

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOMEDİKAL ANABİLİM DALI**

**ELEKTRONİK STETESKOP İLE MİTRAL KAPAK
DARLIĞININ SINIFLANDIRILMASI**

**Hazırlayan
Muhammet BAKİ**

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. Semra İÇER**

Yüksek Lisans Tezi

**Haziran 2013
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOMEDİKAL ANABİLİM DALI**

**ELEKTRONİK STETESKOP İLE MİTRAL KAPAK
DARLIĞININ SINIFLANDIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Muhammet BAKİ**

**Danışman
Yrd. Dç. Dr. Semra İÇER**

**Bu çalışma; Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından FBY-10-3004 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Haziran 2013
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.



Muhammet BAKİ

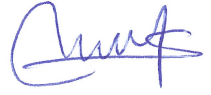
YÖNERGEYE UYGUNLUK

“Elektronik Steteskop ile Mitral Kapak Darlığının Sınıflandırılması” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.



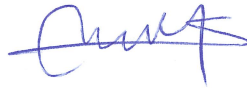
Tezi Hazırlayan

Muhammet BAKİ



Danışman

Yrd. Doç. Dr. Semra İÇER



Biyomedikal Mühendisliği ABD Başkanı 4.

Prof. Dr. Mehmet Emin YÜKSEL

Yrd.Doç.Dr. Semra İÇER danışmanlığında **Muhammet BAKİ** tarafından hazırlanan “**Elektronik Stetoskop ile Mitral Kapak Darlığının Sınıflandırılması**” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyomedikal Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

21.06.2013

JÜRİ:

Başkan : Doç.Dr. Esmâ UZUNHİSARCIKLİ

Üye : Yrd.Doç.Dr. Mahmut TOKMAKÇI

Üye : Yrd.Doç.Dr. Semra İÇER

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 02/08/2013 tarih ve 2013/33-05 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

02/08/2013


Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım süresince yakın ilgi ve yardımlarını benden hiç esirgemeyen, her konuda fikir ve tecrübeleriyle bana yardımcı olan ve tez çalışmamın danışmanlığını yürüten Erciyes Üniversitesi Biyomedikal Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi değerli hocam Sayın **Yrd. Doç. Dr. Semra İçer**’ e sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Mehmet Güngör KAYA hocama ve asistanlarına çalışmamız süresince yardımlarından ve ilgilerinden dolayı teşekkür ederim.

Bu tez çalışmasına destek veren Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne (**Proje No:** FBY-10-3004) teşekkür ederim.

Hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini benden esirgemeyen **aileme** teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

Muhammet BAKİ

Kayseri, Haziran 2013

ELEKTRONİK STETESKOP İLE MİTRAL KAPAK DARLIĞININ SINIFLANDIRILMASI

Muhammet BAKİ

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyomedikal Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2013

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Semra İÇER

ÖZET

Oskültasyon yöntemi ile kalp seslerinin dinlenmesi kardiyovasküler hastalıkların teşhisinde en önemli ön teşhis metodudur. Gelişen teknoloji ile kullanımı son yıllarda yaygınlaşan elektronik stetoskop kaliteli bir oskültasyon imkânı sunarak kalp seslerinin bilgisayar ortamına taşınmasını sağlamaktadır. Bu tez çalışması ile elektronik stetoskop kullanılarak sübjektif ve tecrübeye dayalı olan oskültasyon metodunu daha güvenilir ve kaliteli yapmak için bilgisayar destekli kalp seslerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Tez çalışması hasta yoğunluğunun fazla olduğu mitral kapak darlığı hastalığı üzerine yoğunlaşmıştır. Kalp ses işaretini öncelikle ortam ve diğer biyomedikal işaretlerin gürültüsünden temizlemek için filtreleme yapılmıştır. Filtreleme işlemi için FIR filtreleme ve Ampirik Kip Ayrışım yöntemi kullanılmıştır. Yapılan işaret işleme işlemleri hastalığın en iyi fark edildiği S2-S1 sesi aralığı için birkaç periyot için ve işaretin tümü için değerlendirilmiştir. İşaretlerin bu bölümlerinin spektrogramları çizdirilmiş ve farklı şiddetteki darlık durumları gösterilmiştir. Ayrıca mitral kapak darlığı değerlendirirken doktorların deneyime dayalı duyarak elde ettiği sonuçlar işaretlerin birinci ampirik kip bileşeninde en iyi olarak görülebilmektedir. Sonuç olarak elektronik stetoskop ile alınan kalp sesleri bilgisayar ile analiz edilerek mitral darlık hastalığının teşhisi ve darlık derecelendirilmesi konusunda kaliteli bir ön teşhis aracı oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: kalp sesleri, mitral darlık, elektronik stetoskop

CLASSIFICATION MITRAL STENOSIS WITH ELECTRONIC STETHOSCOPE

Muhammet BAKİ

Erciyes University Institute of Science

Department of Biomedical

M. Sc. Thesis, June 2013

Thesis Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Semra İÇER

ABSTRACT

Listening to heart sounds with the method of auscultation is the most important way for diagnosis of cardiovascular illnesses. Stethoscope, whose usage has become widespread with the developing technology, makes transferring heart sounds into the computer possible by offering good quality auscultation opportunity. In this thesis, to make subjective and experience based auscultation method more reliable and higher in quality; with the help of electronic stethoscope, computer aided heart sound analysis was done. The thesis was concentrated on the patients who suffered from mitral stenosis and also these patients were large in number. To clear heart sound signs from environment and other biomedical signs' phantom filtering was used. For filtering FIR filtering and Empiric Kip decomposition method were applied. The signing procedures were evaluated for S2-S1 sound interval in which periods the illness is quite perceptible and for the whole signs. The spectrograms of these parts of the signs were drawn and their narrowness situations for different intensity were illustrated. Also, while mitral stenosis was being evaluated, the results acquired by hearing based on doctors' experiences were most evident in the signs' first empiric kip component. As a result, heart sounds acquired by electronic stethoscope and analyzed by computer have been a pre-diagnosing tool for diagnosing mitral stenosis illness and grading its narrowness.

Keywords: heart sounds, mitral stenosis, electronic stethoscope

İÇİNDEKİLER

ELEKTRONİK STETESKOP İLE MİTRAL KAPAK DARLIĞININ SINIFLANDIRILMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	ii
KABUL ONAY	iii
TEŞEKKÜR	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Kalbin Yapısı ve Çalışması.....	1
1.2. Kalp Sesleri ve Özellikleri	4
1.2.1. Normal Kalp Sesleri	5
1.2.2. Anormal Kalp Sesleri	7
1.3. Kalp Kapakları ve Odakları	8
1.3.1. Atriyoventriküler Kapaklar	8
1.3.2. Semilunar (Sigmoid) Kapaklar	9
1.3.3. Kalbin Dinlenmesi (Oskültasyonu).....	9
1.3.4. Kalp Dinleme Odakları.....	10
1.4. Kalbin Elektriksel Aktivitesi	12

2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Mitral Darlığın Değerlendirilmesi	15
2.1.1. Mitral kapak	15
2.1.2. Mitral Darlık	16
2.2. Kalp Seslerinin Kaydedilmesi	18
2.2.1. Elektronik Stetoskop	18
2.2.2. Kalp Seslerinin EKG ile Eşzamanlı Kaydedilmesi	19
2.3. Hasta Kayıtları	20
2.4. Kalp Seslerinin Sayısal Filtrelenmesi ve Analizi	22
2.4.1. FIR (Sonlu Darbe Cevaplı) Filtre	22
2.4.2. Ampirik Kip Ayırıştırma Metodu (Emprical Mode Decomposition–EMD)	24
2.4.3. Spectrogram	25

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Filtreleme İşlemi	27
3.2. Genel İşlemler	30
3.3. EMD li İşlemler	35
3.4. Spektrogram İşlemi	42

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma	46
4.2. Sonuç ve Öneriler	xlix
KAYNAKLAR	li
ÖZ GEÇMİŞ	liv

KISALTMALAR VE SİMGELER

<u>Sembol</u>	<u>Anlamı</u>
S1	Birinci kalp sesi
S2	İkinci kalp sesi
S3	Üçüncü kalp sesi
S4	Dördüncü kalp sesi
Hz	Frekans birimi
A-V	Atrioventriküler kapaklar
PDA	Patent duktus arteriozusta
SA	Sinoatrial düğüm
AV	atrioventriküler düğüm
EKG	Elektrokardiyogram
PQRST	Elektrokardiyogramın kısımları
OS	Mitral kapağın açılma sesi
FIR	Sonlu darbe cevaplı filtre
EMD	Ampirik kip ayrışımı
IMF	Intrinsic Mode Functions
FFT	Hızlı Fourier dönüşümü
STFT	Kısa zamanlı Fourier dönüşümü
WD	Wigner dağılımı
WT	Wavelet dönüşümü
DVM	Destek vektör makineleri
AS	Aort stenozu
AY	Aort yetmezliği
MS	Mitral darlığı
MY	Mitral yetersizliği

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1.	Mitral darlık seviyeleri.....	17
Tablo 2.2.	Kaydı alınan hastaların listesi	21
Tablo 3.1.	Ciddi mitral darlığa sahip olan bir hastadan kaydedilen kalp işaretinin S1-S1 periyotları	30
Tablo 3.2	Ciddi mitral darlığa sahip olan bir hastadan kaydedilen kalp işaretinin S2-S1 aralıkları	30
Tablo 3.3	Filtrelenmiş orta mitral darlık işaretinin S1-S1 periyotlarının süreleri(10,727 sn lik kayıt).....	33
Tablo 3.4.	Filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin S1-S1 periyotlarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)	33
Tablo 3.5.	Filtrelenmiş orta mitral darlık işaretinin S2-S1 aralıklarının süreleri(10,727 sn lik kayıt)	34
Tablo 3.6.	Filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin S2-S1 aralıklarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)	34
Tablo 3.7.	S1-S1 periyotları.	36
Tablo 3.8.	S2-S1 aralıkları	36
Tablo 3.9.	EMD li filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin 1. Bileşeninin S1-S1 periyotlarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)	38
Tablo 3.10.	EMD li filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin 1. bileşeninin S2-S1 aralıklarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)	39
Tablo 3.11.	Bulgulara göre ortalama sonuçlar.	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Kalbin vücuttaki konumu.....	1
Şekil 1.2.	Kalbin yapısı	2
Şekil 1.3.	Kalbin kasılması ve gevşemesi (sistol-diyastol)	3
Şekil 1.4.	Kalp sesleri.....	5
Şekil 1.5.	Kalp sesleri.....	7
Şekil 1.6.	Üfürümler.....	7
Şekil 1.7.	Kalp kapakları	8
Şekil 1.8.	Kalp dinleme odakları	11
Şekil 1.9.	Kalbin elektriksel aktivasyon noktaları.....	12
Şekil 1.10.	Kalbin elektriksel aktivitesi	13
Şekil 1.11.	Elektrokardiyogram (EKG)	14
Şekil 2.1.	Mitral kapak	15
Şekil 2.2.	Mitral kapak	16
Şekil 2.3.	Mitral darlıkta görülen diyastolik üfürümler	17
Şekil 2.4.	Elektronik stetoskop.....	18
Şekil 2.5.	Dijital stetoskop ile kaydedilen kalp işareti	19
Şekil 2.6.	EKG ile eşzamanlı kaydedilmiş(a) Normal kalp sesi (b) Mitral darlık kalp sesi	20
Şekil 2.7.	Gürültünün işarete karışması	22
Şekil 2.8.	FIR filtrenin blok diyagramı	23
Şekil 2.9.	Bir kalp ses işaretine ait spektrogram	26
Şekil 3.1.	Gürültülü kalp işareti	28
Şekil 3.2.	Gürültü işareti	28
Şekil 3.3.	Kalp işareti	29
Şekil 3.4.	Filtrelenmiş kalp işareti.....	29
Şekil 3.5.	Sağlıklı bir kalp ses işaretinin güç spektrumu	31

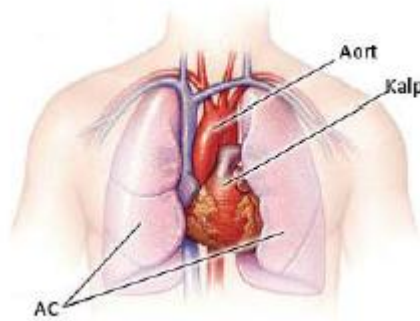
Şekil 3.6. Sağlıklı bir kalp ses işaretinin herhangi bir S1-S1 periyodunun güç spektrumu	31
Şekil 3.7. Ciddi mitral darlığı S1-S1 periyotlarının güç spektrumları	32
Şekil 3.8. Ciddi mitral darlığı S2-S1 aralıklarının güç spektrumları	32
Şekil 3.9. Ciddi mitral darlık işaretine uygulanan EMD işleminin bileşenleri	35
Şekil 3.10. Sağlıklı bir kalp ses işaretinin filtrelenmiş 1.EMD bileşeninin güç spektrumu.....	37
Şekil 3.11. Ciddi mitral darlığı S1-S1 periyotlarının güç spektrumları	37
Şekil 3.12. Ciddi mitral darlığı S2-S1 aralıklarının güç spektrumları	38
Şekil 3.13. Beşinci EMD Bileşeni, üstteki: normal kalp sesi, ortadaki: orta derece mitral darlık, alttaki: ciddi mitral darlık.....	41
Şekil 3.14. Filtrelenmiş bir ciddi mitral darlık işaretinin spektrogramı	42
Şekil 3.15. Filtrelenmiş bir orta mitral darlık işaretinin spektrogramı.....	43
Şekil 3.16. Sağlıklı bir kalp işaretinin spektrogramı	43
Şekil 3.17. Filtrelenmiş bir ciddi mitral darlık işaretinin (a) (259760:289680) aralığının, (b) (320530:352290) aralığının spektrogramı	44
Şekil 3.18. Filtrelenmiş bir orta mitral darlık işaretinin (a) (229300:258790) aralığının, (b) (258790:286920) aralığının spektrogramı	45

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Kalbin Yapısı ve Çalışması

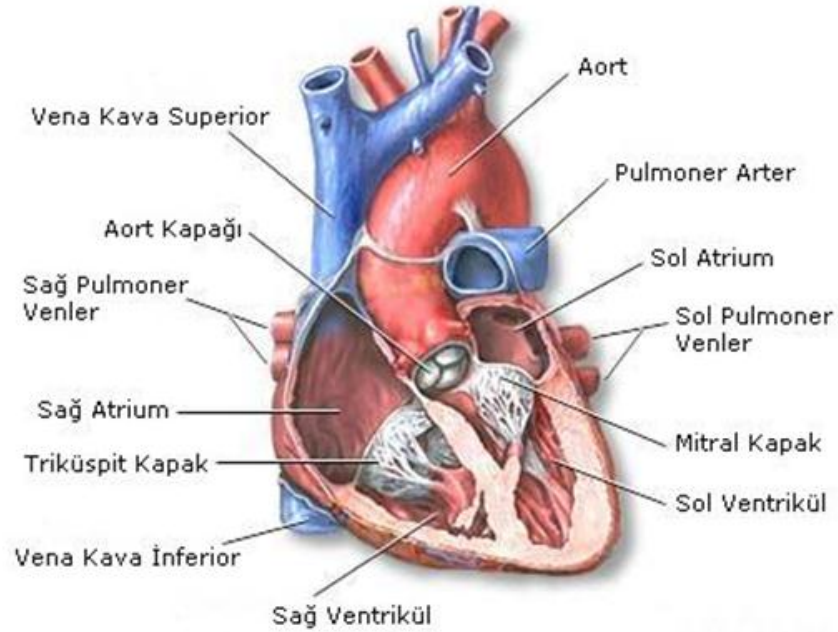
Kalp vücudumuzun saati, enerji kaynağı ve dolaşım sistemimizin en önemli organıdır. Üstte iki kulakçık (atrium) ve altta iki karıncık (ventrikül) olmak üzere dört bölmeden oluşur. Kalp insan vücudunda göğüs kafesi içerisinde iki akciğer arasında ters olarak çevrilmiş bir koniye benzer. Bu durum Şekil 1.1. de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Kalbin vücuttaki konumu

Kalp, dıştan içe doğru perikard, miyokard ve endokard olmak üzere üç tabakadan meydana gelir. Miyokard; kalbin duvarını oluşturan kalın kas tabakasıdır, endokard; miyokardın iç yüzünü döşeyen ince bir tabaka, epikard; miyokardın dış yüzünü örten ince tabaka ve perikard; kalbi içine alan fibröz kesedir. Kalbin içi ise sağ-sol kulakçıklar (atriumlar) ve sağ-sol karıncıklardan (ventriküller) oluşur. Sağ kulakçığa üst ana toplardamarı ile alt ana toplardamarı bağlanır. Sağ karıncıktan ise akciğer atar damarı çıkar.

Sol kulakçığa akciğer toplardamarı açılır. Sol karıncıktan aort atar damarı çıkar. Sol kulakçık ile sol karıncık arasında ikili kapakçık (biküspit) bulunur. Ayrıca kalp sisteminde atardamarlara arterler, toplardamarlara da venler denir. Kalbin yapısı Şekil 1.2. de gösterilmiştir.

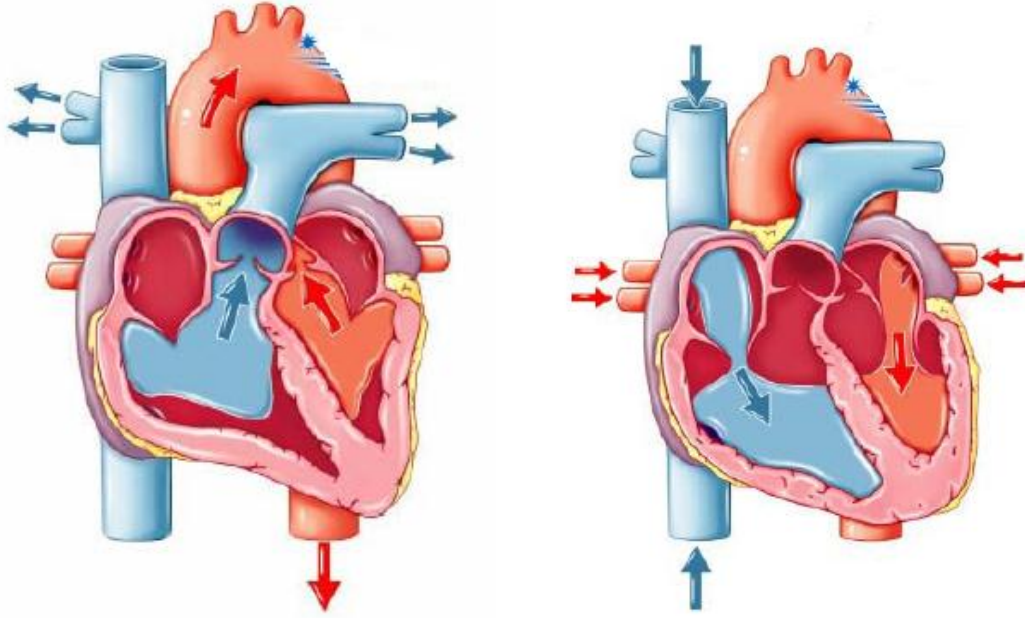


Şekil 1.2. Kalbin yapısı

Kalbin çalışması: Kalbin hareketleri etrafını çeviren kalp kaslarının kasılmasıyla oluşur. Bu kaslar, kalbi bir çelenk gibi ören koroner arterlerle beslenir. Koroner arter sistemi, sistemik dolaşımın özel bir parçasıdır. Kalp ve dolaşım sistemi, bir pompa ve hidrolik boru sistemine benzetilebilir. Boru sistemini oluşturan arterler ve venlerin genişlikleri sabit olmayıp, kendilerini çevreleyen kasların kontrolü altında değişkendir. Herbirinin valf sistemi vardır. Ayrıca kan, Newton kurallarına uygun bir sıvı da değildir. Bunlara ilave olarak, kanın oksijen alımı için akciğerlere ihtiyacı vardır ve lenfatik sistemle dolaşım sistemi arasında ilişkiler vardır.

