

# Pediatric Hasta İzleme Sistemleri için Entegre Kuvöz Modülü

## An Integrated Incubator Module for Pediatric Patient Monitoring Systems

Uğur Altan<sup>1,\*</sup>, Ahmet Gökçen<sup>2</sup>, Yakup Kutlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun, Türkiye

[ugur.altan@hotmail.com](mailto:ugur.altan@hotmail.com)

<sup>2</sup>Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İskenderun Teknik Üniversitesi, İskenderun, Türkiye

[ahmet.gokcen@iste.edu.tr](mailto:ahmet.gokcen@iste.edu.tr)

**Özetçe**—Hasta takip sistemleri (HTS), bireylerin tedavi ve hastalıklarının değerlendirme süreçlerini kontrol altında tutmak ve hayati fonksiyonlarında meydana gelen sürekli ve sürekli değişimler hakkında analiz yapabilmek için kullanılan bir yöntemdir. HTS, yetişkinler için giyilebilir teknolojiler olarak sunulurken; pediatri düzeyinde yeni doğan hastalar için sürekli kontrol imkânı sağlaması için kuvöz modüllerine uyarlanması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı klasik kullanımdaki kuvözlere entegre edilebilir özelliklere sahip, çeşitli sensörlerle yeni doğan bebeğin durumunun kontrolünü ve izlenmesini sağlayan pediatrik hasta izleme sistemi oluşturmaktır. Isı, nem, hava kalitesi gibi değerleri anlık olarak Wi-Fi aracılığıyla sunucuya kaydeden ve doktor, hemşire gibi tıbbi personeller için anlık görüntüleme imkânı sağlayan Arduino tabanlı bir sistem olarak tasarlanmıştır. İvme ölçerler sayesinde bebeğin uyanık ve uykuda olma durumu kontrol edilmekte, RFID ile hasta bazlı güvenli tanımlama ve rahatsızlık kaydı yapılmaktadır. Sonuç olarak tüm kuvözlere entegre edilebilecek ve çok sayıda kuvözün tek bir yerden izlenmesini sağlayacak bir sistem tasarlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler**—Hasta takip sistemi; kuvöz; akıllı kuvöz; sensör; arduino; pediatri.

**Abstract**—Patient monitoring systems (PMS) is a method used for rating and controlling of the treatments and disorders. While PMS offers as wearable technologies for adults; it is used for adapting to incubator modules to ensure continuous and instant monitoring for newborn babies at the pediatric level. The purpose of this study is to make a pediatric PMS with the ability to be integrated to all type of classical incubators, and monitoring the conditions of the newborn babies with various sensors. It is designed as an Arduino based system that instantly records the variables such as temperature, humidity, air quality to the server using Wi-Fi connection and instantly providing the monitoring ability for clinicians and nurses. Accelerometer is used to control the baby's awake and asleep status, and patient-based safe identification and assessments are made using RFID. As a result, a system has been designed to integrate all

the classical incubators and ensure that a large number of incubators can be monitored from a single center.

**Keywords**—Patient monitoring system; incubator; Smart incubator; sensor; Arduino; pediatrics.

### I. GİRİŞ

Hasta takip sistemleri (HTS), hastanın anlık ve belirli bir zaman aralığında durumunu değerlendirmek ve kontrol altında tutmak için kullanılan günümüzde hızla önem kazanan alanlardır. HTS ile hastanın ne kadar zamandır nerede olduğunun, nasıl bir faaliyetle uğraştığının, yaptığı spor ve yaktığı kalori miktarlarının, genel sağlık durumunun ve özel bir hastalığa yönelik değerlerin kontrolünün, bulunduğu odanın durumuyla alakalı verilerin takibinin, hastaya uygulanan tedavi süresince ilaç yoğunluğu ve miktarının takibinin, hastanın ve hasta bakıcıların tedavi için yönlendirilmesi işlemlerinin kontrol altında tutulmasında büyük kolaylıklar elde edilmektedir. Hızla artan nüfus ve buna bağlı olarak da artan hasta popülasyonu medikal alanda sürekli kontrol mekanizmasında aksaklıklar meydana getirmektedir. Bu aksaklıkların ortadan kaldırılması için atılacak en önemli adımlar arasında HTS'nin etkin kullanımını yaygınlaştırmak bulunmaktadır.

