

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FREKANSA SPESİFİK KELİMEYİ AYIRDETME TESTİ'NİN
NORMAL İŞİTEN VE İŞİTME KAYIPLI KİŞİLERDE
DEĞERLENDİRİLMESİ

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Uzm. Ody. Özgül TEKİN

115894

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Yönetmeliğinin Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları
Programı İçin Öngördüğü DOKTORA TEZİ olarak Hazırlanmıştır.

TEZ DANIŞMANI
Y.Doç.Dr. Bilgehan BÖKE

ANKARA

2002

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne:

Bu çalışma, jürimiz tarafından Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı: Y.Doç.Dr. Bilgehan BÖKE
(Hacettepe Üniversitesi)



Üye: Prof.Dr. Bülent GÜRSEL
(Hacettepe Üniversitesi)



Üye: Prof.Dr. Erol BELGİN
(Hacettepe Üniversitesi)



Üye: Prof.Dr. Soner ÖZKAN
(Hacettepe Üniversitesi)

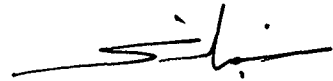


Üye: Prof.Dr. Cem KEÇİK
(Osman-Gazi Üniversitesi)



ONAY:

Bu tez Sağlık Bilimleri Yönetim Kurulu'nca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Yönetim Kurulu'nun kararıyla kabul edilmiştir.



Prof.Dr. Sezgin İLGi
Enstitü Müdürü

ÖZET

Tekin, Ö., Frekansa spesifik kelimeyi ayırdetme testi'nin normal işiten ve işitme kayıplı kişilerde değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Doktora Tezi, Ankara, 2002. İletişim, bireyin sosyal davranışları içerisinde en önemli yeri tutmaktadır. Konuşma, sosyal yaşamda insan ilişkilerinde en etkili iletişim metodu olup, iletişim için duyduğumuz en önemli uyarandır. Konuşma ses çıkarmada rol alan bütün organların şekillenmesi ve vokal semboller aracılığıyla iletişimin kurulmasıdır. Konuşmayı anlama, işitme sisteminin en önemli fonksiyonudur. Konuşmanın kompleks işitsel uyaran olması nedeni ile saf ses işitme testi, bireyin konuşmayı duyarak anlaması konusunda bilgi vermemektedir. Konuşmayı anlama ve ayırdetme testleri odyometrik test bataryasının önemli bir parçasıdır. Konuşma testleri işitme kaybını belirlemede, işitme cihazı ihtiyacının ve yararının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Konuşma testlerinde farklı materyal ve metodlar uygulanarak, odyometrik verilerin güvenilirliği artmakta ve test etme zorluğu ortadan kalkmaktadır. Araştırmamızda frekans özellikleri belirlenmiş konuşma uyararı kullanarak, işitme kaybının derecesini ve konfigürasyonunu belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaçla, Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bilim Dalı'nda kullanılan fonetik dengeli tek heceli kelime listesinden, sessiz-sesli-sessiz formundaki kelimelerin frekans analizleri yapıldıktan sonra, frekans özellikleri belirlenmiş 80 kelimeden oluşan dört liste elde edilmiştir. Bu test materyali ile Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi (F-KAT) normal işiten, çok hafif, hafif ve orta derecede sensörinöral işitme kayıplı toplam 98 bireyde 152 kulak değerlendirilmiş ve F-KAT eşikleri tespit edilmiştir. Sonuç olarak F-KAT, saf ses işitme eşikleriyle yüksek korelasyon gösteren bir test olarak değerlendirilmiş, işitme kaybının derecesi arttıkça işitme kayıplı kişilerin konuşmayı anlamada yüksek frekans kelime bilgisini kullandıkları gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Konuşma odyometrisi, işitme kaybı, işitme eşiği, konuşmayı anlama eşiği, kelimenin frekans etkisi, yetişkin

ABSTRACT

Tekin, Ö., Evaluation of frequency specific speech recognition threshold test (FS-SRT) in normal hearing and hearing impaired subjects, Hacettepe University Health Sciences Institute Audiology and Speech Pathology Program Doctoral Thesis, Ankara, 2002. Speech is very important signal for communication. Understanding speech is the most important task for the human auditory system. As speech is a complex auditory signal, the ability to recognize speech can only be predicted from pure tone audiometric measurements. Therefore, determination of speech recognition tests have been used as a part of pure tone audiometry for many years. The speech recognition tests are widely used for determining of hearing impairment degree and determining benefit from hearing aid fitting. By using many different procedures and materials, the reliability of pure tone hearing test is increased and the difficulty of testing is minimized. Our research aim was to determine the frequency specific speech recognition threshold in normal hearing and hearing impaired subjects. So we could decide about the frequency information, which is used for understanding speech with regard to degree of hearing impairment. In this study, frequency specific speech recognition threshold test was determined in normal hearing and hearing impaired subjects and frequency analysis were made in consonant-vowel-consonant words from phonetically balanced and monosyllabic word list that are used in Hacettepe University Audiology Department. After that, four lists were obtained containing frequency characteristics of 80 selected words. With this material, totally 98 subjects and 152 ears were evaluated by using FS-SRT in normal hearing and sensorineural hearing loss. As a result, FS-SRT was highly correlated with pure-tone thresholds and as the degree of hearing impairment increases, the hearing impaired subjects tended to use high frequency word information in speech recognition.

Key Words: Speech audiometry, hearing loss, hearing threshold, speech recognition threshold, word frequency effect, adult

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER.....	viii
TABLOLAR.....	ix
GİRİŞ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Konuşma Seslerinin Analiz Prensipleri.....	4
2.1.1. Fourier Analizi.....	5
2.2. Kulağın Konuşma Seslerini İşlemlemesi.....	6
2.2.1. Akustik Algılama.....	8
2.2.2. Fonetik Algılama.....	9
2.3. Konuşma Odyometrisi.....	11
2.3.1. Konuşma Testleri.....	11
Konuşmayı Farketme Eşiği Testi (SAT-Speech Awareness Threshold).....	11
Konuşmayı Anlama Eşiği Testi (SRT-Speech Recognition Threshold).....	11
Konuşmayı Ayırdetme Testi (SD-Speech Discrimination Test).....	12
Konuşmayı Farketme ve Anlama Testlerinin Önemi.....	12
BİREYLER VE YÖNTEM.....	15
3.1. Bireyler.....	15
Kontrol Grubu.....	16
Çalışma Grubu-1.....	16
Çalışma Grubu-2.....	16
Çalışma Grubu-3.....	16
3.2. Test Aracı ve Yöntem.....	17
3.2.1. Odyometrik Testler.....	17
3.2.2. İmpedansmetrik Testler.....	17
3.2.3. Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi (F-KAT).....	18
F-KAT Test Materyalinin Oluşturulması.....	18
3.3. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler.....	21
BULGULAR.....	22
4.1. Kontrol ve Çalışma Gruplarının Demografik Özellikleri.....	22
Kontrol Grubundan Elde Edilen Bulgular.....	25
Çalışma Grubu-1'den Elde Edilen Bulgular.....	26
Çalışma Grubu-2'den Elde Edilen Bulgular.....	27
Çalışma Grubu-3'den Elde Edilen Bulgular.....	28
Kontrol ve Çalışma Gruplarından Elde Edilen Bulgular.....	29
TARTIŞMA.....	30
SONUÇLAR.....	39
ÖNERİLER.....	40
KAYNAKLAR.....	41
EK-1 Konuşmayı Anlama Eşiği Testi Kelime Listeleri	
EK-2 Konuşmayı Ayırdetme Testi Kelime Listeleri	
EK-3 F-KAT Kelime Listelerinin Spektrografik Analizleri	

SİMGELER VE KISALTMALAR

ANSI.....	American National Standard Institute
dB.....	Decibel
F-KAT.....	Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi
İS.....	İşitme Seviyesi
Hz.....	Hertz
L1.....	Liste 1
L2.....	Liste 2
L3.....	Liste 3
L4.....	Liste 4
KAE.....	Konuşmayı anlama eşiği
KFE.....	Konuşmayı farketme eşiği
max.....	maksimum
min.....	minimum
Ort.....	Ortalama
Sz-Sl-Sz.....	Sessiz-sesli-sessiz
SSO.....	Saf ses ortalaması
x.....	standart sapma

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Konuşma sesinin spektrogram örneği	4
Şekil 2.2. <i>Fourier</i> Analizi	6
Şekil 4.1. Kontrol ve Çalışma Gruplarının 125-10 000 Hz Aralığında Saf Ses İşitme Eşiği Ortalama Değerleri	22
Şekil 4.2. Gruplardan Elde Edilen KAE ve SSO Değerleri	23
Şekil 4.3. Grupların F-KAT Ortalama Değerleri	24
Şekil 4.4. Kontrol Grubu'na ait SSO ve F-KAT Değerleri	25
Şekil 4.5. Çalışma Grubu-1'e ait SSO ve F-KAT Değerleri	26
Şekil 4.6. Çalışma Grubu-2'ye ait SSO ve F-KAT Değerleri	27
Şekil 4.7. Çalışma Grubu-3'e ait SSO ve F-KAT Değerleri	28
Şekil 4.8. Kontrol ve Çalışma Gruplarından Elde Edilen SSO ve F-KAT Değerleri	29

TABLÖLAR

Tablo	Sayfa
Tablo 3.1. Araştırmaya katılan bireylerin kulak, cinsiyet ve yaşa göre dağılımları	15
Tablo 3.2. F-KAT listelerinin frekans aralıkları, ortalama ve standart sapma değerleri	19
Tablo 3.3. F-KAT'da kullanılan kelime listeleri	20
Tablo 4.1. Kontrol ve çalışma grubundan elde edilen işitme eşiklerinin frekans aralıklarına göre ortalama ve standart sapma değerleri	22
Tablo 4.2. Gruplardan elde edilen konuşmayı anlama eşiği (KAE) ve konuşmayı ayırtma skorları	23
Tablo 4.3. Kontrol ve çalışma gruplarından listelere göre elde edilen F-KAT değerlerinin ortalama ve standart sapmaları	24

GİRİŞ

İletişim; konuşma, yazı, jest ve mimikler ile bilginin hızlı ve tam olarak gönderilmesi ile sağlanmaktadır. Konuşma, bir kişinin söylemek istediği düşünceyi planlama yeteneğidir. Lisanın konuşma şekline dönüşmesinde işitme, hafıza ve deneyim önem kazanmaktadır. İletişim sistemini yapılandıran en önemli etken ise işitme duyusudur (1).

Çocuklarda ve yetişkinlerde görülen iletişim bozukluklarının en sık karşılaşılan nedeni işitme kaybıdır. İşitme kayıplarında, konuşmanın anlaşılmasında ve ayırtedilmesinde azalma gözlenirken başlangıç ve teşhis edilme yaşı, tipi, derece ve konfigürasyonuna bağlı olarak kişinin çevre ile olan iletişimi de kısıtlanmaktadır (2). Prelingual işitme kayıpları, konuşma ve lisan gelişimi tamamladıktan sonra ortaya çıkan kayıplara göre daha büyük boyutta iletişim bozukluğuna neden olmaktadır. Özellikle sensörinöral tipte işitme kaybına bağlı olarak kişilerin konuşmayı anlama ve algılama yetenekleri etkilenmektedir. İşitme kaybının derecesine bağlı olarak yalnız konuşma gelişimi değil, aynı zamanda zihinsel ve entellektüel gelişimin de olumsuz yönde etkilendiği belirtilmektedir (3).

Konuşma, lisan temeline bağlı iletişimi sağlar. Oscar Wolf konuşma sinyalleri ile işitme arasındaki ilişkiyi; *“işitme gücünü ölçmek için en mükemmel metottur; çünkü tını ve gürlük gibi sesin en önemli özelliklerini içerir.”* şeklinde ifade etmektedir (4). Sadece saf ses odyometrik inceleme ile işitme sistemindeki bozuklukların değerlendirilmesi yeterli değildir (5,6). İşitme hassasiyetinin konuşma sinyalleri ile değerlendirilmesi önemlidir. Konuşma uyararı işitme hassasiyetinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu amaçla geliştirilen konuşma testleri (6);

1. İşitme kaybının ayırıcı tanısında
2. İşitme kaybının konuşmayı anlama fonksiyonunu nasıl etkilediğini belirlemede
3. İşitme cihazına karar vermede
4. Odyolojik rehabilitasyonun ve yararının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Konuşma sesini duyma ve anlama birbirinden ayrı iki kavramdır. Konuşma odyometrisinin bir parçası olan konuşmayı anlama eşiği testi (KAE) -speech recognition threshold- (7), saf ses işitme hassasiyeti ve konuşma arasındaki ilişkiyi göstermesi ve saf ses işitme eşiklerinin doğruluğunun kontrolü açısından önemlidir. Test aynı zamanda eşik üstü testlerini uygulamada referans şiddet seviyesinin bulunmasını, test edilmesi zor kişilerin (zihinsel özürlü, gelişimsel bozukluğu olanlar vb.) konuşma sesinin yoğunlaştığı frekanslardaki işitme hassasiyetlerinin değerlendirilmesini, işitme cihazı ihtiyacının ve işitme cihazından göreceği yararın belirlenmesini sağlamaktadır (8).

Konu ile ilgili bir çok çalışma yapılmasına rağmen, bu testler 1950'li yıllardan beri çok az değişime uğramıştır. Son yıllara ait literatürü incelediğimizde, odyolojik test bataryasının bir parçası olan konuşma testlerinin yaş, işitme kaybının derecesi, konfigürasyonu, etyolojisi, psikometrik fonksiyonlar ve frekansa ait özelliklerden etkilenme derecesinin araştırıldığı görülmektedir (9). Bu araştırmaların amacı, konuşmanın işitme fizyolojisine uygun olarak, konuşma uyararı ile işitme hassasiyetini değerlendirmesidir.

Odyolojik testlerde ve işitme cihazı uygulamalarında klinik anlamda kullanılan en önemli testler konuşmayı anlama testleridir (10). Ancak işitme cihazı uygulamalarında gözönüne alınan ilk kriter, işitme cihazının frekans cevap eğrisinin saf ses işitme eşik değerlerine göre ayarlanmasıdır. Sensörinöral işitme kaybının frekans seçiciliğini bozarak, konuşmanın spektral kompozisyonlarındaki farkı tanıma yeteneğine etki etmesine ve sesli fonemlerin ayıdedilmesinde bozukluklara neden olmaktadır. Fonemik ve frekansa spesifik belirlemenin yapılması, konuşmanın algılanmasında saf ses tanımlamaya göre daha geçerli bir metottur. Bu düşüncenin nedeni, işitme cihazı teknolojisindeki son gelişmeler ve koklear implant uygulamalarının yaygınlaşmasıdır.

Araştırmada, Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bilim Dalı'nda kullanılan Fonetik Dengeli (FD- 300) kelime listelerinde yer alan sessiz-sesli-sessiz (Sz-Sl-Sz) - *consonant-vowel-consonant* - formundaki kelimeler spektrografik olarak incelenmiş ve frekans özellikleri belirlenerek yeniden listelenmiştir. Frekansa spesifik bu kelime listeleri ile yapılan ve eşik tespit etmeye yönelik bu teste Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi adı verilmiştir. Bu test, saf ses işitme testine alternatif, odyolojik test

bataryasının bir parçası olarak, işitme kaybının lokalizasyonu ve derecesini tanımlayabilen pratik ve uygulama süresi kısa bir testtir.

Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi, odyolojik test bataryasının bir parçası olarak saf ses işitme testi ile birlikte kullanılabilir uygulama süresi kısa bir testtir. Araştırmada kullandığımız bu test, klinik odyolojide saf ses işitme eşiklerinin güvenilir şekilde belirlenemediği durumlarda, klinisyene işitme durumu hakkında frekansa spesifik bilgi verebilen bir test olarak düşünülmektedir.

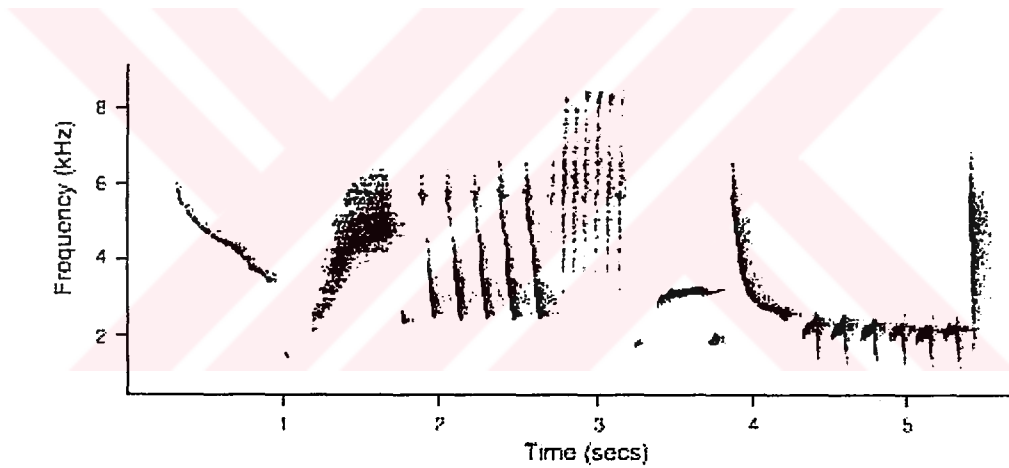


GENEL BİLGİLER

İnsan kulağı, değişik frekanstaki sesleri analiz etme yeteneğine sahip mükemmel bir organdır. Günlük hayatımızda sesler izole bir şekilde saf ses olarak değil, kompleks sesler şeklinde duyulmaktadır. Zengin spektrograma sahip olan sesler, kompleks sesler olarak tanımlanmaktadır. Konuşma sesi de insan kulağının duyabileceği en kompleks sestir (11).

2.1. Konuşma Seslerinin Analiz Prensipleri

Spektrogram, kulağın ses analizinin görsel şeklidir. Spektrogram, x- düzleminde zamanı, y- düzleminde frekansı gösteren bir grafikdir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Konuşma sesinin spektrogram örneği

Spektrogramın frekans/zaman grafiğinde, enerji miktarı koyu renkli noktalarla belirtilir. Beyaz alanlar enerjinin olmadığı bölgeleri, koyu alanlar ise yoğunlaşmış ses enerjilerinin olduğu formantları gösterir (11,12).

Konuşmada spektral enerjinin tepe noktaları¹ vokal yolun rezonans özelliklerini yansıtır ve sesin oluşmasında akustik bilgiyi sağlar (13).

Konuşma sesleri ile yapılan araştırmalarda frekans, zaman ve şiddet farklılıkları öncelikle ele alınması gereken özelliklerdir.

¹ formant

Frekans özellikleri;- konuşmanın tüm şekillerinde (hece, kelime) etkilidir. Bütün lisanlarda frekansın yarattığı etkiler farklıdır. Bu durum ses lisanı² olarak adlandırılır. Yaş, cinsiyet, fiziksel ve emosyonel farklılıklar konuşmanın formant frekanslarını değiştirir. Ayrıca farklı lisanlardaki artikülasyon özellikleri de frekans değişikliğine neden olur. Frekans aynı zamanda anlam ile ilgili lisan bilimi olan semantik ve kelimeler arasındaki ilişkiyi inceleyen sentaktik düzeni sağlar (14).

Zaman; anlam farklılıklarını oluşturan bir özelliktir. Özellikle sesli fonemlerin yerinin başta ya da sonda olması, zaman açısından farklılıklara yol açar. Buna telaffuz³ adı verilir. Kelime bazında ise vurgu⁴ tanımını alır (14).

Şiddet; kelime veya cümledeki vurguyu sağlar. Vurgulanan hece veya kelimenin süresi uzun, tını ve ortalama amplitüdü de daha yüksektir. Farklı fonemlerin ses enerjilerinin yoğunluğu da farklılık gösterir (15).

2.1.1. Fourier Analizi

Kompleks bir ses dalgasının analiz edilmesi için, frekans, amplitüd ve faz değişimlerinin sinüzoidal ses dalgalarına dönüştürülmesi gerekir. Bu analiz sistemine *Fourier Analizi* adı verilir (Şekil 2.2) (16). *Fourier Analizi* lineerdir ve belli bir zaman dilimi içinde ses dalgasını spesifik frekanslarına, amplitüdlere ve fazlara⁵ sahip sinüzoidal dalgalara dönüştürmektedir (16, 17)

Kompleks bir ses dalgası sinüzoidal komponentlerine ayrıldığında bu dalgaların frekansları, fundamental frekansın integral çokluklarıdır. Fundamental frekans, kompleks sesin herhangi bir komponentinin, en düşük değerine sahip olan frekanstır. Kompleks sesin frekans komponentleri harmonikleri olarak bilinmektedir. Bir sesin yapısını gösteren frekans elemanları spektrogramda, amplitüd enerjisi veya frekansın fonksiyon gücü olarak görülmektedir. Periyodik olmayan ses dalgaları için spektrogram, daha kompleks bir yapıdır ancak bu ses dalgalarının enerji yayılımı frekans bandları olarak dağılım göstermesine rağmen belli bir frekans diliminde de odaklanır (16, 17).

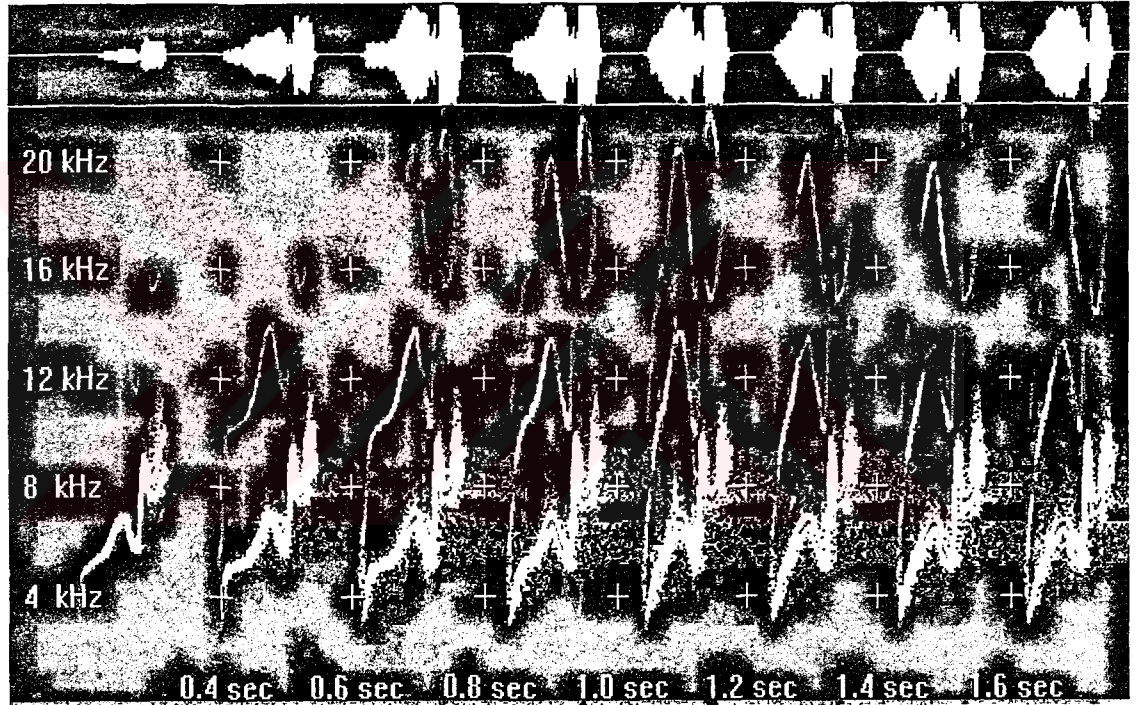
² tone language

³ pronunciation

⁴ emphasis

⁵ spektral özellikleri

Kompleks seslerin analizine, basit bir frekans toplamının ayrılması olarak bakılabilir. Konuşma sesinin belli bir zaman diliminde frekans değerlerinin analizi yapılabilir ve bu pratik bir methodur. Bu metod, sesin kısa süreli spektral analizi olarak tanımlanmaktadır. Kısa süreli spektral analiz, konuşmanın önemli örneklerini içeren, yüksek çözünürlüğe sahip analiz şeklidir. Kısa süreli analizde band genişliği olarak 45 Hz, uzun süreli analizde ise 300 Hz kullanılmaktadır. 300 Hz band genişliği konuşmada vokal fold vibrasyonunu ve buna bağlı olarak formantları göstermek için en uygun band şeklidir (18).



Şekil 2.2. Fourier Analizi

2.2. Kulağın Konuşma Seslerini İşlememesi

İşitme sisteminde de konuşma sesinin tanımlanması için ilk aşama, kısa süreli spektral analize benzer şekilde, sesin koklea tarafından komponentlerine ayrılarak işlenmesidir. Böylece kompleks akustik sinyaller, frekanslarına ayrılabilir (18,19).

Helmholtz' un rezonans hipotezinde, ses dalgalarının iç kulağa iletilmesi ile rezonansın açığa çıktığı, yüksek frekansların kokleanın bazal bölgesinde, alçak

frekansların ise apekte işlendiği gösterilir (18). Sesler bu şekilde, basilar membranın genişliği boyunca farklı bölgelerde maksimum titreşim hareketini simetrik olarak oluşturur (19). Sesin frekansı değiştiğinde rezonans bölgelerinin yerleri de değişir ve beyne farklı nöronlardan farklı sinyaller gider (19).

Javel ve Mott (19)' a göre Rutherford, seslerin basilar membran boyunca analiz edildiğini ve basilar membranın mekanik bir sistem gibi titreştiğini ileri sürmektedir. Rutherford'un telefon teorisi olarak bilinen bu teoriye göre, frekans bilgisi membran vibrasyonlarının belli zaman dilimindeki sayısı ile ilgilidir. Rutherford'un teorisi, nöral refraktör periyodun ve kısa zaman aralıklarında nöral deşarjın görülmesinin fiziksel sınırlarını araştırır (19).

Telefon teorisinin etkisi altında geliştirilen yayılım teorisine göre Wever ve Bray (20) frekansın iki şekilde analiz edildiğini savunmuştur. Bunlardan birincisi, *nöral impuls*lar arasında zaman aralıklarının araştırılmasıyla açıklanmaya çalışılan temporal mekanizma, diğeri ise koklear boşlukta ilerleyen dalga boylarının pozisyonu temeline dayanarak frekans algısını açıklamaya çalışan yer mekanizmasıdır. Rezonans bölgesinin bazal membran boyunca yer değiştirme miktarını belirleyen frekans farkı değil, oranıdır (2/1). Oran değişmiyorsa, mutlak frekansın değeri değişse de, aynı frekans olarak algılanmaktadır. İki sesin arasındaki fark çok küçükse, bazal membrandaki rezonans bölgeleri iç içe geçeceğinden ve bu genişleyen bölgedeki nöronlardan ateşlenen, şiddetleri eşit sayıda sinyaller kortekste analiz edilemediğinden sesler ayırdedilemez. Bu durumda sesler, aynı tınıda algılanır, bu da kokleanın *nonlinear* özelliğini gösterir (21).

Konuşma sesleri periferik işitme sisteminde işlenirken, frekans ve şiddet gibi bazı temporal özellikler önem kazanır. Bu sesler, belli bir frekans komponentinden bağımsız olarak *nonlinear* olarak işlenir. Basilar membranın fiziksel yapısı ve tüy hücrelerinin mekanik özellikleri, seslerin frekans komponentlerine ayırarak analizini sağlar. Her frekans, basilar membran boyunca farklı noktalarda maksimum hareketi oluşturduğundan, tüy hücreleri farklı lif demetlerini uyarır. Basilar membranın uyarım yeri veya nöral impulsların frekans uyumu, konuşmadaki ses bilgilerinin bir üst seviye olan koklear nükleuslar seviyesine iletilmesine olanak sağlar. Buradan *tonotopic*⁶ olarak pek çok alana nöral

⁶ frekans haritalanması

sinyaller gönderilmektedir. Bu seviyede nöronlar, frekans değişimlerine işitme sinir fibrillerinden daha hassastır. Şiddet ve frekans farklılıkları açısından işlenen sesler, *superior olivary complex* seviyesinde spatial⁷ olarak haritalanır. *Inferior colliculus* seviyesinde seslerin frekans bilgileri hiçbir değişime uğramadan talamus'un işitme ile ilgili alt bölgesi olan *medial geniculate body*'ye gönderilir. Özellikle *inferior colliculus*'ta hem alt merkezler ile ilgili düzenleme, hem de kompleks uyaranların değerlendirilmesi yapılır. Konuşmanın ayırtedilmesini sağlayan frekans özellikleri daha çok *pons*'un dorsal, posteroventral ve antroventral nükleuslarında işlenir. Bunun dışında *medial geniculate body*, konuşmanın farklı akustik özelliklerine cevap verir (22). Konuşmanın ayırtedilmesinde *superior olivary complex*, *inferior colliculus*, *medial geniculate body* ve primer işitsel korteks gibi üst merkezlerin sorumlu olduğu düşünülürken, günümüzde bu fonksiyonun daha alt seviyelerden başladığı bilinmektedir. Frekans analizi ve dolayısıyla konuşmayı ayırtetmede tüy hücrelerinden, primer işitme merkezlerine kadar uzanan bütün oluşumların senkronize bir şekilde çalıştığı belirtilmektedir (22).

Periferik işitme sisteminden sonra konuşma sesleri santral işitme sistemine analiz edilmek üzere iletilir. (12). Santral işitme sisteminde konuşma seslerinin akustik ve fonetik algılanmasında da *nonlinear* bir yol izlenmektedir. Kraus (23), konuşma seslerinin algılanmasının lineer olmadığını, gerçekte sistemin pek çok paralel ve interaktif yol ile nöral bilgiyi birleştirdiğini belirtmektedir.

Konuşmanın algılanması iki düzeyde gerçekleşir:

2.2.1. Akustik Algılama

Sadece ses düzeyinde bir algılama olup, sınırlı düzeyde beyinde işlemlemeyi gerektirir (4). Akustik uyaran işitme sisteminde çözümlenirken, sesler fiziksel özelliklerine göre algılanır. Konuşmayı algılama da diğer akustik uyaranların algılanma işlemi gibi öğrenilen bir yetenektir. Konuşma sembolleri, ilettikleri mesaj işlemlenirken çözümlenir. Akustik olarak konuşma seslerinin işlenmesinde tını farklılıkları önem taşır. Ayırtetme temelli bir çözümleme söz konusu olduğunda, nöronal aktivitede artış gözlenir. Bu nedenle konuşmanın algılanmasında saf seslerin

⁷ ses kalitesi

algılanması için gerekli olan işlemde daha hızlı bir işlem gerçekleşir ve konuşma sesleri daha kolay algılanır. Ancak işitme sisteminde konuşma sesleri ve diğer seslerin işitsel işlemlere yolu değişmez.

Konuşmanın algılanmasında fonemlerin akustik yapıları algılama şeklini değiştirmektedir.

Konuşma seslerinin temel frekansa göre tanımlanması mümkün olmamakta, akustik farklılıklar kelimenin anlamına etki etmektedir. Clarkson ve ark. göre Kuhl, yenidoğanlarda içgüdüsel lisan yeteneğinin doğuştan var olduğunu belirtmektedir (24). Yenidoğanların uyarımları kategorize etme yeteneği, farklı konuşma seslerini aynı fonetik kategoride algılayarak gerçekleştirmektedir, böylece daha fazla akustik uyaran algılanabilmektedir.

Konuşma uyarımının algılanması için formant geçişinin de etkili olduğu belirtilmektedir. Kelimelerin algılanmasında majör ipucu başlangıç frekansı ve ikinci formant geçişidir. İlk formant, sesin başlangıç frekansını belirlemekte, ancak algılamada yanına gelen sesin frekansı bu işlevi değiştirmektedir. Akustik uyaran hiçbir şekilde sesli foneme bağımlı değildir, kendisinden sonra gelen sessiz fonemin etkisi ile sınırlanmaktadır. Sesliler iki sessiz fonemin arasında artiküle edilirse, duruma uygun şekilde yeniden yapılanma göstermekte ve algılama gerçekleşmektedir (12).

2.2.2. Fonetik Algılama

Beyinde özel yapılanma ve işlevlerin yerine gelmesi anlamında, bilişsel bir işlemdir. Algılamanın en alt seviyesinden itibaren fonetik özellikler önem taşır. Konuşmacı tarafından oluşturulan konuşma seslerinin dinleyici tarafından çözümlenmesi ve uyarımların birleştirilmesi özelleşmiş bir durumdur. Buna göre konuşmanın algılanması, konuşmacının fonetik jestlerine bağlıdır. Konuşma respirasyon, laringeal, lingual, palatal, labial ve mandibular yapıların kas aktiviteleri kullanılarak oluşturulan bir aktivitedir. Konuşmanın maturasyonunda bu yapılarıdaki nöroanatomik ve nörofizyolojik değişiklikler söz konusudur. Düşünceler, amaç veya duyuşsal girdiler verbal planlama için bir tetik mekanizması oluşturur.

İşitme ile ilgili yapıların miyelinizasyonu, konuşma ve lisandan daha önce oluşmaktadır. Böylece normal fonksiyonel gelişim, olması gerektiği şekilde mantıksal bir yol izlemektedir (11).

Konuşma sesleri beyindeki nöral yapılarda, herbir zaman dilimine özel, fonem düzeyinde işlenir ve kelime seviyesinde fonetik tanımlama yapılır (4). Konuşmanın algılanması fonetik algılama modeli ile açıklanabilir. Fonetik modeller, dinleyicinin farklılıkları ayırtetme yeteneğine sahip olduğunu ve bu durumun lokalizasyon yeteneği ile belirlendiğini savunmaktadır (13).

Algısal çalışmalarda da gösterildiği gibi, konuşmanın algılanmasında sadece konuşmayı oluşturan ses dalgaları değil, linguistik içerik de önemli bir konudur (12). Konuşma sesleri linguistik içeriğine göre ayırdedilerek algılanmaktadır. Linguistik içerik, konuşmanın spektral ve temporal özelliklerini belirleyen bir konudur ve bu nedenden dolayı konuşma sesleri basit uyarılardan daha çabuk öğrenilmektedir.

Konuşmanın algılanmasında işitme sistemimizin çok özel şekillerde sesi işlemesi doğal bir gelişim sürecidir. Bu işlevin anlaşılmasının en iyi yolu ise işitme ve konuşmanın maturasyon aşamalarının incelenmesidir. Konuşma uyararı kullanılarak işitme hassasiyetinin değerlendirildiği testlerin düzenlenmesinde öncelikle işitme sisteminin daha sonra da konuşma maturasyonunun aşamaları gözden geçirilmeli ve konuşma formülasyonunda önemli yapıların belirlenmesi önem taşımaktadır (25).

Konuşma sesinin spektrogramı süreklilik gösterdiğinden, saf seslere göre daha fazla bilgi taşır. Bu nedenle nörofizyolojik, psikoakustik ve santral işitme sistemini değerlendirmeye yönelik çalışmalarda, konuşma sesleri öncelikli uyarıdır. Odyolojik değerlendirmenin temel parçası olan konuşma testleri;

1. İşitme kaybının ayırıcı tanısında
2. İşitme kaybının konuşmayı anlama fonksiyonunu nasıl etkilediğini belirlemede
3. Amplifikasyona karar vermede
4. Odyolojik rehabilitasyonun ve yararının belirlenmesinde kullanılmaktadır (4).

2.3. KONUŞMA ODYOMETRİSİ

Konuşmanın işlemlenmesini değerlendirmek tanısal odyolojinin en önemli parçasıdır. Konuşma odyometrisi terimi de, bireylerin, psikoakustik çalışma alanı içinde konuşmanın algılanması konusunda değerlendirilmesi anlamına gelmektedir.

Konuşma testlerinin temel amacı, bireyin işitme hassasiyetini değerlendirmektir. Bu amaçla konuşma testlerinde kullanılacak kelime veya cümlelerin seçiminde dört kriter yol göstericidir (8,11):

1. Kişiye tanıdık olması
2. Fonetik olarak benzerlik göstermesi
3. Kullanılan lisanın konuşma seslerinin normal örneklerini taşıması
4. Anlaşılabilirlik için homojen olması

2.3.1. KONUŞMA TESTLERİ

Konuşmayı Farketme Eşiği Testi (SAT-Speech Awareness Threshold)

Konuşmayı farketme eşiği (KFE) (7) bireyin farkına vardığı konuşma sesinin minimum seviyesidir. Konuşmayı farketme eşiği, konuşma enerjisinin alçak frekanslarına yoğunlaşmaktadır. KFE için kullanılan test materyali kritik bir önem taşımamaktadır. Bu test, anlamayı değil, farketmeyi göstermektedir.

Konuşmayı Anlama Eşiği Testi (SRT- Speech Recognition Threshold)

Konuşmayı anlama eşiği (KAE), işitme kaybının belirlenmesinde kullanılan bir test olup, konuşma uyarısının %50'sinin duyulup, anlaşıldığı seviye olarak tanımlanmaktadır. KAE, saf ses odyometrik incelemenin zor olduğu küçük çocuklarda, lisan bozukluklarında, zihinsel engellilerde ve ileri derecede işitme kayıplılarda işitme hassasiyetinin değerlendirilmesinde önem kazanmaktadır (7). Genel olarak KAE iki heceli kelimeler kullanılarak yapılmaktadır. Ancak bu testi tek

heceli, üç heceli kelimeler veya cümle uyararı kullanarak da uygulamak mümkündür (25).

Konuşmayı Ayırdetme Testi (SD-Speech Discrimination Test)

Konuşmayı ayırdetme testi bireyin kelimeyi veya diğer bir konuşma uyararını tekrar etme yeteneğini belirleyen bir testtir. Test(7);

1. Bireyin işitme kaybının derecesinin iletişim fonksiyonuna etkisini belirlemede
2. Anatomik lezyon yerinin belirlenmesinde
3. İşitme-konuşma (re)habilitasyon progresinin takibinde
4. İşitme cihazının performansını değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.

Konuşmayı Ayırdetme Testinde'de tek heceli kelimeler, ortalama eşitlikte zorluk derecesine sahiptir ve fonetik kompozisyon (fonemin başta, sonda ve ortadaki pozisyonu) bir kelime listesinden diğerine eşitlik göstermektedir (fonetik denge) (22). Test, en rahat duyulan ses seviyesinde, doğru söylenen kelime sayısına göre skorlanarak yapılmaktadır (7).

Konuşmayı Farketme ve Anlama Testlerinin Önemi

Zamanda farklılık yüksek ve alçak frekanslarda yer alan kelimelere cevap vermede gereksinim yaratırken, bu durum lisana göre değişmektedir (26). Bireyin lisanın içerik etkisini kullanıyor olması ve sınırlı bir işitsel bilgi ile kelimenin anlamına karar vermesi gerekmektedir. Kelimeyi anlama konuşmacı, dinleyici ve uyarıcı özelliklerine bağlıdır. Konuşmayı anlama algısal işlemlerin bir çok safhasını içerir. Sinyal, önce akustik-fonetik temsillere dönüştürülür sonra da uzun süreli hafızada linguistik kelime modelleri ile karşılaştırılır. Konuşmada spektral enerji tepeleri, vokal traktın rezonans özelliklerini yansıtır ve konuşma seslerinin oluşturulmasında akustik bilgiyi sağlar (16). Konuşma, işitme sisteminde patern tanımlama problemini temsil eder. Mesajın içeriği, farklı konuşmacı, çevre ve distorsiyon gibi farklı bir çok dinleme durumunda konuşmanın anlaşılması değişmektedir. Konuşma paterninin anlaşılması, hem spektral hem de temporal

ipuçlarının kullanıldığı güçlü bir işlevdir. Spektral çözümlemenin bozulması veya olmaması işitme kaybının bir sonucudur. İşitme kayıplı kişilerde konuşmanın algılanması bozulur (27). Bu nedenle konuşma testleri ile işitmeye ait bilgilerin yansıtılabilmesi için kısa, saf ses işitme eşikleri ile korelasyon kurabilen, frekans özellikleri belirlenmiş ve ritmik enerji paternlerine sahip kelime listelerinin geliştirilmesinin önemli olduğu görülmüştür.

Konuşmanın algılanmasında frekansa spesifik ipuçlarına gereksinim duyulmaktadır. Konuşmayı algılama performansını değerlendirirken ele alınacak önemli bir kriter, kullanılacak kelime listelerinin frekans değerlerini belirlemektir (28). Yapılan araştırmalar, konuşmanın anlaşılabilirliğinde 125-8000 Hz aralığındaki frekansların önem taşıdığını göstermektedir. Konuşmayı Farketme Eşiği konuşmanın ritmik paternine bağlı olarak özellikle alçak frekans konuşma enerjisini (250-500 Hz) değerlendirmekte, yüksek frekans (2000-4000 Hz) işitme bilgisinin yansıtılmasında eksikliklere yol açmaktadır (29). Konuşmayı Anlama Eşiği'nde ise yüksek frekans kelimelere alçak frekans kelimelere göre cevap daha hızlı verilmektedir. Bu etki "kelime frekansı etkisi" olarak bilinmektedir (30).

