

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM FAKÜLTESİ**

GİYİLEBİLİR SAĞLIK İZLEME SİSTEMİ

Bitirme Ödevi

**BEYZA ÇİZMECİ
040090602**

**Bölüm: Bilgisayar Mühendisliği
Anabilim Dalı: Bilgisayar Mühendisliği**

Danışman: Prof. Dr. Eşref ADALI

Ağustos 2013

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM FAKÜLTESİ**

GİYİLEBİLİR SAĞLIK İZLEME SİSTEMİ

Bitirme Ödevi

**BEYZA ÇİZMECİ
040090602**

**Bölüm: Bilgisayar Mühendisliği
Anabilim Dalı: Bilgisayar Mühendisliği**

Danışman: Prof. Dr. Eşref ADALI

Ağustos 2013

Özgünlük Bildirisi

1. Bu çalışmada, başka kaynaklardan yapılan tüm alıntılar, ilgili kaynaklar referans gösterilerek açıkça belirtildiğini,
2. Alıntılar dışındaki bölümlerin, özellikle projenin ana konusunu oluşturan teorik çalışmaların ve yazılım/donanımın benim tarafımdan yapıldığını bildiririm.

İstanbul, 05.08.2013

Beyza Çizmeci

Kısaltmalar

ADC – Analog Digital Converter

ROM – Read-only Memory

RAM – Random-access Memory

RISC – Reduced Instruction Set Computing

UART – Universal Asynchronous Receiver/Transmitter

GSM – Global System for Mobile Communications

GPRS – General Packet Radio Service

SMS – Short Message Service

ASÇ – Analog Sayısal Çevirici

API – Application Programming Interface

EKG – Elektrokardiyografi

DSP – Digital Signal Processor

GUI – Graphical User Interface

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Şekil Listesi

Şekil 2.1 : Proje GANTT diyagramı	5
Şekil 3.1 : Analog sayısal çevirici	7
Şekil 3.2 : Sinüs işaretinin alçak geçiren filtre ile gürültüden arındırılması.....	8
Şekil 3.3 : Duyarga karakteristikleri.....	9
Şekil 3.4 : Analog işaretin örneklenip sayısallaştırılması.....	10
Şekil 4.1 : Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemi bileşenleri.....	12
Şekil 4.2 : Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemleri genel mimarisi	13
Şekil 4.3 : LM35 sıcaklık duyargası.....	14
Şekil 4.4 : Akıllı birimin genel yapısı	15
Şekil 4.5 : Akıllı birim bileşenleri	15
Şekil 4.6 : JenOS, API ve uygulama etkileşimi.....	16
Şekil 4.7 : GSM modülün mikrodenetçi ile ilişkisi	16
Şekil 4.8 : ADC yapısı.....	17
Şekil 5.1 : Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemi	19
Şekil 5.2 : Flash Programmer GUI.....	24
Şekil 6.1 : Akıllı birimden gelen SMS'ler.....	25

GIYİLEBİLİR SAĞLIK İZLEME SİSTEMİ

(ÖZET)

Bilişim teknolojileri alanındaki gelişmeler, dünya genelinde bilgisayar ve mobil cihaz kullanımını yaygınlaştırmış ve bunun sonucunda bireyler, ihtiyaçlarını karşılamada ve günlük yaşantılarını sürdürmede geleneksel yöntemler yerine, internet ve mobil dünyanın sunduğu çözümleri kullanma eğilimine girmiştir.

Özellikle, yaş ortalaması giderek artan nüfusun sağlık hizmetlerine duyduğu ihtiyacın artması ve bireylerin yaşam tarzlarını sağlık durumlarına göre şekillendirme bilincinin gelişmesi, bilişim ve elektronik alanında yaşanan gelişmelerle birleşince sağlık alanında da bilişim sistemlerinin ve mobil uygulamaların kullanımı yoğunlaşmış ve bu alanda gerçekleştirilen araştırma ve çalışmalar ivme kazanmıştır. Tüm bunların sonucu olarak, sağlık durumunun hastanelerde taşınmaz donanımlarla izlenmesi yerine, bu donanımların bir kısmının bireylerin günlük yaşantılarını aksatmayacak şekilde taşınabilir hale getirilmesi ve ilgili uzmanlarca sağlık durumunun uzaktan ~~takibi-izlenmesi~~ olanaklı hale gelmiştir. Böylelikle sağlıkta bilişim günlük hayatın kaçınılmaz bir parçası olmuştur.

~~Projenin-Çalışmanın~~ amacı; bireyin hareket özgürlüğünü kısıtlamayacak şekilde ~~vücutta-üzerinde~~ taşıyabileceği ve yine ~~vücutta~~ taşınan çeşitli duyarılardan gelen verilerin iletileceği bir ara birim geliştirilmesidir. Bu ara birime; nabız, vücut sıcaklığı, kan basıncı, oksijen saturasyonu, kalp atım sayısı gibi değişik duyarılardan elde edilebilecek yaşamsal sinyaller iletilebilecek, alınan sinyallerin bu ara birimde değerlendirilmesiyle anlamlı hale getirilen sinyal sonuçları, daha önceden belirlenen bir kişiye ya da sağlık merkezine SMS aracılığıyla gönderilecektir. Değerlendirme ~~neticesinde-sonucunda~~ olağan dışı bir durum gözlenirse uyarı amaçlı bir alarm sistemi oluşturulacaktır. Bu amaçla; günümüzde kullanılan duyarğa çeşitleri araştırılacak, duyarğaların ara birimle iletişimi için mevcut yöntemler incelenecek, ara birimde kullanılacak olan mikrodenetçi için kaynak taraması yapılarak uygulama ve programlanabilirlik açısından uygun bir tanesi seçilecek ve SMS teknolojisini için gerekli GSM modülünün kullanımı araştırılacaktır. Böylelikle günümüzde insanların yaygın olarak kullandığı ve sürekli yanlarında taşıdıkları cep telefonları sayesinde sağlık durumu hakkında zaman kaybı yaşanmadan bilgi edinilebilmesi mümkün olacaktır.

Ancak ~~çalışma proje~~-kap-samında, sadece vücut sıcaklığını ölçen bir duyarğa kullanılmış ve bu duyarğa ile ara-birim arasındaki iletişim kablo ile sağlanmıştır. İlerleyen zamanlarda, ara-birime bağlanacak duyarğa sayısı çeşitlenebilir, ~~ve kablosuz iletişim teknolojilerinin kullanımı hakkında kapsamlı bir araştırma yapılarak duyarğaya eklenecek bir kablosuz iletişim modülüyle ara birime veri iletimi sağlanabilir.~~ Ayrıca, sağlık kuruluşlarıyla anlaşma sağlanarak ara birimdeki değerlendirme sonucunda olağan dışı bir durum gözlemlendiğinde kritik durumdaki hastaya ~~ambulans-cankurtaran~~ hizmeti ve ilgili hastanede

| yer ayırtma tedavi imkânı sağlanabilir. Yine sağlık merkezleri ile anlaşarak doktorların uzaktan erişebileceği bir değerlendirme birimi oluşturulabilir. Böylelikle kişilerden elde edilen verilerin SMS yoluyla bu birime iletilmesiyle uzmanlar erken teşhiste bulunabilir. Bu verilerin saklanıp istatistiksel olarak değerlendirilmesiyle ise tanı ve tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine olanak sağlanmış olur.

WEARABLE HEALTH CARE MONITORING SYSTEM

Biçimlendirilmiş: Türkçe

(SUMMARY)

Developments in information technologies area are popularizing the usage of computers and mobile devices all around the world. In the result of these popularizations, people tend to use the solutions which are served by internet and mobility world instead of traditional methods.

Especially, the need of health care of the population -whose average of age is growing up- is increasing and people are organizing their life style according to their health situation. The consciousness about this matter is increasing every day. Accordingly, when the development in information technologies and electronics composed with these tendencies, the usage of information technologies and mobile applications became widespread in health care. Also, research operations are accelerated in health care and mobilization. As a result of these developments, it is now possible to follow and control the medical conditions of patients by experts remotely with portable devices instead of using non-portable hospital machines. And also these portable devices do not constitute an obstacle in daily life. By this way, medical informatics becomes inevitable of daily life.

The purpose of the project is designing a gateway which can be carried on body and it provide collecting and transferring the signals coming from various sensors without limiting the movements of body. This gateway can collect the vital signals like pulse, body temperature, blood pressure, oxygen saturation, heart rate. These receiving signals can be evaluated in this gateway and processed meaningful data will be sent to a recipient or a health centre via SMS. In the result of evaluation, if there is an unexpected or dangerous situation, an alarm system will be activated to warn the people in charge. For this purpose, current valid sensors, the connection protocols between sensors and gateway will be researched and studied, source filtering will be processed for the microprocessor which will be used in gateway design and the proper one will be selected. Moreover, the usage of needed GSM module for SMS function implementation will be researched. By this way, it will be possible to inform people about their health condition via their portable mobile phones without any time loss.