Literatürde HTS olarak elektrokardiyografi (EKG) sensörü, Glikoz sensörü, vücut sıcaklığı sensörü, kan basıncı sensörü, SpO<sub>2</sub> sensörü ve İvme ölçer gibi yaşamsal değerleri ölçme yeteneğini üzerinde bulunduran giyilebilir teknolojiler [1], [2], Near Field Communication (NFC) teknolojisini temel alan EKG sensörü, sıcaklık ve ivme ölçer sensörleriyle faaliyet ve durum teşhisini mobil uygulamalarla kontrol sağlayan java tabanlı uygulamalar [3], düşük enerji tüketimine sahip giyilebilir ve hem Wi-Fi hem de Bluetooth haberleşme portlarını üzerinde bulunduran evde kontrol uygulamalarının kullanımına imkân sağlayan ve gelecekteki gelişimi konusunda önemli öneriler sunan [4], diyabet hastalığının kontrolü ve denetimi için insülin ilacını alma zamanı ve alınacak insülin miktarı hakkında bilgi veren ve hastanın durumunu sürekli kontrol altında tutan buna ek olarak diyabet

hastaları için kandaki glikoz seviyesi için gerekli ölçümleri yapma kapasitesine sahip giyilebilir teknolojiler öneren [5], hastaların fizyolojik ve biyomedikal sinyal parametrelerini uzaktan görüntüleyebilme ve elektronik sağlık kayıt sensörleriyle kayıt imkânı sağlayan [6], hastaların kalp ameliyatı esnasında takibini sağlayarak ameliyatın gidişatı ve hastanın durumu hakkında operatör doktor ve diğer tıbbi personele bilgi aktaran [7], bebek kuvözlerinde sıcaklık ve nem değerlerinin kaydedilerek kontrolü ve görüntülenmesini sağlayan, düşük hızda anlık görüntüleme imkânı sağlayan [8] çalışmalar yoğun ilgi görmektedir. Yetişkinlere yönelik bu çalışmaların yanı sıra kontrolü ve izlemesi çok büyük önem arz eden pediatrik hastalara yönelik yapılan çalışmalar da bulunmasının yanında daha yoğun bir şekilde gelişmeye açık bir alan ve medikal çalışmalar olduğu kaygı götürmeyecek gerçekliğe sahiptir. Pediatri üzerine yapılan çalışmalar hasta yataklarının ya da ilaç pompaları gibi medikal malzemelerin durumlarının izlenmesi için geliştirilmiş HTS uygulamaları olma niteliği taşımaktadır. Bu çalışmalarda özellikle yeni doğan sınıftaki bebeklerin belirli bir alandan dışarı çıkarılması veya belirli bir hayati fonksiyonuna erişilememesi veya beklenen düzeyden fazla olması durumunda tıbbi personele alarm olarak dönüt veren tetikleyiciler bulunmaktadır [9]–[12].

Yeni doğan bebeklerin hayati fonksiyonlarının takibi için kullanılan cihaza kuvöz denir. Bu duruma ek olarak erken doğum gözlenen, problemlili doğan bebekler, vücut sıcaklığını belirli bir seviyede kararlı halde tutamadıkları için, sağlık koşullarının kontrol altına alınması için sabit sıcaklıktaki steril ve dış ortamla ilişkisi kesilmiş bir ortama; belli bir oranda neme sahip, anti-bakteriyel bir filtreden geçirilerek arındırılmış taze havaya; doktor ve hemşire gibi sağlık personellerinin gözetimine gereksinim duyarlar. Bebek kuvözleri bu gereksinimleri karşılamak üzere üretilirler. Kuvöz temel olarak, şeffaf kapaklı kabin bölümü; ısıtma, havalandırma, nemlendirme gibi işlevlerini yürüten denetleme sistemleri ve bebeklere müdahale için el geçirme bölümlerinden oluşur. Kabin bölümünde bebeği yataktan tartabilecek bir terazi, röntgen filminin bebeği rahatsız etmeden takılıp çıkarılabileceği bir kızak düzeneği, bebeği hareket ettirmek için mekanik düzeneklerden meydana gelir.