Kalp; sağ atriyum dolduğunda, kasılarak kanın triküspid (üç parçalı) kapakçık yoluyla sağ ventriküle geçmesini sağlar. Sağ ventrikülün kasılmasıyla yarım ay şeklindeki pulmoner kapak açılır ve kan pulmoner artere pompalanır. Ventriküldeki basınç, atriyum basıncının üzerine çıktığında triküspid kapak kapanır. Pulmoner arter iki artere

ayrılıp akciğerlere ulaşır. Akciğerlerde ise gittikçe küçülen kollara bölünerek kesit alanları son derece küçük olan arteriollara ayrılır.



Şekil 1.3. Kalbin kasılması ve gevşemesi (sistol-diyastol)

Akciğerlerdeki gaz değişimi alveol denilen hava keseciklerinde olur. Bu arterioller, alveolilerin etrafını ören kılcal damarları (kapillerleri) beslerler. Diğer taraftan, temizlenmiş kan, bu kılcal damarlar yoluyla çok ince venüllere ve oradan da gittikçe büyüyerek pulmoner vene ve sol kalbe ulaşır. Pulmoner venden sol atriума giren kan, sol atriyum kaslarının kasılmasıyla mitral kapakçık üzerinden sol ventriküle pompalanır. Sol ventrikül kasları kasıldığında oluşan basınç sonucu, mitral kapakçığı kapanır. Yine ventriküldeki basıncın artması sonucu aort kapakçığı açılır ve kan aorta basılır. Bu olayla senkron olarak pulmoner kapakçık da açılır ve sağ ventrikül içindeki pis kan pulmoner atardamara basılır [1]. Şekil 1.3. te kalbin kasılması ve gevşemesi görülmektedir.

1.2. Kalp Sesleri ve Özellikleri

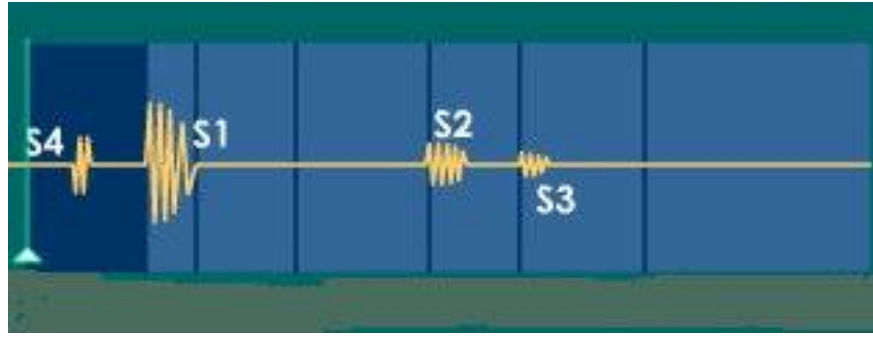
Kalbin çalışmasına eşlik eden seslere kalp sesleri denir. Bu sesler genellikle kalp duvarları, kan damarları, kapakçıkların hareketleri, kan osilasyonları ve kan akımı türbülansı gibi olaylardan dolayı oluşur ve bu sesleri kulağımızı vücuda dayamak suretiyle ya da stetoskop vasıtasıyla duyulabilir.

Kalp kasının kasılmasına sistol gevşemesine diyastol denir. Kalbin pompalama çevrimi, sistol ve diyastol olmak üzere iki kısma ayrılır. Sistol, kalp kaslarının, özellikle sol ventrikül kaslarının kasılarak kanın pulmoner arter ve aorta pompalanması zamanıdır. Diyastol ise kalp odacıklarının gevşeyerek kanla dolduğu zamandır. Kan, arter sistemine pompalandıktan sonra kalp, dinlenme durumuna geçer, çıkış kapakları kapanır, kısa bir süre sonra giriş kapakçıkları açılarak diyastol ve yeni bir kalp çevrimi başlar [1].

Damarsal bozukluklar ve kalp kapaklarında gelişen bir yanlış fonksiyon durumu, üfürüm (murmur) veya seslerde bozulma oluşturur. Hangi kapakta ne tür bir rahatsızlık olduğu sesin yerinden anlaşılır. Hekim stetoskobu bir yerden ötekine dolaştırarak sesin nerede ve nasıl duyulduğunu araştırır.

Her bir kalp atışı bir kasılma ile bir gevşemeden meydana gelir. Bir kalp atışı yaklaşık 0,85 saniye sürer. Bunun 0,15 saniyesinde kulakçıklar, 0,30 saniyesinde karıncıklar kasılır. Geri kalan 0,40 saniyelik sürede ise kalp dinlenir [2]. Sağlıklı bir insanda kalp atışının sayısı dakikada 70 – 80 kadardır. Kalp atış hızı, sadece kalbin kendi özelliğinden değil; ayrıca sinirler, hormonlar, karbondioksit miktarı ve sıcaklıktan da etkilenir [3].

Bir kalp siklusu sırasında Şekil 1.4. te görüldüğü gibi dört ses meydana gelir. İlk ikisi kuvvetli ve normal olarak sağlıklı kişilerde duyulabilen seslerdir. 3. ve 4. kalp sesleri normalde duyulmazlar fakat çeşitli hastalık durumlarında duyulabilirler.



Şekil 1.4. Kalp sesleri

1.2.1. Normal Kalp Sesleri

Birinci Kalp Sesi

Birinci kalp sesi (S1) sistolün başını belirler. Oluşum mekanizmasında atrioventriküler kapakların kapanması sırasında kapak dokularının gerilmesi ile oluşan titreşim başrolü oynar. Başlıca iki komponenti (M1 ve T1) vardır. Kalp tepesinde daha iyi duyulur. Net ve tok bir sestir ve oskültasyon sırasında “lub” şeklinde duyulur. Birinci sesin triküspid ve mitral olmak üzere iki komponenti vardır ve önce mitral, sonra triküspid kapağa ilişkin kapanma sesi oluşur. Ancak mitral kapak triküspid kapaktan sadece 0,02-0,03 saniye erken kapandığı için tek ses olarak duyulur ve bu iki sesin birleşimi ile birinci ses ortaya çıkar[4].

İkinci Kalp Sesi

İkinci kalp sesi sistolün bitişini ve diyastolun başlangıcını gösterir. Oluşum mekanizmasını aort ve pulmoner kapakların kapanması oluşturur. Burada da normalde önce aort kapağı ve sonra pulmoner kapak kapanır. İkinci ses birinci sese oranla daha tok bir sestir ve “dub” şeklinde duyulur [4].

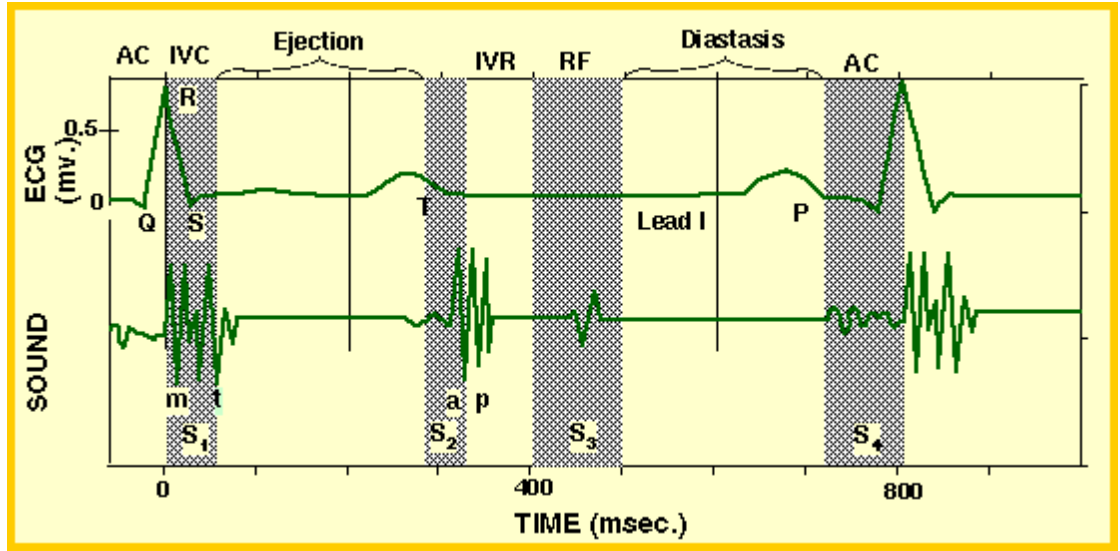
Üçüncü Kalp Sesi

Üçüncü kalp sesi (S3) erken diyastolde, ventrikülün hızlı doluş fazında duyulur. Normalde ikinci sestten 0.15 saniye kadar daha sonradır. Fizyolojisinde hızlı doluş fazında ventrikül duvarına hızla çarpan kanın yarattığı dalgalanmaların açık olan mitral kapağının yaprakçıklarını titreştirmesi ile bulunur. Sağlıklı gençlerde ve hamilelerde

işitilse de, 40 yaşın üzerindeki erkeklerde ve 50 yaşın üzerindeki kadınlarda işitilmesi patolojiktir. Üçüncü sesin belirgin olarak varlığı, özellikle taşikardiyle de birlikteyse sol ventrikül yetersizliği veya volüm yüklenmesini düşündürür. Üçüncü ses ile taşikardinin birlikte bulunması ventriküler gallop (galo) olarak isimlendirilir ve klinik konjestif kalp yetersizliğinin en önemli dinleme bulgusudur. Benzer şekilde, ön planda triküspid odağında duyulan apekte ise ya hiç duyulmayan ya da hafif olarak duyulan 3. ses sağ ventriküler üçüncü ses adını alır, taşikardi ile birlikte olduğunda sağ ventriküler gallop (galo) diye isimlendirilir ve sağ ventriküler sistolik yetersizliğin en önemli dinleme bulgusunu oluşturur. Sağ ventriküler galonun şiddeti derin inspiryumla artar [4].

Dördüncü Kalp Sesi

Dördüncü kalp sesi (S4), diyastol sonunda atrial kontraksiyonla aktif olarak sol ventrikül içine atılan kanın ventrikül duvarına çarparak hala açık duran atrioventriküler kapakları titreştirmesi ile oluşur. Dördüncü sesin oluşumu atrial kontraksiyona bağlı olduğu için sadece sinüs ritminde olan kişilerde duyulur. Gençlerde duyulması olağan olmamakla birlikte görünürde sağlıklı orta yaşlı ve yaşlı insanlarda duyulabilir. Genellikle rahat duyulan dördüncü sesin nedeninin ventrikül kompliansındaki azalma (diyastolik disfonksiyon) olduğu düşünülür ve ekokardiografik bulgular da bu görüşü desteklemektedir. Dördüncü sesin taşikardi ile birlikte bulunması atrial gallop (galo) olarak isimlendirilir ve sol ventrikül klinik diyastolik yetersizliğinin bulgusudur, hipertansiyon, aort darlığı, hipertrofik kardiyomyopati ve koroner arter hastalığı gibi durumlarda sık görülür. Pulmoner hipertansiyon ve pulmoner darlık gibi durumlarda da sağ ventriküler atrial galoya rastlanabilir. Pulmoner atrial galo derin inspiryumla şiddetlenir [4].

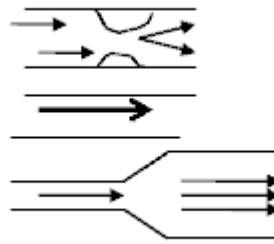


Şekil 1.5. Kalp sesleri

1.2.2. Anormal Kalp Sesleri

Üfürüm (Süfl)

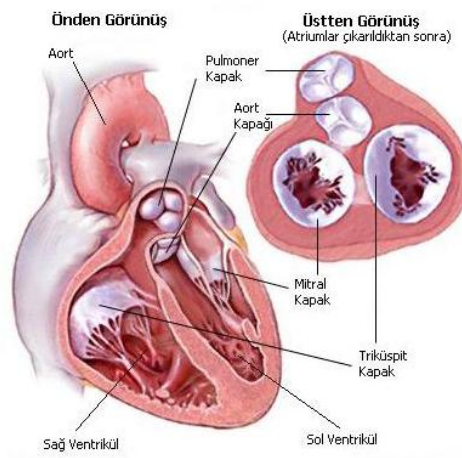
Normal şartlarda kan damarlarda ve kalp içinde sessiz bir şekilde akar. Damar darlığı ve arteriovenöz fistül gibi durumlarda kanın girdap oluşturarak akması sırasında oluşturduğu sese üfürüm denir. Şekil 1.6. da bu durum gösterilmektedir. Kalp kapak darlığı (stenoz) ve yetmezliği üfürümün önemli nedenleri arasındadır. Çeşitli üfürümler arasında vsd (ventriküler septal defekt) , asd (atrial septal defekt) , aort stenozu üfürümü, aort yetersizliği üfürümü, mitral yetersizliği üfürümü ve mitral stenoz üfürümü gibi üfürümler sayılabilir [5]. Frekans aralığı yaklaşık 100–600 Hz arasındadır[6].



Şekil 1.6. Üfürümler

1.3. Kalp Kapakları ve Odakları

Kalbin dört odacıktan oluştuğunu söylemiştik. Şekil 1.7. de gösterildiği gibi kulakçıklar ile karıncıklar arasında ve karıncıklarla buradan çıkan damarlar arasında kapaklar bulunur. Kapaklar, kanın tek yönlü akmasını, dolayısıyla kanın geri kaçışını engellemeye yarar. Kapaklar, kanın karıncıklara tek yönlü girişini sağlarken tek yönlü de çıkışını sağlarlar [7]. Bu kapaklar atriyoventriküler kapaklar ve semilunar (sigmoid) kapaklar olmak üzere ikiye ayrılırlar.



Şekil 1.7. Kalp kapakları

1.3.1. Atriyoventriküler Kapaklar

A-V kapaklar sistol sırasında kanın atriumlardan ventriküllere geri akmasını engeller. Kanın tek yönlü akışına izin verirler. Anatomik olarak ince olduklarından kapanması için geri akım gerektirmezler. A-V kapakları chorda tendina ile m.papillarislere tutunmuş haldedirler [5].

Triküspit Kapak

Sağ atrium ile sağ ventrikül arasında bulunur. Üç adet cuspis (yaprakçık) içerir. Kanın sağ atriumdan sağ ventriküle doğru tek yönlü akışına izin verir. İzometrik kasılma ve gevşeme fazlarında kapalı durumdadırlar [5].

Mitral Kapak

Sol atrium ile sol ventrikül arasında yerleşmiştir. İki adet cuspis (yaprakçık) bulundurur. Diyastol sırasında kanın sol atriumdan sol ventriküle doğru akışına izin verir. Sistol sırasında kapanarak kanın geriye doğru kaçışına engel olur. İzometrik kasılma ve gevşeme fazlarında kapalıdır [5].

1.3.2. Semilunar (Sigmoid) Kapaklar

İşlevleri açısından A-V kapaklardan bazı farklılıklar gösterirler. Kapakların kapanması yükselmiş olan arter basıncına ve geri akıma ihtiyaç gösterir. Sistol sonunda gerilmiş olan arterler kapaklar üzerinde ani basınç uygulayarak A-V kapaklarına göre daha şiddetle kapanmalarına neden olur. Semilunar kapaklar chorda tendinaya bağlı bir papiller kas içermezler. Kapakçık her iki arterde de üç adet cuspis içerir. Daha fazla mekanik aşınmayla karşı karşıyadır. Kapak açıklıkları A-V kapaklardan daha azdır. Bu nedenle kan akış hızı daha fazladır. Semilunar kapaklar daha sert ve daha sağlam fibröz bağ dokusu içerir [5].

Aort kapağı

Sol ventrikülden çıkışta aorta içerisinde yerleşmiş haldedir. Üç adet cuspis içerir. Kapak izometrik kasılma ve gevşeme döneminde kapalıdır. Sistol sırasında açıktır [5].

Pulmoner Kapak

Sağ ventrikülden çıkışta pulmoner arter içinde yerleşmiştir. Kanın sağ ventrikülden pulmoner artere geçişini düzenler. Üç adet cuspis içerir. Kapak izometrik kasılma ve gevşeme döneminde kapalıdır. Sistolik fırlatma döneminde açıktır. İnspirasyonda kapanması biraz gecikir [5].

1.3.3. Kalbin Dinlenmesi (Oskültasyonu)

Kalbin dinlenmesi (oskültasyon); göğüs hastalıkları ve batın hastalıklarını araştırmak için organların normal ve anormal seslerinin stetoskop ile dinlenmesidir [8]. Bu bağlamda kalbin oskültasyonu çeşitli kalp hastalıklarının teşhisinde çok önemli yer

teşkil etmektedir. Bunun için oskültasyon tekniğinin iyi bilinmesi gerekir. Bu oskültasyon tekniklerini şöyle ifade edebiliriz.

Oskültasyona apeksten başlanarak apeks, triküspid, mezokardiak, aort ve pulmoner odaklar sırayla dinlenir ya da tam tersinden başlanır. Her odakta önce I. ve II. Kalp sesi dinlenerek değerlendirilir, sonra ek seslerin varlığı araştırılır ve son olarak da varsa üfürümler değerlendirilir. Ana bölgelerden sonra bazı olası tanıların kesinleşmesi için diğer bölgeler de incelenir. Mesela; mitral yetersizliğinde sol koltuk altı ve tüm vertebral kolon, pulmoner arteriyovenöz fistüllerde ve pulmoner arter dallarının darlığında sırt ve aksilla, patent duktus arteriozusta (PDA) sol infarklavikular bölge, aort koark-tasyonunda sırt, venöz humda sternoklavikular eklem üstü bölgesinden dinlenir [4].

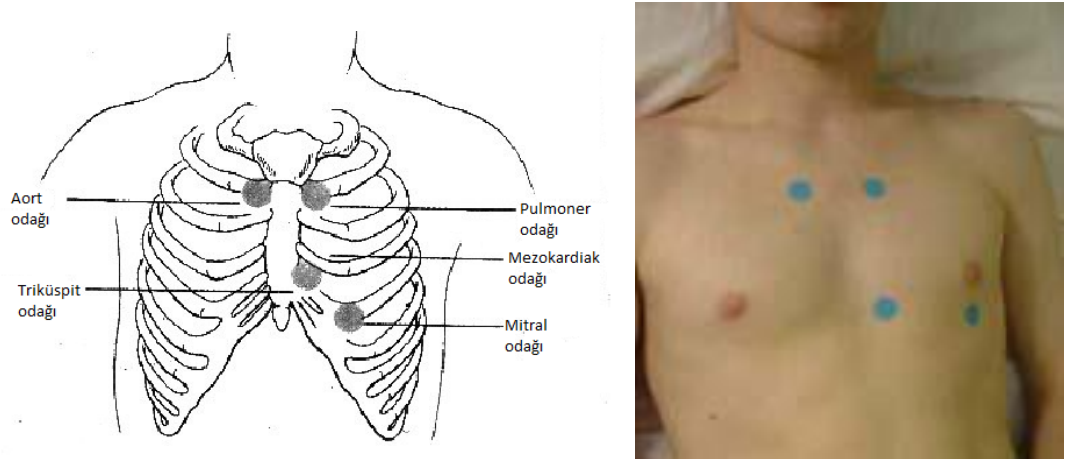
1.3.4. Kalp Dinleme Odakları

Kardiyolojide kalp seslerinin dinlenilmesi büyük önem taşır. Çünkü bir takım hastalıklarda seslerin özellikleri değişir, ek sesler duyulur veya bazı sesler silikleşir veya kaybolur. Kalbin dinlenilmesi, dinleme aleti (stetoskop) vasıtasıyla kalp odakları üzerinden olur [8].