İşitme kaybının derecesi ve konfigürasyonu konuşmayı anlama yeteneğini önemli derecede etkilemektedir (31). KAE ve saf ses işitme eşikleri arasındaki uyum, odyolojik testin tutarlılığının bir göstergesidir. KAE ve saf ses ortalama (SSO) arasındaki korelasyon yüksektir. Ancak odyometrik konfigürasyonun değişik tipleri ile KAE arasındaki ilişki konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır (32). Belli bir frekanstaki işitsel fonksiyon ile geniş band konuşma arasındaki korelasyonun çok az veya olmadığı belirtilmektedir (33). Spesifik bir frekanstaki işitsel fonksiyon ile konuşma arasındaki korelasyonun bulunması için, konuşma uyarısının sınırlandırılmış frekans aralığı içinde olması gerekmektedir.

Ancak dikkat edilmesi gereken bir diğer konu da, normal işiten bireyler için geçerli olan eşit sayıda, anlaşılabilir veya homojen olan kelime listelerinin işitme kayıplı bireyler için geçerli olmamasıdır (34). Bu nedenle konuşmayı anlama yeteneğini değerlendirirken kelime veya cümlelerin bütününde değerlendirme yapmak yerine, fonemik değerlendirmenin yapılması, işitme kayıplı bireylerin konuşmayı anlama performanslarını ortaya koymada daha uygun bir yöntemdir. KAE testinde yaygın bir şekilde kullanılan iki heceli kelime uyarıları, spektral ipucu olarak geniş

frekans bandlarının kullanılmasına ve buna bağlı olarak uyarım seviyesinde anlama zorluğuna yol açmaktadır (8,11). Bunu ortadan kaldırmak için en uygun uyaran, tek heceli kelimelerin sessiz-sesli-sessiz (Sz-Sl-Sz) formunda, fonemik/fonetik dengeli ve frekans özellikleri belirlenerek hazırlanmış olanıdır (25). Kelimelerin spektrografik olarak enerji dağılımlarının birbirine benzerlik göstermesi ve konuşmanın algılanmasında önem taşıyan formant frekans geçişlerinin belirlenmesiyle, fonemik skrolama basit olmakta ve fonolojik faktörler ortadan kalkmaktadır (11, 34).

Araştırmamızda işitme kaybının tipi ve derecesine bağlı olarak frekans özellikleri belirlenmiş kelimeler kullanarak frekansa spesifik konuşmayı anlama testi düzenlenmiş ve saf ses işitme eşikleri arasındaki ilişki belirlenmiştir.



BİREYLER VE YÖNTEM

Araştırmamız, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Bilim Dalı'nda yapılmıştır.

3.1. Bireyler

Araştırmada, 15-56 yaş aralığında otoskopik bulguları normal, cinsiyet ve sosyal seviye farkı gözetilmeden 98 birey (toplam 152 kulak) değerlendirilmiştir. Araştırma kontrol ve çalışma grubu olmak üzere iki grup üzerinde yapılmıştır. Kontrol grubunda normal işiten bireyler yer almıştır. Çalışma grubu işitme kaybı derecesine göre üç şekilde oluşturulmuştur:

1. Çok hafif derecede sensörinöral işitme kaybı olan bireyler,
2. Hafif derecede sensörinöral işitme kaybı olan bireyler,
3. Orta derecede sensörinöral işitme kaybı olan bireyler

Bireylerin yaş, cinsiyet ve değerlendirilen kulak sayılarının dağılımı Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırmaya katılan bireylerin kulak, cinsiyet ve yaşa göre dağılımları

GRUPLAR	N	Kulak	Cinsiyet		Yaş			
			Kadın	Erkek	Min	Max	X	SS
Kontrol Grubu	29	46	22	7	18	56	30.3	±8.8
Çalışma Grubu-1	31	50	15	16	16	56	41.6	±9.6
Çalışma Grubu-2	21	31	15	6	15	53	35.8	±11.8
Çalışma Grubu-3	17	25	9	8	15	50	37	±14.8
Toplam	98	152	61	37	15	56	36.1	±11.6

Bireyler, aşağıdaki özellikleri taşımaktadır:

Kontrol Grubu:

Bu grupta aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır (8);

1. Akustik ve/veya fiziksel travma hikayesinin olmaması
2. Ailede işitme kaybı hikayesinin olmaması
3. Odyometrik değerlendirmede, işitme eşiklerinin saf ses ortalamasına göre ≤ 15 dB İS olması (ANSI 1988) ve konuşmayı ayırtetme skorunun %88' in altında olmaması
4. Elektroakustik impedansmetri değerlendirmesinde, orta kulak basıncının ± 50 daPa sınırlarında olması ve TipA timpanogram elde edilmesi, her iki kulakta da kontralateral ve ipsilateral reflekslerin tespit edilmesi

Çalışma Grubu-1:

Çok hafif derecede sensöri-nöral işitme kayıplı grupta aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır (8);

1. Odyometrik değerlendirmede, işitme eşiklerinin saf ses ortalamasına göre 16-25 dB İS olması (ANSI 1988) ve konuşmayı ayırtetme skorunun %80' in altında olmaması
2. Elektroakustik impedansmetri değerlendirmesinde, orta kulak basıncının ± 50 daPa sınırlarında olması ve TipA timpanogram elde edilmesi.

Çalışma Grubu-2:

Hafif derecede sensöri-nöral işitme kayıplı grupta aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır (8);

1. Odyometrik değerlendirmede, işitme eşiklerinin saf ses ortalamasına göre 26-40 dB İS olması (ANSI 1988) ve konuşmayı ayırtetme skorunun %80' in altında olmaması
2. Elektroakustik impedansmetri değerlendirmesinde, orta kulak basıncının ± 50 daPa sınırlarında olması ve TipA timpanogram elde edilmesi.

Çalışma Grubu-3:

Orta derecede sensöri-nöral işitme kayıplı grupta aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır (8);

1. Odyometrik değerlendirmede, işitme eşiklerinin saf ses ortalamasına göre 41-55 dB (İS) olması (ANSI 1988) ve konuşmayı ayırdetme skorunun %80' in altında olmaması
2. Elektroakustik impedansmetri değerlendirmesinde, orta kulak basıncının ± 50 daPa sınırlarında olması ve TipA timpanogram elde edilmesi.

3.2. Test Aracı ve Yöntem

Çalışmada yer alan gruplara aşağıdaki testler uygulanmıştır:

3.2.1.Odyometrik Testler:

1. Saf ses işitme testi
2. Konuşmayı anlama eşiği testi (KAE)
3. Konuşmayı ayırdetme testi

Odyometrik incelemeler Industrial Acoustics Company (IAC) standardındaki sessiz odalarda Interacoustics AC-40 klinik odyometre ile yapılmıştır. 125- 8000 Hz arası hava yolu işitme eşikleri TDH 39 kulaklık ile MX41/AR kılıf kullanılarak, 10 000 Hz frekansındaki hava yolu işitme eşiği ise Koss kulaklık ile R/80 kılıf kullanılarak değerlendirilmiştir. Kemik yolu işitme eşikleri ise 500-4000 Hz arasında Oticon 60273 vibratör kullanılarak ölçülmüştür.

Konuşmayı anlama eşiği testi, kliniğimizde kullanılan üç heceli kelime listeleri (EK-1) ile konuşmayı ayırdetme testi ise tek heceli fonetik dengeli kelime listeleri (FD-300) kullanılarak yapılmıştır (EK-2).

Odyometrelerin kalibrasyonu için Brüel& Kjaer 2204 SLM ve 4152 tip yapay kulak kullanılmıştır.

3.2.2. İmpedansmetrik Testler:

1. Orta kulak basıncı
2. Komplians
3. Akustik refleksler (ipsilateral ve kontralateral)

Tüm bireylerin impedansmetrik ölçümleri Interacoustics AT-22, AZ-7 ve AZ-3 impedansmetreler ile TDH-39 kulaklık ve MX41\AR kılıf kullanılarak yapılmıştır.

3.2.3. Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi (F-KAT)

Test, Interacoustics AC-40 klinik odyometre ile TDH 39 kulaklık ve MX41/AR kılıf kullanılarak, canlı ses ile uygulanmıştır.

F-KAT Test Materyalinin Oluşturulması

Test materyalinin oluşturulması için Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Bilim Dalı'nda kullanılan Fonetik Dengeli Tek Heceli 300 Kelime'den Sz-Sl-Sz formatında olan 131 kelime seçilmiştir. Seçilen kelimelerin frekans-zaman grafiğinde spektografik analizleri yapılmıştır. Kelimeler dinamik bir mikrofon ⁸ile *Steinberg Cubase VST Music Recording and Editing System* program yardımı ile kişisel bilgisayara ⁹ kadın sesi kullanılarak, 16 KHz örneklem hızında kayıt edilmiştir. Bu kayıtlar *Wave Lab 2.0* profesyonel *mixing* programı ile *Linear Time Base*¹⁰ protokolü kullanılarak spektral grafikleri elde edilmiştir. Bu şekilde elde edilen *waterfall fast fourier* frekans analizleri 20 msn zaman skalasında¹¹ incelenerek, kelimelerin;

1. Başlangıç frekansı
2. Bitiş frekansı
3. Maksimum dalga amplitüdündeki frekans değeri

⁸ beyerdynamic

⁹ PC- personnel computer

¹⁰ LTB

¹¹ www.cam.ac.uk -speech analysis

4. Minimum dalga amplitüdündeki frekans değeri
5. Ortalama frekans değeri belirlenmiştir.

Elde edilen değerler EK-3’de gösterilmiştir.

Analiz sonucunda frekans aralıkları çok geniş olan kelimeler çalışma dışı bırakılmıştır. Spektral ranjı geniş olmayan 80 kelime çalışmaya dahil edilmiştir.

125-500 Hz aralığı alçak frekans konuşma enerjisini yansıttığı (22), 1000-4000 Hz aralığı konuşmanın ortalama frekansında (33), 4000-6000 Hz aralığı sessiz fonemlerin tanımlanmasında (8), 8000-10 000 Hz aralığı ise yüksek frekanslı sessiz fonemlerin algılanmasında (9) önem taşıdığı için kelimeler, frekans aralıkları saf ses işitme eşikleriyle belli bir frekans bandında uyum göstermesine göre dört grupta sınıflandırılmıştır:

Liste 1.....211-998 Hz → 125-500 Hz (SSO1)

Liste 2.....1199-3862 Hz → 1000-4000 Hz (SSO2)

Liste 3.....4082-5993 Hz → 4000-6000 Hz (SSO3)

Liste 4.....6872-10 652 Hz → 8000-10 000 Hz (SSO4)

Listelerin frekans aralıkları ortalama değerleri ve standart sapmaları Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2. F-KAT Listelerinin frekans aralıkları, ortalama ve standart sapma değerleri

F-KAT Listeleri	Frekans Aralığı (Hz)	Ortalama (Hz)	SS
Liste1 (L1)	211-998	419.27	±218.16
Liste 2 (L2)	1199-3862	2447.76	±1009.03
Liste 3 (L3)	4082-5993	4627.06	±460.45
Liste 4 (L4)	6872-10 652	7796.19	±1458.04

Her bir listedeki kelimeler aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.3. F-KAT'da kullanılan kelime listeleri

LİSTE-1	LİSTE- 2	LİSTE-3	LİSTE-4
REY	BEY	TÜY	ÇİZ
BAĞ	KOK	KÜF	FES
NEM	BİL	TÜM	KOÇ
VAN	MIH	KÖK	HAZ
DAL	BAK	TAŞ	SAF
YÖN	TAY	ŞUT	SAP
BÖL	KAN	ÇÖL	ŞOK
KOL	KUM	ŞİŞ	TOP
DEM	ŞAN	ŞEN	TEZ
YEL	PIR	ŞEF	COP
BİN	CEM	ŞAL	SAĞ
BEL	ROL	SON	KES
BOL	KAR	RAF	KIZ
DEV	KAP	PİL	SİM
RUH	DUT	KÜP	DİL
BEN	VUR	KIŞ	FAR
NAL	GÜN	CAN	SİS
LOP	ZİL	FİŞ	ZOR
PUL	POT	GÖZ	SUS
BAL	KOR	SÜT	TİP

Volumunit (VU) metreden sesin şiddeti ile ilgili parametrenin kontrolü ile, standardizasyon kaybının azaltılması sağlanmaktadır. Pek çok araştırmacı da KAE testinin canlı ses ile uygulanmasında aynı fikri taşımaktadır. Canlı ses uygulamaları ile test süresini kısaltmak, özellikle geriatric popülasyonda uzayan cevap verme süresinin beklemek, çocuk hastalarda bazı test maddelerini kullanılmamak mümkündür. Herbir kelime arasındaki optimal süre 5 sn. olup, VU metreden ses şiddeti seviyesinin kontrolü sağlanmıştır (28).

F-KAT'da herbir liste için, bireyin en rahat duyduğu ses seviyesinden başlanmıştır. Çalışmaya katılan bireylerden kelime söylendikten sonra tekrar etmeleri istenmiştir. Her doğru söylenen iki kelimeden sonra ses şiddetinin seviyesi 10 dB azaltılmış, her yanlış söylenen veya söylenmeyen bir kelimeden sonra ses şiddetinin seviyesi 5 dB yükseltilmiştir (7). Herbir listeden elde edilen eşik değeri (dB İS) kendisine karşılık gelen saf ses işitme eşikleri ile karşılaştırılmıştır.

Tüm testler aynı oturumda yapılmıştır.

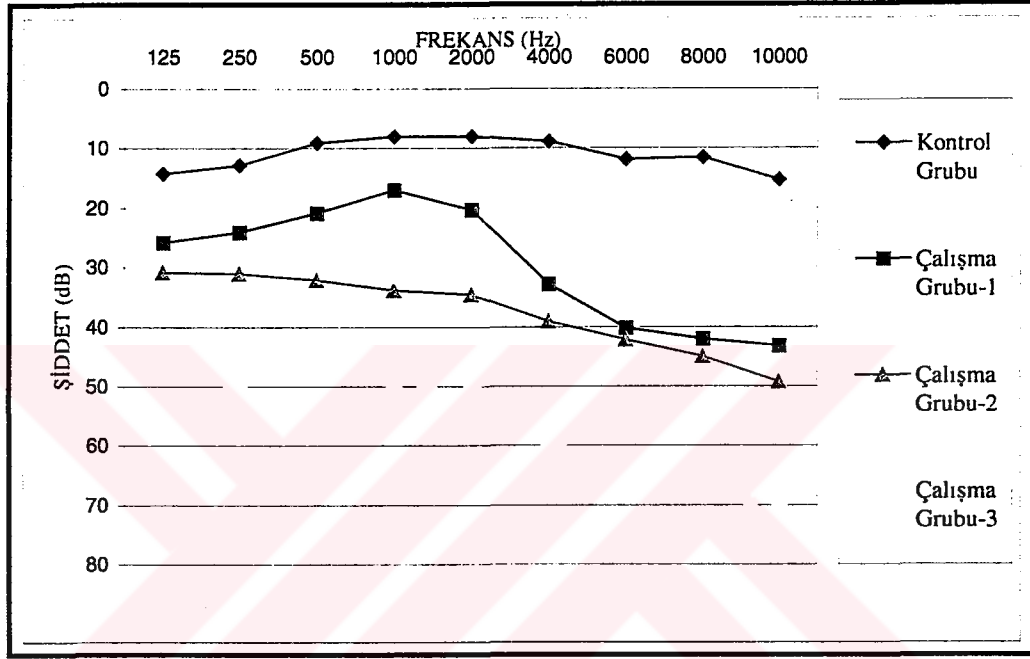
3.3. Kullanılan İstatistiksel Yöntemler

Çalışma ve kontrol gruplarından elde edilen F-KAT ile saf ses işitme eşikleri arasındaki farkın belirlenmesinde Student-t testi kullanılmıştır (35). KAE ve SSO arasındaki farkın belirlenmesinde de Student -t testi kullanılmıştır (35).

BULGULAR

4.1. Kontrol ve Çalışma Gruplarının Demografik Özellikleri

Kontrol ve Çalışma Gruplarındaki toplam 152 kişiden elde edilen saf ses işitme eşiklerinin frekanslara göre dağılımı Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Kontrol ve Çalışma Gruplarının 125-10 000 Hz Aralığında Saf Ses İşitme Eşiği Ortalama Değerleri

Tablo 4.1. Kontrol ve çalışma grubundan elde edilen işitme eşiklerinin frekans aralıklarına göre ortalama ve standart sapma değerleri

GRUPLAR	İşitme Aralığı (dB)	Saf Ses İşitme Eşik Ortalaması				
		SSO ₀ (500-2000 Hz)	SSO ₁ (125-500 Hz)	SSO ₂ (1000-4000 Hz)	SSO ₃ (4000-6000 Hz)	SSO ₄ (8000-10000 Hz)
Kontrol Grubu	≤15	7.36±3.46	12±5.7	8.3±0.6	11.7±1.2	15.3±1.6
Çalışma Grubu-1	16 - 25	20.16±5.7	23.6±9.5	23.4±6.6	36±1.5	43.3±2.6
Çalışma Grubu-2	26- 40	30.52±4.3	31.3±13.2	35.8±12.5	43.6±21	49.3±2.3
Çalışma Grubu-3	41- 55	70.5±21.9	50.13±14.7	52.8±9.9	66.9±14	71.7±15.4

Gruplardan elde edilen konuşmayı anlama eşikleri ayırdetme skorları Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2. Gruplardan elde edilen konuşmayı anlama eşiği (KAE) ve konuşmayı ayırdetme skorları

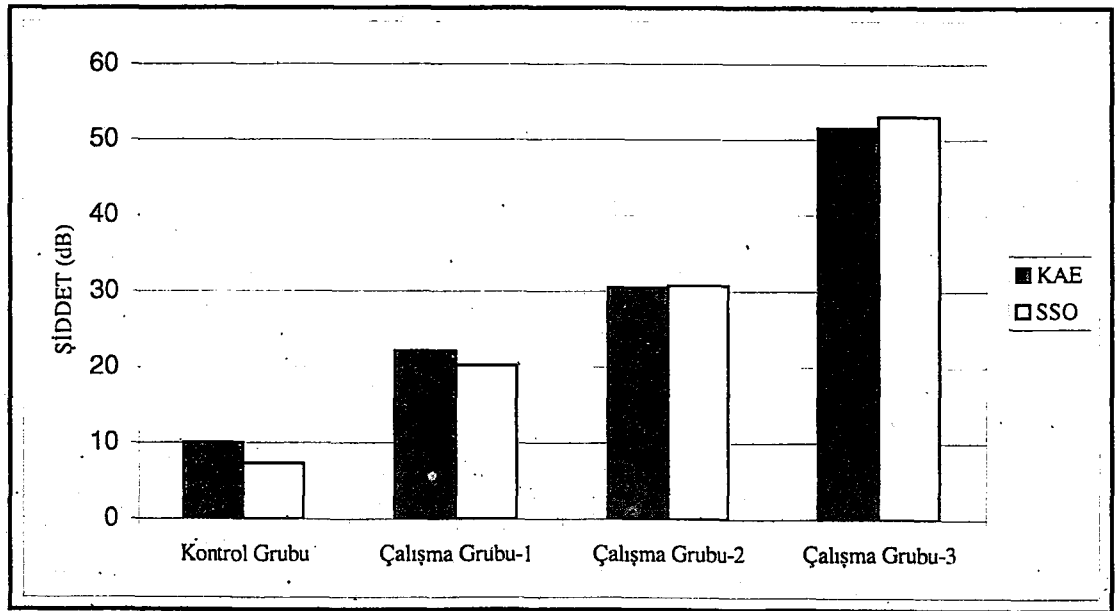
GRUPLAR	KAE (dB)	Konuşmayı Ayırdetme Skoru (%)
Kontrol Grubu	9.77±13.7	98.8±2.6
Çalışma Grubu-1	21.66±5.7	97.6±4.02
Çalışma Grubu-2	30.52±6.28	93.9±6.6
Çalışma Grubu-3	53.18±12.73	85.6±11.2

KAE ve SSO₀ arasındaki fark Kontrol grubunda 2.6±4.02 olup, fark istatistiksel olarak anlamsızdır (p>0.05).

KAE ve SSO₀ arasındaki fark Çalışma Grubu-1’de 1.2±6.2 olup, fark istatistiksel olarak anlamsızdır (p>0.05).

KAE ve SSO₀ arasındaki fark Çalışma Grubu-2’de -0.25±4.7 olup, fark istatistiksel olarak anlamsızdır (p>0.05).

KAE ve SSO₀ arasındaki fark Çalışma Grubu-3’de -1.5±7.1 olup, fark istatistiksel olarak anlamsızdır (p>0.05).

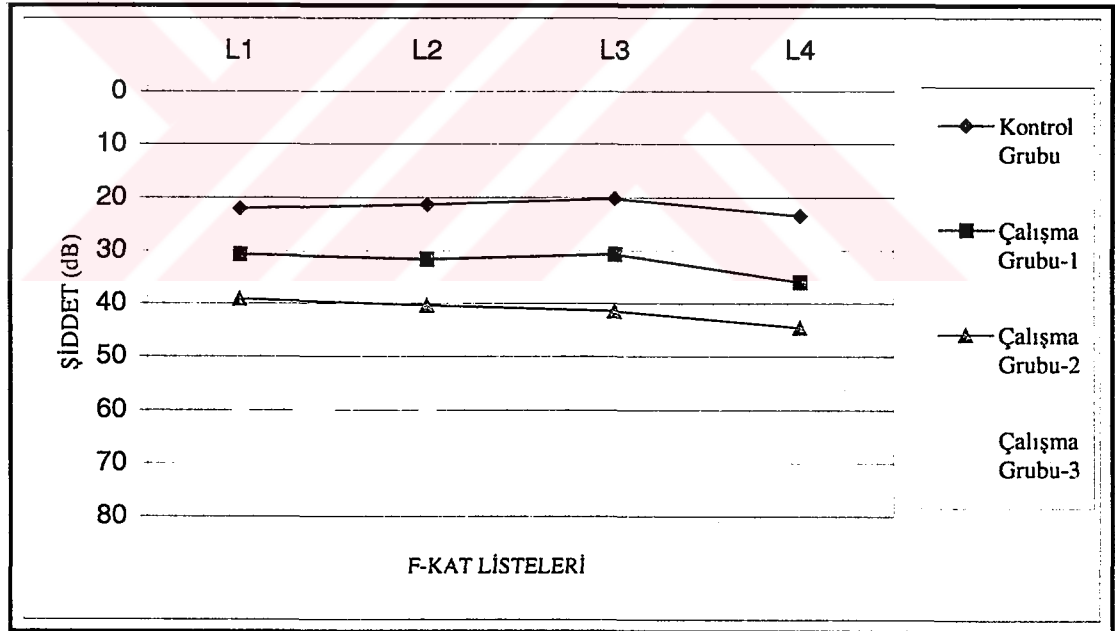


Şekil 4.2. Gruplardan Elde Edilen KAE ve SSO Değerleri

Gruplardan elde edilen impedansmetrik bulgular normal sınırlar içerisinde bulunmuştur (4).

Tablo 4.3. Kontrol ve çalışma gruplarından listelere göre elde edilen F-KAT değerlerinin ortalama ve standart sapmaları

GRUPLAR	L1 (dB)	L2 (dB)	L3 (dB)	L4 (dB)
Kontrol Grubu	22.06±1.02	21.4±0.8	20.3±1.03	23.6±0.9
Çalışma Grubu-1	30.7±1.5	31.7±1.3	30.8±1.5	36±1.5
Çalışma Grubu-2	39.1±2.3	40.4±2.4	41.4±2.4	44.6±2.5
Çalışma Grubu-3	59.2±2.3	61.4±2.6	61.8±2.8	67.2±2.9



Şekil 4.3. Grupların F-KAT Ortalama Değerleri

Kontrol Grubundan Elde Edilen Bulgular

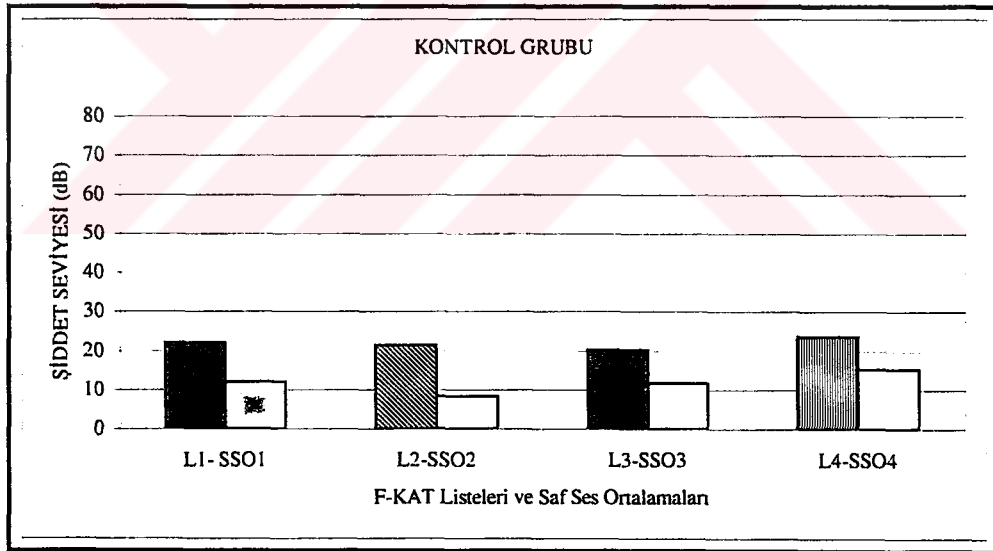
Kontrol grubunda 125-500 Hz frekansları (SSO1) ile Liste 1 (L1) arasındaki fark 10 ± 8.54 dB İS ve t değeri 7.9 olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$)¹².

1000-4000 Hz frekansları (SSO2) ile Liste 2 (L2) arasındaki fark 13.07 ± 5.13 ve t değeri 17.2 olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

4000-6000 Hz frekansları (SSO3) ile Liste 3 (L3) arasındaki fark 8.53 ± 9.12 ve t değeri 6.3 olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

8000-10 000 Hz frekansları (SSO4) ile Liste 4 (L4) arasında fark 8.36 ± 13.08 ve t değeri 4.3 olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

Kontrol grubundan elde edilen frekans aralıklarına göre işitme eşik ortalamaları ve listelere göre F-KAT değerleri Şekil 4.3'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Kontrol Grubu'na ait SSO ve F-KAT Değerleri

¹² t değeri > 4.17 ise fark anlamlıdır.

Çalışma Grubu-1'den Elde Edilen Bulgular

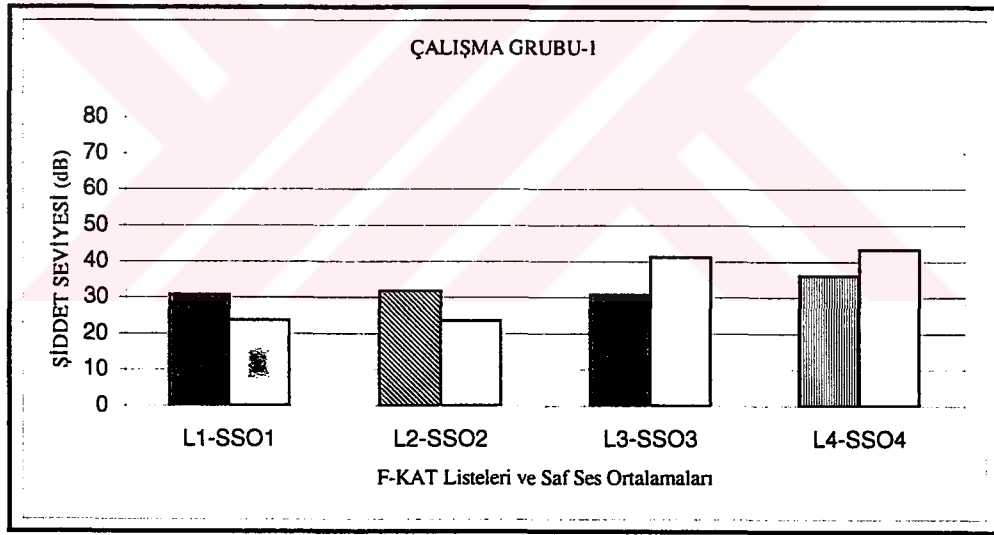
Çalışma Grubu-1'de SSO1 ile L1 arasındaki fark 7.1 ± 13.46 dB İS ve t değeri 3.7 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO2 ile L2 arasında fark 8.30 ± 10.62 dB İS ve t değeri 5.5 olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

SSO3 ile L3 arasındaki fark -10.4 ± 18.38 dB İS ve t değeri -3.9 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO4 ile L4 arasında fark -7.3 ± 17.11 dB İS ve t değeri -3.01 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

Çalışma Grubu-1'den elde edilen frekans aralıklarına göre işitme eşik ortalamaları ve listelere göre F-KAT değerleri Şekil 4.5'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Çalışma Grubu-1'e ait SSO ve F-KAT Değerleri

Çalışma Grubu-2'den Elde Edilen Bulgular

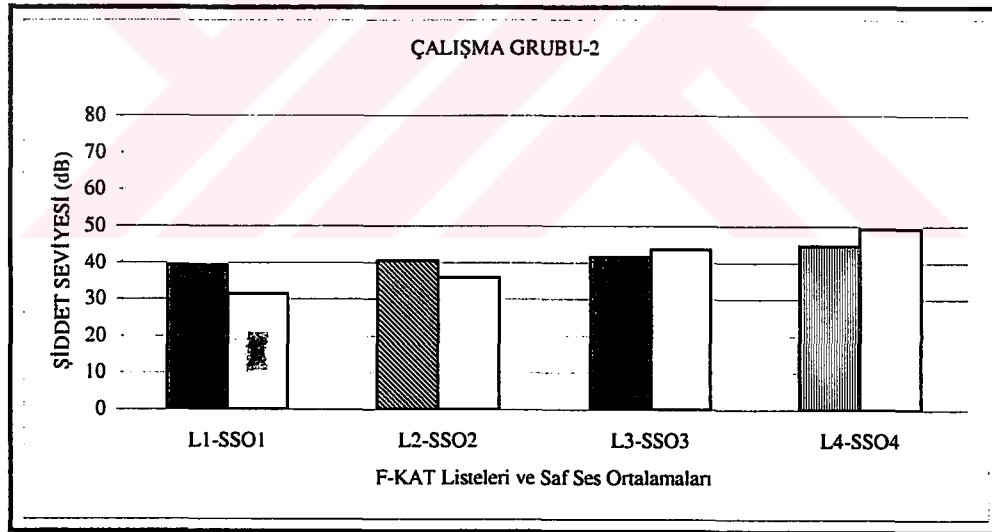
Çalışma Grubu-2'de SSO1 ile L1 arasındaki fark 7.84 ± 16.5 dB İS ve t değeri 2.64 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO2 ile L2 arasında fark 4.5 ± 11.5 dB İS ve t değeri 2.2 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO3 ile L3 arasındaki fark -2.17 ± 20.6 dB İS ve t değeri -.58 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO4 ile L4 arasında fark -4.67 ± 21.17 dB İS ve t değeri -.23 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır.

Çalışma Grubu-2'den elde edilen frekans aralıklarına göre işitme eşik ortalamaları ve listelere göre F-KAT değerleri Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Çalışma Grubu-2'ye ait SSO ve F-KAT Değerleri

Çalışma Grubu-3'den Elde Edilen Bulgular

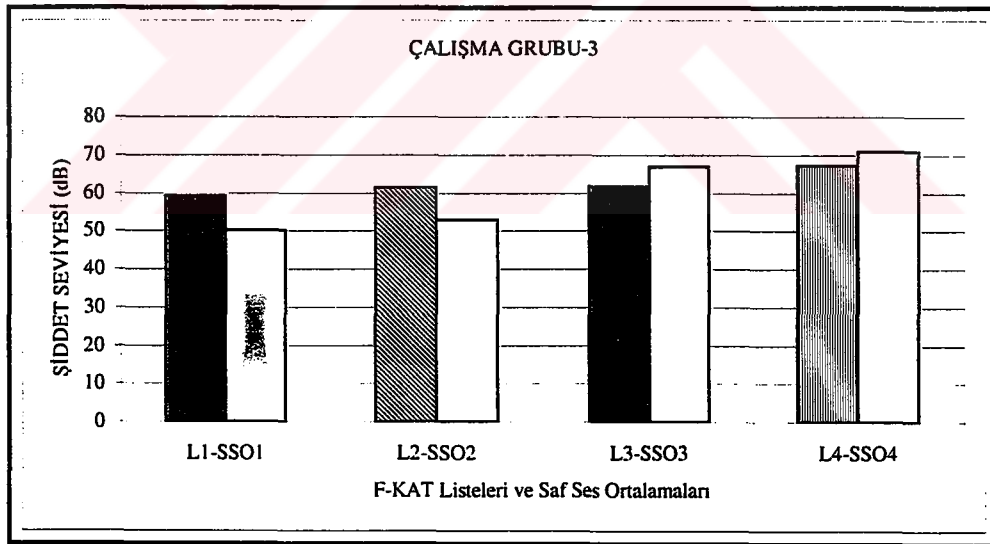
Çalışma Grubu-3'de SSO1 ile L1 arasındaki fark 9.06 ± 14.1 dB İS ve t değeri 3.2 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO2 ile L2 arasında fark 8.53 ± 11.05 dB İS ve t değeri 3.8 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO3 ile L3 arasındaki fark -5.10 ± 17.28 dB İS ve t değeri -1.47 istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO4 ile L4 arasında fark -3.8 ± 17.98 dB İS ve -1.05 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

Çalışma Grubu-3'den elde edilen frekans aralıklarına göre işitme eşik ortalamaları ve listelere göre F-KAT değerleri Şekil 4.7'da gösterilmiştir.



Şekil 4.7. Çalışma Grubu-3'e ait SSO ve F-KAT Değerleri

Kontrol ve Çalışma Gruplarından Elde Edilen Bulgular

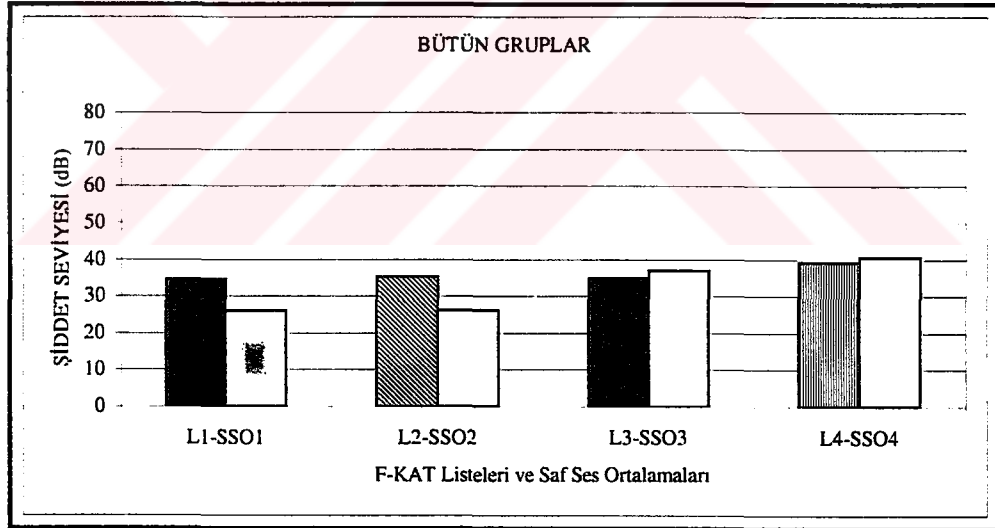
Bütün gruplar birlikte değerlendirildiğinde SSO1 ile L1 arasındaki fark 8.45 ± 12.95 dB İS ve t değeri 8.04 olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

SSO2 ile L2 arasında fark 9.02 ± 9.98 dB İS ve t değeri 11.45 olup, istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$).

SSO3 ile L3 arasındaki fark -2.12 ± 18.02 dB İS ve t değeri -1.45 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

SSO4 ile L4 arasında fark -1.44 ± 18.17 dB İS ve t değeri -.98 olup, istatistiksel olarak anlamsızdır ($p > 0.05$).

Bütün gruplardan elde edilen frekans aralıklarına göre işitme eşik ortalamaları ve listelere göre F-KAT değerleri Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Kontrol ve Çalışma Gruplarından Elde Edilen SSO ve F-KAT Değerleri

TARTIŞMA

Konuşma, kompleks bir yapıda frekans-zaman-şiddet değişkenlerini içeren bir uyarandır. Konuşmanın işitme sistemimiz tarafından nasıl işlendiğini gösteren yöntem frekans, şiddet ve zaman boyutlarında spektral analizidir. İşitme sisteminin konuşmayı işlemlemesini gösteren en iyi yöntem, işitme sisteminin frekans çözümleme gücünü değerlendiren subjektif klinik testlerdir (8,11).

Konuşmanın algılanmasını sağlayan temel birimin hece, fonem veya fonetik özellik taşıyan başka bir birim olup olmadığı, halen tartışılan bir konudur. Psikoakustik araştırma sonuçları, hızlı ve akıcı konuşmada fonetik özelliklerin veya fonemlerin doğru temporal bir sıralamada, birbirlerinden ayrı olarak kavrandığını göstermektedir. Buna karşılık fonemler yanyana geldiklerinde ikinci formant frekans geçişi nedeniyle konuşmanın algılanmasında fonemlere ait frekans özellikleri değil, kelime bir bütün şeklinde formantlarına göre tanımlanır ve algılanır. (8,11).

Konuşma uyararı işitme sistemi hakkında önemli bilgiler veren bir uyarandır ve odyolojik testlerde konuşma uyarınının kullanılması, işitme kayıplı kişilerin değerlendirilmesinde önemli bilgiler sağlamaktadır (36). Son yıllarda bilgisayar destekli ses analiz sistemlerinin ve dijital ses işleme teknolojisinin gelişimi, konuşma uyararı kullanılarak işitmenin değerlendirildiği çalışmaların sayısını arttırmıştır (26,37). İşitmenin test edilmesinde saf ses uyarılarının yanı sıra konuşma gibi kompleks ses uyarıların kullanılması, odyolojik test bataryasına alternatif testlerin eklenmesini sağlamıştır (38).

Odyolojik test bataryasının bir parçası olan konuşma testleri, işitme kaybının tanımlanmasında ve işitme cihazı performansının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (36).

Yoshika & Thornton (1980), KAE ile işitme hassasiyetinin belirlenmesinin daha hassas ve kısa zaman alan bir metod olduğunu belirtmektedir (34). KAE ile saf ses işitme eşikleri arasındaki korelasyon bir çok araştırmada gösterilmiştir. 512-1024-2084 Hz frekanslarının ortalamasının konuşma hassasiyetini gösterdiği bilinmekte ve KAE ve SSO arasındaki korelasyon katsayısı 0,69 olarak belirtilmektedir. Tek heceli fonetik dengeli kelimeler ile yapılan KAE ile SSO arasındaki korelasyon katsayısı regresyon analizine göre 0,9 olarak bildirilmektedir.

Ancak bu uyum odyometrik konfigürasyon ile ilişkilendirildiğinde korelasyon katsayısı 0,8 olmaktadır (8-22).

Martin& Jansen (1985), KAE ile SSO arasındaki uyumu, normal işiten ve yüksek frekans işitme kayıplı yetişkinlerde standart iki heceli ve yüksek frekanslı fonemleri içeren iki heceli kelimeler ile değerlendirmiş, her iki uyaran şeklinde de işitme kayıplı ve normal işiten bireylerde KAE ile SSO arasındaki uyumu yüksek bulmuştur. Ancak yüksek frekans kelimeler ile uygulanan KAE, standart iki heceli kelimeler ile uygulanan KAE'ye göre daha uyumlu olarak elde edilmiştir (39). Yüksek frekanslara doğru düşüş gösteren sensörinöral işitme kaybında yüksek frekans kelime ile uygulanan KAE ile SSO arasındaki uyum ± 5 dB bulunmuştur. Bu tip kayıplarda Bosman ve ark. (1995), 1000-3000 Hz frekanslarının ortalaması ile KAE korelasyonun yüksek olduğunu bildirmektedir (30).

Letowski ve ark. (1992) KAE ile SSO uyumunun ± 6 dB seviyesinde olduğunu belirtmektedir (28).

