



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



GPS'Lİ ÇOCUK SAATİ TASARIMI

031611110

Mehmet Fatih Karabaş

031611079

Enes Gülmez

PROJE HAZIRLIK

BURSA 2019

T.C
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GPS'Lİ ÇOCUK SAATİ TASARIMI

031611110
Mehmet Fatih Karabaş

031611079
Enes Gülmez

Projenin Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. İsmail Tekin

Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu Proje Hazırlık çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri, akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimizi
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları, bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumuzu
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda, ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumuzu
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimizi
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımızı
- Bu tezin herhangi bir bölümünü üniversitemde veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımızı

beyan ederiz.

30.12.2019

Mehmet Fatih Karabaş

Enes Gülmez

Danışmanlığında hazırlanan Proje Hazırlık çalışması, tarafımdan kontrol edilmiştir.

Öğr. Gör. Dr. İsmail Tekin

ÖZET

Günümüzde ebeveynlerin en büyük endişelerinden biri de çocukları birlikte değilken güvende olup olmadıklarıdır. Cep telefonları ile bu kaygıları gidermek mümkünse de cep telefonlarının çocuklar üzerinde olumsuz etkileri oldukları da bilinmektedir. Bu sebepten dolayı ebeveynlerin, belirledikleri telefon numaraları ile telefon görüşmesi yapabilecek ve anlık konum bilgisini paylaşabilen bir GPS'li Çocuk Saati tasarımı yapılmasına karar verilmiştir. Saat dört ana bölümden oluşmaktadır. Saatin telefon görüşmesi yapması ve SMS gönderip alması için GSM, konum bilgisini alması için GPS, internet üzerinden bilgileri aktarılması GPRS kullanılması öngörülmüştür. Saatin özelliklerine uygun modüller seçilmiştir. Birinci olarak GPS ve GSM/GPRS modülleri araştırılmış ve birleşik modül kullanılması karar verilmiştir. Birleşik modül kullanılarak alandan tasarruf edilmiştir. İkinci olarak batarya süresi düşünülerek düşük güç tüketimi olan bir mikrodenetleyici seçimi yapılmıştır. Üçüncü olarak da ultra düşük güç tüketimi olan bir ekran seçimi yapılmıştır. Son olarak saate uygun batarya kapasitesine sahip batarya seçilmiştir. Kullanılan teknolojiler ve seçilen modüllerin özellikleri anlatılmıştır.

ABSTRACT

One of the major concerns of parents today is whether or not their children are safe when they are not together. Although it is possible to overcome these concerns with mobile phones, it is known that mobile phones have negative effects on children. For this reason, it was decided to design a GPS Child Watch that can make phone calls and share instant location information. The watch consists of four main parts. It is envisaged that the watch will use GSM to make phone calls and send and receive SMS, GPS to receive location information, GPRS to transfer information over the internet. Modules are selected according to the features of the watch. Firstly, GPS and GSM / GPRS modules were investigated and it was decided to use combined modules. Space is saved by using a combined module. Secondly, a microcontroller with low power consumption was chosen considering the battery time. Third, a display with an ultra low power consumption has been selected. Finally, the battery with the appropriate battery capacity has been selected. The technologies used and the properties of the selected modules are explained.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. GNSS	2
2.1. GNSS Bölümleri	2
2.1.1 Uzay Bölümü	2
2.1.2. Kontrol Bölümü	3
2.1.3. Kullanıcı Bölümü.....	3
2.1.4. GNSS Antenleri	4
2.1.5. GNSS Alıcıları	4
2.2.GNSS Kullanım Alanları	5
2.2.1. Ulaşım	5
2.2.2. Makine Kontrolü	5
2.2.3. Savunma Sanayisi	6
2.3. GNSS Konum Belirleme Hataları.....	6
2.3.1. Uydu Pozisyonu	6
2.3.2. Uydu Saat Hatası.....	6
2.3.3. Alıcı Saat Hatası.....	6
2.3.4. Uydu Yörünge Hatası.....	7
2.3.5. İyonosferik Hatalar.....	7
2.3.6. Troposferik Hatalar	7

2.3.7. Çok Yollu (Multipath) Hataları.....	8
2.3.8. Alıcı Gürültü Hataları	9
2.4. GPS	9
2.4.1. GPS Tarihi.....	10
2.4.2. GPS Sinyali	10
2.4.3. GPS Çalışma Şekli	11
3. GSM/GPRS	13
3.1. GSM.....	13
3.2. GPRS.....	15
3.3. GSM MİMARİSİ	16
3.3.1. Mobil İstasyonu (MS: Mobil Station).....	16
3.3.2. Baz İstasyonun Alt Sistemi (BSS)	17
3.3.2.1. Temel Taşıyıcı İstasyonu (BTS)	17
3.3.2.2. Baz İstasyonu Kontrolörü (BSC)	18
3.3.3. Şebeke Alt Sistemi	19
3.3.3.1. Mobil Anahtarlama Merkezi (MSC).....	19
3.3.3.2. Dahili Yedek Kaydedicisi (HLR)	20
3.3.3.3. Ziyaretçi Yer Kaydedicisi (VLR).....	20
3.3.3.4. Tanımlama Merkezi (AuC).....	20
3.3.3.5. Cihaz Kimlik Kütüğü (EIR).....	21
3.3.4. İşletme ve Bakım Merkezi (OMC)	21
3.3.5. Şebeke Kontrol Merkezi (NMC: Network Management Center).....	21
3.3.6. Hava Arayüzü.....	21
3.4 GPRS Mimarisi	23
3.4.1. Paket Kontrol Birimi (PCU)	23
3.4.2. GPRS Destek Düğümü Sunucusu (SGSN)	24

3.4.3. Geçit GPRS Destek Düğümü (GGSN)	25
3.5. GPRS SINIFLARI	26
3.5.1. A Sınıfı Cihazlar	26
3.5.2. B Sınıfı Cihazlar.....	26
3.5.3. C Sınıfı Cihazlar.....	26
3.6 Telit Ge310 Modülü.....	26
4. MİKROİŞLEMCİLER ve MİKRODENETLEYİCİLER	28
4.1. Mikroişlemci/Mikrodenetleyici Bileşenleri	29
4.1.1. Aritmetik Mantık Birimi (ALU)	29
4.1.2. Komut Çözücü (Instruction Decoder).....	29
4.1.3. Yazmaç Dizisi (Register Array).....	29
4.1.4. Kontrol Birimi (Control Unit).....	30
4.1.5. Program Belleği	30
4.1.6. Veri Belleği	30
4.1.7. Giriş-Çıkış Portları(I/O).....	30
4.1.8. Saat (Clock).....	30
4.2. Mikroişlemci Mimarileri.....	31
4.2.1. Harvard Mimarisi	31
4.2.2. Von Neumann Mimarisi.....	32
4.2.3. ARM Mimarisi	32
4.3. STM32L152RBH6A Mikrodenetleyicisi.....	33
5. EKRAN TEKNOLOJİLERİ	35
5.1. LCD (Liquid-Crystal Display/ Sıvı-Kristal Ekran).....	35
5.2. LCD Çalışma Prensipleri	35
5.3. Lcd Çalışma Modları	36
5.3.1. Twisted Nematic (TN)	36