Bu odaklar Şekil 1.8. de görülen aort odağı, pulmoner odağı, triküspit odağı, mitral odağı ve mezokardiyak odağı olmak üzere beş tanedir.

Mitral (apikal) Odak

Mid-klavikular vertikal (klavikulanın orta hat) çizgisinin sol beşinci interkostal aralığı kestiği bölge mitral (apikal) odaktır. Mitral kapağa ait üfürümler, hasta hafif sola dönük ve inspiryum (nefes alma) esnasında dinlenirse daha rahat duyulur[9]. Mitral kapak ve sol ventrikülü ilgilendiren patolojilerin oluşturduğu ses ve üfürümler en iyi bu alanda dinlenir [4].



Şekil 1.8. Kalp dinleme odakları

Triküspid Odak

Beşinci interkostal aralığın, sternumun sol kenarıyla birleştiği bölgedir. Triküspid odağı inspiryum esnasında dinlenirse sesler daha rahat duyulur [9]. Sağ ventrikül ve triküspid kapağa ait patolojilerin en iyi duyulduğu yerdir [4].

Aort Odağı

Sağ ikinci interkostal aralığın, sternumun sağ kenarıyla birleştiği bölgedir. Aortla ilgili üfürümler en iyi bu bölgede duyuluyorsa da, bazen apekten, sternumun sol kenarından hatta karotid arterlerin bulunduğu bölgeden de güçlü duyulabilir. Hasta biraz öne eğik ve ekspirasyonda (soluk verirken) en iyi dinleme sağlanır [9].

Pulmoner odak

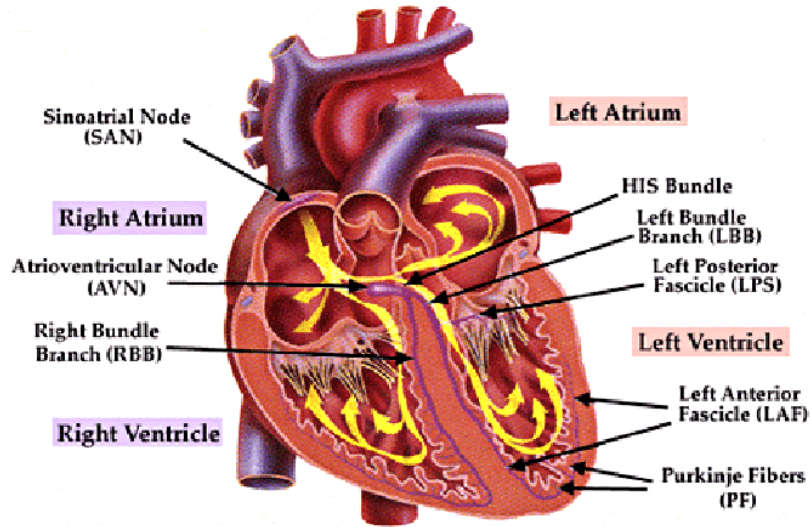
Sol ikinci interkostal aralığın, sternumun sol kısmı ile birleştiği bölgedir. Üfürümler ve en güçlü inspiryum esnasında duyulur [9]. Pulmoner kapağı hastalıkları buradan dinlenir.

Mezokardiyak odak

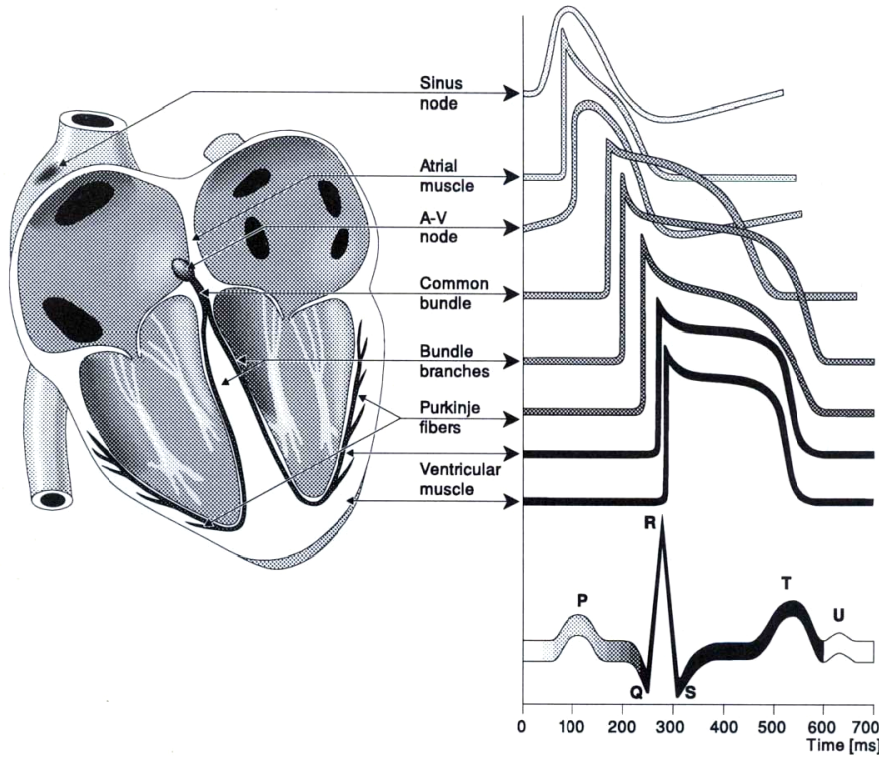
Üçüncü İnterkostal aralığın sternumun sol kenarı ile birleştiği yerdir Aort ve aort kapağı patolojileri bu bölgede iyi duyulur [4].

1.4. Kalbin Elektriksel Aktivitesi

Kalbin Elektriksel İletim Sistemi: Şekil 1.9. da, kalbin elektriksel iletim sistemi gösterilmiştir. İletim sistemi, sinoatrial düğüm (sinüs düğümü, "sinoatrial node-SA"), his demeti ("bundle of his"), atrioventriküler düğüm ("atrioventricular node-AV"), demet kolları ("bundle branches") ve purkinje fiberlerinden oluşur. SA düğümü, kalbin pacemakeri (vuru düzenleyicisi) olarak çalışır. Pacemaker, hareketi başlatan, hareketin hızını belirleyen anlamına gelmektedir. SA düğümünde kendi kendine oluşan aksiyon potansiyeli, depolarizasyon dalgası halinde tüm kalbe yayılır. Kalp hücreleri arasındaki geçiş ise hücrelerarası alçak direnç bölgelerini oluşturan geçit bölgeleri üzerinden olur. SA düğümü sağ atriumun arka duvarından yer alan (3x10 mm boyutunda) özelleşmiş kalp hücrelerinden oluşmuştur. SA düğümünün oluşturduğu aksiyon potansiyelinin frekansı değişen koşulların gereksinimini karşılamak üzere Merkezi Sinir Sistemi tarafından da kontrol edilmektedir.



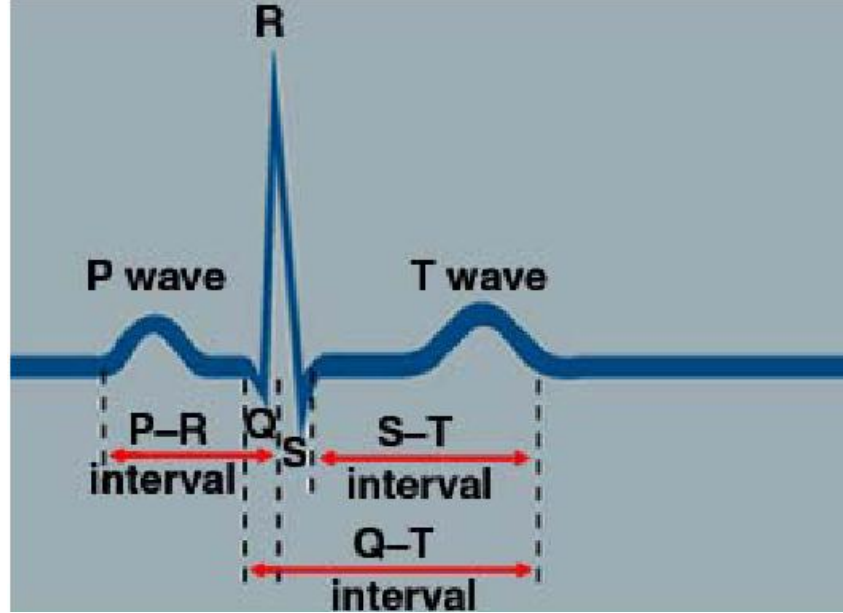
Şekil 1.9. Kalbin elektriksel aktivasyon noktaları



Şekil 1.10. Kalbin elektriksel aktivitesi

SA düğümünde oluşan aksiyon potansiyeli, atriumlar üzerindeki iletim yolları üzerinden hızlı bir şekilde yayılarak atriumların kasılmasını sağlar ve buradaki kan ventriküllere basılır. Atriumlarda aksiyon potansiyelinin hızı, 30 cm/s kadardır. SA ve AV düğümleri arasındaki özel iletim hatlarında ise hız 45 cm/s kadardır. SA düğümünde oluşan aksiyon potansiyeli 30-50 ms sonra AV düğümüne ulaşır. Bu süre, atriumların içerlerindeki kanı tümüyle ventriküllere doldurmaları için yeterli değildir. Bu nedenle ventriküllerin kasılmasının bir süre sonra yapılması gereklidir. Bu işlem, bir geciktirme elemanı gibi çalışan AV düğümünde, aksiyon potansiyelinin 110 ms kadar geciktirilmesiyle sağlanır. Atriumlarla ventriküller arasındaki yağlı septum bölgesi elektriksel izolasyonu sağlar ve kalbin bu iki bölgesi arasındaki iletim sadece iletim sistemi üzerinden yapılabilir. Ventriküllerin uyarılması Purkinje fiberleri ile olur. Bunlarda aksiyon potansiyelinin hızı 2-4 m/s kadardır. Bu fiberler ve tüm iletim mekanizması üzerindeki aksiyon potansiyelinin ulaşım süreleri, saniye olarak, Şekil 1.10. da gösterilmiştir. Purkinje fiberleri yardımıyla uyarılan miyokardium kasılır ve buradaki kan arterlere basılır. Şekil 1.11. de, kalp kaslarının aynı anda kasılması sonucu

genliği oldukça büyük bir elektriksel işaret oluşur. Elektrokardiyogram (EKG) olarak isimlendirilen bu işaret vücut üzerinden algılanabilir.



Şekil 1.11. Elektrokardiyogram (EKG)

EKG eğrisi üzerinde değişik özellikler gösteren kısımlar, harflerle karakterize edilir. P dalgası olarak isimlendirilen kısım, atriumların kasılması sonucu oluşur. Genliği, atriyum kaslarının fonksiyonel aktivitesini belirtir. PQ aralığı, his demeti iletim zamanını gösterir. QRST dalgası, ventriküler kompleks olarak isimlendirilir. QRS (QRS kompleksi), ventriküllerin depolarize olmasına karşılıktır. Ventrikül kaslarının fonksiyonel aktivitesini gösterir. His demeti ve kollarındaki iletim bozuklukları da QRS'de değişikliklere neden olur. Ventriküllerin kasılması ile R dalgasının yukarı çıkışı aynı anda olur. ST aralığında, ventrikül kas hücreleri yavaş, T sürecinde ise hızlı repolarize olur. Dakikada kalp vuruş hızı 75 olan sağlıklı bir kimsede P, PR, ve QRS süreleri sırasıyla 0.1, 0.13, ve 0.08 ms kadardır [1].

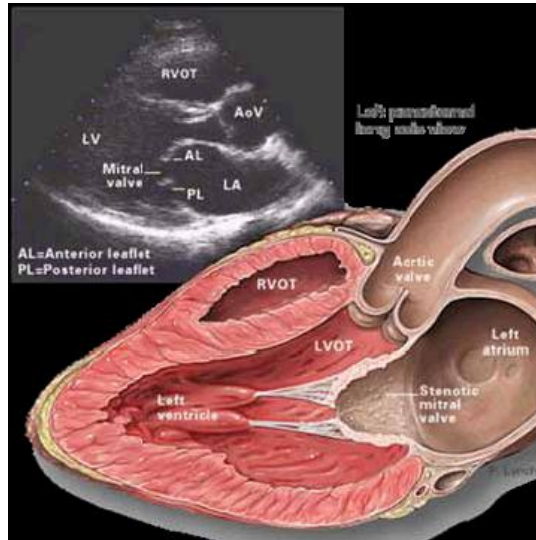
2. BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Mitral Darlığın Değerlendirilmesi

2.1.1. Mitral kapak

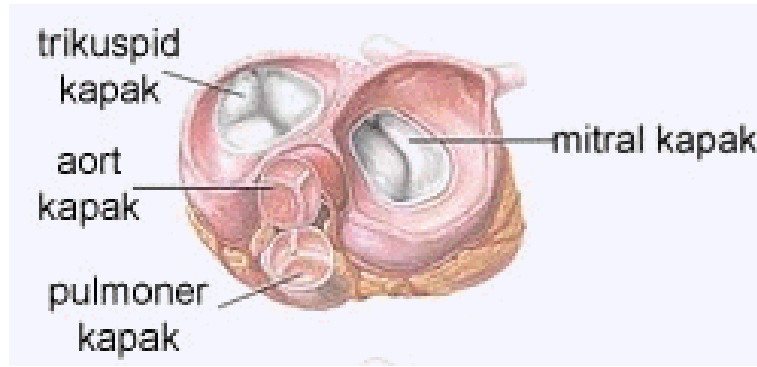
Mitral kapak biküspit yani iki yaprakçıklı bir kapak olup sol kulakçıkla sol karıncık arasında bulunur. Bu iki kısım arasındaki kan akışını tek yönlü olarak sağlar. Akciğer toplardamarı vasıtasıyla sol kulakçığa gelen temiz kan mitral kapağın yapraklarının açılmasıyla sol karıncığa boşalır. Sonra bu yaprakçıklar birleşir yani mitral kapak kapanır. Sol karıncığa dolan bu temiz kan yüksek bir basınçla aorttan vücuda gönderilir. Mitral kapağın kapalı olmasından dolayı kan geriye doğru yani sol kulakçığa kaçmaz. Kanın böyle pompalanmasından dolayı diyebiliriz ki mitral kapak kalpte basınca en fazla maruz kalan kapaktır ve hayati önemi vardır.



Şekil 2.1. Mitral kapak

Mitral kapağın dört tane bileşeni vardır. Şekil 2.1. ve Şekil 2.2. de görüldüğü gibi

1. Kapak yaprakçıkları (leaflet)
2. Kapak halkası (annulus)
3. Papiller kaslar (kapağın hareketini sağlayan kaslar)
4. Chordea tendinae (kasları yaprakçıklara bağlayan oluşumlar)[10]



Şekil 2.2. Mitral kapak

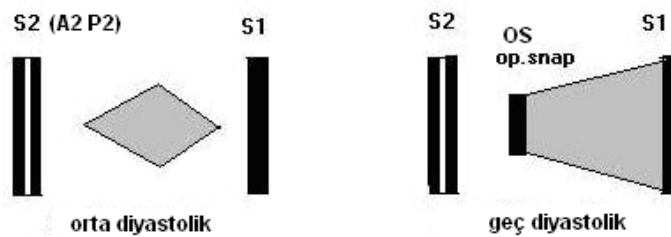
Kapak yaprakçıkları: İki lefletten oluşur. Anterior leflet; U yapısında, geniş ve ortalama yüksekliği 1.8-2.0 cm, annüler uzunluğu ortalama 3.0cm, alanı da ortalama 4.3cm^2 dir. Posterior leflet; daha geniş ve kısadır. Yüksekliği 1.1-1.2 cm, annüler uzunluğu ortalama 5.2cm, alanı da ortalama 1.7cm^2 dir. Annüler dairenin 2/3 ünü posterior leflet, 1/3 ünü anterior leflet oluşturur. Kapak halkası (Anulus fibrosus): Her iki lefletin yapıştığı fibros bir halkadır. Kordalar (Chordea tendinae) : Papiller kaslar ile lefletler arasında uzanan bağlantıları oluşturan tendon parçalarıdır. Her bir papiller kastan ortalama 12 adet korda çıkarak lefletlere yapışır. Papiller kaslar: Lefletleri ventrikül duvarına bağlayan kas yapılarıdır [11].

2.1.2. Mitral Darlık

Mitral darlığı, iki yaprakçıktan oluşan mitral kapağın genellikle akut romatizmal ateş hastalığı nedeniyle hasar görmesi sonucu yaprakçıklarının birbirine yapışarak yeterince açılmaması durumudur. Akut romatizmal ateş birçok organı (santral sinir sistemi, deri, eklemler) etkilemesine rağmen, komplikasyonlar ve prognoz açısından en önemli olanı kardiyak tutulumdur.

Kardiyak tutulum akut safhada pankardit ile seyredebilmesine rağmen komplikasyonların çoğu uzun dönemde kalp kapakçıklarının tutulumuna bağlı gelişebilmektedir. Bu komplikasyonların başında mitral darlığı gelir[12].

Bu durum, Şekil 2.3. te görüldüğü gibi S2 sesinden S1 sesine geçerken darlık derecesine göre kalp ses işaretinde bozulmalar (diyastolik üfürümler) olarak karşımıza çıkmaktadır [13]. OS(opening snap), mitral kapağın açılma sesidir normalde duyulmaz ancak mitral darlık durumunda duyulabilir.



Şekil 2.3. Mitral darlıkta görülen diyastolik üfürümler

Mitral darlık derecesini anlamak için altın standart ekokardiyografi ile transvalvüler basınç gradientini ve akım hızını ölçmektir. Ortalama basınç gradyenti sol atrium ve sol ventrikül diyastolik ortalama basınç değişimi, basınç yarılanma süresi ise basınç gradyentinin yarı değerine düşüncüye kadar geçen süredir [14]. Bunlara göre mitral darlık seviyeleri hafif mitral darlığı, orta mitral darlığı ve ciddi (ileri) mitral darlığı olmak üzere üçe ayrılır. Aşağıdaki tabloda mitral darlık seviyelerine ait bilgiler mevcuttur.

