

**HORLAMA YASTIĞI**

**MUSTAFA ÜNAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ELEKTRONİK VE BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**ŐUBAT 2010  
ANKARA**

Mustafa ÜNAL tarafından hazırlanan HORLAMA YASTIĞI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER  
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Elektronik Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. M. Ali AKÇAYOL

Üye : Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa BURUNKAYA

Tarih : 19 / 02 / 2010

Bu tez, Gazi Üniversitesi Bilişim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa ÜNAL

# **HORLAMA YASTIĞI**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Mustafa ÜNAL**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ**

**ŐUBAT 2010**

## **ÖZET**

Son yıllarda yapılan çalışmalar uyku bozukluklarının günlük yaşantımızı nasıl etkilediğini açıkça ortaya koymuştur. Ayrıca toplumun genel sağlık ve sosyoekonomik seviyesinin yükselmesi ile beraber horlama ve uyku sırasında solunumun durması (apne) şikayetiyle doktora başvuran hastaların sayısında artış meydana gelmesi bizi bu çalışmaya itmiştir. Horlama da bu uyku bozukluklarından birisidir. Horlama sesi sizden çok, yatağınızı ya da odanızı, hatta aynı çatıyı paylaştığımız kişileri rahatsız eder. Yakınlarda yapılmış bir araştırmaya göre horlayan kişi eşinin uyku süresinde ortalama bir saat azalmaya yol açmakta, yani eşini uykusuz bırakmaktadır. Buda aile yaşamını ciddi bir şekilde tehdit eder. Horlayan kişi alay konusu olur. Bunun yanı sıra horlama, uykuda solunum duraklamaları hastalığının da bir belirtisi olabilir. Horlamanın pek çok nedeni ve değişik tedavi yöntemleri vardır. Bizim sistemimiz horlamaya cerrahi müdahale yapmadan mikrodenetleyici kontrolüyle kompresör tarafından şişirilen yastığın kafa pozisyonu değiştirmesiyle ve yastık şiştiği halde horlama devam ediyorsa titreşim motoruyla hastayı uyararak çare bulmaktır. Çünkü horlama sırt üstü yatış pozisyonuyla ilgili bir gerçektir. Kompresör ve titreşim motoru C programlama diliyle yazılmış 16F877 mikrodenetleyicinin ürettiği sinyal ile kontrol edilmektedir.

**Bilim Kodu : 704. 3. 013**  
**Anahtar Kelime: horlama, elektronik yastık, apne**  
**Sayfa Adedi : 52**  
**Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER**

**SNORING PILLOW****(M.Sc. Thesis)****Mustafa ÜNAL****GAZI UNIVERSITY****INFORMATICS INSTITUTE****FEBRUARY 2010****ABSTRACT**

As a result of the studies show us how sleep disorders influence our daily life. In addition that increasing of general health of society and socioeconomical level increase in the number of patient who comes to the doctor for snoring and cessation of breathing (apnea) and development in the technology, in this study it was us. Snoring is one of this condition. According to a study recently made, the person who snores causes to decrease in the average an hour of his wife's sleep, that puts his wife sleepless. This seriously threatens the family life. The person who is sleeping is been ridiculed. Besides this, snoring may be a symptom of the disease of breathing pauses. There are many reason and different threatment way of snoring. Our system obviates snoring without surgery by microcontroller to control the compressor which inflates the pillow so that the head position will change. Although the pillow inflates if snoring doesn't stop, it will sitimulates the patient with vibration machine. Because snoring is related with supineposition reality. Compressor and vibration machine controlled by a signal which is produced by 16F877 microcontroller, written with C computer programme.

**Science Code : 704. 3. 013****Key Words : snoring, electronic pillow, apnea****Page Number: 52****Adviser : Prof. Dr. Nihal Fatma GÜLER**

## **TEŐEKKÜRLER**

Bu çalıőmamda bana yardımcı olan, yol gösteren, fikir veren hocam Nihal Fatma GÜLER'e ve İlhan GARİP'e, çalıőmam için hiç bir zaman manevi desteklerini esirgemeyen kıymetli aileme teşekkürü borç bilirim.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
TEŞEKKÜR .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ .....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ .....	1
2. UYGULAMA DEVRESİ.....	12
2.1. Sistemin Blok Şeması.....	13
2.2. Ses Algılama Devresi .....	15
2.3. Mikrodenetleyici Devresi.....	18
2.4. Sistemin Blok Diyagramı .....	19
2.5. Mikro Devetleyici Ve Diğer Donanımlar İçin Besleme Katı.....	21
2.6. Kompresör .....	23
2.7. Valf .....	25
2.8. Titreşim Motoru .....	26
3. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	27
KAYNAKLAR.....	29
EKLER.....	33
EK-1. Devre Progaramı.....	34
EK-2. Tasarlanan Cihazın Baskı Devre Şekilleri .....	38
EK-3. Mikrofon Seçimi Ve Polar Tepkiler .....	39
EK-4. Mikrodenetleyiciler .....	41
EK-5. Azaltan DC-DC Konvertör .....	48
ÖZGEÇMİŞ.....	52



**ÇİZELGELERİN LİSTESİ**

<b>Çizelge</b>	<b>Sayfa</b>
Çizelge 2.1.Horlama analizinde kullanılan parametreler.....	17

## ŞELİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Uygulama devresi .....	12
Şekil 2.2. Tasarlanan cihazın blok şeması .....	13
Şekil 2.3. Tasarlanan cihazın ayrıntılı blok şeması.....	14
Şekil 2.4. Ses algılama devresi.....	16
Şekil 2.5.a. Normal horlama frekans spektrumu.....	17
Şekil 2.5.b. OSAS'lı horlama frekans spektrumu.....	17
Şekil 2.6. Mikrodenetleyici ayak bağlantıları .....	18
Şekil 2.7. Sistemin blok diyagramı .....	20
Şekil 2.8. Mikrodenetleyici ve ses algılama devresi besleme katı.....	21
Şekil 2.9. DC sinyalin kıyılma oranları.....	24
Şekil 2.10. Valf tetikleme devresi.....	25

**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 2.1.7805 regülatörü .....	22
Resim 2.2.Kompresör ve titreşim motoru için güç kaynağı.....	22
Resim 2.3.Yastığı şişirmek için kullanılan izole edilmiş kompresör .....	24

## 1.GİRİŞ

İnsanlar yaşamlarının yaklaşık olarak üçte birinden çoğunu uykuda geçirirler. Kaliteli bir uyku insan sağlığını etkileyen en önemli unsurlardandır. Bu nedenle kaliteli uyku sağlayabilmek insanların temel sorunlarından birisi olmuştur. Bunun için son yıllarda tanı ve tedavi amaçlı birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucu uykunun sadece bir bilinç kaybı olmadığı ve günlük yaşantımızı nasıl etkilediği, iyi olmayan bir uykunun nelere sebep olabileceği anlaşılmıştır.

Yeni doğan bebek günde toplam 17-19 saat uyur ve birkaç ay içinde bu sürenin %80 kadarı gece uykusuna dönüşür. Günlük uykunun yarıdan fazlası REM evresinde geçer. Uyku süresi içinde bebek sık sık kısa süreler için uyanır fakat kendiliğinden uykuya döner. Kalp ve solunum ritmi değişkenlik gösterir. Yaşamın birinci yılında uyku süresi giderek azalır ve 12-15 saate iner. Daha sonraki yıllarda gündüz uykuları da giderek azalır ve ergenlik çağına kadar ortalama uyku gereksinimi 10-11 saat dolayına inerken, REM oranı %25-28'e kadar geriler. Bu dönemde uykunun periyodik yapısı ve devamlılığı mükemmeldir.

Erişkin bir insanın uyku süresi, kalıtıma bağlı olarak 4 ile 12 saat arasında değişmekle beraber ortalama 9,5 saat kadardır. Bu dönemde derin uyku toplam süresinin %24-26 kadarını, REM uykusu %20-25 kadarını, Evre 2 uykusu da %50 kadarını oluşturur. Gece içinde 1-3 defa 1 dakikadan uzun, 15-20 kere 30 saniyeden kısa sürelerle, genellikle vücut hareketleri ile beraber ortaya çıkan ama bilincin uyanıklık düzeyine yükselmediği uyanmalar görülür.

Orta yaşlardan itibaren uykunun hem süresi hem de evrelerin dağılım oranında değişiklikler ortaya çıkar. İlerleyen yaşa paralel olarak uykunun süresi azalır, gece uyanmaları artar, derin ve REM uykusu oranları azalırken yüzeysel uyku (evre 1) artar, REM/non-REM döngüsü düzensizleşir, orta yaşlardan itibaren erkeklerde derin uyku oranı hızla azalır altmışlı yıllarda sifira yaklaşırken kadınlarda bu oran çok daha yavaş azalır. İleri yaşlarda, toplam uyku gereksinmesi çok azalmamakla beraber gece uykusunun doğal ve/veya tıbbi nedenlerle azalmasından ötürü gün içinde yorgunluk ve uykululuk artar ve yaşlılarda özellikle yemeklerden sonra "şekerleme" dediğimiz kısa uykular giderek sıklaşır.

İnsan uykusundaki iç mimari ve yaşla ortaya çıkan doğal değişmelerin klinik uyku testi sonuçları değerlendirilirken göz önünde tutulması şarttır. İnsanda "dinlenmişlik" duygusunu sağlayan, uykunun toplam süresinden çok içsel yapısının normal olup olmadığıdır. Özellikle uykudaki solunum olgularının klinik önemini sadece Apne/Hipopne İndeksi, oksijen desaturasyonun en düşük düzeyi gibi rakamlara indirgeyerek değerlendirmek, uykunu iç mimarisindeki evre oranı değişiklikleri, non-REM/REM döngüsünün bozulmuş olması, kısa süreli uyanmalar (arousal) ile ortaya çıkmış fragmentasyon sonuçlarının hastaya getirdiği uyku kalitesi kaybını göz önüne almamak olur. Uyku kalitesindeki bozukluklar ise insanların bilişsel (kognitif) fonksiyonlarını doğrudan olumsuz yönde etkilemekte, özellikle karar verme becerilerini azaltmakta ve genel olarak insanları "mutsuz" yapmaktadır. Bu nedenlerle hem tanı hem de tedavi sonuçlarının objektif değerlendirilmesinde insanları uyku sürelerinin ve kalitesinin göz önünde tutulması gerekir [1].

Uyku, farkındalığın kaybı ile geri gelmesi arasında geçen, pasif olarak kendiliğinden veya yorgunluk nedeniyle gelen, tekdüze bir bilinçsizlik süresi değildir. Tersine, fizyolojimizde çok belirgin değişikliklerin ortaya çıktığı ve bu olguların 90-110 dakikalık periyotlar halinde organize edildiği, beynin farklı aktivasyon düzeylerini yansıtan karmaşık bir süreçtir. Her ne kadar bir insanın uyuyup uyumadığı davranışsal olarak da fark edilebilirse de, bu süreçlerin objektif ve kantitatif saptanması genellikle elektroensefalik aktivitelerin izlenmesi ile saptanabilir. Klinik değerlendirme açısından EEG aktivitesinin 30 saniyeden uzun süre aynı düzeyde kalması, o zaman diliminde beynin içinde bulunduğu uyku evresini belirler. Uyku, EEG frekanslarına göre uyanıklık ve 5 uyku evresi olarak toplam 6 farklı düzeyde değerlendirilir. Uyku evreleri yüzeyden derine doğru birden dörde kadar numaralandırılırken, rüyaların sık görüldüğü evreye REM adı verilir: İngilizce Rapid Eye Movements kelimelerinin baş harflerinden oluşan bu kısaltma uluslararası kullanımda kabullenilmiştir. Bunun dışında kalan diğer uyku evrelerine de REM olmayan anlamında non-REM adı verilir. Böylece gece boyunca doğal uykunun iç mimarisi, REM-olmayan ve REM evrelerinin birbirlerini yaklaşık 90-110 dakikalık periyotlarda düzenli olarak takip etmesiyle oluşur. Gözleri kapalı, rahatlamış ve kasları gevşemeye başlamış bir insanın EEG'si, karışık frekansta düşük voltajlı bir aktivite tabanında değişken düzeylerde alfa dalgaları barındırır. Kişi uykuya

geçerken genellikle bu alfa aktivitesi çok azalır veya kaybolurken yer yer teta aktivitesi ortaya çıkar. Göz kürelerinin hafif, yavaş ve elektrookülogramda (EOG) birbirine zıt yönde yuvarlanan dalgalar halinde hareket ettiği (slow-rolling eye movements = SREM) ve genellikle 1 ile 10 dakika kadar sürebilen bu ilk Evre 1 uykusundan sonra, tabandaki aktivite biraz yavaşlarken EEG de bir iki saniye süreli, genlikleri genellikle önce biraz artan sonra biraz azalan, 12-14 Hertz (Hz) frekansında uyku içcikleri (sleep spindles) ve yüksek genlikli fakat düşük frekanslı tek bir deşarj şeklinde beliren K kompleksleri içeren Evre 2 uykusuna geçilir. Tipik bir gece uykusunun zaman olarak yarıya yakını oluşturacak fakat fizyolojik önemi diğer evrelere oranla daha az araştırılmış ve bilinen bu evre, genellikle 5-15 dakika sonra yerini giderek daha yavaş (0,5-4 Hz) ve yüksek genlikli, delta dalgaları denen, EEG aktivitesine terk eder. Yavaş dalgaların oranına bağlı olarak araştırmacıların Evre 3 ve Evre 4 diye adlandırdıkları bu EEG düzeyine klinikte toplu olarak derin uyku veya delta uykusu adı verilir.

Yaklaşık bir buçuk saat kadar beyin bu non-REM evreleri arasında gider gelir fakat 90-110 dakika kadar sonra birdenbire EEG, uyanık beynin genlik ve frekansına çok yakın bir düzeye döner ve bu arada ekstraoküler kaslardan başka hemen bütün çizgili kaslarda yaygın bir hipotorü ve yer yer atoni ortaya çıkar. EEG deki bu düşük voltaj/hızlı aktiviteye EOG deki genellikle yarım saniyeden kısa süreli fakat delta aktivitesindeki yakını genlikli, bu evreye adını veren hızlı göz küresi hareketleri katılır. Bu hareketler hem sağa sola, hem de yukarı aşağı olabilir ve sıklıkları genel olarak o anda görülen rüyanın içeriği ile orantılı olarak artar veya eksilir. Bu hareketlerin olduğu süreler fazık REM uykusu, bunların arasında geçen süreler de tonik REM uykusu adı verilir.

REM uykusunda genellikle solunumun gerek frekansı ve gerekse derinliği, kalbin dakikadaki atım sayısı, atım hacmi ve EKG'de RR aralığı küçük fakat anlamlı değişiklikler gösterirler. Kan basıncında küçük fakat ölçülebilir oynamalar olur, vücut ısısı kontrolü azalır ve bazal ısı dış ortamın ısısına doğru kayma eğilimi gösterir. Yutma ve kusma refleksleri büyük ölçüde inhibe olur, yüzeyel uykudan derin uykuya kadar progresif olarak azalan yerel beyin kan akımı değerleri birdenbire uyanık düzeye ve hatta daha yukarı çıkar, karbondioksite karşı vazomotor duyarlılık azalır.

İlk REM uykusu evresi genellikle 5-10 dakika sürer ve beyin, 90-110 dakika sonra yeniden REM'e girene kadar tekrar non-REM evrelerine döner. Bu REM/non-REM döngüsü, beyin uykusunu alıp uyanana kadar oldukça düzenli şekilde tekrarlanır. Bununla beraber, gecenin ilk yarısında daha büyük oranda derin uyku (Evre 3 + 4), ikinci yarısında ise giderek artan REM evresi uykusu görülür. Uyanmaya yakın REM periyodunun süresi 30 dakikayı geçebilir. Genellikle sabah uyanınca hatırlanan rüyalar, bu en son görülen rüyalardır. Rüyaların hatırlanma derecesi bir yandan içeriklerinin kişi için önemine, diğer yandan REM evresinin içinden veya bitiminden ne kadar sonra uyanıldığına bağlıdır.

