

MİKRODENETLEYİCİ TEMELLİ OTOMATİK KAN BASINCI ÖLÇME VE KAYIT SİSTEMİ

Sabri ALTUNKAYA¹

Yalçın EZGİNCİ²

Mehmet BAYRAK³

^{1,2,3}Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

Mühendislik-Mimarlık Fakültesi

Selçuk Üniversitesi, 42225, Alaeddin Keykubat Kampüsü , Konya

¹e-posta: saltunkaya@selcuk.edu.tr ²e-posta: yezginci@yahoo.com

³e-posta: mbayrak@selcuk.edu.tr

Anahtar sözcükler: Kan Basıncı Ölçümü, Korotkoff Sesleri

ÖZET

Bu çalışmada dinleme yöntemini kullanarak kan basıncını belirlenen zaman aralıklarında otomatik olarak ölçen ve kaydeden bir cihaz yapılması amaçlanmıştır. Hassas bir basınç sensörü kullanılmak suretiyle elde edilen kaf basıncıyla orantılı elektriksel işaretler, diferansiyel kuvvetlendirici ile kuvvetlendirilmiştir. Korotkoff seslerini elde edebilmek için küçük bir piezoelektrik mikrofon kullanılmıştır. Korotkoff seslerini ayırt edebilmek için mikrofondan alınan sesler bir band geçiren filtreden geçirilerek kuvvetlendirilmiştir. Daha sonra PIC'in portlarına gelen işaretlerin kabul edilmesi, kaf şişiren pompanın kontrolü, sistolik ve diastolik kan basınçlarının belirlenmesi, kan basıncı değerlerinin LCD ekranda görüntülenmesi ve butonların kontrolleri gibi işlemleri bir bütün halinde işleten bir program geliştirilmiştir. Her ölçümden sonra kan basıncı değerleri tespit edildikten sonra mikrodenetleyicinin EEPROM'una kayıt edilmiştir. Sistem basınç sensörü, piezoelektrik mikrofon, hava pompası, PIC16F877 mikrodenetleyicisi, LCD ekran, butonlar, elektronik kuvvetlendiriciler ve filtreden oluşmaktadır. Gerçekleştirilen kan basıncı ölçüm sistemi, hastaya ait tansiyon değerlerini isteğe göre 15dk, 30dk veya 1 saat aralıklarla ölçebilmektedir. Sistem, ölçülen her değeri kayıt etmekte ve daha sonra sırasıyla görüntüleyebilmektedir.

1. GİRİŞ

Damarların içinde dolaşan kanın, damar çeperlerine yapmış olduğu yanal basınca kan basıncı denir. Kişiyeye ait kan basıncı değerlerinin belirlenmesi standart bir klinik ölçümdür. Kan basıncı ölçümü ile elde edilen sistolik ve diastolik basınçlar kan damarlarının durumu ve karıncıkta ki kan atımı hakkında bilgi verir. Çevresel kan damarlarında bir daralma kendini kan basıncının artışı ile gösterir.