5.3.2. Super Twister Nematic (STN)	36
5.3.3. Film Compensated Super Twisted Nematic (FSTN)	36
5.3.4. Thin-Film-Transistor (TFT)	36
5.4 E-Paper Teknolojisi	37
5.4.1. Elektroforetik Ekranlar	37
5.4.2. Electrowetting Ekranları	38
5.4.3. Kolestrik Ekranlar	40
5.5 LS013B7DH03 E-Paper Ekran	40
6. PİL TEKNOLOJİSİ	41
6.1. Lityum – Polimer Piller	41
7. SONUÇ	43
8. KAYNAKÇA	44
9. TEŞEKKÜR	47
10. ÖZGEÇMİŞ	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Temsili GNSS Uyduları ve Yörüngeleri.....	2
Şekil 2.2 GNSS Kullanıcı Bölümü Bileşenleri	3
Şekil 2.3 Çeşitli GNSS Antenleri.....	4
Şekil 2.4 Çeşitli GNSS Alıcıları	4
Şekil 2.5 Atmosferin Katmanları	8
Şekil 2.6 Direkt ve Çoklu GPS Sinyal Yolları.....	8
Şekil 2.7 İki ve Üç Boyutlu Trilateration Mekanikleri	12
Şekil 3.1 Mobil Veri Trafiği Tahmini.....	14
Şekil 3.2 GSM Mimarisi	16
Şekil 3.3 Sim Kart Örneği.....	17
Şekil 3.4 BTS Mimarisi	18
Şekil 3.5 GPRS Mimarisi.....	23
Şekil 3.6 SGSN, GGSN ve GTP protokolü	25
Şekil 4.1 Mikrodenetleyicilerin Ortak Bileşenleri	30
Şekil 4.2 Harvard Mimarisi Genel Görünümü.....	31
Şekil 4.3 Von Neumann Mimarisi Genel Görünümü	32
Şekil 4.4 STM32L152RBH6A Mikrodenetleyicisinin Devre Diyagramı	34
Şekil 5.1 Elektroforetik Ekranlar	38
Şekil 5.2 Electrowetting Prensibi.....	39
Şekil 6.1 PX502030 Li-Po Pil.....	42
Şekil 7.1 Proje Bileşenleri.....	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 GPS Uydularının Özellikleri.....	9
Çizelge 2.2 GPS Sinyal Karakteristikleri.....	10
Çizelge 3.1 Baz İstasyonu Kontrolörünün (BSC) Trafik Özellikleri.....	19
Çizelge 5.1 Ekranların Karşılaştırılması.	40
Çizelge 7.1 Maliyet Tablosu	43

1. GİRİŞ

Teknolojinin dünyaya sunduğu imkanlar elbette ki günden güne hızla artmakta ve gelişmektedir. Sayısız yenilik arasında şüphesiz insanlığın en yoğun kullanımına sahip alanların başında iletişim teknolojileri gelmektedir. Cep telefonları bu alandaki teknolojilere verilebilecek güzel bir örnektir. Cep telefonu sektörü artan özelliklerinin etkisiyle de gelişiminde hızlı bir ivme kazanmıştır. Çocukların cep telefonunu kullanımının artışındaki önemli etkenler yeni nesil cep telefonlarının eski nesil cep telefonlarına görece artan ekran boyutları, günden güne kolaylaşan kullanımı, hızla gelişen internet teknolojisi sayesinde çocuklara hitap eden içerik ve oyunlara kolaylıkla erişilebilmesi ve çocukların yetişkinlere göre daha hızlı olan adaptasyon yeteneğidir. Diğer yandan bu teknolojilerin çocuklar tarafından kontrolsüz biçimde kullanılmasının çocuk gelişimine olası olumsuz etkileri ebeveynler için tedirginlik oluşturan bir faktördür. Bu alanda 916 katılımcı ile yapılmış bir araştırmada pediatrik göz kuruluğunun cep telefonu kullanım süresi ile yakında ilişkili olduğu belirlenmiştir [1]. Diğer yandan ebeveynlerin çocuklarıyla iletişimi ve cep telefonları uygulamaları sayesinde çocuklarının yeri hakkında bilgi sahibi olabilmesi cep telefonlarının çocuk-ebeveyn ilişkilerine katkılarının yadsınamaz gerçekleridir. Bu tasarım çalışmasında cep telefonunun çocuklar üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri düşünülerek tasarlanmış GSM ve GPS teknolojilerine sahip bir saatin çekirdek aile içi faydaları dışında da Alzheimer rahatsızlığına ya da fiziksel engele sahip bireyler açısından da faydaları olacağı düşünülerek GPS’li Çocuk Saati tasarımının yapılmasına karar verilmiştir.

2. GNSS

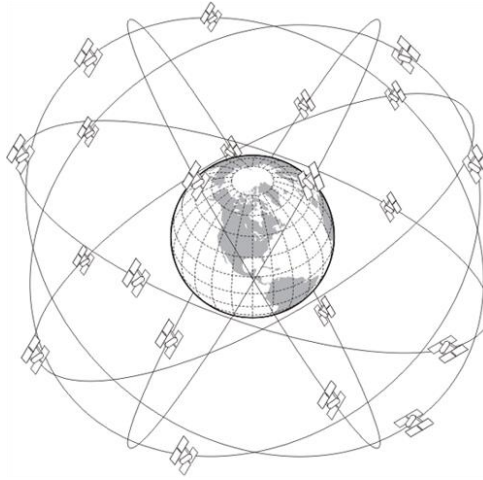
GNSS (Global Navigation Satellite System/Küresel Konumlandırma Uydu Sistemi) uzaydan yayınlanan radyo dalgalarının yeryüzündeki elektronik alıcılara ulaşmasıyla alıcıların bulundukları noktanın enlem, boylam, yüksekliğini ve bulunduğu noktada yerel saatin kaç olduğunu tam olarak hesaplayabilmesini sağlayan sistemin adıdır. GNSS prensipleriyle çalışan sistemler dünyanın farklı bölgelerinde farklı isimler ile isimlendirilmiş. Bunlardan başlıcaları;

- GPS (ABD)
- GLONASS (Rusya)
- BeiDou (Çin)
- Galileo (AB)'dir. GNSS teknolojileri arasında sadece GPS ve GLONASS sistemleri tamamen kullanılabilir durumdadır.

2.1. GNSS Bölümleri

2.1.1 Uzay Bölümü

GNSS sistemini uzay bölümü yörüngede sabit dönüş hareketine sahip uydulardan oluşmaktadır. Bu uydular dünya yüzeyinden yaklaşık 20.000 km'lik yükseklikte bir yörüngede dönmektedir. GNSS sistemindeki her uydu konumu ve konumundaki saatin bilgilerini içeren bir radyo dalgası yayınlr. Şekil 2.1 de uyduların ve yörüngelerinin bir temsili verilmiştir.