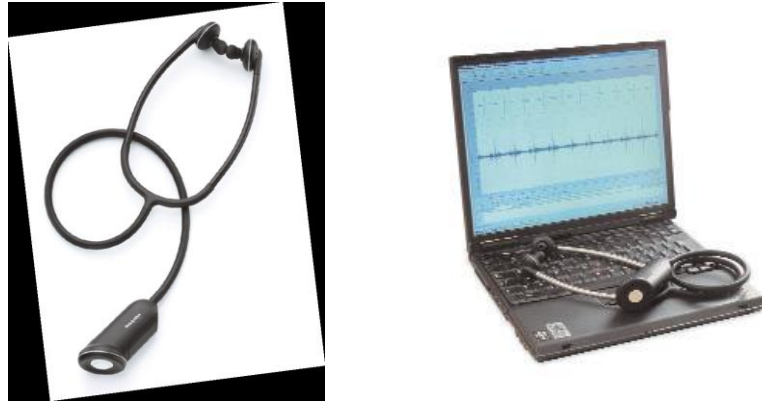
Tablo 2.1. Mitral darlık seviyeleri

	Planimetrik kapak alanı	Ortalama basınç gradiyenti	Basınç yarılanma süresi
Hafif mitral darlığı	1.5-2.0 cm ²	≤5 mmHg	90-150 msn
Orta mitral darlığı	1.0-1.5 cm ²	5-10 mmHg	150-210 msn
Ciddi mitral darlığı	<1.0 cm ²	>10 mmHg	≥220 msn

2.2. Kalp Seslerinin Kaydedilmesi

2.2.1. Elektronik Stetoskop

Kardiyolojide kalp seslerini anlamak çok önemlidir. Çünkü bir takım hastalıklarda seslerin özellikleri değişir, ek sesler duyulur veya bazı sesler silikleşir veya kaybolur. Kalbin dinlenilmesi, dinleme aleti (stetoskop) ile olur[8]. Klasik stetoskoplarda, dinlenecek odağa konulan çan kısmı ve kulağa yerleştirilen kısım bulunur. Son yıllarda sesleri yükselterek daha iyi duyulur hale getiren elektronik stetoskoplar da yapılmıştır. Şekil 2.4. te bu elektronik stetoskoplara bir örnek görülmektedir.



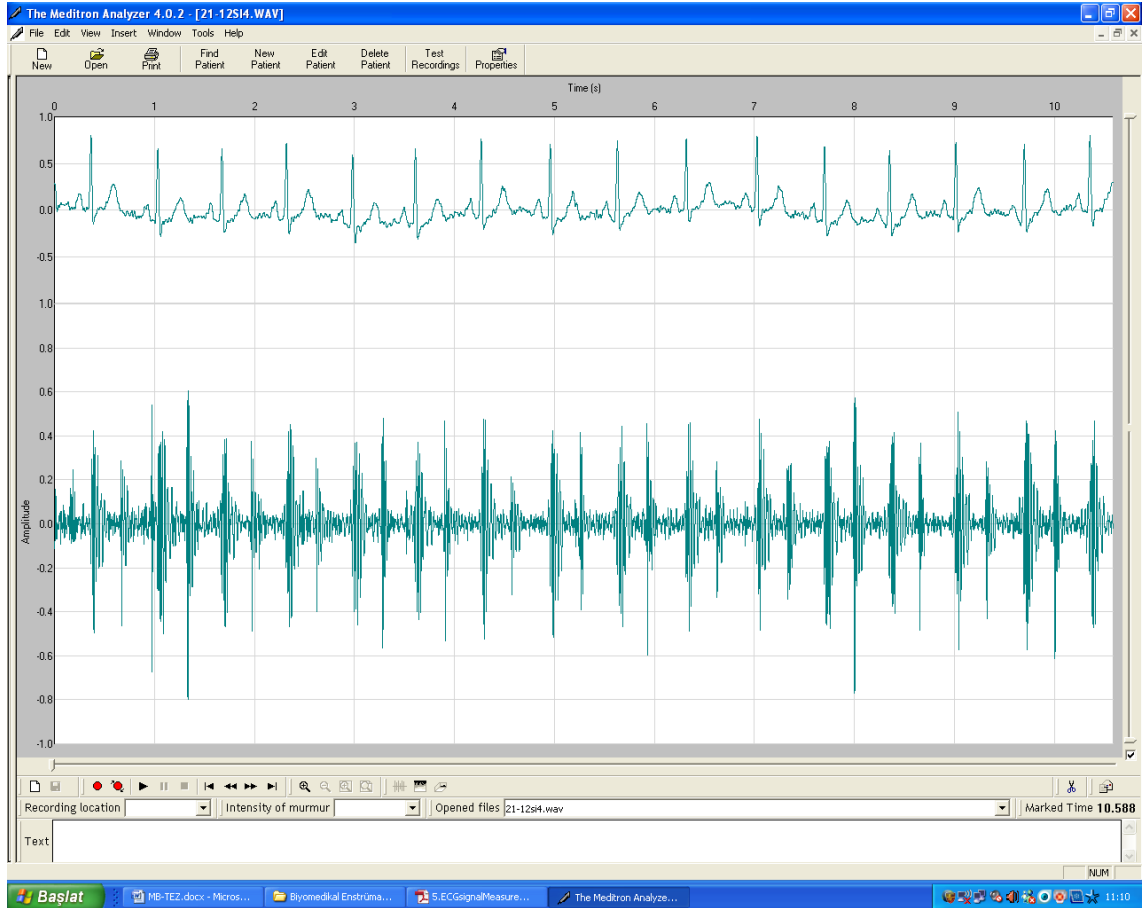
Şekil 2.4. Elektronik stetoskop

Kalp dinlenirken öncelikle kalp hızı ve ritmi incelenir. Sonra birinci ve ikinci kalp sesi ayırt edilerek sistol ve diyastol belirlenir. Sistol ve diyastol belirleme sırasında eşzamanlı elde edilen EKG grafiğinden faydalanılır.

Elektronik stetoskop bir yazılım vasıtasıyla doğrudan bir bilgisayara bağlanıp ilgili seslerin kaydedilip görüntülenmesini sağlar. Yazılım, kullanıcının herhangi bir olağandışı bulguları ve zaman içinde hastanın durumunu izlemek için bir fonokardiyogramı, senkronize bir EKG sinyali ile birleştirir. Yani dinlenen sesi eşzamanlı olarak EKG si ile beraber görüntüler ve kaydeder.

Bu tez çalışmasında Welch Allyn Elite marka elektronik stetoskop kullanılmıştır. Kalp sesleri 44100 Hz frekansında dijitalize edilerek en az 10 saniyelik zaman uzunluğunda

kaydedilerek bilgisayara aktarılmıştır. Bunun yanında kullanılan stetoskop farklı frekans seçenekleri ve istenilen sürelerde kayıt yapma imkânı da sunmaktadır. Ayrıca sunduğu ses kalitesi ile vücut yüzeyine ulaşamayan düşük seviyedeki sesleri kuvvetlendirerek rahatça duyulmasını sağlar. Şekil 2.5. te tez çalışması esnasında kaydedilen normal bir kalp sesi EKG işareti ile birlikte eşzamanlı olarak görülmektedir.



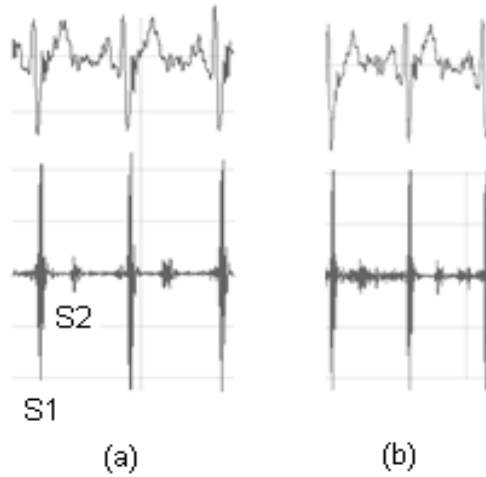
Şekil 2.5. Elektronik stetoskop ile kaydedilen kalp işareti

2.2.2. Kalp Seslerinin EKG ile Eşzamanlı Kaydedilmesi

Kalbin dinlenmesi-oskültasyon kalbin fonksiyonel doğruluğunun en hassas testlerinden biridir. Çok kez kalp sesleri içerisindeki değişiklikler veya üfürümler, organik kalp hastalığının belli işaretleridir [15]. Bir insan kalp hastası olduğu halde normal bir EKG' si olabildiği gibi sağlıklı bir insanın da anormal bir EKG' si olabilir [16]. EKG işaretlerinin yanısıra kalbin diğer bazı fonksiyonlarının tespit edilebilmesi için kalp seslerinin kaydedilerek değerlendirilmesi (Fonokardiogram) ihtiyacı doğmuştur [17].

Bu tez çalışmasında çeşitli derecede mitral darlık hastalığına sahip hastalardan kalp sesleri kaydedilmiştir. Mitral darlıkta en önemli değişiklik S2 den S1 e geçerken oluşan değişikliklerdir. Bu değişiklikler mitral darlığın seviyesinin değerlendirilmesinde hekimlere ve araştırmacılara önemli bilgiler sunmaktadır. Kalp seslerinin EKG işaretiyle eşzamanlı olarak kaydedilmesi bu değişiklikler durumunda S1 ve S2'nin yerlerinin tam olarak saptanmasını sağlar.

Şekil 2.6. da EKG ile eşzamanlı kaydedilen normal ve mitral darlık durumlarındaki kalp sesleri görülmektedir.



Şekil 2.6. EKG ile eşzamanlı kaydedilmiş (a) Normal kalp sesi (b) Mitral darlık kalp sesi

2.3. Hasta Kayıtları

Kalp hastalıkları teşhisinde doktorlar ilk olarak kalbin dinlenmesi ile elde ettikleri sübjektif bilgiyi kullanmaktadırlar. Kalp seslerini elektriksel olarak görmek bu konudaki sübjektifliği azaltacaktır. Bu çalışmada son yıllarda kullanıma girmiş elektronik stetoskop düzeneği kullanılmıştır. Kalp ses işaretleri, Erciyes Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji polikliniğine gelen mitral darlık kapak hastalarından poliklinikte fizik muayenesi esnasında uzman bir doktor takibinde alınmıştır. Elektronik stetoskop ile duyulan kalp sesleri aynı zamanda bilgisayara aktarılmıştır.

Bu tez çalışması, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Yüksek lisans Tezi projesi olarak desteklenmiştir. (FBY-10-3004, 2010). Bu tez çalışması için Etik kurul kararı alınmıştır. (karar no: 2010/27) Ayrıca kayıt alınacak hastalar

bilgilendirilerek gönüllü olur formları doldurulmuştur. Kaydı alınan hastalarla ilgili dikkat çekici noktalardan biri; hastaların ekserisinin bayan oluşu, bir diğeri de bu hastaların muhtelif yaşlarda oluşudur. Aşağıdaki tabloda kaydı alınan hastalara ait bilgiler gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Kaydı alınan hastaların listesi

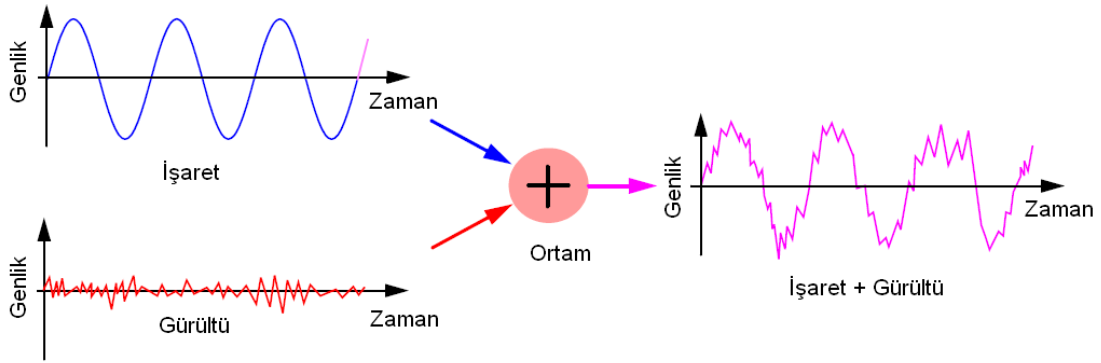
	Yaş	Cinsiyet	Mitral darlık hafif	Mitral darlık orta	Mitral darlık ciddi	Derece
Hasta 1	37	Bayan		+		12/7
Hasta 2	37	Bayan		+		12/7
Hasta 3	50	Bayan	+			11/4
Hasta 4	50	Bayan	+			11/4
Hasta 5	53	Bayan		+		14/6
Hasta 6	53	Bayan		+		14/6
Hasta 7	59	Bayan		+		14/5
Hasta 8	59	Bayan		+		14/5
Hasta 9	38	Bayan			+	29/18
Hasta 10	38	Bayan			+	29/18
Hasta 11	72	Bayan			+	22/10
Hasta 12	72	Bayan			+	22/10
Hasta 13	34	Bayan			+	18/12
Hasta 14	40	Bayan			+	19/13
Hasta 15	33	Bayan		+		16/9
Hasta 16	73	Bayan			+	21/9
Hasta 17	73	Bayan			+	21/9
Hasta 18	54	Bayan		+		14/7
Hasta 19	54	Bayan		+		14/7
Hasta 20	54	Bayan		+		14/9
Hasta 21	54	Bayan		+		14/9
Hasta 22	32	Bayan		+		15/9
Hasta 23	32	Bayan		+		15/9
Hasta 24	32	Bayan		+		15/9
Hasta 25	50	Bayan			+	31/17
Hasta 26	50	Bayan			+	31/17
Hasta 27	38	Bayan	+			7/3
Hasta 28	36	Bayan	+			4/5
Hasta 29	36	Bayan	+			4/5
Hasta 30	36	Bayan	+			4/5
Hasta 31	38	Bayan			+	14/9
Hasta 32	38	Bayan			+	14/9
Hasta 33	74	Bayan			+	27/13
Hasta 34	74	Bayan			+	27/13
Hasta 35	74	Bayan			+	27/13
Hasta 36	52	Bayan			+	19/10
Hasta 37	52	Bayan			+	19/10
Hasta 38	49	Bayan			+	22/15

2.4. Kalp Seslerinin Sayısal Filtrelenmesi ve Analizi

2.4.1. FIR (Sonlu Darbe Cevaplı) Filtre

İşaretler alınırken veya bir yerden bir yere gönderilirken işaret alınma koşullarından ve ortam şartlarından kaynaklanan sebeplerden ötürü çeşitli gürültülere maruz kalırlar[18]. Şekil 2.7. de gösterilmektedir.

Dijital filtreler işaret işlemede ve onun uygulamalarında çok önemli bir yer tutar. Dijital filtrelerin amacı, elde edilmesi gereken sinyali diğer sinyallerden süzmek ve sesleri elemektir[19]. Dijital işaret işleminin ses, görüntü ve video gibi multimedya işlemlerinde en yaygın olarak FIR filtreler kullanılırlar[20].



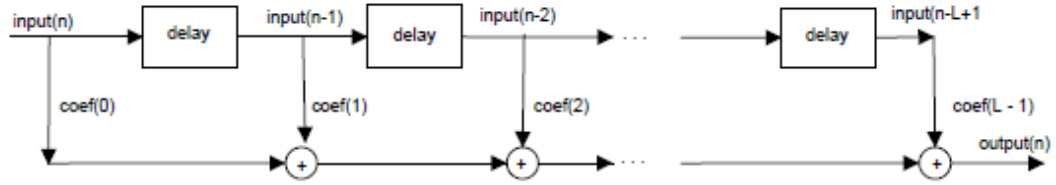
Şekil 2.7. Gürültünün işarete karışması

Bir FIR filtrenin denklemi aşağıdaki gibidir.

$$y(t) = \sum_{T=0}^{n-1} h_T u(t - T), t \in Z \quad (2.1)$$

$u : Z \rightarrow \mathbb{R}$ giriş işareti, $y : Z \rightarrow \mathbb{R}$ çıkış işareti $h_T \in \mathbb{R}$ coef ; n filtrenin uzunluğu

Şekil 2.8. filtrenin blok diyagramı görülmektedir.



Şekil 2.8. FIR filtrenin blok diyagramı

FIR filtrenin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz.

1. FIR filtreler tam olarak lineer fazlı ve önceden belirlenmiş genlik frekans karakteristiğini sağlayacak şekilde kolaylıkla tasarlanabilir. Buna ek olarak herhangi bir frekans karakteristiğini (hem faz hem de genlik) FIR filtreler yaklaşık olarak sağlayabilirler.
2. FIR filtreler hem recursive hem de nonrecursive olarak gerçekleştirilebilir. Recursive gerçekleştirmede tarak filtresi ve rezenatör bankası kullanılır. Nonrecursive gerçekleştirmede ise doğrudan konvülasyon veya FFT kullanılarak hızlı konvölüsyon yöntemleri kullanılır.
3. Nonrecursive olarak gerçekleştirilen bir FIR filtre daima kararlıdır. Bu tür filtrelerin z-düzleminde sadece sıfırlar olup kutupları olmadığından daima kararlıdır.
4. FIR filtrelerin nonrecursive gerçekleştirilmesinde doğal olarak ortaya çıkan kuvantalama ve yuvarlatma hataları önemsizdir.
5. Keskin kesim frekanslı FIR filtre için katsayı hataları daha az önemlidir [19].

2.4.2. Ampirik Kip Ayrıştırma Metodu (Empirical Mode Decomposition–EMD)

EMD nonlineer ve durağan olmayan işaretlere uygulanan işleme tekniklerindendir. EMD'nin temel amacı, durağan olmayan işaretlerin zaman-frekans analizi için anlık frekans değerlerini kullanmayı mümkün kılan ayrışımı oluşturmaktır ve tamamen özyineli sinyal ayrışım yöntemidir. EMD sonucunda işaret, IMF (Intrinsic Mode Functions) ve kalan (residue) olarak ayrışmaktadır ve elde edilen IMF'leri, kalan ile birlikte toplayarak bilgi kaybı ve hata olmadan orijinal işaret elde edilmektedir[21,22]. Fourier dönüşümünde verinin doğrusal ve durağan olduğu varsayılıyorken, EMD veri hakkında hiçbir varsayımda bulunmamaktadır ve veriyi içkin kip fonksiyonlarına (IMF) ayrıştırmaktadır. Metot, zaman eksenindeki işaretlere uygulandığı için uygulaması kolay ve verimlidir.

Bu metotta, zaman eksenindeki sinyaller, yinelenerek yerel ortalaması sıfıra simetrik olan esas osilasyonların bileşimi gibi ele alınabilir.

İki boyutlu EMD için IMF'lerin ayrıştırma işlemi, verinin ($I(i, j)$) kendisinden başlar.

$$giriş_{lk}(i, j) = I(i, j) \quad (2.2)$$

Burada, ilk indis ($l = 1, 2, \dots, L$) IMF sayısını, ikinci indis ($k = 1, 2, \dots, K$) ise yineleme sayısını göstermektedir. Ayrıştırma işlemi aşağıdaki başlıklar halinde özetlenebilir.

Giriş işaretinin ($giriş_{lk}$) yerel minimum ve yerel maksimum noktaları bulunur.

Yerel maksimumun eğri ara değerlenmesiyle üst zarf $e_{max}(i, j)$ yerel minimumun eğri ara değerlenmesiyle de alt zarf $e_{min}(i, j)$ oluşturulur.