Sertleşmiş ve daralmış arterler, vücudun organlarına yeterli miktarda kan ve oksijeni iletmez ve organların doğru bir şekilde çalışmasını engeller. Yüksek kan basıncı, sistolik kan basıncının 140 mmHg ve üzerinde, diastolik kan basıncının 90 mmHg ve üzerinde olması halidir. Yüksek kan basıncı (hipertansiyon) damar tıkanıklığı, inme, kalp yetmezliği ve böbrek yetmezliği açısından önemli risk faktörlerinden birisidir. Hipertansiyon, görülme sıklığının ve getirdiği ekonomik yükün büyüklüğü nedeni ile tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de kalıcı sakatlık ve ölüm nedeni olan toplumsal bir sorundur. Hastaların azımsanmayacak bir kısmının kan basıncı yüksekliğinin farkında olmaması, hipertansiyonun önemini artırmaktadır. Yüksek kan basıncının olumsuz etkilerinin bir anda ortaya çıkması ve bu etkilerin ölümle sonuçlanabilecek riskler içermesi sebebiyle hipertansiyonun tespiti için kan basıncının ölçümü ve yüksek tansiyon hastalarının kan basıncının sürekli izlenmesi gereklidir. Kan basıncı değerlerinin kliniklerde doktorlar tarafından hipertansiyonun teşhisi için ölçümü, beyaz önlük hipertansiyonlu hastalarda bir takım hatalı tespitlere neden olabilir. "Beyaz Önlük Hipertansiyon"u hastanın klinikte ölçülen kan basıncı değerlerinin psikolojik etkilerden dolayı normal değerlerinden daha fazla çıkması olarak tanımlanır. Beyaz önlük hipertansiyonun gerçek hipertansiyondan ayrılabilmesi, hastanın evde kendi kan basıncı değerlerini ölçmesi ve kayıt etmesi ile sağlanır. Ayrıca yatak ucu veya vücutta taşınabilir (ambulator) otomatik ölçüm aletlerinin kullanımı ile kan basıncının 24 saat takibi, hastanın tedaviye verdiği cevabın öğrenilmesini, kardiyovaskular olayların izlenmesini ve beyaz önlük hipertansiyonun anlaşılmasını sağlar[1].

2. DOLAYLI KAN BASINCI ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Kan basıncı ölçülecek damarı delmeden (noninvasive) kan basıncının ölçülmesini dolaylı kan basıncı ölçümü olarak tanımlayabiliriz. Kan basıncı ölçümlerinde çoğunlukla içi hava ile doldurulan lastik bir torba-kaf (cuff) vasıtasıyla koldan geçen kan akımını tıkamaya yönelik dolaylı yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerden önemlileri osilometrik, ultrasonik ve dinleme yöntemleridir.

Osilometrik yöntem, kafın şişirilmesi ve boşaltılması esnasında arterin atımdan atıma yer değiştirmesi ve genişmesiyle kan basıncı kafında oluşan ve osilometrik darbeler olarak adlandırılan basınç salınımlarının izlenmesi temeline dayanır[2]. Kaf basıncı osilasyon sinyalinin gücünde sistolik basınç bölgesindeki bir artma olur. Kaf basıncı orta basınca eşit olduğunda salınımdaki yükselme en büyüktür. Kaf basıncı bu noktanın altına düştüğünde, sinyal gücü de kafın hava basıncı akış hızı ile orantılı olarak azalır. Osilometrik yöntemle kan basınçları kaf basıncındaki salınımların oluşturduğu zarftan tespit edilir[3].

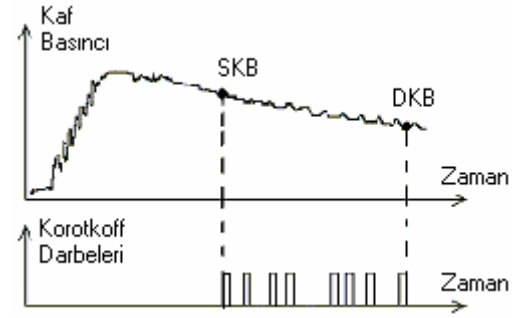
Ultrasonik yöntem, kafın şişirilmesi ve boşaltılması esnasında arter duvarı hareketlerinin ultrasonik olarak belirlenmesine dayanır. İki piezoelektrik çevirici içeren bir çevirici grubu brakial arter üzerine, kafın altına yerleştirilir. Yerleştirilen çeviricilerden biri ultrasonik dalgalar üretir ve onları artere doğru gönderir. Diğer ise arterden yansıtılan dalgaları alır. Ultrasonik yöntemde kan basınçları alınan ve gönderilen dalgalar arasındaki frekans kayması yardımıyla tespit edilir[4].