Bu çalışmanın amacı yeni doğan bebek kuvözlerine entegre edilebilecek Arduino tabanlı bir modül yardımıyla bebeklerin hayati fonksiyonlarının bir sonucu bilgisayara kaydedilmesi ve sonucu bilgisayarlara tanımlanmış yetkilerle mobil cihazlar ve bilgisayarlardan takip edilmesini sağlayan bir sistem tasarlamaktır. Bu sistem sayesinde bebekten kaydedilen verilerin analizini yapan ve sağlık durumunu belirleyecek nitelikte geliştirilecek uygulamalar için bir temel oluşturmak planlanmaktadır. İleriki bölümlerde sistem oluşturulurken kullanılan teknolojiler, sensörlerin özellikleri, elde edilen verilerin depolanması ve görüntülenmesi için oluşturulan ara yüz ve elde edilen yenilikler açıklanacaktır.

## II. METOT VE YÖNTEM

Kuvözler, prematüre bebeklerde, bebek normalde olmasından daha küçük doğduysa, bebek solunum sıkıntısı yaşıyorsa, kalp ritminde bir bozukluk varsa, emme refleksi gelişmemişse, çeşitli genetik hastalıkları varsa, vücut sıcaklığı belli bir düzeyde tutamıyorsa kuvöze alınır. Günümüzde çevresel ve genetik faktörlerin olumsuz gelişimi sebebiyle yeni doğan bebeklerin büyük bir bölümü kuvöze ihtiyaç duymaktadır. Bu durum da kuvöz üzerinde gerçekleştirilen teknolojik gelişmelerin artırılması ve HTS'ye dönüştürülmesinin gerekliliğini göstermektedir. Bu bölümde entegre sistemin tasarlanma aşamaları, sensörler ve bunların arduino temelli bir HTS modülüne dönüştürülmesi detaylandırılacaktır.

### A. Sensörler

#### 1) DHT11 Isı ve Nem Sensörü

Bu sensör sıcaklık ve nem değerlerinin kalibre edilmiş dijital bir çıkışa dönüştürülmesini sağlayan bir özelliğe sahiptir. Rezistif türde nem ölçüm bileşenleri ve NTC sıcaklık ölçüm bileşenlerini iyi kalitede, hızlı yanıt, parazit engelleme yeteneği ve düşük maliyetle yüksek seviyeli 8-bit mikro kontrolörle birleştirme yeteneğine sahiptir. Nem ve sıcaklık değerlerinin kalibrasyonu yapılmış şekilde üretilmektedir. 20-90%RH 0-50 °C ölçüm aralığına sahiptir, nem için başarımları  $\pm 5\%$  RH sıcaklık için ölçüm başarımları  $\pm 2$  °C 'dir [13]. Sensör yardımıyla kuvözden ölçülen sıcaklık ve nem değerleri ESP-8266 Wi-Fi modülü aracılığıyla sonucu makineye kaydedilmektedir.

#### 2) MQ-135 Hava kalitesi Sensörü

Ortam hava kalitesini NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, alkol buharı, benzen, duman ve CO<sub>2</sub> gazlarının miktarını ölçerek hesaplayan gaz sensörüdür. 5V gerilim ile çalışır ve dijital (TTL seviyesinde) ve analog çıkışlara sahiptir. PT1301 hızlandırıcı dönüştürücü çip entegreli. Standart gaz teşhis şartları sıcaklık olarak 20 $\pm$ 2 derece, nem olarak 65 $\pm$ 5% orana sahip ortamdır. Sensörün sahip olduğu 6 baccaktan 4 tanesi sinyali yakalamak için diğerleri çalışması için gerekli akımı sağlamak için kullanılır [14]. Sensör kuvöz içindeki havanın kalitesini ölçerek ESP-8266 modülü yardımıyla sonucuya kaydedilmesini sağlamaktadır.

#### 3) ESP-8266 Wi-Fi Modülü

Bu modül çoğu bağlantı tekniğinin kombinasyonu ile düşük güç gereksinimine sahip internet nesnelerinde, giyilebilir teknolojilere ve mobil cihazlara Wi-Fi hizmeti sağlamak için geliştirilmiş bir modüldür. 80 MHz'de çalışan Tensilica Xtensa L106 32-bit RISC işlemciye sahiptir, 64 KB komut RAM, 96 KB veri RAM'ine sahiptir. Kendi içinde aktif, uyku ve derin uyku modu olacak şekilde 3 ana güç koruma mimarisine sahiptir. Üzerinde 802.11 b/g/n, düşük enerjili 32-bit MCU, 10-bit analogdan dijitala dönüştürücü, TCP/IP protokol yığınları, PLL, regülatör ve güç koruma üniteleri 2.4Ghz Wi-Fi hizmetinin yanında WPA/WPA2 desteği sağlayan bir yapıdadır. STA/AP/STA+AP işlemlerini destekleme

