreşim yapan bir cisme, sonra da bu titreşimleri kulağımıza ileten bir ortama gereklilik vardır. Titreşim yapan bir cismin kendine özgü, bir saniyedeki titreşim sayısına **f r e k a n s** denilmektedir. Titreşim yapan bir cisim hem temel (fundamental), hem de ikinci bir harmonik sesleri meydana getirdiği gibi, ses tellerinin titreşimi de hem temel (fundamental) tonu, hem de harmoniklerini oluşturmaktadır. İnsan sesi bu seslerin larinksin üstündeki çeşitli tınlatıcı (Rezonatör) boşluklarından geçerken kuvvetlenip, uğradığı değişikliklerle oluşmaktadır. Bir titreşim hareketi ile değişerek, kendi kendine titreşime başlayan bir boşluktaki hava kitlesi, bu titreşim hareketini aynen değil, fakat periyoddaki hareketleri kuvvetlendirerek (rezonansa uğratarak) ve farklı periyodlardakileri de zayıflatarak (filtre ederek) devretmektedir. Her hangi bir tınlatıcının özellikle kuvvetlendirdiği ses, temel (fundamental) sestir. Ancak insan ses aygıtındaki tınlatıcılar gibi, tınlatıcının şekli ve girişi düzgün değilse, temel sestem başka harmonikler de kuvvetlenmektedir. Boşlukların sesler ve özellikle ünlüler (sesli fonemler) üzerinde etkisi büyüktür (33).

Ses tellerinin titreşiminden oluşan frekans birçok faktörler ile ilgilidir. Özellikle glottis altındaki hava basıncı, ses tellerinin kitlesi, uzunluğu, gerginliği ve bir de larinksin içini örten mukozanın durumu bunlar arasında sayılabilmektedir (17,41).

Larinks sesinin yüksekliği ses telinin gerginliği ile doğru orantılı, titreşime katılan kitle ile ters orantılıdır.Yani ses telleri ne kadar gergin ise, sesin frekansı o kadar yüksek,titreşen kitle ne kadar çok ise, ses o kadar az yüksek bulunmaktadır (2,10).

Ses tellerinin temel (fundamental) frekansı yaş, seks ve hormonal etkilere bağlı bulunmaktadır.

Ses perdesi yükseldiği zaman, kord vokal krikotiroid kasın etkisi ile uzamaktadır.Bu kas aynı zamanda ses perdesini düşürmesine rağmen, bunun etkisi thyroarytenoid kasın kasılmasıyla etkisiz duruma gelmektedir (34). Thyroarytenoid kas aynı zamanda ses tellerini inceltmekte ve ses tellerinin gerilimini arttırmaktadır. Thyroarytenoid kasın çok sayıdaki ince, kısa fibrillerinden dolayı,çeşitli yönlere kasılma olabilmektedir.Bu bakımdan fonasyonun temel frekansının oluşmasında thyroarytenoid kasın önemli bir fonksiyonu bulunmaktadır (18).

Extrensek larengeal kaslar da, tiroid kartilajın krikoidde göre durumunu değiştirmesiyle, başın bazı özel pozisyonlarında kord vokallerin boyunu kısaltıp, uzatabilmektedir.Bazı yazarlar tiroidektomi sonrası, çeşitli extrensek larinks kaslarının kesilmesiyle, yüksek frekanslı seslerde ses tellerinin tam kapanma yetmezliği gösterdiğini bildirmektedirler (34).Bu olgularda aynı zamanda ses şiddetinde ve frekansında da azalma gözlenmiştir.Faaborg-Anderson ve Sonninen, 1960' da (34) lokal anestezi altında, operasyon sırasında çalışma yapmışlar ve boyun ekstansiyonda iken, sternothyroid kasın stimulasyonu ile hastanın söylediği notanın yarım ton düştüğünü gözlemişlerdir.Baş normal pozisyonunda iken ise,

ses perdesinde herhangi bir değişme olmamıştır.

Bu güne kadar temel frekansa (F_0 ' a) etki eden fizyolojik faktörleri inceleyen birçok deneysel çalışma yapılmıştır. Bunlardan Faaborg-Anderson 1965' de, Lieberman ve arkadaşları 1970' de, yine Ohala 1970' de larinks kaslarında elektromyografik (EMG) çalışmaları yapmışlardır. Ladefoged 1962' de, Bouhuys, Proctor ve Mead 1966' da Lieberman ise 1967' de subglottal, Transglottal ve oral hava basıncı ile ilgili aerodinamik çalışmalar yapmışlardır (2).

1977' de Atkinson J.E. ve arkadaşları (2) çeşitli larinks kaslarının elektromyografik aktivitelerini, subglottik hava basıncını ve ses tellerinin titreşim frekansını (temel frekansını) araştırarak, temel frekans ile çeşitli faktörler arasında kantitatif değerler saptamışlardır. Buna göre her faktörün temel frekansı etkilemedeki rolü, önem derecesine göre şöyle sıralanabilmektedir (2) :

1) M.Cricothyroideus : Temel frekansı yükseltmede ve düşürmekte etkili olmakta ise de, yüksek temel (fundamental) frekansta en önemli, tek faktör olmaktadır. Atkinson'un çalışmasında, bu kas temel frekansı etkilemede en yüksek ilişki kat sayısına sahip olmaktadır.

2) M.Sternohyoideus : Değişen temel frekans (F_0) seviyelerinde belirgin farklılıklar göstermektedir. Orta değerdeki F_0 ' da, F_0 ' ı kontrol eden en önemli tek faktör sternohyoideus kası olduğu halde, diğer F_0 seviyelerinde F_0 ile çok düşük ilişkiye sahiptir.

3) M. Crico-arytenoideus lateralis : Yüksek Fo' da orta derecede etkili olurken, düşük Fo' da nisbeten daha az etkili olmaktadır. Orta değerdeki Fo' larda ise hemen hiç etkili olmamaktadır. Bununla birlikte M. Crico-Arytenoideus lateralis, Fo ile yakın ilişki gösterdiği her durumda aynı zamanda M. Crico-thyroideus ile de yakın ilişki göstermektedir. Böyle durumlarda M. Crico-Arytenoideus lateralis Fo' ı kontrol etmekten çok, orta değerde destek sağlamak amacıyla, M. Cricothyroideus etkisini kuvvetlendirmektedir, denilebilmektedir.

4) M. Vocalis : Fo ile orta değerde bir ilişkiye sahiptir. Fo değişmelerine karşı hafif farklılıklar göstermektedir.

5) M. Sternohyoideus : Fo ile orta değerde bir ilişkiye sahiptir. Hiçbir analizde belirgin faktör durumunda değildir ve Fo kontrolünde küçük bir rolü vardır.

6) Subglottik hava basıncı : Fo ile çok değişik ilişkisi olan faktördür. Fo ile çok düşük bir ilişkiye sahip olmakta ve en önemsiz faktör gibi görünmektedir. Yükselen ve alçalan Fo lar arasında subglottik hava basıncı belirgin bir farklılık göstermektedir. Alçalan Fo'lar için yüksekçe olan ilişki katsayısı, yükselen Fo'lar için çok düşüktür. Fo değişimlerine gelince, subglottik hava basıncı alçak Fo değerlerinde (80-100 HZ) en yüksek etkiye sahip olmakta, diğer frekans seviyelerinde ise o kadar belirgin bir etkinliği bulunmamaktadır.

Bu sonuçlardan da düşük Fo' da Subglottik hava basıncının temel frekansı etkilemede ana faktör olduğu, orta Fo' da M. Sternohyoideus'un, yüksek Fo' da da M. Cricoarytenoideus lateralis tarafından desteklenen

M.Cricothyroideus'un F_0 ' ı kontrol eden ana faktörler olduğu ortaya konmaktadır (2). Yalnız herhangi bir durumu kontrol eden spesifik bir faktörden söz ederken, diğer faktörlerin bu F_0 seviyesinde inaktif oldukları anlamına gelmemelidir. Örneğin, düşük F_0 ' da Subglottik hava basıncının temel frekansa etkili ana faktör olduğu söylenirken, bu F_0 seviyesinde M.Cricothyroideus ve diğer faktörlerin de, daha az olmak üzere F_0 ' ı etkileyebildiklerini unutmamak gerekmektedir.

İnsan sesindeki temel frekans değişiklikleriyle, ses basınç seviyelerindeki değişiklikler arasındaki ilgi, taşıdığı akademik değerlerden daha önemli bulunmaktadır. Bu konuda yapılan bir çalışma ile, ses basınç seviyesindeki artışın, temel frekansla beraber arttığı gösterilmektedir (6).

Koyama T., Harvey J.E. ve Ogura J.H. de (25) yaptıkları çalışmada ses perdesinin, sinirsel uyarımla, hava akımıyla ve Subglottik basınç ile ilişkilerini incelemişlerdir. Ses tellerine etkili sinirsel uyarımın voltajındaki artma, ses perdesinde belirgin frekans artımına neden olurken, bu sinirsel uyarımın süresinin uzaması frekans artımına çok az etkili olmaktadır.

Ses perdesinin hava akımına bağımlılığı senelerdir araştırılmasına karşın henüz bir ortak karara erişilmiş değildir. Hava akımının ses perdesi üzerine olan etkisi, subglottik basınç yolu ile sekonder olmaktadır (25). Hava akımı, frekanstan çok ses çıkmadaki yöntem ile ilişkili görülmektedir (36).