Uykuda solunum bozuklukları, hastalarda morbidite ve mortalitenin artmasına yol açan ağır klinik tablolara neden olmaktadır. Obstrüktif uyku apne sendromu, santral uyku apne sendromu, üst solunum yolu rezistansı sendromu, obezite-hipoventilasyon sendromu ve overlapsendromu olmak üzere 5'e ayrılmaktadır. Uykuda solunum bozuklukları basit horlama ile başlayıp obezite-hipoventilasyon sendromuna kadar giden patofizyolojik bir süreçtir [2, 3]. Horlama ise bu sendromların en büyük belirtisidir.

Yapılan bir araştırmaya göre normal yetişkinlerin % 45'i ara sıra ve % 25'i devamlı olarak horlar. 30-35 yaş grubu erkeklerin % 20'si, kadınların % 5'i; 60 yaş grubu erkeklerin % 60'ı, kadınların % 40'ı daima horlar. Obez kişilerde horlama zayıf olanlara göre 3 kat daha fazla görülür [4, 5].

Halk arasında uyku sırasında bireyin çıkarttığı gürültülü ses olarak tanımlanan, tıpsal manası ise özellikle erişkinlerde gözlenen horlamanın en sık nedeni yumuşak damak ve küçük dilin normalden fazla büyümesi, sarkması ve bu kasların gerginliklerini kaybederek uyku sırasında solunum yolunu tıkaması ve küçük dilin titreşmesidir. Fakat burundan, ses tellerine kadar üst hava yolunu daraltan bütün problemler (alerjik nezle, burun kemiğindeki eğrilikler, sinüzit, alt ve üst çenedeki yapısal anormallikler, dilin aşırı büyük olması) horlamaya sebep olabilir.

Biraz daha açmak gerekirse sağlıklı bireylerde inspirasyon (havanın burun yoluyla akciğerlere çekilmesi) esnasında, diyaframın havayı solunum yoluna çekmesi ve solunum yolu duvarlarının bu olaya direnç göstermesi nedeniyle üst hava yolundaki hava basıncı subatmosferik hale gelir. Oluşan negatif basınç, havayolu şeklinde değişime neden olmaya çalışır, bu duruma Tensorpalatini ve Genioglossus kasları

direnç gösterir. Üst hava yolu bozukluğuna sahip bireylerde, özellikle OUAS hastalarında uyanık iken Tensorpalatini ve Genioglossus kasları aktivitelerini arttırarak üst hava yolu seklini korumaya çalışırlar. Fakat hasta yatar pozisyona geçip uykuya daldığında bu kasların aktiviteleri azalır, bu durum havayolunun daralmasına neden olur [6-8]. Havayolundaki bu daralma pasajdaki hava akımını ve subatmosferik basıncı arttırır. Artmış negatif havayolu basıncı ve kas aktivitesindeki azalma kombinasyonu dil ve yumuşak damağın orofarenksin posterior duvarına doğru hareket etmesine, sıklıkla da posterior orofarengal duvara temas etmesine neden olur. Bu olay sonucunda havayolu alanı daralır. Havayolundaki blokaj parsiyel ise, inspirasyon ve ekspirasyon esnasındaki hava akım hızı artarak yumuşak dokuların ve kısmen uvulanın titreşmesine neden olur. Bu olay sonucu oluşan ses **horlama olarak** adlandırılır. Basit horlama iyi huyludur (benignedir). Negatif hava yolu basıncı, dil ve yumuşak damağın farenksin posterior duvarına hareket etmesi ve azalmış kas aktivitesi kombinasyonu sonucunda hava yolunun tamamen bloke olması durumunda ise obstrüktif uyku apnesi oluşur [9, 10].

Horlamanın en ağır formu “tıkayıcı tipte horlama hastalığıdır.” “Uyku apnesi” diye bilinen bu hastalıkta şiddetli horlama nefessiz kalınan bir dönemle kesilmektedir. Bu sırada solunum tam durmuştur. 10 saniyenin üzerindeki nefessiz kalma nöbetlerinin bir saat içinde 7 den fazla görülmesi yaşamı ciddi şekilde tehdit eder. Böylelikle uykuda kan oksijen düzeyi aşırı oranda düşer. Oksijenin düştüğü bu dönemde kalp kanı daha çok pompalamak zorundadır. Bir süre sonra kalp ritmi bozulurken, yıllar içinde yüksek tansiyon ve kalp büyümesi gerçekleşir.

Tıkayıcı tipte horlama hastalığı olan kişiler uykularının çok az bir kısmında derin uyku fazına geçebilmektedirler. Derin faz gerçek dinlenme için tek yoldur. Dinlenmeden geçirilen gecenin gündüzü uykulu, yorgun ve verimsiz geçecektir. Araba kullanırken ya da iş başında uyuklamalar görülecektir.

Uyku apne sendromu, obstrüktif, santral ve mixed olmak üzere 3 tiptir. Obstrüktif apnede üst hava yollarındaki bir obstrüksiyona bağlı olarak solunum ciddi olarak kısıtlanmış veya tamamen bloke olmuştur ve solunumsal kaslar solunum için ekstra bir efor sarf ederler. Santral apnede solunumsal kaslar solunum için ekstra bir caba sarf etmezler. Mixed apne ise santral ve obstrüktif apnenin bir kombinasyonudur. Günümüzde mixed apne de obstrüktif apne içine dahil edilmiştir. Tüm olguların



%90-95'ni oluşturması nedeniyle uyku apne sendromu denildiğinde obstrüktif uyku apne sendromu anlaşılır [2, 3, 6, 11].

Obstrüktif uyku apnesi (OUA), uyku sırasında solunumun bir süre için durması ve bu sırada vücudun solunum için aşırı çaba göstermesidir. Bu kişilerde solunum yolunda hava akımının durmasına neden olan tıkanıklığın boğazda olduğu bilinmektedir. Hastalar genellikle şişman, orta yaşta ve horlayan erkeklerdir. Sıklıkla horlama ve uykudaki solunum duraklamalarının farkında olan hastanın kendisi değil, hastanın eşidir.

Obstrüktif uyku apne sendromu (OUAS), uyku sırasında tekrarlayan üst solunum yolu obstrüksiyonu epizotları ve sıklıkla kan oksijen saturasyonunda azalma ile karakterize bir sendromdur [2, 3, 6, 12-14].

Sendromun sınıflanması, teşhis ve tedavi planlaması açısından bazı tanımlar ve indeksler önem arz etmektedir. Kısaca bunlardan bahsetmek gerekirse [2, 3, 6, 15-18];

**Apne:** Uyku esnasında solunumun en az 10 sn süreyle durmasıdır.

**Hipoapne:** Hava akımında %30-50 oranındaki azalmanın 10 saniyeden uzun sürmesi hali. Solunum hareketinin azalması ya da kandaki Oksijen doygunluğunun azalması olarak da ifade edilebilir.

**Apne-Hipopne İndeksi (AHI):** Uykuda görülen apne ve hipoapne sayıları toplamının saat olarak uyku süresine bölünmesi ile elde edilen indekstir. Solunum sıkıntısı indeksi (Respiratory DisturbanceIndex=RDI) olarak da isimlendirilmektedir. Arousal: Uyku sırasında daha yüzeysel uyku evresine ya da uyanıklık durumuna ani geçişlerdir. Apne ve hipoapneyi sonlandırır.

**Arousal İndeksi:** Uyku sırasında saat başına görülen toplam arousal sayısıdır. En düşük  $O_2$  değeri (Minimum  $O_2$  Saturasyonu): Gece boyunca saptanan en düşük  $O_2$  değeridir.

**Obstrüktif uyku apnesi sendromu:**

RDI'nın 5'in üzerinde olması ve

Oksijen saturasyonunun %90'ın altında seyretmesi ile tanımlanır.

Uyku apnesi; apne (solunumun tam durması) indeksine göre;

**Apne indeksi:**

5-20 arasında ise hafif,

20-40 arasında ise orta,

40'ın üzerinde ise ağır uyku apnesi olarak değerlendirilir.

Bu hastalarda apnenin yanı sıra hipoapnenin de önemli olması sınıflandırmada apne ve hipoapne sayılarının toplamı olan RDI indeksinin kullanılmasını daha anlamlı kılmaktadır. Buna göre,

**RDI:**

5-30 arasında ise hafif,

30-50 arasında ise orta,

50 den yüksekse ağır bir uyku apnesinden bahsedilir

**O<sub>2</sub> saturasyonu:**

%85'in altına düşerse orta derecede,

%60'ın altına düşerse ağır bir uyku apnesi söz konusu olur

OUAS her iki cinste, tüm ırk, yaş, sosyoekonomik düzey ve etnik gruplarda görülebilen en sık karşılaşılan uyku bozukluklarından biridir[19]. Prevelansı %1-5 arasında değişmektedir, erkeklerin %4, kadınların %2'sini etkilemektedir. Ülkemizdeki prevelansı %0,9-1,9 olarak tahmin edilmiştir. En çok orta yaşlarda ve daha çok erkeklerde görülen, diurnal hipertansiyon, sağ ve sol ventrikuler yetmezlik, miyokard enfarktüsü ve felç gibi hastalıklara yakalanma riskini arttıran sinsi bir hastalıktır [2, 6, 20-28]. OUAS'a bağlı yıllık mortalite oranı %2-3 civarındadır [17]. Ayrıca OUAS hastalarının konsantrasyon eksikliği nedeniyle daha çok trafik kazası yaptıkları bildirilmiştir, bu mortaliteyi arttıran diğer bir faktördür [6, 25] .

Findley [26] OUAS hastalarının trafik kazası yapmasının normal popülasyondan 7 kat daha fazla olduğunu bildirmiştir.

**Basit Horlama:**

RDI'in 5'in altında olduğu, uyku esnasında kandaki oksijen doygunluğunun (saturasyon) hep %90'ın üzerinde seyrettiği nefes alma esnasında yemek borusunda ölçülen basıncın -10cm su seviyesinin altına düşmediği hastalarda basit horlamadan bahsedilmektedir.

### **Horlama Nedenleri**

Dilin arkası ve yumuşak damak ve küçük dilin olduğu kısmın genizle birleştiği bölge kendiliğinden daralabilen bir bölgedir. Bunlar birbirleri üstüne geldiğinde solunumla birlikte titreşmekte ve horlama ortaya çıkmaktadır. Horlayan biri aşağıdaki problemlerden en az birine sahiptir.

**Dil ve boğaz kasları gerginliği azalmıştır:** Gevşek kaslar sırt üstü yatınca dilin boğaz arkasına doğru kaymasına engel olamaz. Bu olay alkol ya da ilaç olarak gevşemiş birinin uykusunda kas kontrolünün kaybolması ile ortaya çıkar. Bazı insanlarda uykunun derin fazında gevşemeye bağlı olarak yine horlama görülebilmektedir.

**Boğazdaki dokuların aşırı büyük olması:** Büyük bademcik ve geniz eti çocuklarda en sık rastlanan horlama nedenidir. Şişman insanlarda kalın boyun dokusu sebep olarak gösterilir. Kist ve tümörlerde nadir olarak bu yolla horlama yapabilmektedir.

**Kilo fazlalığı:** Boyunun kısa ve kalın olması boğazda hava yolunun daralmasına neden olur. Kilo fazlalığı nedeniyle boynun ve boğaz çevresindeki yağ dokusunun artması uyku apnesini şiddetlendiren önemli bir etkidir. Boyun çevresinin, yani gömlek yakası numarasının erkeklerde 43 cm'den, kadınlarda 40 cm'den fazla olması uyku apnesi için risklidir

**Erkek cinsiyet:** Uyku apnesi erkeklerde kadınlardan iki kat sık görülür. Ancak, kilo fazlası olan kadınlarda da sık görülmektedir.

**Yaş:** Uyku apnesi orta yaş üzerindeki erişkinlerde gençlere göre 2-3 kat daha sıktır. Alkol, sakinleştirici ve uyku ilaçlarının kullanımı boğaz kaslarının uyku sırasında gevşemesine neden olurlar.

Horlama bulguları ise, hastalığın şiddetine bağlı olarak hastada değişen gündüz uyku hali vardır. Hastalar gece uyku zamanı ne kadar uzun olursa olsun gün içerisinde de uyku problemi çekerler. Gece uykuları iyi olmadığından sabahları dinlenememiş olarak kalkarlar. Apne indeksi ve/veya RDI'i çok yüksek olan hastalarda konuşma esnasında ve araba kullanma sırasında dahi uykuya dalma gözlenir. Sabah belirgin olup daha sonra hafifleyen baş ağrısı %20 oranında izlenmektedir [29]. Gün boyu izlenen unutkanlık, dikkat azlığı, konsantrasyon bozukluğu eşlik eden başlıca bulgulardır [30].

Uyku kalitesinin bozuk olması hastalarda anksiyete (depresyon) bozukluklarına, bilişsel yeteneklerde azalmaya, saldırganlığa ve depresyona da yol açabilmektedir[31]. Horlama ve uyku apnesi sendromu olan hastalarda cinsel fonksiyon bozukluklarına da sık rastlanır. Cinsel fonksiyon bozukluğunun altında yorgunluk, isteksizlik, psikolojik rahatsızlıklar ve uykusuzluk ile ortaya çıkan hormonal değişiklikler bulunmaktadır [31]. Gece sık idrara kalkma uyku apnesi sorunu olan hastalarda sıkça gözlenen bir bulgudur. Özellikle çocuklarda kanda karbondioksit miktarının artmasıyla mesane kasılma bozuklukları, sık idrar kaçırma, erişkinlerde ise sık idrara kalkmaya neden olur [7].Gece terlemesi, sorulmadığında hastalar tarafından bildirilmeyen önemli bir semptomdur. Özellikle göğüs ve ensede belirgin olup, hastalığın ileri dönemlerinde yastığı ıslatacak boyuta ulaşabilir.

Uykuda solunum bozukluğu olan hastalar, uykuda aşırı hareketli ve huzursuz olduklarından, sabah yatakları çok dağınık olarak uyanırlar. Gece uykuda sayıklama, kabus görme, anormal hareketler, idrar kaçırma ve epilepsi nöbetleri, bu hastalarda seyrek görülen diğer gece belirtileridir. Uykuya dalma ve sürdürmede zorluk, santral uyku apne sendromunda sıklıkla, diğer uykuda solunum bozukluklarında ise seyrek olarak karşımıza çıkabilecek diğer bir semptomdur.

Bu hastalarda sıklıkla görülen yağ metabolizması bozulmaları sonucunda hastalar kilo almaya devam ederler. Kilo problemi arttıkça metabolizma değişiklikleri belirginleşerek hastanın kilo vermesini gittikçe güçleştirir.

Yüksek tansiyon, akciğer hipertansiyonu, kalp ritim bozuklukları, kalp damar rahatsızlıkları ve inme gibi problemlere de uyku apnesi sendromlu hastalarda sıkça rastlanmaktadır. Apne indeksi 20'nin üzerinde olan hastaların ölüm riski de normale göre çok yüksektir; dolayısıyla hastaların biran önce tedavi edilmeleri gerekir.

Burada da anlatıldığı üzere birçoğumuzun dikkate almadığı horlamanın, halbuki ne kadar önem verilmesi gereken bir hastalık belirtisi olduğunu anlaşılmaktadır. Bu da araştırmacıları çeşitli cihazlar yapmaya ve değişik yöntemler geliştirmeye yöneltmiştir.