The mentioned project is designed with various sensors. However, in the scope of current project a sensor measuring the temperature of body is used and the connection between the sensor and gateway is established with a wire. During the development process, it is possible to increase variety and the number of used sensors. Furthermore, by collecting information about wireless connection methodologies and technologies, a wireless sensor can be used to establish connection between sensor and gateway. In addition to that,

according to signed agreements with medical institutions, according to evaluated results in gateway, ambulance service and treatment resource can be provided to the patient in the state of emergency. Also, an evaluation committee may be founded according to an agreement again which provides doctors to receive real time patient records. By this way, specialists can diagnose earlier respect to data coming from SMS messages. Diagnosis and treatment methods easily can be improved by storing, statistically processing and mining the monitored data taken from patients.

vGSM_init()	23
bGSM_SmsSendMsg().....	23
App_taskSendRequest()	23
5.4 Programın Akıllı Birime Aktarılması	24
6 DENEYSEL SONUÇLAR.....	24
7 SONUÇ VE ÖNERİLER	26
8 KAYNAKLAR.....	27

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Değiştirilmiş Alan Kodu

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Değiştirilmiş Alan Kodu

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Değiştirilmiş Alan Kodu

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Değiştirilmiş Alan Kodu

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Değiştirilmiş Alan Kodu

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Değiştirilmiş Alan Kodu

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Değiştirilmiş Alan Kodu

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

1 GİRİŞ

Bilişim teknolojileri alanındaki gelişmelerin yansıması olarak sağlık alanında da çeşitli uygulamalar görülmektedir. Özellikle hastalıkların tanısı ve izlenmesi gittikçe kolaylaşmaktadır. Bu çalışmaların sonucunda da hastaların uzaktan izlenmesi olanaklı duruma gelmiştir. Bu durum, klinik olarak sürekli gözlem gerektiren hastaların çeşitli cihazlara bağlanarak hastanede tutulması gerekliliğini önemli ölçüde azaltmaktadır. Kısacası, tüm bu gelişmeler sayesinde hasta günlük hayatını yaşarken sağlığıyla ilgili izlenen tüm bilgiler doktoruna aktararak hastalığın seyri kolaylıkla uzaktan gözlenebilir.

Giyilebilir sağlık hizmetleri olarak Türkçeleştirilebilecek bu cihazlarla hastalığa özgü belirtilerin çeşitli tekniklerle algılanması ve kişinin bu algılama sonuçlarına bağlı olarak tedavi için uygun eylemde bulunabilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, herhangi bir sağlık sorununa sahip olmayan ama risk altında bulunan ya da yaşamsal verilerini düzenli olarak takip etmek isteyen kişilerin de bu hizmetlerden faydalanma istekleri giderek artmaktadır. Tüm bunlara ek olarak, bu cihazlar sayesinde yaşamı tehdit eden ciddi durumlar ölçümlerle saptanarak ilgili kişi (doktor veya yakını) veya kurumlara (hastane) gerekli bilgiler gönderilerek hastaya en kısa zamanda müdahale edilebilmesi mümkün hale gelmektedir.

Günümüzde var olan çalışmalara bakıldığında hastanın ya da bireyin sağlık durumunun uzaktan izlenebilmesi için kullanılan giyilebilir duyargaların vücut üstü (non-invasive) ve vücut içi (invasive ya da in vivo) olmak üzere iki ana başlıkta toplandığını görebiliriz. Ancak halen vücut içi duyargaların uzaktan izleme sistemlerinde kullanımı oldukça seyrek. Bunun nedeni, Hodgins'in makalesinde de bahsettiği gibi vücut içinde kullanılacak duyargaların biyolojik olarak uyumlu (biocompatible) materyaller kullanılarak üretilmesi ve kullanım ömrü boyunca (çoğu zaman duyargayı kullanan kişinin ömrüne eşit) kararlı kalması zorunluluğudur [1]. Vücut üstü duyargalara hızla gelişmekte olan sağlık izleme sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin, Oliver ve Mangas'ın geliştirdiği HealthGear [2] projesinde bu tip duyargalardan faydalanılmıştır. Bu projede çalışmada vücut üstü duyarga olarak kullanılan oksimetre bir cep telefonu ile Bluetooth teknolojisi aracılığıyla kablosuz iletişim kurarak kandaki SpO₂ (oksijen doygunluğu) miktarı ve kalp atım sayısı izlenerek analiz edilmektedir.

Giyilebilir duyargaları kullanan bireylerin günlük yaşamlarını herhangi bir engelle karşılaşmadan sürdürebilmeleri oldukça önemli bir problemdir. Bu problemle baş edebilmek ve bireyin memnuniyetini artırmak amacıyla AMON projesindeki gibi daha elverişli ve verimli tasarımlar gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Bu projede bileğe giyilebilen-takılabilen bir duyarga kullanılarak taşınabilirlik artırılmış ve bireyin günlük yaşamını sürdürürken gerçekleştirdiği aktivitelerin sekteye uğraması engellenmiştir [3]. Belirli aralıklarla nabız, SpO₂, vücut sıcaklığı ve günlük aktivite miktarı gibi ölçümler yapılarak değerlendirilip yine cep telefonu üzerinden bir merkeze aktarılmaktadır.

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Benzer bir projede Morön ve çalışma arkadaşları, Bluetooth teknolojisiyle iletişim kurabilen biyolojik duyarılardan elde edilen verilerin akıllı bir telefona aktarılıp değerlendirildiği ve yine bireyin üzerinde taşıyabileceği bir sistem geliştirmiştir [4].

Biçimlendirilmiş: Türkçe

Bitirme projesi kapsamında, vücut sıcaklığını ölçecek duyarga için bireyin rahatsızlık duymadan üzerinde taşıyabileceği bir biçimde gerekli devre gerçekleştirilmiş kurulumu yapılmış ve bu duyarganın, yine bireyin üzerinde bulunacak veri toplama arabirimine kablo ile bağlantısı sağlanmıştır. Aktarılan veriler arabirimde değerlendirilerek yaşamı tehdit eden bir durum oluştuğunda SMS aracılığıyla belirlenen bir cep telefonu numarasına bilgi aktarımı sağlanmıştır. Ayrıca, acil bir durum oluştuğunda bireyin üzerinde taşıdığı arabirim üzerindeki LED'ler uyarı amacıyla yanıp sönecek şekilde programlanmıştır.

Projenin tanımı, amacı ve kapsamı 2. bölümde belirtilmiş, projeyi oluşturan modüllerin hangi zaman aralığında gerçekleştirileceği yine bu bölümde yer alan ayrıntılı iş planında gösterilmiştir. Projenin araştırma aşamasında elde edilen ve projenin gerçekleştirilmesinde kullanılan teorik bilgiler, duyarga tipleri, bu duyarılardan çalışma prensipleri, duyarılardan elde edilen verileri örnekleme ve örneklenen verinin ölçümlemesinde (kalibrasyon) kullanılan formüller ve mikrodenetçiler ile ilgili genel kavramsal bilgiler 3. bölümde anlatılmıştır. 4. bölümde, problemin gerçek dünyadaki bileşenleri ve bu bileşenler arasındaki ilişkiler belirtilerek çözüm için kullanılacak bileşenlerin modeli oluşturulmuştur. Belirlenen sinyali ölçmek için hazırlanan devre, kısa mesaj için gerekli yazılım yapılandırılmaları ve SMS için oluşturulan XML formatı 5. bölümde açıklanmış ve 6. bölümde de elde edilen deney sonuçlarına dair bilgilere yer verilmiştir. 7. bölümde projede üretilen çözüm yorumlanarak olumlu ve olumsuz yönleri vurgulanmış, sonrasında mobil sağlık uygulamaları alanında çalışma yapacak olanlara bazı önerilerde bulunulmuştur. Son olarak 8. bölümde ise raporda atıfta bulunulan referanslara yer verilmiştir.

2 PROJENİN TANIMI VE PLANI

Bitirme projesi kapsamında gerçekleştirilecek sistem, bireylerin olağan yaşamlarını sürdürürken rahatsızlık duymadan üzerlerinde taşıyabileceği duyurga ve arabirimi, bu arabirim sayesinde vücuttan alınan fizyolojik sinyalin gerçek zamanlı olarak değerlendirilmesini ve gerektiğinde belirlenen bir numaraya GSM modül aracılığıyla SMS gönderilmesini içermektedir.

Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemi sayesinde kronik hastalığa sahip olanlar, yalnız yaşayanlar, çocuklar, sporcular ya da sadece sağlık durumunun sürekli kontrol altında tutulmasını isteyen kişiler günlük yaşantılarını aksatmadan sağlık durumları hakkında bilgi edinebilecek ve bu sayede yaşam kalitesini artırıcı önlemlerde bulunabileceklerdir. Ayrıca, sağlıklarını tehdit eden bir durumla karşı karşıya kaldıklarında ilk yardım çağrısında bulunabileceklerdir.

2.1 Projenin Amacı

Projenin temel amacı, sağlık durumlarının sürekli izlenmesi gereken ya da bunu talep eden bireylerin durumlarını gerçek zamanlı değerlendiren, olağandışı durumlarda ilgili sağlık birimine ya da belirlenen bir kişiye SMS aracılığıyla durum bilgisi ileten ve gerektiğinde ilgili kişi/kurumdan hastaya yine SMS aracılığıyla geribildirim gönderebilecek mikrobilgisayar temelli bir dizgenin gerçekleştirilmesidir. Bu amaç doğrultusunda geliştirilecek dizgede değişik tipteki vücut sinyallerinin izlenebilmesini sağlamak amacıyla farklı tip duyargaların (nabız, vücut sıcaklığı duyurgası gibi) bağlanabileceği ve bu duyargalardan alınan sinyallerin yorumlanabileceği standart bir ara birim oluşturulacaktır.

2.2 Projenin Kapsamı

Biyolojik sinyallerin ve ölçüm yöntemlerinin çok sayıda olması nedeniyle, proje süresince kolaylık sağlaması için sadece sıcaklık duyurgası kullanılacaktır. Bu doğrultuda, vücut sıcaklığını ölçmek için gerekli devre oluşturulacak ve bu duyurga bireyin üzerinde taşıyacağı mikrobilgisayar temelli arabirime kablo ile veri ileticektir. İletilen veriler arabirimde kullanılan mikrobilgisayarın uygun şekilde programlanmasıyla değerlendirilerek gerektiğinde SMS aracılığıyla iletilecektir. Bu dizgeyi gerçekleştirmek için Turkcell'in tek bir kart üzerinde birleştirdiği Jennic JN5148 mikroişlemcisi ve Telit GL865-DUAL GSM modülü kullanılmıştır.

Yazılım aşamasında C dilinden, Jennic tarafından oluşturulan API'ler ve JenOS işletim sisteminin sağladığı hazır fonksiyonlardan faydalanılmıştır.

2.3 Proje Aşamaları

Projenin ilk aşamasında yapılan literatür-kaynak taraması sonucunda günümüzde kullanılan giyilebilir sağlık izleme sistemleri ve bu sistemde kullanılan duyarga çeşitleri hakkında bilgi edinilmiş, tasarım ve gerçekleştirme aşamasında kullanılması uygun olacak olan donanım seçimleri yapılmıştır.

Literatür taramasının ardından elde edilen veriler, projenin bir diğer aşaması olan kuramsal bilgilerde ayrıntılı olarak açıklanmış, analiz ve modelleme bölümünde bu bilgilerden yararlanarak gerçekleştirilecek sistemin tüm bileşenleri belirlenerek bu bileşenler arasında nasıl bir ilişki olacağı açıklanmıştır. Kullanılan duyarga, akıllı birim ve bunların birbirleriyle etkileşimi bu bölümde yer almaktadır.

Tasarım ve gerçekleştirme aşamasına gelindiğinde ise kağıt üzerinde modeli oluşturulan sistemin, eldeki donanım imkanlarıyla oluşturulması çalışmaları yapılmıştır. Bu aşamada duyarga ve akıllı birim bağlantıları yapılmış, duyargadan alınan veri akıllı birimde işlenmiş ve SMS olarak gönderilmiştir.

Sonraki aşamada ise sistemden beklenen davranışların sistemin gerçek davranışlarıyla örtüşüp örtüşmediği test-sınanmıştır. Fest-Sinama sürecinden elde edilen geri bildirimlerle tasarım aşamasında hatalı olan yerler tespit edilip sistemin doğru çalışabilmesi için gerekli güncelleştirmeler yapılmıştır.

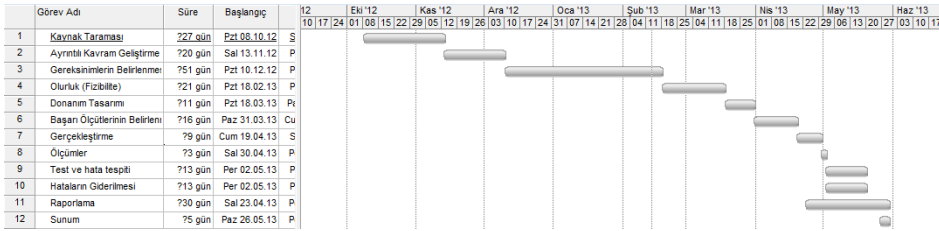
Proje raporunun hazırlanması yukarıda bahsedilen tüm aşamalara paralel olarak gerçekleştirilmiş ve eldeki bilgilerle tasarım aşamaları ve deney sonuçları rapor kapsamında bir araya getirilerek gerçekleştirilen proje ile ilgili yorumlara yer verilmiştir.

2.4 Proje Zaman Planı

Bu bölümde Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemi projesinin gerçekleştirilmesi için planlanan araştırma ve geliştirme süreçleri Tablo 2.1'de, zaman çizelgesi (GANTT diyagramı) Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1 Bitirme projesi sürecinde yapılacak işler ve süreleri

Görevler	Başlangıç	Bitiş	Süre
Kaynak Taraması	08.10.2012	13.11.2012	27
Ayrıntılı Kavram Geliştirme	13.11.2012	10.12.2012	20
Gereksinimlerin Belirlenmesi	10.12.2012	18.02.2013	51
Olurluk (Fizibilite)	18.02.2013	18.03.2013	21
Donanım Tasarımı	18.03.2013	31.03.2013	11
Başarı Ölçütlerinin Belirlenmesi	31.03.2013	19.04.2013	16
Gerçekleştirme	19.04.2013	30.04.2013	9
Ölçümler	30.04.2013	02.05.2013	3
Test ve Hata Tespiti	02.05.2013	20.05.2013	13
Hataların Giderilmesi	02.05.2013	20.05.2013	13
Raporlama	23.04.2013	30.05.2013	30
Sunum	26.05.2013	30.05.2013	5



Şekil 2.1: Proje GANTT diyagramı

3 KURAMSAL BİLGİLER

Proje başlangıcında ortaya çıkan en önemli problemlerden biri seçilecek duyarga ve bu duyarganın arabirimle nasıl iletişim kuracağı konusudur. Projenin gerçekleştirilmesi için yapılan akademik taramalar sonucunda hâlihazırda kullanılan duyarga ve iletişim yöntemleriyle ilgili bilgi sahibi olunmuştur.

Diğer bir problem ise, vücuttan alınan analog sinyalin nasıl işleneceğidir. Ölçüm sıklığı, örnekleme zamanı ve ayıricılık~~ı~~, analog bir sinyalin sayısal hale getirilmesinde kullanılacaktır. Bu hesaplamaları yapabilmek ve analog sayısal çeviriciyi içinde bulunduran mikrodenetçilerle ilgili bilgi sahibi olmak için E. Adalı'nın Gerçek Zaman Dizgeleri [5] ve Mikroişlemciler Mikrobilgisayarlar [6] kitaplarından faydalanılmıştır.

3.1 Duyarga Çeşitleri

Fizyolojik sinyallerin gösterdiği çeşitliliğe paralel olarak bu sinyallerin vücuttan ölçüldüğü noktalar ve ölçümde kullanılan duyargalar da oldukça çeşitlidir. Projede amaçlanan, değişik fizyolojik sinyalleri ölçen duyargaların bağlanabileceği standart bir akıllı birim oluşturmaktır. Bu sebeple, öncelikli olarak seçilecek duyargaya karar verebilmek için bu konuda kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Duyargalardan gerçek zamanlı olarak elde edilen tüm veriler için kritik parametreler:

- Örnekleme sıklığı
- Ayıricılık' tır.

Genel amaçlı kullanımlarda %5 ayıricılık kabul edilebilir bir oran iken endüstriyel uygulamalarda bu oran %2 seviyesinde olmaktadır. Giyilebilir sağlık izleme sistemlerinde kullanılacak duyargalardan alınan işaretlerin de %2 oranında doğruluğa sahip olması yeterlidir. Bu doğruluğa ulaşmak için 8 bitlik bir analog sayısal çevirici yeterli olacaktır.

