

Taşınabilir Epilepsi Nöbeti Uyarı ve Acil Müdahale Kol Bandı Tasarımı Portable Epilepsy Seizure Warning and Emergency Response Armband Design

Samet Çıklaçandır*, Yalçın İşler

Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İzmir, Türkiye
samet.cikla@gmail.com , islerya@yahoo.com

Özetçe—Epilepsi diğer bir adıyla sara hastalığı toplumda oldukça fazla gözüken nörolojik hastalıktır. Kişilerin hayat kalitelerini önemli bir şekilde etkileyen ve yaralanma ya da ölümlü sonuçlara neden olabilmektedir. Epilepsi hastalığının en önemli belirtisi hastanın nöbetler geçirmesidir. Nöbet durumunda kişide bilinç, davranış, motor hareketlerde duyu ve otonomik fonksiyonlarda değişiklikler ortaya çıkar. Bunun sonucunda istemsiz kasılmalar ve hareketlenmeler meydana gelir. İlk yardım eksikliği olan toplumlarda epilepsi hastalığı genel olarak bilinmemektedir. Hasta nöbet geçirirken tıbbi olmayan çeşitli müdahaleler uygulanmakta ve bu yanlış uygulamalar hastanın yaşamını olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden epilepsi hastası nöbet geçirirken acil müdahalenin ne olması ve ne şekilde yapılması gerektiği etraftaki kişiler tarafından bilinmesi gerekir. Bu çalışmada epilepsi hastasının nöbet geçirmesi esnasında etrafındaki kişilere uyarı verecek ve neler yapılması gerektiğini anlatacak bir medikal cihaz tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz sayesinde epilepsi nöbeti geçiren hastanın yakınındaki kişilere cihazdan gelen sesli uyarılar ile nelerin yapılması gerektiği anlatılacak ve hastanın nöbeti sağlıklı bir şekilde atlması sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler—Epilepsi; Giyilebilir teknoloji; Sesli uyarı sistemi.

Abstract—Epilepsy, also known as Sara in Turkish, is a neurological disorder that is very common in the community. It can have an impact as significant on the quality of life of individuals and cause injury or fatal consequences. The most important symptom of epilepsy is the patient's seizures. In case of seizure, changes in consciousness, behaviour, sensation in motor movements and autonomic functions are observed. As a result, involuntary contractions and movements occur. Epilepsy is a generally unknown disorder in populations with first aid deficiency. Various non-medical interventions are applied during the patient's seizure and these wrong practices adversely affect the life of the patient. Therefore, it should be known by the people around it how the emergency intervention should be done during an epileptic seizure. In this study, a medical device was designed to alert people to epileptic patients during seizures and tell them what to do. With this device, people around the person having an epileptic seizure will be told what should be done with the sound warnings from the device and the patient will be able to survive the seizure in a healthy.

Keywords—Epilepsy; Wearable technology; Audible warning

system.

I. GİRİŞ

Epilepsi, nöbetler ile kendisini gösteren bir nörolojik hastalıktır [1]. Bu hastalık, yüzyıllardır tanınmasına karşın bütün klinik varyasyonlarını kapsayacak bir tanımını yapmak zordur. Epilepsi en iyi fizyolojik özelliklere ile tanımlanabilir. Anormal, tekrarlayıcı aşırı ve kendiliğinden sonlanan nöronal deşarj sonucu serebral fonksiyonların geçici olarak bozulması şeklindeki tanım en çok kabul edilendir [2]. Epilepsi 100 ile 200 kişide bir görülen bir hastalıktır [3]. Amerika Birleşik Devletleri'nde 2.2 milyon insan, dünya çapında ise yaklaşık 65 milyon insan epilepsi hastasıdır. Her yıl, yaklaşık 150.000 ABD vatandaşına epilepsi teşhisi konulmaktadır [4]. Yapılan gözlemlere göre, dünya çapında insanların %10'luk dilimi hayatlarında bir kere epilepsi nöbeti geçirmektedir. Bu %10'luk kısmın 1/3'ü bir kere daha nöbet geçirip epilepsi teşhisi ile yaşamlarını sürdürmektedir [5]. Ülkemizde tahmini epileptik hasta sayısı 300.000 ile 600.000 arasındadır. Bu hastalık yaş, ırk, cinsiyet fark etmeksizin her insanda ortaya çıkabilir. Her yaş grubunda gözlemlenebilir ancak epilepsi vakalarının çoğu çocukluk dönemindeki etkenlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle; 1 yaşın altında, 5 yaş civarında veya yaşlılık döneminde sık ortaya çıktığı gözlemlenmiştir [6]. Yine aynı şekilde, kadınlar da erkekler de epilepsi hastası olabilirler. Ancak kadınlarda, özellikle üreme çağındaki kadınlarda, menstrüasyon sıklığını etkilemekte ve hamilelikte hem anneye hem de çocuğa zarar vermektedir. Bu sebeplerden dolayı üreme çağındaki epilepsi hastası kadınların uzmanlar tarafından yakın takibe alınması önerilmektedir [7].