Rupp ve ark. (1980) 500-2000 Hz SSO ile KAE arasındaki farkın ± 5 dB olduğunu kabul etmektedir. Bu ilişki normal işitmeye veya 250-3000 Hz konuşma aralığında eşit derecede işitme kaybına sahip bireylerde geçerlidir. Bununla birlikte yüksek frekans işitme kaybında KAE ile 500-2000 Hz SSO arasındaki ilişki uyum göstermemektedir (40). Ancak yine de bu durum çok keskin bir şekilde yüksek frekanslara doğru düşüş gösteren odyogram konfigürasyonları için geçerli olmamaktadır. Bu tip odyogram konfigürasyonlarında KAE en çok 500 Hz frekansı ile korelasyon göstermektedir. Bu durum, yüksek frekans işitme kaybı olan bireylerin, KAE sonucunda konuşmayı anlama performanslarını tam olarak yansıtamadığını göstermektedir. Alçak frekans işitme kaybı veya bütün frekanslarda eşit derecede olan işitme kayıplarında ise 1000 Hz ile korelasyonun yüksek olduğu gösterilmiştir (30).

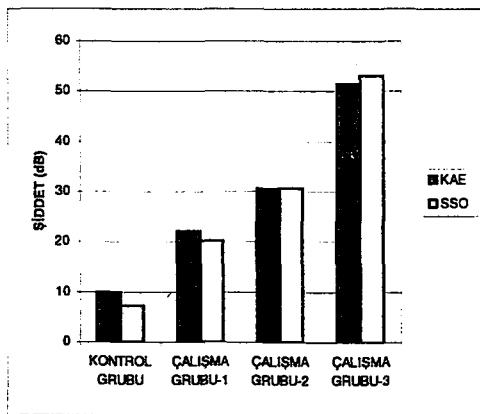
SSO ile KAE arasındaki farkın 10 dB'in üzerine çıkması fonksiyonel işitme kaybı, odyolojik enstrümantasyon hatası, yönergelerin hasta tarafından anlaşılmaması, santral işitme sistemi bozuklukları, irregüler işitme hassasiyeti (8000 Hz'den sonra işitmenin normal sınırlarda olması), bilişsel fonksiyon bozukluğu, lisan bozukluklarına bağlı olabilmektedir (8).

Test edilmesi zor kişilerin işitme hassasiyetlerinin belirlenmesinde saf ses işitme eşikleri çoğu zaman güvenilir sonuç vermemektedir. KAE testleri çocuklarda, yaşlılarda, fonksiyonel işitme kayıplı kişilerde daha güvenilir bulgular vermektedir (8).

Silman ve Silverman (1997)'nin belirttiğine göre Feldman, fonksiyonel işitme kaybı olan kişilerin saf ses işitme eşiklerinin belirlenmesinde yanlış cevaplar alındığını vurgulamaktadır (11).

Gelfand (2001)'in belirttiğine göre Chaiklin ve Ventry, fonksiyonel olmayan işitme kayıplı bireylerin %14'ünün, fonksiyonel işitme kayıplı bireylerin %88'inin sinyal olmaksızın cevap butonuna bastığını ifade etmektedir (8). Bu şekilde test edilmesi zor kişilerin işitme hassasiyetlerinin belirlenmesinde KAE testinin geçerliliği pek çok araştırmacı tarafından kabul görmektedir (8). Chaiklin ve Ventry (8), KAE belirlenmesinde bu tip işitme kayıplı hasta popülasyonunda tek heceli kelime uyarı ile hatanın çok az hiç veya hiç olmadığını çalışmada belirtmektedir. Gelfand (2001)'in belirttiğine göre Engelberg ve Campbell, fonksiyonel işitme kaybının test edilmesinde tek heceli fonetik dengeli kelimeyi anlama testi veya iki heceli kelime uyarı kullanılarak yapılan kelimeyi anlama testini önermektedir (8).

Test edilmesi zor olan kişilerde KAE'nin SSO' dan daha düşük elde edileceğini ve bu fark 12 dB'den daha fazla ise fonksiyonel işitme kaybı üzerine düşünülmesi gerektiğini söylemektedir (8,11). KAE ve SSO arasındaki farkı 10 dB veya üzerinde olması fonksiyonel işitme kaybı lehine yorumlanmaktadır (22).



Şekil 4.3. Gruplardan Elde Edilen KAE ve SSO Değerleri

Kliniğimizde kullanılan ve araştırmamızda da yararlandığımız KAE ile SSO₀ (500-2000 Hz) arasındaki fark, normal işiten bireyler için 2.6 ± 4.0 dB, çok hafif derecede sensörinöral işitme kayıplı bireyler için 1.8 ± 6.2 dB, hafif derecede sensörinöral işitme kayıplı bireyler için -2.5 ± 4.7 ve orta derecede sensörinöral işitme kayıplı bireyler için -1.5 ± 7.1 olarak bulunmuştur.

Negatif değerler, KAE eşiğinin SSOo' dan daha iyi elde edildiğini göstermektedir. Bu bulgular, literatürdeki bulgular ile uyumludur. İşitme kaybı arttıķķa, KAE'nin SSO'dan daha yüksek elde edildiği görülmüştür.

KAE'nin SSO'ya göre uyum gösterdiğini ortaya koymak, bu limitler dışında kalan frekansların konuşma seslerinin algılanmasında önemsiz olduğunu düşündürmektedir. Yapılan araştırmalar 4000-6000 Hz aralığının sessiz fonemlerin tanınmasında, konuşmanın algılanmasında 3000 Hz'in 1000 Hz frekansından daha fazla önem taşıdığını ortaya koymaktadır (25).

Saf ses odyometrinin tamamlayıcısı olarak kullanılan konuşmayı anlama ve ayırdetme testlerinde uyaranı seğerken konuşma sesinin duyulmasından çok algılanması önem taşımaktadır. Konuşmanın algılanmasında fonemlerin akustik yapıları algılama şeklini değiştirmektedir. Konuşma seslerinin sadece temel frekansa göre tanımlanması mümkün değildir. Kelimenin bütünündeki akustik farklılıklar kelimenin tanınmasına etki etmektedir (12). Bir kelimenin algılanmasında major ipucu ikinci formant geçişidir (second formant transition). İlk formant, sesin başlayacağı frekansı belirlemekte, ancak algılamada yanına gelen sesin frekansı bu işlevi değiştirmektedir. İkinci formant alçak frekanslı bir ses ile yükselmektedir. Bu farklılığa koartiklasyon adı verilmektedir. Konuşma uyaranı hiçbir noktada sesli foneme bağımlı değil, kendisinden sonra gelen sessiz fonemin etkisi ile sınırlanmaktadır. Sesliler, iki sesiz fonemin arasında artikle edilirse, duruma uygun şekilde yeniden yapılanma göstermektedir (16).

Konuşma testlerinde uyaran olarak anlamsız veya anlamlı tek heceli kelime, cümle veya paragraf şekilleri kullanılabilir.

Anlamsız kelimeler fonetik yanlışlıkları değerlendirdiği ve linguistik bilginin etkisini ortadan kaldırdığı için avantaj sağlarken, sınırlı koartiklasyon etkisi nedeniyle dezavantajı bulunmaktadır. Anlamlı kelimeler, resim gösterme cevabına kapalı uçlu olarak adapte edilebilen, kısa zamanda değerlendirmeye imkan tanıyan uyaran şeklidir. Ancak bazı kelimelerin sık kullanılması, kişiye tanidik olması ve gerçek anlamda açık uçlu olarak kullanılamaması bu uyaran şeklinin kullanılmasında negatif etkiler yaratmaktadır. Cümle veya paragraf halindeki uyaran şekilleri koartiklasyon etkisini ve temporal etkinin kelimeler arası duraklamalarda

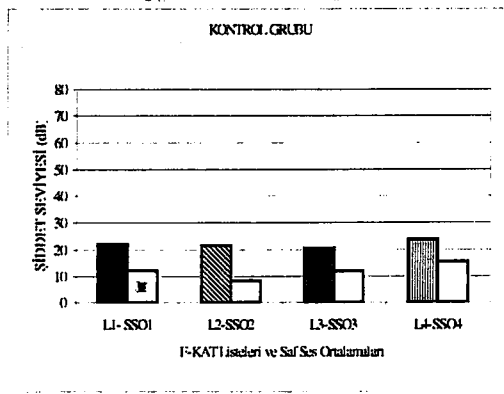
değerlendirilmesini sağlamakta ancak, linguistik ve hafıza etkilerini de değerlendirmesi nedeni ile bazı dezavantajlar taşımaktadır (22).

Konuşmayı Anlama Eşiği Testi farklı kelime uyaranları (tek heceli, çok heceli kelimeler, cümle), açık ve kapalı uçlu gibi düzenlerde kullanılarak yapılmaktadır. Cümle formunda kullanılan konuşma uyaranları işitme kayıplı kişilerin iletişim yeteneklerini değerlendirmekte daha uygundur (30). Test uyararı olarak tek heceli kelimeler kullanıldığında, kelimelerin konuşmanın akustik özelliklerini yansıtan sessiz-sesli-sessiz (Sz-Sl-Sz) düzeninde olması gerekmektedir. (27). Kliniklerde KAE genellikle testi iki veya üç heceli kelimeler ile uygulanmaktadır (28).

Araştırmamızda, uyararı olarak Sz-Sl-Sz düzenindeki kelimelerin başlangıç, bitiş, minimum ve maksimum amplitüde frekans değerleri belirlenmiş ve belli frekans aralığında sınıflandırılmıştır. Bu düzendeki kelimeler, dar bir band aralığında frekans değerleri belirlenebildiği, ikinci formant frekans geçişinin spektrogramlarında birbirine benzer olduğu ve homojenliğin sağlanması nedeniyle seçilmiştir. Çeşitli araştırmacılar da, konuşma testini oluşturacak kelimelerin homojen olması konusunda fikir birliği yapmaktadır (9,25,28).

Araştırmalar, kelime testlerinde fonetik denge yerine fonemik dengenin düzenlenebileceğini belirtmektedir. Fonemik denge, bir fonemin kelimedede baş, orta ve son pozisyonlarda yer almasını ifade ederken, fonetik denge yan yana gelen fonemlerin akustik şekillerinde bir kelimededen diğerine eşitlik göstermesidir. Konuşma seslerinin algılanmasında spektral içerik ve fonetik belirlemelerin etkisini açığa çıkarmak üzere Sz-Sl-Sz düzeninde kullanılan kelimelerin uygun olacağı bildirilmektedir. Buna bağlı olarak Sz-Sl-Sz düzenindeki kelimelerin algılanmasında, spektral içerik rol oynamaktadır (14).

Konuşma seslerinin dar bir band aralığında frekans özelliklerinin belirlenerek, işitme hassasiyetini belirlemede test uyararı olarak kullanıldığı çalışmalara az sayıda rastlanmıştır. Bu amaçla araştırmamızda Sz-Sl-Sz düzenindeki kelimelerden frekans özellikleri belirlenmiş listeler oluşturulmuş ve kelimeler frekanslarına göre listelenmiştir. Bu listelerden elde edilen konuşmayı anlama eşiği ile kendisine karşı gelen saf ses ortalamaları arasındaki fark incelenmiştir.

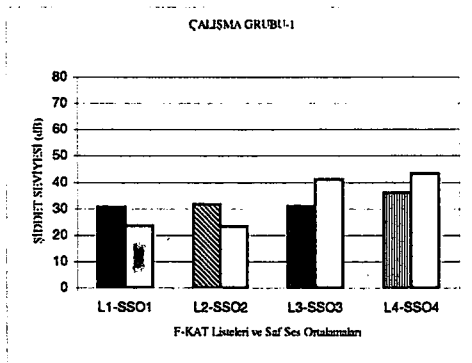


Şekil 4.4. Kontrol Grubu'na ait SSO ve F-KAT Değerleri

Araştırmamızda kullanılan Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırtetme Testi'nde kontrol grubunda alçak frekansları vurgulayan Liste 1 ile 125-500 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 10 ± 8.5 , Liste 2 ve 1000-4000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 13 ± 5 olup, fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

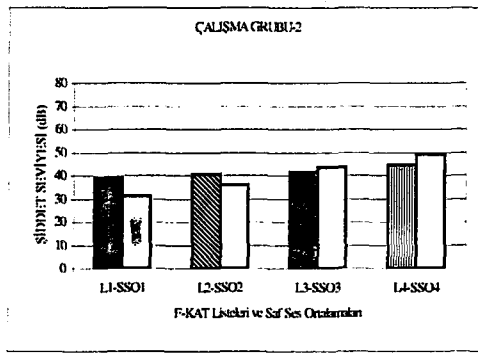
Yüksek frekansları vurgulayan Liste 3 ile 4000-6000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 8.5 ± 9.1 dB, Liste 4 ile 8000-10 000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 8.3 ± 13 dB olarak bulunmuştur.

Görüldüğü gibi F-KAT ile saf ses ortalamaları arasındaki fark 8.3-13 dB arasında değişiklik göstermektedir. Bu bulgu literatürdeki saf ses ortalaması ile konuşmayı anlama eşiği arasındaki fark ile karşılaştırıldığında uyumlu görülmektedir. Yüksek frekans kelimeleri içeren L3 ve L4'teki farkın, L1 ve L2'ye göre daha az olması dikkat çekicidir. Bu bulgu yüksek frekans kelimelerin alçak frekans kelimelere göre daha rahat algılandığını ve temporal çözümlemenin yüksek frekanslarda daha fazla olduğunu göstermektedir.

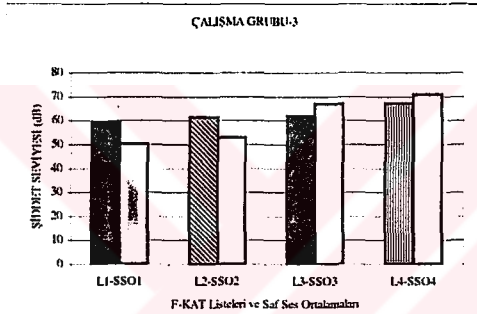


Şekil 4.5. Çalışma Grubu-1'e ait SSO ve F-KAT Değerleri

Çalışma Grubu-1'de birinci liste ile 125-500 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 7.1 ± 13.46 dB İS, ikinci liste ile 1000-4000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 5.3 ± 10.62 , üçüncü liste ile 4000-6000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark -10.4 ± 18.3 ve dördüncü liste ile 8000- 10 000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark -7.3 ± 17.1 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.6. Çalışma Grubu-2'ye ait SSO ve F-KAT Değerleri



Şekil 4.7. Çalışma Grubu-3'ye ait SSO ve F-KAT Değerleri

Çalışma Grubu-2'de L1 ile 125-500 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 7.8 ± 16.5 dB İS, L2 ile 1000-4000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 4.5 ± 11.5 , L3 ile 4000-6000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark -2.17 ± 20.6 ve L4 ile 8000- 10 000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark -4.6 ± 21.1 olarak bulunmuştur.

Çalışma Grubu-3'de L1 ile 125-500 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 9.06 ± 14.1 dB İS, L2 ile 1000-4000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark 8.5 ± 11.05 , L3 ile 4000-6000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark -5.10 ± 17.2 ve L4 ile 8000- 10 000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark -3.8 ± 17.9 olarak bulunmuştur.

Çalışma gruplarında L1 ve L2'den elde edilen bulgular literatürdeki bulgular ile uyum göstermektedir. L1 ile 125-500 Hz ve L2 ile 1000-4000 Hz arasındaki fark 500-2000 Hz saf ses ortalamasına daha yakındır. Bu nedenle bu iki grup arasındaki fark literatürle daha uyumludur. Yüksek frekansları içeren L3 ve L4'te ise F-KAT sonuçları saf ses ortalamalarına göre daha iyi elde edilmiştir. Bu bulgu kontrol grubunda da elde ettiğimiz bulgu ile uyumlu olup, yüksek frekanslı kelimelerin alçak kelimelere göre daha iyi algılandığını ve bireylerin yüksek frekanslı kelimelere daha yüksek oranda doğru cevap verdiklerini göstermektedir.

Araştırmamızdan elde ettiğimiz verilere göre yüksek frekanslı kelimelerin algılanması, alçak frekanslı kelimelere göre daha iyi olmakta ve F-KAT ile saf ses ortalamaları arasındaki uyum artmaktadır. Yüksek frekanslı kelimeleri içeren L3 ve L4 listelerindeki verilerin kendilerine karşılık gelen saf ses ortalamaları ile daha yüksek korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Alçak frekanslı kelimeleri içeren L1-L2 listelerinde ise elde edilen F-KAT eşik değerleri saf ses ortalamalarına göre daha düşüktür. Bu bulgu işitme kaybının derecesi artıkça konuşmayı anlama için yüksek frekans kelime bilgisinin daha fazla kullanıldığını göstermektedir. Bireyler yüksek frekanslı kelimelere, alçak frekanslı kelimelere göre daha hızlı cevap vermektedir. Bu etki “kelime frekansı etkisi” olarak adlandırılmaktadır (33).

Rudell (1999), santral işitme sistemini değerlendirdiği çalışmada, alçak frekanslı kelimelere davranışsal reaksiyon zamanının, yüksek frekanslı kelimelere göre daha uzun olduğunu belirtmektedir (40). Kelime frekansı, sadece cevap zamanına değil, konuşmanın akıcılığına da etki etmektedir. Kelime frekansının kortikal potansiyeller (*event related potentials*) üzerine etkilerini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalara göre kelimeler liste şeklinde sunulduğunda P300 amplitüdünde, tekrar edilen kelimenin alçak veya yüksek frekans olmasına bağlı değişiklikler gözlenmektedir. P300 latensi yüksek frekanslı kelimelerde anlamlı derecede kısa ve yüksek amplitüde elde edilmiş ve bu durum leksikal işleme ile açıklanmıştır (40).

Macleod (1996), çalışmasında yüksek frekanslı kelimelerin, alçak frekanslı kelimelerden daha hızlı tanındığını belirtmektedir. Frekans özelliklerinin belirlendiği listelerde yüksek frekanslı kelimelerin, hafızadan, alçak frekanslı kelimeleri göre daha kolay çağırıldığını bulmuştur. Frekans özellikleri belirlenmemiş hem alçak hem de yüksek frekanslı kelimeleri içeren mikst listelerde ise frekans etkisinin ortadan kalktığını (41), bu durumda da bireyin içerik etkisini ve semantik ilişkiyi kullanarak konuşma uyarısını algıladığını belirtmektedir (22).

İşitme sisteminde kompleks seslerin çözülmesine uyarının süresi etki etmektedir. Temporal bilginin kullanılmasında sinirlerin optimal ateşlenme hızı önemlidir. İşitme sinirinin ateşlenme hızı frikatif fonemlerde diğer fonem tiplerine göre daha hızlı olmaktadır. Frikatif sesler, yüksek frekans bölgesinde yer alır buna bağlı olarak işitme sinirinin ateşlenme hızı, yüksek frekans seslerde alçak frekans

seslere göre daha hızlı olmaktadır (15). Araştırmamızda, çalışma gruplarında alçak frekanslı kelimelerin kendisine karşılık gelen saf ses ortalaması ile uyumun düşük olması, temporal çözümlemenin alçak frekanslarda, yüksek frekanslara göre daha zayıf olmasına bağlanmıştır. Bu bulgu kontrol ve çalışma grupları birlikte ele alındığında da benzer şekilde elde edilmiştir.

Bireyin yüksek frekans kelimelere daha iyi cevap vermesi, kullandığı lisanın içerik etkisini kullanıyor anlamına da gelmektedir (42). Bu hipotezi test etmek amacıyla araştırmaların farklı kelime kategorileri ile farklı uzunluk ve frekanslarda kelime listeleri ile hazırlanarak psikoakustik ve elektrofizyolojik çalışmaların yapılmasının uygun olacağı düşünülmektedir (43).

Konuşma, işitme sistemi için tanımlanması zor, kompleks bir uyaran şeklidir. Mesajın içeriği farklı dinleme durumlarında, farklı konuşmacı, çevre ve distorsiyonların etkisiyle değişim göstermektedir. Sonuçlarımız konuşmayı anlama işleminin hem spektral hem de temporal ipuçları ile değerlendirilmesi gerekliliğini işaret etmektedir (44). İşitme kaybına bağlı olarak, spektral çözümlemenin bozulduğu veya kaybolduğu durumlarda konuşmayı anlama için temporal ipuçları, işitme protezlerinin kullanılmasında alternatif sinyal işleme stratejilerinin kullanılmasına gereksinim yaratmaktadır.

SONUÇLAR

İşitme kaybının derecesi ile değişik frekans bandları arasındaki ilişkinin ortaya konulmasının araştırıldığı Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi'nin Normal İşiten ve İşitme Kayıplı Kişilerde Değerlendirilmesi adlı tez çalışması sonucunda;

1. Kliniğimizde kullanılan ve çalışmamızda incelenen Konuşmayı Anlama Eşiği ile 500-2000 Hz saf ses ortalaması arasındaki fark minimum -0.25, maksimum 2.6 dB İS olup, literatüre paralel olarak uyumlu bulunmuştur.
2. Kontrol grubunda saf ses ortalamaları ile F-KAT listeleri arasındaki fark minimum 8.3 ve maksimum 13.07 dB İS olup, bu ilişki sayısal olarak literatür verileri ile uyumludur.
3. Çok hafif derecede sensörinöral işitme kayıplı bireylerden (Çalışma Grubu-1) elde edilen saf ses ortalaması ile F-KAT listeleri arasındaki fark minimum -10.4, maksimum 7.1 dB İS olup, sayısal olarak literatür verileri ile uyumlu bulunmuştur.
4. Hafif derecede sensörinöral işitme kayıplı bireylerden (Çalışma Grubu-2) elde edilen saf ses ortalaması ile F-KAT listeleri arasındaki fark minimum -4.67, maksimum 7.84 dB İS olup, bulgu literatür ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir.
5. Orta derecede sensörinöral işitme kayıplı bireylerden (Çalışma Grubu-3) elde edilen saf ses ortalaması ile F-KAT listeleri arasındaki fark minimum -5.10, maksimum 9.06 dB İS olup, bulgu literatür ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir.
6. F-KAT listeleri ile kendisine karşılık gelen saf ses ortalamaları arasındaki uyum bütün gruplarda yüksek frekanslara doğru daha yüksek korelasyon göstermektedir. Bu bulgu yüksek frekans kelimelerin alçak frekans kelimelere göre daha iyi algılandığını göstermektedir.

ÖNERİLER

1. Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi, santral işitme bozukluğu, fonksiyonel işitme kaybı, işitsel nöropati gibi test edilmesi zor bireylerin işitme hassasiyetlerinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek güvenilir bir testtir.
2. Frekansa Spesifik Kelimeyi Ayırdetme Testi, sensörinöral işitme kaybının derecesini ve konfigürasyonunu saptamada uygulanabilecek saf ses odyometrik test bataryasına ek bir testtir.
3. Kliniğimizde konuşmayı ayırdetme testlerinde kullanılan kelime listelerinin sessiz-sesli-sessiz düzeninde tekrar düzenlenerek, kelimelerde fonemik dengenin sağlanmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.
4. İşitme cihazı adaptasyonunun diğer testlere ilaveten Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırdetme Testi'ne göre de yapılmasının, konuşmayı anlama yeteneğini olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.
5. Kliniğimizde değerlendirilen vakaların saf ses ortalaması ile konuşmayı anlama eşiği arasındaki uyum, bu çalışma sonucunda çıkan verilere göre değerlendirilmelidir.
6. Uygulama süresinin saf ses işitme testine göre daha kısa olması nedeniyle yetişkinlerde tarama testlerinde kullanılabilecek bir test yöntemidir.

KAYNAKLAR

1. Beukelman D.R., Yorkston K.M. (1982). Speech and Language Disorders. In **Krusen's Hadbook of Physical Medicine and Rehabilitation** 3rd. ed. Kottke F.J., Stillewell G.K. eds. pp. 81- 86, Philadelphia
2. Kuehn D.P., Lemme M.L., Baumgartner J.M. (1989). Neurophysiology of Hearing, Ch. 8. In **Neural Bases of Speech, Language**, pp.239-257, Texas.
3. Belgin E. (1984). Çocuklarda İşitme Kayıplarının Etyolojisi, Tanı, Tedavi ve Rehabilitasyon Prensipleri, **Katkı**, 5(12).
4. Wilson R.H., Stouse A.L. (1998). Auditory Measures with Speech Signals In **Contemporary Perspectives in Hearing Assessment**. Musiek F.E., Rintelman W.F.(eds) Ch. 2.
5. Giolas T.G. (1990). The Measurement of Hearing Handicap Revisted: A 20 Year Perspective. **Ear and Hearing**, 11(5),2s-5s.
6. Smoorenburg GF.(1992) Speech Reception in Quiet and in Noisy Conditions by Individuals with Noise- Induced Hearing Loss in Relaion to Their Tone Audiogram. **J Acous Soc Am**, 91(1): 421-37.
7. American Speech-Language Hearing Association (1988, March) Guidelines for Determining Threshold Level for Speech, **ASHA**, 85-89.
8. Gelfand S:A (2001). Speech Audiometry "Essentials of Audiology" de, II.baskı, Thieme Medical Publishers, Inc., New York, 257- 290.
9. Studebaker G.A., Ginger A.G, Branch W.E. (1999). Prediction and Evaluation of Speech Recognition Test Scores. **J. Am. Acad. Audiol.** 10(7):355,370.
10. Mackersie C.L., Boothroyd A., Prida T.(2000). Use of a Simultaneous Sentence Perception Test to Enhance Sensitivity to Ease of Listening. **J Speech Langu Hear Res**, 43(3): 675- 82.

11. Silman S., Silverman C.A. (1997). Basic Audiologic Testing **“Auditory Diagnosis Principles and Applications”** da, II. Baskı, Singular Publishing Group, Inc., San Diego- London, 29- 36.
12. Matlin M.W., Foley H.J. (1992). Basic Auditory Functions. In **Sensation and Perception**. 3rd ed., Boston, 297- 299.
13. Moore B.C.J. (1997). **An Introduction to the Psychology of Hearing**, London, 272- 310
14. Shannon R.V., Fan-Gang Z., Kamath V., Wygonski J., Ekelid M. (1995). Speech Recognition with Primarily Temporal Cues. **Science**, 279(5234):303-306.
15. Handel S. (1993). **Listening. An Introduction to the Perception of Auditory Events**, London, 160-62.
16. Lieberman P., Blumstein S.E. (1988). **Speech Physiology, Speech Perception and Phonetics**, Sydney, 140- 208.
17. Houtsma A.J.M (1995). Pitch Perception. Ch 8. **“Hearing”**de. Moore B.C.J.(eds) 2nd ed.,San Diego, 267- 291.
18. Keidel W.D., Kallert S., Korth M. (1983). **The Physiological Basis of Hearing**. Thieme- Straton, Inc., New York, 3- 19.
19. Javel E., Mott J.B. (1988). Physiological and Psychophysical Correlates of Temporal Process in Hearing. **Hear. Res.** 34, 257- 294.
20. Wever E.G., Lawrence M. (1954). **Physiological Acoustics**. Prenceton University Press, New Jersey, 400- 410.
21. Pickles J.O. (1982). **An Introduction to the Physiology of Hearing**, Academic Press, London, pp. 1- 269.
22. Thibodeau L.M. (2000). Speech Audiometry. **“Audiology Diagnosis”**de. Roeser R.J, Valente M., Hosford-Dunn H.(eds), Thieme, New York, 281-310.

23. Kraus N. (1999). Speech Sound Perception, Neurophysiology, and Plasticity. **Int. J Ped. Otorhinolaryngol**, 47: 123- 129.
24. Clarkson M.G., Martin R.L., Sheridan G.M. (1996). Infant's Perception of Pitch: Number of Harmonics. **Inf Behav Develop**, 19:191-197.
25. Wilson R.H., Strouse A. (2002). Northwestern University Auditory Test No.6 in Multi-Talker Babble: A Preliminary Report. **J Rehabil Res Dev**, 39 (1): 105-113.
26. Holma T., Laitakari K., Sorri M. ve Winblad I. (1997). New Speech-in-Noise Test in Different Types of Hearing Impairment. **Acta Otolaryngol** (Stockh), 529(Suppl): 71-73.
27. Gelfand S.A. (1998). Optimizing the Reliability of Speech Recognition Scores. **J Speech Hear Res**, 41(5):1088-1102.
28. Letowski T, Hergentreder P, Tang H. (1992). Relationship between Speech Recognition Threshold, Average Hearing Level and Speech Importance Noise Detection Threshold. **J Speech Hear Res**, 35(5):1131- 6.
29. Bilger R.C., Matthies M.L., Meyer T.A., Griffiths S.K. (1998). Psychometric Equivalence of Recorded Spondaic Words as Test Items. **J Speech Hear Res**, 41(3):516-526.
30. Bosman A.J, Smorenburg G.F.(1995) Intelligibility of Dutch Syllables and Sentences for Listeners with Normal Hearing and with Three Types of Hearing Impairment. **Audiol**.34(5): 6-84.
31. Picard M, Banville R, Barbarosie T, and Manolache M (1999) Speech Audiometry in Noise-Exposed Workers: the KAE-PTA Relationship Revisited. **Audiol**, 38(1): 30-43.
32. Noordhoek I.M., Hougast T., Festen J.M. (2001). Relations Between Intelligibility of Narrow-Band Speech and Auditory Functions, both in the 1 kHz Frequency Region. **J Acoust Soc Am**, 109(3): 1197- 1212.

33. Gardner M.K., Rothkopf E.Z., Lapan R. ve Laffettry T. (1987). The Word Frequency Effect in Lexical Decision: Finding a Frequency-based Component. **Mem&Cognit**, 15(1):24-28
34. Yoshioka P., Thornton A.R. (1980). Predicting Speech Discrimination from the Audiometric Thresholds. **J Speech Hear Res**, 23 (4):814-27
35. Smbloğlu K., Smbloğlu V. (1988). **Sağlık Bilimlerinde Araştırma Yntemleri**. Ankara, Hatipoğlu Yayınevi.
36. Beatie RC, Barr T, Roup C. (1997) Normal and Hearing–Impaired Word Recognition Scores for Monosyllabic Words in Quiet and Noise. **Br J Audiol**, 31(3): 153- 64.
37. Blackburn C.S. (1997). **Articulatory Methods for Speech production and Recognition**. PhD Thesis, University of Cambridge.
38. Abouchacra K.S, Letowski T. (1999). Comparison of Air- Conduction and Bone-Conduction Hearing Thresholds for Pure Tones and Octave- Band Filtered Sound Effects. **J Am Acad Audiol**, 10 (8): 422- 428.
39. Martin F.N., Jansen R.M. (1985). Speech Reception Thresholds Using Conventional vs High-Frequency Spondees in Normals and in Subjects with Marked High-Frequency Sensorineural Loss. **J Audit. Res**, 25: 133-142.
40. MacLeod C.M., Kampe KE. (1996). Word frequency Effects on Recall, Recognition, and Word Fragment Completion Tests. **J Exp Psychol:Learn Mem & Cog**. 22(1):132-142.
41. Rudell A.P, Bin Hu (2001). Does Warning Signal Accelerate the Processin of Sensory Information? Evidence from Recognition Potensial Responses to High and Low Frequency Words. **Int J Psychophysiol**, 41(1):31-42.
42. Smith L.Y, Levitt H. (1999). Consonant Enhancement Effects on Speech Recognition of Hearing- Impaired Children. **J Am Acad Audiol**, 10 (8): 411-421.

43. Münte T.F., Wieringa B.M., Weyerts H., Szentkuti A. (2001). Differences in Brain Potentials to Open and Closed Class Words: Class and Frequency Effects. **Neuropsychol.** 39:91-102.
44. Holt L.L. (2000). Neighboring Spectral Content Influences Vowel Identification. **J Acoust Soc Am**, 108 (2): 710-722.



EK-1. Konuşmayı Anlama Eşiği Testi Kelime Listeleri

hatıra	kapalı	değerli	kızılıcık	kilimci
fotoğraf	marmara	çilingir	tabaka	sipariş
hediye	yasemin	yakacak	kıymetli	patlıcan
tebeşir	kolonya	dönemeç	cesaret	gelincik
sinema	karanlık	elbise	kahveci	esinti
tükenmez	badana	kızamık	lacivert	maydanoz
salıncak	kaçamak	papatya	kanarya	kitaplık
oduncu	aydınlık	giyecek	çankırı	akasya
harika	boyalı	güvercin	şikayet	gezinti
bayraklı	yoğurtlu	kıvılcım	karavan	gelenek
hamarat	hastalık	fabrika	begonya	makina
hünerli	demirci	aralık	öğrenci	hatalı
hemşire	kulaklık	sekreter	hastane	emanet
havadar	okyanus	yasama	lokanta	görenek
paskalya	dokuma	ağustos	karanfil	çekmece
parmaklık	halıcı	ünite	pastane	bereket
merdiven	sonbahar	çaydanlık	domates	tedavi
sıradağ	kaymaklı	tüketim	süpürge	baharat
asansör	işitme	otobüs	köstebek	bankacı
coğrafya	sarıyer	harabe	eczane	kırmızı
harita	limonlu	üretim	kanepe	hareket
aracı	adana	serinlik	haziran	eleman
pusula	köstebek	postacı	kıvırcık	etiket
telefon	cevizli	dağıtım	sürekli	Almanya
şekerli	indirim	tabure	sandalye	hazine
kafadar	fıstıklı	tutacak	ıhlamur	derece
yükseklik	tarafsız	gemici	öneri	sigorta
kiracı	kaplıca	eflatun	harita	hürriyet
korkulu	çiçekli	danışma	denetim	hikaye
satılık	akarsu	arkadaş	kelime	sanayi

EK-2. Konuşmayı Ayırtetme Testi Kelime Listeleri (FD-300)

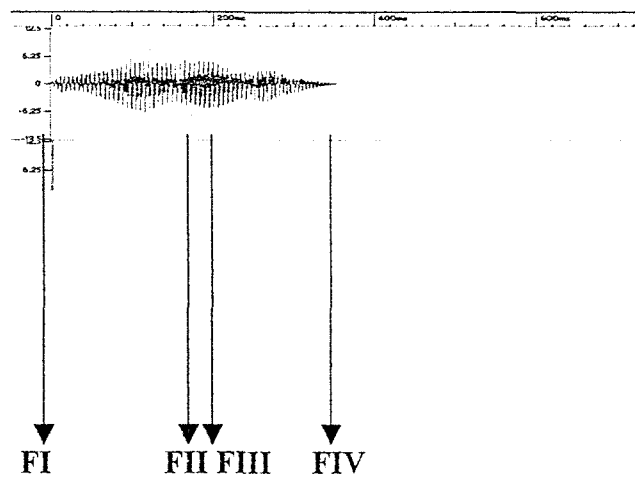
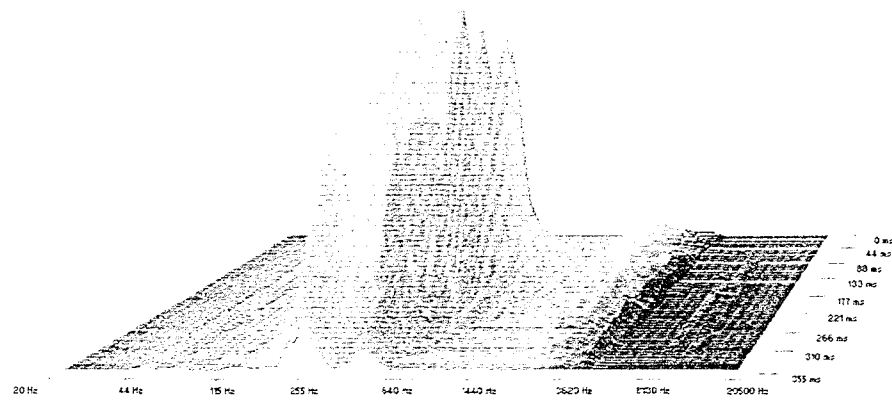
Liste I	Liste II	Liste III	Liste IV	Liste V	Liste VI
Kas	Beş	Az	Çay	Lav	Kır
At	Göz	Borç	Ot	Kep	Çan
Ney	İn	Düş	Fil	Dik	Öl
Öç	Kar	Et	Ön	Biç	Sen
Bir	Laf	Hür	Kor	Öt	Kalp
Küf	Diş	Kaz	Al	Ser	An
Saz	Muz	Çok	Sarp	Böl	Hiç
Fon	Ak	Muş	Ez	Var	Şok
Pes	Örf	Ol	Dost	İp	Far
Yün	Çat	Leş	Kul	Zarf	Mes
Bek	Koç	Pot	Kem	Rey	Kim
Pay	Fal	Bal	Sık	Mis	Çit
Sel	Ney	Tuş	Buz	Post	Harf
Aç	Şen	Şef	Nal	Af	Nar
Dün	Ruh	Pek	Sap	Sat	Söz
Koz	Dağ	Çiz	Raf	Yar	Cop
Ürk	Tel	Fer	Tül	Nem	Fiş
Zar	Kız	Hat	Cep	Git	Bas
Boy	Set	Ve	Terk	Çar	Kor
Baş	Yıl	Öp	Kan	Sis	Tay
Türk	Kök	İç	Şal	Han	Şu
Yaş	Pil	Bel	Güz	Püf	Ek
Ver	Zam	Kurt	Küp	Yüz	İz
Çak	Yık	Yem	Din	Aş	Kaç
Şap	Bey	Zıt	Loş	Renk	Lif

Dem	Tam	Taç	Mart	Pas	Kıt
Rol	Haz	Sim	Sun	Tip	Bük
Of	Kat	Cenk	Halk	Göl	Van
Cins	Saç	Kır	Can	Ters	Sert
Gül	Pus	Poz	Öz	Fay	Eş
Ev	El	Üf	Şiş	Mülk	Taş
Kış	Çık	Suç	Es	Tüy	Pul
İl	Oy	Yük	Yok	Üst	Ben
Sağ	Kok	Not	Vinç	Kaş	Lop
Test	Şut	Av	Yön	Cem	Put
Çim	Vur	Çöp	Çal	Dört	Şart
Hoş	Top	Gök	İş	Çal	Göç
Bol	Bil	Mih	Pey	Ün	Çil
Kap	Harp	Dev	Zor	Boş	Mart
Son	Kum	Süt	As	Tut	Saç
Lüks	Mal	Ray	Gün	Ok	Yap
Çay	Bin	Kol	Yay	Sır	Köşk
Kent	Arz	Genç	Kes	Bit	Tüm
Maç	Sil	Yer	Sev	Caz	Şan
Çark	Yaz	Çek	Pir	Sol	Düz
Diz	Dut	Gaz	Çark	Yat	On
Hep	Su	Tat	Yas	Bak	Sulh
Sus	Pak	Koy	Bağ	Fes	Dal
Park	Üç	Dam	Er	Zil	Cam
Mest	Alt	Boz	Dil	Kur	Saf

EK-3. F-KAT Kelime Listelerinin Spektrografik Analizleri

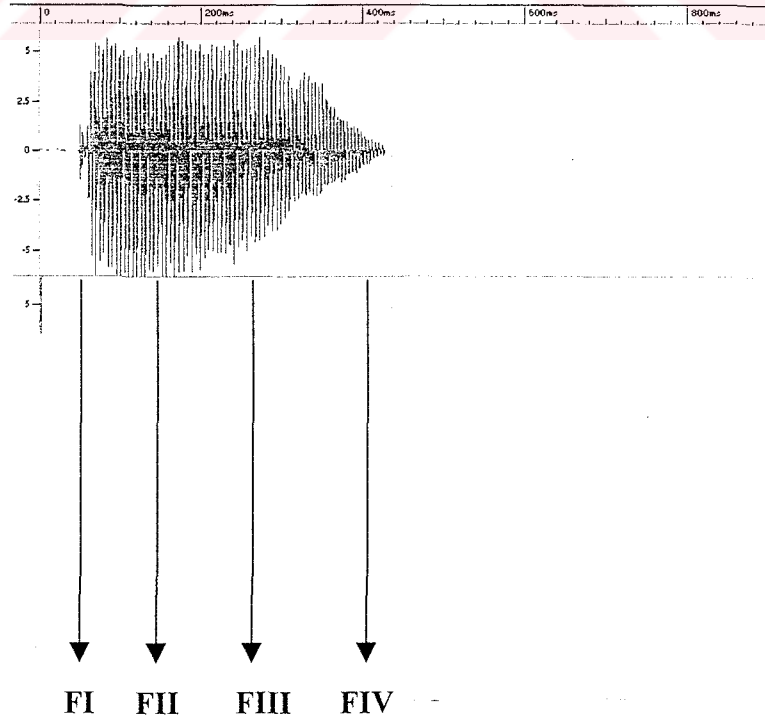
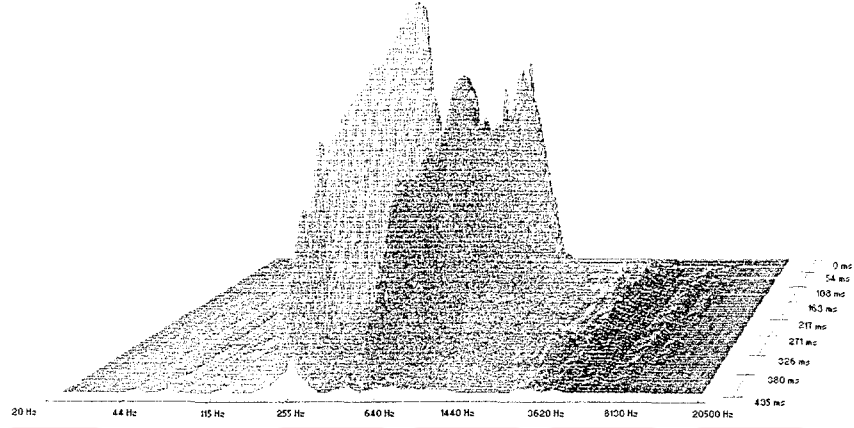