Giyilebilir duyargalarla ilgili olarak ölçüm sıklığı hesaplamaları incelendiğinde ise şeker ve tansiyon gibi sürekli ölçülmesi zor olan veriler hastanın istediği bir zamanda ya da 15-20 dakikalık ~~periyotlarla~~ aralıklarla ölçülebilir.

EKG, nabız ve kalp atımı sayımlarında ise ölçme sıklığı yaklaşık 1 saniye seçilebilir. Vücut sıcaklığı gibi ani değişimlerin çok nadir yaşandığı yaşamsal verilerde ise dakikada bir yapılacak bir ölçüm yeterli olacaktır.

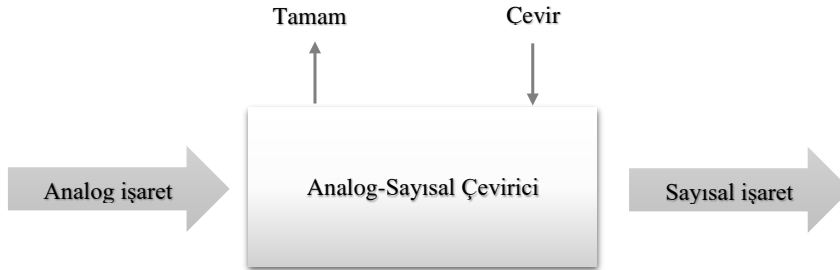
3.2 Analog-Sayısal Çeviricirim

Biçimlendirilmiş: Başlık2

Duyargadan alınan analog işaretlerin bilgisayar tarafından değerlendirilebilmesi için gereken en önemli işlem bu işaretlerin sayısal hale dönüştürülmesidir. Böylelikle zamanda sürekli olan işaretler ayrık zamanda ~~kolayla~~ işlenebilmektedir. Buna rağmen, duyarga çıkışında gürültü olması, işaretin seviyesinin düşük kalması, duyarganın çalışma aralığıyla ölçülmek istenen aralık arasındaki fark, duyarga girişi ile çıkışı arasındaki doğrusal olmayan ilişki gibi sebeplerle dönüştürme işleminden önce duyargadan alınan işaretin uygunlaştırılması gerekebilir. Tüm bu işlemleri gerçekleştirebilmek için gerekli adımlar şu şekildedir:

- o Filtreleme
- o Kuvvetlendirme ve Ölçekleme
- o Doğrusallaştırma
- o Yalıtma
- o Analog-Sayısal Çevirme

Ayrıca, analog işaretlerin sayısal işaretlere dönüştürülmesi esnasında, kullanılan Analog-Sayısal çeviricinin ayrırcılığı ~~k- oranı, çevrim işlemi gerçekleştirilirken~~ ve örnekleme ~~zamanından kaynaklanan~~ esnasında geçen zaman sebebiyle bilgi kayıpları yaşanabilir. Bu kayıpları engellemek için, sistemi meydana getiren tüm birimlerin ve sistemi oluştururken kullanılan hesaplamaların doğrulukları birbirlerine yakın ve yanılğı miktarları da sistemin çıkışındaki doğruluğı bozmayacak seviyede olmalı, analog işaretin sayısal işarete çevrilmesi işlemi ve bilgisayardaki programlamalar gerçekleştirilirken meydana gelen gecikmeler önemsenmeyecek düzeyde kalmalıdır. Şekil 3.1'de analog bir işaretin sayısal işarete dönüştürülmesi işleminin blok diyagramı gösterilmektedir.

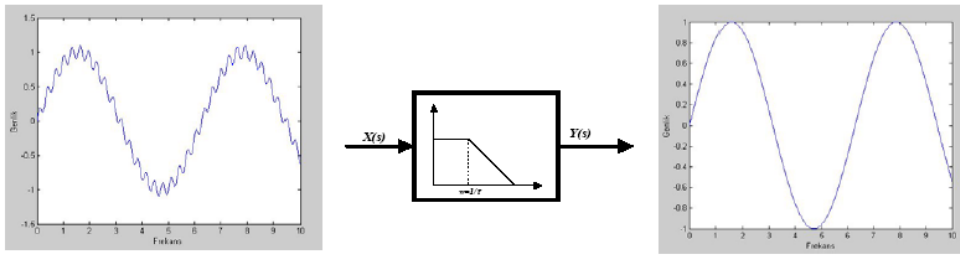


Şekil 3.1: Analog sayısal çevirici

3.2.1 İşaretin Uygunlaştırılması

Filtreleme

Filtreler, işaret işlemede bir grup frekansın bastırılması ve diğerlerinin etkilenmeden ortama verilmesi için kullanılmaktadır [7]. Duyarga çıkışındaki işaretler genelde çok zayıf olduğundan Analog-Sayısal Çeviriciye aktarılmadan önce gürültüden arındırılması gerekmektedir. Bu gürültü, genellikle çevredeki enerji hatlarından kaynaklandığından yaklaşık 50 Hz'dir. Dolayısıyla gürültünün, duyarga çıkışındaki işaretle kıyaslandığında yüksek frekanslı olduğu gözlenmektedir. Bu tip bir gürültüden kurtulabilmek için alçak geçiren filtre kullanılmalıdır. Böylelikle genelde birkaç Hz seviyesinde olan duyarga çıkışı alçak filtre tarafından geçirilirken, gürültü zayıflatılmalıdır. Şekil 3.2'de alçak geçiren bir filtre kullanılarak yüksek frekansta gürültü içeren bir sinüs işaretinin gürültüden arındırılmış hali gösterilmektedir.



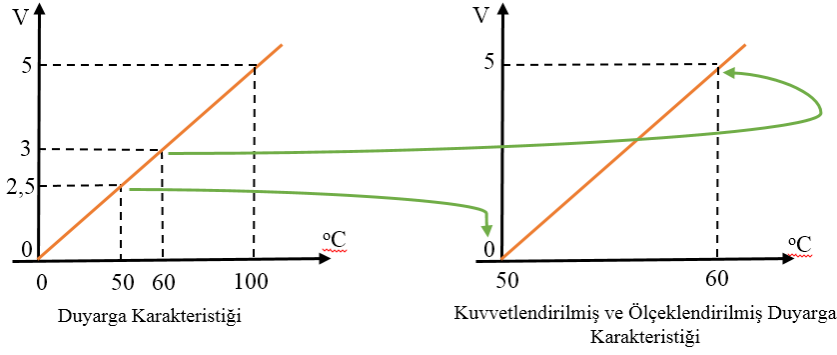
Şekil 3.2: Sinüs işaretinin alçak geçiren filtre ile gürültüden arındırılması

Kuvvetlendirme ve Ölçekleme

Duyargadan elde edilen işaretin gerilimi-genliği Analog-Sayısal Çeviricinin beklediği düzeyde olmalıdır. Kullanılan duyargaya göre, duyarga çıkışında elde edilecek gerilim seviyesi farklılık göstermektedir. Bu çıkış gerilimi Analog Sayısal Çeviricinin giriş gerilimden büyük olduğunda duyarga çıkışına bir gerilim bölücü; küçük olduğunda ise bir kuvvetlendirici eklenmelidir. Kuvvetlendirme devreleri için genellikle işlemsel kuvvetlendiriciler kullanılmaktadır.

Duyargadan elde edilen çıkışın kullanım amacına göre elde edilecek sonuç aralığına uyarlanması gerekir. Yani, standart olarak belli aralıklarda çalışan duyargaların çıkış gerilimleri, tasarlanacak sistemin çıktıklarına göre ölçeklendirilmelidir.

Örnek bir sıcaklık duyargası üzerinden karakteristikler incelendiğinde Şekil 3.3'teki gibi grafikler gözlenecektir.