Epilepsi hastaları, bu hastalığın nöbetler haricinde bir yan etkisi olmadığı için sağlıklı insanlar gibi normal yaşantılarına devam edebilirler. Ancak nerede, ne zaman nöbet geçirecekleri belirsizdir. Nöbetler önceden tahmin edilemedikleri için nöbet esnasında yapılması gereken ilk yardım, hastanın sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır [8]. Günlük yaşantılarında epilepsi hastalarının toplumun içerisinde geçirdikleri nöbetlere yanlış ilk yardımlar uygulanmaktadır [9] veya durum göz ardı edilip hiçbir ilk yardım uygulanmamaktadır. Doğru ilk yardım uygulanmazsa, nöbet hastanın kendisine ve çevresine

zarar vermesiyle sonuçlanabilir. Nöbet esnasında hastanın çevresindeki insanların ne yapacaklarını bilmemeleri durumu daha da kötüleştirmektedir. Bu bilinçsizlik hastanın sağlığını olumsuz etkilemektedir, en iyi ihtimallerle yaralanmalara veya düşmelere sebep olabilirken hastanın ölümü bile söz konusu olabilir.

Bu çalışmada, epilepsinin sebep olduğu olumsuz durumları önlemesi için ses uyarı sistemi bulunduran ve hastanın geçirdiği nöbeti vücudunda oluşan titreşimden algılayan bir cihaz geliştirilmiştir.

II. YÖNTEM

A. Elektronik devre

Sistemin elektronik kontrol ünitesi olarak Arduino Nano (ATmega328P, Ivrea, İtalya) kullanılmıştır. Üzerine kodlama yapılabilen açık kaynak bir donanımdır ve pin bağlantı sayısının yeterince fazla olması çalışmada kolaylık sağlamıştır. Mikrodenetleyici 3.3V ile 6V arasındaki gerilimlerde çalışabilmektedir. Üzerinde 14 adet dijital pin bulunmaktadır. Bu pinler giriş veya çıkış şeklinde kullanılabilir. Her pinin sağlayabileceği veya alabileceği 40mA'lık bir potansiyeli vardır. Cihazın 8 analog girişi bulunmaktadır. Her bir giriş 10 bit çözünürlüğe sahiptir [10].

Hastanın nöbeti sırasında kayıt edilen ilk yardım anonsunu seslendirmesi için hoparlör 8Ω 1Watt değerinde hoparlör kullanılmıştır. Ses düzeyi yetersiz kaldığı için PAM8403 mini amfi devresi kullanılarak ses düzeyi yükseltilmiştir.

Titreşim sayısını ölçmek için SW-420 titreşim modülü kullanılmıştır. 3,3V-5V arası gerilimlerde çalışmaktadır. 32mm x 14mm'lik bir boyuta sahiptir. Sensör üzerinde, sensörün titreşimleri algıladığını belirtmek için bir LED bulunmaktadır [11].

Güç kaynağı olarak 3,7V'luk HW 702025 lityum batarya kullanılmıştır. İlk yardım sırasında oynatılacak ses dosyasının büyüklüğü nedeniyle MicroSD kart (1GB) kullanılmıştır. MicroSD kartını mikrokontroller ile çalıştırabilmek için Arduino uyumlu MicroSD kart modülü kullanılmıştır. SPI üzerinden SD kartlara okuma ve yazma yapabilen bir modüldür. Üzerine takılacak MicroSD kartın hafızası 32GB'a kadar desteklemektedir. Ses kaydı alındıktan sonra WAV uzantılı olacak şekilde MicroSD karta aktarılmıştır.