Yapılan literatür taramasında, konuyla ilgili olarak çok çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Bir çalışmada, horlamanın giderilmesine yönelik önlemlerin başında kilo vermek gelmektedir. Hastalara mümkün olduğunca alkol kullanmamaları ve yatıştırıcı etkiye sahip ilaçlardan uzak durmaları tavsiye edilmektedir[32]. Diğer bir

çalışmada ise sırt üstü yatış pozisyonunda şikayetlerin arttığı genellikle hasta yakınları tarafından da ifade edilmektedir. Yan yatış pozisyonu tavsiye edilen uyku pozisyonudur. Bunu sağlayacak önlemler hastalara tavsiye edilmiştir[32]. Konuya yönelik çalışmalardan birisi olan CPAP (continuous positive air pressure), uyku apnesi sendromu hastalarında cerrahiye alternatif bir yaklaşım olmaktadır. CPAP'da cihazla sağlanan pozitif basınçla nefes alma sırasında boğazın açık tutularak hastanın rahat nefes alması sağlanmaktadır. Ancak hastalara uyumunda çeşitli rahatsızlık veren sıkıntılar ortaya çıkmıştır[1]. Bir çalışmada ise horlamayı önlemeye yönelik olarak intraoral-nazal apareyler kullanılmıştır. Bu apareyler dili öne çekenler ve alt çeneyi öne çekenler olmak üzere iki çeşittir. Amerika uyku hastalıkları birliğinin bu konuda yaptığı bir incelemede basit horlaması olan hastaların %73-100 arasında bu tür apareylerden fayda gördüğü ortaya konmuştur[31]. Tükürük salgısında artış, ağız kuruluğu, adaptasyon güçlüğü uzun süre kullanımla ortaya çıkan çene eklem rahatsızlıkları gibi yan etkileri vardır. Horlama yüzüğü olarak adlandırılan diğer bir çalışmada ise parmağa takılan yüzük sayesinde uygulanan hafif basınçla kalp burun ve boğaz bölgesinde bir rahatlama sağlanır. Snore stopper (Horlama durdurucusu) yüksek düzeydeki horlamaları azaltmak için geliştirilmiştir. Özel olarak tasarlanmış biyosensörü, yüksek sesli horlamaları tespit eder ve horlayan kişiye çok hafif bir elektriksel uyarı sinyali gönderir.

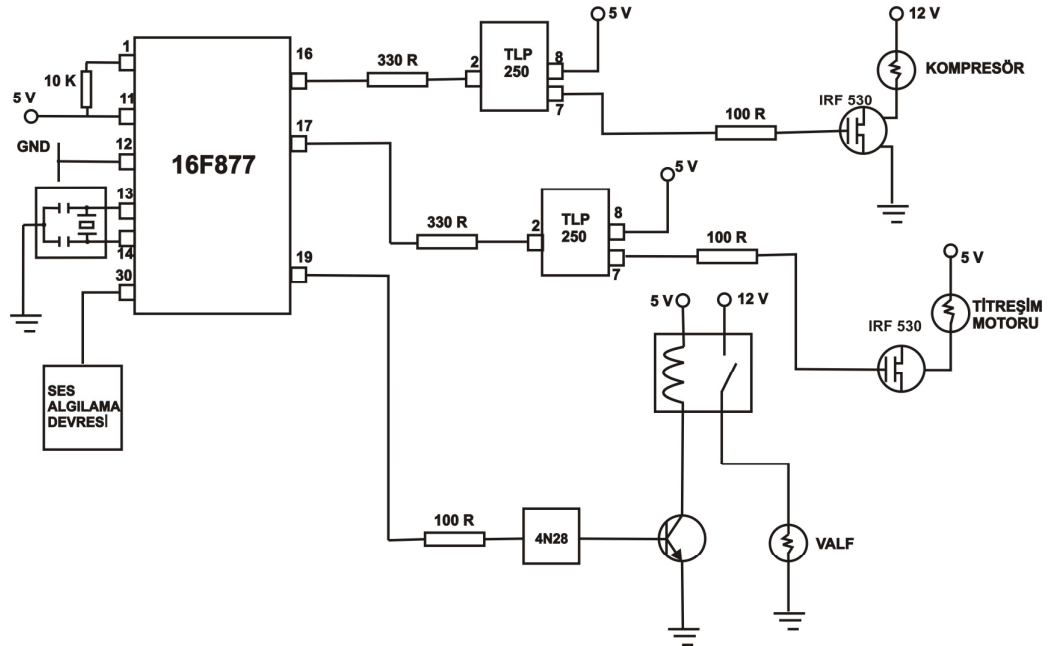
Değişik mikrofon ve dijital/analog çevirici kullanarak tanı koymak veya analiz yapmak için solunum seslerini uzaktan kaydetmek için gerçekleştirilen ses algılama ve kayıt sistemleri[33-36] ve yine buna benzer horlama sesinin alınarak izgezel zarflarını incelemek için geliştirilen sistemler yapılmıştır[37, 38]. Hatta bunun için özel horlama mikrofonları üretilmiştir. Bu sistemler biraz daha geliştirilerek polisomnografi (PSG) ile analiz yapılmaya başlanmıştır. Uykuyla ilgili birçok parametrenin analizinin ve kaydının yapılabildiği bir uygulamadır [1, 39]. Başka tedavi yöntemlerinden bir diğeri ise yumuşak damağın gerdirilmesiyle horlamanın ortadan kaldırıldığı radyo frekans yöntemidir [1]. Radyo frekansına ek olarak daha değişik cerrahi yöntemler de vardır [1]. İnsanların cerrahi yöntemlerden korkmaları ve elektronikteki gelişmeler sayesinde başka çalışmalara da yönelmeler olmuştur. Bunlara örnek olarak snoring dedektör verilebilir. Mikrofon ile alınan ses filtre edildikten ve yükseltildikten sonra dijital sinyale çevrilir ve bilgisayar ile gerekli

işlemler yapılır. Yine buna benzer başka bir çalışmada mikro denetleyici tabanlı apne monitörü tasarımı yapılmıştır. Hava akımındaki ısı değişimini algılayan sensörün ürettiği sinyalle çalışan denetleyici alarm sistemini çalıştırarak hastayı uyandırır [40]. Horlama ile yapılan en son çalışma ise Almanya'da yapılmıştır Rostock Üniversitesi araştırmacıları tarafından geliştirilen yastık, bir mikrofon sayesinde uyuyan kişinin horlayıp horlamadığını belirliyor. Yastığa bağlı bir bilgisayar sistemi de yastığın farklı bölmelerindeki hava basıncını değiştiriyor. Bu bölmelerdeki hava basıncının otomatik olarak ayarlanması sonucunda uyuyan kişinin başının yastıktaki konumu değişiyor ve nefes yolları açılan kişinin horlaması duruyor.

Tüm bu literatür çalışması göz önünde bulundurularak yapılan analiz sonucunda, yapım ve maliyet aşamaları dikkate alınarak basit horlamaya çare olan bu çalışma yapılmıştır.

## 2.UYGULAMA DEVRESİ

Tasarlanan devre önceki bölümlerde anlatılan horlama için yapılan diğer sistemlerden farklıdır. Çünkü hastaya acı vermez ya da hastayı uyandırmaz. Şekil 2.1' de görüldüğü gibi kullanılan elemanlar piyasada rahatça bulunabilecek ucuz elemanlardır ve devre karmaşık bir yapıda değildir. Böyle bir aletin geniş bir kullanım alanı olabilir. Çünkü günümüzde elektrik ile çalışan cihazlar hayatın bir parçası olmuştur. Örneğin böyle bir alet, hastane, bakım evleri ya da insanların yaşadığı mekanlarda kolaylıkla kullanılabilir.

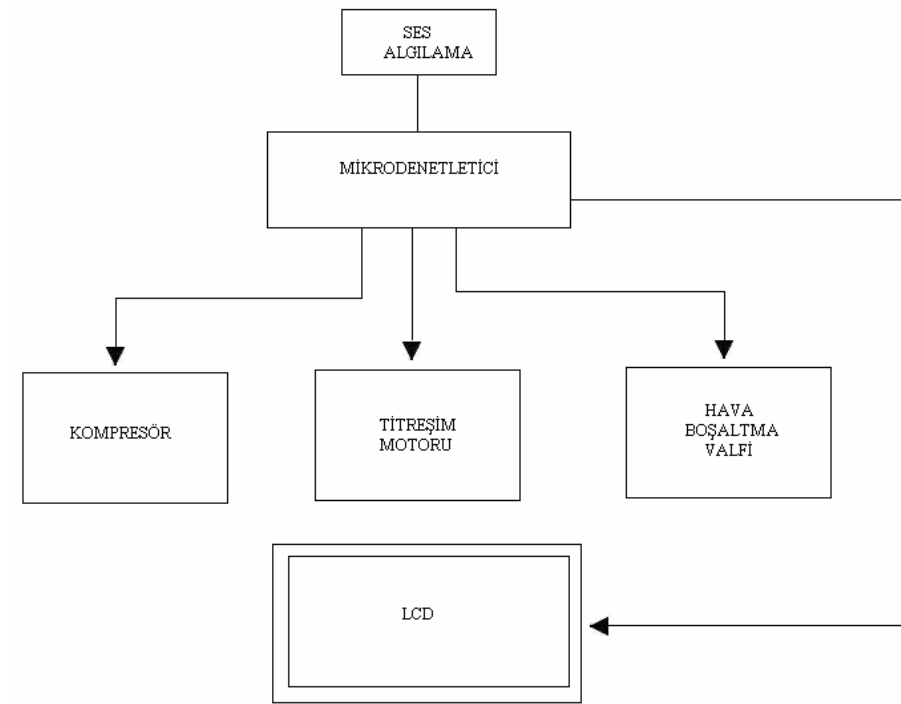


Şekil 2.1. Uygulama Devresi

Ayrıca bu çalışmadan yola çıkılarak değişik ses şiddetlerini algılayarak, belirlenecek bir kaç işlemi yaptırabilen ya da çok farklı ses sinyallerini algılayıp (bu olay frekans ayırıcı filtreler ile yapılabilir) o sesler geldiğinde işlem (anahtarlama) yapabilen cihazlar tasarlanabilir.

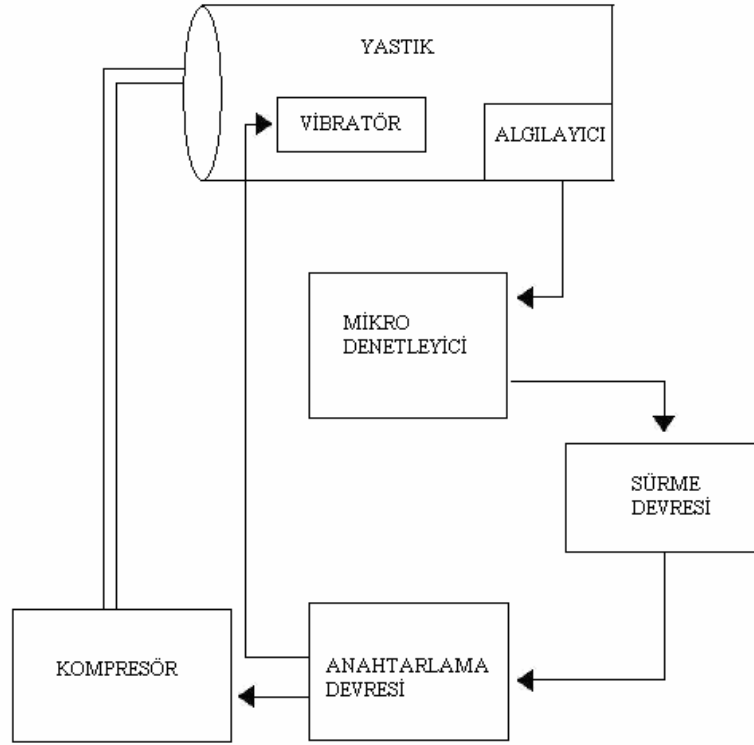
## 2.1. Sistemin Blok Şeması

Şekil 2.2 ve şekil 2.3'den anlaşılacağı üzere ses algılayıcı horlama sesini algılayarak mikrodenetleyiciyi tetikler. Mikrodenetleyici de kompresörü, titreşim motorunu ve hava valfini çalıştırır. Bu arada da LCD'ye yastığın konumuyla ilgili gerekli bilgileri yazdırır.



Şekil 2.2. Tasarlanan cihazın blok şeması





Şekil 2.3. Tasarlanan cihazın ayrıntılı blok şeması

Yani ses algılayıcı horlama sesini alarak mikrodenetleyici girişine uygun 5V giriş sinyaline dönüştürür. Mikrodenetleyiciye ses sinyali uygulandığında PWM sinyalini üretmeye başlayarak çıkışında yastığı şişiren kompresörün kontrolünü sağlayan konvertör devresini çalıştırır. Konvertör devresi, sürme ve anahtar elemanı olarak kullanılan mosfetten oluşmaktadır. Dc-dc konvertörler gerilim seviyesini bir değerden başka bir değer getiren ve anahtarlama mantığı ile çalışan elektronik elemanlardır. Bu cihazın temel çalışma prensibi bir pasif filtrenin çıkış geriliminin kontrol edilmesi esasına dayanır[41, 42].

Bir DC kıyıcı direkt olarak DC'yi DC'ye dönüştürür. Bir konvertör, sürekli değiştirilebilir sarım oranlı bir AC transformatörün eşdeğer DC devresi gibi de düşünülebilir. Transformatörün AC gerilimi arttırıp azaltabildiği gibi DC/DC konvertör de bir DC kaynağın gerilim değerini arttırıp, azaltabilir.

Çok değişik tiplerde dc-dc konvertör yapılmaktadır. Hepsinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Bazı konvertörler gerilimi azaltmada bazıları

artırmada bazıları ise hem azaltma hem de artırmada kullanılmaktadır. Bu konvertörlerle ilgili çeşitli konfigürasyonlar yapılmıştır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları ise, gerilim azaltıcı ( buck converter ) , gerilim arttırıcı ( boost converter ) ve gerilimi azaltıp artıran ( buck-boost conveter ) tipleridir [43, 44]. Uygulamada da gerilim azaltıcı konvertör kullanılmıştır.

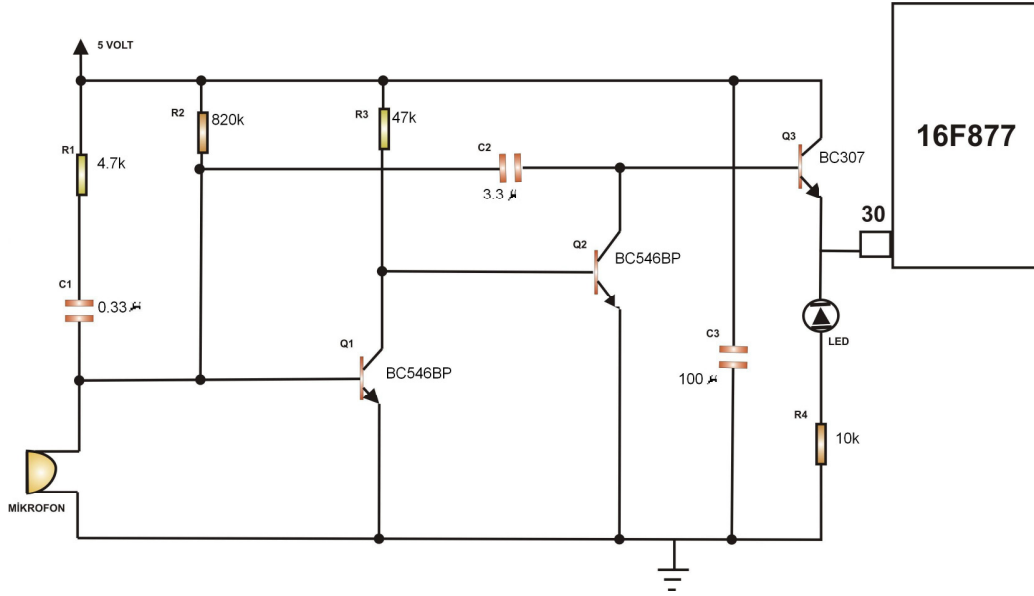
Mikrodenetleyici tarafından kontrol edilen hava yastığını şişiren kompresör horlama olduğu sürece yastığın seviyesini ayarlayarak horlamanın kesilmesini sağlayacaktır. Eğer horlama devam ediyorsa bu defa mikrodenetleyici hastayı uyandıracak olan titreşim motorunun kontrolüne başlar. Hasta uyanıp sistemi reset edinceye kadar titreşim motoru çalışmaya devam edecektir.

## **2.2. Ses Algılama Devresi**

Horlama sesini alarak mikrodenetleyici girişine uygun olana 5V sinyal seviyesine dönüştüren devredir. Ses basıncı ile mikrofon içindeki plakalar titreştikçe "C" kapasitesi değişir. Dolayısıyla, değişik "V" gerilimi üretilir.