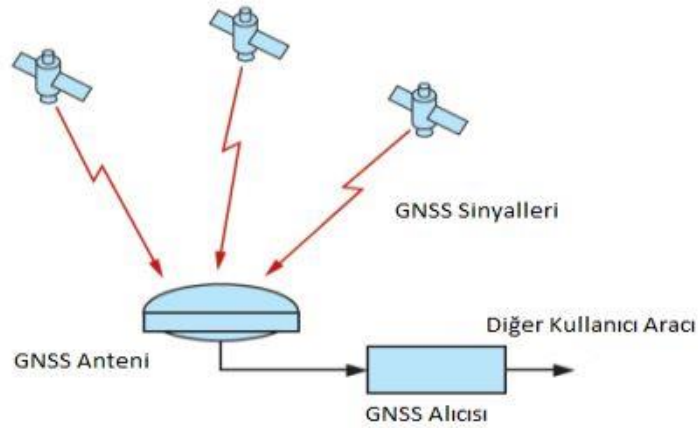
Şekil 2.1 Temsili GNSS Uyduları ve Yörüngeleri

2.1.2. Kontrol Bölümü

Bu bölüm gözlem istasyonları, ana kontrol istasyonu ve kara uyduları oluşur. Gözlem istasyonları GNSS uydularının sağlıklı ve doğru bir şekilde çalışmaya devam etmesini sağlamaktır. İstasyonlar, GNSS uydularından aldıkları verileri inceleyerek, uydulardan kaynaklanan hataları belirler. Belirlenen bu hatalar, veri güncelleme istasyonları aracılığıyla GNSS uydularına gönderilir. GNSS uyduları düzeltmeleri kullanarak hatalarını düzeltir. Böylece GNSS uydularının verimli bir şekilde çalışması sağlanmaktadır.

2.1.3. Kullanıcı Bölümü

GNSS kullanıcı bölümünün iki temel bileşeni GNSS alıcıları ve antenleridir. GNSS antenlerinin ve alıcılarının fiziksel yapısı kullanılacak olan uygulamaya bağlı olarak tümleşik ya da ayrı olabilir. Şekil 2.1 de GNSS kullanıcı bölümünün bileşenleri gösterilmiştir. GNSS anteninin ve alıcısının kalitesi konumun hassas belirlenmesinde önem arz etmektedir.



Şekil 2.2 GNSS Kullanıcı Bölümü Bileşenleri

2.1.4. GNSS Antenleri

GNSS antenleri, GNSS uydularından yayılan radyo sinyallerini toplar ve topladıkları sinyalleri GNSS alıcısına iletir. GNSS antenleri farklı performans, şekil ve boyda olmak üzere çeşitlilik gösterir (Şekil 2.3). GNSS anteni belirlemede ilk etken yapılacak uygulamanın niteliğidir. Büyük boyuttaki GNSS anteni referans istasyonları için daha uygun iken, aerodinamik yapıdaki GNSS antenleri hava araçları ya da küçük boyutlardaki antenlerin kullanımı mobil uygulamalar için daha verimlidir.



Şekil 2.3 Çeşitli GNSS Antenleri

2.1.5. GNSS Alıcıları

GNSS alıcıları, GNSS anteni tarafından toplanan uydu sinyallerindeki mesaj bilgilerini kullanarak, yön, zaman ve konum gibi bilgileri elde edebilirler. Alıcılar, bir GNSS uydu konumlandırma sisteminden ya da birden çok uydu konumlandırma sisteminden gelen sinyalleri kullanacak biçimde tasarlanabilirler. Kullanılacak GNSS



Şekil 2.4 Çeşitli GNSS Alıcıları

alıcısının belirlenmesinde yine en önemli etken uygulamanın niteliğidir. Farklı yapı, şekil ve özelliklere sahip çeşitleri bulunmaktadır. Şekil 2.4'te çeşitli biçimdeki GNSS alıcıları gösterilmiştir.

2.2.GNSS Kullanım Alanları

GNSS; ulaşım, makine kontrol, savunma, denizcilik, haritacılık, liman otomasyonu, insansız hava araçları, inşaat gibi alanlarda kullanılmaktadır. GNSS, doğal afetlerin getirdiği kaybın azaltılması gibi etkileri sebebiyle de teknolojinin insan konforu dışında olan katkılarının bir göstergesidir. GNSS alıcılarının teknolojinin gelişimiyle küçülmesi ve enerji tüketiminin azalması alıcıların mobil cihazlara entegrasyonunu kolaylaştırmış ve büyüyen mobil cihaz pazarında GNSS sistemlerinin kolaylıkla yer bulabilmesini sağlamıştır. GNSS sistemlerinin yer aldığı önemli uygulamalardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

2.2.1. Ulaşım

GNSS teknolojisi; demiryolu, havayolu denizyolu, karayolu ulaşımında kullanılır. Demiryolunda trenin konumunu hassas bir şekilde belirlemek, kazaları, gecikmeleri, iş maliyetlerini azaltırken, güvenliği, tren taşıma kapasitesini artırır. Karayolunda taşıtların konumlarının belirlenmesi, yol trafiğinin düzenlenmesini sağlar ve sürüş güvenliğini artırır. Hava taşımacılığında konum belirleme, uçağın kalkışı ve inişi arasında geçen sürede yapılmaktadır. Uçak havadayken konumunun bilinmesi, olası bir çarpışmayı önlemesi bakımından önemlidir. GNSS teknolojisi deniz ulaşımında, olası bir tehlike anında konum belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Botlar ve gemiler, dünyanın tüm denizlerini, göllerini, okyanuslarını bulmak için GNSS sistemini kullanırlar. Denizcilikte kullanılan GNSS birimlerinin, neme karşı dayanıklı olması önem arz eder.

2.2.2. Makine Kontrolü

GNSS sistemi, iş makinelerinde ve tarım araçlarında da kullanıldığında makine kontrollü GNSS teknolojisi, çalışmanın verimliliğini ve doğruluğunu artırır, iş ve veri yönetimini kolaylaştırır.

2.2.3. Savunma Sanayisi

GNSS teknolojisi savunma sanayisinde, navigasyon, arama kurtarma, askeri keşif ve insansız hava araçları, cephane bulma gibi alanlarda kullanılmaktadır.

2.3. GNSS Konum Belirleme Hataları

GNSS sinyali, yeryüzüne ulaşması için yaklaşık 20.000 km'lik bir mesafe kat etmesi gerekir. Mesafenin uzunluğu sinyalin yer yer zayıflamasına neden olur. GNSS alıcısının, zayıflamış sinyali alabilmesi için yüksek hassasiyetli olması gerekir [2].

GNSS ölçüm sonuçları, tam olarak doğru değildir. Bu ölçüm hassasiyetini olumsuz olarak etkileyen sebepler vardır. Bunlar, uydu pozisyonu, uydu saat hatası, alıcı saat hatası, uydu yörünge hatası, iyonosferik ve troposferik etmenler, alıcı gürültü hatası ve sinyal yansımalarıdır [3].