Devre şeması, Fritzing (v.0.9.3, Berlin, Almanya) kullanılarak oluşturulmuştur. Devrenin sürekli açık olmasını engellemek ve pil tüketimini minimuma indirmek için devreye anahtar eklenmiştir. Cihazın çalıştığını belirtecek bir adet LED kullanılmıştır. Devre şeması Şekil 1'de gösterilmektedir.

Şekil 2'de devrenin kurulumu verilmiştir. Breadboard üzerine kurulan devrenin az yer kaplaması ve düzgün bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla baskı devre düzeneği kurulmuştur. Baskı devre kartının minimum yer kaplayacak şekilde yapılması öngörülmüştür. Çünkü hem portatif olmalı hem de görsel açıdan estetik olmalıdır. Baskı devre kart boyutları 45x62 mm olarak hesaplanmıştır.

B. Programlama

Arduino IDE (v.1.8.9, Arduino Software, Ivrea, İtalya) yazılımı kullanılarak kod yüklenmiştir. Şekil 3'de programın

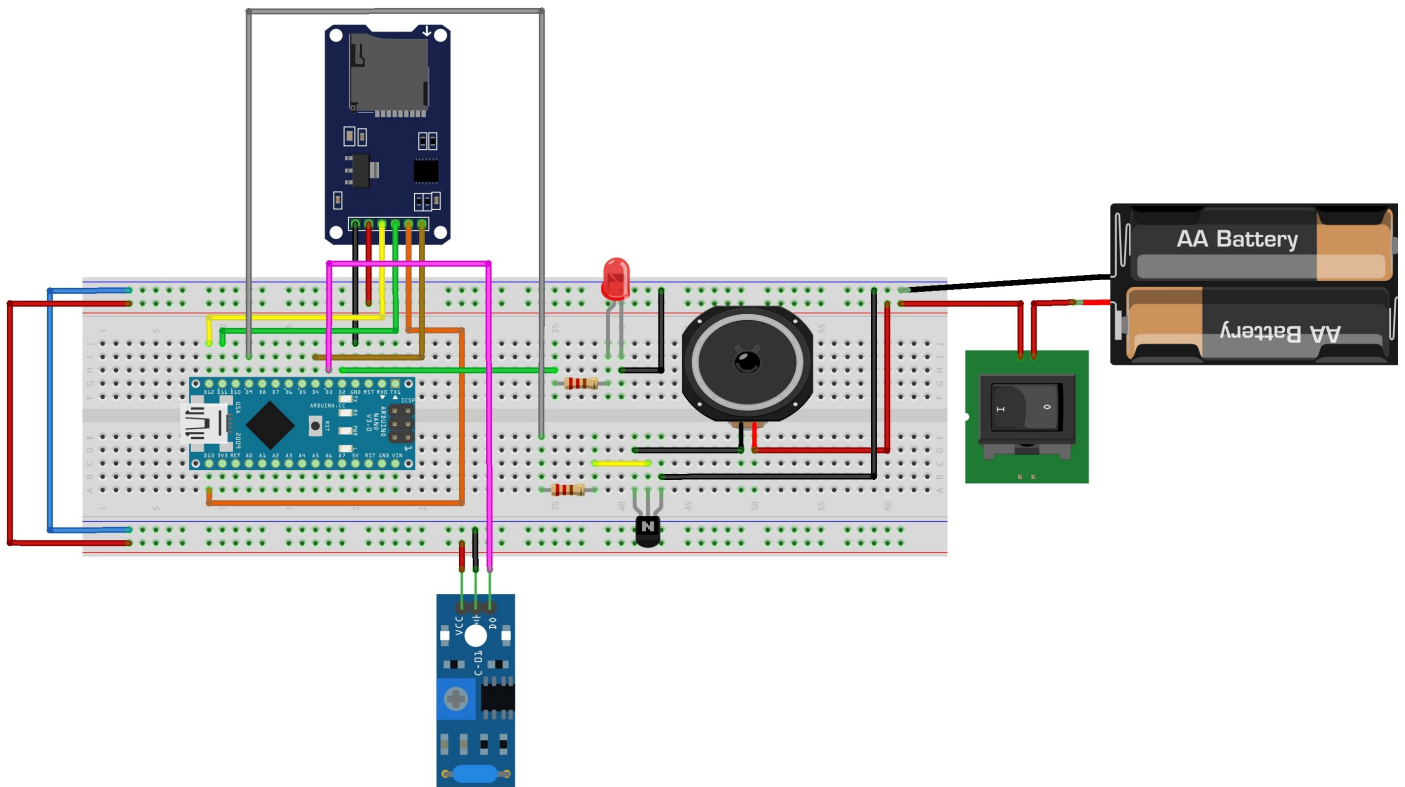
akış diyagramı gösterilmiştir. Epilepsi nöbeti geçiren hastanın vücudunda oluşan titreşim, sensör ile okunur. Sensörün okuduğu veri dijital veriye çevrilir. Bir sonraki adımda, titreşimin yoğunluğu değerlendirilir. Her 10 saniye boyunca algılanan titreşim sayısı kaydedilir. Eğer algılanan titreşim günlük hareketimizde oluşan ve sürekli tekrar eden seyreltiler şeklinde değil ise, sistem sensör