Dinleme yöntemi, 1905’de Dr. N. Korotkoff; dirsek üzerine sarılan bir kafın kola uyguladığı basınç değişimi ile kol arteri üzerinde seslerin oluştuğunu ve bu seslerin kan basıncı ölçümü için kullanılabilirliğini buldu. (Bu sesler günümüzde Korotkoff sesleri olarak bilinir.) Manşonunun hemen altında, brakial arter üzerinden dinlenen Korotkoff sesleri, artere sıkıştırıcı kaf tarafından uygulanan basınç ile değişir. Korotkoff sesleri 20 Hz ile 300 Hz arasında değişen bir band aralığına ve frekans spektrumunda ise 40, 90, 150 Hz de önemli tepelere sahiptir. Korotkoff seslerindeki değişimler 5 faz ile ifade edilir. Bu fazlar;

- Faz-1 : Hafifçe vurma seslerinin başlaması,
- Faz-2 : Hafif vurma seslerini takip eden bir mırıltı,
- Faz-3 : Hafifçe vurma seslerinin tekrar görülmesi,
- Faz-4 : Düşük bir ses,
- Faz-5 : Seslerin kaybolmasıdır.

Korotkoff seslerinin 1. fazının veya hafifçe vurma seslerinin başlangıcı sistolik basıncın belirlenmesinde, Korotkoff seslerinin 5. fazının başlangıcı veya sessizlik anındaki kaf basıncı ise diastolik basıncın belirlenmesinde kullanılır[5]. Dinleme yöntemi ile kan

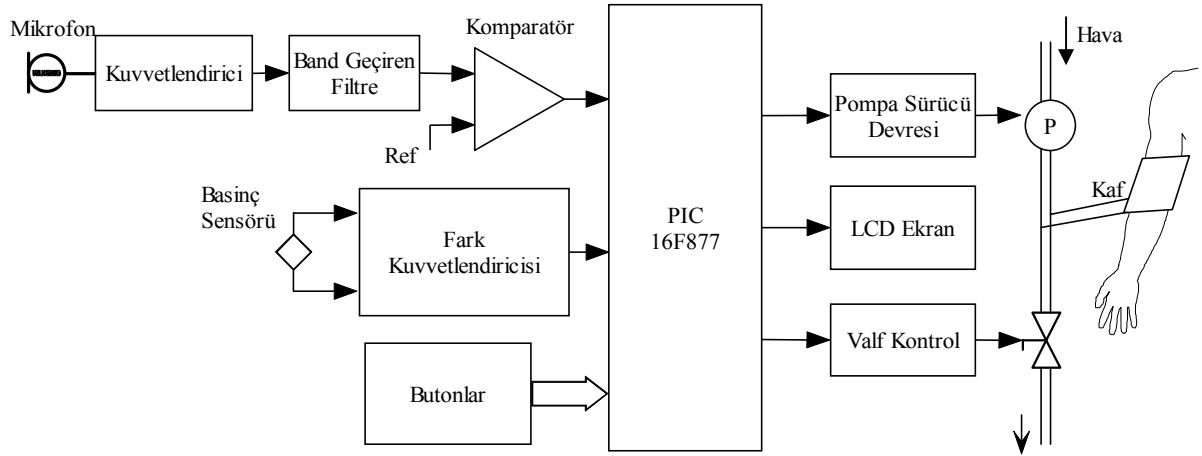
basıncı ölçümü aşağıdaki şekilde yapılır. Tıkayıcı kaf sistolik basıncın üstünde bir değere ulaşana kadar hava ile şişirilir ve 2-3 mmHg/sn hızla yavaşça havası boşaltılır. Sistolik pikler kapama basıncından daha büyük olduğu zaman, kan kafın altından damar içinde fişkirir ve bilekte hissedilebilir nabza sebep olur. Bu esnada Korotkoff sesleri de duyulmaya başlar. Kaftaki basınç azaldığı zaman, Korotkoff sesleri yukarıda anlatıldığı şekilde birbiri ardınca gelen beş fazda ve belirli bir düzende değiştiği görülür. Seslerin ilk duyulduğu andaki manometre basıncı sistolik kan basıncı olarak kayıt edilir. Daha sonra kaf basıncının azalması ile değişen sesler bir süre devam eder. Seslerin son defa duyulduğu anda ki kaf basıncı ise diastolik kan basıncı olarak kayıt edilir[3]. Şekil 1’de Korotkoff seslerinin düzenlenmesi ile oluşan darbeler ile kaf basıncı değişimi gösterilmiştir. İlk darbe sistolik, son darbe ise diastolik kan basıncını gösterir.