2.3.1. Uydu Pozisyonu

GNSS uydularının sayısı ve pozisyonu, konumlandırma hassasiyetini etkiler. Dilution of Precision (DOP) ifadesi, görünür uyduların geometrik dağılımıyla ilgilidir. GNSS sinyalleri, uyduların yeri ve düzensiz çalışmasından etkilenir.

2.3.2. Uydu Saat Hatası

NSS uydu saati düzgün bir şekilde çalışıyor olsa bile, uydu saatinde meydana gelecek en ufak bir kayma GNSS alıcısının doğruluğunda hatalara sebep olur. Bu kayma günde 9 ile 18 ns aralığında değişmektedir. GNSS kontrol bölümü, GNSS uydularının saatlerini takip eder ve herhangi bir kayma tespit ettiğinde düzeltir yapılan çalışmada uydu saat hatalarının etkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, uydu saat hataları 0-7 ns aralığında olması durumunda, pseudorange hatası 0-2,1 m olarak hesaplanmış olup, uydu saatinde meydana gelecek kritik bir saat hatası, pseudorange hatasını 1 km'nin üzerinde çıkarabilmektedir [4].

2.3.3. Alıcı Saat Hatası

Frekans kaynağının kalitesi, GNSS pozisyon doğruluğunu önemli ölçüde etkiler. İyi bir alıcı saatinin olması (frekansın kararlı olması) GNSS pozisyon doğruluğunu arttırmaktadır

2.3.4. Uydu Yörünge Hatası

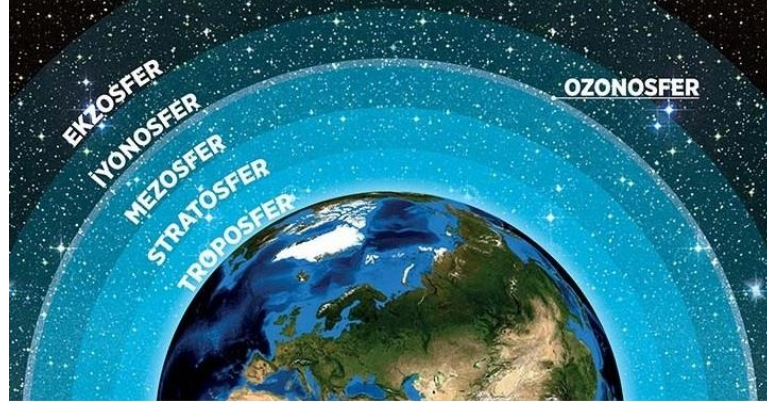
Uydu yörüngesinde meydana gelen herhangi bir hata, özellikle gerçek zamanlı konum belirlenmesinde önemli hatalara sebep olur. [5]'de yapılan çalışmada, gerçek zamanlı konum belirlenmesinde uydu yörünge ve saat hataları sonuçları birlikte ele alınmıştır. Çalışma sonuçlarında, nokta konumlandırma, uydu saat hatalarının uydu yörünge hatalarına göre daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ancak göreceli konumlandırma, uydu yörünge hataları, uydu saat hatalarına göre daha etkin olduğu fark edilmiştir.

2.3.5. İyonosferik Hatalar

İyonosfer, atmosferin serbest elektron yoğunluğunun fazla olduğu katmanıdır. Bu katman, elektromanyetik radyo dalgaların yayılmasını etkiler. Sinyaller, uydudan alıcıya doğru hareket ederken, İyonosfer katmanında, sinyalin hızı değişebilir. Bu durum, kod ve taşıyıcı faz gözlemlerinde gecikmeye sebep olur. GNSS ile konumlandırma yapıldığında, iyonosferik gecikme, hata kaynaklarının en önemlisidir [6]. İyonosfer katmanındaki elektron yoğunluğu, gece gündüze, mevsimlere, enleme ve boylama göre değişiklik gösterir. Bu elektron yoğunluğu, konum hassasiyetini önemli ölçüde etkiler. Bu yüzden, hassas bir şekilde konum belirlenirken, iyi bir İyonosferik model kullanması gerekir.

2.3.6. Troposferik Hatalar

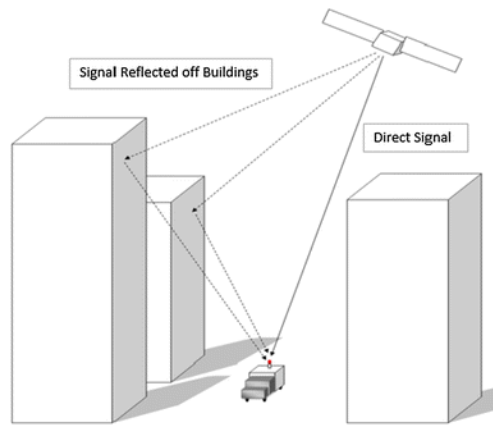
Dünya yüzeyine en yakın olan katman Troposferdir. Troposferdeki, iklim, nem, sıcaklık değişimi gibi nedenler, troposfer katmanından geçen GNSS sinyalini geciktirir. Troposferik gecikme, hidrostatik ve nem gecikmelerinden oluşur. Hidrostatik gecikme, hava basıncı ve sıcaklıkla ilişkilidir. Nem gecikmesi ise havadaki su buharı ile ilişkilidir. Troposfer katmanı, elektron yoğunluğunun olmadığı bir katmandır. Bu yüzden, GNSS sinyali İyonosfer katmanına göre, Troposfer katmanında daha az gecikmeye uğrar. Hassas konum belirlenirken, uygun bir Troposferik model kullanılmalıdır. Şekil 2.5'te Atmosferin katmanlar gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Atmosferin Katmanları

2.3.7. Çok Yollu (Multipath) Hataları

Multipath, GNSS sinyalinin yansıması ya da kırılması sonucu, farklı yönlerden GNSS antenine gelmesi olarak tanımlanır. GNSS alıcısında, Multipath çeşitli parametrelerle karakterize edilebilir. Bunlar, yansıyan sinyalin genliği, yol gecikmesi, yansıyan sinyalin faz miktarı ve faz oranıdır. Şekil 2.6 da GNSS uydusundan, GNSS alıcısına düz olarak ve alıcı yakınındaki binadan yansıyarak (Multipath) gelen sinyal gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Direkt ve Çoklu GPS Sinyal Yolları

Yansıyan sinyal, GNSS antenine ulaşana kadar daha fazla yol kat eder. Bu durum sinyalin alıcıya geç ulaşmasına neden olur. Geciken bu sinyal, GNSS alıcısının hatalı konum belirlemesine sebep olur. Multipath hatalarını azaltmak için, yazılım, donanım ve hibrit yaklaşımlar gibi metotlar önerilir. Multipath hatalarını azaltmanın en kolay yöntemi; GNSS alıcısını yansıtıcı yüzeyden uzak bir yere yerleştirmektir. Son teknolojiye sahip anten ve alıcılar, multipath hatalarını düzeltme eğilimindedirler.