Şekil 3.3: Duyarga karakteristikleri

3.2.2 Ayırıcılık

Analog bir işaret sayısalaya dönüştürülürken karşılaşılan en önemli sorunlardan bir tanesi belirli bir aralıkta analog işaret tüm değerleri alabilirken sayısal işaretin sadece belli değerleri alabilmesidir. Bu yüzden, analog sayısal çeviricinin bit sayısına göre analog işaretin genliği dilimlenir ve duyargadan alınan analog işaret değeri bu dilimlere uygun olarak sayısal değere karşılık düşürülür. Bu durum, analog sayısal çeviricinin ayırıcılığı olarak adlandırılır. Analog sayısal çeviricinin bit sayısı ne kadar fazlaysa sayısal değer analog değere daha yakın olacak, yani ayırıcılık artırılabilecektir. Örnek üzerinden ayırıcılık kavramı daha açık bir şekilde açıklanmaya çalışılacaktır. 0-10 V arası analog gerilim kabul edebilen bir ASÇ'nin gerçek değerden sapma miktarının en fazla 10 mV olması isteniyorsa (3.1)'deki formülden faydalanarak $2^n = 10 / 0,01$ denklemi kurulur ve $2^n = 1000$ sonucuna ulaşılır. Buradan da n değeri 10 olarak bulunur. Yani, 10-bitlik bir ASÇ kullanılması gerekmektedir.

$$Ayırıcılık = \frac{\text{Örneklenece Max Analog Değer}}{2^n}, \quad n = ASÇ'nin bit sayısı \quad (3.1)$$

3.2.3 Örnekleme ve Tutma

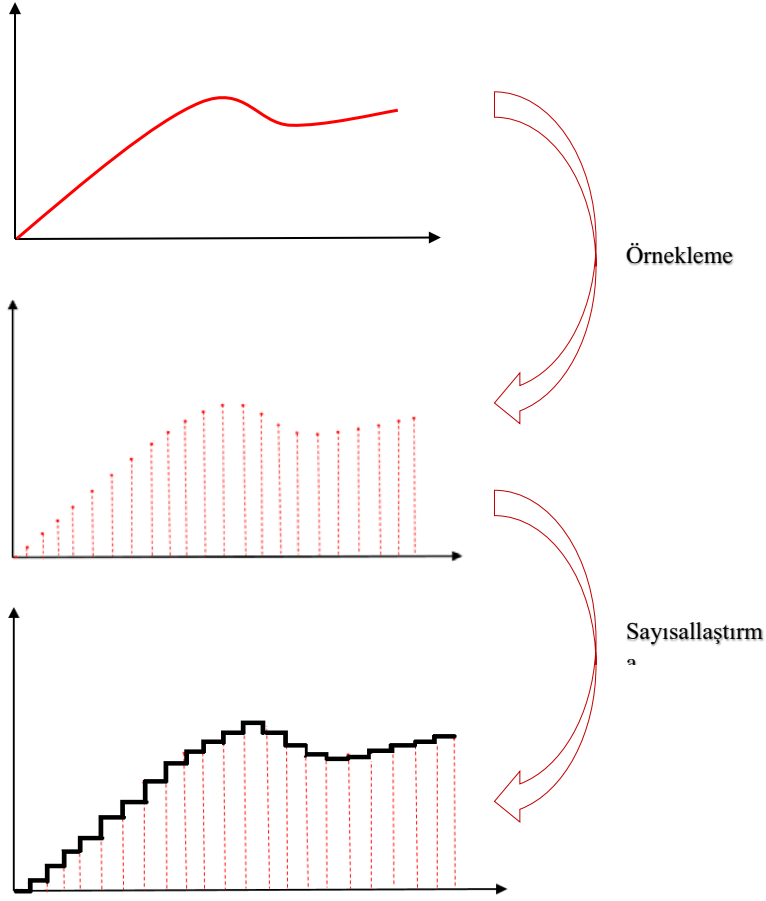
Proje kapsamında önemli olan bir başka konu da ölçme sıklığının ve örnekleme süresinin belirlenmesidir. Örneğin, farklı özellikteki fiziksel büyüklükler için farklı örnekleme zamanlarının kullanılacağı açıktır. Gerçek zaman sistemleri dersinde bu konuda elde edilen

bilgilerle ve yine Eşref Adalı'nın Gerçek Zaman Dizgeleri kitabından faydalanılarak bu kavramlar açıklanmaya çalışılmıştır.

Analog işaretin sayısal işarete dönüştürülmesi süresince analog işaretin sabit kalması gerekmektedir. Uygun bir örnekleme ve tutma devresi kullanılarak analog işaret belli aralıklarla örneklenmiş olacak ve sinyalin örneklenmiş hali üzerinden işlem yapmak mümkün hale gelecektir. Örnekleme zamanı (3.2)'de gösterilen formülle hesaplanabilir.

$$t_s = \frac{1}{2f} \quad t_s = \text{örnekleme sıklığı}, \quad f = \text{frekans} \quad (3.2)$$

Yani analog bir işaret, işarete ilişkin veri kayıplarının yaşanmaması için en büyük frekans değerinin iki katı frekansta örneklenmelidir. Bu teorem Nyquist-Shannon örnekleme teoremi olarak adlandırılır. Şekil 3.4'te analog bir işaretin hem örneklenmesi hem de sayısal dönüşüm işlemi görülmektedir.



Şekil 3.4: Analog işaretin örneklenip sayısallaştırılması

3.3 Mikrodenetçi

Proje kapsamında mikroişlemci tabanlı bir uygulama geliştirileceği için öncelikle mikroişlemci ve mikrodenetçilerin ortaya çıkışı, kullanım alanları ve programlama yöntemleri hakkında kısa bir araştırma yapılmıştır.

1970'li yılların ortalarında Merkezi İşlem Birimi (MİB) tek bir tümdevre olarak imal edilmiş ve günümüze değin hızla gelişerek ilerleyen mikroişlemci kuşağının temelleri atılmıştır. Motorola I8080 ve MC6800 70'li yıllarda üretilen mikroişlemcilere örnek olarak verilebilir. 80'li yıllara gelindiğinde ise Merkezi İşlem Birimi'ne ilave olarak dışarıdan gereksinim duyulan bellek ve giriş/çıkış arabirimleri de aynı tümdevrede üretilebilir hale gelmiş ve üretilen bu donanım birimi mikrodenetçi olarak adlandırılmıştır.

Mikrodenetçilerin ortaya çıkış nedenlerinden biri, özgün olarak geliştirilen donanım ve yazılımın tek bir tümdevrede üretilmediğinde kolayca bileşenlerine ayrılarak kopya edilebilmesidir. Bir diğer neden olarak bilgisayarları belli uygulamalar doğrultusunda atanmış hale getirerek endüstriyel alanda kolaylık sağlamak gösterilebilir.

Günümüze gelindiğinde ise ihtiyaçlar doğrultusunda bu mikrodenetçilere CANBUS, Bluetooth, LCD ekran gibi çok çeşitli donanımlar ilave edilebilmektedir. Uygulama alanına göre değişiklik gösterecek bu donanımlardan biri de güncel konulardan olan mobil iletişim uygulamalarına olanak sağlayan GSM modülüdür.

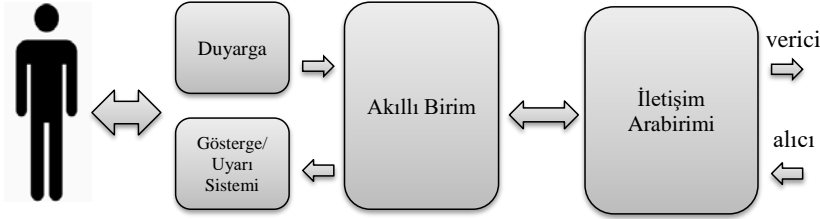
4 ANALİZ VE MODELLEME

Projenin uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için öncelikle projenin bileşenleri belirlenerek bu bileşenler arasındaki ilişkiler açıklanmıştır. Bu doğrultuda sistem analizi şu başlıklar altında yapılacaktır:

- Genel Mimari
- Duyarga
- Akıllı Birim
- Duyarga-Akıllı Birim Bağlantısı

4.1 Genel Mimari

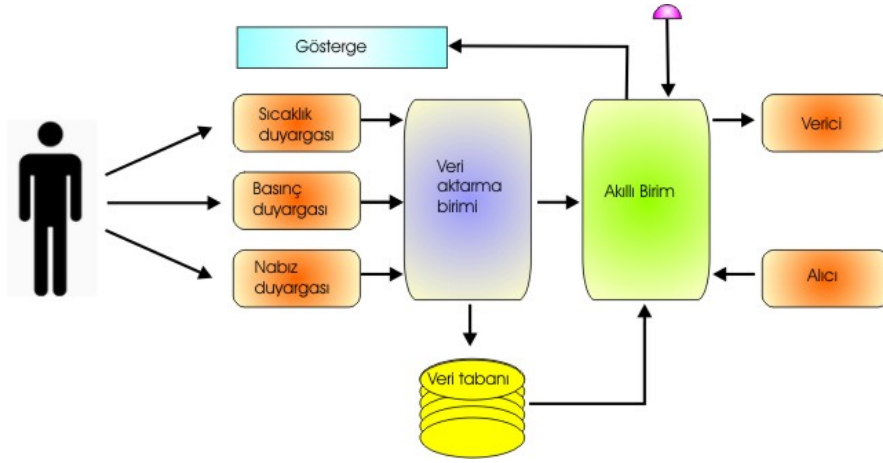
Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemleri genel olarak Şekil 4.1’de gösterilen temel bileşenlerden oluşmaktadır. Duyarga sayesinde bireyin fizyolojik büyüklükleri elektriksel işaretlere çevrilir. Bu sinyallerden sayısal türde olanlar akıllı birimin paralel iletişim arabirimi üzerinden, analog olanlar ise ASÇ üzerinden akıllı birime aktarılırlar. Akıllı birimde bu veriler değerlendirilir ve iletişim bileşeni üzerinden değerlendirme merkezine aktarılır.