Bu gerilim mikrofonun özel yükseltecinde kuvvetlendirilerek asıl yükseltece iletilir. Kapasitif mikrofonların devreye bağlantısı şekilde görüldüğü gibi DC beslemeli olarak yapılır. Mikrofonun plakalarına uygulanan DC, modele göre 1,5-48 V arasında değişmektedir. Uygulamadaki devre 5V DC ile beslenmiştir.

DC gerilim hem mikrofon yükseltecinin polarma gerilimini sağlamakta hem de R direnci üzerinden, mikrofon plakalarını şarj etmektedir. Plakalar arası gerilim değişimi, kondansatör üzerinden transistöre gelmekte ve kuvvetlendirilerek, mikrodenetleyiciye verilmektedir.



Şekil 2.4. Ses algılama devresi

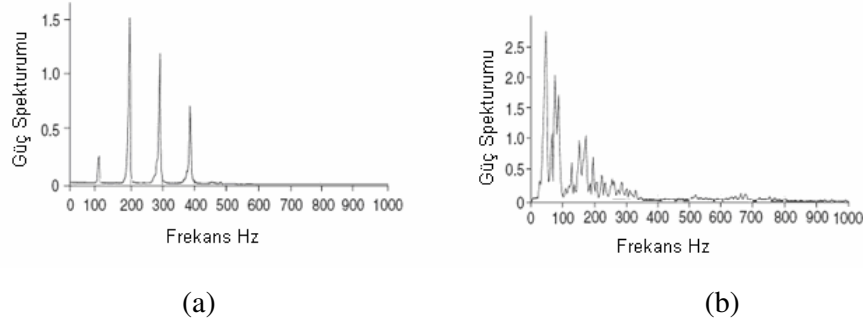
Mikrofonlar titreşen küçük hava basınç değişikliklerini işlenebilen analog elektrik sinyallerine çevirirler. Sesin elektriğe çevrilmesi, sesin havada yarattığı akustik dalgadan yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. Ağızından çıkan veya herhangi bir şekilde yayılan ses havada basınç değişimi yaratmakta ve bu basınç değişimi, suya atılan taşın yarattığı dalgaya benzer şekilde, havada bir dalga iletimi şeklinde yayılmaktadır. Hava basıncının yarattığı etkiden yararlanılarak mikrofonlar aracılığıyla sesin elektriğe çevrilmesi sağlanmıştır. Bu çeviri özelliklerinden dolayı mikrofonlara "ses dönüştürücüsü" de denir.

Girişte kapasitif mikrofon kullanılmıştır. Çünkü kapasitif mikrofonun duyarlılığı dinamik mikrofona göre daha fazladır ve diyaframı küçük olduğundan daha az yer kaplar ve çok hafiftir. Çok yönlü (Omni Directional) oldukları için her yönden gelen sesleri algılayabilirler. Bu özelliklerinden dolayı ses algılama devresini, istenilen yere yerleştirmeye olanak sağlar. Bunun dışında;

- 50 - 15000 Hz arasında oldukça geniş bir frekans karakteristiği vardır.
- Distorsiyon azdır.
- Empedansı büyüktür (10 – 50 MΩ).

Gelen horlama sesinin frekansının fazla bir önemi yoktur çünkü mikrofonun frekans karakteristiği, hassasiyeti ve frekans cevabı bu sese uygundur. Burada önemli olan

horlama sesinin hangi sıklıkta ya da kaç saniyelik periyotlar halinde olduğudur. Buda programlama için gereklidir. Şekil 2.5.a'da ve 2.5.b'de normal ve OSAS'lı horlama frekans karakteristikleri gösterilmiştir. Normal horlama temiz temel frekanslara ve harmonilere sahipken OSAS'lı horlama düşük frekanslarda birçok distorsiyona sahiptir[45].



Şekil 2.5.a. Normal horlama frekans spektrumu  
b. OSAS'lı horlama frekans spektrumu

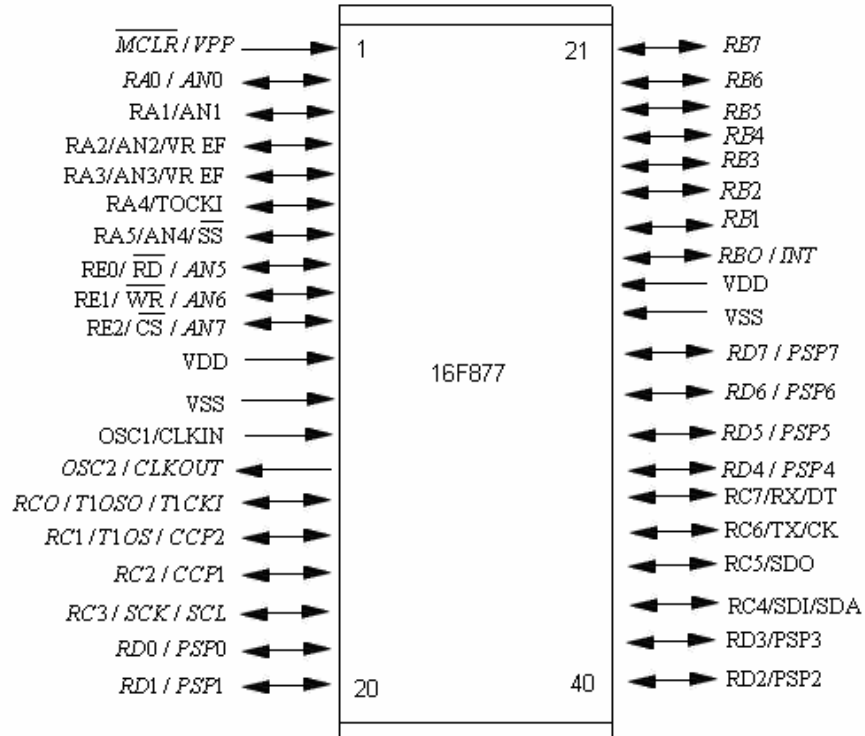
	Grup 1		Grup 2		Tedavi öncesi ve sonrası kıyaslama Değerler
	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	
Kişi sayısı	13	13	12	12	
Vücut kütle indeksi	$27,2 \pm 1,9$	$27,4 \pm 1,8$	$27 \pm 3,8$	$27,2 \pm 3,9$	0,76
Apne/hipoapne indeksi	$13,6 \pm 8,3$	$15,1 \pm 17,5$	$17,0 \pm 18,2$	$11,5 \pm 10,7$	0,36
Uykuluk ölççeği	$10,4 \pm 3,8$	$9,6 \pm 3,8$	$10,9 \pm 5,6$	$10,5 \pm 5,4$	0,78
Fiziksel yaşam kalitesi	$53,0 \pm 3,8$	$54,6 \pm 4,0$	$49,6 \pm 10,0$	$49,8 \pm 11,1$	0,62
Ruhsal yaşam kalitesi	$51,8 \pm 7,0$	$49,1 \pm 6,3$	$48,8 \pm 12,6$	$48,1 \pm 9,8$	0,29
Horlama yoğunluğu	$6,60 \pm 2,2$	$5,5 \pm 2,5$	$7,2 \pm 2,2$	$6,6 \pm 2,1$	0,24
Saatteki horlama indeksi	$330 \pm 197$	$270 \pm 167$	$267 \pm 139$	$313 \pm 181$	0,36
Objektif horlama yoğunluğu	$54,6 \pm 4,9$	$53,9 \pm 4,4$	$52,5 \pm 4,7$	$52,9 \pm 5,0$	0,71

Çizelge 2.1. Horlama analizinde kullanılan parametreler [46].

Yukarıdaki tabloda farklı iki grubun tedavi öncesi ve sonrası solunum bozukluğuyla ilgili bazı parametrelerin değerleri verilmiştir. 1. grup LAUP ile tedavi gören, 2. grup ise yalancı hap verilerek gerekli ölçümlerin yapıldığı gruplardır. Değerler, özellikle horlama indeksini göz önüne alarak horlamayı belli rakamsal değerler içine sıkıştırmak doğru olmaz. Yani bir insan saatte ortalama 300 kere yani dakikada 5 kere ve 12 saniyede bir horlamaktadır denemez.

### 2.3. Mikrodenetleyici Devresi

İçine yazılan program vasıtasıyla ses alma devresinden gelen sinyal ile tetiklenip, kompresör ve titreşimi PWM sinyali ile süren, kompresörle şişirilen yastığın havasını kontrol eden, valfin anahtarlanması sağlayan ve gerekli bilgileri LCD'ye yazdıran kısımdır.



Şekil 2.6. Mikrodenetleyici ayak bağlantıları

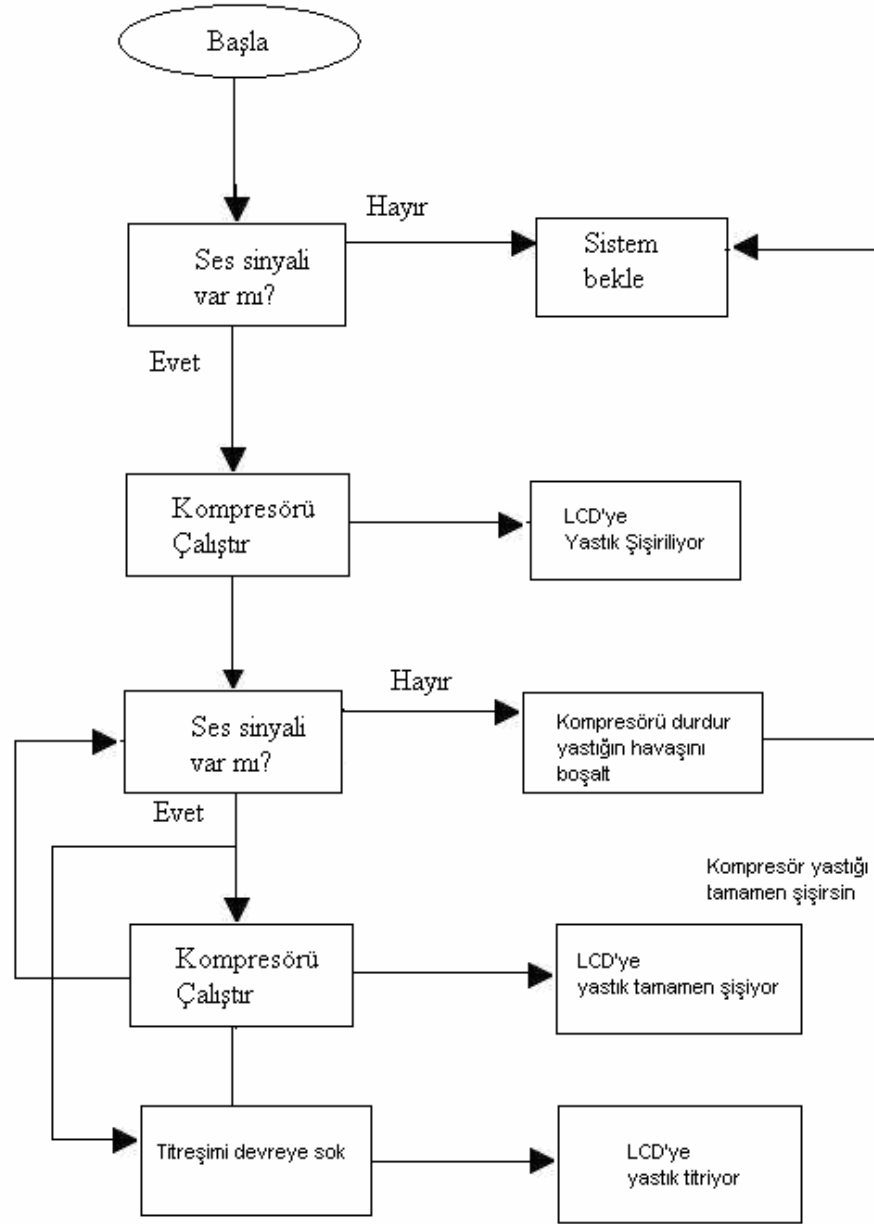
1 numaralı ayak beslemenin verildiği, 30 numaralı ayak ses algılama devresinin bağlandığı, 19 numaralı ayak valf anahtarlama devresinin kontrol edildiği, 16 ve 17 numaralı ayaklar sırasıyla kompresör ve titreşim motorunun sürüldüğü; 33,34,35,38,39, 40 numaralı ayaklar ise LCD için kullanılan ayaklardır.

- \* Fiyatının ucuz olması;
- \* Mantıksal işlemlerde performansının yüksek olması;
- \* Verilere ve belleğe hızlı bir şekilde erişimin sağlanması;
- \* Veri ve bellek için arı yolların (bus'ların) ayrılmış olması;
- \* Yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği;
- \* Uyku modunda (Sleep mode)  $1\mu\text{A}$  gibi küçük bir akım çekmesi;
- \* Komut işleme hafızası;

Yeniden programlanabilirliği mikrodenetleyiciyi uygulamanın sonunda kaldırmadan, yazılan kodu güncelleştirmeye izin vermektedir. Buda yastığı her hastaya uygun şekilde programlama imkanı sağlamaktadır. Piyasada kolayca bulunabilir ve ucuzdur. Bu özelliklerinden dolayı mikrodenetleyici kullanılmıştır.

#### **2.4. Sistemin Blok Diyagramı**

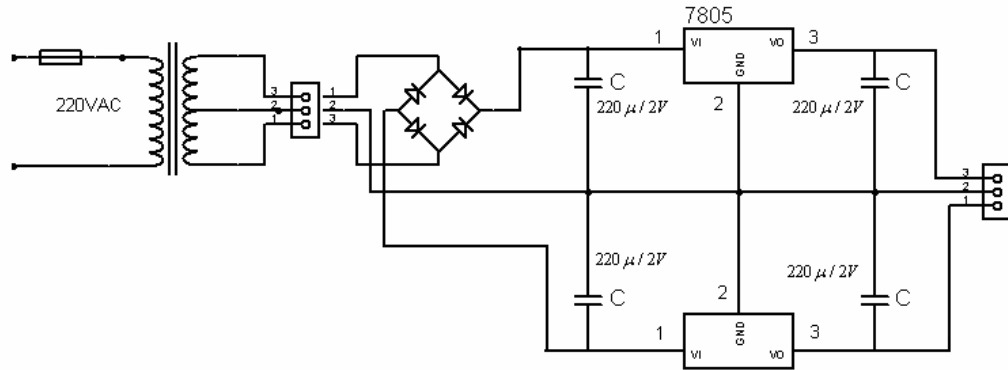
Alınan sinyalle birlikte kompresörün yastığı şişirmesiyle döngü başlar. Yastık gelen sese göre belli miktar şişirilir. Eğer horlama sesi gelmeye devam ediyorsa kompresör yastığı %100 olana kadar şişirir. Horlama sesi kesiliyorsa valf yardımıyla yastığın havası boşaltılarak sistem beklemeye geçer. Ses gelmeye devam ediyorsa kompresör yastığı şişirmeyi kesip titreşimi başlatarak hastayı uyandırır.