REY



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 203.60 HZ (G#2-34 CENTS)
FIII: 225.77 HZ (A2+45 CENTS)

F(ORTALAMA): 200.47 HZ (G2+39 CENTS)
FII: 178.06 HZ (F2+34 CENTS)
FIV: 228.62 HZ (A#2-33 CENTS)



F SÜRESİ: 20 ms

FI: 175.64 HZ (F2+10 CENTS)

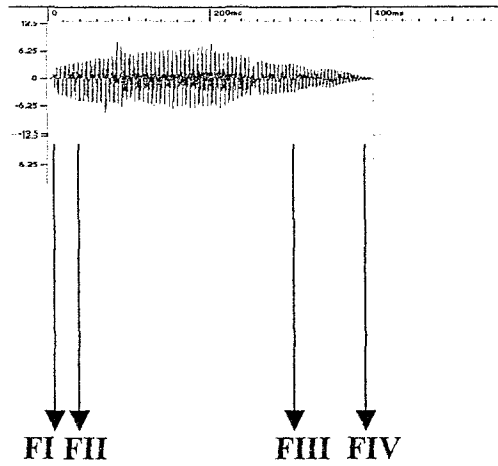
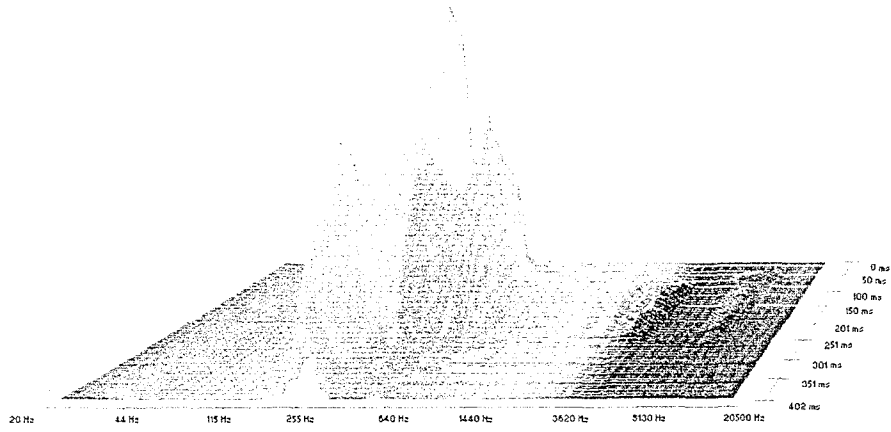
FIII: 214.29 HZ (A2-46 CENTS)

F(ortalama): 204.28 HZ (G#2-28 CENTS)

FII: 972.46 HZ (B4-27 CENTS)

FIV: 314.59 HZ (D#3+19 CENTS)

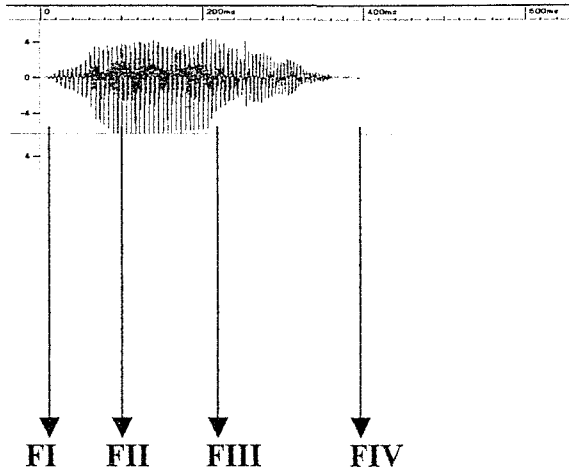
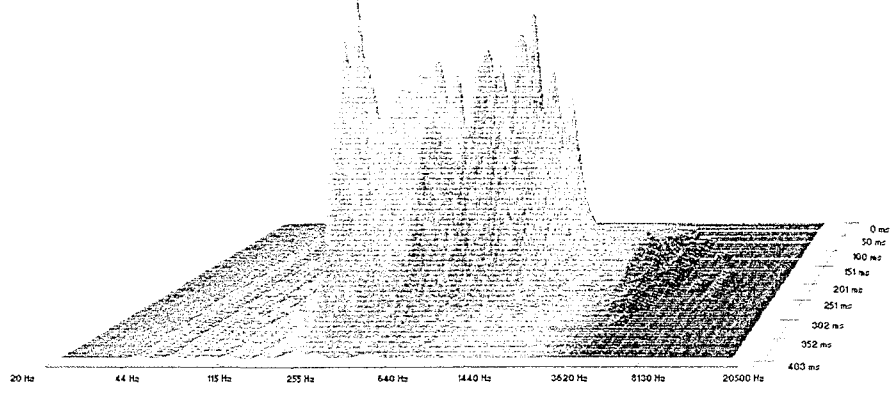
NEM



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 307.81 HZ (D#3-19 CENTS)
FII: 231.74 HZ (A#2-10 CENTS)

F(ORTALAMA): 211.50 HZ (G#2+32 CENTS)
FIII: 192.89 HZ (G2-28 CENTS)
FIV: 241.76 HZ (B2-37 CENTS)

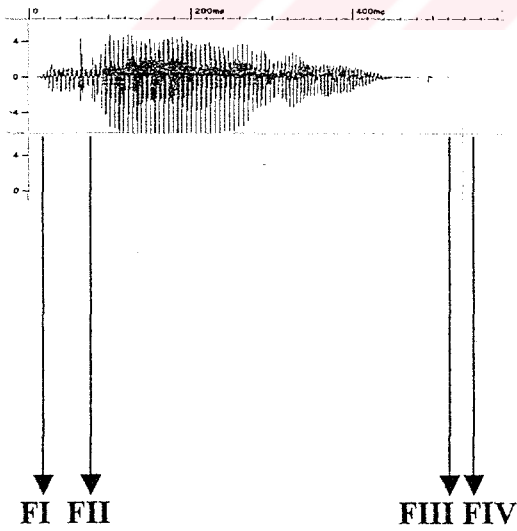
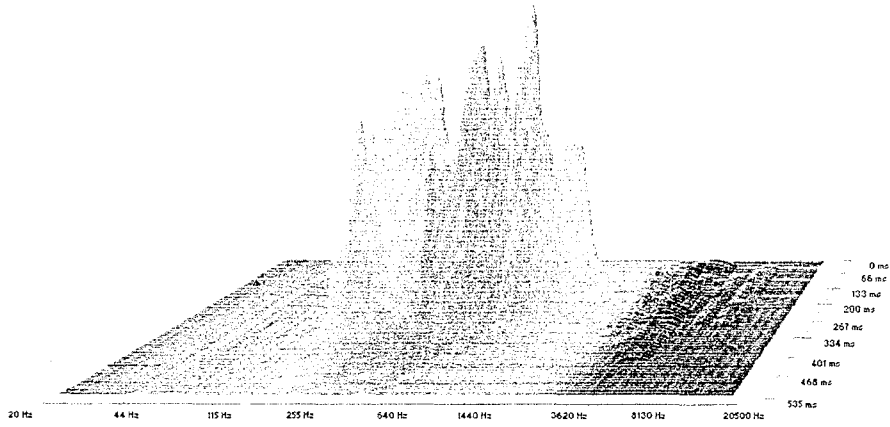
VAN



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 257.44 HZ (C3-28 CENTS)
FIII: 777.06 HZ (G4-15 CENTS)

F(ORTALAMA): 223.79 HZ (A2+30 CENTS)
FII: 185.41 HZ (F#2+4 CENTS)
FIV: 222.49 HZ (A2+19 CENTS)

DAL



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 212.82 HZ (G#2+43 CENTS)

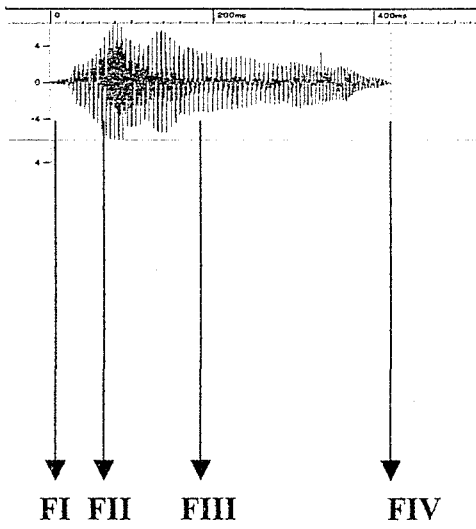
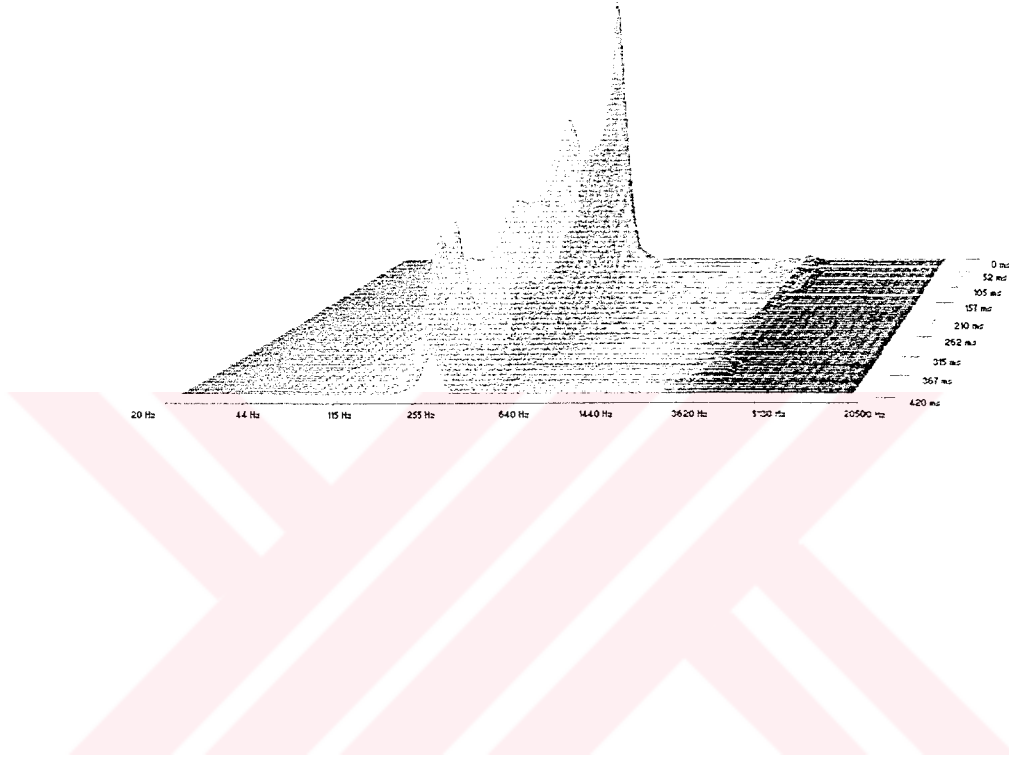
FIII: 1269.62 HZ (D#5+35 CENTS)

F(ORTALAMA): 276.95 HZ (C#3-1 CENTS)

FII: 176.62 HZ (F2+20 CENTS)

FIV: 346.09 HZ (F3-16 CENTS)

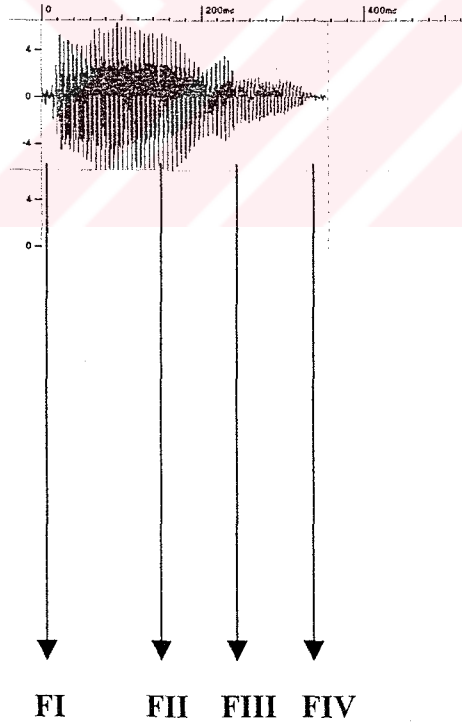
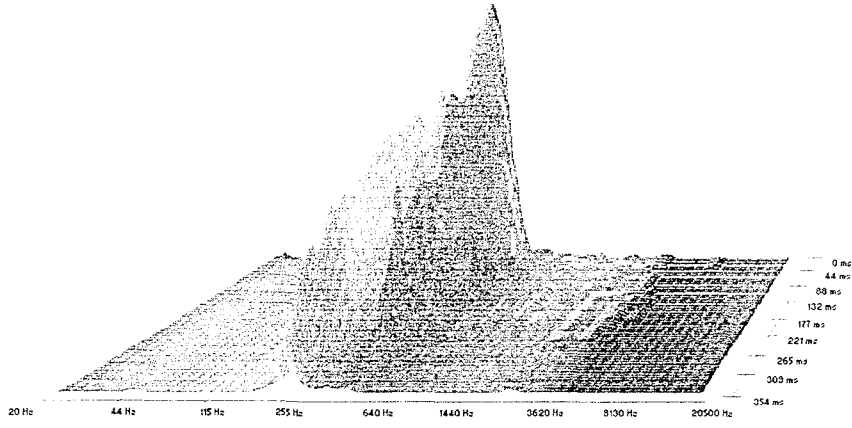
YÖN



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 2125.09 HZ (C6+26 CENTS)
FIII: 434.16 HZ (A3-23 CENTS)

F(ORTALAMA): 333.58 HZ (E3+21 CENTS)
FII: 177.95 HZ (F2+33 CENTS)
FIV: 249.02 HZ (B2+15 CENTS)

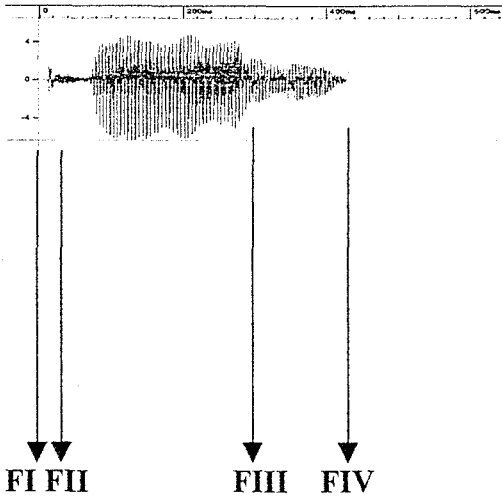
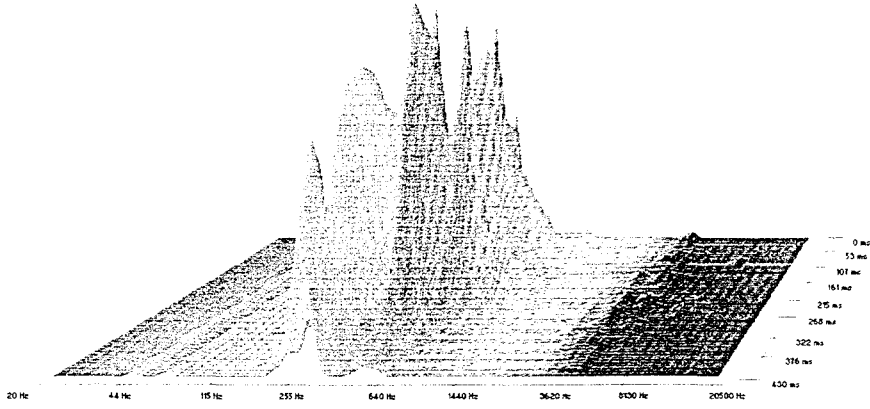
BÖL



F SÜRESİ: 20 ms
F1: 588.52 HZ (D4+4 CENTS)
FIII: 210.92 (G#2+27 CENTS)

F(ortalama): 399.13 HZ (G3+31 CENTS)
FII: 687.29 HZ (F4-28 CENTS)
FIV: 232.94 HZ (A#2-1 CENTS)

KOL



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 188.18 HZ (F#2+30 CENTS)

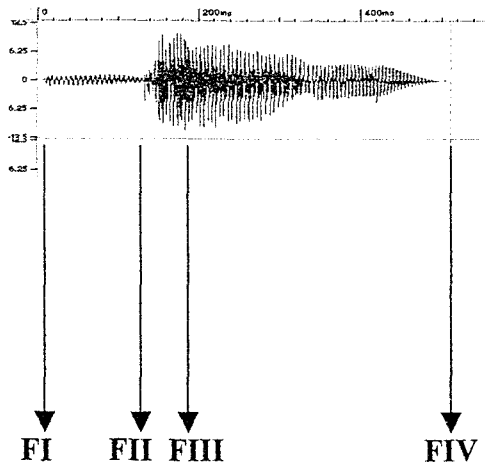
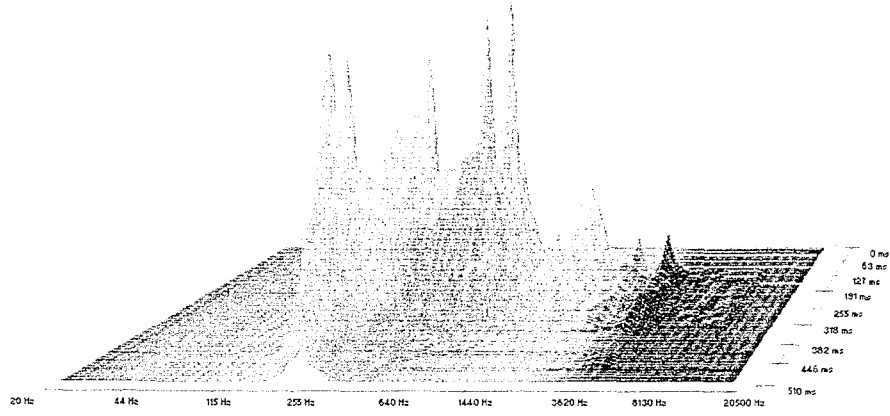
FIII: 216.74 HZ (A2-26 CENTS)

F(ORTALAMA): 417.43 HZ (G#3+9 CENTS)

FII: 2457.08 HZ (D#6-22 CENTS)

FIV: 260.32 HZ (C3-9 CENTS)

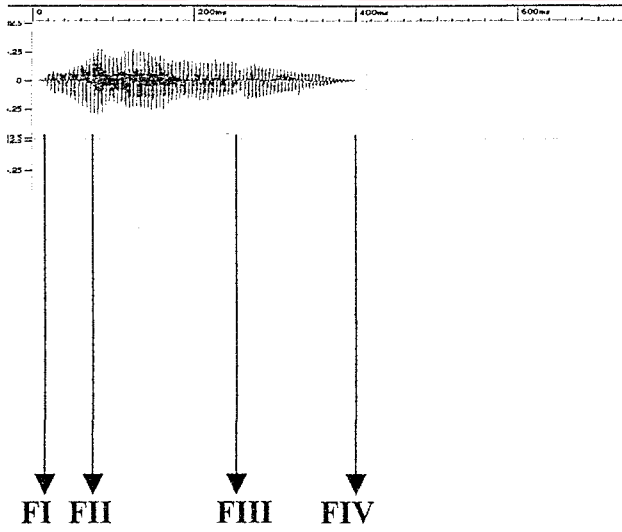
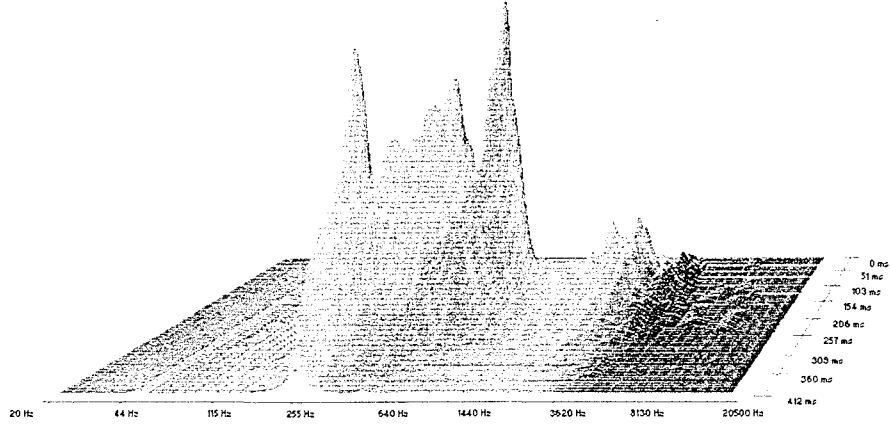
DEM



F(SÜRESİ) : 20 ms
FI: 251.53 HZ (B2+32 CENTS)
FIII: 547.00 HZ (C#4-23 CENTS)

F(ORTALAMA): 208.49 HZ (G#7+7 CENTS)
FII: 176.71 HZ (F2+21 CENTS)
FIV: 221.79 HZ (A2+14 CENTS)

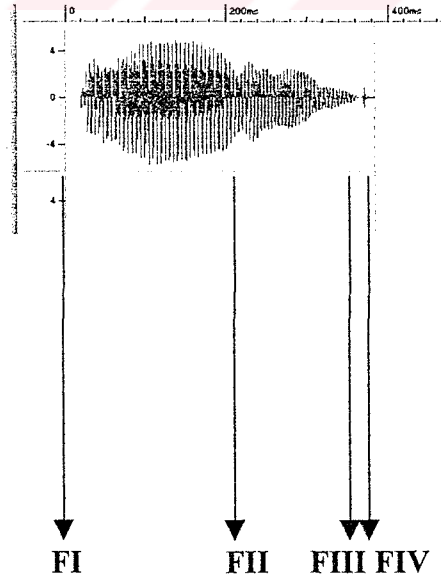
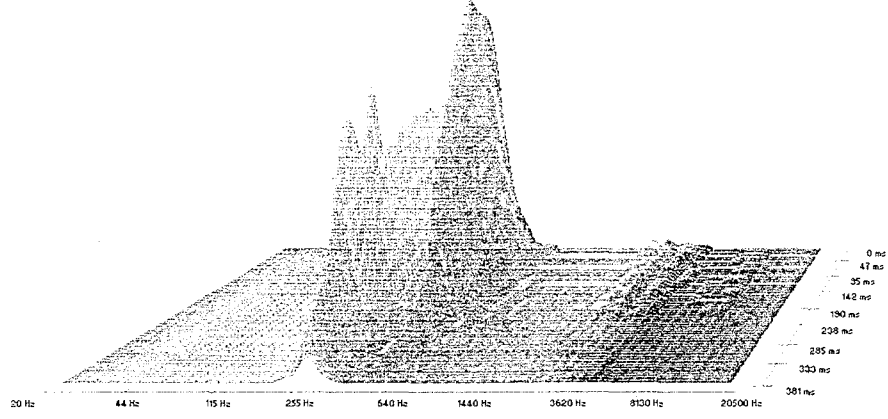
YEL



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 187.29 HZ (F#2+21 CENTS)
FIII: 205.79 HZ (G#2-16 CENTS)

F(ORTALAMA): 213.06 HZ (G#2+44 CENTS)
FII: 299.45 HZ (D3+34 CENTS)
FIV: 202.01 HZ (G#2-48 CENTS)

BİN



F SÜRESİ: 20ms

FI: 206.51 HZ (G#2-10 CENTS)

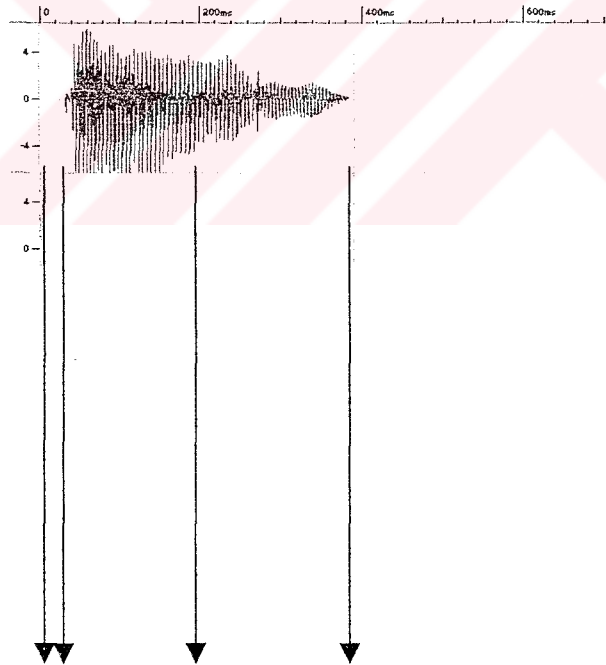
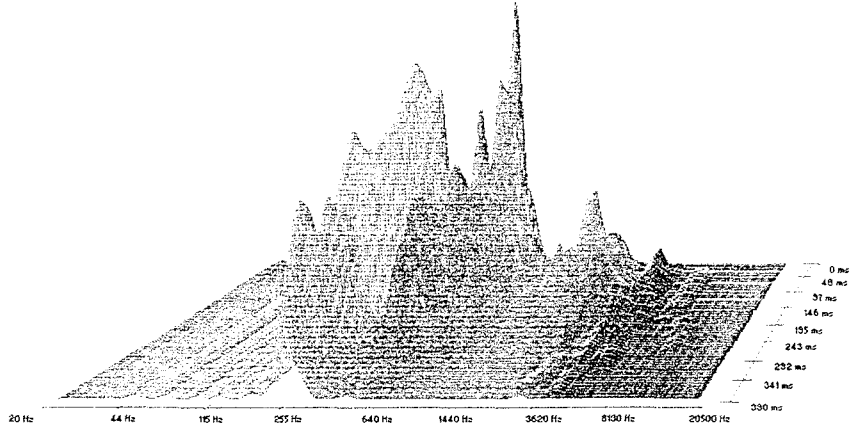
FIII: 1048.80 HZ (C5+4 CENTS)

F(ortalama): 437.82 HZ (A3-9 CENTS)

FII: 210.98 HZ (G#2+28 CENTS)

FIV: 1048.80 HZ (C5+4 CENTS)

BEL



FII

FIII

FIV

F SÜRESİ: 20 ms

FI: 1349.69 HZ (E5 +40 CENTS)

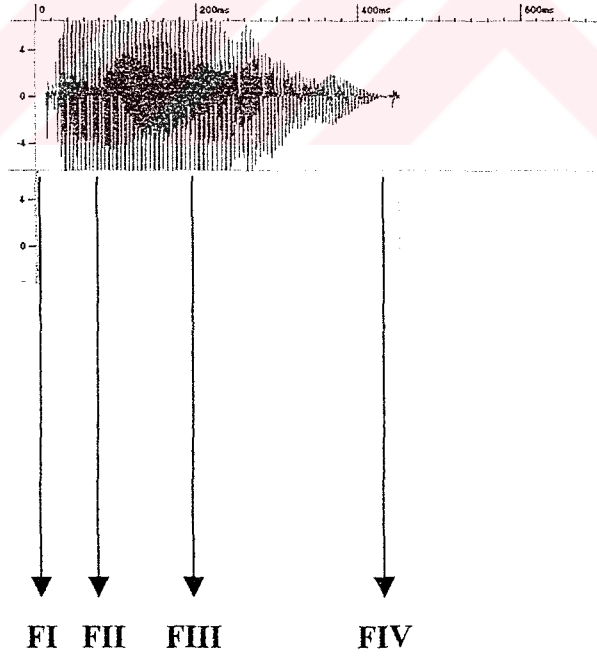
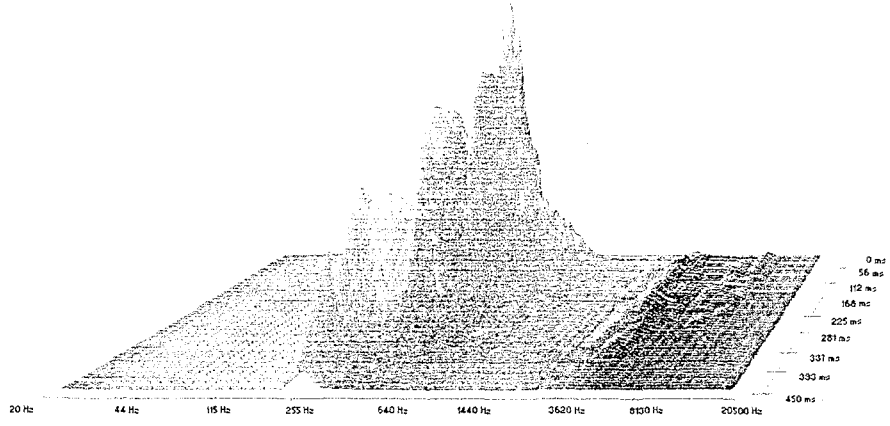
FIII: 194.07 HZ (G2-17 CENTS)

F(ortalama): 437.39 HZ(A3-10 CENTS)

FII: 1447.87 (F#5-38 CENTS)

FIV: 229.90 HZ (A#2-24 CENTS)

BOL



F SÜRESİ :20ms

FI: 308.28 HZ (D#3-16 CENTS)

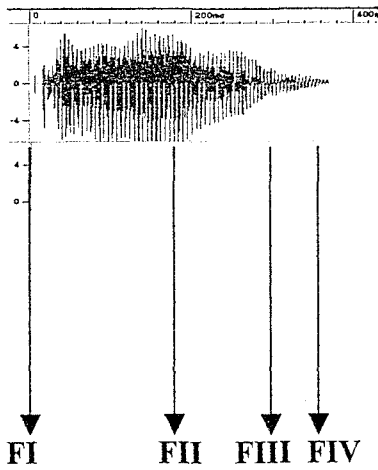
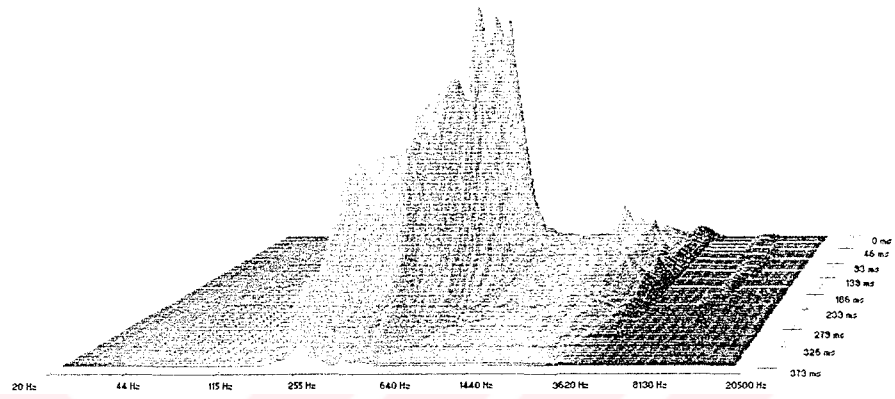
FIII: 553.41 HZ (C#4-3 CENTS)

F(ortalama): 480.91 HZ (B3-46 CENTS)

FII: 203.14 (G#2 CENTS)

FIV: 1376.70 HZ (F5-25 CENTS)

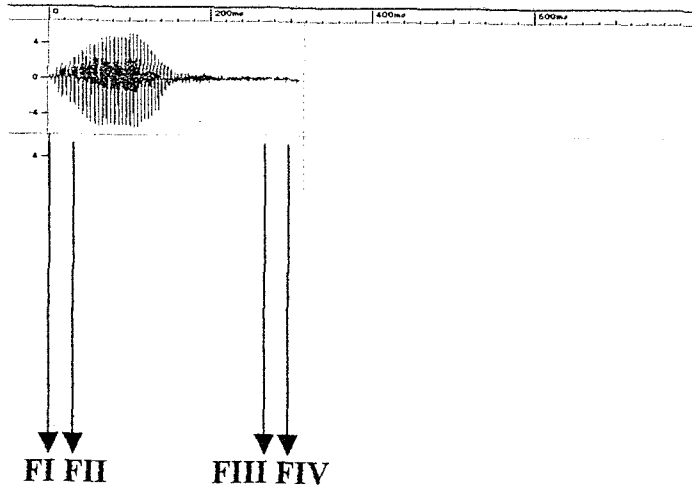
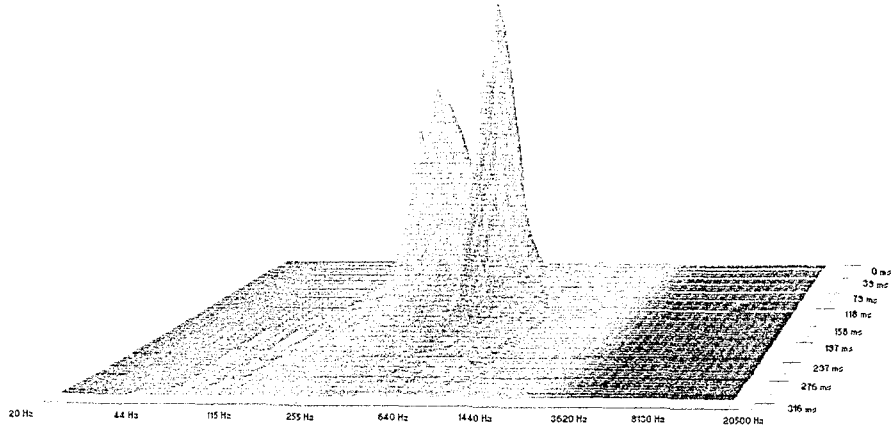
DEV



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 1149.56 HZ (D5-37 CENTS)
FIII: 222.62 HZ (A2+20 CENTS)

F(ORTALAMA): 518.65 HZ (C4-15 CENTS)
FII: 693.94 HZ (F4-11 CENTS)
FIV: 223.81 HZ (A2+30 CENTS)

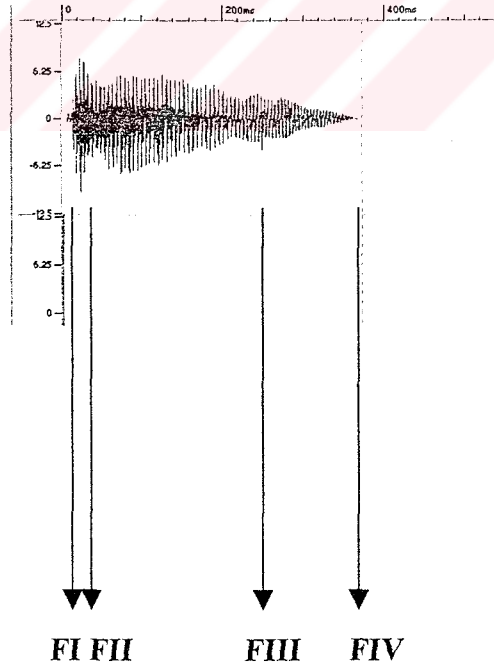
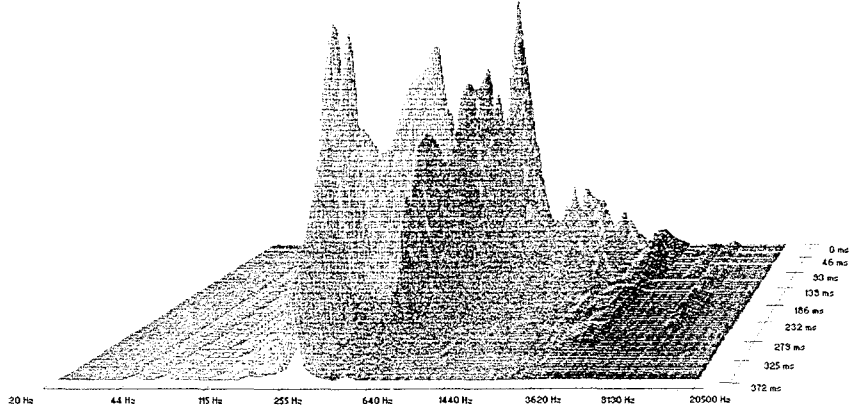
RUH



F(SÜRESİ): 20 MS
FI: 377.26 HZ (F#3+34 CENTS)
FIII: 2618.25 HZ (E6-12 CENTS)

F(ORTALAMA): 583.88 HZ (D4-10 CENTS)
FII: 215.72 HZ (A2-34 CENTS)
FIV: 1517.69 HZ (F#5+44 CENTS)

BEN

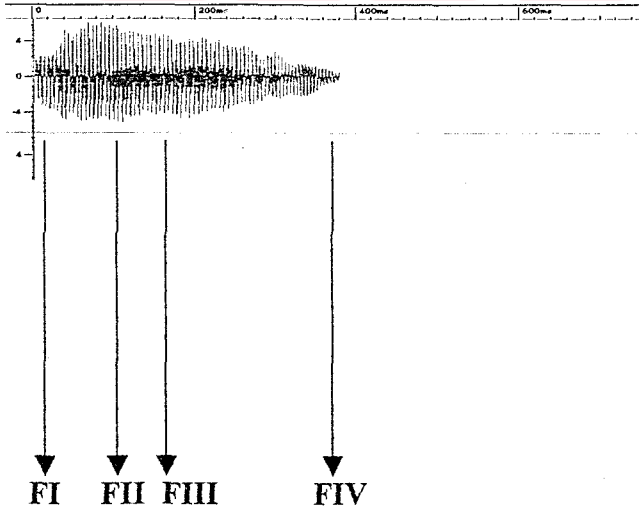
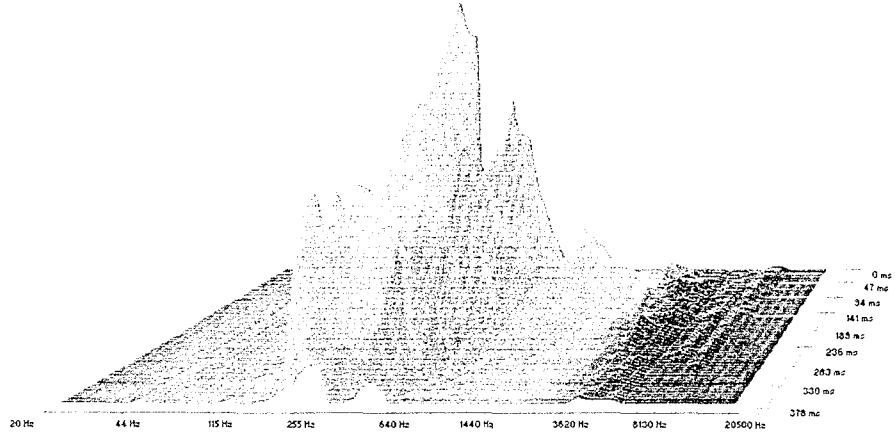


F SÜRESİ: 20 ms
FI: 1720.01 HZ (A5-40 CENTS)
FII: 254.33 HZ (C3-49 CENTS)

F(ortalama): 649.13 HZ (E4-27 CENTS)
FII: 1720.01 HZ (A5-40 CENTS)
FIV: 1150.10 HZ (D5-37 CENTS)