Böylece respiratuar mekanizmanın esas rolünün intrensek kasların oluşturduğu frekansda ses çıkarabilmesi için, ses tellerini titreştiren hava akımını meydana getirdiği ortaya konmuştur (36).

Sapır, Campbell ve Larson ise (35), temel frekanstaki maksimum yükselmenin, M.Cricothyroideus'un M.geniohyoideus ve M.Sternothyroideus ile beraber uyarılmaları sonucunda meydana geldiğini göstermişlerdir (35).

Yine yapılan araştırmada, akromegalinin larinksde genişleme ve bant ventriküllerde kalınlaşma yaparak, sesin temel frekansında azalma yaptığı belirtilmektedir. Akromegalik hastalarda larinksin büyümesiyle oluşan bu durum, puberte çağında normal çocuklarda larinksin aynı şekilde büyümesiyle temel frekansın azalmasına neden olmaktadır (39).

7- FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSIN ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Tıpta son yıllardaki büyük teknolojik ilerlemeler yardımıyla, ses tellerinin hareketlerini objektif olarak inceleyebilecek yeni yöntemler gelişmektedir. Konuşan kişi tarafından yayınlanan ses dalgaları akustik çözüm yöntemleri ile, geniş bir şekilde incelenebilmektedir(12). Fotoğraf ve radyolojik incelemelerle de titreşimler gözlenebilmektedir (23). Elektromyografi ile de ses tellerinin aktiviteleri ölçülebilmektedir (2).

Ses tellerinin titreşimlerini araştırmada, fonolojide farklı metodlar kullanılmaktadır. Sesin temel frekansını kararlaştırmada, bu titreşimlerin frekansı etken olduğu için, sonradan konuşma ve fonasyon sırasında, bu frekansı ölçmek ilginç olmaktadır.

Subjektif olarak temel (fundamental) frekans, ses perdesinden dinlemekle kararlaştırılabilir. Fakat bu temel frekansın doğru bir şekilde saptanması değildir (20, 22, 33). Flanagan ve Saslow da yaptıkları araştırmada, sabit seslilerin temel frekansındaki değişimlere işitme sistemimizin çok duyarlı olduğunu saptamışlardır (24).

Literatürde ses tellerinin temel frekansını ölçmede çeşitli objektif yöntemler tarif edilmektedir (9, 20, 27, 28, 30, 37).

Bu yöntemlerden biri de, bizim de uyguladığımız gibi ağız önünde tutulan bir akustik mikrofon yardımıyla temel frekans saptanmasıdır. Burada kullanılan fundamental frekans metredeki çeşitli filtreler ile harmonikler yok edilmekte ve temel frekans göstergeden okunabildiği gibi,

mingograf gibi çeşitli yazıcılar yardımı ile de kaydedilebilmektedir (9,20,27,28).

Glottal alanın, konuşma veya fonasyon esnasında devamlı değişikliklerini kaydetmek için kullanılan diğer bir yöntem de foto-elektroglottograf'dır. 1961 yılında Sonesson tarafından geliştirilen bu aygıt, dikey düzlemde ses tellerinin arasındaki açıklığı, saptamamıza yaramaktadır. Foto-elektrografide, krikoid-tiroid kartilaj arasındaki deriye, dıştan soğuk ışık kaynağı uygulanmaktadır. Bu ışık, burundan geçirilerek, epiglott serbest kenarına kadar farinkse uzatılmış olan bir elektrik transducer, yani çevirici kordon tarafından alınmaktadır. Böylece, bu aygıtla ses tellerinin titreşimleri ve ses telleri aralığının eklem hareketleri hakkında, bilgi edinilmektedir (9,37).

Elektroglottografi ile de, fonasyon esnasında larenks dokusundaki impedans değişiklikleri kaydedilmektedir. Aygıtın ilkesi, boyunda tiroid kıkırdağının iki kanadı üzerine yerleştirilmiş iki elektrodan yüksek frekanslı çok düşük şiddette bir akımın geçirilmesidir. Böylece ses tellerinin açılıp kapanmasındaki titreşimlerin değişmesine bağlı olarak, bu iki ses teli arasındaki elektriksel impedans değişiklikleri incelenmektedir. Elde edilen çizelgeye de glottogram adı verilmektedir (41).

Larinksin stroboskopik bakışı ile de, glottik titreşimler araştırılmaktadır. Ancak bu bakının indirekt laringoskopik bakıda olduğu gibi, bazı sakıncaları bulunmaktadır. Örneğin dilin kuvvetli çekimine bağlı olarak ortaya çıkan sorunlar ve sadece birkaç fonemle bakı yapıl-

ması gibi, Stroboskopide her ses teli titreşiminin tek tek belirlenmesine olanak yoktur. Çünkü burada ses telleri titreşimlerinin bir bileşkesi elde edilmektedir (41).

Intensimetre ile de sesin şiddeti saptandığı gibi, diğer yandan sesin şiddeti ve temel frekans değişiklikleri arasındaki ilişki incelenmektedir (9).

Frekans real time analizatörü ve kayıt aygıtı ile de temel frekans saptanmakta ve sesin analizi yapılabilmektedir (9).

Sonografi ise, sesin şiddet, frekans ve süre gibi bütün özelliklerini, sonogram adı verilen bir çizelge halinde verebilen bir yöntemdir. Fournier'in ilkelerine göre sesi, temel frekans, harmonikler, şekillendirici (formantlar), gürültü bölgeleri gibi, ilkel elementlere ayırtırmakta ve bu şekilde sesin spektrografik analizi yapılabilmektedir (9,30).

S.Hamlet ve J.Reid, larinkse devamlı ultrason dalgası uygulaması ile, ses tellerinin kapanış zamanının elde edilebileceğini göstermektedirler. Bu şekilde geliştirilen bir yöntemle de normal konuşma esnasında ultrason dalgası ile temel frekans araştırılması yapılabilmektedir (20).

III-GEREÇ VE YÖNTEM

G E R E Ç V E Y Ö N T E M

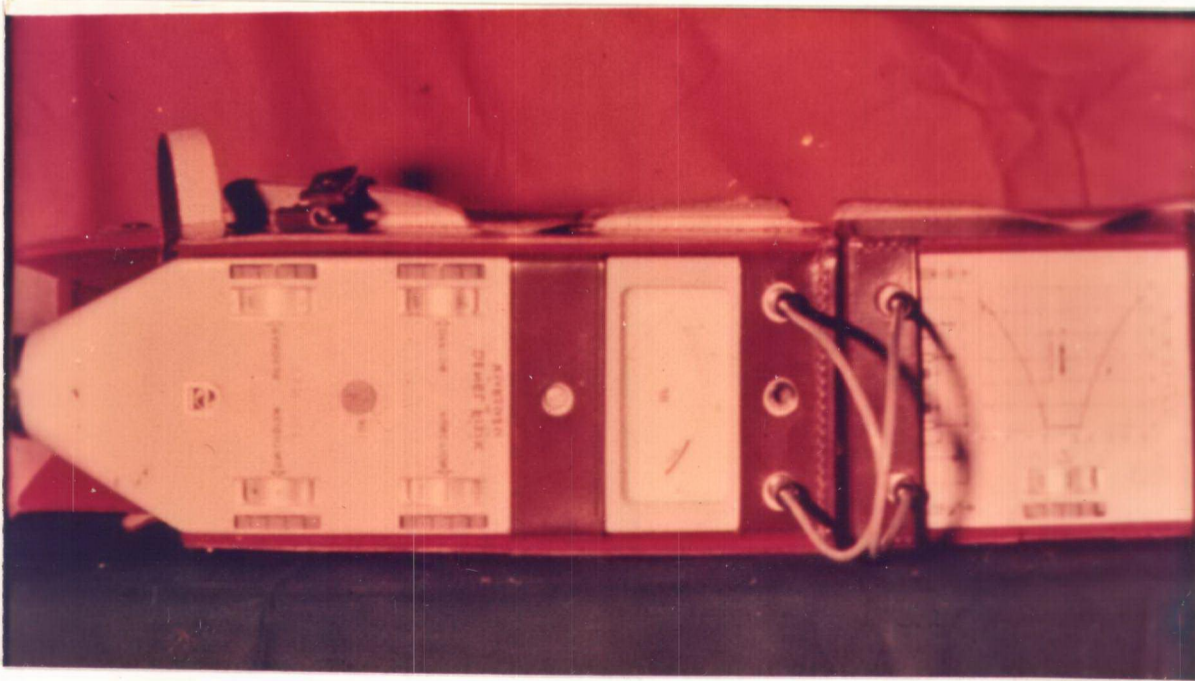
Bu çalışma, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi K.B.B.Hastalıkları Kürsüsü Fonoloji laboratuvarında, değişik yaşlardaki kız ve erkek çocukların çıkardığı Türkçe sesli fonemlerin fundamental (temel) frekanslarının araştırılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Her biri 35' i kız, 35' i de erkekten oluşan, ayrı yaşlardaki 4 grup, yani toplam olarak 280 çocuk incelenmiştir. Birinci gruptakiler 8-9, ikinci gruptakiler 10-11, üçüncü gruptakiler 12,13, dördüncü gruptakiler de 14-15 yaşlarında bulunmaktaydı. Çocuklar İzmir-Bornova'daki Kars ve Ali Suavi İlkokulları ile, Suphi Koyuncuoğlu Ortaokulu öğrencilerinden seçilmişlerdir. Bu olguların seçiminde, ses tellerinin titreşimlerini olumsuz yönde etkileyebilecek lokal veya sistemik herhangi bir hastalığın bulunmadığı saptandıktan sonra, rutin K.B.B.bakıları yapılmış, diş, ağız, çene, dil, damak, yutak ve burunlarında fonasyonu olumsuz olarak etkileyebilecek herhangi bir patolojinin bulunmamasına özen gösterilmiştir. İndirekt laringoskopik ve otoskopik kontrol yapılarak, kuşku duyulan olgularda odiyometrik incelemeler de yapılmış, işitme kayıplarının olmadığı saptanmıştır.