Şekil 2.7. Sistemin blok diyagramı

## 2.5. Mikrodenetleyici Ve Diğer Donanımlar İçin Besleme Katı

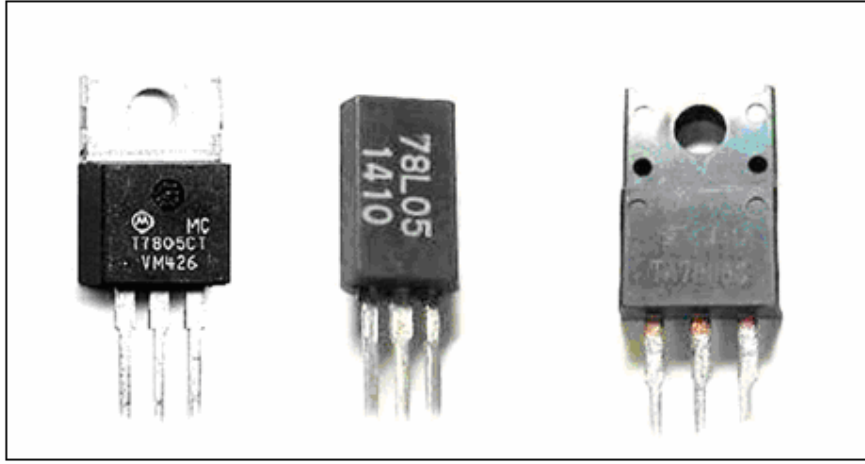
Mikrodenetleyici için diğer devre elemanlarının çektiği akımdan etkilenmesin diye şekil 2.8’de görülen ayrı bir besleme katı yapılmıştır. Girişindeki transformatör 220V’ şebeke gerilimi 9V DC’ ye çevirir. AC Transformatör, 7805 entegre devreleri ile köprü diyot ve kapasite elemanları kullanılmıştır. Transformatörden gelen alternatif gerilim köprü diyot ile doğrultulduktan sonra Kapasite yardımıyla filtrelenerek 7805 entegre devrelerine paralel olarak verilmiştir. Entegre devrelerden regüle edilmiş olarak alındıktan sonra, küçük dalgalanmaları önlemek için kapasiteler kullanılmıştır. Resim 2.1.’de görülen 7805 regülatörü kullanılarak 16F877 mikrodenetleyicisi ve ses algılama devresi için istenilen besleme gerilimi elde edilir.



Şekil 2.8. Mikrodenetleyici ve ses algılama devresi besleme katı

78XX ile başlayan entegreler pozitif regülatör, 79XX ile başlayan negatif regülatör entegreleridir. Sonundaki iki rakamda kaç volt çıkış verdiğini göstermektedir. Azami 1A akıtabilmektedir. 7805 entegresi girişine regülesiz pozitif gerilim uygulandığında, çıkışında regüleli +5 Voltluk bir gerilim elde edilecektir. 78XX serisi regülatörlerin çalışması için giriş geriliminin çıkış gerilimi değerinden yaklaşık 3V fazla olması gereklidir. Aksi takdirde çıkış geriliminiz istediğiniz değerde olmayacaktır. Dolayısıyla 5V çıkış için minimum 8V DC gerilimin entegrenin girişine uygulanması gereklidir.





Resim 2.1. 7805 regülatörü

Kompresör ve titreşim motoru gibi diğer donanım bölümlerini destekleyebilecek gerilim ve akım şartlarını sağlayabilen bir besleme gerekmektedir. Bunun için resim 2.2.'de görülen 100W 8,5A 12V'luk bir DC kaynak kullanılmıştır. Tetiklemesi mikrodenetleyici ile yapılmaktadır.



Resim 2.2. Kompresör ve titreşim motoru için kaynak

## 2.6. Kompresör

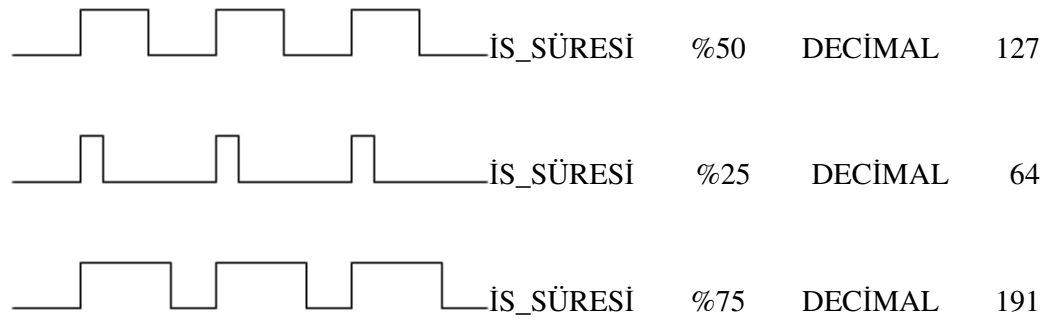
Hastanın kafa pozisyonu değiştirmek için yastığı şişirmede kullanılır. Hava bir taraftan emilerek hızlandırılır. Daha sonra bu hız enerjisi basınç enerjisine dönüştürülerek çıkış hattında istenen basınca ulaşılarak yastık şişirilir. Kompresörümüz 12V DC gerilimle çalışmaktadır. Kontrolü pic ile sağlanıp TLP 250 ile sürülüp anahtarlama IRF 530 mosfetiyle yapılır. PIC'e yazılan program sayesinde, mosfet çalışma karakteristiğine bağlı olarak tetiklenmektedir. Mosfet transistör gibi dirençle sürülürse mosfet yanabilir. PWM gibi bir teknikle yüksek frekansta sinyal uygulayarak bu sıkıntı giderilir.

PIC'in, devre elemanlarının çekeceği yüksek akımdan etkilenmemesi gerekmektedir. Aksi taktirde en ufak sızıntı akımında dahi PIC'in yanması ve devredeki diğer malzemelerin hasar görmesi kaçınılmazdır. Bunun için PIC ile gerilim kontrol katı arasındaki yalıtımın sağlanması gerekmektedir. TLP 250 sürücü devresi bunun için kullanılmıştır.

Tetikleme sinyalleri daha dik (ideal kare dalga) olursa önemli bir sorun çıkmaz. Bunun için sinyal kaynağından (PIC entegresi) çıkan işaretleri şekillendirmeli ve parazitlerden arındırmalı bunun için en iyisi mosfet sürücü entegreleridir. Mosfet 12V civarı bir tetikleme sinyali ile sürüldü. Çünkü düşük tetikleme gerilimlerinde eleman lineer bölgede çalışmaya başlayabilir ya da kararsız çalışabilir. İç direnci yüksek olur ve ısınır. Mosfetin anahtarlama hızını yükseltmek içinse alçak empedanslı bir kaynakla sürülmeli ve gate-source kapasitesi olabildiğince hızlı boşaltılmalı. Yük akımı arttıkça mosfet kayıpları artar(ısınır). Yük endüktif ise mosfet ısınır, önlem almak gerekir. Mosfet iletimde olduğu anda güç kaybı iletim gerilim düşümü ve o anda eleman üzerinden geçen akımın çarpımına eşittir. İletim gerilim düşümü genellikle düşüktür, 0.7V civarındadır. Bu nedenle uygulamaya bağlı olarak çekilen akımla orantılı bir güç kaybı olacaktır. Ancak güç kaybı iletim anıyla sınırlı değildir, anahtarlama elemanı açma-kapama esnasında güç kaybı bir tepe değere ulaşır. Bunun sebebi ise anahtarlama anında; eğer tetikleme yapılarak aktif hale getiriliyorsa elemanın kesim halindeki gerilimi sıfıra giderken, akımı da maksimuma çıkacaktır. Ancak bu durum aniden olmaz ve bir süre alır. Bu esnada gerilim sıfıra inerken akım da maksimum değerine doğru tırmanırken akım gerilim

çarpımı yani ısıya dönüşecek güç olan periyot boyunca olabilecek en büyük değerini alır. Aynı durum kapama anı için de geçerlidir. Yani aslında anahtarlama elemanları en büyük anlık güç kayıplarını anahtarlama anında yaşarlar.

Şekil 2.9'daki gibi belirlenen bir pin üzerinden genişliği değişebilen PWM sinyali gönderilir. Yani iş süresi ile oynanarak sinyal şekli değiştirilebilir. PWM'de porttan gelen dijital veri pwm komutuyla ve RC devresiyle analog çıkışa çevrilir. PIC 16F877 için PORTC.1 ve PORTC.2 PWM çıkışıdır.



Şekil 2.9. DC sinyalin kıyılma oranları

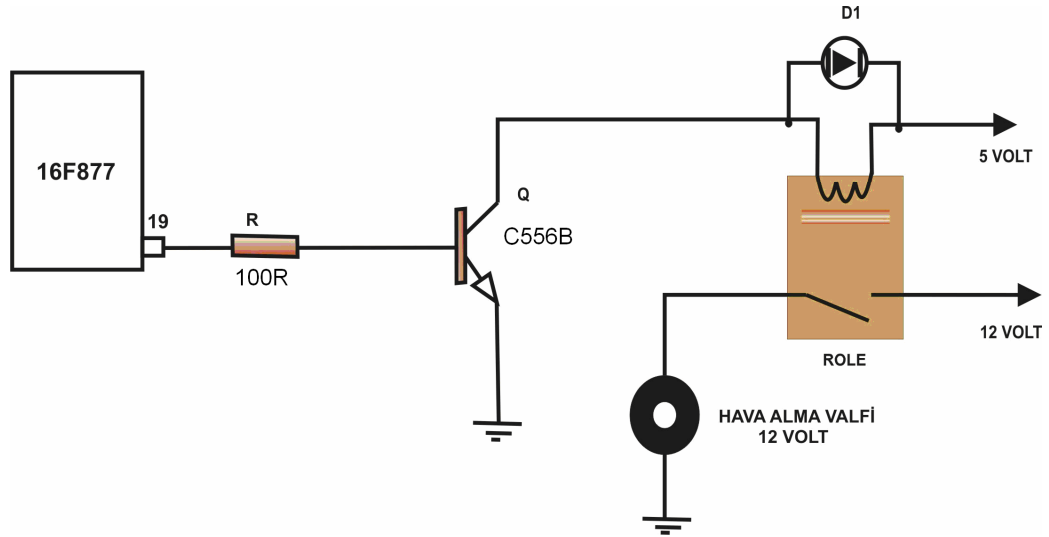


Resim 2.3. Yastığı şişirmek için kullanılan izole edilmiş kompresör.

Resim 2.3.'de görülen kompresör çok ses çıkarttığı için içi taş yünü ile kaplanmış içi içe iki mdf kutu içine konmuş ve araları taş yünü ile doldurularak ses yalıtımı yapılmıştır.

## 2.7. Valf

Tasarlanan devrede araba motorlarında, gazın benzine karışmasını önleyen gaz kesme valfi kullanılmıştır. Mikrodenetleyiciden gelen sinyale göre yastığın havasını boşaltmak ya da yastık şişerken hava kaçırmasını önlemek için kullanılır. Sinyal röleyi tetikleyerek valfe enerji verir ya da valfin enerjisini keser. Enerji kesildiğinde kafa ağırlığıyla yastığın havası boşaltılır.



Şekil 2.10. Valf tetikleme devresi

Röleler düşük akımlar ile çalışan elektromanyetik bir anahtardır. Üzerinde bulunan elektromanyetik bobine rölenin türüne uygun olarak bir gerilim uygulandığında bobin mıknatıs özelliği kazanır ve karşısında duran metal bir paleti kendine doğru çekerek bir veya daha fazla kontağı birbirine irtibatlayarak bir anahtar görevi yapar. Röleler kullanıldığı yerlere, çalışma metotlarına göre isim alırlar. Akım, güç, ilk hareket, termik, manyetik ters akım, kilitleme gibi daha birçok röle çeşidi vardır. Tasarlanan devre de istenen anahtar kontrolü, sinyal geldiğinde açılacak ikinci bir sinyal geldiğinde yani anahtar, her sinyal geldiğine bulunduğu konumun tersi durumuna geçecektir. Anlatılan röle tipi direk olarak devre çıkışına bağlandığında istenen anahtarlamayı gerçekleştirmez. Bu yüzden şekil 2.10.'da görülen röle kontrol devresi tasarlanmıştır.

## 2.8. Titreşim Motoru

Motor 12V DC gerilim ile çalışıp kontrolü pic ile sağlanıp TLP 250 ile sürülüp anahtarlaması IRF 530 mosfetiyle yapılır. Hastanın kafa pozisyonu şişirilen yastık ile değiştirilemezse titreşerek hastaya dürtme hissi verir.

Motor kontrolü PIC' ten gelen sinyalin genişliği (Darbe genişlik modülasyonu) ile yapılmaktadır. PIC'in, devrenin çekeceği yüksek akımdan etkilenmemesi gerekmektedir. Aksi taktirde en ufak sızıntı akımında dahi PIC'in yanması ve devredeki diğer malzemelerin hasar görmesi kaçınılmazdır. Bunun için PIC ile gerilim kontrol katı arasındaki yalıtımın sağlanması gerekmektedir. TLP250 sürücü devresi bunun için kullanılmıştır.

### 3.SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma horlama sesine çözüm bulmaya yönelik bir elektronik uygulama devresidir. Kullanılan elamanlar piyasada rahatlıkla bulunabilecek ucuz elamanlardır ve devre karmaşık bir yapıda değildir. Kullanılan mosfet ve sürücü entegrelerle yastığı şişirmek için kullanılan kompresörün ve hastayı uyandırmak için kullanılan titreşim motorunun tetiklenmesi rahatlıkla yapılmaktadır.

Böyle bir cihazın geniş bir kullanım alanı olabilir. Örneğin bu cihaz hastane, bakım evleri gibi insanların yaşadığı mekanlarda kolaylıkla kullanılabilir. Sistem küçük ve hafif olduğu için istenilen yere kolayca taşınabilir. Sistem bir CPAP cihazı gibi hastanın istediği gibi yatmasına engel olmaz ya da bir ağız apareyi gibi hastayı vücudunda bazı aparatları taşıyarak uyumasına mecbur etmez. Tamamen bilimsel bir teoriye (horlama sırt üstü yatış pozisyonuyla ilgili bir gerçektir) dayandırılarak yapıldığı için diğer sistemlerden farklıdır.

Yapılan deneylerle de hastanın cihazı istediği yere götürüp yastığı rahatça kullandığı gözlemlenmiştir. Kullanılan kompresör yastığı rahatça şişirip kafa pozisyonunu kolaylıkla değiştirmektedir. Ancak sistemi etkileyen en önemli sorun, kompresörün yastığı şişirirken çıkarttığı sestir. Bunun için gereken önlemler alınmış kompresör ses yalıtımında kullanılan taş yünü ile kaplanmıştır. Ancak kompresörün çıkardığı sestem hiç etkilenmemek için kompresör mutfığa buzdolabının yanına konabilir. Kompresör maksimum 13 bar hava basmaktadır daha güçlü bir kompresör kullanarak yastığın daha hızlı şişmesi sağlanabilir. Bu da hastanın kafa pozisyonunu daha çabuk değiştireceğinden horlama sesi daha erken kesilebilir. Ancak sistemimizde ayrı bir yer kaplayacağı için ve 12V DC ile çalışmadığı için bu kompresör tercih edilmiştir. Bunun dışında hastanelerde kullanılan oksijen tüpü gibi cihazlar da kullanılarak yastık daha hızlı şişirilebilir. Yüksek basınç üreten kompresörlerin cihaza bağlanması da daha büyük bir yastık kullanılmasına olanak sağlar. Bu da yastığımızı bölmelere ayırıp havayı bu bölmelere aktararak kafa pozisyonunu değiştirmeye yarayabilir. Ancak bunun için yastığa bir basınç dönüştürücüsünün bağlanması gerekir ki kafanın ağırlığı algılanıp havanın o bölgedeki bölmeye dolarak kafa pozisyonunun değişmesi sağlansın. Bunun dışında kamera ile hareket algılama sistemi kullanılıp kafa pozisyonunun değişip değişmediği de gözlemlenebilir.

Ses algılama devresinde kullanılan kapasitif mikrofonun horlama sesini rahatlıkla algılayıp mikro denetleyici için gereken giriş sinyaline dönüştürdüğü deneylerle gözlenmiştir. Ancak ses algılama devresinde kullanılan kapasitif mikrofon yerine özel horlama mikrofonu kullanılarak horlama sesi daha iyi algılanabilir. Fakat bu da maliyeti arttırmaktadır. Bunun yanında devre girişinde uygun değerlerde filtreler kullanarak, horlama sesi daha iyi algılanabilir. Ancak bunun için bir hastadan binlerce ses kaydı alıp horlayan kişinin horlama haritasının çıkarılması gerekir ki bu da maksimum ve minimum horlama frekanslarını belirleyip buna göre filtreler kullanmak ve horlamayı mikrodenetleyiciye tanıtmak için gereklidir. Öyle ki yapılan bir çalışmada, horlayan kişiden alınan 3500 horlama kaydından sonra, iki horlama sesi arasındaki süre 1,4-4 sn arasında, horlama süresi ise 0,6-1,8 sn arasında ve dakika da en az 20 kere oluyor ise horlama olarak kabul edilmiştir. Bu da sistemi genel olmaktan çıkartıp kişiye özel analizler yapma gereksinimini meydana getirmektedir. Almanya’da yapılan horlama yastığından farklı olarak mikrodenetleyici kişiye özel olarak programlanır ve girişteki ses algılama devresi için ayrıca özel bir filtreleme düzeneğine gereksinim duymaz. Özel horlama mikrofonlarına da ihtiyaç olmaz. Böylece maliyet daha da düşmüş olur.