TC YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

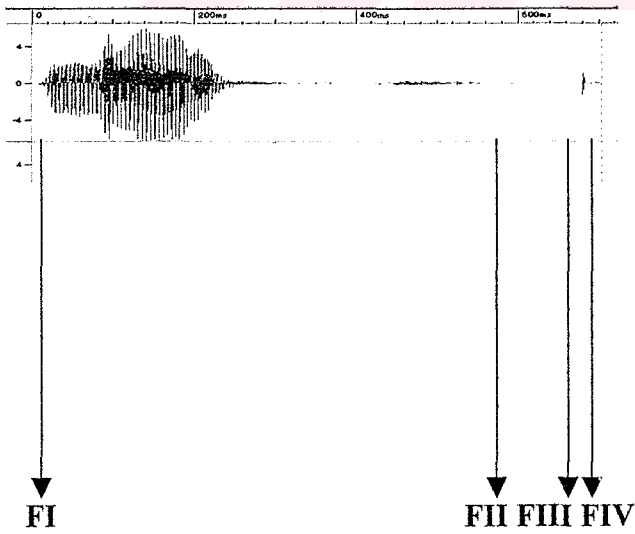
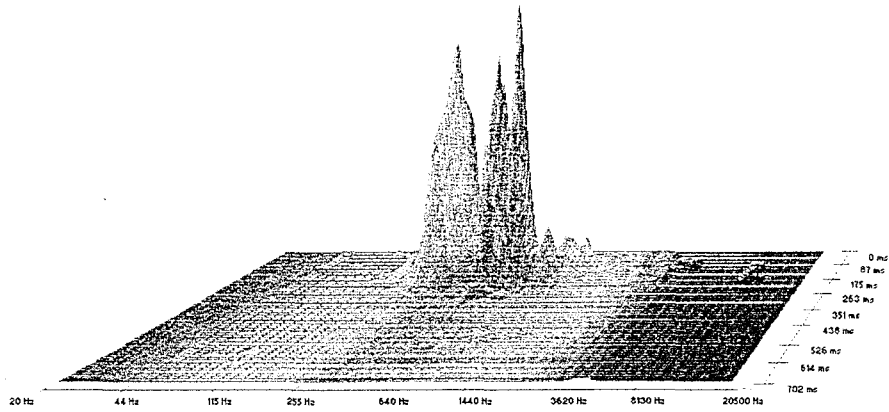
NAL



F(SÜRESİ): 20 MS
FI: 4681.26 HZ (D7-6 CENTS)
FIII: 199.69 HZ (G2+32 CENTS)

F(ORTALAMA): 667.29 HZ (E4+21 CENTS)
FII: 240.30 HZ (B2-47 CENTS)
FIV: 236.07 HZ (A#2+22 CENTS)

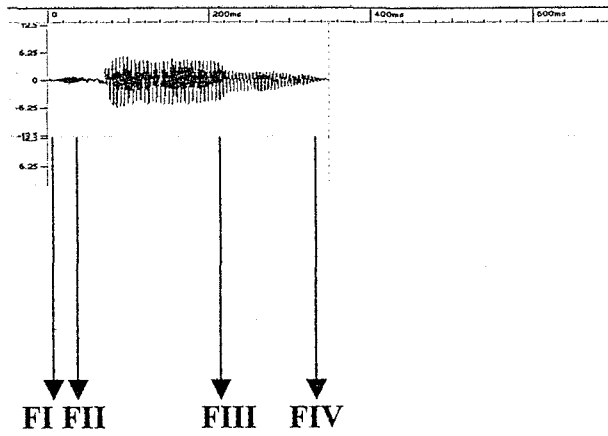
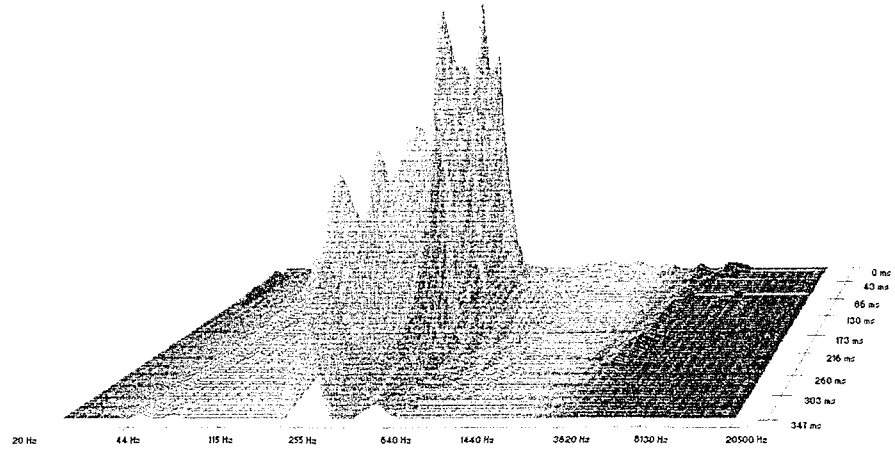
LOP



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 232.73 HZ (A#2-3 CENTS)
FIII: 4344.37 HZ (C#7-36 CENTS)

F(ORTALAMA): 998.74 (B4+19 CENTS)
FII: 159.39 HZ (D#2+42 CENTS)
FIV: 222.70 HZ (A2+21 CENTS)

PUL



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 3809.09 HZ (A#6+37 CENTS)

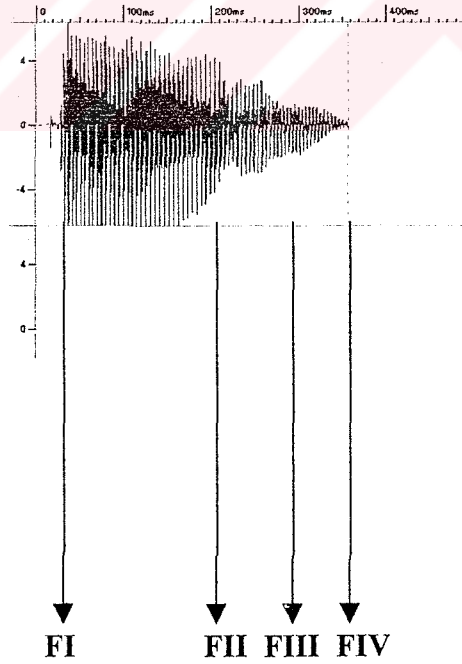
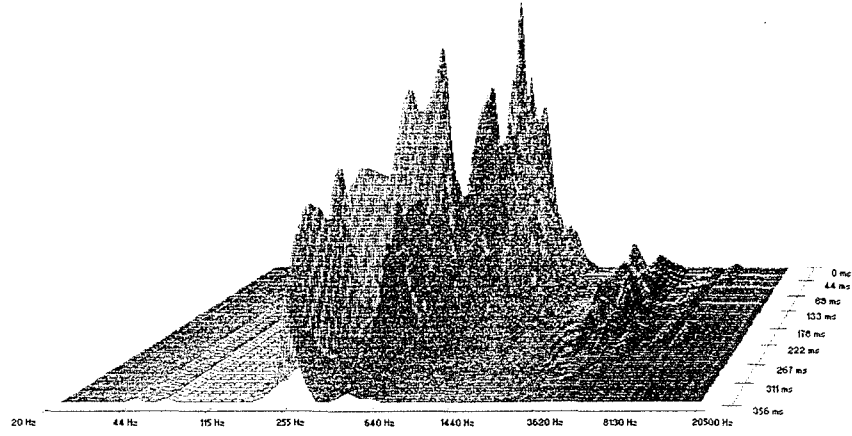
FII: 226.83 HZ (A#2-47 CENTS)

F(ORTALAMA): 705.19 HZ (F4+17 CENTS)

FII: 864.49 HZ (A4-31 CENTS)

FIV: 239.86 HZ (A#2+50 CENTS)

BAL



F SÜRESİ: 20 ms

FI: 224.46 HZ (A2+35 CENTS)

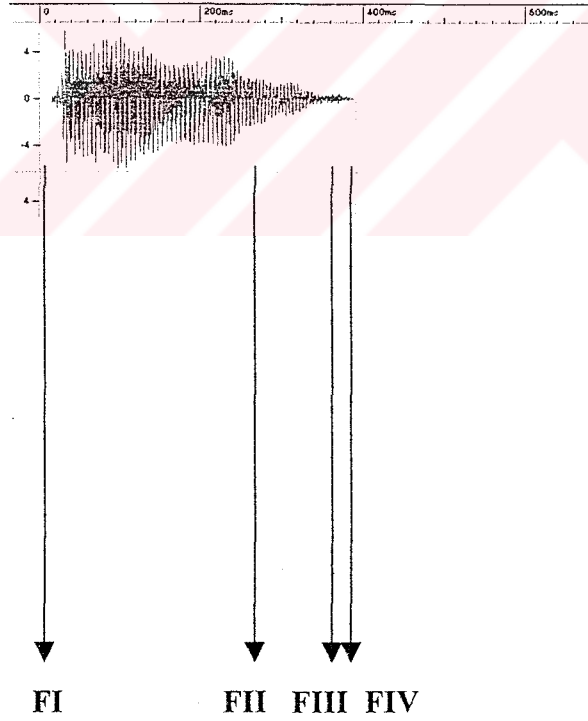
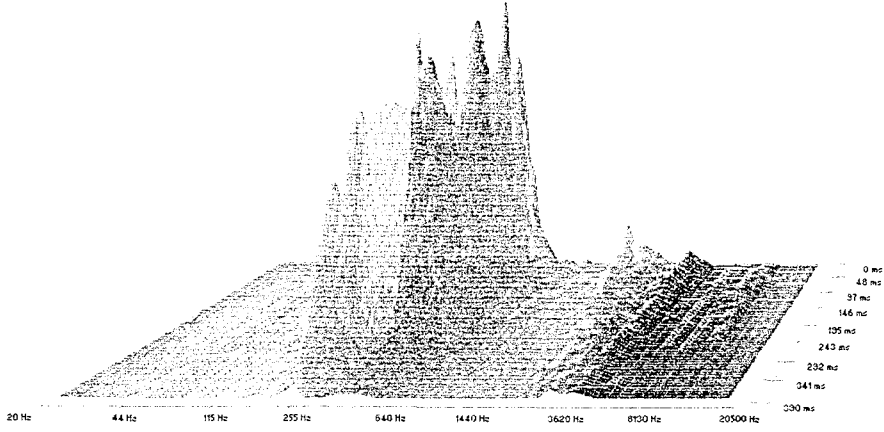
FIII: 230.04 HZ (A#2-23 CENTS)

F (ortalama) : 217.87 HZ (A2-17 CENTS)

FII: 1526.41 HZ (G5-47 CENTS)

FIV: 233.51 HZ (A#2+3 CENTS)

BEY



F SÜRESİ: 20 ms

FI: 1086.09 HZ (C#5-36 CENTS)

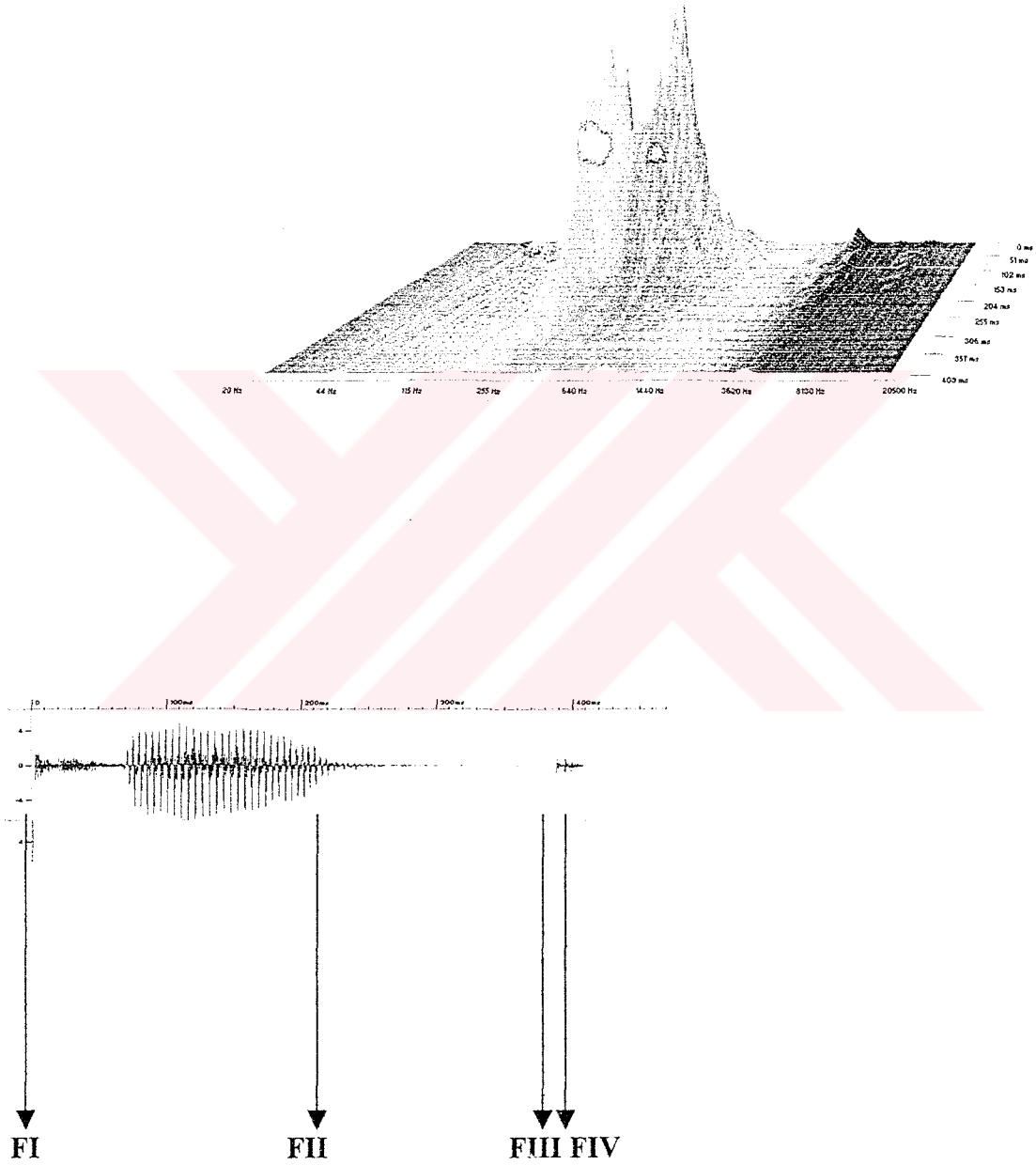
FIII: 4105.67 HZ (C7-34 CENTS)

F (ortalama): 1290.18 HZ (E5-38 CENTS)

FII: 242.41 HZ (B2-32 CENTS)

FIV: 2970.73 HZ (F#6 +6 CENTS)

KOK



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 1510.64 HZ (F#5+36 CENTS)

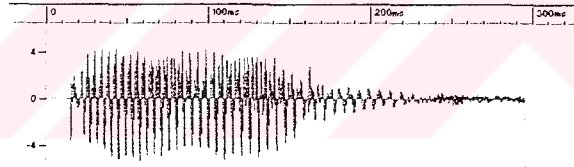
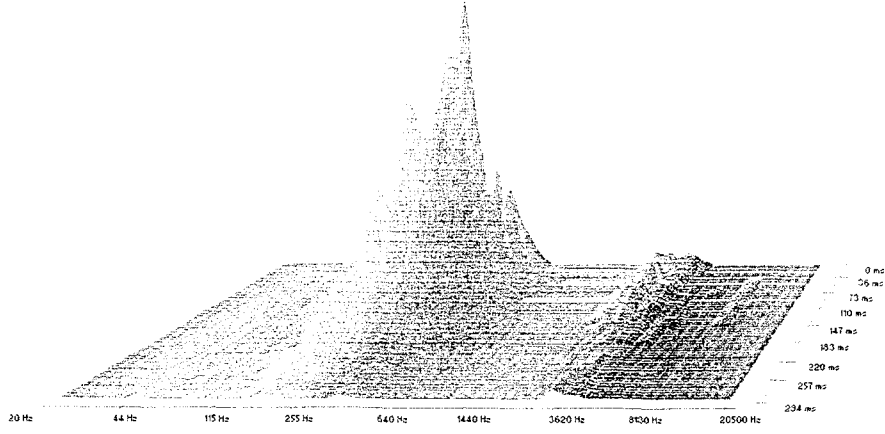
FIII: 4312.90 HZ (C#5-48 CENTS)

F(ORTALAMA): 1069.96 HZ (C5+38 CENTS)

FII: 468.42 HZ (A#3+8 CENTS)

FIV: 1272.42 HZ (D#5+38 CENTS)

BİL



FI

FII

FIII FIV

F SÜRESİ: 20 ms

FI: 1498.12 HZ (F#5+21 CENTS)

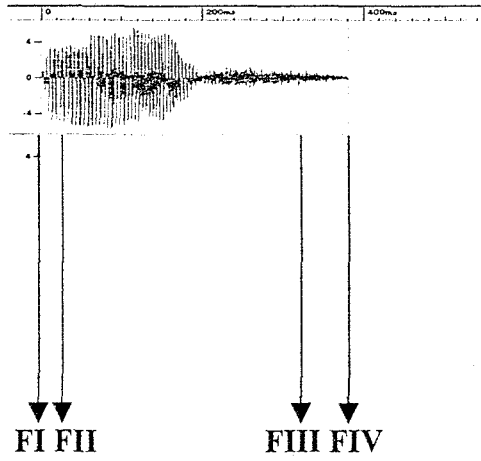
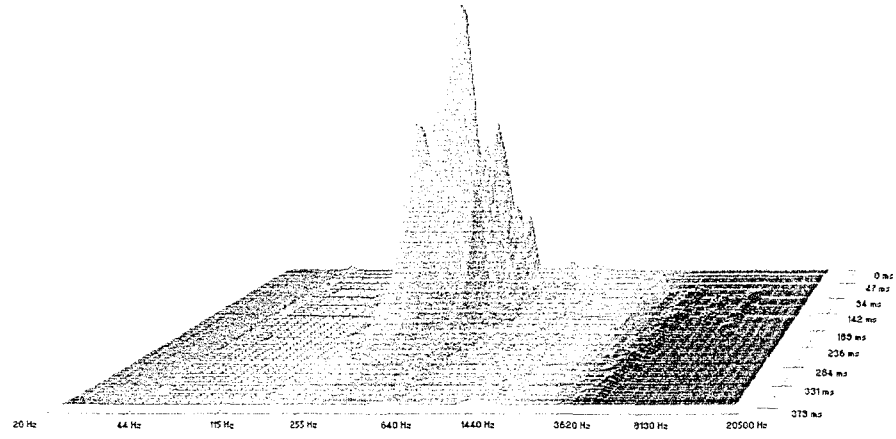
FIII: 3216.33 HZ (G6+44 CENTS)

F (ortalama): 1484.95 hz (F#5+6 CENTS)

FII: 201.93 HZ (G#2-48 CENTS)

FIV: 2581.32 HZ (E6-37 CENTS)

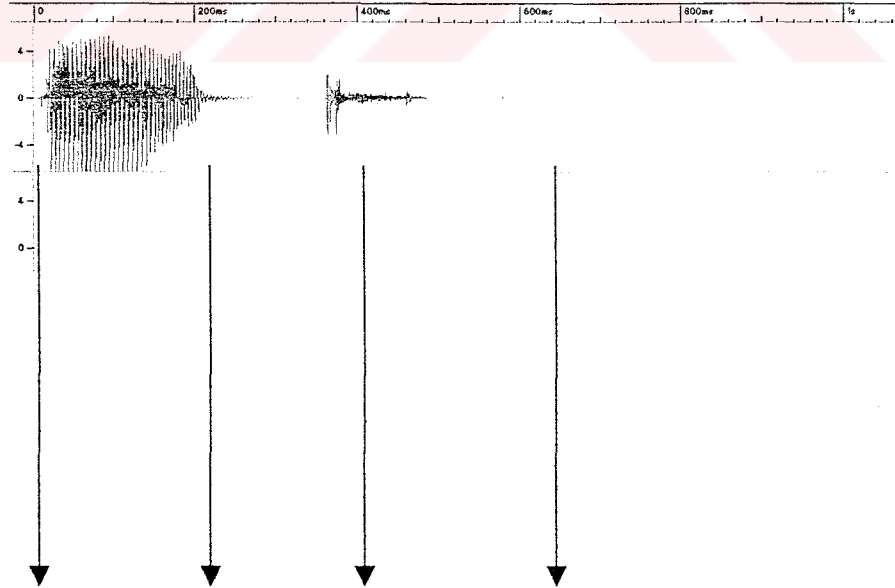
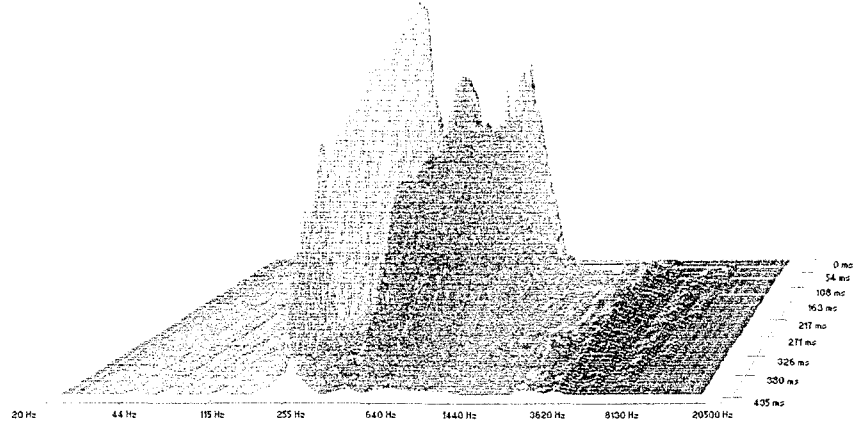
MIH



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 212.15 HZ (G#2+37 CENTS)
FIII: 2546.89 HZ (D#6+40 CENTS)

F(ORTALAMA): 1496.40 HZ (F#5+19 CENTS)
FII: 201.50 HZ (G2+48 CENTS)
FIV: 1418.24 HZ (F5+26 CENTS)

BAK



FI

FII

FIII

FIV

F SÜRESİ: 20 ms

FI: 205.56 HZ (G#2-18 CENTS)

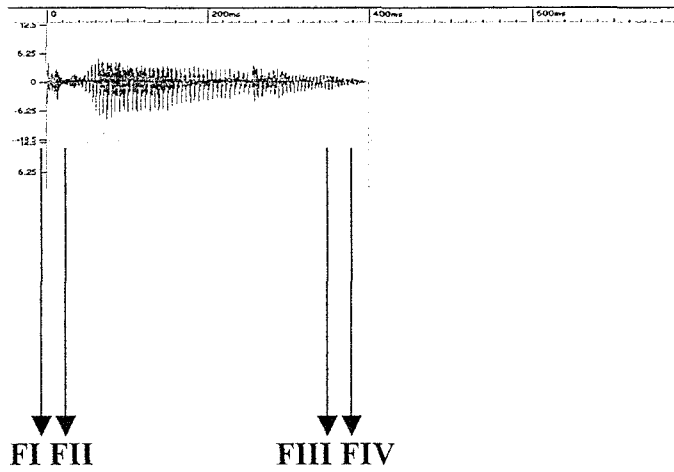
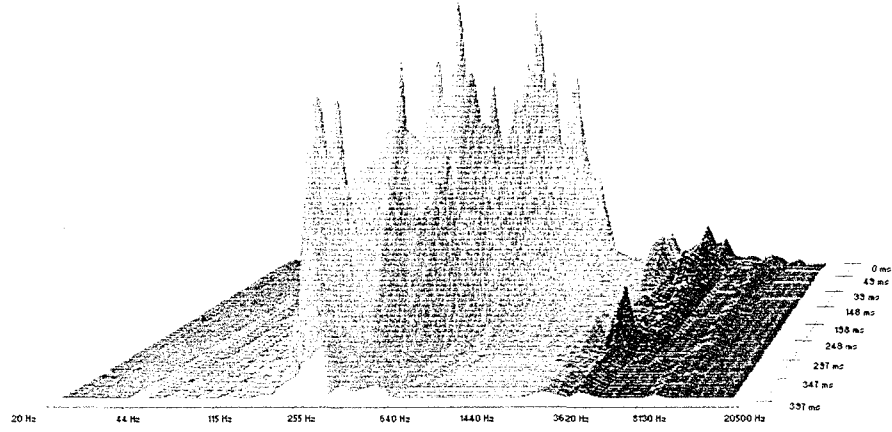
FIII: 4300.21 HZ (C7+47 CENTS)

F(ortalama): 1511.33 HZ (F#5+36CENTS)

FII: 225.72 HZ (A2+44 CENTS)

FIV: 894.46 HZ (A4+29 CENTS)

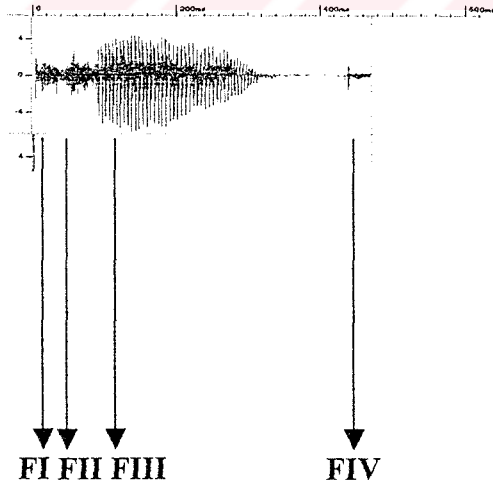
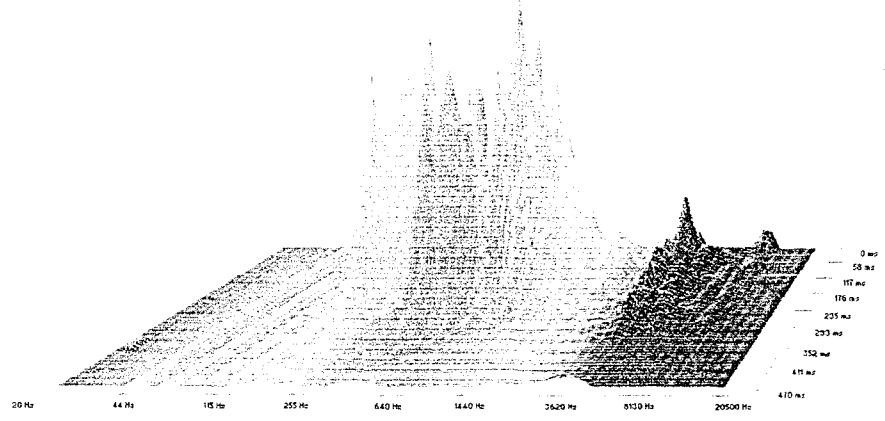
TAY



F(SÜRESİ): 20 ms
F1: 3253.25 HZ (G#6-36 CENTS)
FIII: 271.63 HZ (C#3-35 CENTS)

F(ORTALAMA): 1573.72 HZ (G5-27 CENTS)
FII: 4151.29 HZ (C7-14 CENTS)
FIV: 326.01 HZ (E3-19 CENTS)

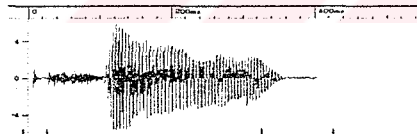
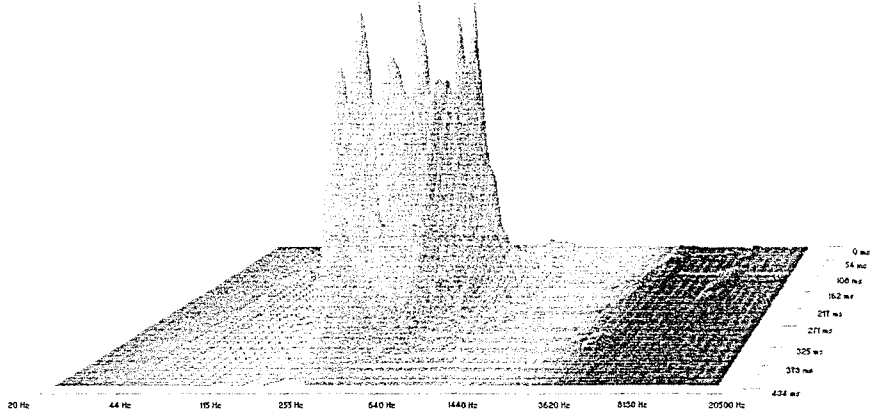
KAN



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 2919.90 HZ (F#6-24 CENTS)
FIII: 1321.46 HZ (E6+4 CENTS)

F(ORTALAMA): 2453.78 HZ (D#6-25 CENTS)
FII: 3630.38 HZ (A#6-45 CENTS)
FIV: 1644.11 HZ (G#5-18 CENTS)

KUM



FI FII

FIII FIV

F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 2389. HZ (D6+29 CENTS)

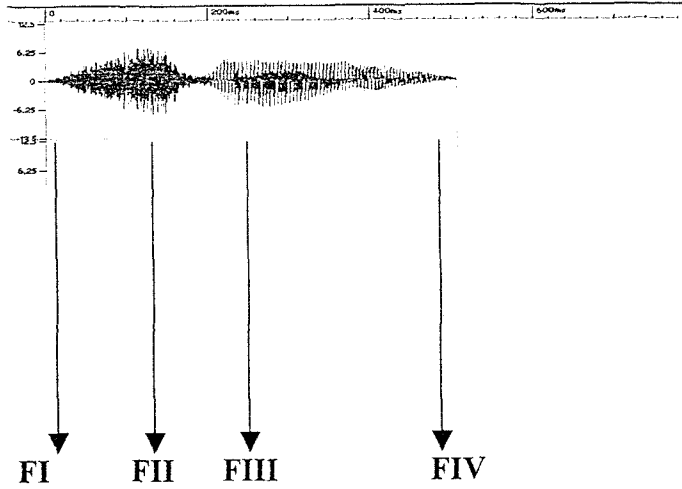
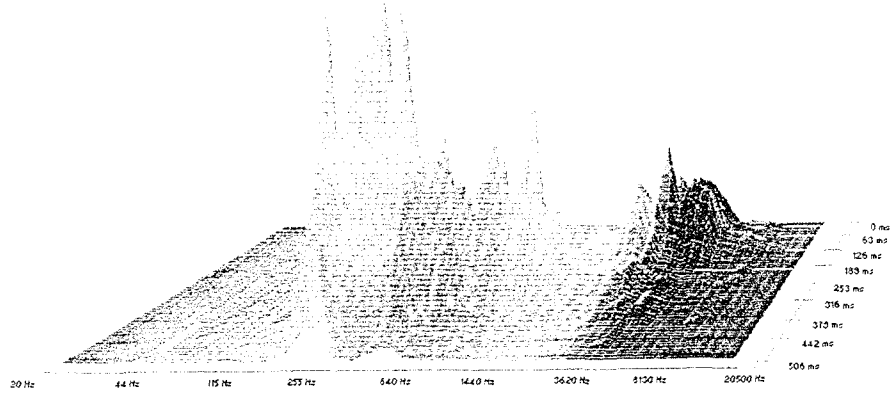
FIII: 248.00 HZ (B2+7 CENTS)

F(ORTALAMA): 2143.17 HZ (C6+41 CENTS)

FII: 4525.38 HZ (C#7+35 CENTS)

FIV: 3974.75 HZ (B6+10 CENTS)

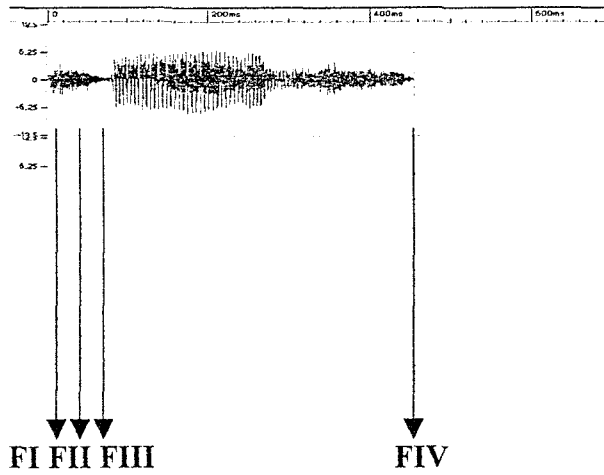
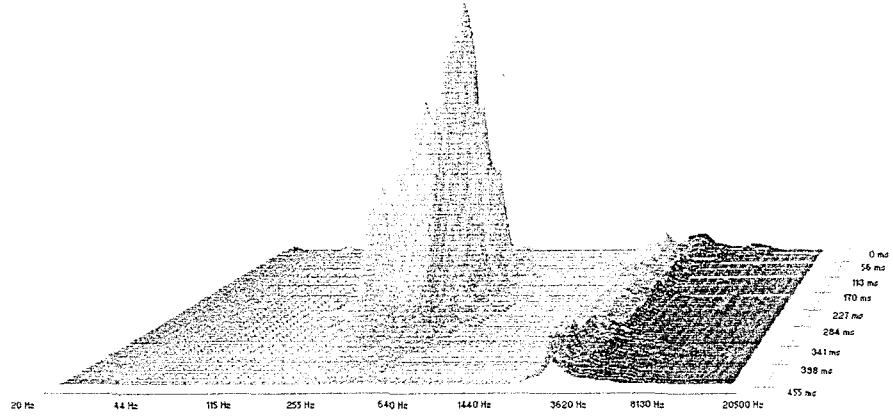
ŞAN



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 3860.63 HZ (B6-40 CENTS)
FIII: 2381.29 HZ (D6+23 CENTS)

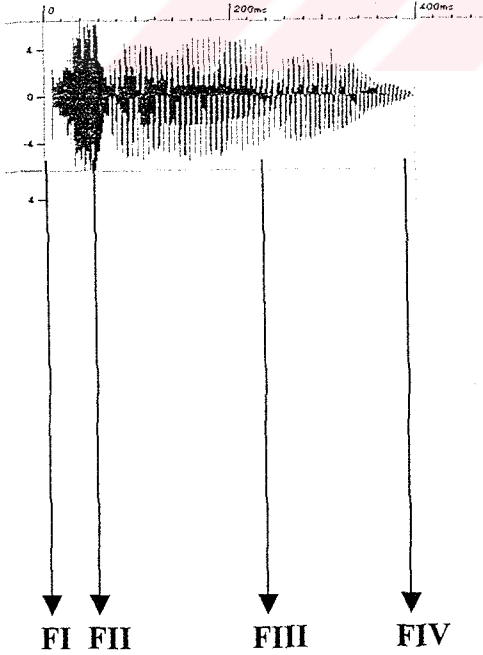
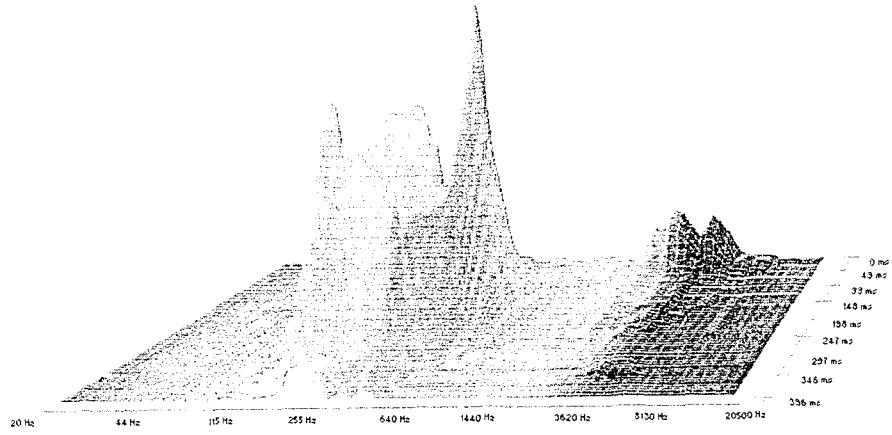
F(ORTALAMA): 3936.36 HZ (B6-6 CENTS)
FII: 4409.10 HZ (C#7-10 CENTS)
FIV: 4479.09 HZ (C#7+17 CENTS)

PİR



F(SÜRESİ): 20 ms
F1: 4042.61 HZ (B6+40 CENTS)
FIII: 3477.99 HZ (A6-21 CENTS)

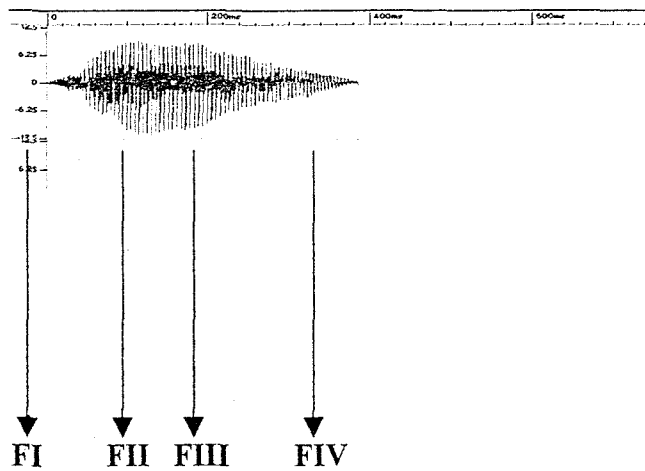
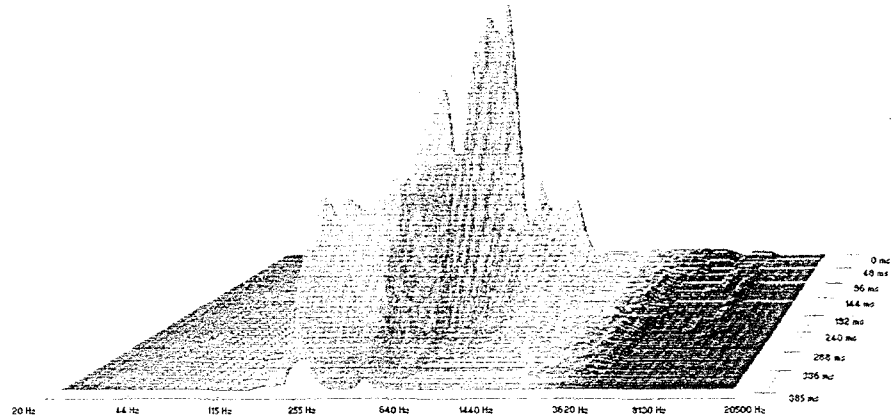
F(ORTALAMA): 3862.55 HZ (B6-39 CENTS)
FII: 4730.85 HZ (D7+13 CENTS)
FIV: 3288.44 HZ (G#6-18 CENTS)



F (SÜRESİ): 20 ms
FI: 4437.24 HZ (C#7-47 CENTS)
FIII: 2367.60 HZ (D6+13 CENTS)

F(ORTALAMA): 3844.74 HZ (B6-47 CENTS)
FII: 4012.14 HZ (B6+27 CENTS)
FIV: 4076.11 (C7-46 CENTS)

ROL



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 4629.61 HZ (D7-26 CENTS)

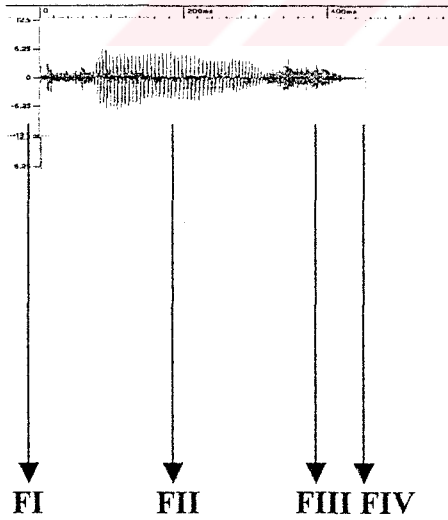
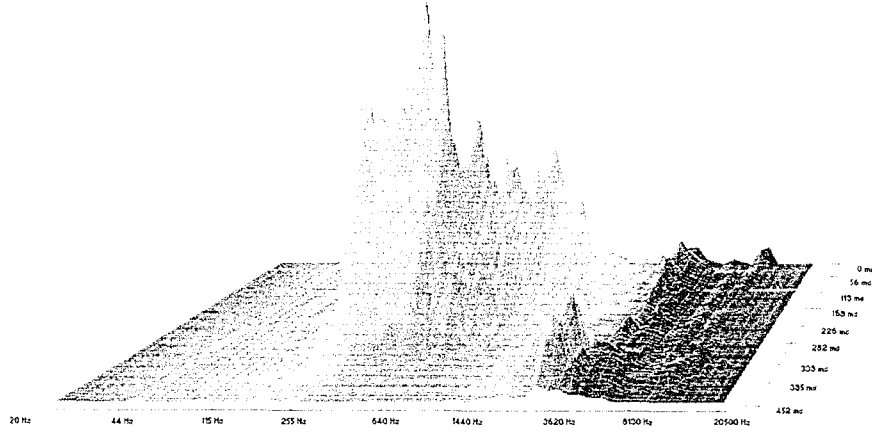
FIII: 5048.28 HZ (D#7+24 CENTS)

F(ORTALAMA): 3661.53 HZ (A#6-32 CENTS)

FII: 2274.08 HZ (C#6+44 CENTS)

FIV: 3704.11 HZ (A#6-12 CENTS)