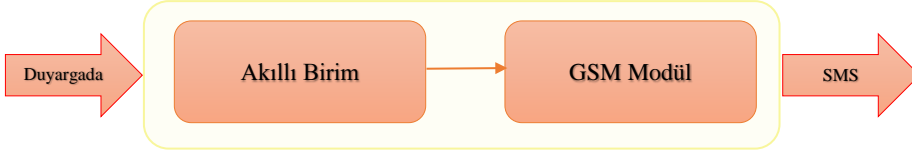
Şekil 4.1: Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemi bileşenleri

Dizgenin bileşenleri aşağıdaki gibidir:

- Fizyolojik büyüklükleri ölçecek duyarga
- Duyargadan alınan verilerin toplanacağı ve değerlendireceği bileşen (akıllı birim)
- Akıllı birimde üretilen bilgileri belirlenen merkeze gönderecek iletişim birimi (GSM modülü)
- Kişiye geri bildirimde ya da uyarıda bulunacak iletişim birimi



Şekil 4.2: Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemleri genel mimarisi

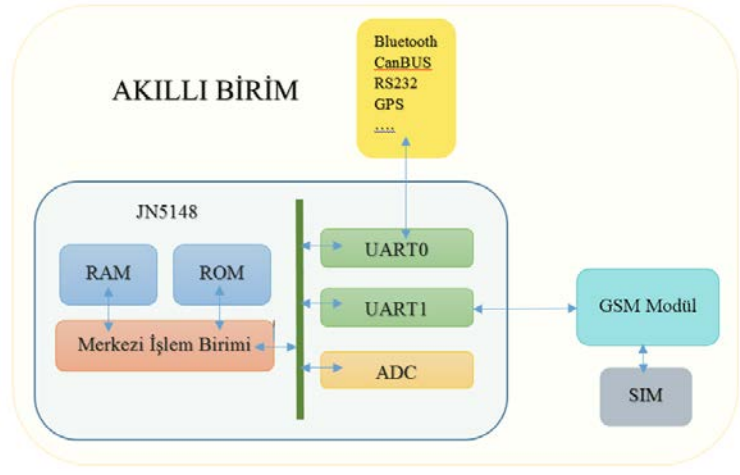


Şekil 4.4: Akıllı birimin genel yapısı

harici SIM kart gibi bir çok farklı bileşenden oluşmaktadır. Akıllı birimin genel yapısı Şekil 4.4' ve Şekil 4.5'te görülebilir.

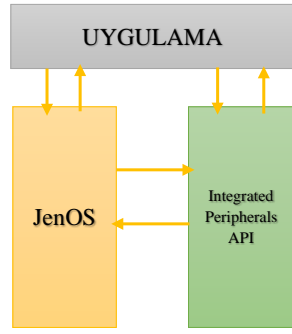
Akıllı birimin temel bileşeni olarak mikroişlemci veya DSP kullanılabilir. Proje kapsamında sadece sıcaklık duyargasından alınan sinyal kullanılacağından ve bu sinyal için de karmaşık sinyal işleme hesaplamaları gerekmediğinden mikrodenetçi kullanılması tercih edilmiştir. Birden fazla duyarga kullanılması durumunda sinyal işleme işlemleri için özelleştirilmiş ve bu konuda yüksek performans sağlayan DSP seçimi uygun olacaktır.

Mikrodenetçi olarak Jennic firmasının üretmiş olduğu JN5148 modeli seçilmiştir. Düşük güç tüketimi, 32-bit RISC mimari yapısındaki merkezi işlem birimi, 128Kb kapasitesindeki RAM ve ROM, 4 kanallı 12-bit'lik ADC ve çevre birim çeşitliliği bu seçimde etkili olan faktörlerdendir. Ayrıca, JN5148 IEEE802.15.4 kablosuz iletişim teknolojisi standardı ile uyumludur. Böylelikle, birden fazla kablosuz duyarga kullanılmak istendiğinde, kolaylıkla bir kişisel alan ağı oluşturulabilir. [9]



Şekil 4.5: Akıllı birim bileşenleri

JN5148'in mikrodenetçi olarak seçilmesindeki en önemli etkenlerden bir diğeri de çevre birimlerin kullanıldığı uygulamaların kolaylıkla geliştirilebilmesini sağlayan JN5148 Integrated Peripherals API'dir. Böylelikle çevre birimler için yazılmış olan hazır kütüphaneler aracılığıyla hata olasılığı düşük ve hızlı bir biçimde uygulama geliştirmesi yapılabilir. Çevre birimleri için oluşturulan bu API, JN5148 için özel olarak geliştirilmiş bir gerçek zamanlı işletim sistemi olan JenOS (Jennic Operating System) ile iletişim halindedir. Tüm API'ler ve JenOS işletim sistemi C dili ve bu dilin kütüphaneleri kullanılarak hazırlanmıştır. Şekil 4.6'da uygulamaların mikrodenetçi yazılımıyla nasıl etkileştiği görülebilir.



Şekil 4.6: JenOS, API ve uygulama etkileşimi

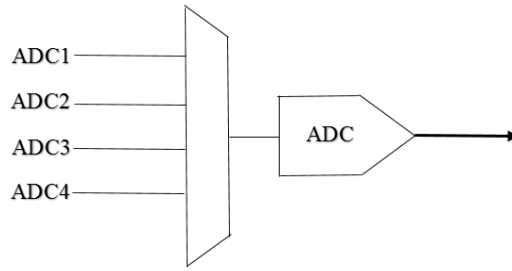
GSM Modül olarak genelde mobil veri aktarımı ve machine-to-machine uygulamalarında kullanılan Telit GL865-DUAL GSM/GPRS modülü [10] kullanılmıştır. Modüle eklenen harici bir SIM konektörü ve konektöre takılan herhangi bir SIM kartı sayesinde belirlenen bir telefon numarasına istenilen SMS mesajı gönderilebilecektir. Şekil 4.7'de GSM modülün SIM kart ve mikrodenetçi ile ilişkisi görülmektedir.



Şekil 4.7: GSM modülün mikrodenetçi ile ilişkisi

4.4 Duyarga-Akıllı Birim Bağlantısı

Duyarganın akıllı birimle bağlantısı için, JN5148 mikrodenetçisi içerisinde bulunan ADC kullanılmıştır. Şekil 4.8’de görülen ADC1 girişine yani 21 numaralı pine-ucca LM35 sıcaklık duyargasının orta bacağı bağlanmıştır. ADC’nin merkezi işlem birimiyle olan bağlantısı ise Şekil 4.5’te gösterilmiştir.



Şekil 4.8: ADC yapısı

5 TASARIM, GERÇEKLEŞTİRME VE TEST

Bu bölümde “Analiz ve Modelleme” başlığı altında incelemesi yapılan teorik bilgilerin uygulaması ayrıntılı bir biçimde anlatılacaktır. Bu bağlamda sırasıyla; duyarga bağlantıları, akıllı birim modüllerinin birbiriyle etkileşimi ve programlanması ve Integrated Peripherals API ve JenOS işletim sisteminin yazılan uygulamayla bağlantısı ayrıntılı bir biçimde açıklanacaktır. Ardından analog dijital çevrim ve SMS gönderme işlemleri ile ilgili yazılım ayrıntıları ve programın akıllı birime yüklenmesi için yapılması gereken işlemlere yer verilecektir.

5.1 Duyarga

Analiz ve Modelleme bölümünde açıklanan LM35 sıcaklık duyargasının karakteristiği ve akıllı birimle kurulan bağlantıları bu bölümde incelenecektir.