verilerini okumaya devam eder ve sonraki 10 saniyedeki titreşim sayısını hesaplamak üzere sayaç yeniden sıfırlanır. Eğer algılanan titreşim nöbet esnasında oluşan hızlı ve yoğun titreşimlerden ise sayaç hızlı bir şekilde artmaya başlar. Sayaç için önceden bir eşik değeri belirlenmiştir. Bu eşik değerin atanmasının sebebi, her yoğun titreşimin epilepsi nöbeti sanılmasının önüne geçmektir. Sayacın eşik değerini geçmemesi sonucu program sonraki 10 saniye için yeniden sayacı ayarlar. Sayacın belirlenen eşik değerini aşması sonucu, ilk yardım talimatlarını sayan ve nöbet anında hastanın etrafındaki insanlara bilgi veren ses dosyası çalışmaya başlar. Ses dosyası çalışırken sayaç da çalışmasına devam eder. Nöbet süresi hastadan hastaya değişiklik gösterir ancak normal koşullarda bu süre 1-2 dakika arasındadır. Ses dosyasının çalıştırılmasından sonraki adım sayacın 5 dakikayı geçip geçmediğini ölçmektir. Eğer sayaç beş dakikayı geçmemişse nöbet normal bir şekilde sonlanmış, gerekli müdahale yapılmıştır. Eğer sayaç beş dakikayı aşarsa, bu acil durum kategorisine girer. Hastanın nefessiz kalmak gibi hayatı tehlikelerle karşılaşmasını önlemek adına tıbbi müdahale gerekeceğinden, çevredekilerin ambulansı araması için gereken ses dosyası çalışmaya başlar.