Toplam 280 olguya aşağıda açıklanan araç ve yöntemlerle fundamental frekansmetre uygulanmıştır :

- 1) F.J.Electronics A/S, FFM 650 modeli fundamental frekansmetre,
- 2) Philips Sound level meter, tip PM 6400, (Resim - 2)
- 3) Zimmermann modeli piano.



Resim - 1
Fundamental frekansmetre ve göstergeden
temel frekansın gözlenmesi.



Resim - 2

Araştırmada kullandığımız Fundamental frekansmetre tip FFM 650 aygıtında, lineer ve logaritmik olmak üzere, temel frekans iki ayrı göstergeden kontrol edilerek saptanabilmektedir. Sesin harmoniklerini filtre etmek için, high-pass filter ve Low-pass filter olmak üzere, iki ayrı filtre sistemi bulunmaktadır. Aygıtın kalibrasyonu sırasında, çalışmalara pratiklik kazandırmak için kişinin konuşma sesi, ses perdesinden algılandıktan sonra, temel frekansına göre bu filtrelerin ayarlanması sağlanmıştır (16). Buna göre, normal erkek sesi için low-pass filter'in 130 Hz., kadın sesi için 200 Hz., yüksek frekanslı kadın sesi ve çocuk sesi için de 300 Hz., tuşuna basılmaktadır. Araştırmamızda, çocuk sesi ile çalışıldığından, 300 Hz. tuşuna basılmıştır. High-pass filter ile de temel frekansın altındaki düşük frekanslı parazitler (harmonikler) filtre edilmektedir. High-pass filter ise, kişinin en düşük bulunduğu temel frekansının hemen altındaki sayıyı gösteren tuşa basmakla çalıştırılabilmektedir. Buna göre, 40, 70, 120, 180 Hz. yazılı tuşlardan birine basılmaktadır. Araştırmamızda 120 ve 180 Hz. tuşlarına basılmıştır.

Uygulanan Yöntem :

Ölçümü yapılacak kişi, ortama uyum sağlama amacıyla bir süre (yaklaşık 5-10 dakika) laboratuvarında dinlendirilmiştir. Aygıt çalıştırılarak, ısınması için bir dakika beklenmiştir. Fundamental frekansmetre ile temel frekans saptanmadan önce, anamnez sırasında olgunun konuşma sesi üzerinde bir fikir elde edilmekte ve buna göre aygıtın harmonikleri filtre etmesi için, gerekli olan tuşlarına basılmaktadır.

Kişiye önce kendi konuşma sesinde devamlı olarak çıkarabilmesine hazırlık amacıyla, seslileri (ünlü fonemleri) Sound Level Meter ile kontrol altında 60 dB. lik sabit bir şiddette olmak üzere, her bir Türkçe ünlü fonemi (a,o,ö,u,ü,ı,i,e) bir iki kez tekrarlıyarak alıştırma yapılmıştır. Temel frekansın saptanmasında kişinin ses verme esnasında, sesini ses perdesinde gezdirmesini önlemek için, piyanodan temel sesine uygun nota bulunarak kişinin Türkçe sesli fonemleri konuşma frekansına uygun bir şekilde çıkarması sağlanmıştır. Bunun için her olgunun önce a, o, u, gibi kalın ünlüleri, temel frekansına uygun olarak bulunmuş piyanodaki notaya uygun olarak çıkartmasına çalışılmıştır (8).

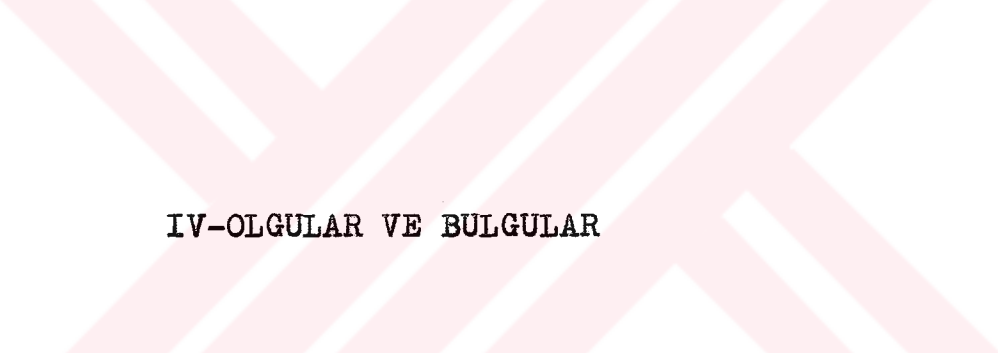
Bu şartlar altında kişi fundamental frekansmetrenin akustik mikrofonunu dudaklarına yaklaştırarak, Türkçe sesli fonemlerin herbirini ayrı ayrı, çeşitli araştırmacıların önerdikleri şekilde en az üç-dört saniyelik süre ile çıkarmakta ve temel frekansı, fundamental frekansmetre'nin göstergesinden okunmaktadır (1,6,7,36). Yine olgunun her fonemi belirli bir şiddette (60 dB.'de) çıkarmasını kontrol amacıyla kullanılan Philips Sound Level Meter tip PM 6400 aygıtı da, daima olgunun 0,5 metre uzaklığına yerleştirilmiştir (38) (Resim-3).



Resim - 3

Çalışma esnasında kişi, ses yorgunluğunu önlemek amacıyla zaman zaman dinlendirilmiş ve sesini ses perdesinde gezdirmesi önlenebilmek için, piyanodan devamlı olarak temel frekansına uygun olarak bulunmuş notadan ses verilmiştir.

İstatistik hesapların tümü, Ege Üniversitesi Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsünde, IBM 370/138 bilgisayarı için hazırlanan, özel amaçlı programlar yardımıyla yapılmış ve ilgili yorumlar, bu programların sonuçlarından yararlanılarak, çıkarılmıştır.



IV-OLGULAR VE BULGULAR

O L G U L A R V E B U L G U L A R

Araştırmamızdaki olguların yaş ve cinsiyetlerine ilişkin bilgiler tablo-I' de gösterilmiştir.

<u>Yaş grupları</u>	<u>Olgu sayısı</u>	<u>Kız</u>	<u>Erkek</u>
8-9	70	35	35
10-11	70	35	35
12-13	70	35	35
14-15	70	35	35
Toplam olgu =	280		

Tablo - I

Her yaş grubundaki kız ve erkekleri içeren toplu tabloda, olgunun her birinin ön bilgileri, her olgunun herbir ünlü fonem için fundamental frekansmetre'den okunan temel frekans değerleri gösterilmiştir. Ayrıca her olgunun sesli fonemlerinin temel frekans ortalaması da, Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsünde saptanarak belirtilmiştir. Tablolarda bütün temel frekans değerleri " Hz. " olarak gösterilmiştir.

8 - 9 YAŞ GRUPEU, KIZIAR

Olgu No.	Foniatrı Lab.Prot. No.	Adı	Yaşı	Cinsi	A Fonemi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSIAR [Fo]										Ortalama Değerler (Hz.)	
						O Fonemi	Ö Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	I Fonemi	E Fonemi	İ Fonemi	İ Fonemi	İ Fonemi	İ Fonemi		İ Fonemi
1	5	Y.S.	8	K	285	280	280	290	280	280	280	290	280	290	290	300	287.50
2	6	V.S.	8	K	275	280	280	280	280	280	280	290	280	290	290	290	281.87
3	7	G.T.	8	K	280	280	280	290	280	280	280	290	280	290	295	286.87	
4	10	F.Ü.	8	K	275	260	280	280	280	280	280	280	280	280	290	279.37	
5	11	N.Ç.	8	K	280	280	280	280	280	280	280	280	280	290	310	287.50	
6	12	G.C.	8	K	270	290	290	280	280	280	280	290	290	300	310	288.75	
7	136	S.E.	8	K	280	275	280	280	270	270	270	275	290	280	280	278.75	
8	137	S.K.	8	K	285	270	280	280	270	270	270	280	275	270	270	278.12	
9	138	E.D.	8	K	275	270	280	280	275	275	275	280	290	290	290	280.00	
10	426	H.K.	9	K	260	265	270	270	270	270	270	260	275	260	260	266.25	
11	427	S.E.	9	K	270	270	260	260	265	265	260	260	270	260	260	266.87	
12	430	O.S.	9	K	265	270	270	270	265	265	265	275	270	275	275	266.87	
13	433	E.A.	9	K	270	270	260	265	270	270	260	260	265	260	260	265.00	
14	434	D.D.	9	K	260	260	270	270	270	270	270	270	270	260	260	264.37	
15	435	O.P.	9	K	255	260	250	250	250	250	245	255	255	250	250	251.87	
16	436	N.B.	8	K	270	270	270	270	275	275	260	275	275	260	260	268.75	
17	477	E.A.	8	K	255	260	265	265	260	260	255	265	265	260	260	260.00	
18	478	F.G.	8	K	270	260	270	270	260	260	260	260	270	265	265	265.00	
19	479	I.D.	8	K	265	260	260	260	270	270	260	260	270	270	270	264.37	
20	480	N.O.	8	K	270	275	270	270	260	260	260	260	270	270	270	268.12	