kapasitesine sahiptir [15]. Kuvöz için geliştirilen modüldeki sensörlerden alınan değerlerin modemle bağlantı kurulmak suretiyle sunucuya transfer edilerek kaydedilmesini sağlayan Wi-Fi bileşenidir. Modem bağlantısı sırasında modeme ait SSID ile WPA2 şifre kullanılarak IP alınmış ve alınan değerler POST işlemi sayesinde sunucuya kaydedilmiştir.

#### 4) ADXL345 3-Eksenli ivme Sensörü

Sensör küçük, düşük güç tüketimine sahip 3 eksenli çıkış verebilen bir açısal ivme ölçer bileşendir. 13 bitlik  $\pm 16g$ 'lik bir algılama alanına sahip olup, I<sup>2</sup>C hattı üzerinden ve SPI hattı üzerinden çıkışa ve haberleşmeye imkân sağlar. Dâhili voltaj regülatörü sayesinde 3-5V arası gerilimle beslenebilir. Serbest düşüş algılama özelliğine sahiptir. ADXL345 analog sensörlerin uzun süredir üretilen ve performansı kanıtlanmış bir serisidir. Bunun yanında entegrenin oldukça düşük gürültü oranına ve güç tüketimine (23uA) sahip olduğu göze çarpan diğer özelliklerdir [16]. Sensör kuvöz modülüne bağlı şekilde yeni doğan bebeğin kol kısmına yapıştırılacak şekilde tasarlanmıştır. Uyku halinde kol hareketi olmayacağı, uyanırken de hareket etme durumu olacağından bebeğin uykuda olma durumunun kontrolü 3-eksenli ivme sensörü yardımıyla algılanmaktadır. Belirli aralıklarla kontrol edilen ivme değerlerinin değişmemesi bebeğin uykuda olduğunu anlamamızı sağlamaktadır.

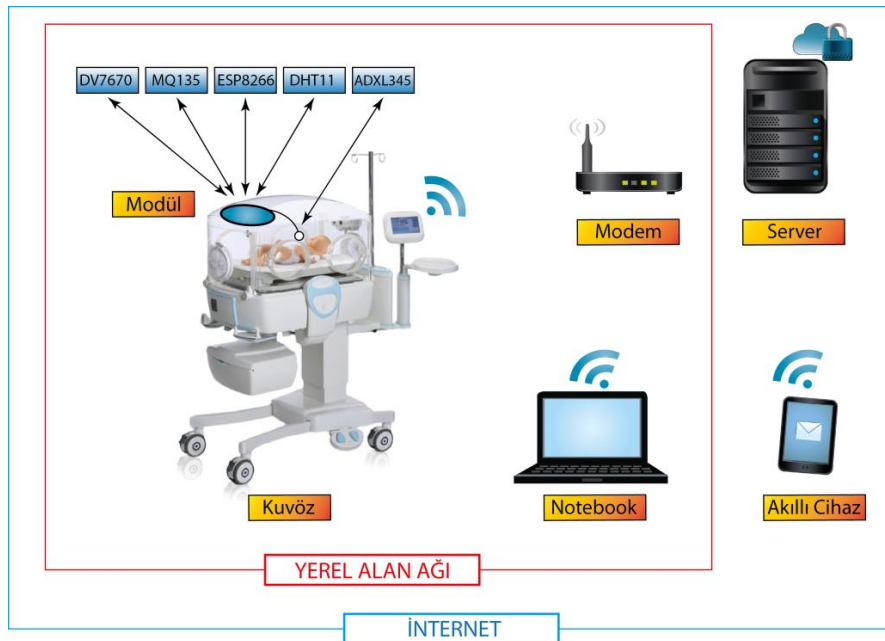
#### 5) OV7670 VGA Kamera Modülü

Serial Camera Control Bus (SCCB) protokolünü desteklemektedir. Kullanıcılara maksimum 30 fps'lik 640x480 çözünürlükte görüntü aktarım hızı sunmaktadır.