Alt ve üst zarfların ortalamaları hesaplanır.

$$ort_{lk}(i, j) = (e_{max}(i, j) + e_{min}(i, j))/2 \quad (2.3)$$

Giriş işaretinden ortalama zarf işareti çıkarılır.

$$h_{lk}(i, j) = giriş_{lk}(i, j) - ort_{lk}(i, j) \quad (2.4)$$

Ortalama zarf işaretinin sonlandırma şartını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir. Kullanılan sonlandırma ölçütü aşağıdaki gibidir.

$$eps = \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W |ort_{lk}(i,j)|}{H \times W} \quad (2.5)$$

Burada H ve W işaretin piksel boyutlarıdır ve eps eşik değeridir. IMF için sonlandırma ölçütü, ortalama işaret sıfıra yaklaştığı zaman elde edilmektedir. Eğer bu şart sağlanmıyorsa, 4. adım sonrasında oluşturulan işaret giriş işareti

$$giriş_{l(k+1)}(i,j) = h_{lk}(i,j) \quad (2.6)$$

olarak alınır ve süreç 1. adımdan yinelenir. Eğer durdurma şartı $k = K$ adımında sağlanıyorsa, o anki yinelemenin IMF'si 4.adımın son sonuçlarındaki gibi tanımlanır.

$$IMF_l(i,j) = h_{lk}(i,j) \quad (2.7)$$

IMF bulunduktan sonra, kalan işaret $R_l(i,j)$ giriş işareti ile IMF işaretinin farkından elde edilmektedir.

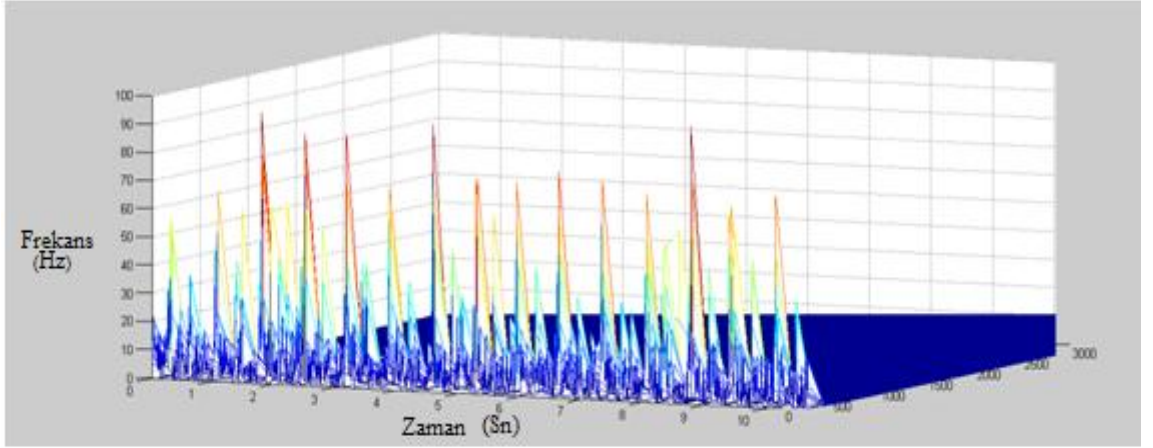
$$R_l(m,n) = giriş_{l1}(m,n) - IMF_l(m,n) \quad (2.8)$$

Bu eleme işlemi, kalan işaretin uç noktaları kalmadığı zaman tamamlanmaktadır. Bir sonraki IMF giriş işareti adımdan başlayarak, artık işaretinin $R_l(i,j)$ giriş işareti olarak kullanılmasıyla bulunmaktadır[23].

2.4.3. Spectrogram

Spektrogram bir sinyalin spektral yoğunluğunun zamanla nasıl değiştiğini gösteren bir zaman değişim gösterimidir[24]. En yaygın biçimde iki geometrik boyutlara sahip bir grafikdir. Yatay eksen zamanı dikey eksen de frekansı temsil eder. Belirli bir zamanda belirli bir frekansın genliği resimdeki her bir noktanın rengi ya da yoğunluğu ile üç boyutlu olarak gösterilir[25]. Şekil 2.9 de gösterilmektedir.

$$spectrogram(t,w) = |STFT(t,w)|^2 \quad (2.9)$$



Şekil 2.9 Bir kalp ses işaretine ait spektrogram

3. BÖLÜM

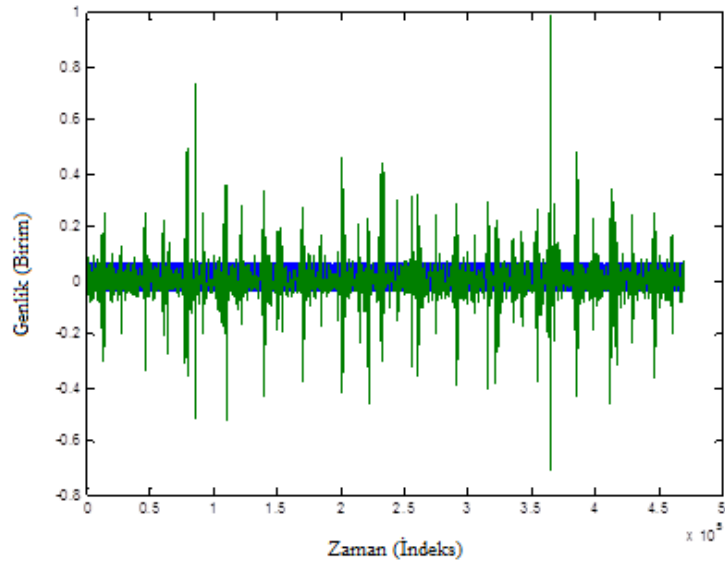
BULGULAR

Kalp hastalıklarının teşhisinde doktorlar ilk olarak kalbin dinlenmesi ile elde ettikleri sübjektif bilgiyi kullanmaktadırlar. Kalp seslerini dijital olarak görmek bu konudaki sübjektifliği azaltacaktır. Bu çalışmada, son yıllarda kullanıma girmiş elektronik stetoskop düzeneği kullanılmıştır. Kalp ses işaretleri, Erciyes Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji polikliniğine gelen mitral darlık kapak hastalarından poliklinikte fizik muayenesi esnasında uzman bir doktor takibinde alınmıştır. Elektronik stetoskop ile duyulan kalp sesleri aynı zamanda bilgisayara aktarılmıştır. Kaydedilen kalp ses işaretlerinin zaman eksenindeki görüntüsünden normal, hastalıklı veya ne çeşit kalp rahatsızlığı olduğu veya hangi kapak hastalığına sahip olduğu anlaşılamamaktadır. Doktorlar fizik muayenesi sırasında hastanın hikâyesini de dinleyerek şüphelendikleri bulguları ekokardiyografi ile kesinleştirmektedirler. Ancak her şüphe sonucunda hastaların eko çekirmek için yığılmalarını önlemek ve daha kaliteli bir ön teşhis sistemi oluşturmak teşhis ve tedavi işlemlerini hızlandıracaktır. Elektronik stetoskop, normal stetoskoptan çok daha hassas olarak kalp seslerini algılayabilmektedir. Ancak kalp seslerinin düşük frekans doğasından ve ortam şartlarından kaynaklanan gürültüleri elimine etmek gerekmektedir. Bu bağlamda kaydedilen kalp ses işaretlerine ister istemez bir gürültü işareti karışmaktadır.

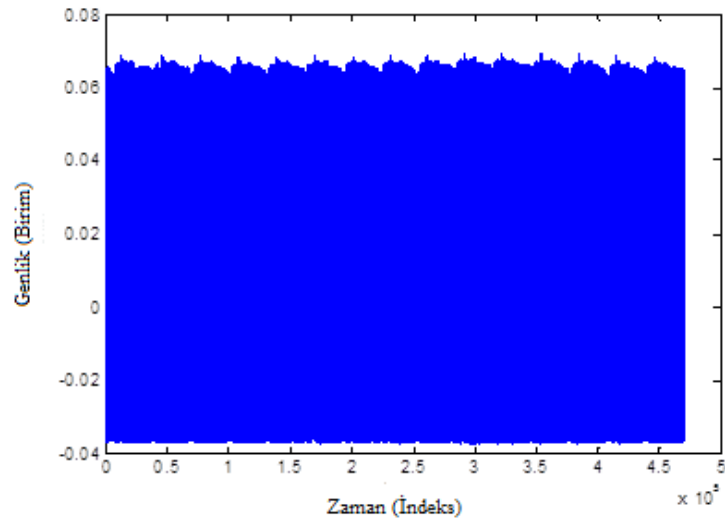
3.1. Filtreleme İşlemi

Çalışmanın ilk adımı olarak kalp ses işaretlerine karışan gürültü bileşeni alçak geçiren bir FIR filtre ile süzüldü. Kullanılan alçak geçiren filtrenin kesim frekansı kalp ses işaretlerinin frekans aralığı yaklaşık 50-150 Hz olduğundan 200 Hz olarak seçildi.

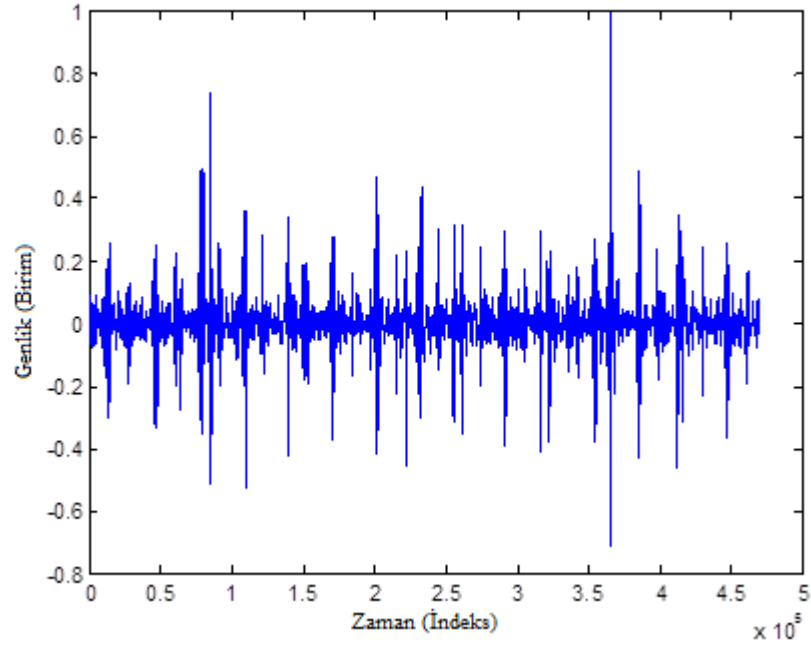
Şekil 3.1. de ciddi mitral darlığı sahip bir kişiden kaydedilen kalp ses işareti gürültü bileşeniyle birlikte görülmektedir. Bu kalp ses işareti matlab programının işaret işleme teknikleri kullanılarak kalp sinyali gürültü bileşeninden ayrıldı. Şekil 3.2. de gürültü bileşeni, Şekil 3.3. te işaretin gürültüden ayrılmış hali ve Şekil 3.4. te yukarıda anlatılan alçak geçiren filtre ile filtrelenmiş hali görülmektedir.



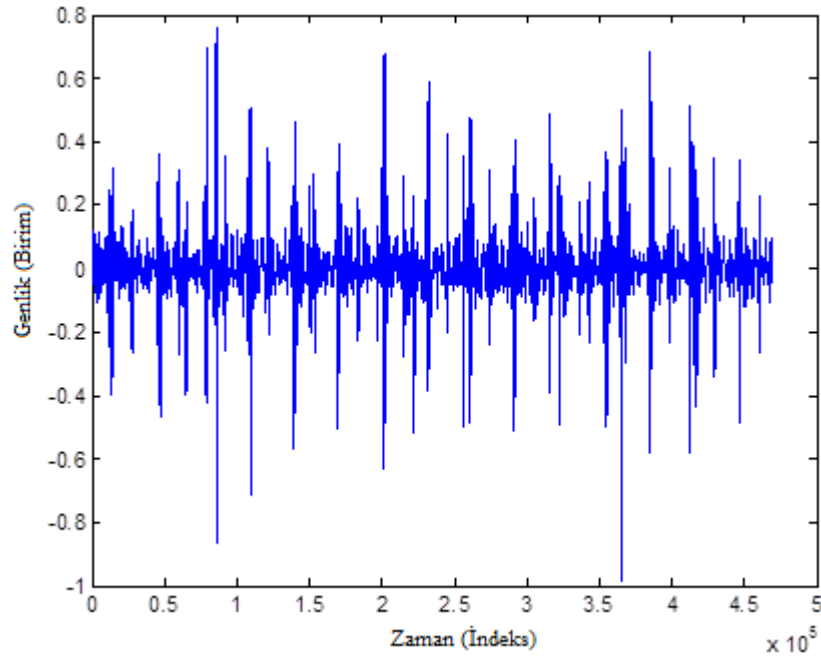
Şekil 3.1. Gürültülü kalp işareti



Şekil 3.2. Gürültü işareti



Şekil 3.3. Kalp işareti



Şekil 3.4. Filtrelenmiş kalp işareti

Filtrelenmiş işaretler bu şekilde elde edildikten sonra bu işaretlere genel ve EMD li formlarda işlemler uygulanmıştır.

3.2. Genel İşlemler

Mitral darlıkta S1-S1 periyodu (sistolün başlangıcından bir sonraki sistolün başlangıcı) ve S2-S1 aralığının (sistolün bitiminden bir sonraki sistolün başlangıcı) durumu bize darlığın derecesi ile ilgili çok önemli bilgiler vermektedir. Her işaret bu şekilde periyot periyot incelenerek bu periyotlardan bize ilgili mitral darlık grubuna ait bilgiler veren S1-S1 periyotları ve S2-S1 aralıkları tespit edilmiştir. Örneğin aşağıdaki Tablo 3.1. ve Tablo 3.2. de ciddi mitral darlığa sahip olan bir hastadan kaydedilen kalp işaretinden periyot periyot incelenerek tespit edilen periyotlar ve aralıklar görülmektedir.

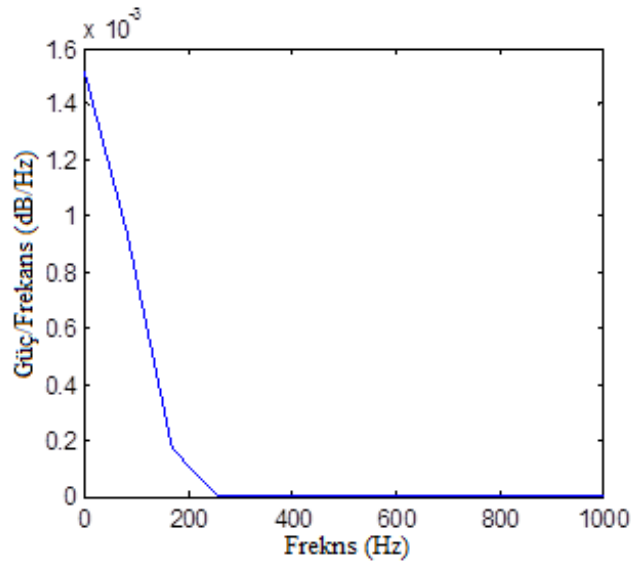
Tablo 3.1. Ciddi mitral darlığa sahip olan bir hastadan kaydedilen kalp işaretinin S1-S1 periyotları

1	108150-137760	
2	137760-168730	
3	168730-199880	
4	199880-230160	
5	260160-259760	*
6	259760-289680	*
7	289680-320530	*
8	320530-352290	*
9	352290-383440	*
10	383440-411910	*
11	411910-444880	*

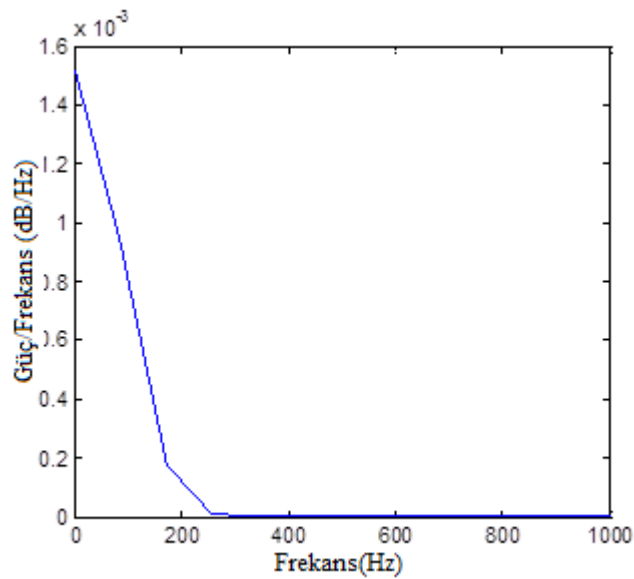
Tablo 3.2. Ciddi mitral darlığa sahip olan bir hastadan kaydedilen kalp işaretinin S2-S1 aralıkları

1	122970-137760	
2	151510-168730	
3	185350-199880	
4	216120-230160	
5	245390-259760	*
6	275740-289680	*
7	306450-320530	*
8	336800-352290	*
9	364320-383440	*
10	399370-411910	*
11	430840-444880	*

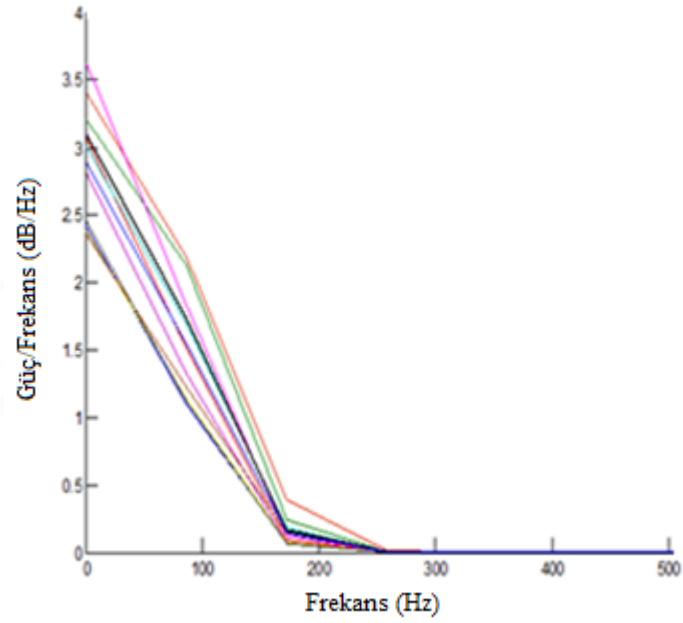
Daha sonra normal kalp ses işareti ile anormal kalp ses işaretlerinin güç spektrumları farklılık arz edeceği düşüncesiyle bu periyotlara ve aralıklara ait güç spektrumları çizdirilerek aralarındaki farklar görülmeye çalışılmıştır. Şekil 3.5. da sağlıklı bir kalp ses işaretinin güç spektrumu, Şekil 3.6 da bu sağlıklı işaretin herhangi bir periyodunun güç spektrumu ve Şekil 3.7. ve Şekil 3.8. de yukarıdaki işarete ait periyotların, aralıkların ve bu periyotlar ve aralıkların ortalamalarının güç spektrumları görülmektedir.