2.3.8. Alıcı Gürültü Hataları

Alıcı gürültü hataları, GNSS alıcısının donanım ve yazılımından kaynaklanır. Son teknolojiyle üretilmiş GNSS alıcıları, alıcı gürültüsünden kaynaklı konum belirleme hatalarını azaltacak şekilde tasarlanmaktadır.

2.4. GPS

GPS: Global Positioning System; Küresel Konumlama Sistemi. Engelsiz görüş hattında, tüm hava koşullarında yer ve zaman bilgileri sağlayan uzay zaman tabanlı uydu navigasyon sistemidir. Düzenli olarak kodlanmış bilgi yayınlayan yüksek yörüngedeki 32 uydudan oluşur. Bu uyduların 24 tanesi aktif ve 8 tanesi acil durumda arızalan uydunun yerine geçmesi için yedekte tutulur. Uydu-alıcı ağı, alıcı 4 ya da daha fazla uydu ile iletişimde olduğunda uydu-uydu ve uydu-alıcı arası mesafeleri analiz ederek Dünya üzerinde ya da atmosferindeki alıcının kesin yerini tespit etmeyi mümkün kılar. Çizelge 2.1’de GPS uydularının özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 GPS Uydularının Özellikleri

Uydu Sayısı	32 Uydu, 8 Yedek
Yörünge Düzlemi	6
Yörünge Eğimi	55°
Yörünge Yarıçapı	25.650 km

2.4.1. GPS Tarihi

GPS'in ilk kullanımı İkinci Dünya Savaşı'nın hemen sonrasına dayanmaktadır. Sistem, askeri planlarda ve güdümlü roketlerin kontrolünde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. İlk uydu Şubat 1978 tarihinde ABD tarafından fırlatılmış, 1980'lerde sivil kullanıma açılmış, 1994 yılında tam olarak işler hale getirilmiştir. Yüksek kaliteli sinyaller Mayıs 2000 tarihine kadar askeri amaçlı kullanılıp, bu tarih ile birlikte herkesin kullanımına ücretsiz olarak sunulmuştur. Bradford Parkinson, Roger L. Easton ve Ivan A. Getting'in icatları ile güçlendirilmiştir.

2.4.2. GPS Sinyali

GPS teknolojisi, Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA) teknolojisine dayanmaktadır. GPS uyduları, kimlik bilgileri, mesafe sinyalleri, uydu durumu bilgileri gibi bilgileri yayınlarlar. GPS uyduları uzay araç numaraları (SVC) ya da Pseudo Random Noise (PRN) ile tanımlanmaktadır. L1 ve L2 taşıyıcı sinyalleri üzerine modüle edilmiş kodlar, navigasyon mesajları, uydu saat bilgileri, yörünge parametreleriyle birlikte gönderilmektedir. Çizelge 2.2'de GPS sinyal karakteristikleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 GPS Sinyal Karakteristikleri [7]

Atama	Frekans	Tanım
L1	1575.42 MHz	İlk GPS sinyalidir. Sivil kullanıma Coarse/Acquisition Kod (C/A) ve askeri kullanıma Precision Kod (P-code) rezerve edilmiş olmak üzere iki farklı kodlamadan oluşur.
L2	1227,60 MHz	L2, P kodu ve IIR-M Blok uydularından başlayarak L2C (sivil) kodu tarafından modüle edilir. L1 taşıyıcı frekansından daha hızlıdır. Katı cisimlerin içerisinde daha iyi seyahat eder.
L5	1176.45 MHz	Modernize edilmiş GPS uyduları (Blok II-F ve üstü) L5 taşıyıcı frekansını kullanmaktadır. Sivil havacılık başta olmak üzere kritik can güvenliği uygulamaları gereksinimlerinin karşılaması için iyonosferik düzeltme, sinyal doğruluğu ve girişim reddi gibi özelliklerinin geliştirilmesi sağlanmıştır. L5 taşıyıcı frekansının 2021 yılına kadar 24 uydudan gelmesi beklenmektedir.

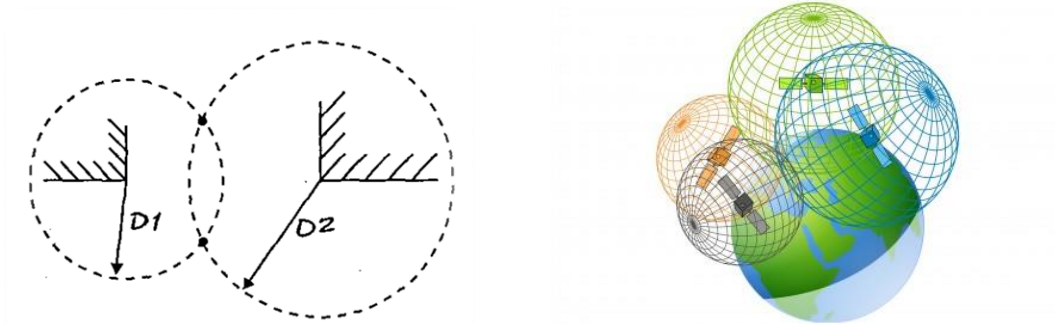
2.4.3. GPS Çalışma Şekli

Küresel Konumlama Sistemi sabit yüksek yörüngede 32 uydur, yörünge değişikliği güncellemeleri için kara uyduları ve dünya üzerinde ya da atmosferindeki alıcıların ortak çalışması ile 3 boyutlu trilateration mekaniklerinin kullanımıyla çalışmaktadır. Bu mekanik uyduları merkez alan, uydur ve alıcı arasındaki mesafe yarıçaplı hayali kürelerin kesişimi ile pozisyon tespitine dayanır.

Uydular bulundurdıkları atomik saat ile konumundaki zamanı ve sabit yörünge hareketi sebebiyle elde edebildiği pozisyon bilgisini radyo dalgaları ile yayınlar. Güneş ve ay etkileri yörüngelerde ufak değişikliklere neden olsa da kara uyduları yörünge bilgisini sürekli güncellemektedir. Alıcılar en az 4 uydudan aldığı zaman ve pozisyon bilgisinden kendisi ile uydular ve uydular arası mesafeleri analiz eder. Uydudan gelen radyo dalgası alıcıya ulaştığında alıcı radyo dalgasının geliş süresi bilgisine sahip olur. Radyo dalgalarının ışık hızında yayıldığı bilgisi analizde kullanılarak uydur-alıcı arası mesafe bilgileri alıcı tarafından hesaplanır. Bu mesafe pseudorange olarak isimlendirilir ve trilateration mekaniklerindeki hayali kürelerin yarıçapı olarak kullanılır.

Analizdeki önemli noktalardan birisi uydular için zamanın günde 38 mikrosaniye fark oluşturacak kadar daha hızlı akışıdır. [8] Bu fark dikkate alınmadan kurulan bir GPS sistemi sadece 2 dakika içinde hatalı sonuç üretmeye başlayacak, her gün biriken 10 kilometre [9] uzunluğunda hatalı pozisyona bilgisine karşılık gelecekti ve tüm sistemi anlamsızlaştıracaktı.