Şekil-1: Kan basıncı noktalarının belirlenmesi

3. DONANIMIN TASARIMI

Gerçekleştirilen elektronik kan basıncı ölçüm sisteminin blok diyagramı Şekil-2’de gösterilmiştir. Basınç sensörü gauge tipi bir dönüştürücü olup basınç değişimi bir weston köprüsü üzerinden lineer bir direnç değişimi olarak sağlanmaktadır. Basınç dönüştürücünden alınan sinyal ardı sıra bağlanmış iki diferansiyel kuvvetlendirici ile yeterli seviyeye kadar kuvvetlendirilerek mikrodenetleyici(MD)’nin A/D dönüştürücü girişine verilir. Piezoelektrik bir mikrofon yardımı ile brakial arter üzerinden elde edilen Korotkoff sesleri kuvvetlendirilmiştir. Kuvvetlendirilen ses sinyalleri içerisinden gerekli olan Korotkoff seslerini elde edebilmek için band geçiren bir filtre kullanılmıştır. Filtre çıkışında Korotkoff seslerinin başlaması bize o andaki basınç sensöründen okunan basınç değerinin sistolik kan basıncı değerine eşit olduğunu, Korotkoff seslerinin kaybolması ise o anda basınç sensöründen okunan basınç değerinin diastolik basınca eşit olduğunu gösterir. Bu yüzden filtre çıkışındaki Korotkoff seslerinin MD’nin anlayabileceği bir forma çevirmek gerekmiştir. Bunun için bir komparatör yardımı ile Korotkoff seslerinin genliğinin sıfır değerinin üzerinde olduğu anlarda +5V’luk darbeler üretilmiştir.

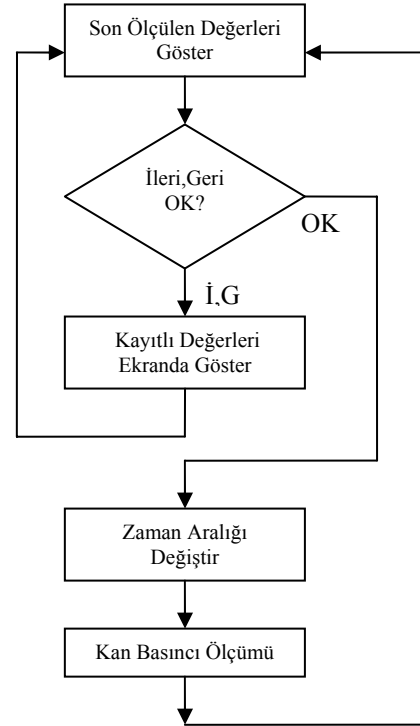


Şekil-2: Tasarlanan Elektronik Kan Basıncı Ölçüm Sisteminin Blok Diagramı

MD'ye, sistemin kontrolü için butonlar, Korotkof seslerinin başlamasıyla başlayan, Korotkoff seslerinin son bulmasıyla son bulan darbeler ve analog basınç bilgisi olmak üzere üç farklı giriş uygulanmıştır. Pompa kan basıncı ölçüleceği anlarda kafa basınç uygulamak için, valf ise kaf basıncını kontrollü bir şekilde boşaltmak için kullanılmıştır. LCD ekranda ise sonuçlar ve eski kayıtlar görüntülenmektedir. MD'ye LCD ekran, pompanın ve valfin sürücü devresi çıkış olarak bağlanmıştır. MD bütün giriş değerlerini geliştirilen bir program aracılığıyla denetler ve çıkış birimlerinin kontrolünü sağlar.