Olgu No.	Foniatri Lâb. Prot. No.	ADI Soyadı	Yaşı	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSLAR [Fo]										Ortalama Değerler (Hz).
					A	O	Ö	U	Ü	İ	E	Fo	Hz.		
21	481	A.G.	8	K	250	265	250	255	265	265	255	260	260	260	257.50
22	482	S.E.	8	K	265	265	260	255	260	270	270	270	270	270	264.37
23	483	N.G.	8	K	280	270	270	270	265	270	270	270	270	275	271.25
24	484	S.K.	8	K	260	265	255	265	260	265	265	270	270	270	264.37
25	485	E.F.	8	K	285	270	275	270	280	270	270	275	275	270	274.37
26	486	A.G.	8	K	275	260	265	265	270	270	270	270	270	270	268.12
27	487	G.Ş.	9	K	250	255	260	260	260	255	255	260	260	265	258.12
28	488	G.H.	9	K	240	235	245	240	250	250	250	255	255	250	245.62
29	489	A.Y.	9	K	250	255	250	255	250	250	250	260	260	250	252.50
30	490	M.E.	9	K	270	265	250	255	260	265	265	270	270	270	263.12
31	491	E.S.	9	K	255	260	260	260	250	250	250	260	260	265	257.50
32	492	L.S.	9	K	285	280	275	270	270	275	275	280	280	280	276.87
33	493	A.G.	9	K	265	260	265	260	260	265	265	270	270	270	264.37
34	494	G.T.	9	K	270	260	265	260	265	260	260	270	270	265	264.37
35	495	S.E.	9	K	260	265	260	255	260	265	265	270	270	270	263.12

8 - 9 YAŞ GRUBU, ERKEKLER

Olgu No.	Foniatri Lâb. Prot. No.	Adı Soyadı	Yaş	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEİL) FREKANSLAR [Fo] " Hz "										E Ortalama Fonemi Değerler (Hz).			
					A Fonemi	O Fonemi	Ü Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	I Fonemi	O Fonemi	Ü Fonemi	U Fonemi	I Fonemi		E Ortalama Fonemi		
1	1	Ö.T.	8	E	260	280	260	260	260	260	280	260	260	260	280	260	290	272.50
2	2	E.Ö.	8	E	300	310	280	300	300	300	300	300	300	300	300	300	290	298.75
3	3	S.E.	8	E	250	250	270	280	280	280	280	280	280	280	280	280	260	271.87
4	4	Ö.Ö.	8	E	290	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	290	285.00
5	8	M.A.	8	E	280	290	300	300	300	300	300	300	300	300	300	310	310	298.75
6	9	H.Ö.	8	E	280	290	280	280	280	280	280	280	280	280	280	290	295	285.62
7	127	Y.H.	8	E	280	275	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	278.75
8	128	M.Ç.	8	E	290	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	285	285	282.50
9	129	C.D.	8	E	270	275	270	270	270	270	270	270	270	270	270	280	280	275.00
10	130	İ.S.	8	E	270	275	270	270	265	270	270	270	270	270	270	275	275	271.25
11	131	Z.Ş.	8	E	275	275	270	270	270	270	270	270	270	270	270	275	275	273.75
12	132	E.Y.	8	E	270	275	270	270	270	270	270	270	270	270	275	280	280	274.37
13	133	B.B.	8	E	280	285	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	281.25
14	134	M.Ş.	8	E	285	280	280	275	275	275	275	275	275	275	275	280	280	280.62
15	135	S.Ö.	8	E	280	275	275	280	280	280	275	280	275	275	275	280	275	277.50
16	139	H.Ö.	8	E	290	285	285	280	280	280	285	285	285	285	285	290	290	287.50
17	140	G.Ö.	8	E	285	285	290	285	285	290	290	290	290	290	290	300	290	289.37
18	141	S.D.	8	E	290	285	280	280	280	280	285	285	285	285	285	290	285	285.00
19	439	Y.D.	9	E	270	275	280	280	280	280	260	260	260	260	260	270	255	268.75
20	443	L.T.	9	E	260	265	265	260	260	260	260	260	260	260	260	270	260	263.75

Olgu No.	Foniatrı Láb.Prot. No.	Adı Soyadı	Yaşı	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSIAR										[Fo] " I Fonemi	" Hz "	E Fonemi	Ortalama Değerler (Hz)
					A Fonemi	O Fonemi	Ö Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	A Fonemi	O Fonemi	Ö Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi				
21	447	S.T.	9	E	260	255	270	260	250	245	255	250	255	250	255.62	250	255.62	
22	449	C.U.	8	E	270	265	270	260	255	260	260	255	260	255	261.87	255	261.87	
23	496	A.D.	9	E	270	265	270	260	265	270	260	265	270	265	268.12	270	268.12	
24	497	S.Ö.	9	E	280	275	275	280	275	280	280	275	280	275	278.75	280	278.75	
25	498	U.D.	9	E	270	275	280	280	270	265	270	270	270	265	273.12	275	273.12	
26	499	H.K.	9	E	255	265	265	270	265	270	270	265	270	265	265.82	265	265.82	
27	500	A.B.	9	E	270	260	260	260	260	255	260	260	265	265	261.87	265	261.87	
28	501	A.A.	9	E	275	270	270	260	255	250	260	260	260	260	262.50	260	262.50	
29	502	A.Ö.	9	E	260	255	260	255	260	265	260	260	270	265	261.87	270	261.87	
30	503	A.E.	9	E	260	260	260	255	265	265	265	265	265	265	263.75	275	263.75	
31	504	M.D.	9	E	255	255	250	260	260	270	260	260	275	270	261.87	270	261.87	
32	505	A.K.	8	E	270	280	280	270	270	270	270	270	280	280	275.00	280	275.00	
33	506	A.M.	9	E	260	250	260	265	265	265	265	265	275	270	263.75	270	263.75	
34	507	I.B.	8	E	270	280	270	270	275	270	270	275	280	270	273.12	270	273.12	
35	508	L.B.	9	E	270	265	250	255	255	265	255	255	270	265	261.87	265	261.87	

Olgu No.	Foniatrı Láb.Prot. No.	Adı Soyadı	Yaşı	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEİ) FREKANSLAR [Fo] " Hz "							E Fonemi	Ortalama Değerler (Hz)
					A Fonemi	O Fonemi	Ö Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	I Fonemi	i Fonemi		
21	77	B.Z.	11	K	260	260	265	270	270	270	280	280	269.37
22	78	Ş.S.	11	K	260	260	255	260	255	255	260	260	258.12
23	79	S.K.	10	K	280	280	285	280	280	285	285	280	282.50
24	87	G.A.	11	K	260	265	270	270	270	265	270	275	268.12
25	145	Ü.K.	11	K	270	265	270	260	260	260	265	260	261.87
26	509	S.G.	11	K	255	250	245	250	250	255	265	260	253.75
27	510	A.B.	10	K	270	265	260	270	260	265	270	270	266.25
28	511	G.G.	10	K	280	270	265	270	260	260	275	270	268.75
29	512	Ş.E.	11	K	250	255	250	250	240	240	245	250	247.50
30	513	F.A.	11	K	265	255	255	250	255	260	265	260	258.12
31	514	İ.D.	11	K	270	270	265	260	260	260	270	265	265.00
32	515	A.D.	11	K	255	255	260	260	255	255	265	260	258.12
33	516	B.Z.	11	K	240	245	245	250	255	265	265	260	253.12
34	517	S.B.	11	K	270	260	260	255	250	255	270	270	261.25
35	518	E.F.	11	K	265	260	255	250	255	260	265	265	259.37

10 - 11 YAŞ GRUBU, ERKEKLER

Olgu No.	Foniatri Lab.Prot. No.	Adı Soyadı	Yaş	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSIAR [F ₀]										Ortalama Değerler(Hz)			
					A Fonemi	O Fonemi	Ö Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	" Hz." I Fonemi	i Fonemi	E Fonemi						
1	438	A.A.	10	E	250	255	255	255	260	260	250	255	250	255	250	255	250	253.12
2	440	S.T.	10	E	260	255	255	260	260	260	250	255	250	255	250	255	250	255.00
3	441	İ.T	10	E	240	235	235	235	230	230	230	235	230	235	240	240	240	235.62
4	442	C.Y.	10	E	235	235	235	230	240	240	240	230	240	240	245	245	245	236.87
5	444	A.B.	10	E	240	240	250	240	255	255	250	240	250	250	250	250	250	246.25
6	445	İ.E.	10	E	260	255	255	245	260	260	250	245	250	255	250	250	250	253.75
7	448	A.T.	10	E	270	255	255	250	260	260	245	250	245	260	250	250	250	251.25
8	13	E.H.	11	E	170	180	180	180	200	200	200	180	200	210	180	180	180	187.50
9	14	Ö.S.	11	E	220	200	200	220	220	220	230	220	230	220	200	200	200	215.00
10	17	E.K.	10	E	275	280	280	280	280	280	280	280	280	270	280	280	279.37	
11	18	R.S.	11	E	170	180	180	180	180	180	190	180	190	220	200	200	187.50	
12	22	H.K.	10	E	260	260	260	270	270	270	290	290	290	290	280	280	273.75	
13	43	H.Ö.	11	E	260	260	260	255	255	255	260	260	260	260	255	255	259.37	
14	45	S.K.	10	E	280	280	280	290	300	300	300	305	300	290	300	300	290.62	
15	47	M.Y.	10	E	280	285	285	280	280	280	280	290	280	290	290	290	284.37	
16	57	A.Y.	10	E	270	270	270	280	290	290	280	290	280	290	280	280	278.75	
17	59	Ö.Ö.	11	E	240	250	250	260	260	260	255	260	255	260	260	260	254.37	
18	65	E.Ç.	11	E	230	240	240	240	250	250	240	245	240	245	245	245	240.00	
19	66	M.K.	10	E	270	280	280	275	280	280	285	280	285	280	285	285	277.50	
20	67	U.Ç.	11	E	230	230	230	240	240	240	240	245	240	245	245	245	236.87	