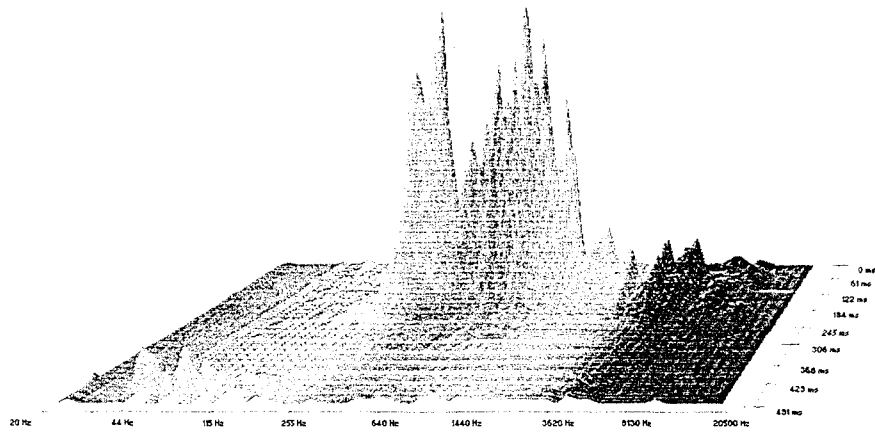
KAR



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 6832.92 HZ (G#7+48 CENTS)
FIII: 4168.04 HZ (C7-7 CENTS)

F(ORTALAMA): 3358.92 HZ (G#6+19 CENTS)
FII: 1541.91 HZ (G5-29 CENTS)
FIV: 2994.36 HZ (F#6+20 CENTS)

KAP



FI

FII

FIII FIV

F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 2686.06 HZ (E6+32 CENTS)

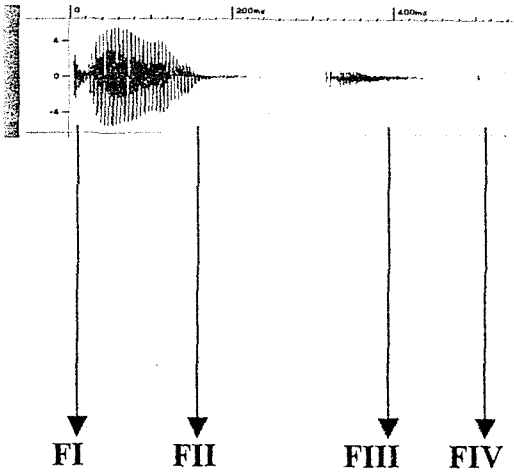
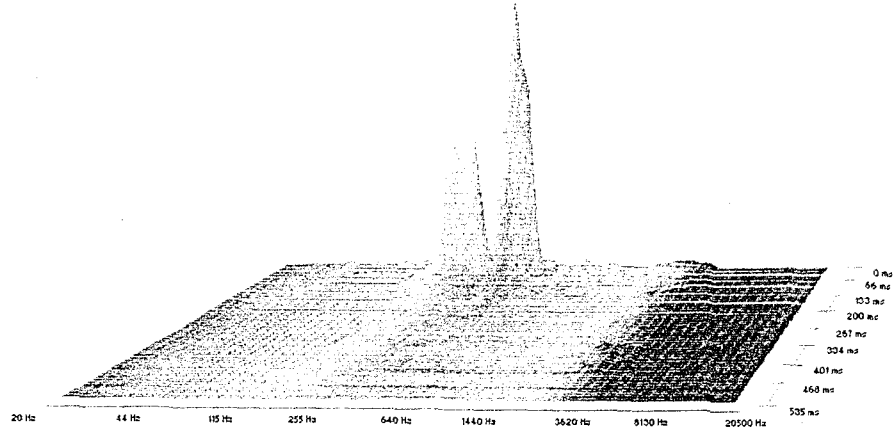
FIII: 5997.91 HZ (F#7+23 CENTS)

F(ORTALAMA): 3353.65 HZ (G#7+16 CENTS)

FII: 954.67 HZ (A#4+41 CENTS)

FIV: 2157.72 HZ (C#6-47CENTS)

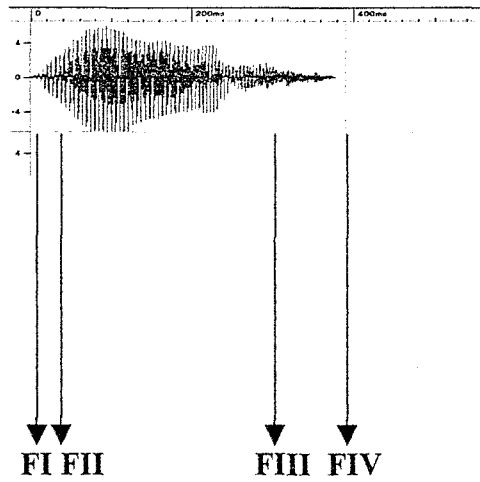
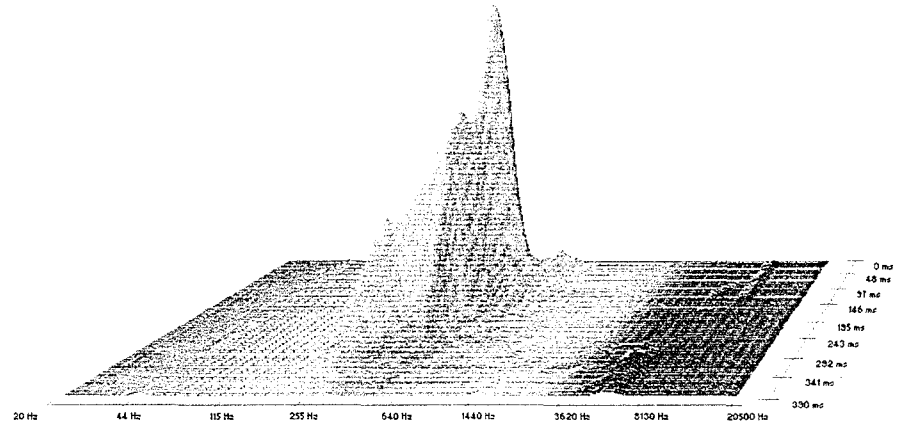
DUT



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 2928.61 HZ (F#6-18 CENTS)
FIII: 4658.90 HZ (D7-15 CENTS)

F(ORTALAMA): 2868.07 HZ (F6+45 CENTS)
FII: 231.44 HZ (A#2-12 CENTS)
FIV: 5762.31 HZ (F#7-47 CENTS)

VUR



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 3929.26 HZ (B6-10 CENTS)

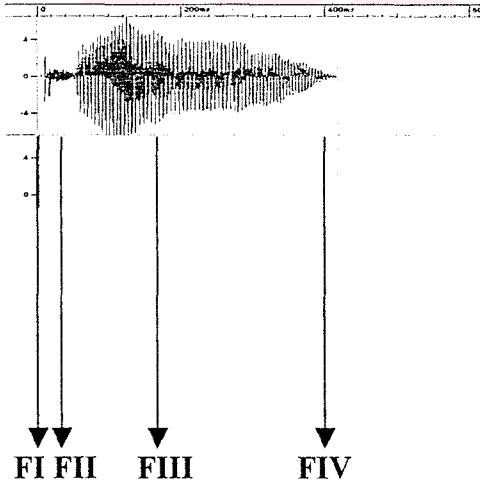
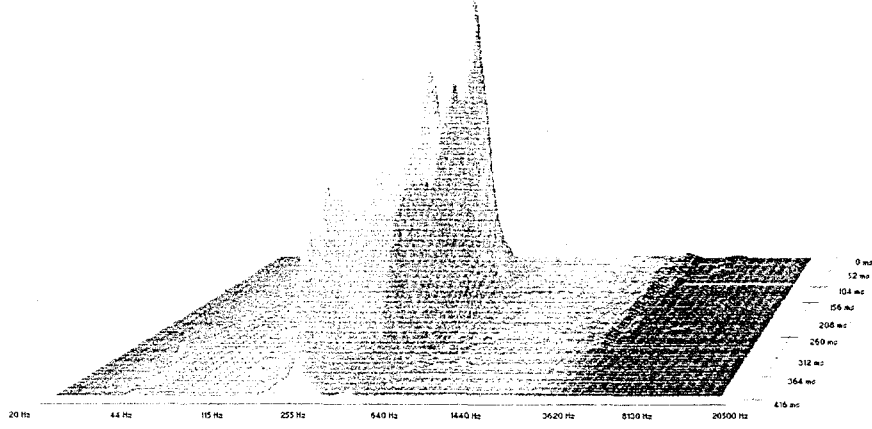
FIII: 5404.54 HZ (E7+42 CENTS)

F(ORTALAMA): 1955.77 HZ (B5-17 CENTS)

FII: 200.79 HZ (G2+42 CENTS)

FIV: 3081.18 HZ (G6-31 CENTS)

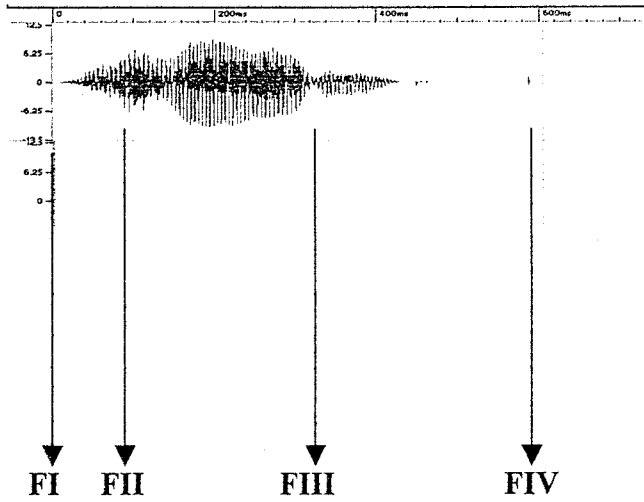
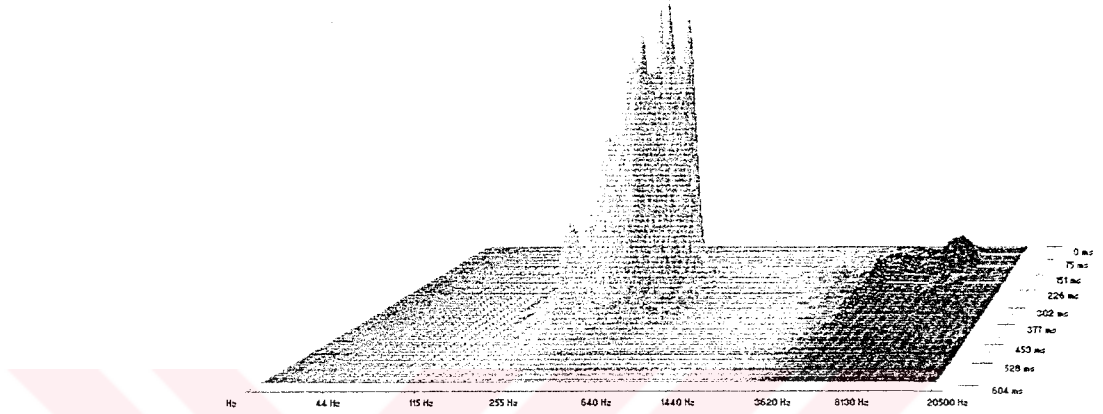
GÜN



F(SÜRESİ): 20 ms
F1: 2028.15 HZ (B5+46 CENTS)
FIII: 373.80 HZ (F#3+18 CENTS)

F(ORTALAMA): 1923.85 HZ (B5-46 CENTS)
FII: 5952.60 HZ (F#7+10 CENTS)
FIV: 249.35 HZ (B2+17 CENTS)

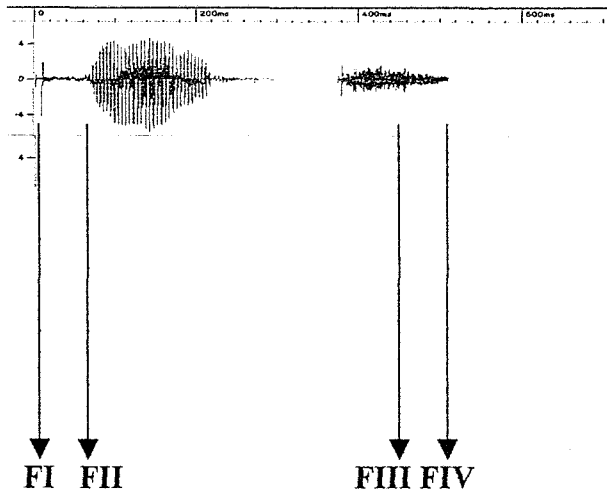
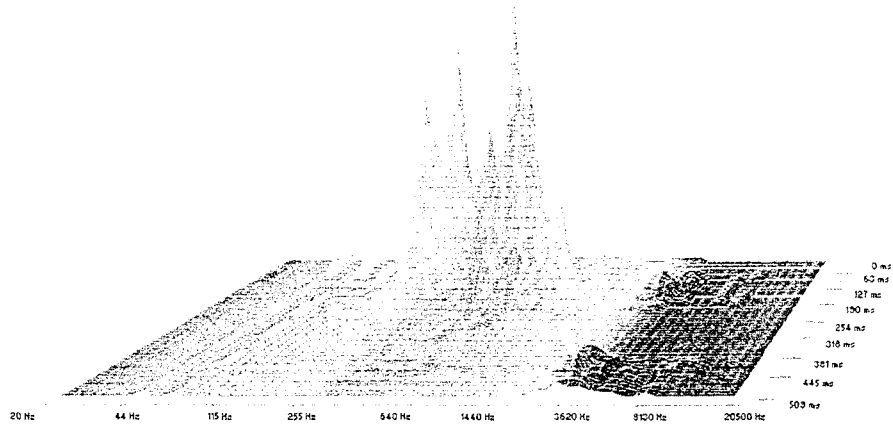
zıl



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 4941.13 HZ (D#7-13 CENTS)
FIII: 190.23 HZ (F#2+48 CENTS)

F(ORTALAMA): 1199.10 HZ (D5+36 CENTS)
FII: 7823.99 HZ (B7-17 CENTS)
FIV: 7056.13 HZ (A7+4 CENTS)

POT



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 1532.81 HZ (G5-39 CENTS)

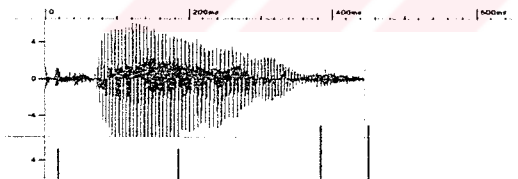
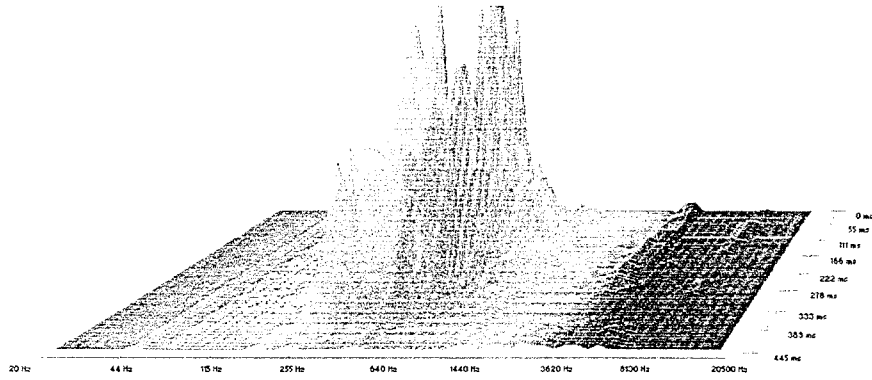
FIII: 4524.03 HZ (C#7+34 CENTS)

F(ORTALAMA): 3442.41 HZ (G#6-42 CENTS)

FII: 268.64 HZ (C3+46 CENTS)

FIV: 3548.21 HZ (A6+14 CENTS)

KOR



FI

FII

FIII

FIV

F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 3432.86 HZ (A6-43 CENTS)

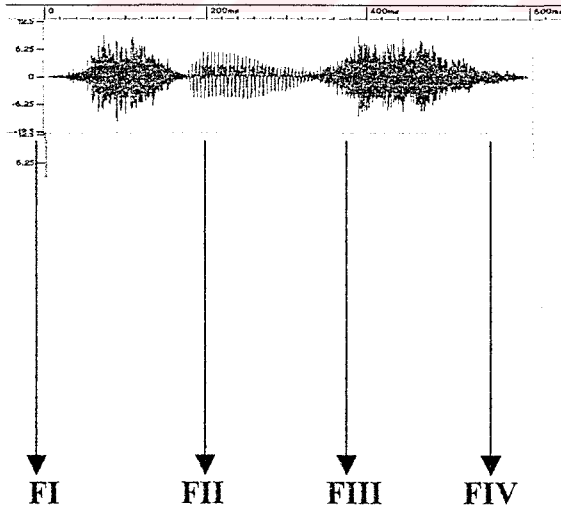
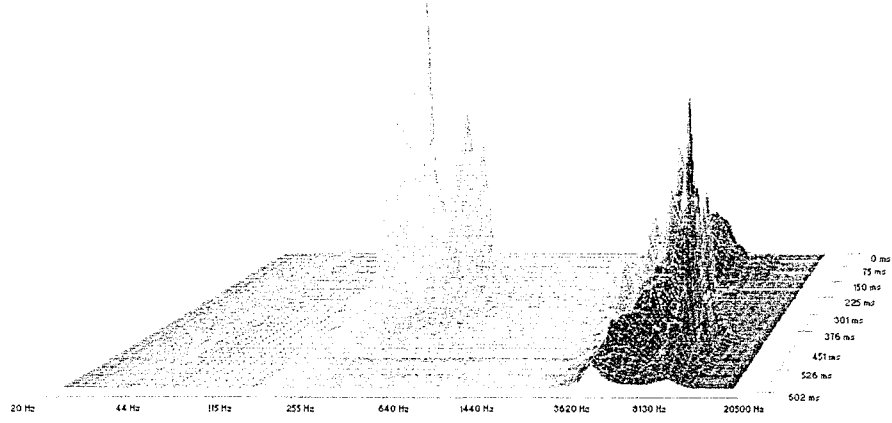
FIII: 3816.02 (A#6+40 CENTS)

F(ORTALAMA): 2524.78 HZ (D#6+25 CENTS)

FII: 621.19 (D#4-3 CENTS)

FIV: 3395.56 HZ (G#6+38 CENTS)

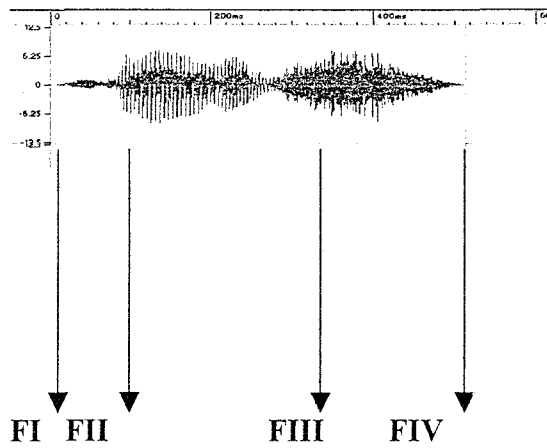
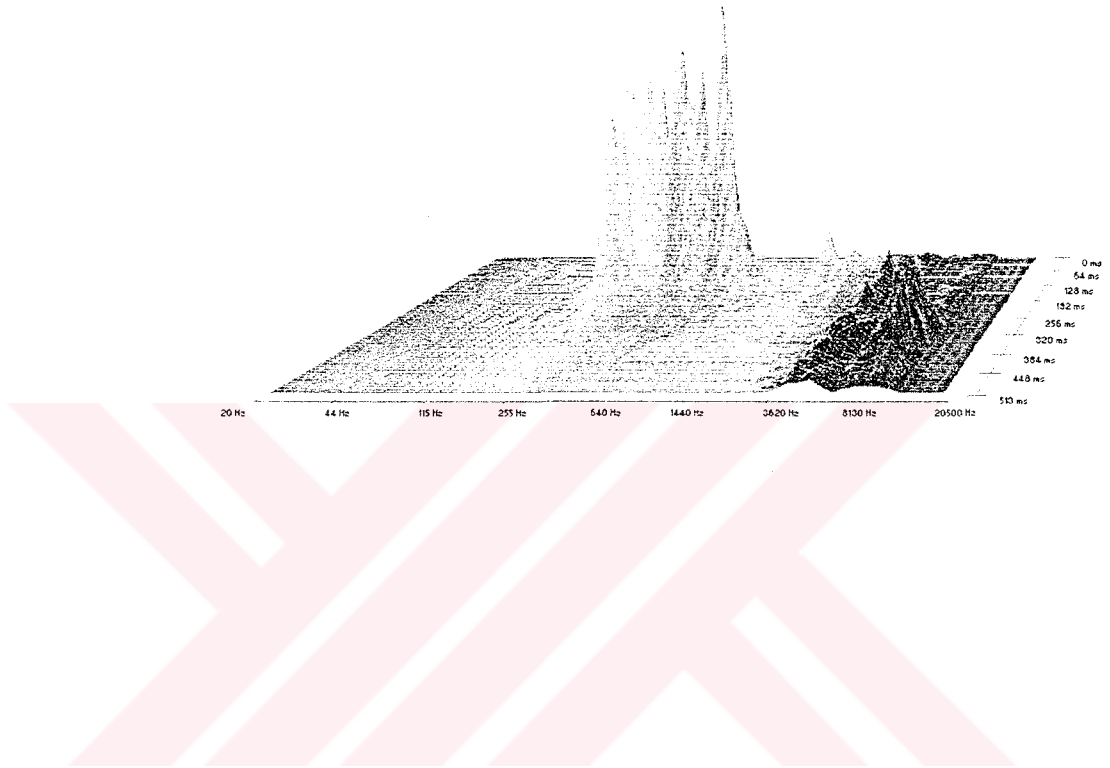
çiz



F(SÜRESİ):20ms
FI: 4764.83 HZ (D7+24 CENTS)
FIII: 8275.07 HZ (C8-20 CENTS)

F(ORTALAMA: 6407.43 HZ(G7+37 CENTS)
FII: 3258.30 HZ (G#6-34 CENTS)
FIV: 5097.69 HZ (D#7+41 CENTS)

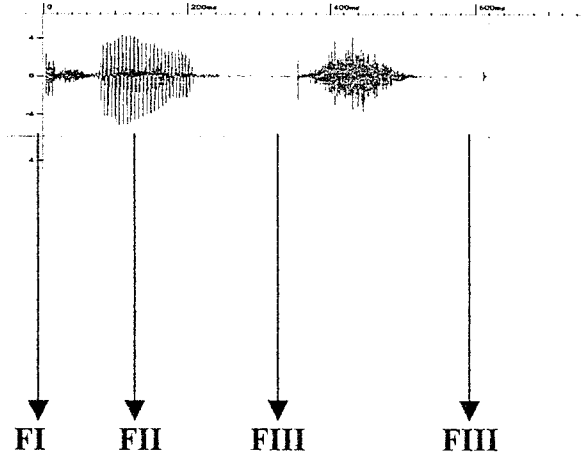
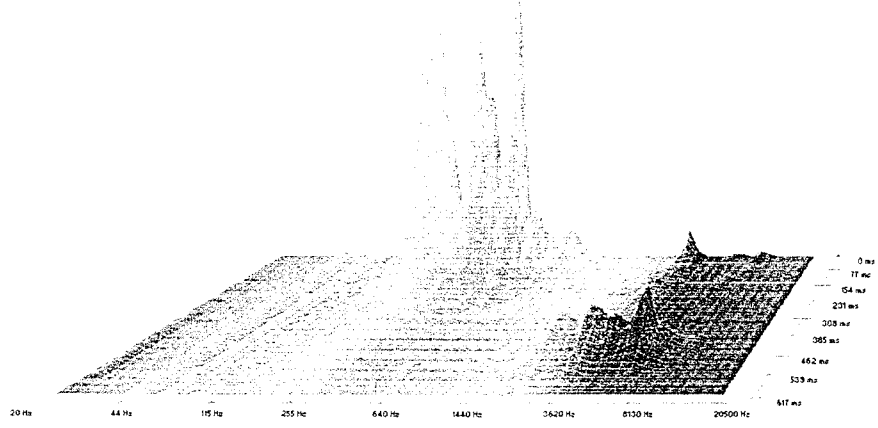
FES



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 8001.59 HZ (B7+21 CENTS)
FIII: 8765.16 HZ (C#8-21 CENTS)

F(ORTALAMA): 6817.47 HZ (G#7+44 CENTS)
F2: 4014.56 HZ (B6+28 CENTS)
FIV: 4871.61 HZ (D#7-37 CENTS)

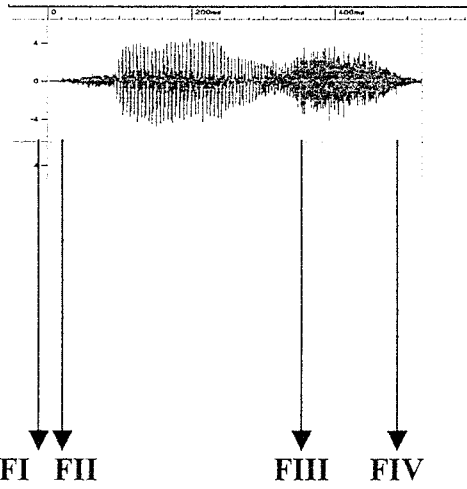
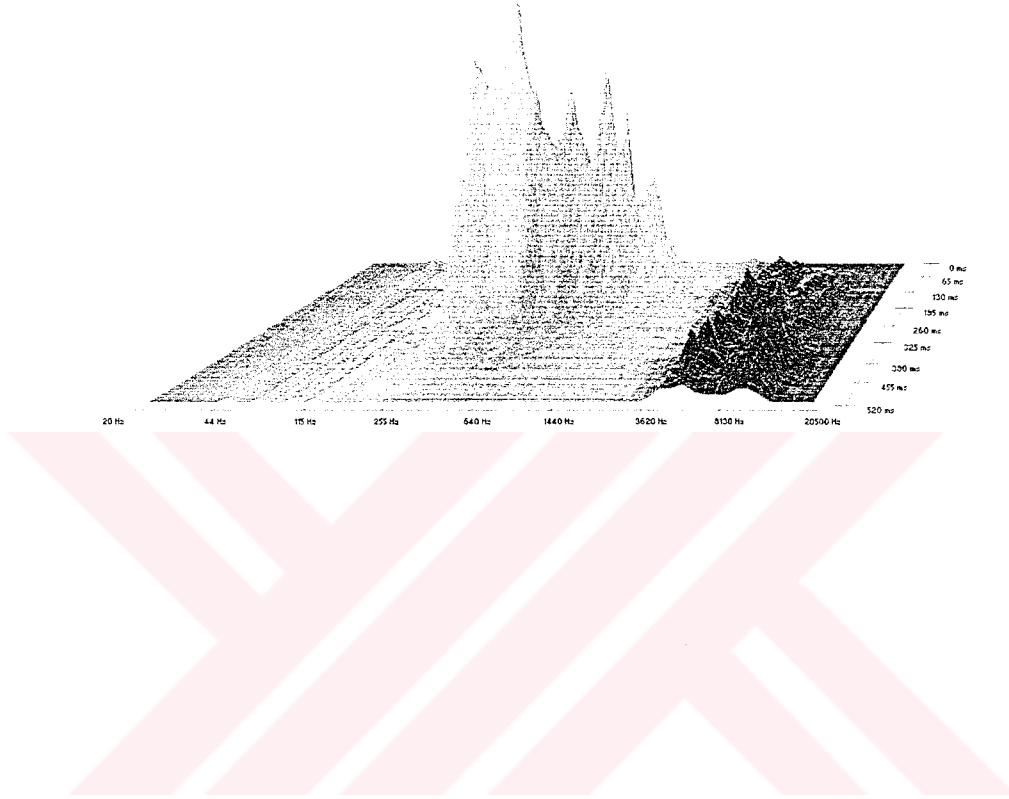
KOÇ



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 5187.45 HZ (E7-29 CENTS)
FIII: 8025.21 HZ (B7+27 CENTS)

F(ORTALAMA): 6193.75 HZ (G7-22 CENTS)
FII: 4191.66 HZ (C7+2 CENTS)
FIV: 6783.01 HZ (G#7+36 CENTS)

HAZ



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 4819.25 HZ (D7+44 CENTS)

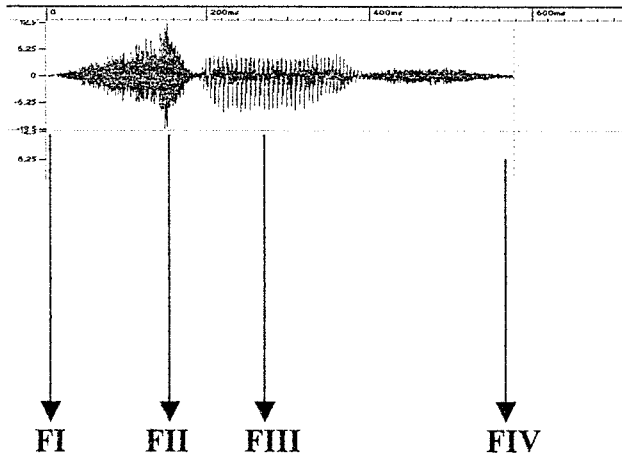
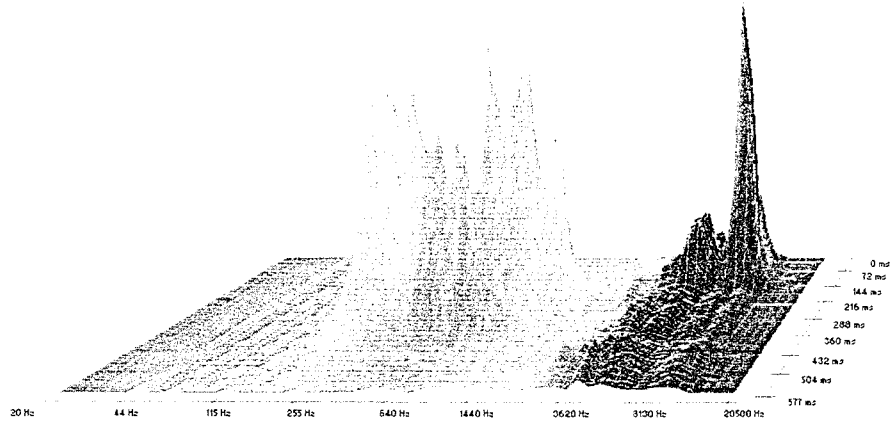
FIII: 8758.38 HZ (C#8-22 CENTS)

F(ORTALAMA): 6472.38 HZ(G#7-46 CENTS)

FII: 5073.92 HZ (D#7+33 CENTS)

FIV: 5213.27 HZ (E7-20 CENTS)

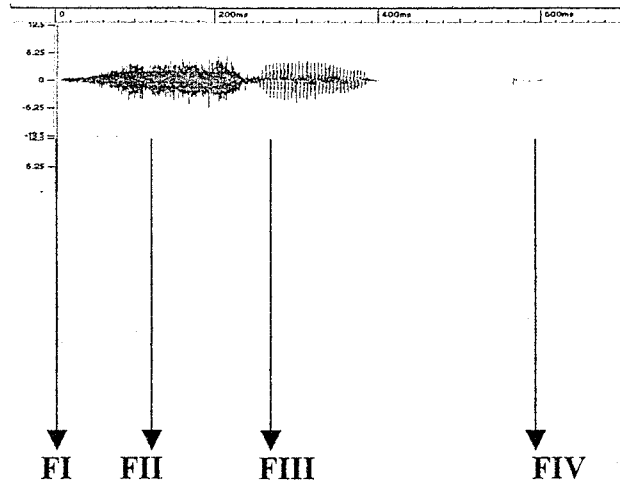
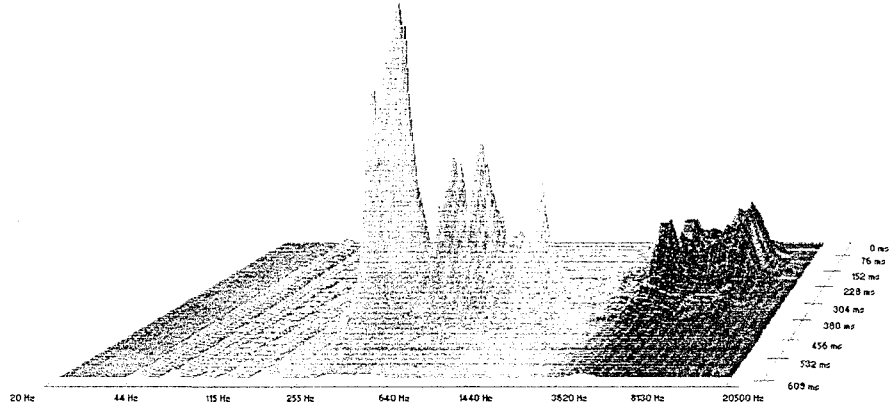
SAF



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 6430.48 HZ (G7+43 CENTS)
FIII: 5529.78 HZ (F7-18 CENTS)

F(ORTALAMA): 6707.26 HZ (G#7+16 CENTS)
FII: 9201.03 HZ (D8-37 CENTS)
FIV: 5775.73 HZ (E7+1 CENTS)

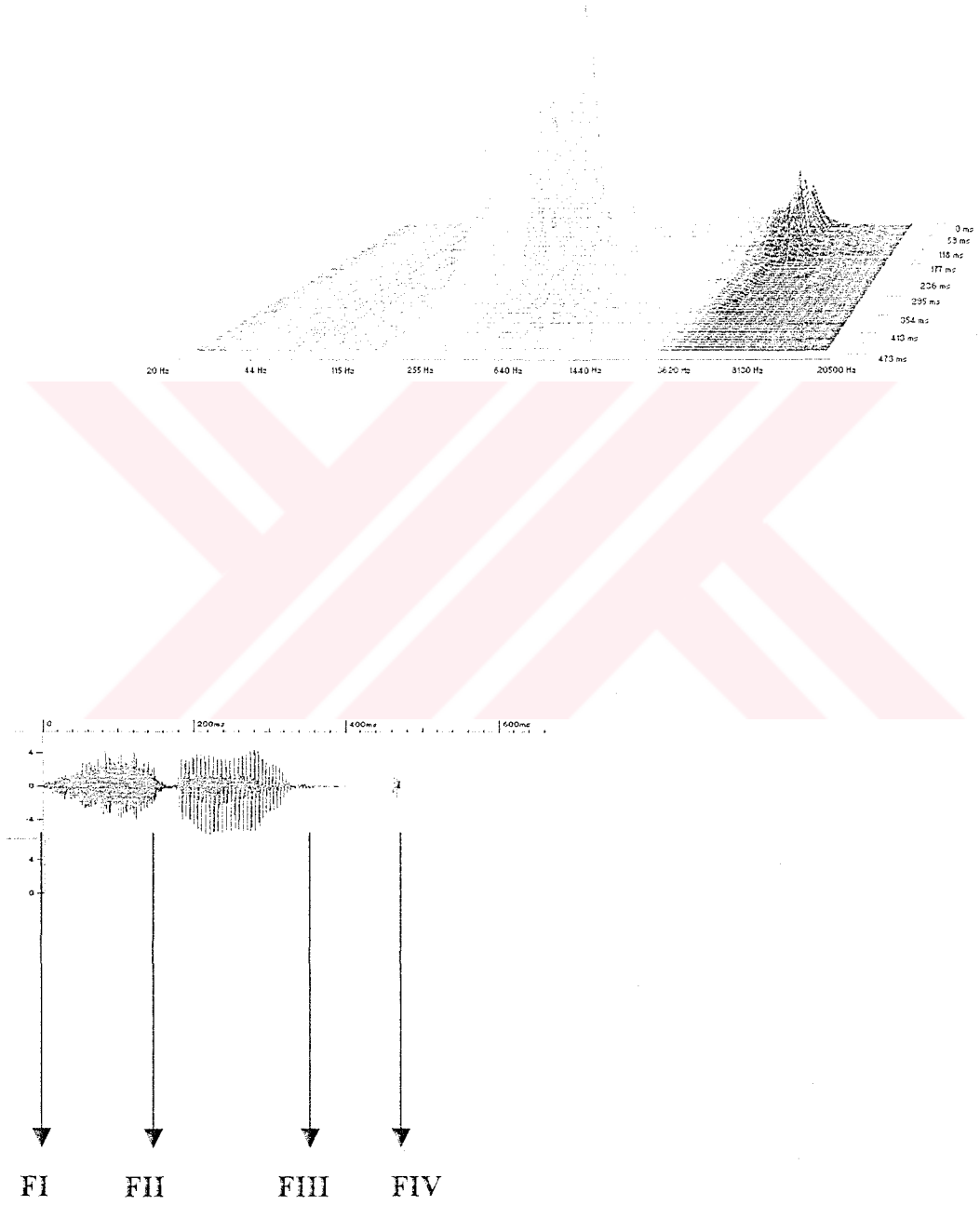
SAP



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 5034.02 HZ (D#7+19 CENTS)
FIII: 4976.40 HZ (D#7-1 CENTS)

F(ORTALAMA): 6806.01 HZ (G#7+41 CENTS)
FII: 8926.65 HZ (C#8+11 CENTS)
FIV: 4735.21 HZ (D7+13 CENTS)

ŞOK



F(SÜRESİ): 20ms

FI: 6165.61 HZ (G7-30 CENTS)

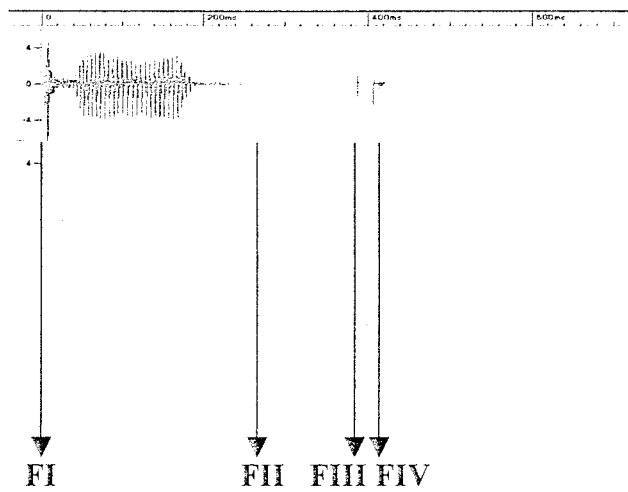
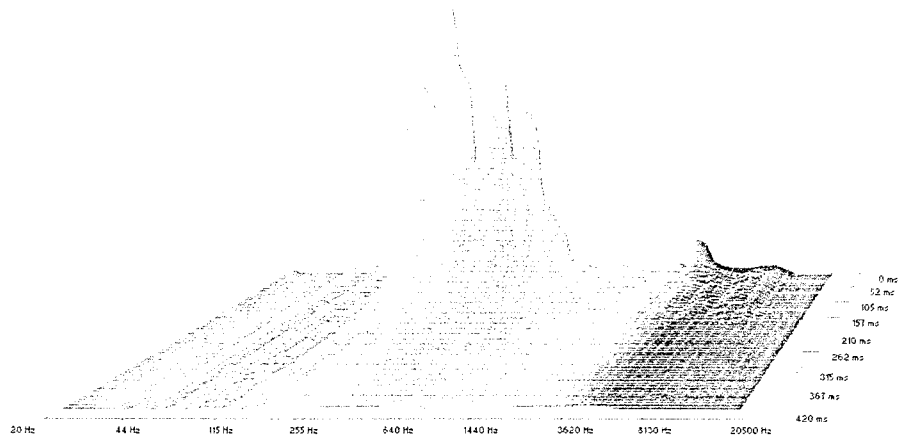
FIII: 9649.05 HZ (D8+46 CENTS)

F(ORTALAMA): 6872.91 HZ (A7-42 CENTS)

FII: 5483.47 HZ (F7-33 CENTS)

FIV: 6637.59 HZ (G#7-2 CENTS)

TOP



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 4688.76 HZ (D7-4 CENTS)