4. PROGRAMIN ALGORİTMASI

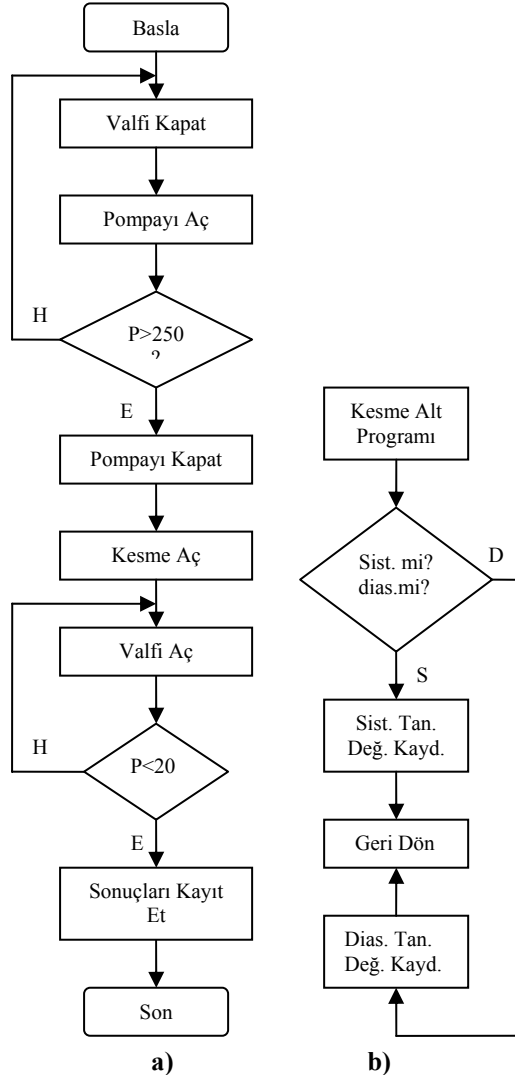
PIC için yapılan programın akış diyagramı Şekil-3'de verilmiştir. Programın ilk çalışmaya başladığı anda ekran, en son ölçülen kan basıncı değerlerini ekranda gösterir. İleri ve Geri butonları yardımıyla kayıtlı kan basıncı değerleri arasında gezinilebilir. OK butonuna basıldığında ise ölçüm aralığının değiştirilmesine ilişkin program adımına gidilir. Burada İleri, Geri butonları yardımıyla ekranda zaman aralıkları görüntülenir. OK tuşuna basılarak ekranda görülen zaman aralığı geçerli hale getirilir. Daha sonra kan basıncı değeri ölçülür ve program ayarlanan zaman aralığında kan basıncı değerlerini ölçmek için normal akışına döner. Zaman gecikmesi MD'nin dahili sayıcısı tarafından üretilen dahili kesme ile sağlanır. Ayarlanan zaman kadar süre geçtiğinde program kan basıncını ölçmek ve ölçülen değeri kayıt etmek için hazırlanan program adımına gider. Şekil-4'de programın kan basıncı ölçümüne ilişkin akış diyagramı gösterilmiştir. Kan basıncı ölçümüne geçildiğinde önce kafa bağlı olan valf kapatılır ve pompa ile kafa hava pompalanır. Kaf basıncı değeri basınç sensöründen gelen bilgi ile takip edilir. Kaf basıncı değeri 250 mmHg değerinin üzerine çıktığında kafa hava pompalanması durdurulur. Daha sonra kafın havasını boşaltması için valf açılır ve MD'nin harici