Şekil 4'de yazılan programın bir parçası görülmektedir.

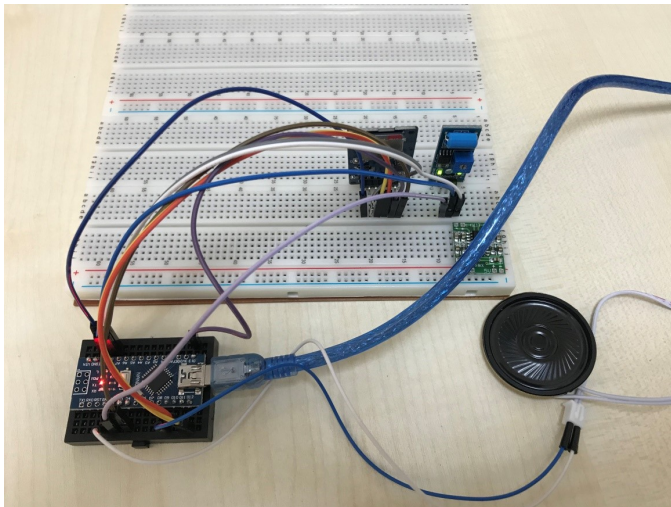
C. Medikal tasarım

Dış kılıf tasarımı için ilk önce baskı devrenin ebatlarından yararlanarak çizim hesaplanmıştır. Kullanılacak olan cihazın portatif, şık ve az yer kaplaması düşünülmüştür. Bu bağlamda çizim için SolidWorks (v.2016, SolidWorks Corp., MA, ABD) programı kullanılmıştır. Dış kılıf, içerisine baskı devreyi alacak şekilde ebatları ölçülerek çizilmiştir. Ayrıca, cihazı açıp kapatma anahtarı, şarj çıkışı ve MicroSD kart soketi için gerekli olan delikler kılıf tasarımında dikkat edilmiştir. Ses dalgalarının çıkışını sağlamak amacıyla delikli bir yapı çizilmiştir. Cihazın açık olduğunu ve pil göstergesini gösterecek olan LED'in gözükmemesi için uygun bir yerden delik, çizime eklenmiştir. Hastaların cihazı, kollarına ya da herhangi bir uzvuna bağlaması için kayış tasarımda dikkat edilmiş ve kılıf üzerinde kayışların geçebileceği bir boşluk bırakılmıştır. Kılıf, herhangi bir yere takılmaması ve şık gözükmemesi için oval hatlar ile tasarlanmıştır. Köşe noktalara eğim verilmiştir. Çizim dosyaları Şekil 5'de gösterilmektedir.

Çizim dosyası STL formatına çevrildikten sonra 3D baskı cihazına aktarılmıştır. Bu aşamada Ultimaker 2 Extended+ (Ultimaker, Oudegracht, Hollanda) 3D yazıcı kullanılmıştır. CURA (v.3.4.1, Ultimaker, Oudegracht, Hollanda) programı kullanılarak G-Code yazıcıya aktarılmıştır. Bu baskı işleminde PLA malzeme kullanılmıştır. Baskı yapıldıktan sonra devre ve entegreler dış kılıfın içerisine yerleştirilmiştir. Daha sonra kayış takılarak cihaz hazır hale getirilmiştir (Şekil 6).



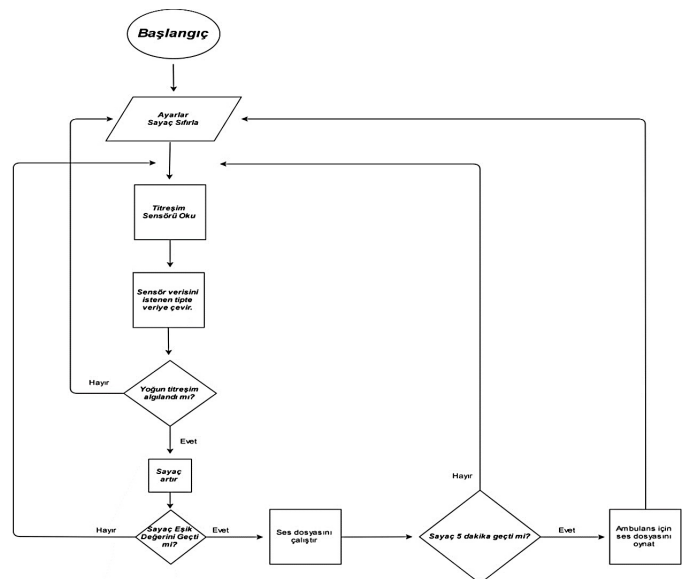
Şekil 1: Devrenin Fritzing şeması.



Şekil 2: Entegrelerin breadboard üzerine kurulması ve yazılımın yüklenme aşaması.

III. SONUÇLAR

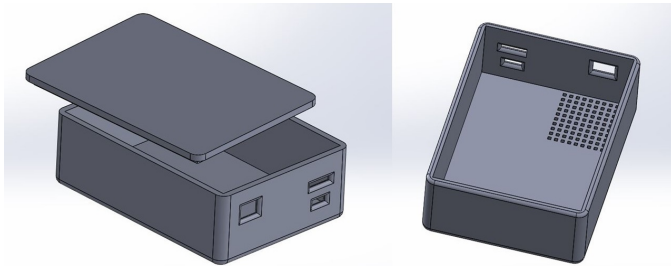
Gerçekleştirilen biyomedikal cihaz hata payı yüzde 4'ün altında çalışmaktadır. Bu aşamada oldukça iyi sonuç elde edilmiştir. Cihaz, sesli ortamlarda dahi yakındaki kişilere



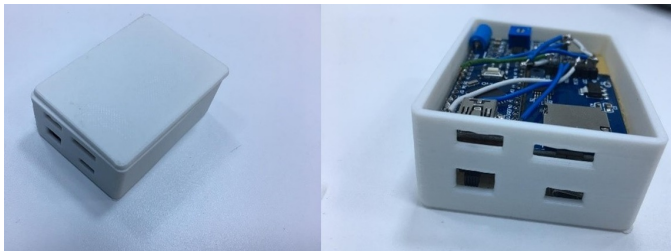
Şekil 3: Programın akış diyagramı.