## KAYNAKLAR

1. Ömür, M., Elez, F., Özturan, D., Derman, S., “Obstrüktif uyku apne sendromu ve horlama”: *Nobel Tıp Kitapevleri*, İstanbul, 143-148 (2004).
2. Köktürk, O., “Uykuda solunum bozuklukları”. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 46 (2): 182-187 (1998).
3. İtil, O., “Uykuda solunum bozukluklarında tanımlar ve fizyopatoloji”. *6.Ulusal Uyku ve Bozuklukları Kongresi Kurs Notları*, İzmir 15-18 (2004).
4. Fairbanks, N.F., “Snoring: An overview with historical perspectives. Snoring and Obstructive Sleep Apnea”, *Ed: Fairbanks NF ve Fujita S. Raven Pres*, New York, 1-16 (1994).
5. Fairbanks, D., “Snoring”, *Surgical vs. nonsurgical management. Laryngoscope*, 94: 1188-93 ( 1984).
6. Ivanhoe, J.R., Cibirka, R.M., Lefebvre, C.A., Parr, G., “Dental considerations in upper airway sleep disorders”, *A review of the literature. J Prosthet Dent*, 82 (6): 685-698 (1999).
7. Mezzanotte, W.S., Tangel, D.J., White, D.P. , “Influence of sleep onset on upper airway muscle activity in apnea patients versus normal controls”. *Am J Respir Crit Care Me*, 153 (6):1880-7 (1996).
8. Adachi, S., Lowe, A.A., Tsuchiya, M., Ryan, C.F., Fleetham, J.A. “Genioglossus muscle activity and inspiratory timing in obstructive sleep apnea”. *Am J Orthod Dentafoc Orthop*, 104:138-145 (1993).
9. Surat, P.M., Dee, P., Atkinson, R.L., Armstrong, P., Wilhoit, S.C., “Fluoroscopic and computed tomographic featuses of the pharyngeal airway in obstructive sleep apnea”. *Am Rev Respir Dis*, 127:487-92 (1983).
10. Cartwright, R.D., “Effect of sleep position on sleep apnea severity”. *Sleep*, 7:110-114 (1984).
11. Oğuz, H.T., Üçüncü, N., “Obstrüktif uyku apne sendromu olgularına ortodontik yaklaşımlar”. *Türk Ortodonti Dergisi*, 18 (2):175-187 (2005).
12. Battagel, J.M., L’Estrange, P.R., “The cephalometric morphology of patients with obstructive sleep apnea”. *Eur J. Orthod*, 18 (1):557-569 (1996).
13. Kyung, H.S., Park, Y.C., Pae, E.K., “Obstructive sleep apnea patients with the oral appliance experience pharyngeal size and shape changes in three dimensions”. *Angle Orthod*, 75 (1):15-22 (2004).



14. Guilleminault, C., Eldridge, F.L, Dement, W.C., “Insomnia with sleep apnea: a new syndrome”. *Science*, 181, 856-858 (1973).
15. Lowe, A.A., Klearway, T.M., “Snoring and Obstructive Sleep Apnea and Appliance. Technical Notes”. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 90, 484-491 (1986).
16. Rose, E., Staats, R., Henschen, M., Schlieper, S., “Intraorale apparaturen beider therapie obstruktiver schlafatemstorungen”. *Lehmanns Media*, 42-48 Berlin (2005).
17. Netzer, N.C., “Schlafbezogene Atmungstorungen.Geschichte Pathophysiologie, Epidemiologie, Diagnostik, Therapie”, *Am J Respir Crit Care Med*, 168, 242-249 (2003).
18. Johal, A., Conogham, C., “Maxillary morphology in obstructive sleep apnea: a cephalometric and model study”. *University of London, Department of Orthodontics, Queen Mary's College*, 57-62 London (2004).
19. Strohl, K.P., Redline S., “Recognition of obstructive sleep apnea”. *Am J Respir Crit Care Med*, 154: 279-89 (1996).
20. Lawton. H.M., Battagel, J.M., Kotecha, B.A., “Comparison of the Twin Block and Herbst Mandibular advancement splints in the treatment of patients with obstructive sleep apnea: a prospective study”. *Eur J Orthod*, 27 (1): 82-90 (2005).
21. Johnston, C.D., Gleadhil, I.C., Cinnamond, M.J., Gabbey, J., Burdan, D., “Mandibular advancement appliances and obstructive sleep apnea: a randomized clinical trial”. *Eur J Orthod*, 24 (3): 251-262 (2002).
22. Battagel, J.M., Johal, A., Smith, A.M., Kotecha, B., “Postural variation in oropharyngeal dimensions in subjects with sleep disorderedbreathing: a cephalometric study”.*Eur J Orthod*, 24 (3): 263-276 (2002).
23. Osseiran, H.S., “Treating obstructive sleep apnea: Can an intraoral prosthesis help”? *JADA*, 126 (4): 461-466 (1995).
24. Köktürk, O., Tatlıcıoğlu T., Kemaloğlu, Y., Fırat, M., Çetin, N., “Habituel horlaması olan olgularda obstruktif sleep apne sendromu prevelansı”. *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 45 (1): 7-11 (1997).
25. Koenig, S.M., Suratt, P., “Obstructive sleep apnea: the syndrome. Johnson- Jones, Obstructive Sleep Apnea”, *Taylor*, 3-16, London (2001).

26. Findley, L.J., Levinson, M.P., Bonnie, R.J., "Driving performance and automobile accidents in patients with sleep apnea". *Clin Chest Med*, 13 (3): 427-35 (1992).
27. Liu, Y., Zeng, X., Fu, M., Huang, X., Lowe, A.A., "Effects of a mandibular repositioner on obstructive sleep apnea". *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 118: 248, 56: 108 (2000).
28. Parkkinen, K.P., Pirtinniemi, P., Nieminen, P., Loppinen, H., Tolonen, U., Uotila, R., Huggare, J., "Cervical headgear therapy as a factor in obstructive sleep apnea syndrome". *Pediatr Dent.*, 21: 39-45 (1999).
29. Adrich, M.S., Chauncey, J.B., "Are morning Headaches part of obstructive sleep apnea syndrome". *Arch. Int. Med.*, 150,1265-1267 (1990).
30. Rumbach, L., Krieger, J., Kurtz, D., "Auditory event related potentials in obstructive sleep apnea: effects of treatment with nasal continuous positive airway pressure Electroenceph". *Clin Neurophysiol*, 80: 454-457 (1991).
31. Stephan S., Cassel, W., "Psychological problems correlated with sleep apnea". In: Sleep and health risk, H. Peter, T. Pentzel, T. Podszus.von Wichert, *Springer-Verlag*. Berlin, 167-173 (1991).
32. Köktürk, O., Ulukavak Çiftçi, T., "Obstrüktif uyku apne sendromu. Genel önlemler ve medikal tedavi". *Tüberküloz ve Toraks Dergisi*, 50 (2): 317-334 (2002).
33. Çiftçi K., Yeğiner, M., Kahya, Y. P., "Solunum Seslerinin Kaydedilmesi için Çok Kanallı Uzaktan Ölçme Sistemi," *10.Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı Bildiriler Kitabı*, 1192-95, Denizli ( 2002).
34. Sen, I., Kahya, Y.P., "Engineering in Medicine and Biology Society", 2005. IEEE-EMBS 2005. *27th Annual International Conference of the Volume , Issue* , London, 6658 -6661 (2006).
35. Sovijärvi, A.R.A., Vanderschoot, J., Earis, J.E., "Standardization of computerized respiratory sound analysis" *European Respiratory Review, Electrical and Computer Engineering Conference*, 364-369, Canada (2004).
36. Yadollahi, A., Student member IEEE, Moussavi, Z., "Senior member IEEE Apnea Detection by Acoustical Means Proceedings" *28th IEEE EMBS Annual International Conference*, USA (2006).
37. Çavuşoğlu, M., Kamaşak, M., Eroğul, O., Çiloğlu, T., Serinağaoğlu, Y., Birkent, H., "Signal Processing and Communications Applications, 2007". *SIU 2007. IEEE 15th Volume , Issue* , 11-13 , 1 - 4 ( 2007).

38. Seren, E., Oidosoft-Rhino: “Nazal Ses Analizi”, **30.Türk Ulusal Kulak Burun Boğaz Baş Boyun Cerrahisi Kongresi**, 98-106, Antalya (2008).
39. Karadağ, M., “Polisomnografide Solunum Kayıtları”, Türkiye Klinikleri **J. Surg Med Sci**, 3 (23): 52-56 (2007).
40. Çavuşoğlu, M., Ardıç, D., Eroğul, O., "Mikrodenetleyici (P1c16f Ailesi-16f84) Tabanlı Apne Monitörü Tasarımı Design Of Microcontroller (P1c16f Family - 16f84) Based Apnea Monitor" **Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı Bildiriler Kitabı**, 164-167, İstanbul (2004).
41. Chun, F.H., Chia, Y. H., Chao, M.C., Chih, M.L., “Self-Learning Fuzzy Control for Boost DC-DC Converters Using an Inexpensive 8-bit microcontroller ,Proceedings of 2006” , **Cacs Automat\_C Control Conference St. John's University**, Taiwan, 10-11 (2006).
42. Calderon, A.J., Vinagre, B.M., Feliu, V., “Fractional order control strategies for power electronic buck converters , Signal Processing”, **ELSEVIER** , 2803–28190165-1684 (2006).
43. Pablo, C., Gabriel, G., Adolfo, H., “Fuzzy gain scheduling control of switch-mode dc/dc converters”, **IEEE ISIE** , 662-665 (1999).
44. Jose, A.R., Gerardo, E.P., “Stability of current-mode control for DC–DC power converters” **SYSTEMS & CONTROL LETTERS**, 13 -119 (2002).
45. Abad, J. A, Jane, J., Riera, R., Mananas, M., Caminal, P., Rodenstein, D. and Morera J., “Acoustic analysis of snoring sound in patients with simple snoring and obstructive sleep apnoea”. **Eur Respir J**, 9: 2365-2370 (1996).
46. Larrosa, F., Hernandez, L., Morello, A., Ballester, E., Quinto, L., “Laser-assisted uvulopalatoplasty for snoring: does it meet the expectations? **University of Barcelona, Unitat d'Epidemiologia i Bioestadística and Institut d'Investigacions Biomediques August Pi Sunye**, 374-382 Spain (2004).

**EKLER**

## EK-1 Devre Programı

Kontrol programı C yazılım dili ile yazılmıştır. C üst seviye dili geniş programların yazımı için çok kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca C dili standardı sayesinde bir mikrokontrolör için yazılmış bir program çevre aygıt sürücü yazılımlarında gerçekleştirilecek ufak değişiklikler ile başka cihazlara aktarımı mümkün olabilmektedir.

```
#include "C:\Documents and
Setting\Pxx\Deskop\horlama_yatığı\Program\altrnrprll.h"
#include<math.h>
#include<lcd420.c>
#define ADC=10;

lcd_init();

////////BAŞLANGIÇ AYARLARININ YAPILDIĞI
FONKSİYONLAR////////////////////////////////////

unsigned long int altpwm=0;    //hava yastığı gerilimi PWM değişkeni GLOBAL
olarak tanımlandı
unsigned long int dcpwm=0,dcpwm1=0;    //Kompresör motorunun gerilimi PWM
değişkeni
GLOBAL olarak tanımlandı
float akim1,akim2,akim3;
int i=0;

void baslangic_ekrani()          //Başlangıç ekranının yazıları
{
lcd_init();
output_high(pin_d0);
```

## EK-1 (Devam) Devre Programı

```
printf(lcd_putc, "\fUYKU");
printf(lcd_putc, "\nYASTIĞI");
printf(lcd_putc, "\nPROJESİ");
delay_ms(100);

}

void I_motor_arttir() //Kademeli olarak DC motora yol veriliyor
{
printf(lcd_putc, "\fYASTIK");
printf(lcd_putc, "\nHAVA ILE");
printf(lcd_putc, "\n SISIRILIYOR");
while(!input(pin_d7))
{
}
while(!input(pind7))
{
set_pwm1_duty(675);
delay_ms(500);
set_pwm1_duty(0);
delay_ms(50);
}
}

void role()
{
output_low(pin_d0); //Boşaltma rolesi açık
delay_ms(1000);
output_high(pin_d0); //Boşaltma rolesi kapalı
}
```

## EK-1 (Devam) Devre Programı

```

void I_motor_arttir2() //Kademeli olarak DC motora yol veriliyor
{
dcpwm=0;
printf(lcd_putc,"\fYASTIK");
printf(lcd_putc,"\n2. KEZ HAVA");
printf(lcd_putc,"\n ILE SISIRILIYOR");
while(!input(pin_d7))
{
}
whilew(input(pin_d7))
{
output_high(pin_d1);
set_pwm1_duty(675);
delay_ms(500);
set_pwm1_duty(0);
}
}

void II_motor_basla()
{
printf(lcd_putc,"\fTITRESIM");
printf(lcd_putc,"\nASAMASI");
printf(lcd_putc,"\n BASLATILDI");
while(!input(pin_d7))
{
}
while(input(pin_d7)) // %50 PWM üretene kadar kal
{
set_pwm2_duty(150);
delay_ms(500);
}
}

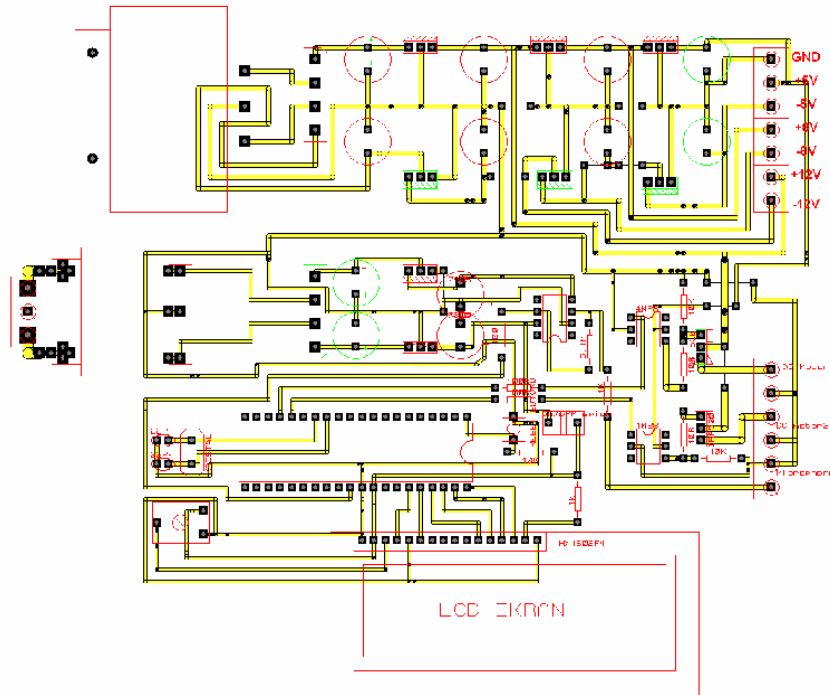
```

## EK-1 (Devam) Devre Programı

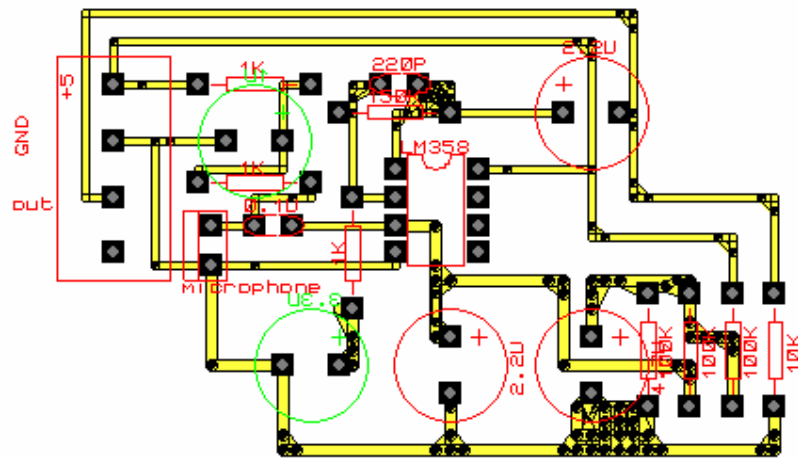
```
}  
}  
void main()  
{  
  setup_adc_ports(AN0_AN1_AN2_AN3_AN4);  
  setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_32);  
  setup_psp(PSP_DISABLED);  
  setup_spi(SPI_SS_DISABLED);  
  setup_timer_0(RTCC_INTERNAL RTCC_DIV_256);  
  setup_timer_1(T1_INTERNAL T1_DIV_BY_8);  
  setup_timer_2(T2_DIV_BY_1,170,1);  
  setup_ccp1(CPP_PWM);  
  setup_ccp2(CPP_PWM);  
  set_pwm1_duty(0);  
  set_pwm2_duty(0);  
  
  baslangic_ekrani();  
  I_motor_arttir();  
  delay_ms(5);  
  role();  
  I_motor_arttir2();  
  delay_ms(5);  
  i=i+1;  
  II_motor_basla();  
  
}
```



## EK-2 Tasarlanan Cihazın Baskı Devre Şekilleri



Şekil 2.1. Tasarlanan cihazın baskı devresi



Şekil 2.2. Ses algılama devresi baskı devresi

### EK-3 Mikrofon Seçimi Ve Polar Tepkiler

**Hassasiyet:** Mikrofonun çıkış seviyesi gerekenden fazla olduğunda, gelen dip gürültüleri ve istenmeyen sesler daha sonraki yükselteçlerde aşırı artabilir veya salon seslendirmesi yapıldığında hoparlörlerden dönen sesin uğultu yapma riski ortaya çıkar. Bu nedenlerle uygun hassasiyete sahip mikrofonlar seçilmelidir.