LM35 sıcaklık duyargası lineer olarak 1°C'lik değişime karşılık 10 mV' üretmektedir. ~~4°C'lik değişim göstermektedir.~~ Bu yüzden ayrıntılı açıklaması daha sonradan yapılacak olan *OS_TASK* içerisinde *bADC_ReadSingle()* ile okunan analog duyarga çıkışının sayısala çevrilmiş değeri 1.172839 ile çarpılarak basit bir kalibrasyon-ölçümleme yapılır. LM35 sıcaklık duyargası 1°C'lik sıcaklık değişimine karşı 10 mV'luk gerilim değişimi göstermektedir. Böylelikle dijital-sayısal oda termometresinden okunan ortam sıcaklık değeri 10 ile çarpılarak LM35'in çıkışındaki gerilim değerine karşılık düşürülebilmektedir. Ancak çevresel faktörler sebebiyle, dijital-sayısal oda termometresi ile ölçülen gerçek sıcaklık değeriyle LM35 sıcaklık duyargası tarafından oluşturulan çıkış gerilim değeri birbirini tutmadığından kalibrasyona-ölçümlemeye ihtiyaç duyulmuştur. (5.1)'de kalibrasyon ölçümleme katsayısı olan 1.172839'un nasıl hesaplandığı açıklanmaktadır:

$$\text{Kalibrasyon Katsayısı} = \frac{\text{ADC Değeri}}{\text{Gerçek Değer}} \quad (5.1)$$

LM35'in akıllı birim ile olan bağlantısı ise Şekil 5.1'de görülmektedir. LM35'in sol ve orta bacağı sırasıyla besleme gerilimine ve toprağa bağlanmıştır. Kalan bacak ise akıllı birimin ADC girişlerinden ilki olan 21 no'lu pine-uca bağlanmıştır.

5.2 Analog - Sayısal Çevirme

Analog-sayısal çevrim işlemi için JN5148 mikrodenetçisi üzerinde hazır olarak bulunan 12-bitlik ADC kullanılacaktır. ADC çevre birimini kontrol edebilmek için Integrated Peripherals API fonksiyonları ve makroları kullanılarak yazılan kodlar bu bölümde ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

Biçimlendirilmiş: İki Yana Yasla

vAHI_ApConfigure()

Bu fonksiyon sayesinde analog sayısal çevirici ile ilgili genel konfigürasyon ayarlamaları yapılır. ADC kullanılacağı zaman çağrılması gereken ilk fonksiyondur.

vAHI_ApConfigure(bool_t, bool_t, uint8, uint8, bool_t) fonksiyonunun aldığı parametreler sırasıyla şu şekildedir:

- bool_t RegulatorModu
- bool_t KesmeModu
- uint8 OrneklemeAraligiSecimi
- uint8 AdcClockBoleni
- bool_t ReferansVoltaj

RegulatorModu gürlütüyü azaltmak için aktif hale getirilerek kullanılabilir.

KesmeModu ise analog sayısal çeviricinin çevirme işlemini tamamladığında kesme üretip üretmeyeceğini belirler. Eğer kesme üretilmeyecekse *bAHI_Poll()* fonksiyonu ile ADC'nin çevirmesini tamamlayıp tamamlamadığı kontrol edilir.

OrneklemeAraligiSecimi analog sayısal çeviricinin ~~e_{clock}-saat~~ değeri cinsinden örnekleme aralığını ayarlamaya yarar.

AdcClockBoleni sistem ~~e_{clock}-saat~~ değerinden bu değişkenin belirttiği frekans değeri doğrultusunda analog sayısal çeviricinin ~~e_{clock}-saat~~ değerinin bulunmasını sağlar.

ReferansVoltaj analog sayısal çeviricinin çıkış geriliminin maksimum değerinin belirlenmesinde kullanılır.

vAHI_AdcEnable()

Bu fonksiyon ile analog sayısal çeviricinin giriş voltaj değeri ve hangi seçenekte çalışacağı ayarlamaları yapılarak ADC aktif hale getirilir. Ayrıca, analog sayısal çeviricinin giriş ~~pinlerinden-uçlarından~~ hangisinin seçileceğine de bu fonksiyona gönderilen parametre sayesinde karar verilir.

vAHI_AdcEnable(bool_t, bool_t, uint8) fonksiyonunun aldığı parametreler sırasıyla şu şekildedir:

- *bool_t* CalismaSecenegi
- *bool_t* GirisVoltaji
- *uint8* PinSecimi

CalismaSecenegi'nin alacağı değere bağlı olarak ADC'nin tek bir çevrim yapıp sonra devre dışı kaldığı **Single-shot** modu ya da *vAHI_AdcDisable()* fonksiyonu çağrılana kadar çevrimin devam ettiği **Continuous** modu seçilebilir.

GirisVoltaji değişkeni analog sayısal değişkenin giriş voltaj aralığının belirlenmesini sağlar.

PinSecimi analog sayısal çeviricinin girişindeki ~~pinlerden~~ uçlarından hangisinin kullanılacağına karar verilmesini sağlar. Projede ADC1 girişi kullanılmıştır.

vAHI_AdcStartSample()

Bu fonksiyon sayesinde *vAHI_AdcEnable(void)* fonksiyonu ile belirlenen konfigürasyonlara göre ADC örnekleme yapmaya başlar.

bAHI_AdcPoll()

Analog sayısal çeviricinin çevirme işlemi yapıp yapmadığını kontrol eder. Single-shot modu seçiliyken örneklenen işaretin okunmaya hazır olup olmadığı, Continuous modunda ise yeni bir örneklenecek işaretin gelip gelmediği kontrolünü yapar. Fonksiyon, eğer analog sayısal çevirici meşgulse TRUE, değilse FALSE döndürür. *bAHI_AdcPoll(void)* fonksiyonu analog sayısal çeviricinin kesmeleri *vAHI_ApConfigure()* fonksiyonu kullanılarak devre dışı bırakıldığında, çıkıştaki sayısala çevrilmiş değeri okumadan hemen önce kullanılır.

u16AHI_AdcRead()

Bu fonksiyon, analog sayısal çeviricinin çıkışında bulunan sayısala çevrilmiş haldeki en güncel değeri okur. Fonksiyonun döndürdüğü 16 bitlik değer düşük anlamlı ilk 12 biti sayısala çevrilmiş veriyi tutar.

bAadc_Init()

Bu fonksiyonun içerisinde yukarıda bahsedilen fonksiyonlardan yararlanılarak analog sayısal çeviricinin ayarları yapılır.

bAdc_ReadSingle()

Bu fonksiyonla analog sayısal çeviricinin *vAHI_AdcEnable()* fonksiyonu ile belirlenen **pin-uc** girişinden alınan analog değerin sayısal çevrilmiş sonucu *u16AHI_AdcRead()* fonksiyonu çağrılarak *uint32* tipinden bir pointer olan *pValue* değişkeninin gösterdiği yere bu sonuç yazılır. Eğer analog sayısal çeviricinin çıkışındaki değer okunamazsa fonksiyon FALSE döndürür.

5.3 SMS Gönderme

Bu bölümde, analog sayısal çeviricinin çıkışında okunan gerilim değerinin belirlenen bir cep telefonu numarasına SMS aracılığıyla aktarılabilmesi için kullanılan fonksiyonlar ve kod parçaları açıklanacaktır.

Öncelikle *app_gsm.h* ve *app_gsm.c* dosyalarında bulunan kod parçaları ve SMS gönderebilmek için gerekli ayarların yapılmasını sağlayan fonksiyonlar incelenecektir.

app_gsm.c

Bu dosyanın içerisinde bulunan *OS_TASK()* kullanıcı **tasklarını-görevlerini** tanımlayan bir makrodur ve koda ancak bu **taskla-görevlerle** ilgili kesmeler ve sayaçlarla ilgili bağlantıları belirtilerek eklenebilir.

App_taskUart1Reader ile adlandırılan **taskgörev**, GSM modül mikrodenetçiye UART1 girişinden bağlandığı için bu girişten gelecek kesmelerle tetiklenir ve *vProcessGSMEvent()* fonksiyonunu çağırarak GSM modülün okunmasını sağlar.

App_taskGsm **task-görevi** ise *executeGSMEvent()* fonksiyonunu çağırarak mikrodenetçiyle GSM modül bağlantısının kurulabilmesi için gerekli olan AT komutlarını GSM modüle gönderir.

App_taskGsmConnectionScan **task-görevi** ile GSM bağlantısının kurulup kurulmadığı belirli aralıklarla sorgulanır ve bağlantı kurulmadıysa tekrar bağlantı kurulmaya çalışılır.

App_taskGSMTIMEOUT **task-görevi** GSM modülde yürütülen işlem durdurulur ve başlangıç ayarları yeniden yapılandırılır.