Şekil 4: Arduino IDE programı ile yazılımın derlenmesi ve aktarılması.



Şekil 5: 3D baskı için hazırlanan çizim parçaları.



Şekil 6: Entegrenin kılıfa yerleştirilmesi ve bağlantı yerleri.

ne yapmalarını söyleyecek güçte ses üretmiştir. Cihaz tam kapasite şarj ile yaklaşık 5,5 saat dayanmaktadır. Şarj olma süresi ise yaklaşık 1 saat olarak ölçülmüştür. Aynı anda şarj edilirken de kullanılmaktadır. Hem bilgisayardan hem de akıllı telefon adaptörlerinden şarj edilebilmektedir. MicroSD kart için delik bırakıldığından dolayı istenildiği zaman içerisindeki ses dosyaları güncellenebilmiştir. Yaklaşık 1 GB büyüklüğündeki hafıza kartı yeterli hafıza sağlamıştır. Arduino IDE kullanılarak hazırlanan kod 62 satır tutmuştur ve Arduino Nano hafızasının yaklaşık yüzde 22'sini kaplamıştır. Yazılım yüklemesi yaklaşık 30 saniye sürmüştür. Titreşim sensörünün duyarlılığı ve algılanmasının oldukça hassas olduğu görülmüştür. Ses kısma veya yükseltme gibi bir ayar mekanizması eklenmemiştir fakat istenildiği zaman cihaz kapatılabilmektedir. 3D baskı kılıf ile elektronik devresi tam uyumuş ve oldukça hafif bir cihaz yapılmıştır. Yaklaşık 80gr ağırlığındaki cihaz minimal boyutuyla az yer kaplamaktadır.

IV. TARTIŞMA

Bu cihaza atanan ses kaydı dosyasında, ilk yardım talimatlarından sonra ambulansın aranması gereken durumlar sayılmıştır. Uygun kodlama ve devrenin kişisel bilgilere göre programlanması ile cihaz, ambulansın aranması gereken bir durum olması halinde (nöbet 5 dakika ve daha uzun süre yaşanır, bilinci yerine gelmeden art arda nöbetler geçiriyorsa, hasta hamileyse vb.) bunu algılayabilir. Cihaza yerleştirilen SIM Kart vasıtasıyla, ambulansın aranması gereken durum anlaşıldığında otomatik olarak kişinin bilgileri ve konumu cihaz tarafından yetkililere bildirilebilir. Konumun belirlenmesi, GPS aygıtı üzerinden sağlanabilir.

Bu projede üretilen cihaz, entegrelerin boyutu sebebiyle hastanın koluna takılacak şekilde geliştirilmiştir. Cihazı daha portatif ve günlük hayatta kullanıma uygun bir şekle getirmek adına entegrelerin ebatları küçültülerek cihaz kol saati gibi kullanıma uygun bir hale getirilebilir. Buna örnek olarak, cihaz gerekli entegreler eklenerek cihazın kan basıncını ölçmesi ve kişinin nabzında anormaller meydana gelmesi durumunda hastayı uyarması sağlanabilir. Böylece hasta nöbet anından önce duruma uygun gerekli önlemleri alabilir. Zarar görmeden ve vermeden nöbeti atlatabilir. Kurulan devrede şarjın ne kadar kaldığını gösteren bir uyarı sistemi mevcut değildir. Bunun için ayrı bir entegre oluşturulması kullanıcı açısından faydalı olacaktır.