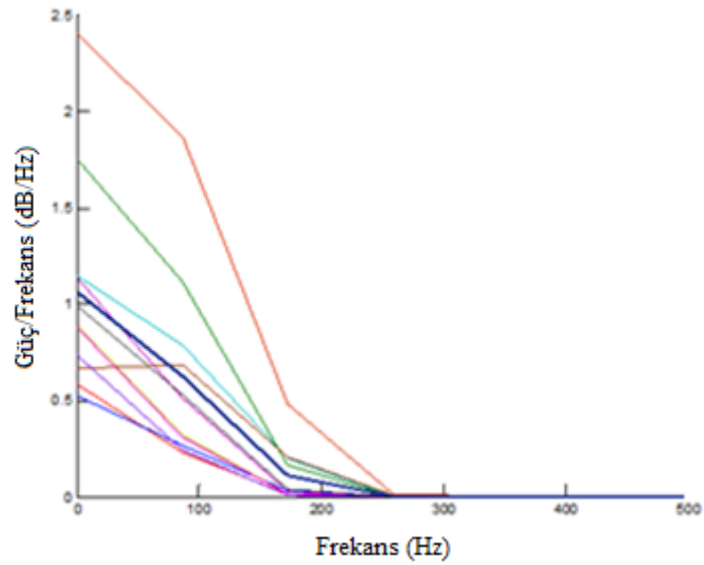
Şekil 3.5 Sağlıklı bir kalp ses işaretinin güç spektrumu



Şekil 3.6 Sağlıklı bir kalp ses işaretinin herhangi bir S1-S1 periyodunun güç spektrumu



Şekil 3.7. Ciddi mitral darlığı S1-S1 periyotlarının güç spektrumları



Şekil 3.8. Ciddi mitral darlığı S2-S1 aralıklarının güç spektrumları

Bu işlemler sırasıyla kaydedilen diğer mitral darlık gruplarındada uygulanmıştır. Normal kalp ses işaretine ait güç spektumu ile hastalıklı kalp ses işaretlerine ait güç spektrumları arasındaki farklar şekillerde açıkça görülmektedir.

Periyotların ve aralıkların güç spektrumları çizdirildikten sonra bu periyotların ve aralıkların süreleri acaba birbirlerinden herhangi bir farklılık oluşturacak mıdır düşüncesiyle ilgili darlık gruplarının hesaplanan periyot ve aralıklarının ayrı ayrı süreleri hesaplanmıştır. Aşağıdaki Tablo 3.3. ve Tablo 3.4. te orta Tablo 3.5. ve Tablo 3.6. da ciddi mitral darlığı işaretlerinin ilgili periyot ve aralıklarının süreleri mevcuttur.

Tablo 3.3. Filtrelenmiş orta mitral darlık işaretinin S1-S1 periyotlarının süreleri(10,727 sn lik kayıt)

			Aralıklar	Süreler
1	33932-62854		28922	0,655
2	62854-89319		26465	0,600
3	89319-118810	*	29491	0,668
4	118810-146790	*	27959	0,634
5	146750-175330	*	28580	0,648
6	175330-202310		26980	0,612
7	202310-229300		26990	0,612
8	229300-258790	**	29490	0,668
9	258790-286920	**	28130	0,638
10	286920-316180		29260	0,663
11	316180-344080		27900	0,632
12	344080-373800		29720	0,673
	Ortalama		28323,916	0,642

Tablo 3.4. Filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin S1-S1 periyotlarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)

			Aralıklar	Süreler
1	108150-137760		29610	0,671
2	137760-168730		30970	0,702
3	168730-199880		31150	0,706
4	199880-230160		30280	0,686
5	260160-259760	*	29600	0,671
6	259760-289680	*	29920	0,678
7	289680-320530	*	30850	0,699
8	320530-352290	*	31760	0,720
9	352290-383440	*	31150	0,706
10	383440-411910	*	28470	0,646
11	411910-444880	*	32970	0,747
	Ortalama		30611,81	0,694

Tablo 3.5. Filtrelenmiş orta mitral darlık işaretinin S2-S1 aralıklarının süreleri(10,727 sn lik kayıt)

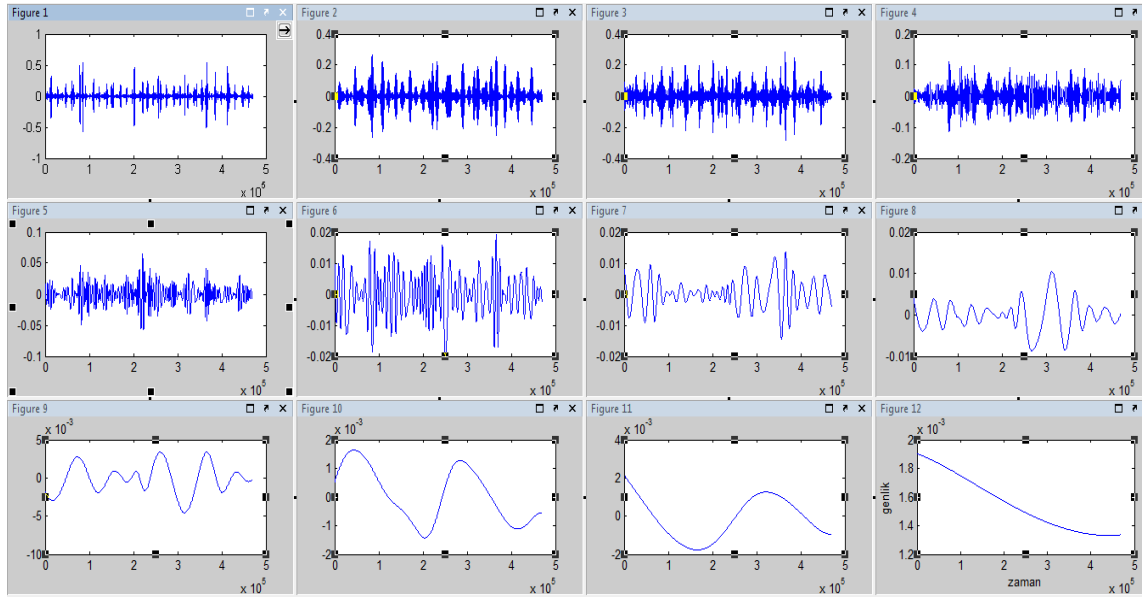
			Aralıklar	Süreler
1	51323-62854		11531	0,261
2	78733-89319		10586	0,240
3	106140-118810	*	12670	0,287
4	134880-146790	*	11910	0,270
5	162670-175330	*	12660	0,287
6	190050-202310		12260	0,278
7	218270-229300		11030	0,250
8	246340-258790	**	12450	0,282
9	275170-286920	**	11750	0,266
10	303520-316180		12660	0,287
11	331450-344080		12630	0,286
12	359810-373800		13990	0,317
	Ortalama		12177,25	0,276

Tablo 3.6. Filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin S2-S1 aralıklarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)

			Aralıklar	Süreler
1	122970-137760		14790	0,335
2	151510-168730		17220	0,390
3	185350-199880		14530	0,329
4	216120-230160		14040	0,318
5	245390-259760	*	14370	0,325
6	275740-289680	*	13940	0,316
7	306450-320530	*	14080	0,319
8	336800-352290	*	15490	0,351
9	364320-383440	*	19120	0,433
10	399370-411910	*	12540	0,284
11	430840-444880	*	14040	0,318
	Ortalama		14923,63	0,338

3.3. EMD li İşlemler

Kaydedilen kalp seslerine filtreleme işlemi uygulandıktan sonra EMD işlemi uygulandı. EMD işleminin uygulanmasının amacı; zaman ekseninde fark edilmesi güç olan bulguların EMD bileşenlerinden birinde olup olmadığını görmektir. Bu anlamda kaydedilen işaretlere birer bir EMD işlemi uygulandı. Bu EMD işlemleri sonucunda her bir işaret için 12 şer tane EMD bileşenleri oluşmaktadır. Bunların arasından 1. bileşen işarette ilgili bulguları bize vermektedir. Aşağıdaki Şekil 3.9. da bir ciddi mitral darlık işaretine uygulanan EMD işlemi sonucu oluşan 12 bileşen görülmektedir.



Şekil 3.9. Ciddi mitral darlık işaretine uygulanan EMD işleminin bileşenleri

Mitral darlıkta S1-S1 periyotları ve S2-S1 aralıkları bizim için önemli olduğundan her bir işaretin 1. Bileşenlerinin özellikle hastalık bilgisine sahip hem S1-S1 periyotları hem de S2-S1 aralıkları teker teker tespit edildi. Hastalık bilgisine sahip bu periyotlar ve aralıkların özellikleri ile davranışları normal bir kalp sesi işaretininkilerden farklı olacağı düşüncesiyle bu periyot ve aralıkların genel işlemlerde olduğu gibi güç spektrumları ve süreleri hesaplanmıştır.

Birinci adım olarak filtrelenmiş işaretlerin 1. EMD bileşenleri bulunduktan sonra ilgili S1-S1 periyotları ve S2-S1 aralıkları hesaplandı.

Aşağıdaki Tablo 3.7. ve Tablo 3.8. de herhangi bir ciddi mitral darlık işaretinin 1.EMD bileşeninden tespit edilen periyotları ve aralıkları görülmektedir.

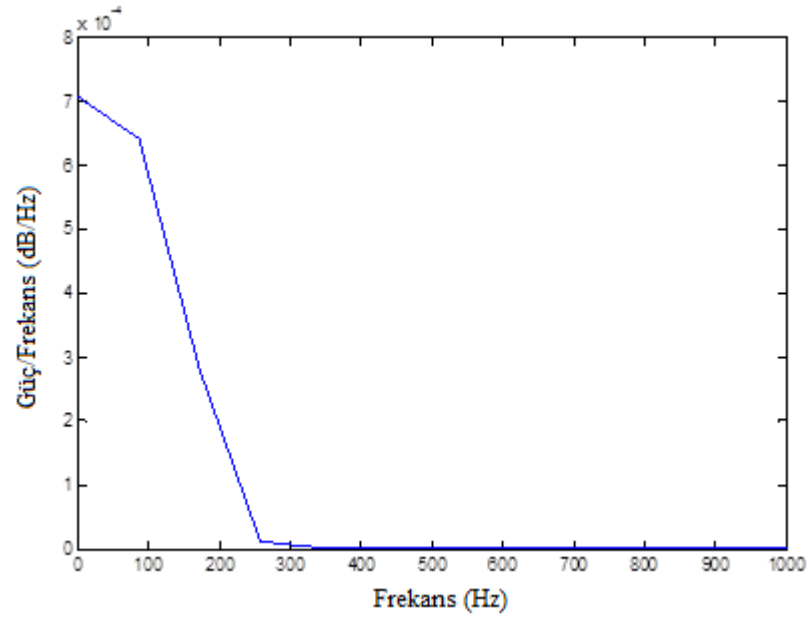
Tablo 3.7. S1-S1 periyotları

1	11059-44707	
2	105770-138280	
3	168960-199920	*
4	199920-229490	*
5	229490-259860	*
6	289440-315240	
7	383960-411180	

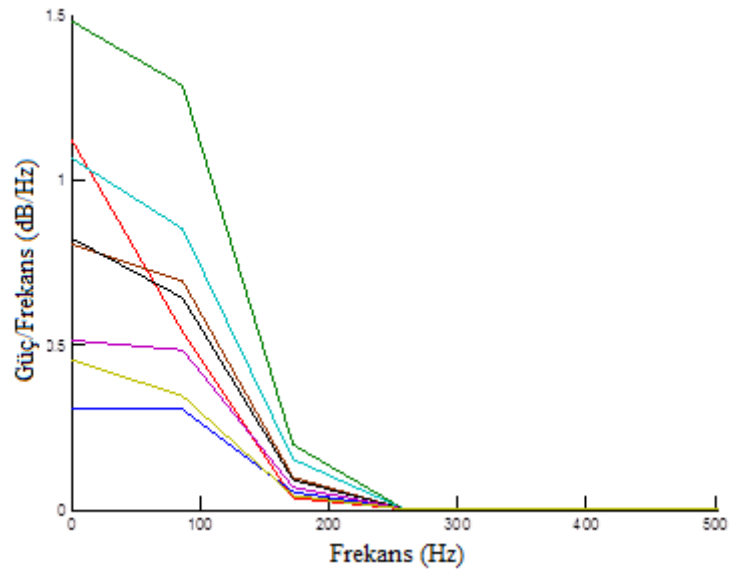
Tablo 3.8. S2-S1 aralıkları

1	29962-44707	
2	122580-138280	
3	185540-199920	*
4	215030-229490	*
5	233930-259860	*
6	300850-315240	
7	397220-411180	

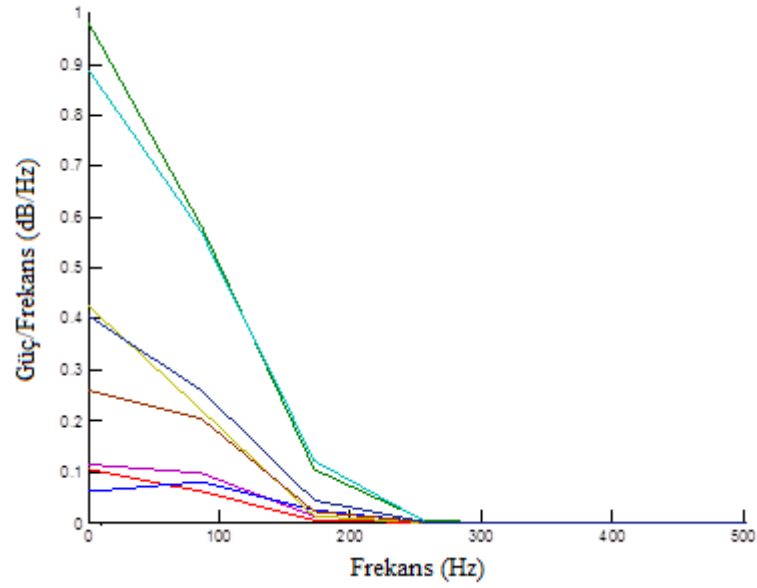
İkinci adım olarak genel işlemlerdeki mantıkla yola çıkılarak normal kalp ses işaretinin güç spektrumu ile mitral darlığa sahip kalp ses işaretlerinin güç spektrumları farklı olacağı düşüncesiyle sağlıklı bir kalp ses işaretinin ve bu periyotların ve aralıkların ortalamaları ile birlikte güç spektrumları çizdirildi. Şekil 3.10. de sağlıklı bir kalp ses işaretinin 1.EMD bileşeninin güç spektrumu, Şekil 3.11. ve Şekil 3.12. da herhangi bir ciddi mitral darlığa ait kalp ses işaretinin 1.EMD bileşeninin ilgili periyot ve aralıklarının güç spektrumları görülmektedir. Şekiller incelendiğinde aradaki farklar kolaylıkla görülmektedir. Aynı işlemler diğer mitral darlık gruplarına ait kalp ses işaretlerine de uygulanıp aralarındaki farklılıklar bulunmuştur.



Şekil 3.10 Sağlıklı bir kalp ses işaretinin filtrelenmiş 1.EMD bileşeninin güç spektrumu



Şekil 3.11. Ciddi mitral darlığı S1-S1 periyotlarının güç spektrumları



Şekil 3.12. Ciddi mitral darlığı S2-S1 aralıklarının güç spektrumları

Üçüncü adım olarak da bu ilgili periyot ve aralıkların süreleri hesaplanarak birbirileri ile mukayese edildi. Aşağıdaki tablolarda hesaplanan bu süreler görülmektedir.

Tablo 3.9. EMD li filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin 1. Bileşeninin S1-S1 periyotlarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)

			Aralıklar	Süreler
1	11059-44707		33648	0,763
2	105770-138280		32510	0,737
3	168960-199920	*	30960	0,702
4	199920-229490	*	29570	0,670
5	229490-259860	*	30370	0,688
6	289440-315240		25800	0,585
7	383960-411180		27220	0,617
	Ortalama		30011,1	0,680

Tablo 3.10. EMD li filtrelenmiş ciddi mitral darlık işaretinin 1. bileşeninin S2-S1 aralıklarının süreleri(10,658 sn lik kayıt)

			Aralıklar	Süreler
--	--	--	-----------	---------

1	29962-44707		14745	0,334
2	122580-138280		15700	0,356
3	185540-199920	*	14380	0,326
4	215030-229490	*	14460	0,327
5	300850-315240		14390	0,326
6	397220-411180		13960	0,316
	Ortalama		14605	0,330

EMD yöntemi ile zaman eksenindeki kalp ses işaretinden daha fazla bilgi açığa çıkarılmıştır. İşaretin frekans dağılımına göre elde edilen EMD bileşenlerinin de frekans özellikleri yine işarettaki gizli bilgileri ortaya çıkarabilmektedir. Ayrıca EMD doğal yapısı gereği iyi bir filtre olarak çalıştığı için işarettaki süzülmesi zor karakteristik gürültüleri iyi bir şekilde elimine etmektedir. Yöntemin kazandırdığı ilave bilgiler güç spektrum grafiklerinde ve tablolarda görülmektedir.

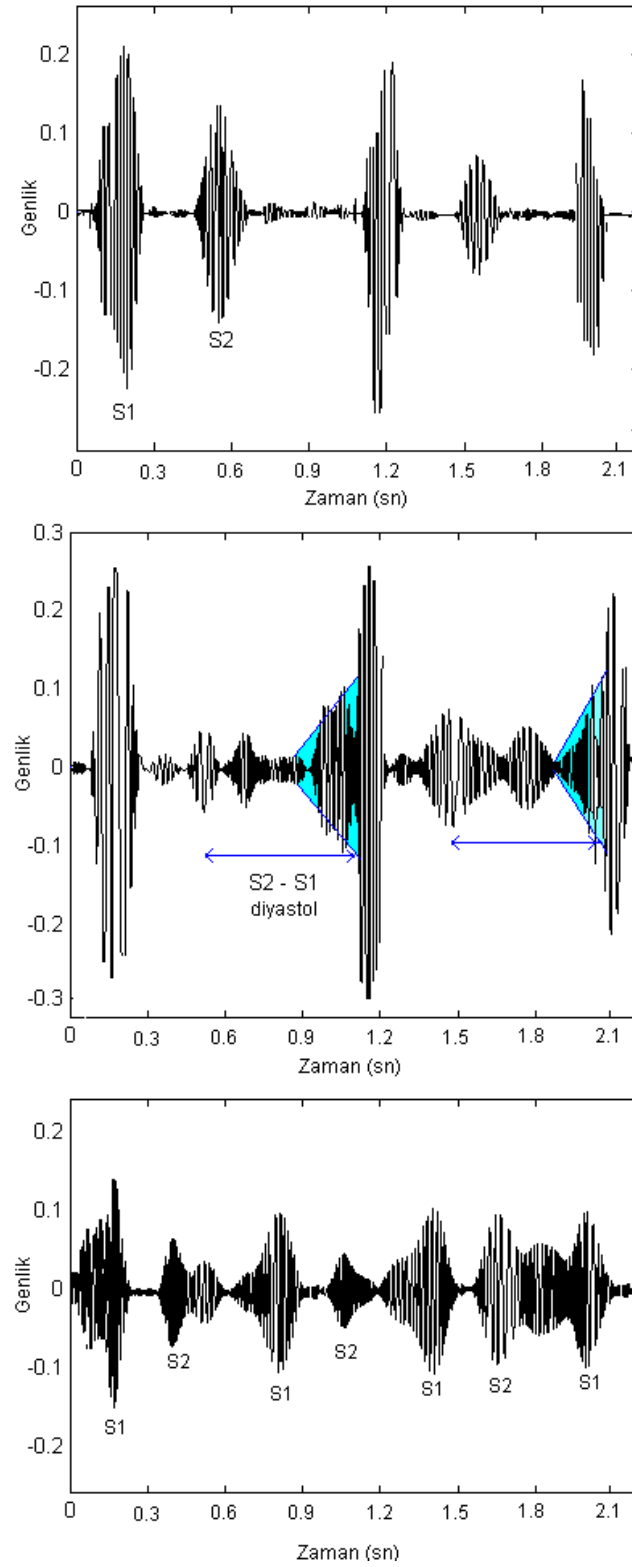
Mitral kapak darlığı hastalığında doktorların duyduğu belirti ve literatürde de geçen bulgu, S2 den sonra S1'den hemen önce diyastolik rulman denilen gürültü benzeri üfürüm duyulmasıdır, yani orta ve geç diyastolik üfürüm görülmesidir[13]. Zaman eksenindeki işarete fark edilmeyen bu kritik bulgu şekilde de görülebileceği gibi işaretin 1. EMD bileşeninde gayet açık olarak görülmektedir. Ayrıca görüldüğü gibi orta derece mitral darlıkta S1 sesinin şiddeti artmıştır. Ancak hafif ve orta derece mitral darlıkta S1 sesi şiddetlenirken ciddi mitral darlıkta S1 sesinin şiddetinde azalma olmuştur. Şekil 3.10. da orta derece mitral darlıkta S2'den sonra görülen OS(opening snap) görülmektedir. S2-OS mesafesi azaldıkça mitral darlık ciddiyeti artmaktadır[26]. A2-OS mesafesi mitral darlık arttıkça kısalmaktadır. Mitral darlık arttıkça OS'den hemen sonra diyastolik rulman duyulmaktadır. Mitral darlığın derecesi üfürümün süresiyle ilişkilidir. Şekil 3.13. te de görüldüğü gibi ciddi mitral darlıkta çoğu periyotlarda OS görülememekte, bununla birlikte S1 sesinin şiddeti azalmaktadır. S2'den veya OS'den sonra görülen diyastolik rulman, Şekil 3.13. te ciddi mitral darlıkta oldukça açık kendini belli etmektedir. Ayrıca ciddi mitral darlıkta geç diyastol olduğu için diyastol süresi azalmaktadır. Yukarıda hesaplanan süreler ifade edildiği gibi sistolün bitiminden bir sonraki sistolün başlangıcına kadar olan sürelerdir. Bunun bir kısmını üfürüm bir kısmını da diyastol oluşturur. Bu durum spektrogramlarda açıkça görülebilmektedir.