Olgu No.	Foniatrı Lab.Prot No.	Adı Soyadı	Yaş	Cinsi	A Fonemi	FUNDAMENTAL (TEMEİ) FREKANSLAR) [Fo]					" Hz. " E Fonemi	Ortalama Değerler (Hz.)	
						O Fonemi	Ü Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	I Fonemi			
21	71	A.B.	11	E	250	260	240	255	255	250	260	250	252.50
22	72	E.A.	11	E	240	245	245	245	250	255	260	245	248.12
23	73	N.B.	11	E	250	245	240	245	245	250	255	245	246.25
24	399	Z.Y.	11	E	270	260	260	260	260	255	270	265	262.50
25	402	M.Ş.	11	E	255	250	245	250	260	240	255	250	250.62
26	403	S.Ü.	11	E	245	240	240	240	240	245	250	250	243.75
27	437	H.G.	11	E	230	240	250	250	235	245	250	250	243.75
28	446	O.U.	11	E	230	230	220	225	220	235	235	230	226.25
29	519	A.K.	11	E	250	255	250	250	250	245	260	260	252.50
30	520	S.E.	11	E	245	240	245	240	250	250	260	255	248.12
31	521	A.D.	11	E	255	250	250	255	250	260	260	260	255.00
32	522	S.O.	10	E	270	260	255	260	255	250	260	255	258.12
33	523	U.D.	11	E	260	250	240	245	245	240	250	245	246.87
34	524	B.K.	10	E	255	250	250	255	250	250	260	255	253.12
35	525	C.G.	10	E	270	265	260	265	260	255	260	255	261.25

12 - 13 YAŞ GRUVEU, KIZIAR

Olgu No.	Foniatrı Lab. Prot. No.	Adı Soyadı	Yaş	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) PREFANSIAR [Fo]										Ortalama Değerler (Hz).
					A Fonemi	O Fonemi	Ö Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	" Hz " I Fonemi	i Fonemi	E Fonemi			
1	51	N.V.	12	K	250	250	250	260	260	275	270	270	259.37		
2	91	S.B.	12	K	265	265	260	265	260	270	270	264.37			
3	146	B.Y.	12	K	260	250	245	250	250	250	250	251.25			
4	147	D.B.	12	K	265	260	260	265	265	270	265	264.37			
5	148	A.G.	12	K	260	265	260	260	265	270	260	272.50			
6	149	Z.P.	12	K	250	255	250	260	255	255	255	255.00			
7	153	A.G.	12	K	240	235	235	240	235	240	235	236.87			
8	385	S.G.	12	K	250	260	255	250	255	250	255	254.37			
9	387	S.S.	12	K	240	245	250	240	245	245	235	242.50			
10	388	S.D.	12	K	255	260	255	250	250	255	245	253.12			
11	389	D.Y.	12	K	260	265	260	265	265	270	260	263.75			
12	390	F.O	12	K	255	270	260	250	250	245	250	255.00			
13	429	F.S.	12	K	255	255	265	255	265	270	265	263.12			
14	161	N.A.	12	K	240	245	240	250	250	250	250	247.50			
15	162	S.E.	13	K	255	255	260	260	260	265	260	259.37			
16	163	S.G.	13	K	255	260	260	260	265	265	265	261.25			
17	171	N.S.	13	K	250	245	245	245	240	245	240	244.37			
18	219	F.A.	13	K	260	250	250	255	245	240	250	251.25			
19	220	H.G.	13	K	255	255	260	245	245	240	240	249.37			
20	223	O.K.	12	K	260	255	260	260	260	250	255	256.87			

Olgu No.	Foniatrı Lâb.Prot. No.	Adı Soyadı	Yaşı	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSLAR [Fo]										Ortalama Değerler (Hz.)	
					A	O	U	U	U	U	U	U	U	U		" Hz " I
21	224	A.U.	13	K	255	250	260	260	250	265	250	260	250	260	250	255.00
22	226	S.Ü.	13	K	255	260	260	260	255	265	250	260	250	260	250	256.87
23	227	I.Ü.	13	K	255	270	255	255	260	255	265	255	265	255	258.75	
24	228	D.Y.	13	K	250	255	250	250	240	255	245	250	245	245	248.75	
25	236	S.C.	13	K	250	245	250	250	240	245	240	250	235	240	244.37	
26	238	B.E.	13	K	245	230	245	245	240	245	240	245	235	235	240.00	
27	239	A.K.	13	K	225	230	230	230	235	235	235	230	235	225	230.62	
28	240	I.P.	13	K	245	240	240	240	235	245	240	250	240	250	243.12	
29	254	M.D.	13	K	250	245	245	245	245	245	240	250	240	240	245.00	
30	256	A.G.	13	K	255	250	255	255	250	250	265	265	260	260	255.00	
31	333	Z.I.	13	K	220	225	220	220	230	230	235	230	235	230	227.50	
32	335	Z.T.	13	K	250	255	255	255	265	265	260	250	260	250	254.37	
33	386	S.G.	13	K	230	235	230	230	235	235	245	230	245	230	233.12	
34	391	A.K.	13	K	245	240	240	240	245	250	245	245	245	235	241.87	
35	428	M.I.	13	K	245	250	245	245	240	250	255	250	255	250	248.12	

12 - 13 YAŞ GRUBU, ERKEKLER

Olgu No.	Foniatri Lâb. Prot. No.	Adı Soyadı	Yaşı	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL)				FREKANSIAR [Fo]				" "	Fonemi	Ortalama (Hz.)
					Fonemi	Fonemi	Fonemi	Fonemi	Fonemi	Fonemi	Fonemi	Fonemi			
1	42	S.F.	12	E	250	245	240	240	240	240	240	250	255	250	246.25
2	44	A.Y.	12	E	280	280	270	265	265	265	265	270	280	265	271.87
3	46	A.E.	12	E	250	250	250	250	250	255	255	255	260	260	253.75
4	48	M.G.	12	E	220	220	220	225	220	220	220	230	240	230	225.62
5	49	O.K.	12	E	225	220	230	230	230	230	230	240	245	240	232.50
6	50	R.E.	12	E	265	260	260	265	260	265	265	270	260	265	263.75
7	58	H.Ç.	12	E	260	260	250	260	260	260	260	270	270	270	262.50
8	84	D.G.	12	E	260	265	260	260	260	265	265	260	270	270	263.75
9	85	A.S.	12	E	260	260	260	255	260	260	260	260	265	265	260.62
10	86	B.T.	12	E	255	250	255	255	260	260	260	265	270	270	260.00
11	92	M.K.	12	E	245	240	240	240	240	240	240	230	245	240	240.00
12	93	A.A.	12	E	230	230	225	235	240	240	240	245	255	250	238.75
13	142	H.A.	12	E	240	230	230	230	230	235	235	230	235	230	232.50
14	143	C.T.	12	E	255	235	235	235	240	240	240	235	240	235	236.25
15	144	C.U.	12	E	250	250	245	250	250	250	255	255	255	245	250.00
16	152	H.A.	12	E	255	255	260	260	260	255	255	260	265	250	257.50
17	395	Y.I.	12	E	230	230	220	235	245	245	245	240	250	250	237.50
18	397	H.K.	12	E	230	235	235	240	240	235	240	240	240	245	236.87
19	401	Y.P.	12	E	250	245	245	240	240	240	235	235	240	235	241.25
20	151	K.E.	13	E	240	240	235	240	240	245	240	240	245	240	240.62