Trilateration mekanikleri için en iyi açıklama biçimi 2 boyutlu düzlemde bir pozisyon tespiti örneğidir. Bir sokak lambası 2 binanın köşesi arasında sabittir. (Şekil 2.7) 1. binanın köşesi (D1) ile sokak lambası arasındaki mesafe yarıçaplı, 1. bina köşesi merkezli bir çember ile 2. binanın köşesi ile sokak lambası arasındaki mesafe yarıçaplı, 2. bina köşesi (D2) merkezli bir çember 2 noktada kesişecek ve sokak lambasının olası 2 pozisyonu verecektir. Eğer 3. bir referans noktası eklenirse olası tek pozisyon kalmasıyla pozisyon tespit problemi çözülecektir. Küresel konumlamada yükseklik tespitini



Şekil 2.7 İki ve Üç Boyutlu Trilateration Mekanikleri

sağlamak için 3 boyutlu sisteme ve 3 boyutlu sistemde olası pozisyon sayısını 1'e düşürmek için 4 farklı referans noktasına ihtiyaç vardır. 3 boyutlu trilateration konumlanması, GPS için her bir uyduyu merkez alan ve uydu, alıcı arasındaki mesafe yarıçaplı en az 4 kürenin kesişiminin alıcının küresel pozisyon bilgisini taşımasına dayanır. Bu sayede en az 4 uydu ile iletişimde olan her alıcı tüm hava koşullarında bulunduğu pozisyon bilgisine sahip olur. (Şekil 2.7)

3. GSM/GPRS

3.1. GSM

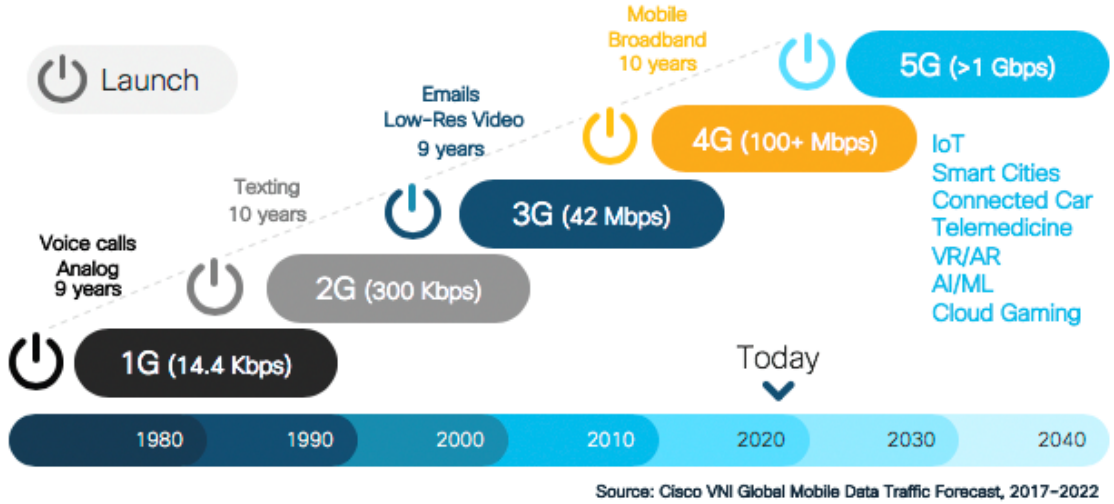
Hücreli sistemlerin ortaya çıkmasıyla mobil iletişim için yapılan en büyük adım gerçekleştirilmiştir. İlk olarak Bell Labs tarafından ortaya atılan hücreli sistem fikri daha sonraki dönemlerde geliştirilerek ilk hücreli sistem olan AMPS (Advanced Mobile Phone Service) Chicago'da 1979 yılında hayata geçirilmiştir. İskandinav ülkelerini kapsamı düşünülen NMT (Nordic Mobile Telephone) sistemi ise Kuzey Avrupa'da geliştirilmiştir. İngiltere'de AMPS sisteminin bir değişik versiyonu olan TACS (Total Access Communication System) sistemi 1985'de kullanılmaya başlanmıştır. Zaman içinde geliştirilen bu sistemler 1. nesil (1G) hücreli sistemler olarak kabul edilmiştir. Mobil iletişim sistemlerine duyulan ihtiyacı ve talebi geliştirilen 1G sistemleri karşılayamamış bu amaçla daha ileri teknolojiye sahip sistem arayışı başlamıştır. Tasarlanması planlanan yeni teknolojinin yüksek maliyetini hiçbir Avrupa ülkesinin tek başına karşılamayacağı ortaya çıkmıştır. Bu sebeple tüm Avrupa ülkelerinin ortak mobil iletişim ihtiyaçlarına cevap vermesi planlanan sayısal ve hücreli sistem GSM (Global Systems for Mobile Communications) ortaya çıkmıştır.

Küresel mobil iletişim sistemi olan GSM, Global System For Mobile Communications kelimelerinin baş harflerinden oluşmuştur. GSM tüm dünyada hücreli telefon standardına öncülük eden bir teknolojidir. 1982 yılında dijital kablosuz iletişim standardı olarak onaylanmıştır ve ilk kez Avrupa daha sonrasında Asya, Afrika gibi diğer ülkeler tarafından benimsenmiştir. İlk sistem 1991 yılında online idi ve GSM ilk zamanlar grup özel mobil (Group Special Mobile) olarak biliniyordu fakat şu anda küresel mobil iletişim sistemi (Global System For Mobile Communications) olarak temsil edilmektedir [10].

GSM dijital teknolojide ve zaman bölmeli çoklu erişim metodlarında kullanılır. GSM de ses ayırt edici insan sesini taklit eden özel bir kodlayıcı vasıtasıyla dijital olarak önceden düzenlenir. Bu iletim metodu çok yetkin bir hız/bilgi içerik oranı sağlar [11].

GSM ilk günlerden bu yana pek çok gelişim evresinden geçmiştir. Bunlar generation (nesil) kelimesinin baş harfi G ile adlandırılır. Şekil 3.1’de dünya genelinde mobil veri trafiği tahmini verilmiştir.

- 0G: İlk nesil sistemlerde, analog veri akışı kullanıldı.
- 2G: İkinci nesil sistemlerde sayısal veri akışı kullanıldı.
- 2.5G: İkinci nesil sistemlerde veri iletişimi (GPRS, EDGE) mümkün olmuştur.
- 3G: Hızlı veri transferi ve bant genişliğinin verimli kullanımı mümkün olmuştur.
- 4G: Mobil internet dönemini başlatmıştır. Yüksek şebeke kapasitesi, en az 100 Mbit/s veri hızı mümkün olmuştur.
- 5G: 5-20 Gbps veri hızlarına çıkması ve IoT gibi hizmetleri desteklemesi beklenmektedir [12].