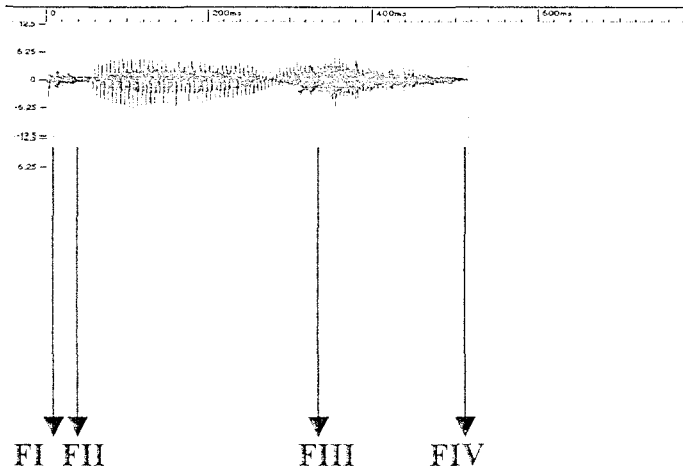
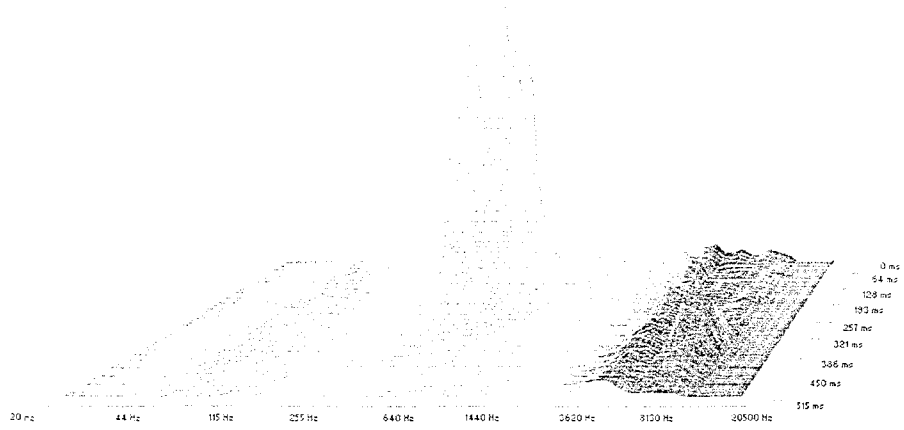
FIII: 5685.35 HZ (F7+30 CENTS)

F(ORTALAMA): 6847.68 HZ (A7-48 CENTS)

FII: 8004.18 HZ (B7+22 CENTS)

FIV: 4513.03 HZ (C#7+30 CENTS)

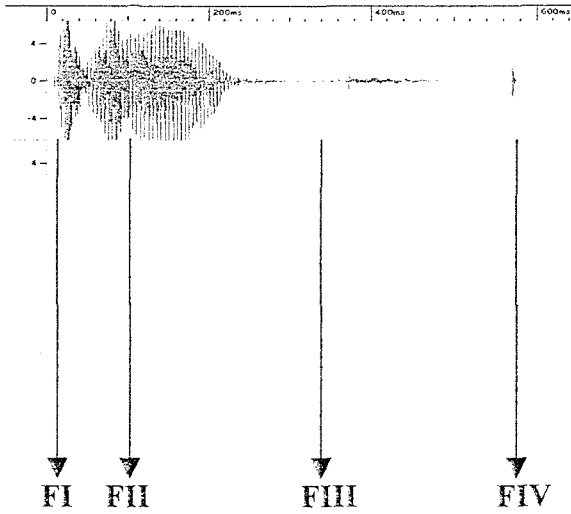
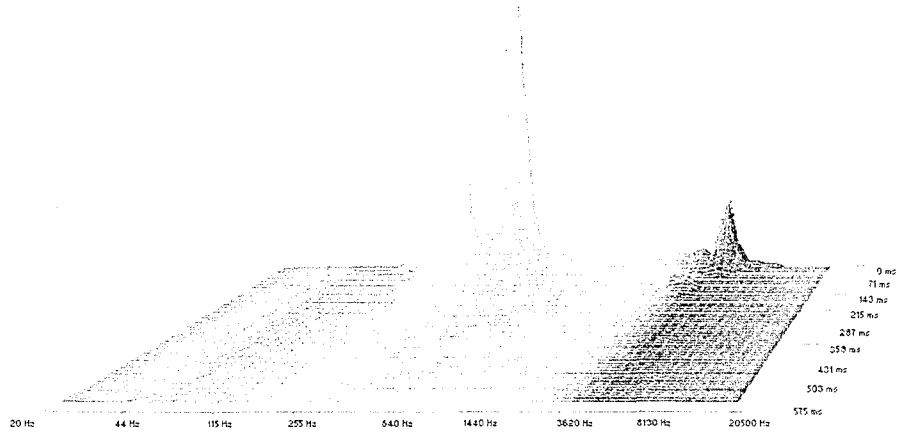
TEZ



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 6377.02 HZ (G7+29 CENTS)
FIII: 9257.89 HZ (D8-26 CENTS)

F(ORTALAMA): 6942.90 HZ (A7-24 CENTS)
FII: 5130.85 HZ (E7-48 CENTS)
FIV: 4898.21 HZ (D#7-28 CENTS)

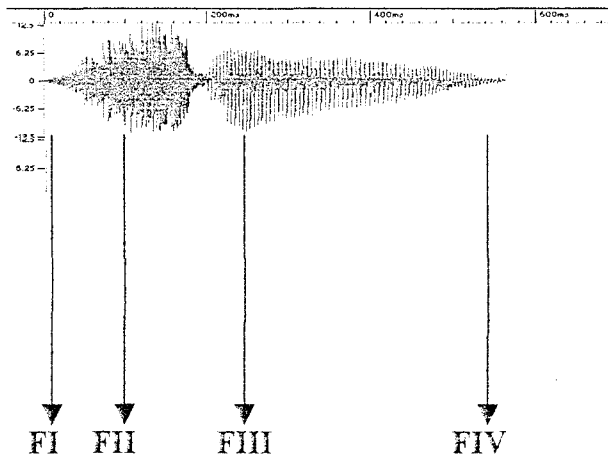
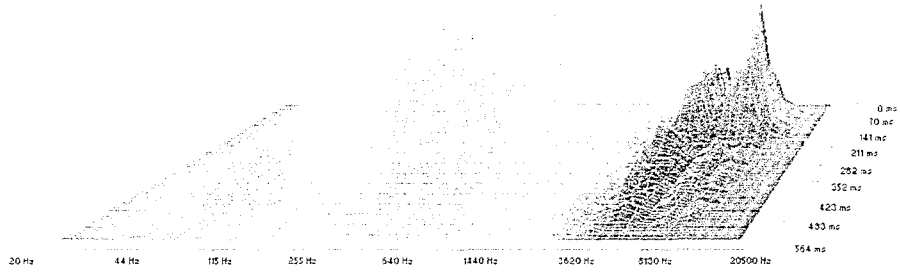
COP



F (SÜRESİ): 20 ms
FI: 6758.63 HZ (G#7+29 CENTS)
FIII: 8518.00 HZ (C8+30 CENTS)

F (ORTALAMA): 7447.64 HZ (A#7-3 CENTS)
FII: 5841.55 HZ (F#7-23 CENTS)
FIV: 7257.86 HZ (A#7-47 CENTS)

SAĞ



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 5508.25 HZ (F7-25 CENTS)

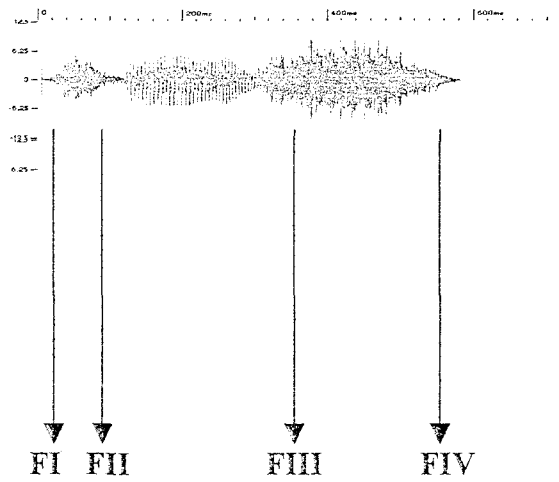
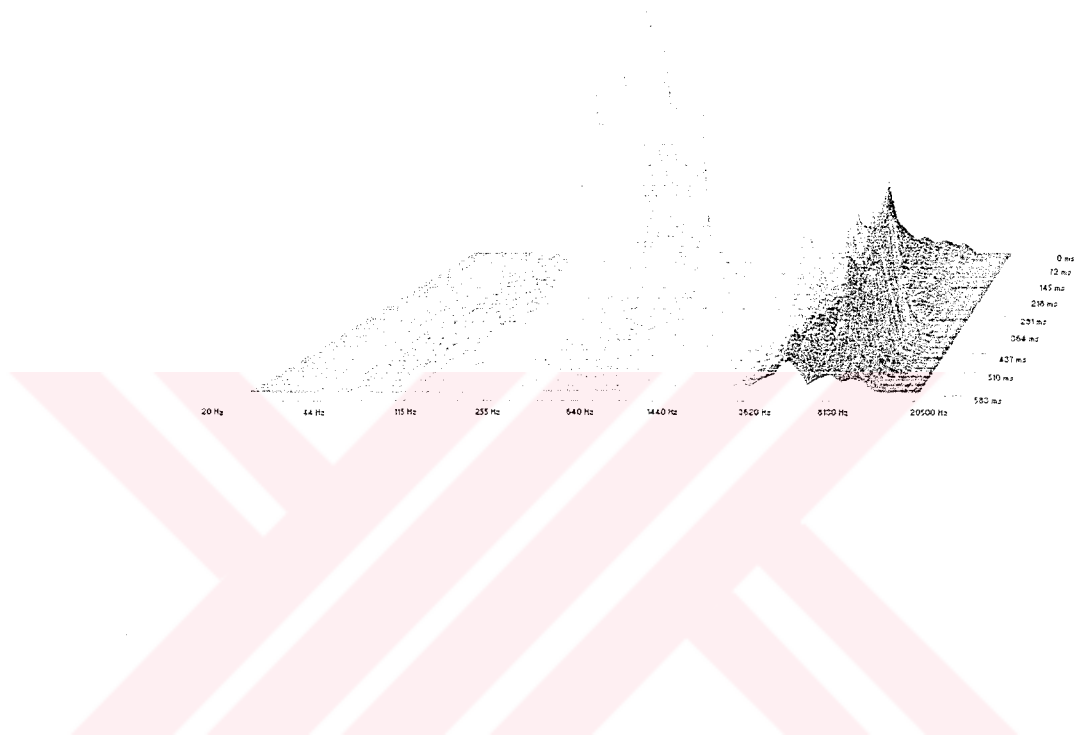
FIII: 5214.99 HZ (E7-19 CENTS)

F(ORTALAMA): 7054.31 HZ(A7+4 CENTS)

FII: 9537.83 HZ (D8+26 CENTS)

FIV: 7743.30 HZ (B7-35 CENTS)

KES



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 5111.94 HZ (D#7-+46 CENTS)

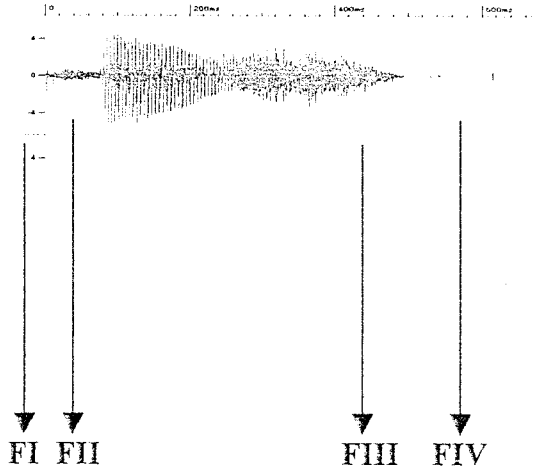
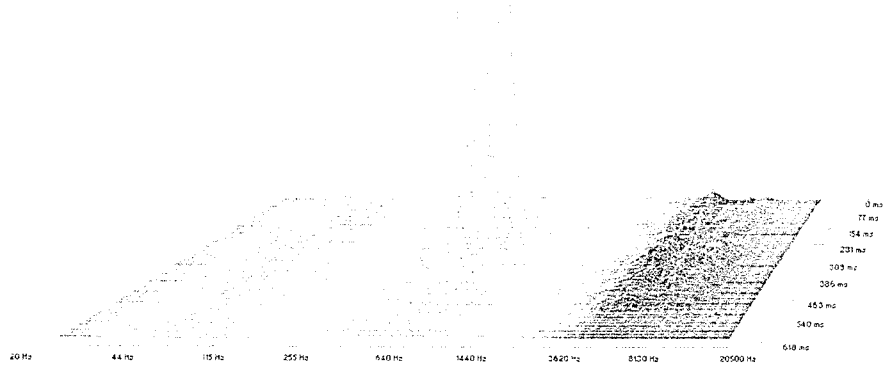
FIII: 9277.29 HZ (D8-22 CENTS)

F(ORTALAMA): 7214.60 HZ (A7+42 CENTS)

FII: 3947.80 HZ (B6-1 CENTS)

FIV: 5375.17 (E7+33 CENTS)

KIZ



F(SÜRESİ): 20 MS

FI: 7611.12 HZ (A#7+35 CENTS)

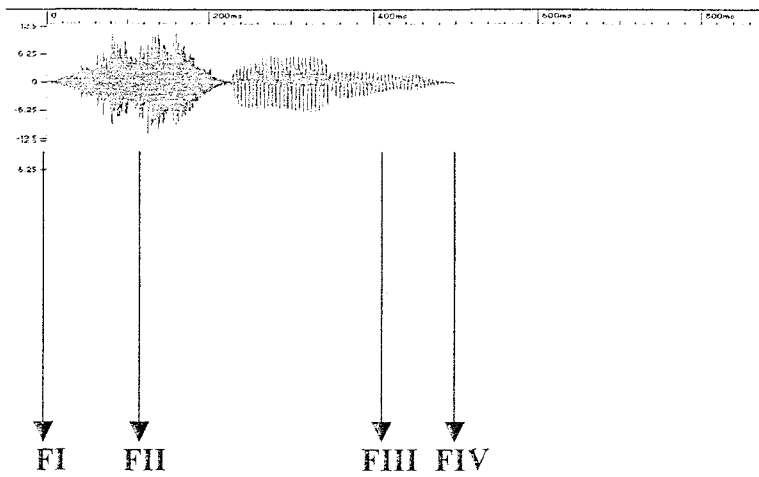
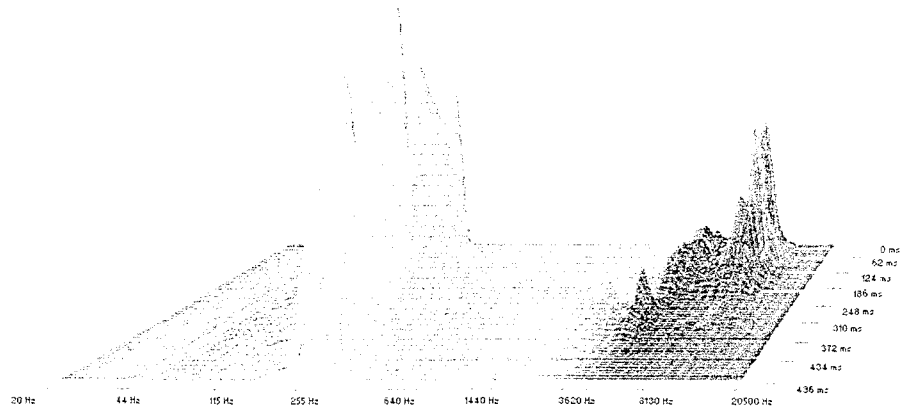
FIII: 5951.58 HZ (F#7+9 CENTS)

F(ORTALAMA): 7525.38 HZ (A#7+15 CENTS)

FII: 8547.33 HZ (C8+36 CENTS)

FIV: 7078.79 HZ (A7+10 CENTS)

SİM



F(SÜRESİ): 20 ms

F1: 4944.93 HZ (D#7-12 CENTS)

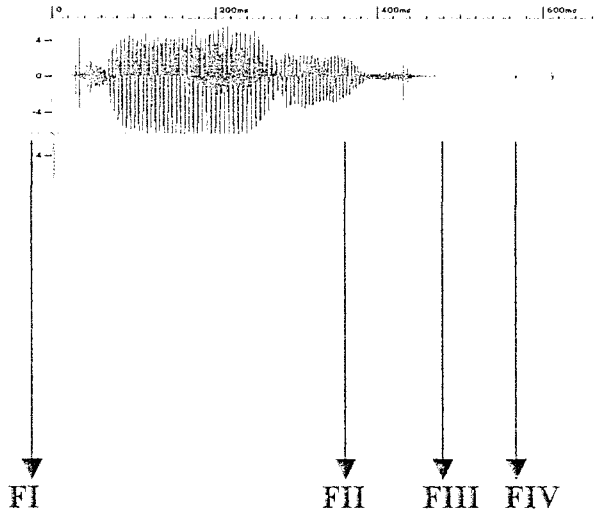
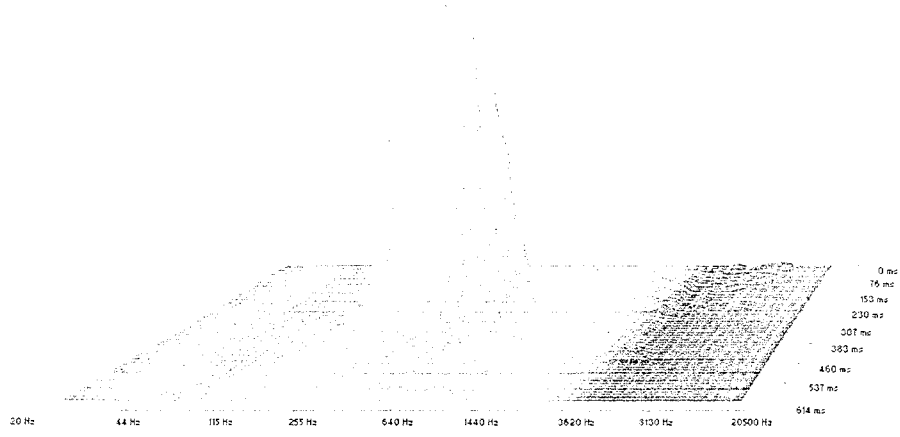
FIII: 3573.01 HZ (A6+26 CENTS)

F(ORTALAMA): 7289.29 HZ (A#7-40 CENTS)

FII: 9848.68 HZ (D#8-19 CENTS)

FIV: 6868.27 HZ (A7-43 CENTS)

DİL



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 10941.48 HZ (F8-37 CENTS)

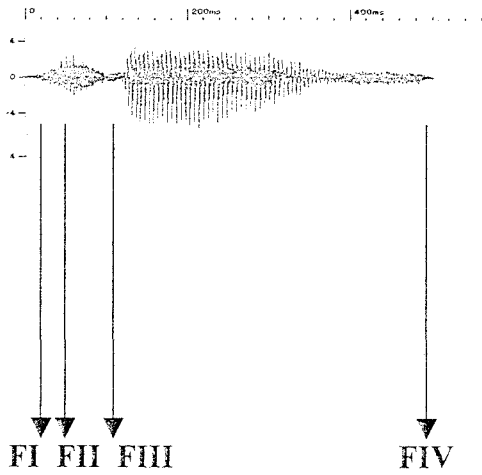
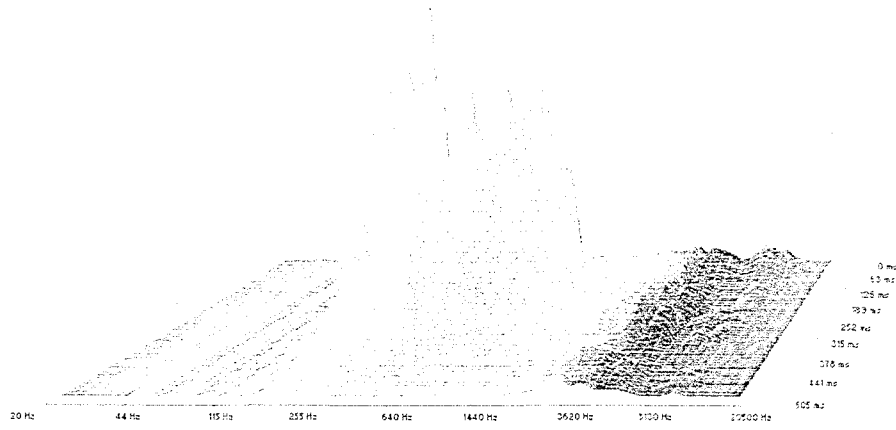
FIII: 11279.14 HZ (F8+16 CENTS)

F(ORTALAMA): 9749.17 HZ (D#8-36 CENTS)

FII: 6847.76 HZ (A7-48 CENTS)

FIV: 10793.59 HZ (E8+40 CENTS)

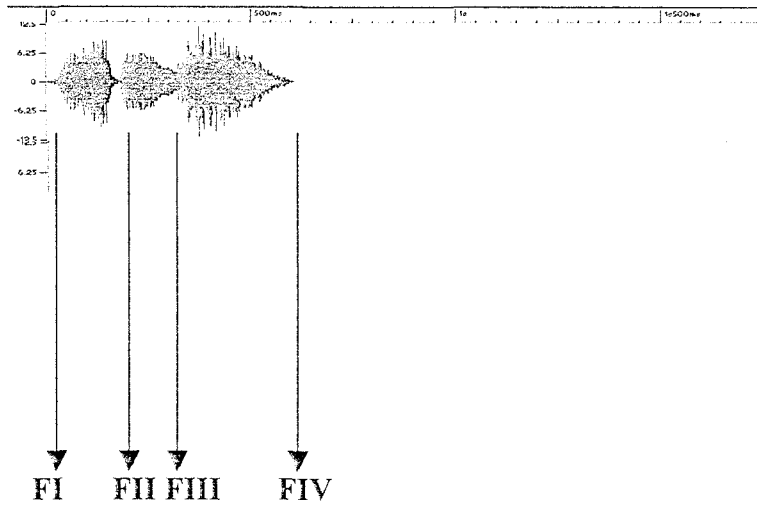
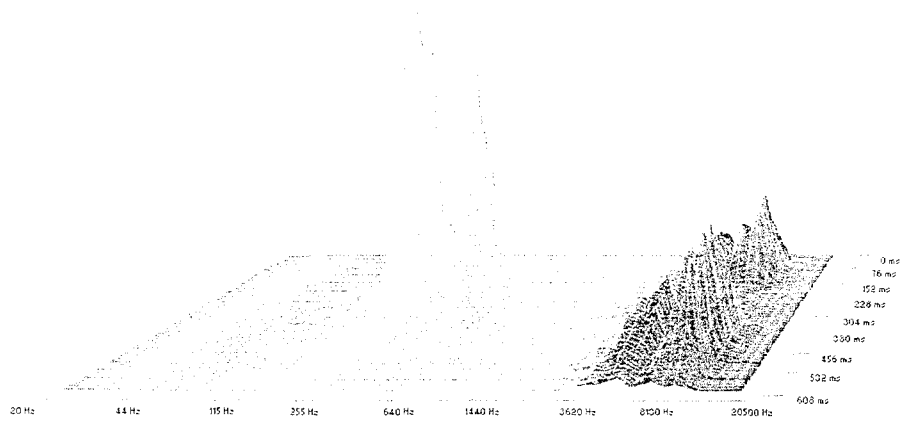
FAR



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 11171.97 HZ (F8-1 CENTS)
FIII: 7097.84 HZ (A7+14 CENTS)

F(ORTALAMA): 9309.87 HZ (D8-16 CENTS)
FII: 10899.16 HZ (F8-43 CENTS)
FIV: 8811.00 HZ (C#8-12 CENTS)

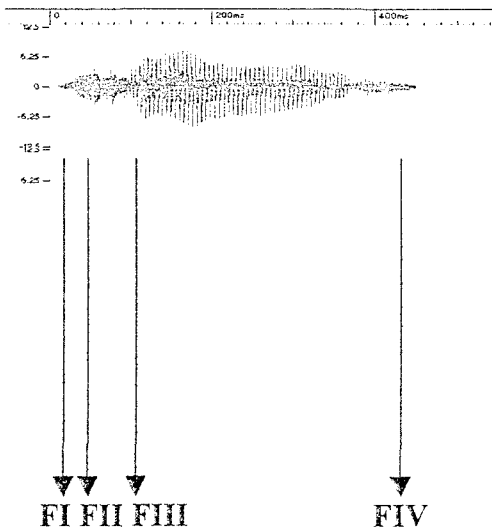
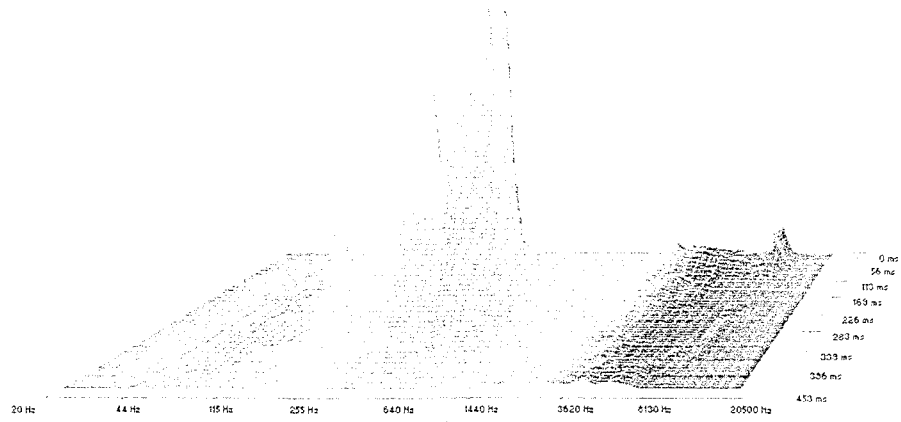
sis



F(SÜRESİ): 20 ms
F1: 9280.51 HZ (D8-22 CENTS)
FIII: 10457.73 HZ (E8-15 CENTS)

F(ORTALAMA): 9944.42 HZ (D#8-2 CENTS)
FII: 8525.32 HZ (C8+31 CENTS)
FIV: 9731.68 HZ (D#8-39 CENTS)

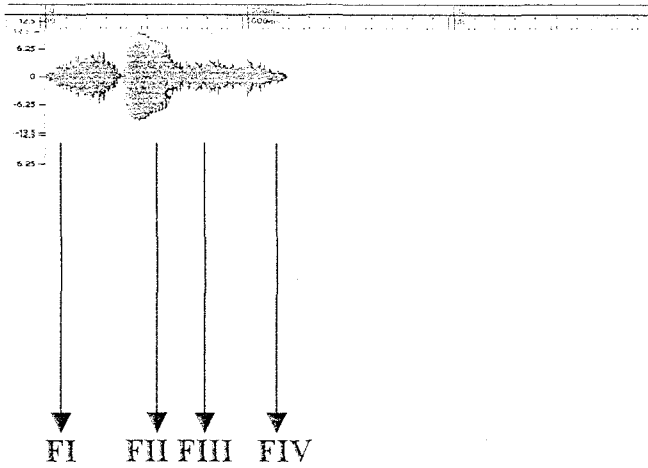
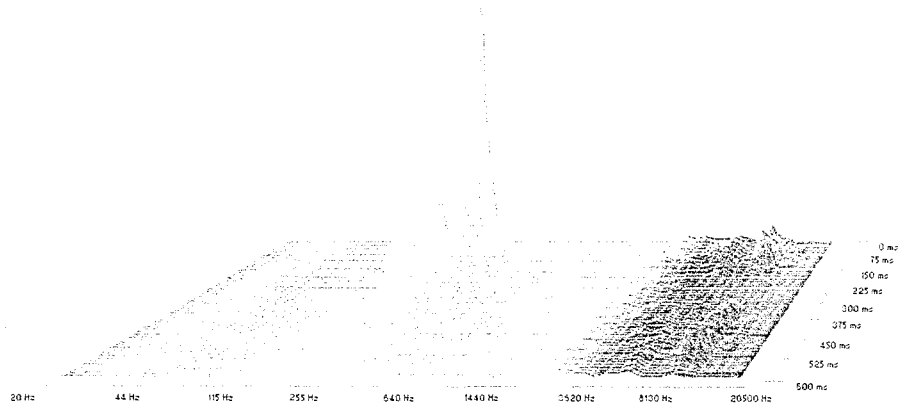
ZOR



F(SÜRESİ): 20 ms
F1: 9472.61 HZ (D8+14 CENTS)
FII: 8408.46 HZ (C8+8 CENTS)

F(ORTALAMA): 9760.97 HZ (D#8-34 CENTS)
FII: 11153.46 HZ (F8-3 CENTS)
FIV: 7891.56 HZ (B7-2 CENTS)

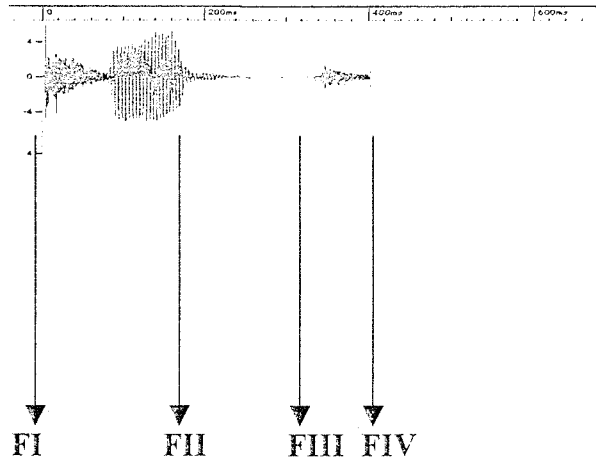
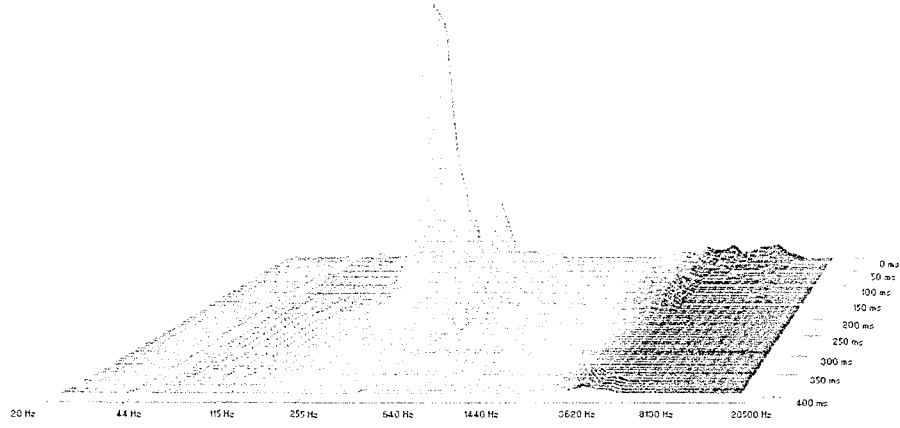
SUS



F(SÜRESİ): 20 ms
F1: 9808.20 HZ (D#8-26 CENTS)
FIII: 8984.87 HZ (C#8+22 CENTS)

F(ORTALAMA): 10652.21 HZ (E8+17 CENTS)
FII: 11420.97 HZ (F8+38 CENTS)
FIV: 8460.68 HZ (C8+18 CENTS)

TİP



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 10362.50 HZ (E8-31 CENTS)

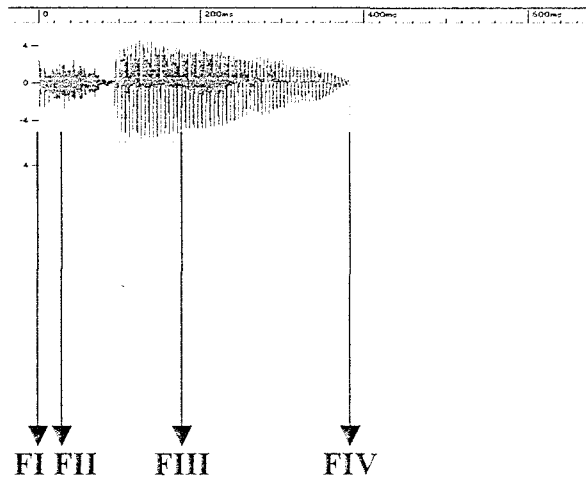
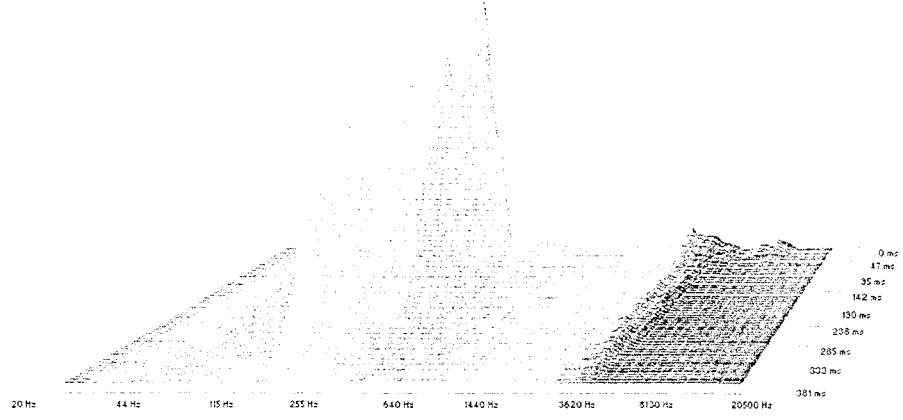
FIII: 11449.66 HZ (F8+42 CENTS)

F(ORTALAMA): 9908.24 HZ (D#8-8 CENTS)

FII: 8782.54 HZ (C#8-17 CENTS)

FIV: 7312.77 HZ (A#7-34 CENTS)

TÜY



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 4009.13 HZ (B6+25 CENTS)

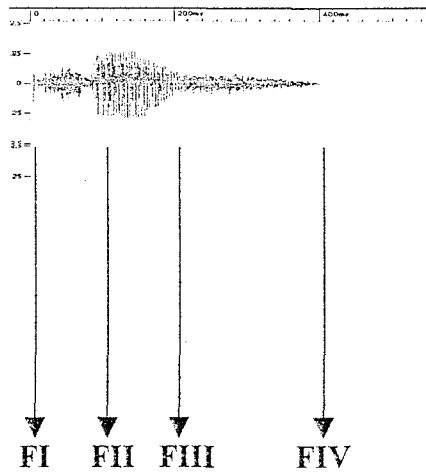
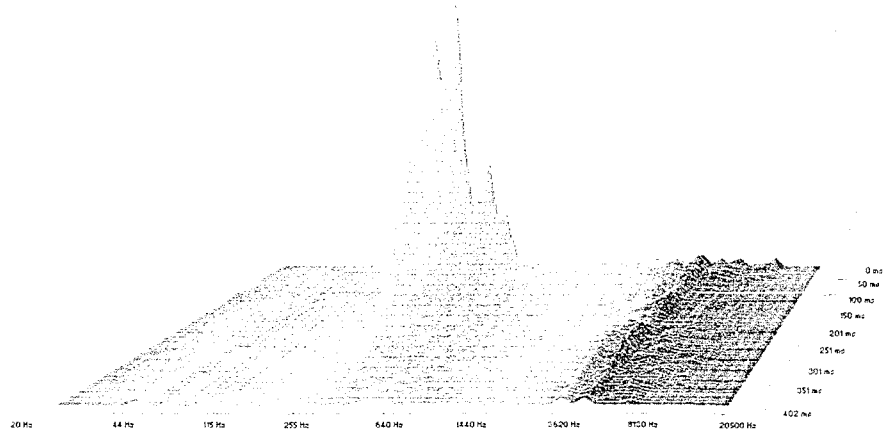
FIII: 4568.62 HZ (D7-49 CENTS)

F(ORTALAMA): 4151.78 HZ (C7-14 CENTS)

FII: 3810.23 HZ (A#6+37 CENTS)

FIV: 4032.10 HZ (B6+35 CENTS)

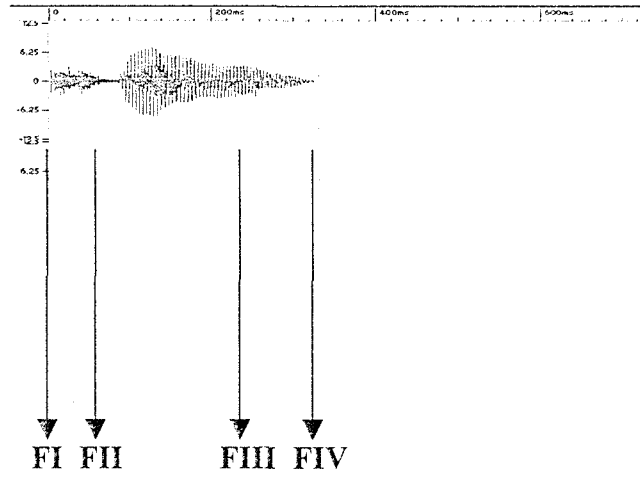
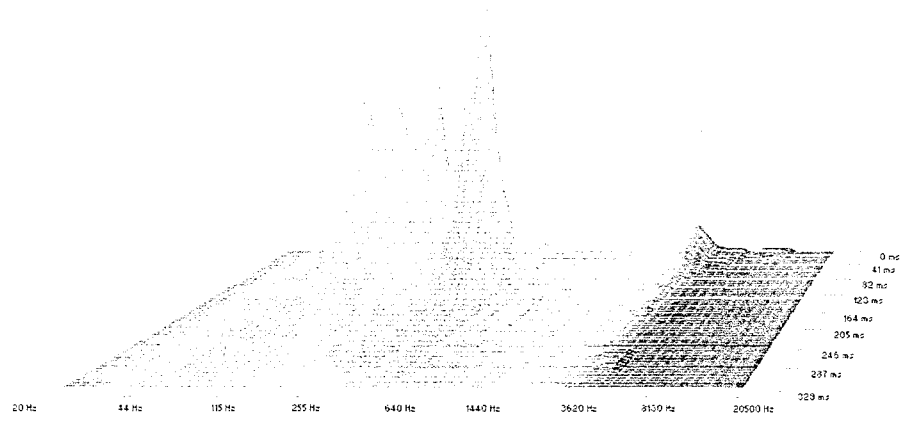
KÜF



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 6401.09 HZ (G7+35 CENTS)
F3: 6434.78 HZ (G7+44 CENTS)

F(ORTALAMA): 5360.06 HZ (E7+28 CENTS)
FII: 3883.10 HZ (B6-30 CENTS)
FIV: 4808.23 HZ (D7+40 CENTS)

TÜM



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 3864.75 HZ (B6-38 CENTS)

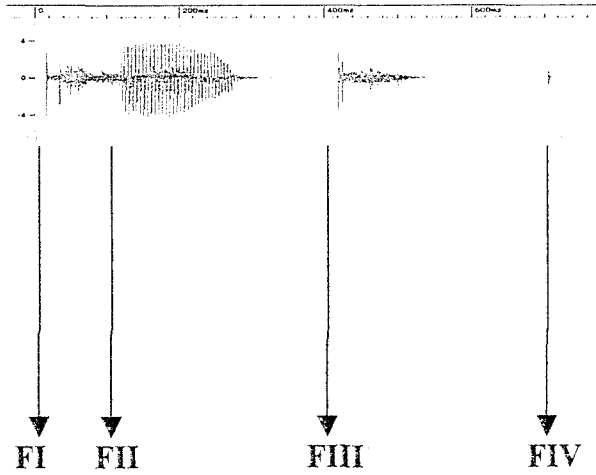
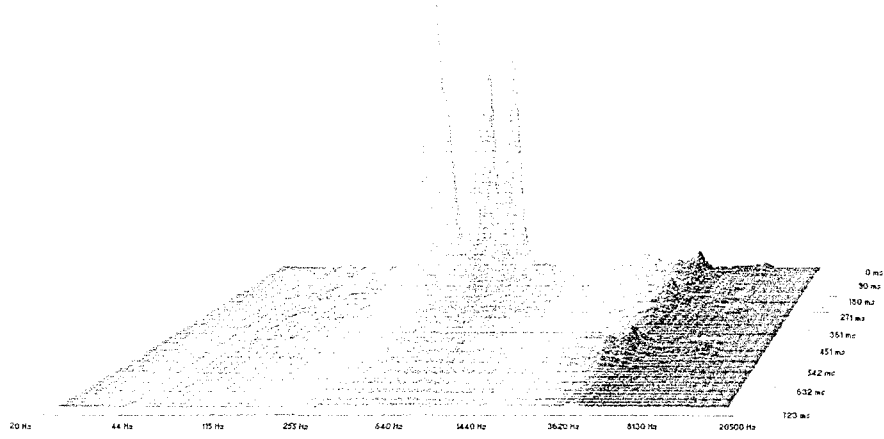
FIII: 4974.63 HZ (D#7-1 CENTS)

F(ORTALAMA): 4257.58 HZ (C7+29 CENTS)

FII: 3874.08 HZ (B6-34 CENTS)

FIV: 4982.11 HZ (D#7+1 CENTS)