Mikrofonların hassasiyeti genellikle 1 m mesafeden 1 kHz frekansa sahip 1 Pascallık ses basıncı uygulandığında uçlarındaki açık devre çıkış geriliminin mili volt/Pascal olarak ölçülmesi ile belirlenir.

1 Pascal = 1 Newton/metrekaaredir.

İnsan kulağı yaklaşık olarak  $2 \cdot 10^{-5}$  Pascallık ses basıncında duymaya baslar. Bu referans ile  $2 \cdot 10^{-5}$

$1 \text{ Pa} = 20 \log 1 / 2 \cdot 10^{-5} = 94 \text{ dB}$  değerini verir.

Dinamik mikrofonların hassasiyeti 1-1,5 mV/Pa, kapasitif olanları ise 5-10 mV/Pa civarındadır.

**Aşırı yüklenme:** Zayıf sesleri alabilecek bir mikrofon aynı zamanda gelen şiddetli seslere de dayanıklı olmalıdır. Bunu sağlamak için bazı mikrofonlarda secicili zayıflatıcılar bulunur. Kapasitif mikrofonların bir kısmında ise gövde ile diyafram arasına zayıflatıcı kapsüller takılabilir.

**Fiziksel özellikler:** Görüntüde olan bir mikrofonun küçük olması önemli bir etkidir. Elde kullanılan bir mikrofonun bağlantılarının sağlam olması ve elden ya da kablodan gelen gürültüleri almaması gerekir. Açık alanda ve tv stüdyosunda kullanılacak mikrofonlar sıcaktan, nemden ve ışıktan etkilenmemelidir.

**Frekans cevabı:** Profesyonel mikrofonların 20 Hz-20 kHz arasında bütün frekansları 2-3 dB farkla iletebilmesi istenir. Ancak özellikle dinamik tipi olmak üzere çoğu mikrofon bu özelliğe sahip değildir. Bu nedenle alınacak sesin frekanslarına uygun mikrofonlar seçilmelidir.

**Yönlendirme:** Alınacak sesin diğer seslerden ayrılma derecesine ve ortamdaki gürültünün miktarına göre uygun yön özelliği olan mikrofonlar kullanılmalıdır.

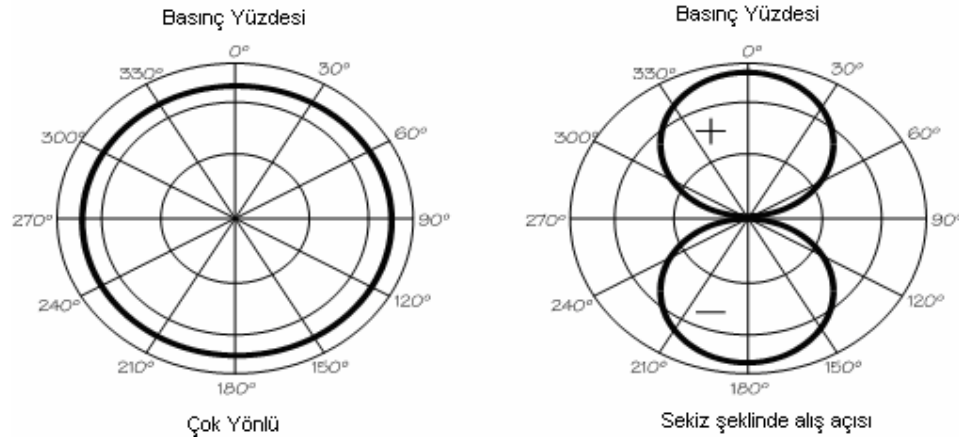
### EK-3 (Devam) Mikrofon Seçimi Ve Polar Tepkiler

#### Polar Tepkiler

Mümkün olan iki tip mekanik dönüşümün açıklamalarından mikrofonun hassasiyetinin sesin geliş yönüne göre değişeceği görülmektedir. Bir mikrofonun tepke özelliklerinin açıklanması önemlidir; Böylece bir mikrofon diğeriyle karşılaştırılabilir ve belirli bir iş için en uygun mikrofon seçilmiş olur.

Bunun en kolay yolu polar diyagram kullanmaktır. Polar diyagram mikrofonun etrafında derece olarak işaretlenmiş dairesel bir şekildir. (Mikrofonun önü  $0^\circ$  ' ye bakmaktadır). Herhangi bir yarıçapın uzunluğu mikrofonun o yönden gelen sese olan hassasiyetini belirtir.

Polar diyagram bir ses kaynağı mikrofonun etrafında hareket ettikçe çıkış seviyesinin (veya sese olan hassasiyetin) nasıl değiştiğini gösterir. Polar diyagram iki boyutlu olmasına karşın bir mikrofonun gerçek polar tepkisi üç boyutludur. Bu kayda değer bir husustur. Mikrofonlar yerleştirilirken üç boyutlu düşünmek işlerin kolaylaşmasına yardımcı olur.



Şekil 3.1. Mikrofon ses alış açıları

#### EK-4 Mikrodenetleyiciler

Bir yazılım olmadan hiçbir işe yaramayan, ancak içerisine yazılan program vasıtasıyla istenilen bir işlemi gerçekleştiren kontrol elemanıdır. Mikrodenetleyici yazılım olması halinde neredeyse sınırsız bir kullanım alanına sahiptir.

Aslında mikrodenetleyici bir bakıma bir bilgisayardır. Her ne kadar bir klavyesi, monitörü, kasası ve bunun gibi çevre birimleri olmasa da bir bilgisayarın yaptığı her şeyi yapabilir. Örneğin her bilgisayarın bir merkezi işlem ünitesi (CPU: Central Processing Unit) vardır ve bu ünite makine kodlarını bizim anlayabileceğimiz karakterlere dönüştürür, programları yorumlar, işler, düzenler, bilgisayarın çeşitli birimleriyle irtibat kurar. Bu işlemleri yaparken bazı değişkenleri ve geçici olarak elde ettiği bilgileri sakladığı bir rasgele erişimli hafızaya (RAM: Random Access Memory) ihtiyaç duyar. Ayrıca bilgisayarların dış dünyayla bilgi alış ve verişlerinde kullandıkları bazı giriş ve çıkış üniteleri bulunmaktadır. Örnek olarak fare ve klavye giriş yaptığımız elemanlara, monitör ve yazıcı çıkış aldığımız elemanlara birer örnektir. Bilgilerimizi kaydettiğimiz hard diskler ise hem giriş hem de çıkış elemanı olarak çalışmaktadırlar. Aynen bilgisayarda olduğu gibi mikrodenetleyiciye de fare ve klavye gibi çevre elemanlarının işlemlerini nispeten de olsa yerine getirecek elemanlar ekleyerek küçük bir bilgisayar gibi kullanmamız mümkündür.

Bir mikrodenetleyici genel olarak aşağıdaki birimlerden oluşur:

- CPU (Merkezi işlem ünitesi - central processing unit)
- RAM (Rastgele erişimli bellek-Random Access Memory)
- EPROM/PROM/ROM (Silinir, yazılır sadece okunur bellek-Erasable Programmable Read Only Memory)
- I/O (Girdi/çıkış - input/output) - seri ve paralel
- Timers (Zamanlayıcılar)
- Interrupt controller (Kesmeler)

#### EK-4 (Devam) Mikrodenetleyiciler

Sadece kullanılacak işe uygun özellikleri bulunan bir mikrodenetleyici seçildiğinde maliyet nispeten düşmektedir. Kullanılmakta olan masaüstü veya dizüstü bilgisayarlar genel amaçlı bilgisayarlardır ve binlerce programı çalıştırabilirler.

Mikrodenetleyiciler ise özel amaçlı bilgisayarlardır ve programlandıkları şeyi en iyi şekilde yaparlar.

##### Mikrodenetleyicilerinin Tercih Sebepleri

- a) Fiyatının ucuz olması;
- b) Mantıksal işlemlerde performansının yüksek olması;
- c) Verilere ve belleğe hızlı bir şekilde erişimin sağlanması;
- e) Veri ve bellek için arı yolların (bus'ların) ayrılmış olması;
- f) Yüksek frekanslarda çalışabilme özelliği;
- g) Uyku modunda (Sleep mode)  $1\mu\text{A}$  gibi küçük bir akım çekmesi;
- h) komut işleme hafızası;
- i) Yalnızca 2 kondansatör ve bir direnç ile çalışabilme özelliği;
- j) RISC mimarisine sahip olması;

#### PIC'in Özellikleri

**Güvenirlik:** PIC komutları bellekte çok az yer kaplarlar. Dolayısıyla bu komutlar 12 veya 14 bitlik bir program bellek sözcüğüne sığarlar. Harvard mimarisi kullanılmayan mikrodenetleyicilerde yazılım programının veri kısmına atlama yaparak bu verilerin komut gibi çalışmasını sağlamaktadır. Bu ise büyük hatalara yol açmaktadır. PIC'lerde bu durum engellenmiştir.

**Hız:** PIC oldukça hızlı bir mikrodenetleyicidir. Her bir komut satırı  $1\mu\text{s}$ 'lık bir zaman diliminde işlenir. Örneğin 5 milyon komutluk bir programın 20Mhz'lik bir kristalle işletilmesi yalnız 1sn sürer. Bu süre kabaca 386 diye tanımladığımız sayısal bilgisayarın hızının yaklaşık 2 katıdır. Ayrıca PIC'lerin RISC mimarisine sahip olmasının hıza etkisi oldukça büyüktür.

#### EK-4 (Devam) Mikrodenetleyiciler

**Komut Takımı:** PIC' te bir işlem gerçekleştirmek için kullanılacak komut sayısı oldukça azdır. Örneğin PIC16F8XX ailesinde 33 komutu kullanarak sınırsız sayıda işlem yapabilmek mümkündür.

**Statik işlem:** PIC mikrodenetleyici tamamıyla statik bir işlemcidir. Bu da demek oluyor ki işlemciye pils sağlayan osilasyon kaynağı durdurulsa bile işlenen veriler muhafaza edilmektedir.

**Sürme özelliği:** PIC'ler yüksek bir sürme kapasitesine sahiptir. Çıkış olarak tanımlanan pinlerin yalnız birinin aktif olması halinde 40mA çekilebilmektedir. Entegre elemanın tamamı düşünüldüğünde ise 150 mA'e kadar akım çekilebilmektedir.

**Güvenlik:** PIC üretim özelliği itibariyle bir protect yani koruma bitine sahiptir. Bu bitin programlanması yolu ile PIC içerisine yazılan programın başkaları tarafından okunması ve kopyalanmasına engel olunmuş olunur.

**Flash olma özelliği:** Bu özellik PIC'in yeniden programlanabilir olması durumunu ifade etmektedir. Yani PIC üzerine yazılan program geliştirme amacı ile silinebilir ve yeni bir program yüklenebilir.

#### **Bir PIC'in İşlem Yapabilmesi İçin Gerekli Bileşenler**

**Giriş-Çıkış (I/O):** Mikrodenetleyicinin dış dünya ile ilişkisini sağlayan, girdi ve çıktı şeklinde ayarlanabilen bir bağlantı pinidir.

**Yazılım:** Mikrodenetleyicinin çalışmasını ve işletilmesini sağlayan bilgidir. Başarılı bir uygulama için yazılım hatasız olmalıdır. Yazılım C, Pascal veya Assembler gibi çeşitli dillerde veya ikilik(binary) olarak yazılabilir

**Donanım:** Mikrodenetleyiciyi, bellek, arabirim bileşenleri, güç kaynakları, sinyal düzenleyici devreler ve bunları çalıştırmak ve arabirim görevini üstlenmek için bu cihazlara bağlanan tüm bileşenlerdir

**Simülatör:** PC üzerinde çalışan ve mikrodenetleyicinin içindeki işlemleri simüle eden MPSIM gibi bir yazılım paketidir. Hangi olayların ne zaman meydana geldiği

#### EK-4 (Devam) Mikrodenetleyiciler

biliniyorsa bir simülatör kullanmak tasarımları test etmek için kolay bir yol olacaktır. Öte yandan simülatör, programları tümüyle veya adım adım izleyerek hatalardan arındırma fırsatı sunar. Şu anda en gelişmiş simülatör programı Microchip firmasının geliştirdiği MPLAB programıdır.

**ICE: PIC MASTER** olarak da adlandırılır. (In Circuit Emulator / İç devre takipçisi) PC ve Mikrodenetleyicinin yer alacağı soket arasına bağlanmış yararlı bir gereçtir. Bu gereç yazılım, PC de çalışırken devre kartı üzerinde bir mikrodenetleyici gibi davranır. ICE, bir programa girilmesini, mikro içinde neler olduğunu ve dış dünyayla nasıl iletişim kurulduğunun izlenilmesini mümkün kılar.

**Programlayıcı:** Yazılımın mikrodenetleyicinin belleğinde programlamasını ve böylece ICE' nin yardımı olmadan çalışmasını sağlayan bir birimdir. Çoğunlukla seri port 'a (örneğin ICSTART, PROMASTER) bağlanan bu birimler çok çeşitli biçim, ebat ve fiyatlara sahiptir.

**Kaynak Dosyası: Hem** assembler'in hem de tasarımcının anlayabileceği dilde yazılmış bir programdır. Kaynak dosya mikrodenetleyicinin anlayabilmesi için önceden assemble edilmiş olmalıdır.

**Assembler: Kaynak** dosyayı bir nesne dosyaya dönüştüren yazılım paketidir. Hata araştırma bu paketin yerleşik bir özelliğidir. Bu özellik assemble edilme sürecinde hatalar çıktıkça programı hatalardan arındırırken kullanılır. MPASM, tüm PIC ailesini elinde tutan Microchip'in son assemble edicisidir.

**Nesne dosyası (object file) :** Assembler tarafından üretilen bu dosya; programcı, similatör veya ICE'nin anlayabilecekleri ve böylelikle dosyanın işlevlerinin çalışmasını sağlayabilecekleri bir dosyadır. Dosya uzantısı assemble edicinin emirlerine bağlı olarak , .OBJ veya .HEX olur.