14 - 15 YAŞ GRUPEU, KIZIAR

Olgu No.	Foniatrı Láb.Prot. No.	Adı Soyadı	Yaşı	Cinsi	FUNDAMENTAL (TİMEİ.) FREKANSIAR [Fo]							Ortalama Değerler (Hz).	
					A Fonemi	O Fonemi	Ü Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	[Fo] Hz	" i Fonemi		E Fonemi
1	100	Ş.S.	14	K	225	230	235	230	235	235	240	235	235.12
2	168	E.Ş.	14	K	230	230	225	225	230	235	235	230	231.87
3	172	N.S.	14	K	240	235	240	240	240	240	250	240	240.62
4	216	M.F.	14	K	240	245	240	245	240	235	245	235	240.62
5	217	A.T.	14	K	250	250	245	240	250	245	260	245	248.12
6	218	A.B.	14	K	245	240	250	240	240	235	245	240	241.87
7	222	N.A.	14	K	230	240	245	240	245	230	245	235	238.75
8	225	T.U.	14	K	245	240	250	235	245	235	245	235	241.75
9	237	Ü.Ü.	14	K	250	225	240	240	245	230	235	225	233.75
10	241	G.P.	14	K	240	240	235	240	245	240	250	240	241.25
11	243	G.E.	14	K	250	245	255	240	260	240	245	235	246.25
12	244	M.Ş.	14	K	215	220	220	215	220	220	230	225	220.62
13	245	M.G.	14	K	240	230	245	250	245	240	250	235	241.87
14	252	E.M.	14	K	240	245	240	235	245	240	245	240	241.25
15	253	B.Z.	14	K	235	245	245	240	230	230	240	230	236.87
16	255	N.A.	14	K	240	245	240	240	250	245	260	245	245.62
17	263	F.S.	14	K	230	235	235	245	240	235	240	235	236.87
18	265	D.T.	14	K	245	240	230	230	230	230	230	230	233.12
19	266	Ş.A.	14	K	235	235	230	230	230	235	245	240	235.00
20	267	O.G.	14	K	245	245	240	245	240	245	250	240	243.75

Olgu No.	Foniatri İtib. Prot. No.	Adı Soyadı	Yaş	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSIAR [Fo]										E Ortalama Fonemi Degerler (Hz)
					A Fonemi	O Fonemi	U Fonemi	Ü Fonemi	" Hz " I Fonemi	" Hz " I Fonemi	I Fonemi	E Fonemi			
21	268	S.Y.	14	K	245	240	245	250	245	240	245	240	255	245	245.62
22	270	F.A.	14	K	260	260	265	255	265	270	265	270	255	255	262.50
23	174	A.Y.	15	K	220	210	210	210	215	215	215	220	210	210	213.75
24	175	A.Ü.	15	K	230	235	235	255	240	240	240	245	235	235	236.87
25	177	N.E.	15	K	245	250	245	245	240	235	235	240	230	230	241.25
26	207	S.Y.	15	K	255	230	230	230	235	230	230	230	240	240	232.50
27	221	E.A.	15	K	220	230	230	230	230	230	230	240	230	230	230.00
28	242	F.K.	15	K	235	235	230	230	235	230	230	235	230	230	232.50
29	274	S.S.	15	K	225	250	220	235	230	235	235	235	230	230	230.00
30	275	G.A.	15	K	225	225	230	230	230	225	225	235	230	230	228.75
31	276	H.Ö.	15	K	255	225	220	220	230	230	230	235	230	230	228.12
32	280	N.Ö.	15	K	230	235	240	230	230	235	235	240	235	235	234.37
33	281	H.Ş.	15	K	215	210	220	210	215	210	210	220	215	215	214.37
34	282	A.A.	15	K	210	225	225	210	215	215	215	225	220	220	218.12
35	327	D.Ş.	15	K	220	220	225	220	225	225	225	230	230	230	224.37

14 - 15 YAŞ GURUBU, ERKEKLER

Olgu No.	Foniatri Lâb.Prot. No.	Adı Soyadı	Yaş	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSIAR [Fo]										Ortalama Değerler (Hz)		
					A Fonemi	O Fonemi	U Fonemi	O Fonemi	Ü Fonemi	U Fonemi	O Fonemi	Ü Fonemi	" Hz "	I Fonemi		i Fonemi	E Fonemi
1	167	A.O.	14	E	180	185	190	185	185	190	185	185	185	185	185	180	184.37
2	169	A.B.	14	E	160	155	160	155	155	160	155	155	155	155	150	150	155.62
3	229	T.S.	14	E	220	210	225	230	230	225	235	235	235	235	220	220	223.12
4	231	N.V.	14	E	230	240	240	230	230	240	230	230	230	230	235	235	235.00
5	235	T.B.	14	E	240	235	235	230	230	235	240	240	240	240	230	230	235.62
6	247	N.U.	14	E	190	180	200	190	190	200	190	190	190	190	200	200	190.62
7	283	G.Ö.	14	E	220	200	215	210	210	215	220	220	220	220	225	225	220.62
8	286	M.K.	14	E	130	125	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	122.50
9	288	Z.E.	14	E	210	220	225	215	215	225	210	210	210	210	225	225	219.37
10	289	A.G.	14	E	225	220	230	225	225	230	235	235	235	235	230	230	228.75
11	290	H.E.	14	E	225	220	225	225	225	225	230	230	230	230	230	230	227.50
12	299	Y.D.	14	E	220	225	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	228.75
13	301	O.B.	14	E	220	220	225	215	215	225	225	225	225	225	220	220	221.25
14	304	H.D.	14	E	165	150	165	155	155	165	165	165	165	165	160	160	160.62
15	306	B.E.	14	E	185	180	180	185	185	180	185	185	185	185	180	180	183.75
16	309	Ü.S.	14	E	240	235	235	235	235	235	240	240	240	240	230	230	236.87
17	404	Y.F.	14	E	150	155	150	150	150	150	160	160	160	160	150	150	153.12
18	405	N.S.	14	E	140	145	140	145	145	140	150	150	150	150	140	140	145.00
19	406	A.B.	14	E	125	120	130	130	130	130	130	130	130	130	125	125	128.12
20	178	Y.Ç.	15	E	120	120	120	120	120	120	125	125	125	125	120	120	122.50

Olgu No.	Foniatri Lâb. Prot. No.	Adı Soyadı	Yaş	Cinsi	FUNDAMENTAL (TEMEL) FREKANSIAR [Fo] " Hz "										Ortalama Değerler (Hz.)	
					A	O	Ü	I	I	Ü	I	I	Ü	I		E
21	213	H.T.	15	E	140	145	140	130	130	135	140	140	140	140	145	138.75
22	284	L.U.	15	E	130	135	135	130	130	135	130	135	135	130	130	132.50
23	285	S.D.	15	E	150	145	140	145	150	140	140	145	140	140	140	144.37
24	287	M.Ş.	15	E	135	130	135	135	130	135	135	140	140	135	135	134.37
25	290	Z.S.	15	E	160	170	170	175	170	170	170	170	175	170	170	170.00
26	291	R.K.	15	E	120	125	120	120	120	120	120	120	130	125	125	122.50
27	292	M.A.	15	E	145	145	145	150	150	150	150	155	155	150	150	148.75
28	293	H.Y.	15	E	120	120	130	120	125	125	125	130	130	130	130	125.00
29	294	O.A.	15	E	135	135	135	135	135	135	140	140	140	130	130	135.62
30	295	Z.U.	15	E	160	160	160	160	170	170	170	180	180	165	165	165.62
31	297	M.Y.	15	E	130	120	130	120	125	125	125	130	130	120	120	125.00
32	300	A.M.	15	E	130	130	130	120	120	120	125	125	130	120	120	125.62
33	308	Y.D.	15	E	135	130	135	135	135	135	135	140	140	140	140	135.62
34	378	T.B.	15	E	130	130	140	140	125	125	130	130	130	130	130	131.87
35	381	Ö.K.	15	E	140	140	140	135	140	140	140	145	145	140	140	140.00



V-TARTIŞMA

T A R T I Ő M A

Fundamental frekansmetre, ölçümü yapılacak kişinin dudaklarını aygıtın akustik mikrofonuna yaklaştırarak, çıkarmış olduğu sesin temel frekansını, harmoniklerini filtre ederek, kolay ve ekonomik bir şekilde ölçebilen foniatrinin değerli bir bakı yöntemidir.

Özellikle çocuklarda inceleme ve izleme zorluğu yüzünden, fonasyonda ve konuşma esnasında temel frekans değişimlerinin bilinmesi klinik tanıda ve ses eğitiminde yardımcı olmaktadır (20).

Kompüterize ossiloskopik elektrogloftografik tetkiklerle, fundamental (temel) frekans, örneğin 122.37 Hz. gibi çok hassas değerler şeklinde gösterilebilmektedir. İşte kompüterize ossiloskopik elektrogloftografik teknikle, temel frekansı bu kadar kesin bir şekilde saptama olanağı doğunca, Dr.A.Yavuzer (42), fonoloji laboratuvarımızda bulunan diğer bir aygıt olan fundamental frekansmetre tip FFM 650 ile de, aynı olguların temel frekanslarını saptamıştır. Bu değerler, kompüterize ossiloskopik elektrogloftografik yöntemle çok kesin olarak bulunan değerlerle karşılaştırıldığında, her iki yöntemle bulunan değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Kliniğimiz fonoloji laboratuvarında temel frekans ölçümü için kullanılmakta olan fundamental frekansmetre i ile bu ölçüm daha kolay ve ekonomik olmaktadır. Her iki yöntemle bulunan değerlerin kesin olarak birbirine tutarlılığı kanıtlandıktan sonra, foniatrik bakılarda ve vokal reedükasyonlarda olguların fundamental (temel) frekanslarının fundamental frekansmetre ile kontrolü, uygulamada pratikliği sağladığından, yeğ tutulmaktadır (42).

Gereç ve yöntem bölümünde gerekli ayrıntıları verilen teknikle, fundamental frekansmetre ile değişik yaş gruplarında bulunan 280 çocuğun, fundamental (temel) frekansları araştırılmıştır. Bu yöntemle o kişilerin için sesin şiddet ve perdesi sabit tutularak çıkarılan ünlü fonemin fonasyonu sırasında, kişide ağız ve yutak boşluğunun, yani glottis üstü boşlukların, şekil ve hacim değişikliği söz konusu olmamaktadır.