Gama, otomatik pozlama, beyaz dengesi, renk doygunluğu ve renk kontrolü özellikleri vardır. Böylece düşük aydınlatma altında bile görüntü iyileştirme ve görüntü işleme yapabilmektedir. Düşük çalışma gerilimi, I<sup>2</sup>C protokolü desteği, VGA görüntü türü desteği, otomatik bant filtresi, siyah seviye ve saturasyon seviyesi kalibrasyonu, ISS gürültü azaltma ve hata düzeltme özellikleri sağlamaktadır. Yüksek kaliteli F1.8 / 8mm lens içerir. Raw RGB, RGB (GRB 4:2:2, RGB565/555/444), YUV (4:2:2) ve YCbCr (4:2:2) çıkış formatları vardır. CMOS modülü sayesinde kuvözden elde edilen anlık görüntüler sisteme kaydedilmeksizin sadece bebeklerin izlenmesi ve görüntülenmesi için kullanılacaktır [17]. Bu sayede tıbbi personel kuvöze gitmek yerine bebeğin fiziki durumunu kamera modülünden kontrol edebilecektir.

#### 6) MFRC522 RFID Modülü

Modül NFC frekansı olan 13,56 MHz frekansında çalışan tagler üzerinde okuma ve yazma işlemi yapabilen, düşük güç tüketimli, ufak boyutlu bir karttır. 424 kbit/s haberleşme hızına sahiptir. RFID üzerinde farklı şifreleme türlerini desteklemektedir. Desteklediği kart türleri mifare1 S50, mifare1 S70, mifare ultralight, mifare pro ve mifare desfire'dir. 13-26mA çalışma akımına sahiptir. SPI haberleşme modülünü kullanmaktadır. 2.5V ile 3.3V arası gerilimde çalışır [18]. RFID modülü her bebeğe bilekten bağlanan ve bebeğin hastalık ve kimlik bilgilerini içeren kimliğe sahip olacaktır. Kuvöz modülünde entegre RFID okuyucu sayesinde kuvöz içerisindeki yeni doğan bebeğin güvenli şekilde belirlenmesi ve tedavi, kontrol, takip işlemlerinin bu çerçevede yürütülmesini sağlamaktadır.



Şekil 1. Tasarlanan Pediatrik Hasta Takip Sisteminin kuvöze entegrasyonu ve erişim hizmetleri

Tasarlanan sistem verileri bir sunucu bilgisayara kaydetmekte ve kaydedilen bu verilere anlık olarak tüm personel tarafından erişilmesi sağlanmaktadır. Sistemin internet erişimi olmasından dolayı hastanede bulunmayan uzman doktor ya da uzman hemşire tarafından uzaktan izleme işlemi de gerçekleştirilebilmektedir. Sistemin yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir.

### III. SONUÇ

Yeni doğanların hastalıklarının takibi ve belirli değerler altında tutulması gereken hayati fonksiyonları pediatrik HTS’lerin önemini göstermektedir. Özellikle yeni doğan, erken doğumla dünyaya gelen veya normal doğumla dünyaya gelmiş fakat yaşamsal fonksiyonlarından bazıları genetik ya da kişisel faktörler sebebiyle bozukluğa uğramış bebekler için kullanılan kuvöz sistemi, bebeklerin çevresel ısı değişikliklerine karşı çok hassas olması, yağ depolarının çok az olduğu için çok çabuk ısı kaybetmeleri gibi sonuçlar doğurabilir. Bebeğin çevresel etmenlerden bağımsız olarak vücut ısılarının kontrol edilmesi ve istenilen seviyeye getirilerek sabitlenmesi sağlanmalıdır. Önerilen akıllı kuvöz sistemiyle anlık olarak tıbbi personel tarafından belirlenen sıcaklıkta olmasının kontrolü sağlanacak; belirtilen sıcaklıktan yüksek ya da düşük olması durumunda kuvöz üzerindeki ısıtma sistemini harekete geçirebilme yeteneğine sahiptir. Özellikle prematüre bebeklerde meydana gelen solunum bozuklukları için nem faktörü büyük önem arz etmektedir. Tasarlanan pediatrik HTS sayesinde belirlenen aralıkta nem durumu sabitlenebilmektedir. Nem durumu istenilen düzeyin altına ya da üstüne çıktığında tıbbi personele nem ile alakalı alarm ulaştırılması sağlanmıştır.