Şekil 3.1 Mobil Veri Trafiği Tahmini

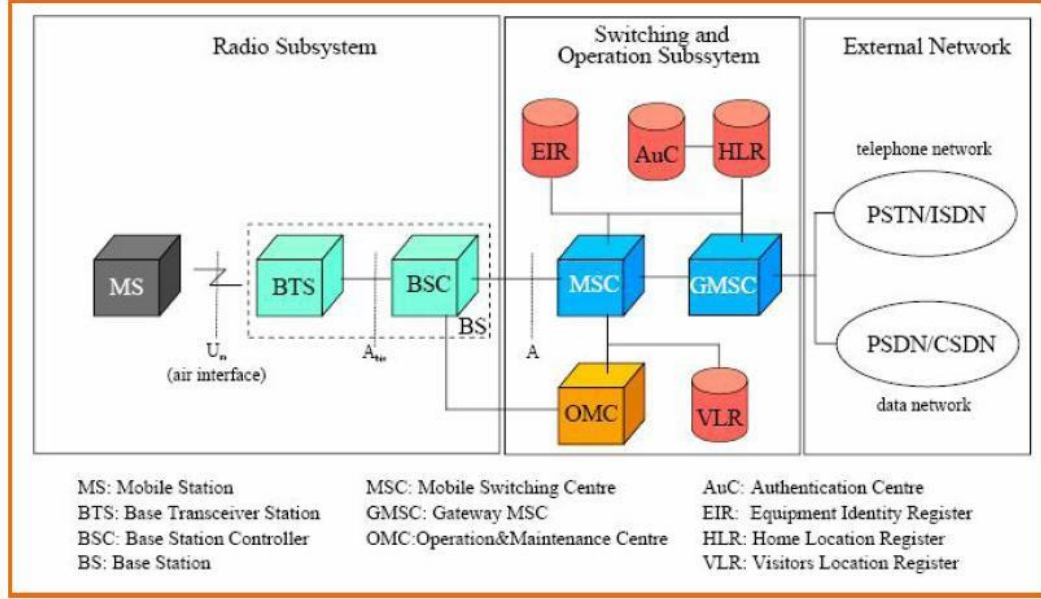
3.2. GPRS

GPRS teknolojisi, 2.5G teknolojisi ile birlikte geliştirilmiştir ve bu adım mobil iletişim teknolojileri için çok değerli bir adımdır. Çünkü bu teknoloji ile devre anahtarlama sistemlere ek olarak paket anahtarlama sistemler de kullanılmaya başlanmıştır. Paket anahtarlama sistemde etiketlenmiş birçok veri paketi vardır ve devre anahtarlama sistemlerde olduğu gibi verileri istenen adrese göndermek için veri paketlerine adanmış bir yol bulunmamaktadır. Dolayısı ile paketler herhangi bir yoldan en kısa sürede istenen adrese gönderilebilmektedir. GPRS, kısa mesajlara (SMS, Short Messaging Services) ek olarak çoklu ortam mesajlarının (MMS, Multimedia Messaging Services) alınmasına olanak sağlamaktadır. Böylece ses, resim, video gibi çoklu ortam içeriklerinin alınmasına ve sunumunu mümkün kılmaktadır. GPRS, yüksek hızlı kablolu internet imkânı sağlayan paket anahtarlama bir teknolojidir [13]. Paket anahtarlama sistemler aynı hattı birden fazla kullanıcının kullanabilmesine imkan sağlamaktadır. Ve burada bağlı olunan süre değil alınan veya gönderilen veri önemlidir. Yani kullanıcılar, gönderdikleri ve aldıkları veri kadar ödeme yaparlar. Bu hem mühendislik açısından hem de finansal açıdan ağına verimliliğinin, optimize edildiğinin de başka bir ifadesidir [14].

GPRS sistemleri mevcut GSM sistemleri üzerine geliştirilmiştir. GPRS sisteminde kullanıcı genel veri ağına, standart protokol adreslerini kullanarak bağlanabilirler. Bu protokol adresleri mobil istasyon GPRS ağına bağlı olduğu zaman etkinleşir.

3.3. GSM MİMARİSİ

Yönetilebilir bir iletişim sistemi yaratmanın en iyi yolu onu standart arayüzler kullanarak birbirine bağlanan çeşitli alt gruplara ayırmaktır. Bir GSM şebekesi Şekil 3.2’deki gibi üç gruba ayrılabilir; Mobil istasyon (MS), Baz istasyonu alt sistemi (BSS) ve şebeke alt sistemi (NSS) [15].



Şekil 3.2 GSM Mimarisi

3.3.1. Mobil İstasyonu (MS: Mobil Station)

Bir mobil istasyonundan bir “ahize”, bir “mobil”, bir “taşınabilir terminal” veya bir “mobil ekipman” (ME) olarak bahsedilebilir. Ayrıca, normalde çıkarılabilir bir SIM (GSM Abone Tanımlama Modülü: GSM Subscriber Identification Module) de içerir (Şekil 3.3’te gösterildiği gibi). Bu SIM kartı elektronik slayt şeklinde küçük bir mikrodenetleyicisi içeren küçük bir karttır ve SMS’leri ve isimleri kaydetmek için EEPROM hafızasına sahiptir. SIM kartı mobil telefonun içerisinde yerleştirilirince ikisi birlikte bir MS oluşturmaktadır. Her SIM kart Uluslararası Mobil Abone Numarası (IMSI: International Mobile Subscriber Identity) denilen benzersiz bir kimlik numarasına sahiptir.



Şekil 3.3 Sim Kart Örneği

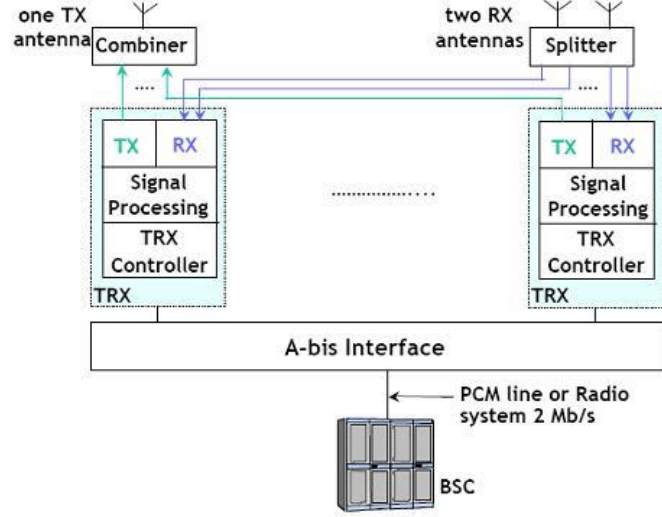
Mobil istasyonu, ses ve veri iletimi ve alımı sağlamanın yanı sıra, farkında olmadığımız zorlu bir dizi görevler de yerine getirir, örneğin kimlik doğrulama, bir hücresel ağ içinde bir hücreden diğer hücreye geçiş (handover), kodlama ve kanal kodlaması gibi. Bazı geliştirilmiş cihazlarda web erişimi ve multimedia uygulamalar için gerekli olan dijital konferans gerçekleştirme imkânı sunma gibi ek görevler de yerine getirebilir [16].