Yapmış olduğumuz çalışmada, temel frekansta 14-15 yaş grubuna kadar, bütün yaş gruplarında erkek ve kızlarda belirgin fark olmamakta, ancak bu yaş grubuna kadar giderek azalma olmaktadır. Eguchi'nin (11) yapmış olduğu çalışmada da, çalışmamıza yakın sonuçlar elde edilmiş ve 3 yaşında ortalama 300 Hz. bulunan temel frekansın, yaşın ilerlemesi ile birlikte azaldığı, puberte yaşından sonra özellikle, 13 yaş grubundan sonra, temel frekansta belirgin bir azalma gözlenerek, bu yaştan sonra kız ve erkek çocuklarının temel frekanslarında farklılaşmanın belirginleştiği bildirilmiştir (11). Bu farklılaşmanın larinksin gelişimi ile ilgisinin olduğu kabul edilmektedir. Temel frekanstaki değişimle, Negus'un belirttiği (11), ses tellerinin çocuklarda farklı yaşlarda uzunluğundaki değişiklik arasında, çok sıkı bir uyumluluk göze çarpmaktadır (7,11,15).

Bennett ve arkadaşları da (5), yaptıkları araştırmada, vokal yapıların boyutlarının ve artikülasyon özelliklerinin puberte öncesi çocukların seksüel kimliği belirlemede önemli etken olduğunu, ortaya çıkarmışlardır. Bundan başka puberte öncesi larinkse bağlı temel frekansın, seksin tanınmasında önemli rol oynamadığı ortaya koyulmuştur (5).

Araştırmamızda da, puberte öncesi çocuklarda larinkse bağlı temel frekans farkı önemsiz bulunmuştur.

Yine yapılan araştırmalarda, temel frekans ile kişilerin boy, kilo ve vücut yüzölçümleri arasındaki ilişkiler incelenmiş ve önemli derecede ilişki olmadığı gözlenmiştir (15,27). Bu bakımdan araştırmamızda çocukların boy, kilo ve vücut yüzölçümleriyle temel frekans ilişkileri araştırılmamıştır.

Hollien ve Moore (29), yüksek F_0 oluşumu esnasında kord vokallerde uzama meydana geldiğini göstermişlerdir. Hirano, Ohala ve Vennard da cricothyroid, lateral cricoarytenoid ve vokalis kaslarını, konuşma ve şarkı söyleme esnasında incelemişlerdir. Sonuçta bu 3 kasın aktivitesinin, F_0 'daki yükselmeye bağlı olarak arttığını göstermişlerdir (29).

Çocuk sesinin özellikleri çeşitli yöntemlerle araştırılmıştır. Mowrer ve arkadaşları, görsel ve duysal uyaranların çocuklarda belirli ses meydana getirmesini incelemişlerdir (32).

Bernd ve Bennett de kendi dillerinde, çocuk sesinin temel frekans standardizasyonu üzerinde çalışma yapmışlardır (5,40). Sesin fundamental frekans ve şiddetindeki özelliklerin varyasyonları, dillere özgü olması nedeniyle daha yoğun araştırmaları gerektirmektedir (29). Bu bakımdan araştırmamızda kız ve erkek çocuklarında : 8-9, 10-11, 12-13 ve 14-15 yaş gruplarında Türkçe sesli fonemlerin (a, o, ö, u, ü, ı, i, e) temel frekansları gereç ve yöntem bölümünde açıklanan şekilde saptandığında, 16 sayfalık büyük bir veri kompleksi elde edilmiştir.

Bu verilerden temel frekans değerleri hakkında, kesin ve öz bir sonuca varabilmek için, bütün bu verilerin ortalamalarının alınmasında ve istatistiksel hesaplamalarında, IBM'de özel amaçlı programlar uygulanmıştır. Tablo 2 de her yaş grubunun min., max. ve ortalama değerleri görölmektedir.

Yaş grupları	Minimum-Maximum değerler	Ortalama değerler
8-9 Yaş	245.62-298.75 Hz.	271.51 Hz.
10-11 Yaş	187.50-290.62 Hz.	257.19 Hz.
12-13 Yaş	225.62-271.87 Hz.	247.185 Hz.
14-15 Yaş	122.50-262.50 Hz.	200.07 Hz.

Tablo - 2

Bu yöntemle temel frekans değerleri : 8-9 yaş grubunda erkeklerde 271.67 Hz., kızlarda 271.35 Hz., 10-11 yaş grubunda erkeklerde 249.94 Hz., 12-13 yaş grubunda erkeklerde 242.54 Hz., kızlarda 251.83 Hz., 14-15 yaş grubunda ise, erkeklerde 166.08 Hz., kızlarda 234.06 Hz. olarak bulunmuştur.

Bu istatistik sonuçlara göre, 8-13 yaşlar arasındaki erkek ve kız çocukların temel frekanslarında belirgin bir fark olmamaktadır.

Tablo 3 ' de görüldüğü gibi, çalışmada 8-9 yaş grubundaki kız ve erkek çocukların, temel frekanslarının ortalaması birbirine çok yakın bulunmuştur.

10-11 yaş grubunda ise, erkeklerin ortalama temel frekansı, kızlardan 14.5 Hz. düşük bulunmuştur. Bu 14.5 Hz.lik fark da, temel frekans bakımından, belirgin bir değer olmamaktadır. 12-13 yaş grubundaki, kız ve erkek çocukların ortalama temel frekansları arasındaki fark ise, 9.29 Hz. olarak saptanmıştır.

Yaş grupları	Kız ve Erkek çocukları arasında temel (fundamental) frekans farkları
8 - 9 Yaş	0.32 Hz.
10 - 11 Yaş	14.50 Hz.
12 - 13 Yaş	9.29 Hz.
14 - 15 Yaş	67.98 Hz.

Tablo - 3

13 yaşından sonraki grubu oluşturan 14-15 yaş grubunda, kız ve erkek çocukların temel frekans ortalamaları arasındaki fark 67.98 Hz. bulunmuştur. Bu değer ise, diğer yaş gruplarıyla karşılaştırıldığında, belirgin bir farklılık meydana getirmektedir.

14-15 Yaş grubu, kız çocuklardaki ortalama temel frekans 234.06 Hz. olup, bu da erişkin kadın sesinin temel frekansına yakın bulunmuştur. Yine 13 yaşından sonraki grubu oluşturan erkek çocuklarında, temel frekans ortalaması 166.08 Hz. olup, bu da erişkin bir erkekteki temel frekansa yakın bulunmuştur.

Bennett ve Bernd'in (5,40) yaptığı araştırmalarda konuşma sesinin temel frekansı, sesli okuma ve fonasyonun temel frekansından ortalama olarak daha dūřuk bulunmuştur (5,40). Bu bakımdan bunlar arasındaki temel frekans özelliklerinin genel ilişkisi dikkate alınmalıdır (21). Bennet ve Bernd'in yaptığı çalışmalarda, bu yūzden çocukların temel frekans ortalaması, çalışmamızdaki sonuçlara gōre dūřuk bulunmuştur (5,40).

Bu tartışmanın ışığı altında aşağıdaki sonuçlara varılmıştır :





VI-SONUÇ

S O N U Ç

1) Kız ve erkek çocuklarda temel frekansta 14-15 yaşına kadar belirgin fark bulunmamaktadır.

2) 8-15 yaşlar arasında Türk çocuk sesleri temel frekansının maksimum minimum değerleri ile ortalama değerleri :

Min-Max. değerler		Ortalama
8 - 9 Yaş	245.62-298.75 Hz.	271.51 Hz.
10 - 11 Yaş	187.50-290.62 Hz.	257.19 Hz.
12 - 13 Yaş	225.62-271.87 Hz.	247.85 Hz.
14 - 15 Yaş	122.50-262.50 Hz.	200.07 Hz.


olarak bulunmuştur.

3) 13 yaşından sonraki grubu oluşturan kız çocuklarındaki temel frekans ortalaması 234.06 Hz. olup, bu da yetişkin kadın sesinin temel frekansına yakın bulunmuştur. 13 yaşından sonraki grubu oluşturan erkek çocuklarında temel frekans ortalaması 166.08 Hz. olup, bu da olgun bir erkekteki fundamental (temel) frekansa yakın bulunmuştur.

Böylece, şehrimizde pubertedeki ses değişikliklerinin 13 yaşında başladığı da söylenebilir.

Bu veriler, çocuklardaki fonksiyonel ses bozukluklarında uygulanacak olan foniatrik reedükasyonda yararlı olacaktır. Şöyle ki ; bu minimum maksimum veya ortalama değerler örneğin, fonksiyonel ses bozukluğu ile gelen çocuklarda saptanan değerlerle karşılaştırılarak, uygulanacak reedükasyon yöntemlerinin seçiminde veya reedükasyon sonuçlarının değerlendirilmesinde temel değerler olarak kullanılabilir.