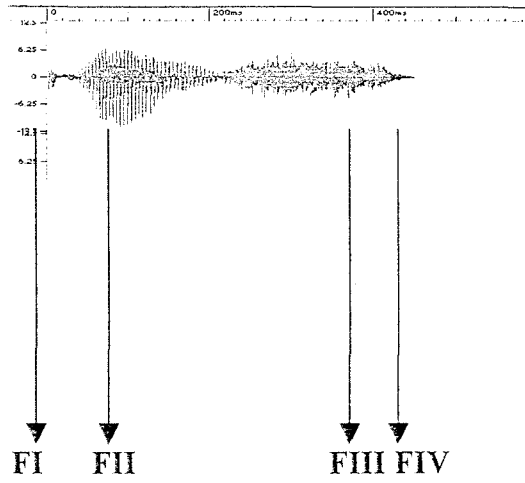
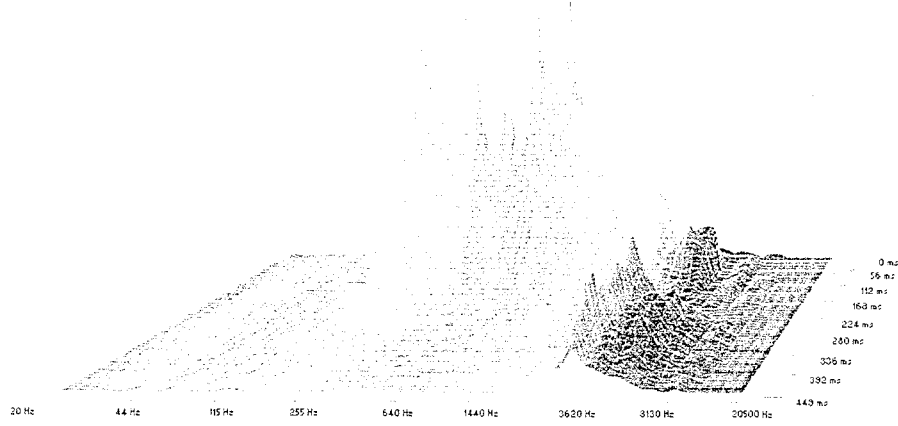
KÖK



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 4856.31 HZ (D#7-43 CENTS)
FIII: 7429.23 HZ (A#7-7 CENTS)

F(ORTALAMA): 5052.63 HZ (D#7+26 CENTS)
FII: 3319.27 HZ (G#6-2 CENTS)
FIV: 4624.68 HZ (D7-27 CENTS)

TAŞ



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 5329.33 HZ (E7+18 CENTS)

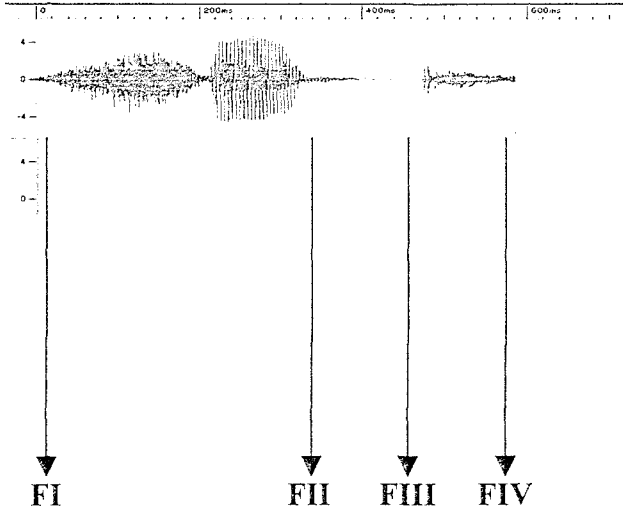
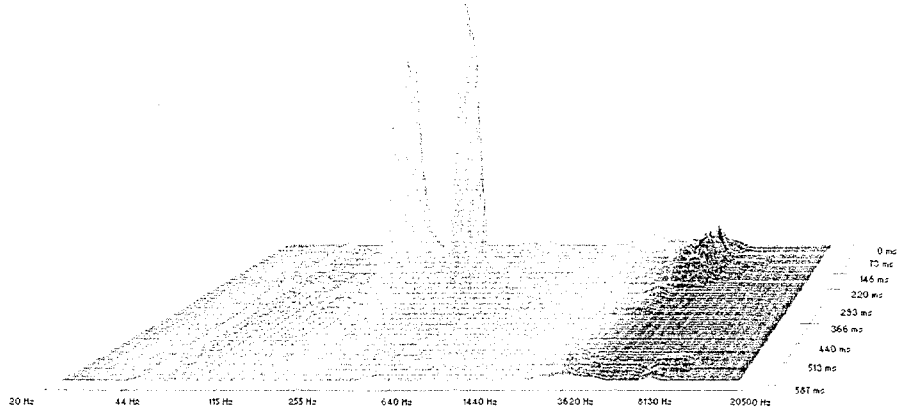
FIII: 4225.66 HZ (C7+16 CENTS)

F(ORTALAMA): 4229.06 HZ (C7+18 CENTS)

FII: 3447.04 HZ (A6-36 CENTS)

FIV: 3471.50 HZ (A6-24 CENTS)

ŞUT



F(SÜRESİ): 20ms

FI: 3324.08 HZ (G#6+1 CENTS)

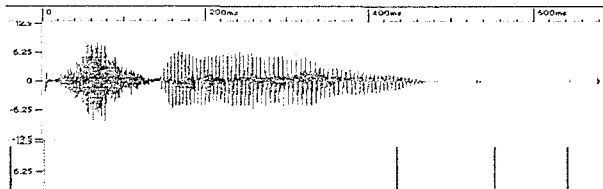
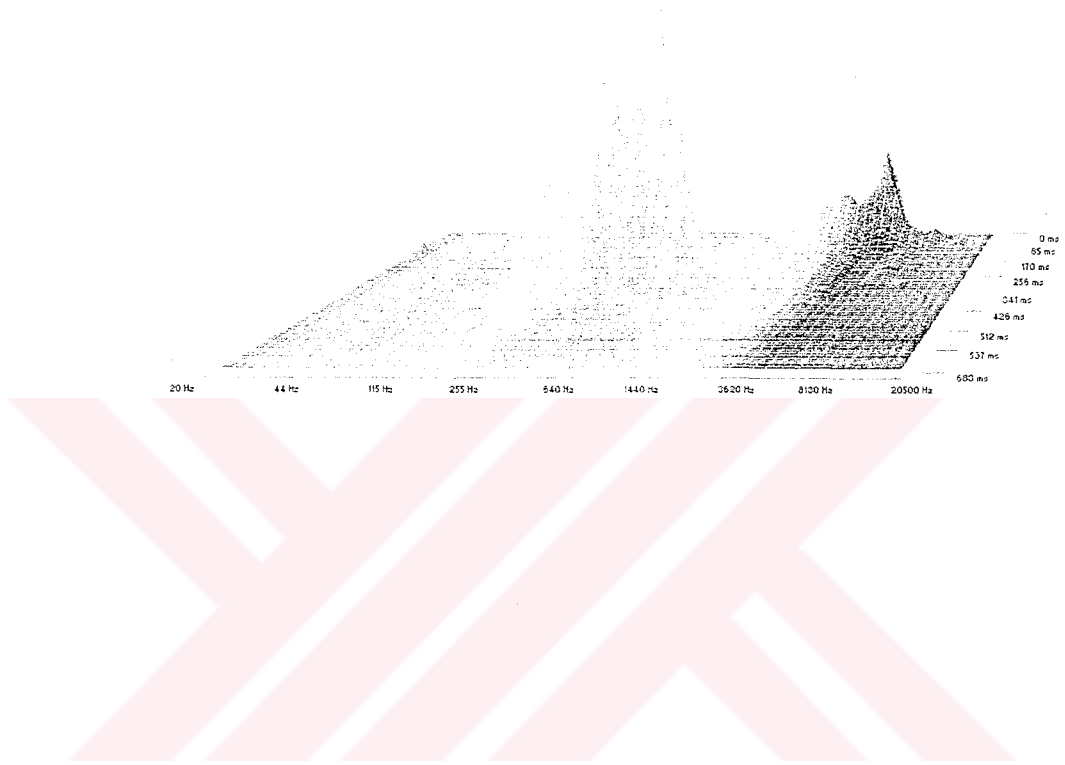
FIII: 7332.85 HZ (A#7-29 CENTS)

F(ORTALAMA): 4428.88 HZ (C#7-2 CENTS)

FII: 2358.58 HZ (D6+7 CENTS)

FIV: 3628.79 HZ (A#6-47 CENTS)

ÇÖL



FI

FII

FIII

FIV

F(SÜRESİ) : 20ms

FI: 4526.44 HZ (C#7+35 CENTS)

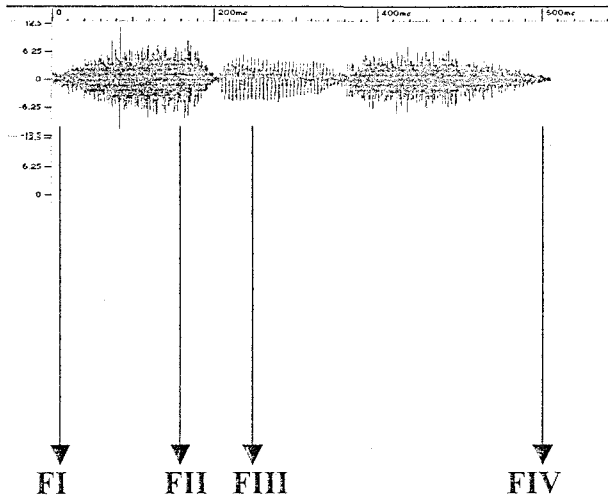
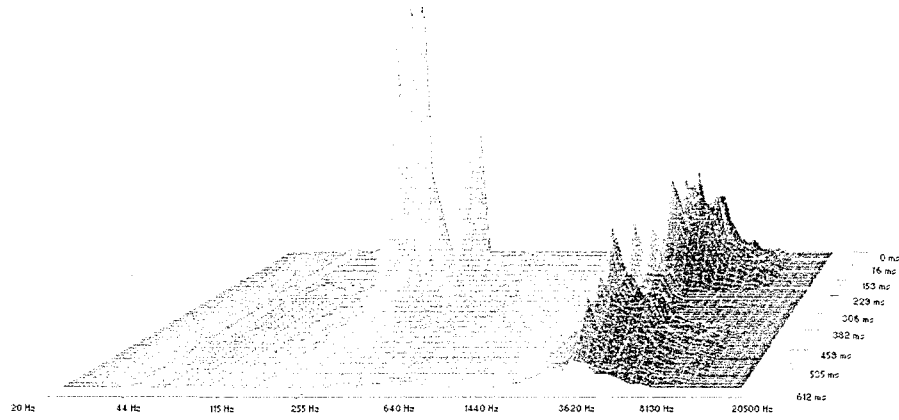
FIII: 6679.94 HZ (C#7+9 CENTS)

F(ORTALAMA): 5050.87 HZ (D#7+25 CENTS)

FII: 4141.09 HZ (C7-19 CENTS)

FIV: 6118.33 HZ (G7-43 CENTS)

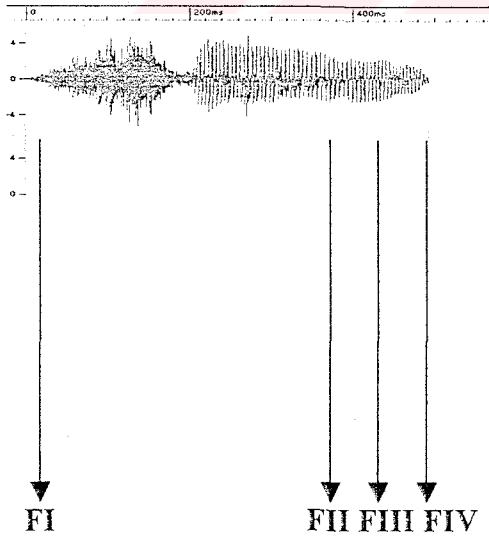
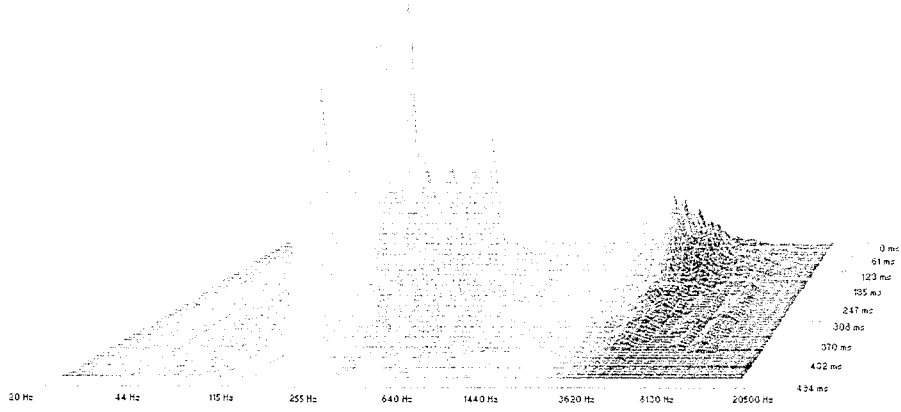
ŞİŞ



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 4329.32 HZ (C#7-42 CENTS)
FIII: 3201.20 HZ (G6+36 CENTS)

F(ORTALAMA): 4414.33 HZ (C#7-8 CENTS)
FII: 4999.41 HZ (D#7+7 CENTS)
FIV: 3851.06 HZ (B6-44 CENTS)

ŞEN



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 4626.81 HZ (D7-27 CENTS)

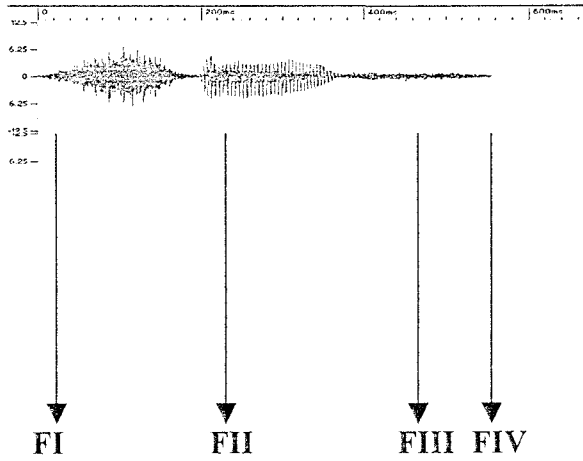
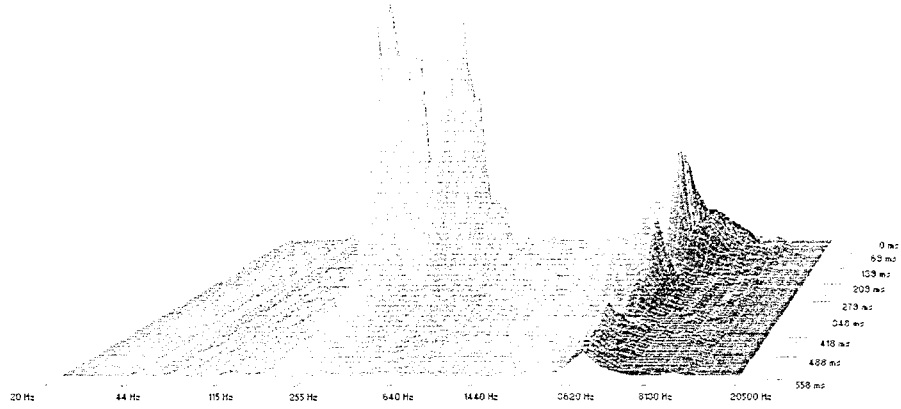
FIII: 3299.32 HZ (G#6-12 CENTS)

F(ORTALAMA): 4267.95 HZ (C7+37 CENTS)

FII: 7001.74 HZ (A7-9 CENTS)

FIV: 3596.85 HZ (A6+37 CENTS)

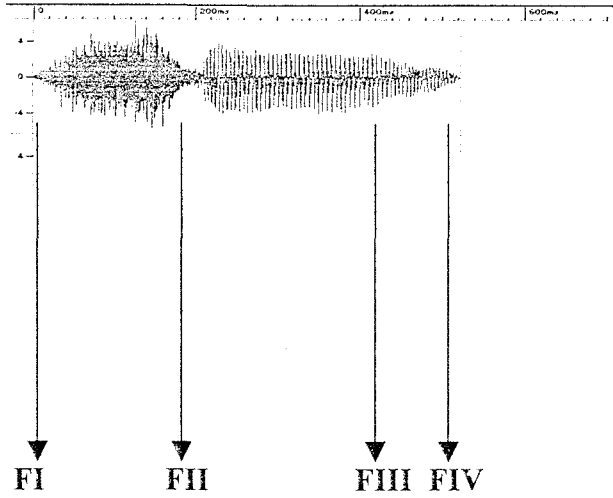
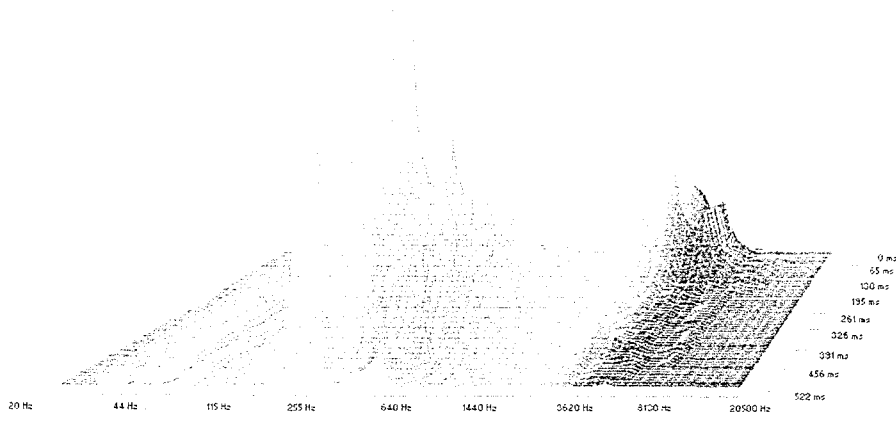
ŞEF



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 4203.49 HZ (C7+7 CENTS)
FII: 5287.48 HZ (E7+4 CENTS)

F(ORTALAMA): 4070.31 HZ (C7-49 CENTS)
FII: 3277.35 HZ (G#6-24 CENTS)
FIV: 3754.57 HZ (A#6+12 CENTS)

ŞAL



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 4267.27 HZ (C7+33 CENTS)

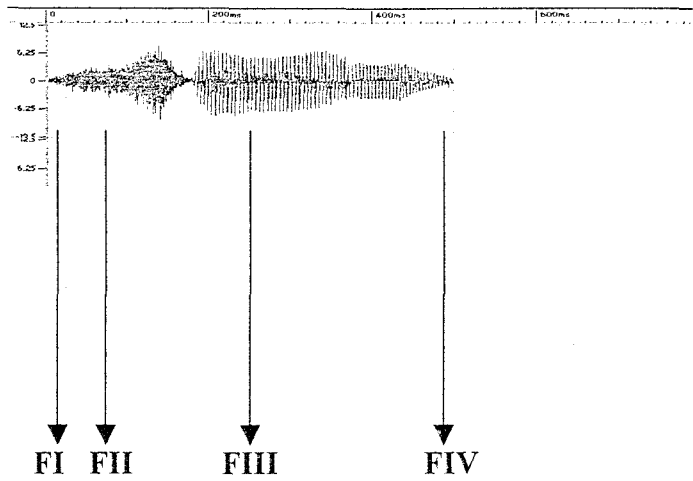
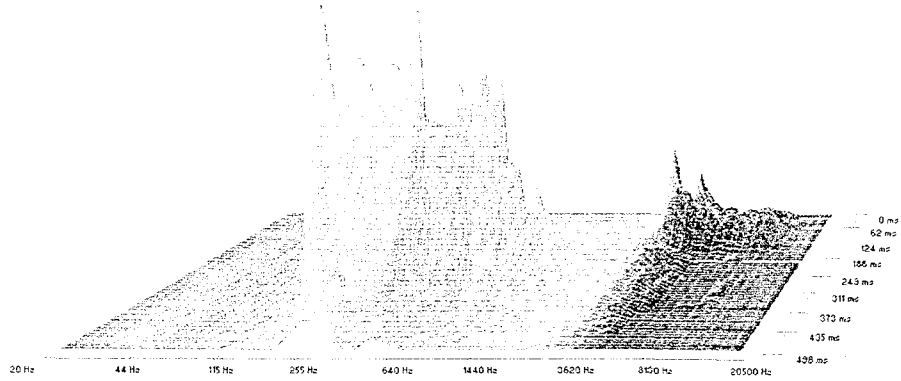
FIII: 5800.79 HZ (F#7-35 CENTS)

F(ORTALAMA): 4879.72 HZ (D#7-35 CENTS)

FII: 4012.96 HZ (B6+27 CENTS)

FIV: 5760.38 HZ (F#7-47 CENTS)

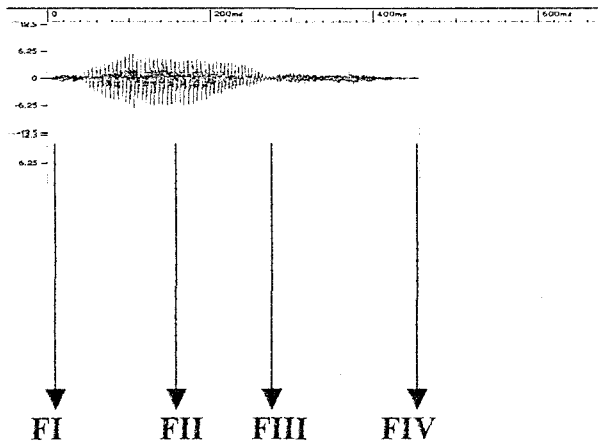
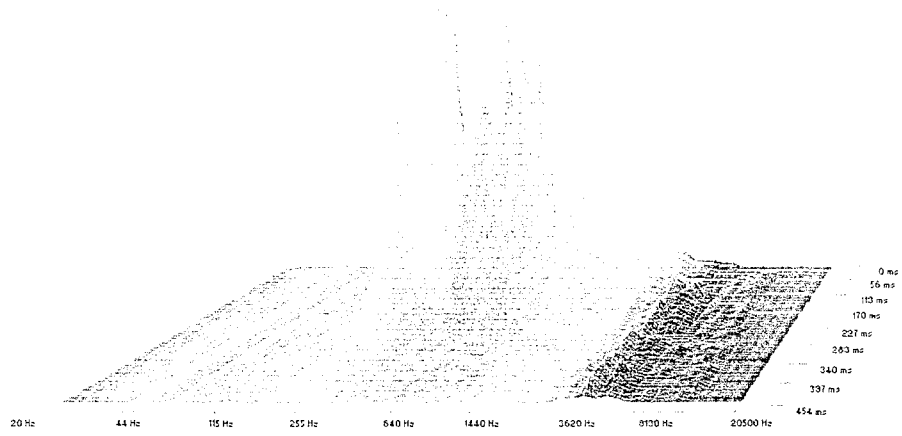
SON



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 4471.10 HZ (C#7+14 CENTS)
FIII: 4752.17 HZ (D7+20 CENTS)

F(ORTALAMA): 4889.73 HZ (D#7-31 CENTS)
FII: 5469.13 HZ (F7-37 CENTS)
FIV: 5020.78 HZ (D#7+15 CENTS)

RAF



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 3130.32 HZ (G6-3 CENTS)

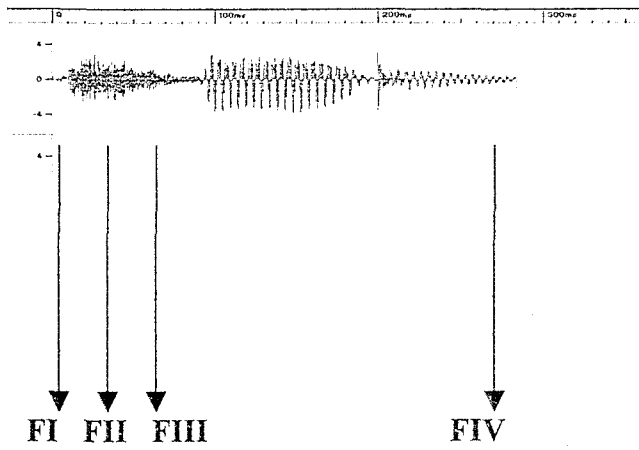
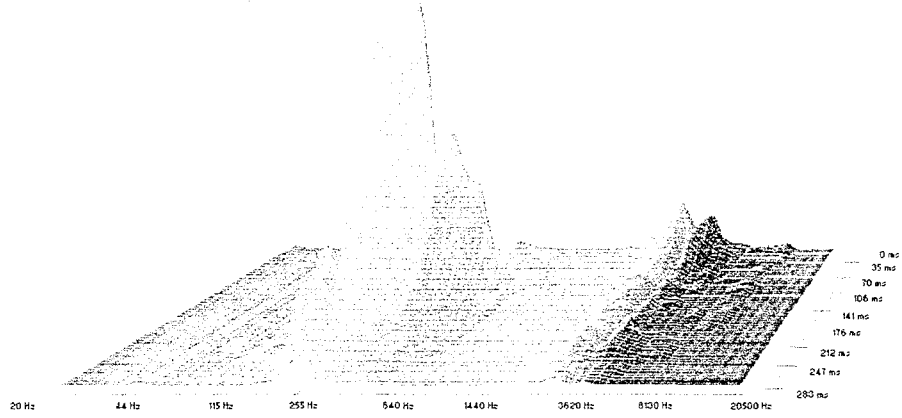
FIII: 5068.53 HZ (D#7+31 CENTS)

F(ORTALAMA): 4269.07 HZ (C7+34 CENTS)

FII: 3195.43 HZ (G6+33 CENTS)

FIV: 4933.12 HZ (D#7-16 CENTS)

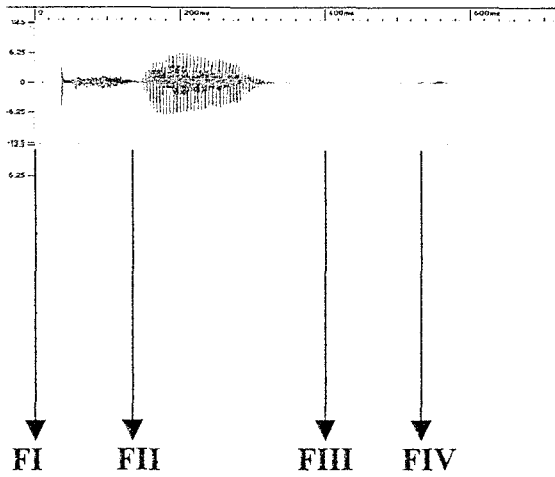
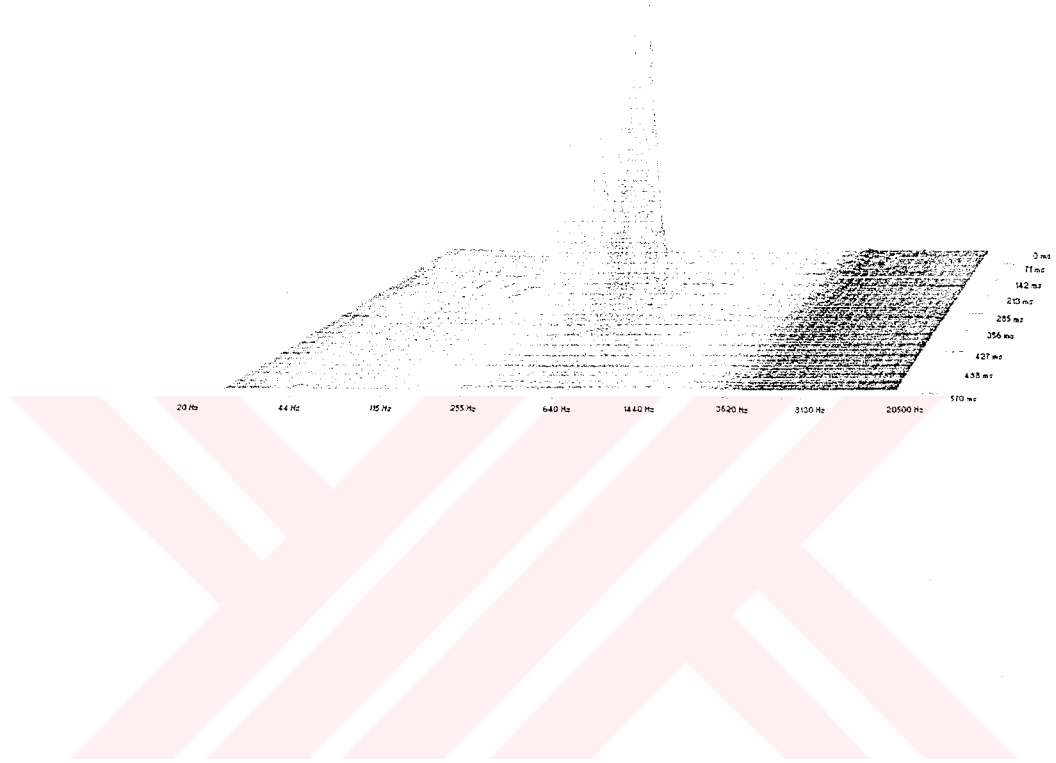
PİL



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 4070.48 HZ (C7-48 CENTS)
FIII: 3775.90 HZ (A#6+21 CENTS)

F(ORTALAMA): 4088.55 HZ (C7-41 CENTS)
FII: 4327.17 HZ (C#7-43 CENTS)
FIV: 4163.81 HZ (C7-9 CENTS)

KÜP



F(SÜRESİ): 20 ms

FI: 6608.16 HZ (G#7-10 CENTS)

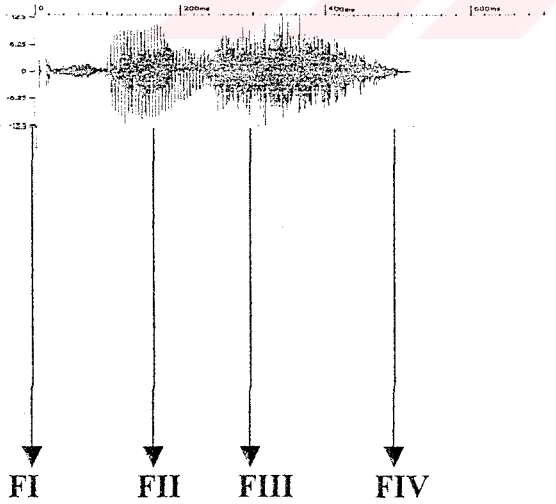
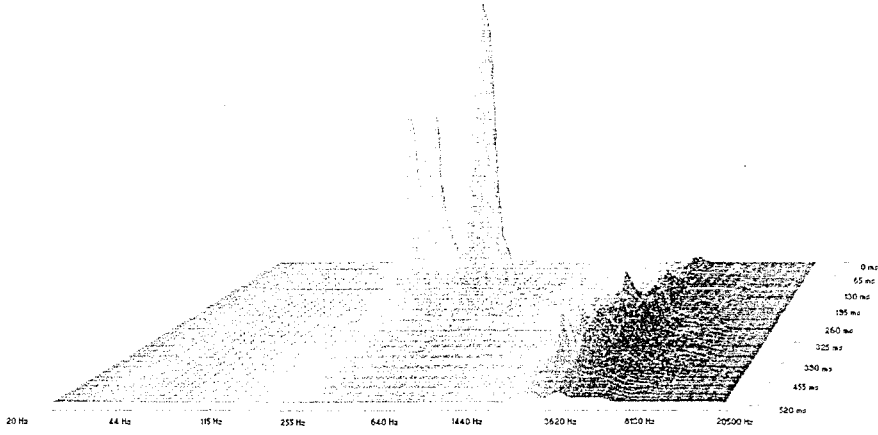
FIII: 7106.55 HZ (A7+16 CENTS)

F(ORTALAMA): 4858.65 HZ (D#7-42 CENTS)

FII: 1895.46 HZ (A#5+28 CENTS)

FIV: 3465.36 HZ (A6-27 CENTS)

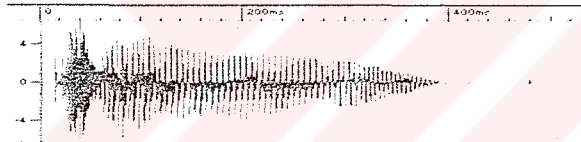
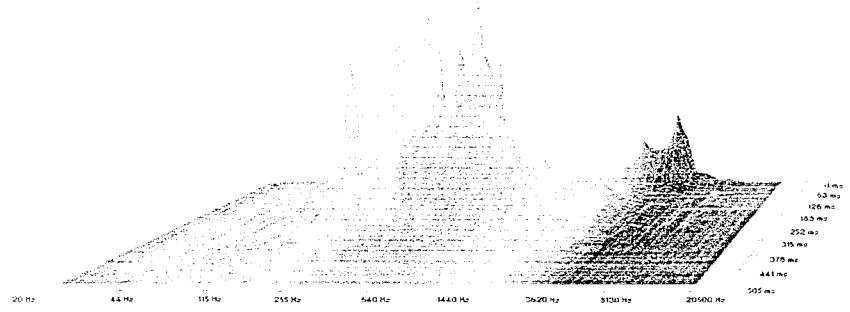
KIŞ



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 2608.97 HZ (E6-19 CENTS)
FIII: 5156.49 HZ (E7-39 CENTS)

F(ORTALAMA): 4082.50 HZ (C7-43 CENTS)
FII: 1150.25 HZ (D5-36 CENTS)
FIV: 3801.49 HZ (A#6+33 CENTS)

CAN



FI

FII

FIII FIV

F (SÜRESİ): 20 ms

FI: 4534.26 HZ (G#7+38 CENTS)

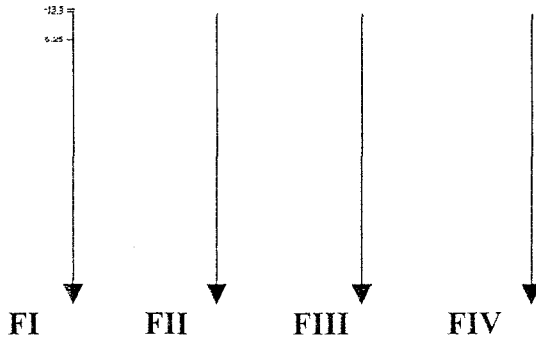
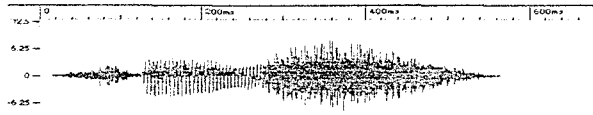
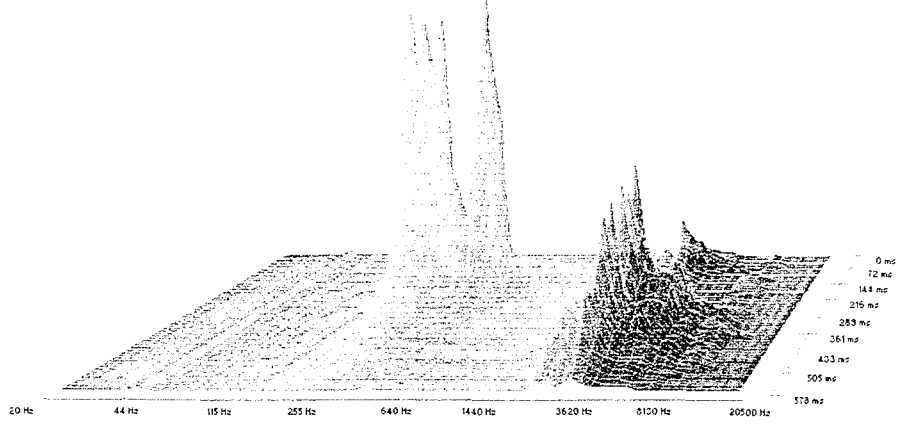
FIII: 7177.45 HZ (A7+33 CENTS)

F (ORTALAMA): 5177.07 HZ (E7-32 CENTS)

FII: 3878.58 HZ (B6-32 CENTS)

FIV: 5845.31 HZ (F#7-22 CENTS)

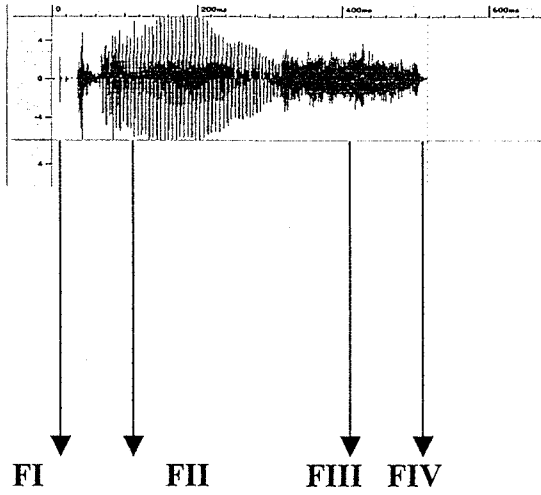
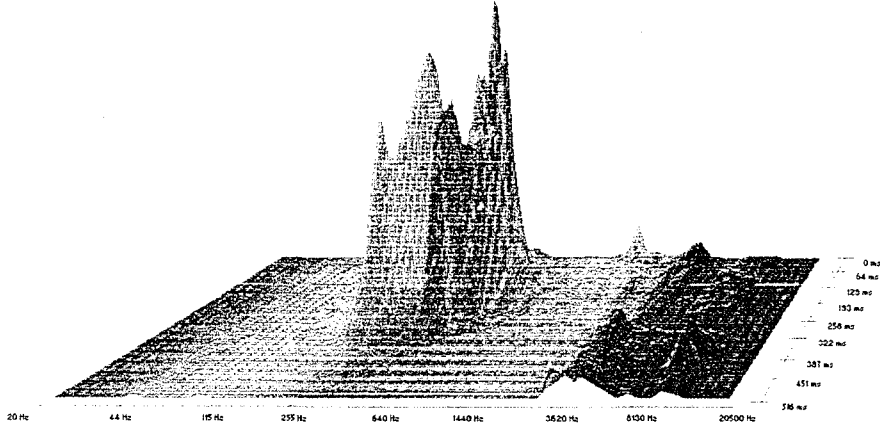
Fiş



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 4784.30 HZ (D7+31 CENTS)
FIII: 4782.77 HZ (D7+31 CENTS)

F(ORTALAMA): 4368.52 HZ (C#7-26 CENTS)
FII: 3819.23 HZ (A#6+41 CENTS)
FIV: 4038.62 HZ (B6+38 CENTS)

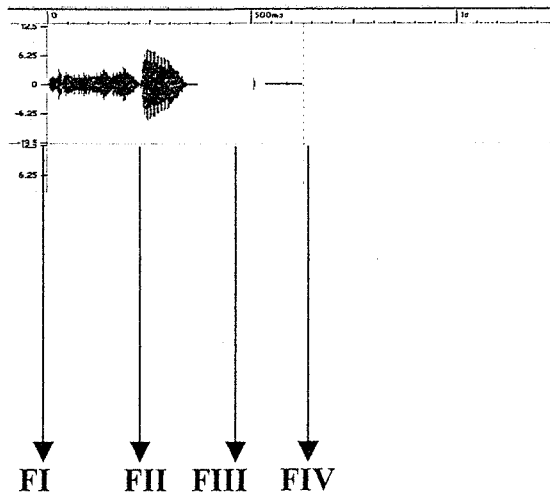
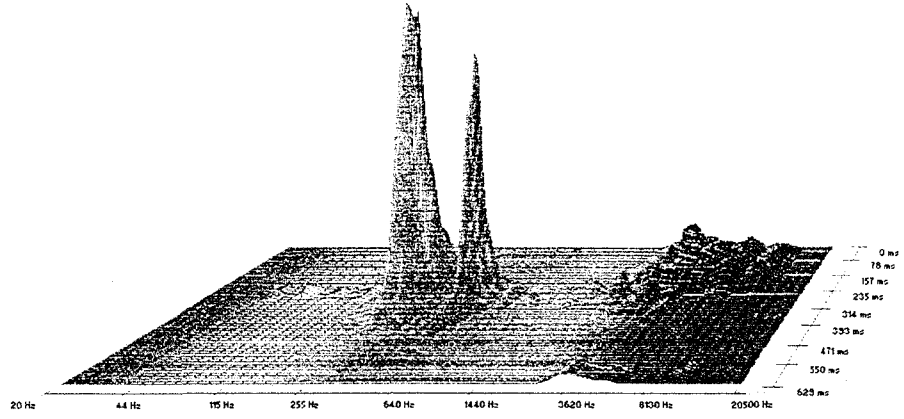
GÖZ



F(SÜRESİ): 20 ms
FI: 5751.70 HZ (F7+50 CENTS)
FIII: 6460.89 HZ (G#7-49 CENTS)

F(ORTALAMA): 5086.72 HZ (D#7+37 CENTS)
FII: 3190.13 HZ (G6+30 CENTS)
FIV: 3602.30 HZ (A6+40 CENTS)

SÜT



F(SÜRESİ): 20 ms
F1: 3720.67 HZ (A#6-4 CENTS)
FIII: 7705.16 HZ (B7-44 CENTS)

F(ORTALAMA): 5457.30 HZ (F7-41 CENTS)
FII: 3089.31 HZ (G6-26 CENTS)
FIV: 3736.63 HZ (A#6+3 CENTS)

**TC YÜSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**