App_taskGSMReset **task-görevi** akıllı birim üzerindeki GSM modül reset girişi aktif olduğunda GSM modülün yeniden başlatılmasını sağlar.

vGSM_init()

app_gsm.c dosyasında bulunan bu fonksiyon ile GSM modülün başlatılması için gerekli başlangıç ayarları yapılır.

bGSM_SmsSendMsg()

Bu fonksiyonun aldığı parametreler şunlardır:

- const char* szDestNbr
- const char* szMsg

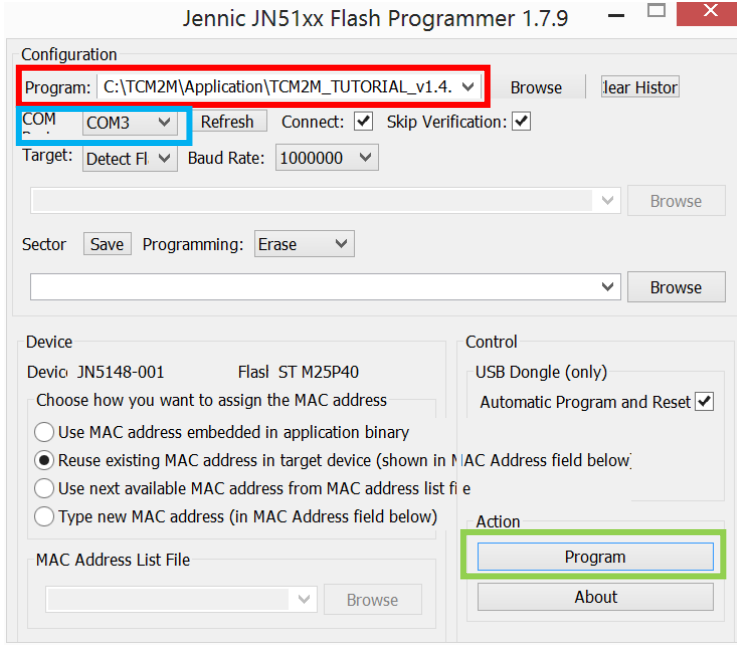
Karakter katarı tipinden olan szDestNbr değişkenine App_taskSendRequest taşkında belirlenen telefon numarası atanır. Yine aynı [task-görev](#) içerisinde SMS olarak gönderilmesi istenen mesaj szMsg değişkeniyle bu fonksiyona gönderilerek SMS gönderme işlemi tamamlanır. Eğer işlem başarısız olursa fonksiyon FALSE değeri döndürür.

App_taskSendRequest()

Bu [task-görev](#) analog sayısal çeviriciden okunan değerini belirli aralıklarla SMS aracılığıyla gönderilebilmesi için bir sayaçla tetiklenmektedir. [Task-Görev](#) içerisinde *bInit()* fonksiyonu çağırılarak sonuç TRUE dönüyorsa, yani analog sayısal çeviricinin ayarlamaları düzgün bir şekilde yapılandırılmışsa *bAdc_ReadSingle()* fonksiyonu çağırılır. Bu fonksiyon ile analog sayısal çeviricinin değeri okunması istenen pin numarası belirtilerek çıkış değerinin okunur. Eğer okuma işlemi başarılı bir şekilde tamamlanırsa analog sayısal çeviricinin çıkışında okunan gerilim değerinin SMS çıktısında görülmesi istenecek şekilde formatı ayarlanır. stdlib.h kütüphanesine ait string işlemlerine ait fonksiyonlar tanınmadığından bazı matematiksel işlemler ve casting yöntemi kullanılarak 3 basamak şeklinde integer tipinde okunan değer karakter katarına dönüştürülmesi sağlanır. Böylelikle *bGSM_SmsSendMsg()* fonksiyonun parametre tipiyle uyumu sağlanır. Ayrıca kodun bu kısmında basit bir if kontrol yapısı ile analog sayısal çeviricinin çıkış gerilim değeri belirlenen büyüklüğü aştığında SMS olarak bir uyarı mesajı gönderilir. Böylelikle projede amaçlanan sıcaklık değerinin normal şartlara uymaması durumunda uyarı gönderilmesi hedefi gerçekleştirilmiş olur.

5.4 Programın Akıllı Birime Aktarılması

Yazılan uygulamayı akıllı birime yükleyebilmek için Jennic tarafından mikroişlemcilere yazılım yükleme amacıyla geliştirilmiş *Flash Programmer GUI* programı kullanılmıştır. Uygulamayı yükleyebilmek için Şekil 5.2’de kırmızı ile belirtilen program alanına yazılan uygulamanın .bin dosyasının yolu yazılır. Mavi ile belirtilmiş COM seçeneğinden akıllı birimin bilgisayara bağlı olduğu COM Port seçilir. Daha sonra Program butonuna basarak uygulamanın akıllı birime aktarılması sağlanmış olur.



Şekil 5.2: Flash Programmer GUI

6 DENEYSEL SONUÇLAR

Raporun bu bölümünde Giyilebilir Sağlık İzleme Sistemi'nin kapsamında gerçekleştirilmiş sistemin değişik sıcaklık değerleriyle gerçek ortamda denenmesi sonucunda ürettiği çıktılar değerlendirilecektir. Böylelikle gerçekleştirilen sistemin algılaması gereken değişiklikleri algılayıp algılamadığı ve istenen SMS'i başarılı bir biçimde iletip ilemediği gözlenecektir:

Akıllı birimden beklenen 30°C'ye kadar olan sıcaklık değerlerinde SMS olarak bu sıcaklık değerini iletmesi, 30°C'nin üzerindeki sıcaklık değerlerinde ise SMS olarak bir uyarı mesajı göndermesidir. Birçok kez tekrarlanan denemeler neticesinde beklenen çıktılar Şekil 6.1'de görüldüğü gibi başarılı bir şekilde elde edilmiştir.



Şekil 6.1: Akıllı birimden gelen SMS'ler

7 SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalar sonucunda giyilebilir duyargalar kullanılarak hastanın ya da sağlıklı bireylerin günlük yaşantılarını aksatmasına neden olmadan fizyolojik sinyalleriyle ilgili ölçümlerin yapılabileceği ve bu ölçüm sonuçlarının mikrodenetçi ya da DSP temelli bir akıllı birimde değerlendirilerek ilgili kişiye ya da değerlendirme merkezine bilgi aktarılabilceğinin mümkün olduğu görülmüştür.

Proje kapsamında ise yukarıda bahsedilen sağlık izleme sistemi temel olarak tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Kablosuz duyargaların kullanılması ve karmaşık sinyal işleme hesaplamaları bu çalışma dışında bırakılmıştır. Daha kapsamlı ve uzun süreli bir araştırmayla akıllı birimin içerdiği mikrodenetçinin kablosuz haberleşme özelliği kullanılarak kablosuz duyargaların bu birime veri iletmesi sağlanabilir ve gerçekleştirilen akıllı birim üretim aşamasında hastayı rahatsız etmeyecek şekilde taşınabilir hale getirilebilir. Ayrıca bazı sağlık kuruluşlarıyla anlaşma sağlanarak ambulans, tedavi ve hastanede yer ayırılması gibi süreçler ve yine sağlık kuruluşlarıyla anlaşarak kurulacak olan değerlendirme birimi doğal olarak bu proje dışında bırakılmıştır.

Gerçekleştirilen sistem oldukça temel ve basit olmasına rağmen istenen işlemleri gerçekleştirdiği için kabul edilebilir düzeyde başarı sağlanmıştır.

8 KAYNAKLAR

[1] Hodgins, D. (2007). Healthy Aims Overview. *4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks*. Germany: RWTH Aachen University.

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

[2] Oliver, N., & Mangas, F. F. (2007). *HealthGear: A Real-time Wearable System for Monitoring and Analyzing Physiological Signals*. USA: Microsoft Research.

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

[3] AMON: A Wearable Multiparameter Medical Monitoring and Alert System. (2004). *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, vol: 8, 415 - 427.

[4] M. J. Morón, J. R.-E. (2007). A Smart Phone-based Personal Area Network for Remote Monitoring of Biosignals. *4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks* (s. 116-121). Germany: RWTH Aachen.

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

[5] Adalı, E. (1996). *Mikrobilgisayar Uygulamalı Gerçek Zaman Dizgeleri*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

[6] Adalı, E. (2004). *Mikroişlemciler Mikrobilgisayarlar*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap

[7] Burak Berk Üstündağ, "Lecture Notes Digital Signal Process Lab.", 2012

[8] Texas Instruments, "Precision Centigrade Temperature Sensors", LM35 datasheet, August 1999 [Revised July 2013].

[9] NXP, "IEEE802.15.4 Wireless Microcontroller", JN5148-001 datasheet, Dec. 2008 [Revised Sept. 2012].

[10] Telit, "GSM GPRS", GL865-DUAL datasheet, Oct. 2012

Biçimlendirilmiş: Yazım veya dilbilgisi denetimi yap