## EK-4 (Devam) Mikrodenetleyiciler

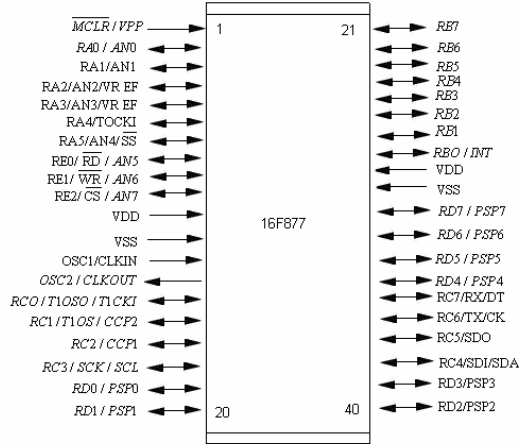
### **PIC 16F877**

#### **1. Genel Tanımlama**

PIC 16F877 yüksek performanslı, CMOS, full-statik, 8 bit mikrodenetleyicidir. Tüm PIC 16/17 mikrodenetleyicileri gibi PIC 16F877 de RISC mimarisini kullanmaktadır. PIC16F87X mikroları birçok esas özelliklere sahiptir. 14 seviyeli, derin küme ve çoklu iç ve dış kesme kaynaklarına sahiptir. 2 aşamalı komut hattı tüm komutların tek bir çevrimle işlenmesini sağlamaktadır. Yalnızca bazı özel komutlar 2 çevrim çekerler. Bu komutlar dallanma komutlarıdır. PIC16F87X ailesi dış elemanları azaltacak spesifik özelliklere sahiptir ve böylece maliyet minimuma inmekte, sistemin güvenilirliği artmakta, enerji sarfiyatı azalmaktadır. Bunun yanı sıra tüm PIC'lerde 4 adet osilatör seçeneği mevcuttur. Bunlarda tek pinli RC osilatör, düşük maliyet (4 MHZ) , LP osilatör (Kristal veya seramik rezonatör) , enerji sarfiyatını minimize etmekte (asgari akım) (40 KHZ), XT kristal veya seramik rezonatör osilatörü standart hızlı ve HS kristal veya seramik rezonatörlü osilatör çok yüksek hıza sahiptir (20 MHZ). PIC mikrodenetleyicilerinin en büyük özelliği sleep modu (uyku modu) özelliğidir. Bu mod sayesinde işlem yapılmadığı durumlarda PIC uyuma moduna geçerek çok düşük akım çeker. Kullanıcı bir kaç iç ve dış kesmelerle PIC'i uyuma modundan çıkarabilmektedir. Yüksek güvenilirlikli Watchdog Timer kendi bünyesindeki yonga üstü RC osilatörü ile yazılımı kilitlemeye karşı korumaktadır. PIC16F877 EEPROM program belleği, aynı aygıt paketinin orijinali ve üretimi için kullanılmasına olanak vermektedir. Yeniden programlanabilirliği mikroyu uygulamanın sonundan kaldırmadan kodu güncelleştirmeye izin vermektedir. Bu aygıtın kolayca erişilemediği, fakat prototipinin kod güncelleştirmesi gerekli olduğu durumlarda, birçok uygulamanın geliştirilmesinde yararlıdır. Bunun yanı sıra bu kodun güncelleştirilmesi diğer ayrı uygulamalarda da yararlıdır.



## EK-4 (Devam) Mikrodenetleyiciler



Şekil 4.1. PIC 16F877'nin Fiziksel Yapısı

### 2. PIC 16F877'nin Genel Özellikleri

- Yüksek hızlı RISC işlemciye sahiptir;
- 35 adet komut mevcuttur;
- Tüm komutlar 1 saykıl (çevrim) çeker, (Dallanma komutları 2 saykıl çeker.);
- 20 Mhz'ye kadar işlem hızına sahiptir;
- 8Kx14 kelimelik flash program belleği mevcuttur;
- 368x8 bayt'lık veri belleği;
- 256x8 bytelık EEPROM veri belleği;
- PIC16C73B/74B/76/77 ile uyumlu pin yapısı;
- Doğrudan ve dolaylı adresleme;
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT) , üzerinde bulunan RC osilatör ile çalışan Watchdog Timer (WDT);
- Programlanabilen kod koruma;
- Enerji tasarrufu için uyku (SLEEP) modu;
- Düşük güçlü yüksek hızlı CMOSFLASH/EEPROM teknolojisi;
- Tamamen statik dizayn;
- Devre üzerinde seri programlama;

#### EK-4 (Devam) Mikrodenetleyiciler

- 5 V'luk kaynak ile çalışma;
- 2 V ile 5.5 V arasında işlem yapabilme özelliği;
- Düşük güç harcaması;
- < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
- 20 mA typical @ 3V, 32 kHz
- < 1 mA typical standby

#### **3. PIC 16F877'nin Belirleyici Özellikleri**

- Timer0: 8 bit prescaler'e sahip 8bit zamanlayıcı/sayıcı,
- Timer1: Sleep modunda artış gösterebilen ve harici saat darbesiyle artırılabilen Prescaler'li 16 bit zamanlayıcı/sayıcı,
- Timer2: 8bit periyot kaydedicili, prescaler ve postscalerli 16 bit zamanlayıcı/sayıcı,
- İki adet tutma, karşılaştırma, PWM modülü
- 200ns çözünürlükte 16 bitlik karşılaştırma
- 10 bit çözünürlükte PWM
- 10 bit çok kanallı Analog-Dijital çevirici
- Seri port ve  $I^2C$  modülleri
- 9 bit adres saptamaya sahip USART/SCI
- 8 bit genişliğinde paralel slave port

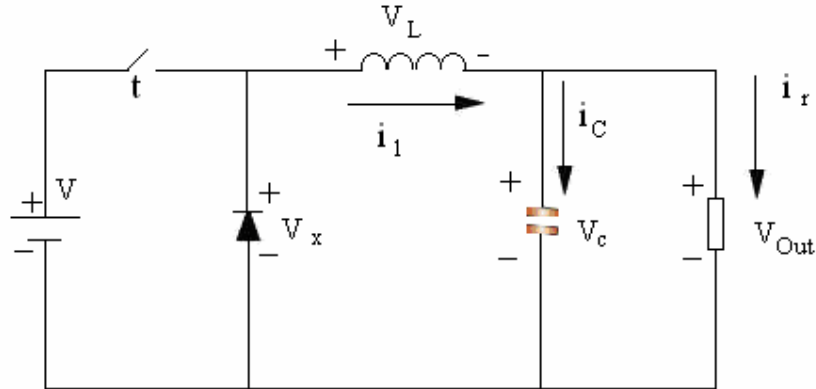
## EK-5 Azaltan DC-DC Konvertör

Günümüzde sanayinin hızla gelişmesi ile birlikte kontrol edilebilir elektrik gücüne ve bu gücün işlendiği Güç Elektroniği Devrelerine olan gereksinim hızla artmıştır. AA/DA Motor Hız Kontrol Üniteleri, Kesintisiz Güç Kaynakları, Akü Şarj Üniteleri, Anahtarlama Modlu AA/DA Güç Kaynakları, Statik Gerilim Regülatörleri gibi cihazlar, besledikleri yükün ihtiyacı olan elektrik gücünü sağlayan önemli endüstriyel güç elektroniği uygulamalarıdır.

Çeşitli elektronik cihazların kullanımında değişik dc gerilim seviyelerine ihtiyaç vardır. Doğru gerilim elde edilirken kayıpların minimum olmasına ve geçici rejimlerin olmamasına dikkat edilmelidir. Muhtelif tüketiciler için gerekli olan doğru akım ve gerilimi sağlayan kaynaklardan biri de anahtarlama modlu çalışan dc-dc konvertörlerdir. Geleneksel doğru akım güç kaynakları ağır ve pahalı elektronik elemanlar gerektirirken, dc-dc konvertörler yüksek frekanslarda anahtarlatabildiklerinden dolayı daha hafif ve ucuz elemanlar gerektirirler.

Böylece günümüzde, hafif, taşınabilir, yüksek performanslı dc-dc akım kaynaklarına olan ihtiyaç, bu konvertörlerin kullanımının gerekliliğini hızla artırmıştır.

Anahtarlama modlu dc-dc konvertörler çok geniş bir uygulama alanı bulmaktadır. Bunlar bilgisayar beslemesi, Doğru akım motor sürücü devresi, aktif filtre vs. darbe genişlik modülü (puls with modulation) bu konvertörlerin regülasyon temelini oluşturur. Genel bir azaltıcı (buck converter) devresi şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Azaltıcı konvertör

### EK-5 (Devam) Azaltan DC-DC Konvertör

Gerilim azaltan konvertör temel olarak 4 elemandan oluşur. Bunlar anahtarlama ünitesi, diyot, bobin L ve çıkışta kullanılan C kondansatördür. Kontrol devresi çıkıştaki gerilimi kontrol eder.

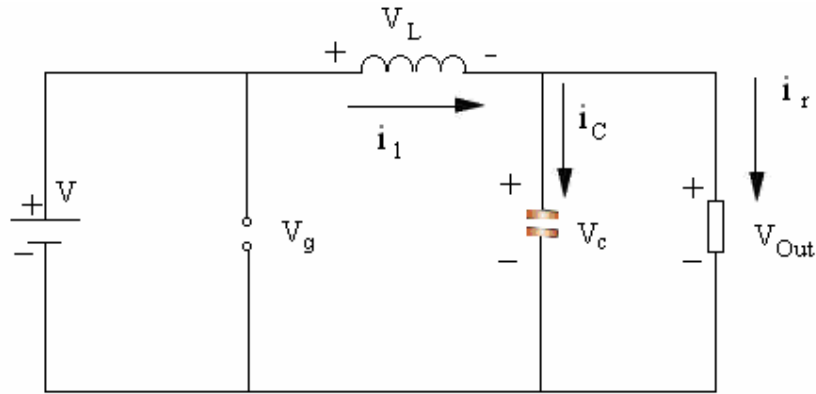
Mosfetin on ve off modlarına göre anahtarlama ünitesini sağlayarak çıkış gerilimini referansa gerilim değerine getirmeye çalışır. Eğer anahtar açık durumda ise akım giriş kaynaktan mosfet, bobin üzerinden C kapasitesine ve yüke doğru akar. Bu arada bobin manyetik alandan dolayı bir miktar enerjiyi depolar. Aynı zamanda bobin üzerinde bir gerilim düşümü meydana gelir.

Eğer anahtar kapatılırsa, bobindeki ani değişen elektromotor kuvvet (EMF) sayesinde akımda herhangi bir düşme meydana gelmez ve yük akımı D1 diyotu üzerinden beslenir. Böylece yük uçlarında giriş geriliminin bir kısmı sürekli ve regüleli olarak elde edilmiş olur.

Aşağıda azaltıcı konvertör devresinin anahtarın kapalı ve açık olması durumlarına göre elde edilen devrelerin t-domeni (zaman domen) analizi yapılarak durum denklemleri elde edilmiştir.

1-Anahtarın açık olması durumu;

Şekil 5.2'de gerilim azaltıcı konvertör devresinin anahtarının açık olması durumuna ilişkin elde edilen devre gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Anahtarın açık olması durumuna ilişkin devre

## EK-5 (Devam) Azaltan DC-DC Konvertör

Bobin akımı  $i_L$  ve çıkış kapasite gerilimi  $V_C$  durum değişkeni olarak alınmıştır. Buna göre devreye ilişkin durum denklemleri aşağıdaki gibi elde edilir;

$$V_g = L \frac{di_L}{dt} + V_C$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_g}{L} - \frac{V_C}{L}$$

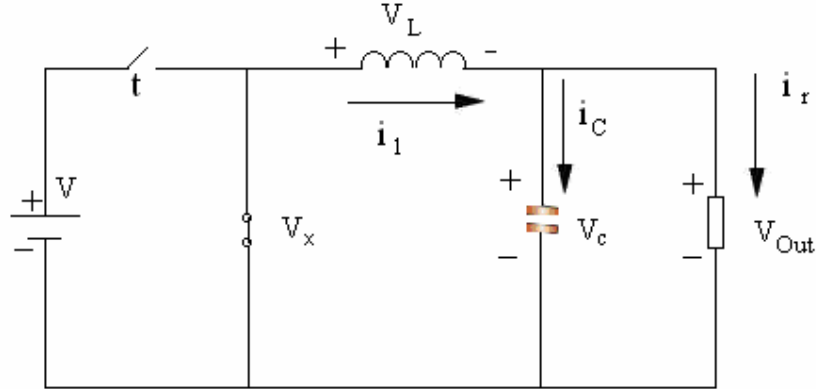
$$\frac{di_L}{dt} = -\frac{V_C}{L} + \frac{V_g}{L}$$

$$i_c = C \frac{dV_C}{dt} \quad i_c = i_L - i_R$$

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L}{C} - \frac{i_R}{C} \quad \frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L}{C} - \frac{V_C}{RC}$$

2- anahtarım kapalı olması durumu;

Şekil 5.3'de Gerilim azaltıcı konvertör devresinin anahtarının kapalı olması durumuna ilişkin elde edilen devre gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Anahtarın açık olması durumuna ilişkin devre

## EK-5 (Devam) Azaltan DC-DC Konvertör

Burada da durum değişkenleri olarak bobin akımı  $i_L$  ve çıkış kapasite gerilimi  $V_C$  alınmıştır. Aynı şekilde devrenin durum denklemlerini elde etmek için devre denklemleri yazılırsa;

$$0 = V_L + V_C$$

$$0 = L \frac{di_L}{dt} + V_C$$

$$\frac{di_L}{dt} = -\frac{V_C}{L}$$

$$i_c = C \frac{dV_C}{dt}$$

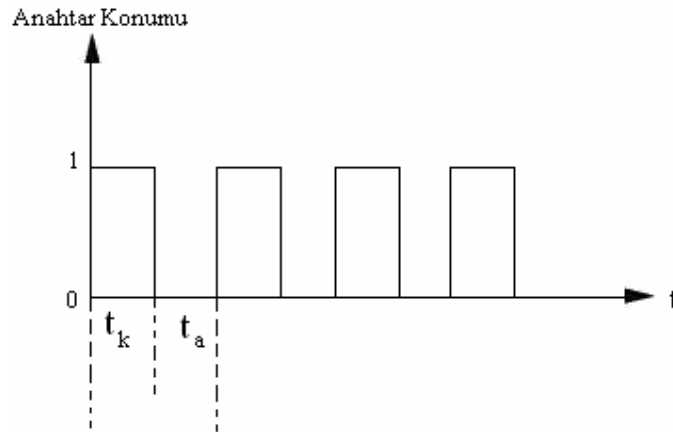
$$i_c = i_L - i_R$$

$$i_R = \frac{V_C}{R}$$

$$C \frac{dV_C}{dt} = i_L - \frac{V_C}{R}$$

$$\frac{dV_C}{dt} = \frac{i_L}{C} - \frac{V_C}{RC}$$

Sistemin anahtarlama frekansı 1 khz olarak alınmıştır. Şekil 4.4' de anahtarın kapalı ve açık olması durumlarına göre anahtarlama frekans değerleri gösterilmiştir



Şekil 5.4. Anahtarın kapalı ve açık olması durumlarına göre anahtarlama frekansı

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı: ÜNAL, Mustafa

Uyruğu: T.C.

Doğum tarihi ve yeri: 15.09.1982 Ankara

Medeni hali: Bekar

Telefon: 533 811 99 46

e-mail : [unalmustafa@hotmail.com](mailto:unalmustafa@hotmail.com).

### Eğitim

#### Derece

#### Eğitim Birimi

#### Mezuniyet

#### tarihi

Lisans

Gazi Üniversitesi/  
Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü  
Elektronik Öğretmenliği

2006

Lise

Yenimahalle Anadolu Meslek Lisesi

2000

### İş Deneyimi

#### Yıl

#### Yer

#### Görev

2009-

TRT Ankara TV

Sesçi

### Yabancı Dil

İngilizce (upper-intermediate)

### Hobiler

Balık tutmak, müzik dinlemek, kitap okumak