Epilepsi nöbet uyarı sistemi için piyasada birçok farklı teknoloji üretilmiştir. Bunlar arasında kol saati şeklinde olup nöbet tespit eden cihazlar oldukça yaygındır. Bu cihazlar epilepsi nöbetini tespit edip en yakın arkadaşlarına haber vermektedir. Mesaj ya da internet yoluyla hastanın epilepsi geçirdiğini ve nerede olduğunu bildirmektedir. Bazı cihazlarda yatağa konulan sensörler sayesinde epilepsi nöbet atağı izlenmektedir. Bir diğer yöntem ise akıllı saatlere program kurularak akıllı telefondan takip edilmesi yoluyla epilepsi nöbet takibi yapılabilir. Bu çalışmada yapılan cihazın bunlardan farkı sesli uyarı ile etraftaki insanlara neler yapmaları gerektiğini anlatmak ve hastanın zararsız bir şekilde nöbeti atlattığını sağlamaktır. Piyasada mevcut var olan teknolojiler ile kıyaslaması Tablo I'de gösterilmiştir.

Fakat bu cihazlar yüksek maliyetleri sebebiyle yoğun olarak kullanılmamakta ve bazıları aylık üyelik ücretleri talep etmektedir. Bu çalışma ile düşük bütçeli acil uyarı sistemi tasarlanmıştır. Ayrıca diğer sistemlerde bir yakınına veya acil müdahale ekibine haber verme gibi özellikleri varken bu sistem ile nöbet geçiren kişinin etraftaki kişilere bilgilendirme yapılacak ve daha hızlı bunun yanında doğru müdahale olması planlanmaktadır.

- [11] D.V. Reddy, V. Suresh, T. Hemalatha, "Smart Helmet and Bike Management System", *Journal of the Gujarat Research Society*, 21(11), 303-311, 2019.

Tablo I: PIYASADA MEVCUT BULUNAN TEKNOLOJİLER

Epilepsi İzleme Teknolojileri	Çağrı Sistemi	Epilepsi İzleme	Kullanımı / Bağlantı	Fiyatı
Bu çalışma	Sesli Uyarı	Hareket İzleme	Günlük Kullanım, USB, MicroSD	30\$
Embrace2	Bakıcı Bildirimi	Fizyolojik İşaret ve Hareket verisi, Sıcaklık	Günlük Kullanım, Bluetooth	250\$
Nightwatch	Bakıcı Bildirimi	Nabız, Hareket Verisi	Gece Evde Kullanım, WIFI	1260\$
SmartWatch Inspyre	Acil Durum Bildirimi	Nabız, Hareket Verisi, Konum	IOS ve Android Uyumlu Yazılım, Bluetooth	Aylık 15-50\$
LiveLife Mobile Alarm	Acil Durum Bildirimi	Butona Basılması, Konum	Günlük Kullanım, GPS, SIM Card	497\$
SAMi Alert	Sesli Alarm	Kamera ile Algılama	Gece Evde Kullanım	400\$
PulseGuard Mk-II	Tablet üzerinde uyarı	Nabız	Gece Evde Kullanım, Bluetooth	470\$

KAYNAKÇA

- [1] J. Engel Jr, *Seizures and epilepsy*, Oxford University Press, 83, 4-10, 2013.
- [2] G. Akdağ, D.İ. Algin, O.O. Erdinç, "Epilepsi", *Osmangazi Tıp Dergisi*, 38(1), 35-41, 2016.
- [3] S. Parker, *Brain: injury, illness, and health*, Chicago, Ill.: Heinemann, 38-39, 2003.
- [4] L.M. Strawbridge, A.M. Schultz, C.T. Liverman, M.J. England, *Epilepsy Across the Spectrum: Promoting Health and Understanding*, National Academies Press, 20-21, 2012.
- [5] M. Zoghi, *Epilepsy and How It Can Be Controlled*, Royal Melbourne Hospital, 1-2, 2014.
- [6] M. Topçu, *Epilepsi Hakkında Bilmek İstedikleriniz*, Aşina Kitaplar, 9-72, 2007.
- [7] G. Kutlu, "Kadın ve Epilepsi", *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Dergisi*, 5(2), 27-29, 2018.
- [8] A.P.F.S. Sakai, C.P.S.G. Rego, "How to Recognize Treat and Epilepsy in the Elderly", *MOJ Gerontology & Geriatrics*, 4(5), 162-172, 2019.
- [9] S. Haroutounian, *Preventing Medication Errors at Home*, Oxford University Press, USA, 2019.
- [10] M.J. Mnati, A. Van den Bossche, R.F. Chisab, "A Smart Voltage and Current Monitoring System for Three Phase Inverters using an Android Smartphone Application", *Sensors*, 17(4), 872, 2017.