İşaretten ortaya çıkarılan bulgular kaydedilen hastalarda hesaplanarak sonuçlar Tablo 3.11. de verilmiştir. İstatistik veya sınıflandırma çalışması yapmak için kayıt alma işlemi devam etmektedir. Gelecek çalışmalar olarak yukarıda verilen bulgulardan sayısal sonuçlar hesaplanarak doktorların klinikteki ön teşhisinde yardımcı olacak uzman bir sistem geliştirmek, başka işaret analiz teknikleri denemek, diğer kapak hastalıkları konusunda da (aort kapağı) çalışma yapmak hedeflenmektedir.

Tablo 3.11. Bulgulara göre ortalama sonuçlar

Mitral darlık	Diyastol süresi, (S2-S1)	A2-OS mesafesi	S1'in şiddeti	Diyastolik üfürüm süresi
Hafif	0,374 ms	0,15 ms	0,22 br	0.080 ms
Orta	0,350 ms	0,11 ms	0.4 br	0.150 ms
Ciddi	0,300 ms	0,06 ms	0.18 br	0.250 ms

Bilgilendirme: Bu tez çalışması, Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Yüksek lisans Tezi projesi olarak desteklenmiştir. (FBY-10-3004, 2010). Bu tez çalışması için Etik kurul kararı alınmıştır. (karar no: 2010/27)

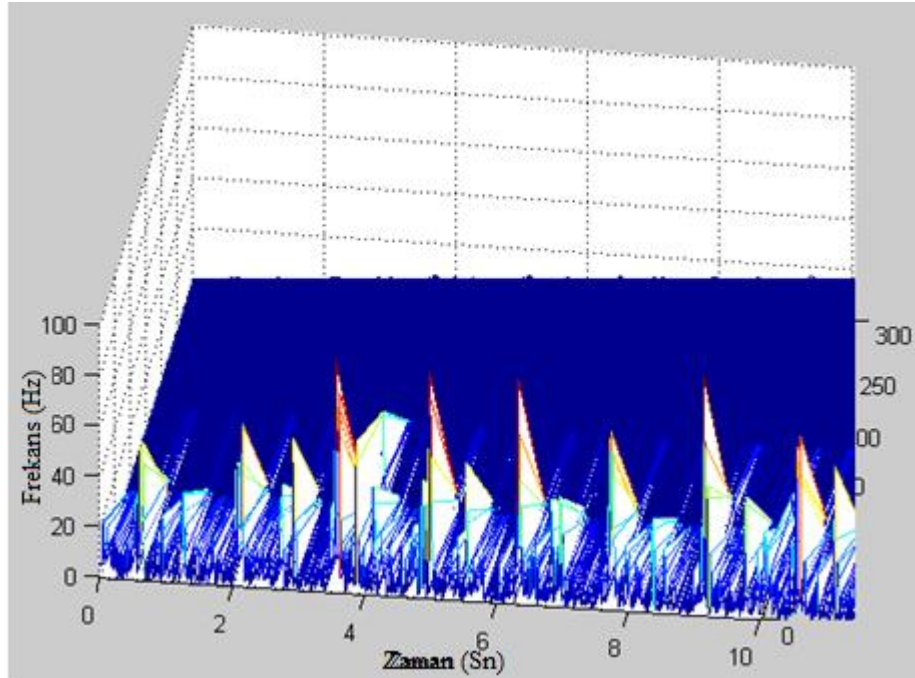


Şekil 3.13. Beşinci EMD Bileşeni, üstteki: normal kalp sesi, ortadaki: orta derece mitral darlık, alttaki: ciddi mitral darlık.

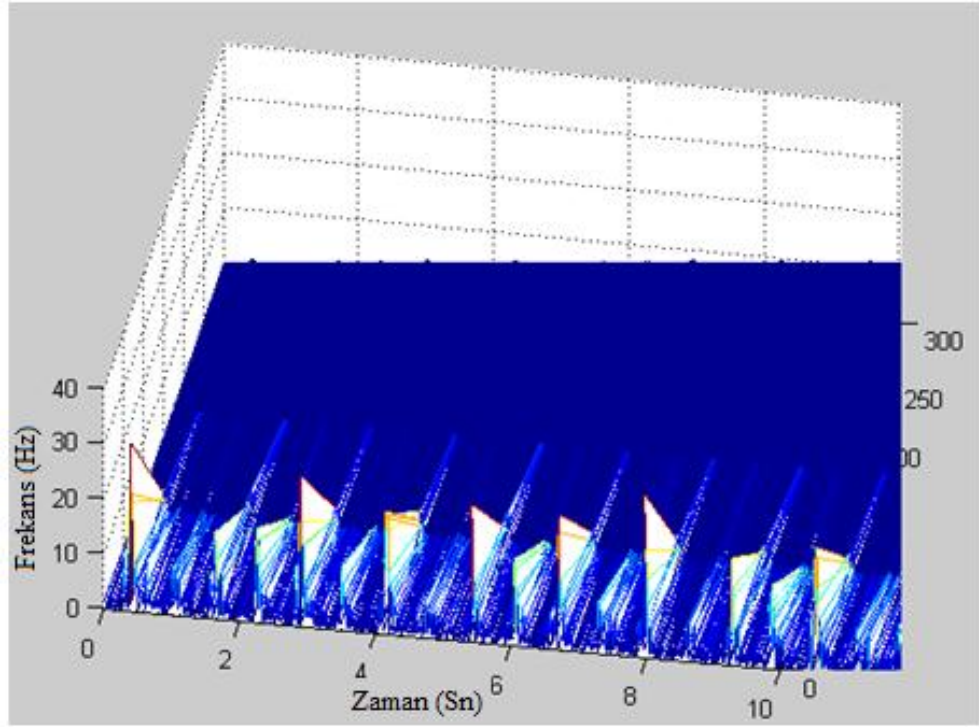
3.4. Spektrogram İşlemi

Kaydedilen işaretlere spektrogram işlemi uygulanarak mitral darlığı ilişkin bulgular bulunmaya çalışıldı. İlk önce işaretlerin filtrelenmiş hallerine spektrogram uygulandı ve işaretlerin spektrogramları incelendi. Mitral darlıkta S2 den S1 e geçilirken oluşan üfürümler, farklılıklar, S1 ve S2 deki değişiklikler çok önemlidir. Ortaya çıkan spektrogramlar bize bu durumları açıkça göstermekte. Şekil 3.14. te ciddi mitral darlığına ait Şekil 3.15. te orta mitral darlığına ait Şekil 3.16. da de sağlıklı bir kalp sesine ait spektrogramlar görülmektedir. Bu spektrogramlar incelendiğinde S2 üfürümlerinin ciddi mitral darlıkta daha fazla orta mitral darlıkta ise daha az olduğu açıkça görülüyor. Ayrıca hastalığa göre S1 in şiddetlendiği görülmektedir.

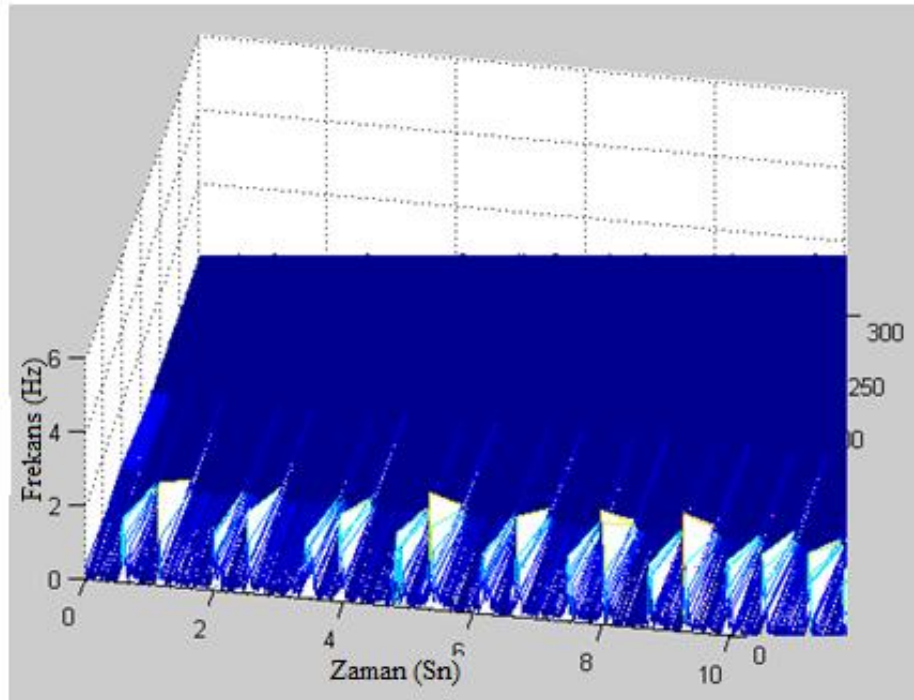
İkinci olarak da bu işaretler periyot periyot ayrılarak spektrogramları çizdirildi ve yukarıdaki bulgular tekrar elde edildi. Şekil. 3.17. ve Şekil 3.18. de Ciddi ve orta derece mitral darlık işaretlerinin bazı periyotlarına ilişkin spektrogramlar görülmektedir.



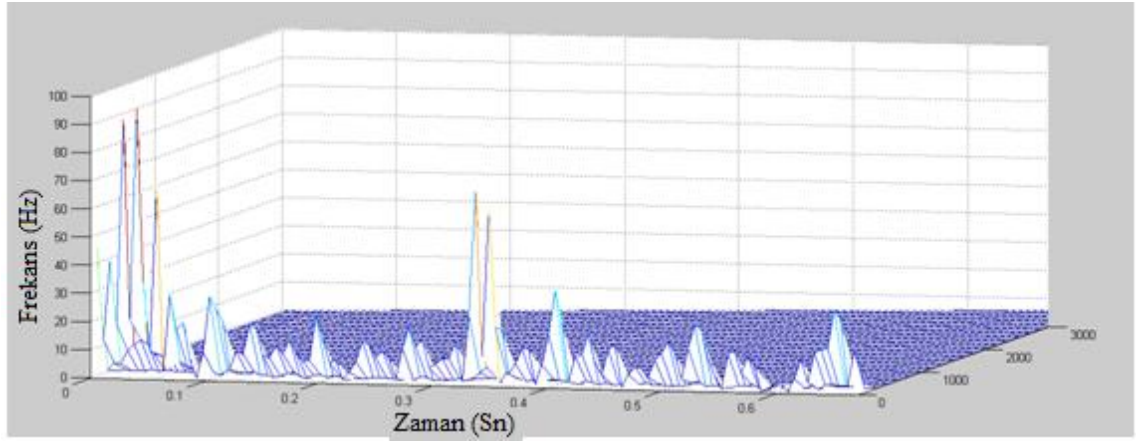
Şekil 3.14. Filtrelenmiş bir ciddi mitral darlık işaretinin spektrogramı



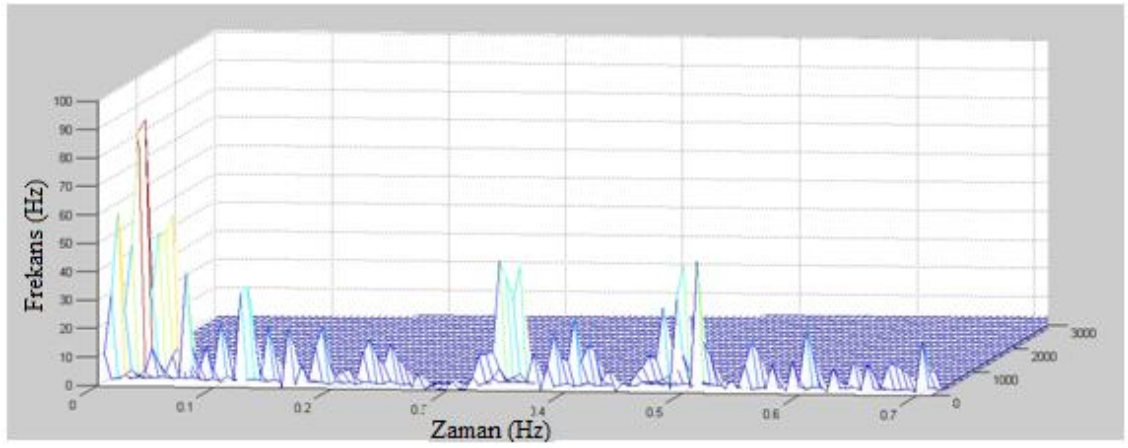
Şekil 3.15. Filtrelenmiş bir orta mitral darlık işaretinin spektrogramı



Şekil 3.16. Sağlıklı bir kalp işaretinin spektrogramı

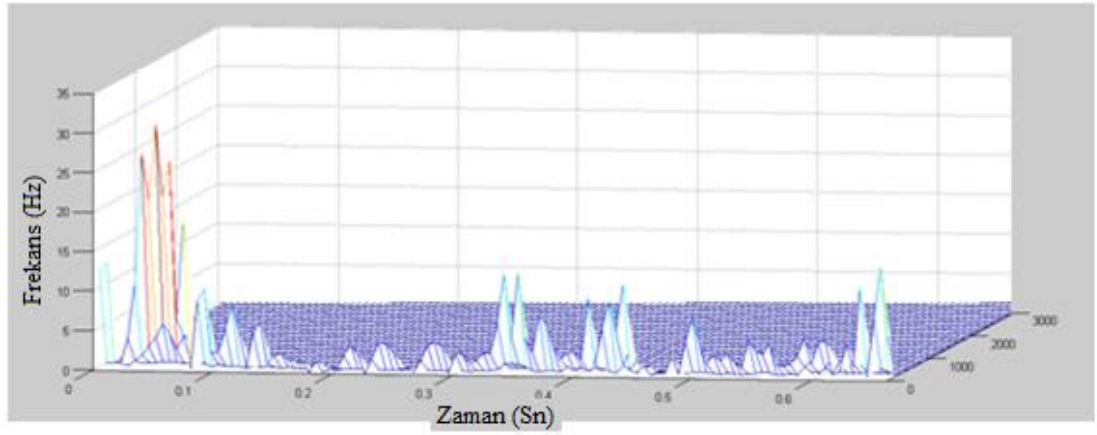


(a)

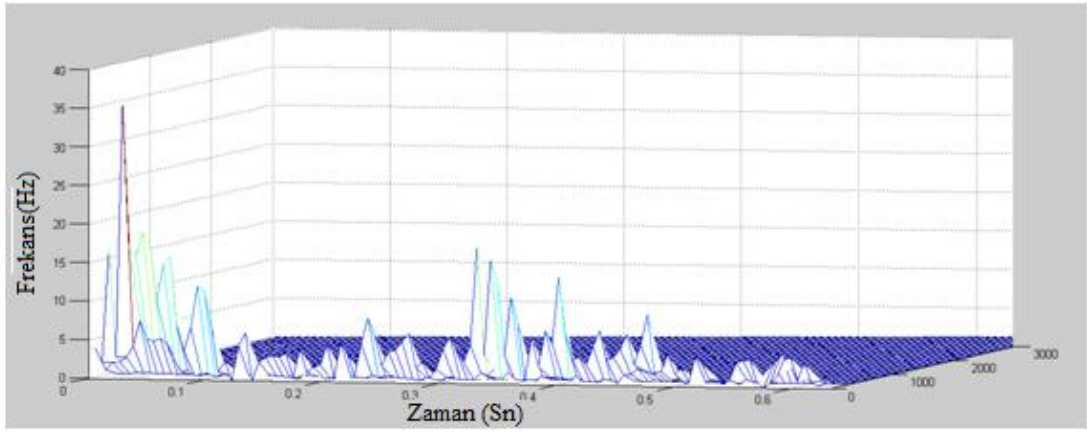


(b)

Şekil 3.17. Filtrelenmiş bir ciddi mitral darlık işaretinin (a) (259760:289680) aralığının, (b) (320530:352290) aralığının spektrogramı



(a)



(b)

Şekil 3.18. Filtrelenmiş bir orta mitral darlık işaretinin (a) (229300:258790) aralığının, (b) (258790:286920) aralığının spektrogramı

4. BÖLÜM

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Kalp hastalıklarının teşhisinde ve tedavisinde kalbin ve kalp seslerinin çok iyi bilinip analiz edilmesi her zaman önem arz etmiştir. Çünkü siz kalbin durumlarını ve kalp seslerini ne kadar daha iyi bilerseniz kardiyojide karşınıza çıkabilecek durumlar karşısında o kadar doğru ve isabetli kararlar verebilirsiniz. Teknolojilerin gelişmesi ve bu gelişmeler paralelinde analiz ve tanıma yöntemlerinin artması ve gelişmesi hep bu amaç içindir. Mesela bir kalp sesinin daha iyi duyulması, kaydedilip görüntülenmesi, kalp kapaklarının görüntülenmesi vb. gelişmeler her zaman bu tanıma ve analizi işlemlerinin dolaylı olarak da teşhis ve tedavi yöntemlerinin gelişmesini pozitif olarak etkilemiştir.