Kamera modülü sayesinde kuvöze yerleştirilen entegre sistemdeki VGA kamerasıyla bebeğin görüntülenebilecek olması annesinden uzak durumdaki bebeklerin aile tarafından anlık görüntülenebilmesini sağlamış, bebeğin yakınlarının kaygılarını ve lohusa annenin stresini ortadan kaldırmayı gerçekleştirmiştir. Kamera görüntülenmesi kaydedilmeyip bebeğin ailesine anlık erişim imkânı sağlanarak veritabanının şişmesi engellenmiştir. Sistemde kullanılan ivme ölçer sayesinde bebeğin hareketlerinin takibi sağlanmış, uykuda olma ve uyanık olma durumları belirlenebilmiştir. Uykuya dalmış olan bebek hareket etmediği için kolunun sahip olduğu ivmesinde herhangi bir değişim olmadığı, uyanık olan bebeklerde el hareketlerinin sürekliliği ile ivmede meydana gelen ani değişimler sebebiyle uyanık olduğu belirlenebilmiştir. Pediatrik HTS’ne eklenmiş hava kalitesi bileşeni kuvöz içerisinde meydana gelen hava değişimlerini oluşabilecek gazların seviyelerini belirleyerek kuvözlerin havalandırma sistemlerini ve oksijen pompalama sistemlerini devreye sokacak şekilde tasarlanmıştır.

Sistemde kullanılan RFID kart okuyucu ve bebeğin bileğine takılan RFID kart sayesinde bebeğin kimliğinin belirlenmesi, geçirdiği rahatsızlıklar ve uygulanacak tedavi süreci hakkında bilgilerin hemşireler tarafından görüntülenmesini bebek bazlı olarak güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Özellikle yoğun ve kuvöz sayısı fazla hastanelerde bebeklerin tanınmaması, onlara uygulanan tedavilerde problemlere yol açmakta; bu hatalı tedavi süreçleri de bebeğin ileride kalıcı problemlere dönüşebilmesi olası durumlar içerisinde. Entegrasyondaki RFID uygulaması bebek bazlı kimlik belirlemenin elektronik ortama taşınmasını sağlamış ve kimlik belirlemede hassasiyet ve tedavide ve tanı koyma süreçlerinde güvenilirlik şartlarını daha iyi şartlara taşımayı başarmıştır.

Pediatrik HTS, bebeklerin izlenmesini sağlayan ve solunum durması, sıcaklık ve nem durumunun istenilen üzerine çıkması gibi durumlarda bebeğe bakan hemşireler ve doktorların ekranlarına uyarılar vererek sürekli bir kontrol mekanizması sağlanmıştır. Hastanede bulunan tüm kuvözlerde ölçülen hayati değerlerin tek sunucuya kaydedilmesinden dolayı tüm değerler tek bir merkezden izlenebilmekte, istenilmesi durumunda hasta bazlı süreç de kontrol edilebilmektedir. Takip sistemine akıllı telefon, tablet, kişisel bilgisayar gibi tüm teknolojik cihazlarla tarayıcı temelli erişim imkânı sağlanmıştır. Tüm kuvözlere entegre edilebilme özelliğine sahip bu sistem sayesinde yeni kuvöz alma gibi bir maliyet oluşturulmadan hali hazırda basit bir modüle montaj yeri açma işleminden sonra kullanılan tüm cihazlardan gelen verilerin izlenmesi sağlanmıştır.

Bebeğin uyku kontrolü, kuvöz sıcaklığı ve nem değerlerinin kontrolü ve izlenebilmesi, tüm kuvözlerin tek bir ekrandan tıbbi personel tarafından takibinin yapılabilmesi, kuvözdeki hava kalitesinin sürekli kontrolünün sağlanması, RFID teknolojisini temel alan bebek tanıma bileziklerine yer vermesi ile hasta bazlı kontrol, tedavi ve uygulanacak ilaçlara karar verme imkânı sağlaması, yalnızca yerel olarak değil hayati fonksiyonlarında kritik değerler olan bebekler için kuvözlerin uzaktan kontrolüne imkân verme özellikleriyle literatürdeki diğer çalışmalar ve günümüz medikal kuvözlerine oranla esneklik, düzenli kontrol ve izlenebilme imkânı ve kazandıran arduino tabanlı modüler bir sistemdir. Sistem tarafından kaydedilen değerlerin izlenmesi yalnızca hastaneden değil mekân ve zaman kısıtlaması olmaksızın internet erişimi olan her yerden kontrol edilebildiği için uzman doktorlara olan bağlılık da en aza indirilmiştir. Özellikle nöbet zamanları yaşanan uzman doktor ile bebeği buluşturamama durumu bu şekilde internetten erişim sağlama gerçekleştirilerek ortadan kaldırılmıştır.