VII-ÖZET

Ö Z E T

Bu çalışma her biri 35 kız, 35 erkek çocuktan oluşan, ayrı yaşlardaki 4 grup üzerinde yapılmıştır. Toplam 280 çocuk üzerinde yapılan bu araştırma, Ege Tıp Fakültesi K.B.B.Kliniğinin Fonoloji laboratuvarında, FFM tip 650 fundamental frekansmetre ile Türkçe sesli fonemlerin temel frekansları saptanarak gerçekleştirilmiştir. Değişik yaş gruplarındaki fundamental (temel) frekansın ortalama değerleri 8-9 yaş grubunda 271.51 Hz., 10-11 yaş grubunda 257.19 Hz., 12-13 yaş grubunda 247.85 Hz., 14-15 yaş grubunda da 200.07 Hz. olarak bulunmuştur.

8-13 yaşlar arasındaki erkek ve kız çocukları temel frekanslarında belirgin bir fark olmamaktadır. 13 yaş grubundan sonra ise, kız çocuklarında temel frekans ortalaması 234.06 Hz. iken, erkeklerde 13 yaşından sonraki grupta bu 166.08 Hz. olmaktadır. Bu da kız ve erkeklerde 13 yaşından sonraki grupta, temel frekansın erişkin sesi temel frekansına yakın bulunduğunu göstermektedir.

Böylece, şehrimizde pubertedeki ses değişikliklerinin 13 yaşında başladığı da söylenebilir.



VIII-KAYNAKLAR

K A Y N A K L A R

- 1 - Adams M.R., and Hayden P. - The Ability of Stutterers and Nonstutterers to initiate and terminate phonation during production of an isolated vowel. J.Speech Hear Res. 19(2):290-6, Jun 1976.
- 2 - Atkinson J.E. - Correlation analysis of the physiological factors controlling fundamental voice frequency.
J.Acoust Soc. Am. 63 (1) : 211-22, Jan 1978.
- 3 - Aubry M., Vallancien B., - Physiologie de la phonation Encyclopedie M.Ch. 2- 1963, 20632 C¹⁰. P. 1 - 13
- 4 - Ballantyne J.C. and Groves J. - Anatomy of the Larynx, A Synopsis of Otolaryngology. 3 Rd ed. p: 377-386, John Wright and Sons Ltd. 1978.
- 5 - Bennet S., Weinberg B. - Sexual characteristics of preadolescent childrens voices J.Acoust Soc.Am. 65 (1):179-89, Jan-1979.
- 6 - Coleman R.F., et al - Fundamental Frequency - Sound Pressure Level Profiles of Adult Male and Female Voices.
J.Speech Hear Res. 20 (2) : 197-204, Jun 1977.
- 7 - Coleman R.O., - Male and female voice quality and its relationship to vowel formant frequencies.
J.Speech Hear Res. 14:565-77, Sep. 1971.
- 8 - Cura O., - Disfoniler, Ses ve Konuşma Bozuklukları Simpozyumu 2-5 Ekim 1978, Bornova-İzmir, Ege Üniversitesi Matbaası S:121-134, 1980.
- 9 - Cura O., Günhan Ö., Palandöken M., Yavuzer A., Erküçük F.,
Fonoloji İnceleme Araçları, XIV Türk Oto-Rino-Larengoloji Kongresi tutanakları, Çeltüt Matbaacılık Koll.Şti.S:1
İstanbul-1979.

- 10 - Darbüz F., - Türk Batı Müziği, Musiki Kültür Derneği Yayınları
No.1. Hüsnü tabiat Matbaası, İstanbul- 1973.
- 11 - Eguchi S., - Fundamental Frequency Acta Oto-Laryngologica,
Supplementum 257,23,1969.
- 12 - Elberling C., - A Method For Frequency Analysis of Short Transient
Sound Signals. Acta Otolaryngology. 263, 60-62, 1970.
- 13 - Eyries, Ch., Husson R., - Physiologie de la phonation Encyclopédie
Médico Chirurgicale. 20632 A¹⁰ - 11, page 1, 1955.
- 14 - Faaborg - Andersen K., Vennard W., Electromyography of different
vowels. The Annals of ORL. 73, 248-254, 1964.
- 15 - Fitch J.L., et al., - Modal Vocal Fundamental Frequency of Young
Adults Arch.Otolaryng. (Chicago) 92:379-82, Oct. 1970.
- 16 - Frokjaer - Jensen Electronics a/S : Manual for fundamental fre-
quencymeter, Denmark.
- 17 - Günhan Ö., - İşitme ve Fonasyon Üstüne Fizyolojik Bilgiler.
I. Ulusal Ses ve Konuşma Bozuklukları Simpozyumu, 2-5 Ekim
1978, S: 13 - 37. E.Ü.Matbaası, Simpozyumu tutanakları
Bornova, İzmir.
- 18 - Hast M.H., - Physiological Mechanisms of Phonation : Tension of
the vocal fold muscle, Acta Oto-Laryng. 62,309-318,1966.
- 19 - Hollien H., et al. - Phonational Frequency Ranges of Adults.
J.Speech Hear Res. 14: 755-60, Dec. 1971.
- 20 - Holmer N.G., Rundqvist H.E., - Ultrasonic registration of the
fundamental frequency of a voice during normal speech.
J.Acoust Soc.Am. 58 (5): 1073-7, Nov. 1975.

- 21 - Horii Y., - Some Statistical characteristics of voice fundamental frequency.
J.Speech Hear Res. 18 (1) : 192-201, Mar. 1975.
- 22 - Huche F.L., - L'examen de la voix et du comportement phonatoire,
76-Cong.Fraç. d'ORL. Comp.Rend. P: 435-446, 1979.
- 23 - Kitzing P., Sonesson P., - Shape and Shift of the laryngeal Ventricle during phonation. Acta Oto-Laryngologica 63,479-488,1967.
- 24 - Klatta Dennis H., - Discrimination of fundamental frequency contours in synthetic speech : implications for models of pitch perception.
J.Acoust Soc.Am. 53: 8-16, Jan, 1973.
- 25 - Koyama T., Harvey J.E., Ogura J.H.,- Mechanics of voice production. II.Regulation of Pitch. Laryngoscope, 81:45-65,Jan. 1971.
- 26 - Koyama T., Kawasaki M., Ogura J.H., - Mechanics of voice production I.Regulation of vocal intensity.The Laryngoscope Vol.LXXIX, 3,337, 1969.
- 27 - Lass N.J., Brown W.S. - Correlational Study of speakers' heights, Weights,body surface areas, and speaking fundamental frequencies. J.Acoust Soc. Am. 63 (4) : 1218-20,April, 1978.
- 28 - Michel J.F., - Fundamental Frequency Investigation of Vocal Fry and Harshness.
J.Speech Hearing Res. 11:590-4, Sep.1968.
- 29 - Monsen R.B., et al., - Indirect assessment of the contribution of subglottal air pressure and vocal-fold tension to changes of fundamental frequency in English.
J.Acoust Soc.Am. 64 (1) : 65-80, Jul, 1978.

- 30 - Morton C., - Spectrographic analysis of fundamental frequency and hoarseness before and after vocal rehabilitation, Journal of Speech and Hearing Disorders. 39,3,286,1974.
- 31 - Moses P.J., - The Voice of neurosis fundamentals of vocal Analysis Grune and Stratton, Newyork, 31, 7-45,1954.
- 32 - Mowrer D., et al., - Response bias in children's phonological systems.
J.Speech Hear Disord. 43 (4) : 473-81, Nov. 1978.
- 33 - Palandöken M., - Konuşma ve Fonetik Üstüne Fizyolojik Belgiler. I.Ulusal Ses ve Konuşma Bozuklukları Simpozyumu, 2-5 Ekim 1978, S:39-54, E.Ü.Matbaası, Simpozyum tutanakları- Bornova-İzmir.
- 34 - Paperalla and Shumrick., Otolaryngology Vol.1, P:376-378, Saunders Comp. 1973.
- 35 - Sapır S., Cambell C., Larson C.,- Effect of genihyoid, cricothyroid and sternothyroid muscle stimulation on voice fundamental frequency of electrically elicited phonation in Rhesus Macaque. The Laryngoscope, 91 (3) : 457-468, March, 1981
- 36 - Shipp T., Mcglone R.E., - Laryngeal dynamics associated with voice frequency change.
J.Speech Hear Res. 14: 761-8, Dec.1971.
- 37 - Scnesson B., - A Method for studying the vibratory movements of the vocal cords. The Journal of laryngology and otology, 73, 11, 732, 1959.
- 38 - Stevens SS., et al., - Sound and hearing, Time life books, Life Science Library, Newyork 1967, p: 38-50.

- 39 - Weinberg B., et al., - Selected speech and fundamental frequency characteristics of patients with acromegaly.
J.Speech Hear Disord. 40 (2) : 253-9, May, 1975.
- 40 - Weinberg B., Zlatin M., - Speaking Fundamental Frequency characteristics of five- and six-year-old children with Mongolism
J.Speech Hearing Res. 13: 418 - 25, Jun - 1970.
- 41 - Yavuzer A., - Elektrokokleografide Türkçe Standardizasyon ve Larinks Polibine bağlı disfonilerde, Standart değerlerin post-mikroşirürjik değerlerle karşılaştırılması.
Doçentlik tezi, İzmir-1980.
- 42 - Yavuzer A., Cura O., Günhan Ö., - Kompüterize Ossiloskopik Elektroglottografik tetkikle, fundamental frekansmetre verilerinin doğruluk kontrolü.
XVI.Türk Milli K.B.B.Kongresi tebliği, Ağustos-1981-Trabzon.