Bu çalışmada bizim amaçlarımız; yeni teknolojilerin kendi sahalarında kullanılabilirliğini artırmak, kaliteli bir ön teşhis oluşturmak, zaman ve yoğunluğa pozitif anlamda yardımcı bir çözüm sunmaktır. Mitral darlık hastalığı en sık görülen kalp kapak hastalığı olmakla beraber darlık derecesine bağlı çeşitli tedavi yöntemleri mevcuttur. Kardiyologların mitral darlık teşhisi için rutinde yaptıkları en yaygın tetkik ekokardiyografidir. Bu çalışma ile elektronik stetoskop kullanılarak gerçekleştirilecek sistemin darlık belirlemek için ekokardiyografiden önce yapılabilecek iyi bir ön teşhis yöntemi olabilirliğini amaçladık.

Son yıllarda kalp sesleri, kalp kapakları ve elektronik stetoskop ile yapılan kalp kapak hastalıklarının teşhisine yönelik çalışmalardan bazıları verilmiştir.

Andreas Voss (2003) ve arkadaşları aort kapak darlığı olan 81 hastadan elektronik stetoskop vasıtasıyla kalp sesi ve EKG işaretini beraber kaydederek, bu kayıtları wavelet ile filtreledikten sonra korelasyon analizini uygulayıp bazı değerleri kıyaslayarak sınıflandırma için yeni bir metod geliştirmişler[27]. İbrahim Türkoğlu (2003) ve arkadaşları wavelet paketli sinir ağları ile kalp kapak hastalıkları için akıllı bir sistem geliştirmişlerdir. Kalp kapak hastalığı olan 215 kişiden doppler ultrason vasıtasıyla kaydettikleri işaretlere dalgacık ayrıştırma uygulayarak normal ve anormal sesleri sınıflandırmışlardır[28]. N. Shamsuddin (2005) ve arkadaşları değişik kalp kapak hastalıklarını teşhis etmek için kalp seslerini bilgisayara aktararak frekans spektrumlarını elde edip yapay sinir ağlarına uygulamışlardır [29]. Sadık Kara (2007) 125 tane mitral darlık kapak hastası ve 55 tane sağlıklı kişilerden doppler olarak kaydettikleri işaretlere kısa zamanlı Fourier dönüşümü uygulayıp frekans değişikliklerini temsil eden sonogramlarını bulduktan sonra yapay sinir ağı kullanarak sınıflandırmıştır[30]. Mohd Zubir Suboh (2008) ve arkadaşları yedi tane değişik kalp kapağı hastalıklarını sınıflandırmak için kalbin beş farklı bölgesinden kalp sesi simülatörü yazılımı vasıtasıyla 22 kHz' te kayıtlar alıp bu kayıtlara korelasyon analizi ve yapay sinir ağları uygulayarak sınıflandırma yapmışlardır [31]. S.M. Debbal(2008) ve arkadaşları kalbin farklı bölgelerinden ölçülen kalp seslerine Fast Fourier Transform (FFT), the Short-time Fourier Transform (STFT), the Wigner Distribution (WD) and the Wavelet Transform (WT) tekniklerini uygulayarak her birisi için ayrı yaklaşımlar elde etmişlerdir [32]. Zümray Dokur (2008) ve arkadaşları Dalgacık dönüşümü ve artan öz-örgütlenmesi haritasını kullanarak kalp seslerini sınıflandırmaya çalışmışlardır. Dalgacık dönüşümü S1-S2 seslerinin segmentasyonu ve özelliklerinin belirlenmesi için kullanıp üçüncü, dördüncü ve beşinci ayrışma düzey detay katsayılarına dayanarak S1 S2 sesleri zamanlamaları bir adaptif pik detektörü tarafından belirlenip Kohonen SOM ağı kullanılarak sınıflandırmaya gidilmiştir[33]. İlias Maglogiannis (2009) ve arkadaşları Kalp seslerini kullanılarak kalp kapak hastalıklarını Destek Vektörleri Makinesi tabanlı tanımlamaya çalışmışlardır. Destek Vektör Makineleri (DVM); Aort stenozu (AS), aort yetersizliği (AY), mitral darlığı (MS) ve mitral yetersizliği(MY) olan 198 kalp ses sinyalleri için kalp sesleri sınıflaması esaslı kalp kapak hastalıklarının tespiti için bir otomatik teşhis sistemi önermektedir [34]. Guy Amit(2009) ve arkadaşları küme analizi ve kalp seslerinin sınıflandırılması için çalışmışlar. Kalp siklusunun mekanik işlemler tarafından üretilen akustik kalp sinyalleri kardiyovasküler sistemin temel işleyişi hakkında önemli bilgiler taşırlar.

Kalp seslerinin farklı morfolojilerinin belirlenmesi için bir sayısal analiz çerçevesi tanımladılar ve fizyolojik durumlarını sınıflandırdılar. Çerçeve analizi hiyerarşik kümeleme, küme mesafelerinin mesafe özelliğinin kompakt data olarak temsil edilmesi ve bir sınıflandırma algoritmasından oluşuyor. İki kalp sesi veri setleri üzerinde önerilen çerçeveyi uyguladılar, fizyolojik durumlarının kontrollü sıralanmasını edindiler ve morfolojik değişikliklerinin birinci kalp sesi (S1) üzerindeki etkilerini analiz ettiler[35]. Zhonghong Yan (2010) Kalp sesi örneğinin ani segmentasyonu analizi için iki yeni fikir ortaya atıyorlar. Birincisi elektronik stetoskop ile kaydedilmiş kalp seslerinin analizinde Viola integral metodunun kullanılması, ikincisi kalp seslerinin her bir döngüsünü belirlemek için multi-scale anlık analiz metodu önermişler[36]. Amir A. Sepehri (2010) ve arkadaşları EKG kullanmadan pediatrik kalp sesi segmentasyonu için yeni bir yöntem sunmuşlardır. Segmentasyonu üç adımda gerçekleştirdiler. İlk olarak, kalp sesleri sinyalin zarfı ilk kalp sesi vurgusu ile elde edildi. İkinci kalp sesi S2 işaretin kısa zamanlı spektral enerjisi ve AR parametreleri kullanılarak elde edildi. Sonra temel kalp sesleri S1 ve S2 seslerinin tekrarlanması ve spektral karakteristik özellikleri dikkate alınarak oluşturulur. Çok katmanlı yapay sinir ağı sınıflandırıcı kullanılıyor. Son adımda çocuğun nefes almasıyla etkilenen sistolik ve diyastolik hareket aralıkları dikkate alınarak tam ve düzgün bir kalp sesi elde ediliyor[37]. Hong Tang (2012) ve arkadaşları dinamik kümeleme esaslı kalp seslerinin segmentasyonunu yapmışlar[38]. Ali Moukadem (2013) ve arkadaşları S dönüşümü tabanlı sağlam kalp seslerini bölme modülü üzerinde çalışmışlar. Arkadaşları kalp seslerini bölmek için S dönüşüm tabanlı yeni bir modül geliştirmişlerdir. Kalp seslerini bölme işleminde PCG işareti 4 parçaya bölünmüştür. S1(birinci kalp sesi), sistol, S2 (ikinci kalp sesi) ve diyastol. PCG işaretlerinin otoanalizinde dikkate alınan en önemli safhalarından biridir. Sunulan bölme modülü üç ana bloğa ayrılmıştır. Bunlar da kalp seslerinin belirlenmesi, belirlenen kalp seslerinin sınırlarını tespit edilmesi ve S1 S2 arasını ayırarak sınıflandırma şeklindedir [39].

4.2. Sonuç ve Öneriler

Kalp hastalıklarının teşhisinde vazgeçilmez bir ön-teşhis metodu olan oskültasyonun kaliteli bir şekilde yapılabilmesi kalp hastalıklarının teşhisine büyük katkı sağlayacaktır. Bu tez çalışmasının amacı oskültasyonun en kaliteli olarak yapılmasını sağlamak, kalp seslerini digital olarak kaydedip dinleyebilmek, ve kaydedilen seslere işaret işleme teknikleri uygulayarak özellik çıkarımı ve değerlendirme yapmaktır.

Önceki bölümde bahsedilen kalp sesleri üzerine yapılan çalışmaların hemen hemen hepsinde kalp seslerinin daha iyi algılanabilmesi için çözümler ve analiz teknikleri önerilmektedir. Kalp seslerinin özellikleri ne kadar çok ve doğru bilinirse teşhis, tedavi o kadar güvenilir, ve farklı durumlarda hızlı ve en doğru kararın verilmesi o kadar daha kolay ve isabetli olacaktır.

Bu tez çalışmasında ise daha önceki çalışmalara artı olarak birkaç husus vardır. Bunlar;

1. Elektronik stetoskobun; EKG ile eşzamanlı kayıt yapabilmesi ve sesleri daha iyi duyma, kaydetme gibi birçok özelliğinden dolayı yapılan akademik çalışmalarda tıbbi olarak kullanılabilirliği gösterilmiştir. Bu tez çalışması elektronik stetoskobun hastanelerde pratik kullanımının giderek yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır.
2. Kalp hastanelerinde en önde gelen teşhis aracı Elektrokardiyografi olup gelen hastaların hemen hemen hepsine uygulanır. Eko cihazı sabit bir cihazdır kolaylıkla her yere taşınmaz ancak hastayı onun bulunduğu yere getirmek lazımdır. Ayrıca eko cihazı sadece kalp seslerini dinlemek ve kaydetmek için değil daha kompleks ölçüm ve değerlendirmeler için kullanıldığından ilk teşhis aracı olmayıp ilerki safhalarda kullanılmalıdır. Gelen hastaların hepsine eko uygulanması hasta sayısının yoğun olduğu kalp polikliniklerinde doktor ve hasta açısından aşırı bir zaman tüketimine yol açmaktadır. Eko cihazından önce bu tez çalışmasında önerildiği gibi bir ön teşhis sistemi bu duruma çözüm getirebilecektir.
3. Elektronik stetoskop ile otomatik olarak kaydedilen kalp sesleri tekrar dinlenebilmekte ve işaret işleme teknikleri uygulanarak seslerden zaman ve frekans ekseninde önemli bulgular elde edilebilmektedir. Bu tez çalışmasında tercih edilen EMD yöntemi ile mitral darlık hastalığına sahip kalp ses işaretleri analiz edilerek karakteristik bilgiler sunulmaktadır.

4. Elektronik stetoskobun diğerk en önemli avantajı ise kalp seslerini EKG işaretleri ile eşzamanlı kaydetmesidir, böylelikle kalp ses işaretlerinin kolaylıkla periyot periyot ve aralık aralık ayrılıp incelenebilmektedir. Bunun neticesinde işaretlere yönelik ilk bakışta belirlenemeyen birtakım bulgular daha kolay elde edilebilmiştir.
5. Bu çalışmada sadece mitral darlık hastalığıyla ilgili çalışılmıştır. Bilindiğı üzere kalpte mitral kapağın dışında üç tane daha kalp kapağı vardır. Bunlarında kendilerine has yetmezlik ve darlık gibi durumları da vardır. Bu çalışmada kullanılan elektronik stetoskop ile yöntemler ya da daha farklı yöntemler kullanılarak diğerk kalp kapakları ile ilgili çalışmalar yapılabilir. Daha sonra da bu çalışmalar birleştirilerek daha orijinal düşünceler, tespitler ve teşhise yönelik çok farklı yöntemler geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Yazgan, E., Korürek, M., 1995. Tıp Elektroniğine Giriş. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayın No:1574, İTÜ, İstanbul, 386 s.
2. Amit, G., May 2004. Heart Sound Analysis: Theory, Techniques and Applications, Advanced Research Seminar,
3. Düzgün, Ö. O., 2007. Kalp Seslerinin Gerçek Zamanda Algılanması Ve Bilgisayarda Analiz Edilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 65 s.
4. Koylan, N., 2008. Kalbin Oskültasyonu, http://www.edu-doc.com/file_2cf4086865d486cb0030c5bdb0cbbc64.html ,2012.
5. Özdemir, E., Kalp Kapakları Ve Kalp Sesleri, <http://tipeu.cumhuriyet.edu.tr/Donem2/II.../Fizyoloji/.../KALPSESi.ppt> ,2012.
6. Körpe, C., 1985. Kalp Seslerinin Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,
7. Kalp nedir? - Kalbin anatomisi - Damarları - Kapakları - Kalbimiz nasıl çalışır, <http://www.webkutlu.com/bilgi-deposu/14863-kalp-nedir-kalbin-anatomisi-damarlari-kapaklari-kalbimiz-nasil-calisir.html>,2012.
8. Deperlioğlu, Ö., Karasekreter N., Fidan U., 2009. Oskültasyon Seslerinin PDA Ortamında Görüntülenmesi Ve Değerlendirilmesi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu, Karabük, Türkiye
9. Akciğer- kalp sesleri, www.acilveilkuyardim.com/acilbakim/akcigerkalpsedinihtm
10. Süer, N., Mitral Kapak Cerrahisi, <http://www.kalpvedamar.com/mitral.html>,2012.
11. Karabay, B.C., Erişkinlerde Mitral Kapak Cerrahisi, <http://www.kvc.hacettepe.edu.tr/pdf/ekc005.pdf>,2012.
12. Tuncer, M., Ekim, H., Gümrükçüoğlu, H.A., Şimşek, H., 2006. Serebrovasküler Olay İle Prezente Olan Romatizmal Mitral Kapak Darlığına Bağlı Sol Atriyumda Dev Trombüs: Olgu Sunumu, **Van Tıp Dergisi**, 13(4):134-137.
13. Allen, HD., Gutgesell, HP., Clark, EB., Driscoll, DJ., 2001. Heart Disease in Infants, Children and Adolescents, 6th edn. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia
14. Umman, B., 2008. Konjenital Kapak Hastalıkları, http://www.itf-kardiyoloji.org/dersler_slayt/berrin_umman/%C4%B1v/45.4.2008-ders-kong.KH-BU.pdf, 2012.

15. Kemaloğlu, S., Kara, S., 2002. EKG İşaretleri İle Kalp Seslerinin Eşzamanlı Alınması İçin Ölçüm Düzenegi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1-2): 28-33.
16. Erol, H.A., 'Elektrokardiografi', Ankara, 1988.
17. Robert, F., Rushmer, M. D., Cardiovascular Dynamics, W.B. Saunders Company, 1976.
18. Doğan, B., 2012. Tıbbi Enstrumantasyon Tasarım ve Uygulamaları, web.itu.edu.tr/~bdogan/dersler/tetu1112/TETU-SayisalFiltreler.pdf.2012
19. Dijital filtreler, www.belgeler.com/blg/93d/digital-filtreler.2012
20. Flandrin, P., Rilling, G., Goncalves, P., 2004. Empirical Mode Decomposition As a Filter Bank, **Journals & Magazines**, Volume: 11, Issue: 2, Part: 1, Page(s): 112 - 114.
21. Arafat A., Hasan, K., Automatic Detection of ECG Wave Boundaries Using Empirical Mode Decomposition", *ICASSP 2009*, Taiwan, pp. 461-464, 19- 24, April, 2009.
22. Zhang, Y., Gao, Y., Wang, L., Chen, J., Shi, X., 2007. The Removal of Wall Components in Doppler Ultrasound Signals by Using the Empirical Mode Decomposition Algorithm, **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, Vol. 54, No. 9, pp. 1631-1642, September 2007.
23. Taşyapı Çelebi, A., Ertürk, S., Visual Enhancement of Underwater Images Using Empirical Mode Decomposition And Wavelet Denoisin, *SIU2012*, Muğla, Turkey, 18-20 April 2012.
24. Haykin, S., 1991. Advances in Spectrum Analysis and Array Processing, vol.1, Prentice-Hall,1991.
25. Spectrogram, <http://en.wikipedia.org/wiki/Spectrogram>
26. Topol, EJ., Califf, RM., 2007. Textbook of Cardiovascular medicine, Lippincott Williams & Wilkins, 222 pp.
27. Voss, A., Jan, H., Schroeder, R., Nasticzky, F., Mix, A., Ullrich, P., Huebner, T., 2003. Diagnosis of Aortic Valve Stenosis by Correlation Analysis of Wavelet Filtered Heart Sounds, *IEEE EMBS Cancun*, September 17-21, Mexico, 2003.
28. Türkoğlu, İ., Arslan, A., İlkay, E., 2003. An Intelligent System For Diagnosis Of The Heart Valve Diseases With Wavelet Packet Neural Networks, **Computers in Biology and Medicine**, 33(4): 319-331.

29. Shamsuddin, N., Mustafa, MN., Husi S., Tai, MN., 2005. Classification of Heart Sounds Using a Multilayer Feed Forward Neural Network, *Sensors And The International Conference On New Teqniques In Pharmaceptical And Biomedical Research*, 5-7 September 2005, Kuala Lumpur, Malaysia.
30. Kara, S., 2007. Classification of Mitral Stenosis From Doppler Signals Using Short Time Fourier Transform and Artificial Neural Networks, **Expert Systems with Applications**, 33(2): 468-475.
31. Suboh, MZ., Mashor, MY., Mohd Saad, AR., Mohamed, MS., 2008. Classification of Valve Diseases Using Correlation Analysis, *IEEE 5th International Conference on CCE*, 2008.
32. Debbal, SM., Bereksi-Reguig, F., Computerized Heart Sounds Analysis, **Computers in Biology and Medicine** 38:263-280, 2008.
33. Dokur, Z., Ölmez, T., 2008. Heart Sound Classification Using Wavelet Transform and Incremental Self-organizing Map, **Digital Signal Processing**, 18(6): 951-959.
34. Maglogiannis, I., Loukis, E., Zafiropoulos, E., Stasis, A., 2009. Support Vectors Machine-Based Identification of Heart Valve Diseases Using Heart Sounds, **Computer Methods and Programs in Biomedicine** , 95(1): 47-61.
35. Amit, G., Gavriely, N., Intrator, N., 2009. Cluster Analysis and Classification of Heart Sounds, **Biomedical Signal Processing and Control**, 4(1): 26-36.
36. Yan, Z., Jiang, Z., Miyamoto, A., Wei, Y., 2010. The Moment Segmentation Analysis of Heart Sound Pattern, **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, 98(2): 140-150.
37. Sepehri, A.A., Gharehbaghi, A., Dutoit, T., Kocharian, A., Kiani, A., 2010. A novel method for pediatric heart sound segmentation without using the ECG, **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, 99(1): 43-48.
38. Tang, H., Li, T., Qiu, T., Park, Y., 2012. Segmentation of Heart Sounds Based on Dynamic Clustering, **Biomedical Signal Processing and Control**, 7(5): 509-516.
39. Moukadem, A., Dieterlen, A., Hueber, N., Brandt, C., 2013. A Robust Heart Sounds Segmentation Module Based on S-Transform, **Biomedical Signal Processing and Control**, In Press

ÖZ GEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Muhammet BAKİ

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 20 Aralık 1983, Trabzon

Medeni Durumu: Evli

Tel: +90 545 292 7115

email: mbaki61@yahoo.com

Yazışma Adresi: Akpınar Mah. 850. Cad. No: 3/19 Çankaya/ANKARA

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	EÜ Müh. Fak. Elektrik-Elektronik Mühendisliği	2007
Lise	Tonya Ç.P.L, Trabzon	2001

YABANCI DİL

İngilizce,