### KAYNAKÇA

- [1] F. P. Akbulut and A. Akan, “Smart Wearable patient tracking Systems,” 2015 Medical Technologies National

- Conference (TIPTEKNO)*. pp. 1–4, 2015.
- [2] H. Tanaka, R. Kimura, and S. Ioroi, “Equipment Operation by Motion Recognition with Wearable Wireless Acceleration Sensor,” *2009 Third International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies*. pp. 114–118, 2009.
- [3] W. J. Yi, W. Jia, and J. Saniie, “Mobile sensor data collector using Android smartphone,” *2012 IEEE 55th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*. pp. 956–959, 2012.
- [4] I. Korhonen, J. Parkka, and M. Van Gils, “Health monitoring in the home of the future,” *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, vol. 22, no. 3. pp. 66–73, 2003.
- [5] E. I. Georga, V. C. Protopappas, C. V. Bellos, and D. I. Fotiadis, “Wearable systems and mobile applications for diabetes disease management,” *Health and Technology*, vol. 4, no. 2. pp. 101–112, 2014.
- [6] R. Ö. Doğan and T. Kayıkçıoğlu, “Remote patient monitoring and Electronic Health Record system based on web services,” *2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU)*. pp. 1785–1788, 2016.
- [7] N. Allahverdi and G. Altan, “A fuzzy expert system design to monitor patient’s condition during heart surgery,” in *ACM International Conference Proceeding Series*, 2011, vol. 578.
- [8] Y. Isler and M. H. Selek, “Design of Incubator Control System with Online Video Streaming using Raspberry PI,” in *International Conference of Applied Sciences, Engineering and Mathematics (IBU-ICASEM 2017) Book of Abstracts (ISBN: 978-608-65137-5-7)*, 2017, p. 89.
- [9] F. Tagliaro, F. Smyth, F. Turrina, F. Deyl, and F. Marigo, “Hospitals report on usage of system for covert video surveillance,” *Hosp. Secur. Saf. Manage.*, vol. 15, no. 12, p. 4, 1995.
- [10] P. Spath, et al., “New infant security system combines technology, training, patient care,” *Hosp. Secur. Saf. Manage.*, vol. 19, no. 9, pp. 1–3, Jan. 1999.
- [11] L. Gross, “Implementing barcoding technology to promote newborn identification safety,” *Pa. Nurse*, vol. 64, no. 1, p. 23,28, Mar. 2009.
- [12] K. Huvane, “Far from child’s play. Hospitals are leveraging wireless technologies to ensure that babies and mothers never lose touch,” *Healthc. informatics Bus. Mag. Inf. Commun. Syst.*, vol. 25, no. 6, pp. 102–104, Jun. 2008.
- [13] “DHT11 Sensör Datasheet.” [Online]. Available: <http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>. [Accessed: 26-Jun-2017].
- [14] “MQ-135 Sensor Datasheet.” [Online]. Available: <http://www.robotshop.com/media/files/pdf/MQ-135-Gas-Sensor-UserManual.pdf>. [Accessed: 26-Jun-2017].
- [15] “ESP8266 Shield Datasheet.” [Online]. Available: <http://download.arduino.org/products/UNOWIFI/0A-ESP8266-Datasheet-EN-v4.3.pdf>. [Accessed: 26-Jun-2017].
- [16] “ADXL345 Sensor Datasheet.” [Online]. Available: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Accelerometer/ADXL345.pdf>. [Accessed: 26-Jun-2017].
- [17] “OV7670 Sensor Datasheet.” [Online]. Available: <https://www.voti.nl/docs/OV7670.pdf>. [Accessed: 26-Jun-2017].
- [18] “MFRC522 Sensor Datasheet.” [Online]. Available: <http://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>. [Accessed: 26-Jun-2017].