Şekil-3 MD Programının Akış Diyagramı

kesme girişine gelen darbelerinin geçerlilik kazanabilmesi için MD'nin harici kesme girişi aktif hale getirilir. Kaf basıncı 20mmHg'nın altına düşene kadar kaf basıncının azalması ile Korotkoff seslerinin oluşturduğu darbeler MD'nin harici kesme girişine uygulanır. Kesme girişine gelen ilk darbe anındaki kaf basıncı sistolik kan basıncını, son darbe ise diastolik kan basıncını gösterir. Kesme alt programı içerisinde ilk gelen darbe anındaki kaf basınç değeri sistolik kan

basıncı değeri olarak sistolik kan basıncı yazmacına kayıt edilir. Daha sonra gelen her darbe anındaki kaf basıncı ise diastolik kan basıncı olarak diastolik kan basıncı yazmacı üzerine kayıt edilir. Darbeler son bulduğunda yazmaçlarda sistolik ve diastolik kan basınçları kayıt edilmiş olur.

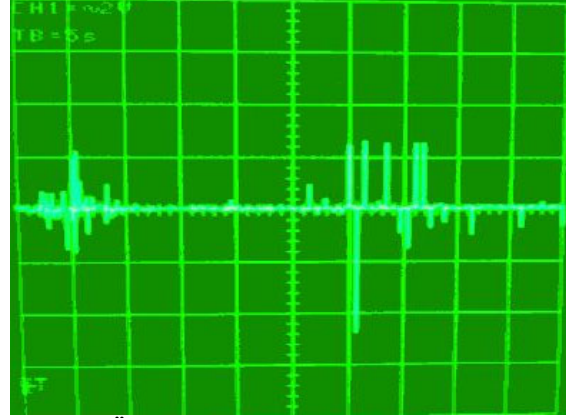


Şekil-4 a) Kan Basıncı Ölçüm Alt Programı
b) Harici Kesme Alt Programı

5. SONUÇ

Kullanıcının ayarladığı zaman aralığına göre 15dk., 30dk., 1saat aralıklarla kan basıncı ölçümlerini otomatik olarak gerçekleştiren ve kan basıncı değerlerini kayıt eden bir cihaz gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen cihazın bant geçiren filtre çıkışından kan basıncı ölçümü sırasında oluşan Korotkoff sesleri osiloskop ile ölçülmüştür. Şekil-5’de osiloskop ekranından alınan görüntü verilmiştir. Şekil-5’in sol tarafında kaf basıncı artırılırken oluşan sesler ve sağ tarafında ise Korotkoff sesleri yer almaktadır. Korotkoff seslerinin bu ölçüm için tepe değerleri +2.4V ile -4,2V’dir.

Kan basıncının 24 saat takibi ile hastanın tedaviye verdiği cevabın öğrenilmesi, kardiyovaskular olayların izlenmesi ve beyaz önlük hipertansiyonun anlaşılmasında bu cihaz uzmanlara yardımda bulunacaktır.



Şekil-5. Ölçüm esnasında osiloskopta gözlenen Korotkoff sesleri

KAYNAKLAR

- [1] Kazuomi Kario, Nobuhiko Yasui, And Hiroyuki Yokoi “Ambulatory Blood Pressure Monitoring for Cardiovascular Medicine” IEEE Engineering In Medicine And Biology Magazine, May/June 2003
- [2] Kim-Gau Ng “Oscillometric Blood Pressure Measurement And Simulation”, Queen's University Kingston, Ontario, Canada, April 1997, UMI
- [3] A.P. Robert “Medical Instrumentation Application and Design”, John Willey & Sons, Inc. New York, 1998
- [4] Joseph J.Carr, John M. Brown “Introduction to Biomedical Equipment Technology” Prentice-Hall, 1998
- [5] J.Allen, A.Murray “Time-Frequency Analysis Of Korotkoff Sounds” The Institution of Electrical Engineers, IEEE, 1997