3.3.2. Baz İstasyonun Alt Sistemi (BSS)

Baz İstasyon Alt Sistemi (BSS: Base Station Subsystem) Temel Taşıyıcı İstasyon (BTS: Base Transceiver Stations) ve Baz İstasyonu Kontrolörü (BSC: Base Station Controller)’den oluşur [16].

3.3.2.1. Temel Taşıyıcı İstasyonu (BTS)

Mobilleri bir hücresel ağa bağlanmak için GSM BTS denilen bir dizi radyo alıcıları ve vericileri kullanılır (Şekil 3.4). BTS’lerin görevleri arasında kanal kodlama/kod çözme ve şifreleme/şifre çözme de yer alır. Bir BTS radyo vericileri ve alıcılardan, antenlerden, Atım Modu Modülasyonu (PCM: Pulse Code Modulation) arayüzünden, vb. elemanlardan oluşur. Ayrıca, BTS gerekli çağrı işleme kapasitesini sağlamak için bir veya daha fazla alıcı verici de içerebilir.



Şekil 3.4 BTS Mimarisi [32]

3.3.2.2. Baz İstasyonu Kontrolörü (BSC)

Bir grup BTS, onların radyo kaynaklarını yöneten belirli bir BSC'ye bağlıdır. Günümüzdeki yeni ve akıllı BTS'ler daha önce BSC'ler yerine getirilen birçok görevi ele almış durumdadır.

BSC'nin birincil işlevi arama kontrolüdür. Normalde mobil istasyonları her 480 ms'de bir "sinyal gücü alındı" diye BSC'ye bir rapor gönderirler. Bu bilgileri kullanarak BSC bir hücreden diğer hücreye geçiş (handover) işleminin başlaması, BTS verici gücünün değişmesi gibi kararlar verir [16]. Performans açısından BSC, ağda kritik bir unsur haline geldi, çünkü gerçek zamanlı radyo kaynağı yönetimi için tüm sinyal trafiğini ve protokol yönetimini yönetiyor (radyo bağlantıları, aktarıcılar vb. Bir BSC'nin tipik trafik karakteristikleri Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1 Baz İstasyonu Kontrolörünün (BSC) Trafik Özellikleri [17].

MSC ve BSC arasındaki trafik	
Mesaj Hızı (1 / s)	710
Aktarılan Veri Hacmi (bit / s)	$2,2 \cdot 10^6$
BSC ve BTS arasındaki trafik	
Mesaj Hızı (1 / s)	2600
Aktarılan Veri Hacmi (bit / s)	$7 \cdot 10^5$
BSC kümesine dahili trafik	
Mesaj Hızı (1 / s)	2200
Aktarılan Veri Hacmi (bit / s)	$1,9 \cdot 10^6$

3.3.3. Şebeke Alt Sistemi

Şebeke alt sistemi aşağıdaki beş birimden oluşur.

3.3.3.1. Mobil Anahtarlama Merkezi (MSC)

Mobil anahtarlama merkezi (MSC: Mobile Switching Center) bir Genel Aktarmalı Telefon Şebekesinin (PSTN: Public Switched Telephone Network) telefon kabinesi gibi işlev görür ve ayrıca bir mobil abonesini idare edebilmek için gereken tüm işlevselliği sağlar. Ayrıca, mobil telefon ve sabit telefon şebekelerin aralarında gerçekleştirilen aramaları kontrol eder ve Tümleşik Hizmetler Sayısal Şebekesi (ISDN: Integrated Services Digital Network) gibi diğer şebekelere erişim imkânı sağlar.

Bu kısım (MSC) şebekede çeşitli temel görevlerin yerine getirilmesinden sorumludur, örneğin kaydetme, kimlik doğrulama, yer güncellenme, handover ve dolaşan bir aboneye çağrı yönlendirir.

Şebeke Alt Sistemi ve ISDN ve PSTN gibi diğer şebekeler, kaydediciler (register) arasında verilerin alışverişinde Sinyalizasyon Sistemi 7 (SS7: Signaling System 7)

kullanılmaktadır. Ayrıca, MSC diğer şebekeler ile iletişime geçmek için Bağlantı Geçiş Merkezi (GMSC: Gateway MSC) denilen bir ağ geçidi fonksiyonuna sahiptir.

3.3.3.2. Dahili Yedek Kaydedicisi (HLR)

HLR (Home Location Register) mobil abonelerin yönetimi için kullanılan bir veritabanıdır. Bu veritabanında Uluslararası Mobil Abone Numarası (IMSI), Mobil Kullanıcının ISDN Numarası (MSISDN: Mobile Subscriber ISDN Number), ve Ziyaretçi Yer Kaydedicisi (VLR: Visitor Location Register) konum bilgileri saklanmaktadır. Orda her HLR'nin tarafından yönetilen mobil abonelere çağrı yönlendirebilmek için gereken her bir mobil istasyonun konumuyla ilgili bilgiler depolanmaktadır.

Ayrıca, HLR her MS ile ilişkili servisleri de sağlar. Bir HLR birkaç MSC'ye hizmet verebilir.

3.3.3.3. Ziyaretçi Yer Kaydedicisi (VLR)

VLR: Visitor Location Register. Bu kaydedici MS'nin mevcut konumu ve HLR yönetimi ile ilgili seçilmiş bilgileri saklamaktadır. Bu bilgiler bütün aramaların kontrolü ve o anda MSC yönetiminin altında olan bir bölgede bulunan abone hizmetlerinin sağlanması için gereklidir. Mobil abonenin bir bölgeden bir diğer bölgeye (yani bir MSC bölgesinden bir diğer MSC bölgesine) geçtiğinde VLR ve HLR arasında veri alışverişi yapılmaktadır. Bir VLR sadece bir MSC'ye bağlanır ve normalde MSC donanımında entegre edilir.

3.3.3.4. Tanımlama Merkezi (AuC)

AuC (Authentication Center) her abonenin SIM kartında saklanan gizli anahtarın bir kopyasını tutar. Bu anahtar radyo kanalı üzerinden kimlik doğrulama ve şifreleme için kullanılır. AuC dolandırıcılığa karşı ek güvenlik sağlar. Normalde bir GSM şebekesinin içinde her HLR'ye yakın bir yerde bulunmaktadır.

3.3.3.5. Cihaz Kimlik Kütüğü (EIR)

EIR (Equipment Identity Register) şebeke içindeki tüm geçerli mobil istasyonu donanımları bir listesini içeren bir veritabanıdır. Her mobil istasyon onun IMEI numarasıyla tanımlanır. EIR üç veritabanı içerir:

- Beyaz liste: Tüm yasal olarak tanınan telefonların IMEI'leri içindir.
- Kara liste: Yasadışı ya da çalıntı telefonların IMEI'leri içindir.
- Gri liste: Belirsiz telefonların IMEI'leri içindir.

3.3.4. İşletme ve Bakım Merkezi (OMC)

OMC (Operation and Maintenance Center), GSM fonksiyonel blokları denetleyen bir yönetim sistemidir. OMC, GSM şebekesinin yeterli çalışma korunmasında şebeke operatörüne yardımcı olur. Yanı sıra akıllı mekanizmalar kullanarak şebeke kesintilerini ve oluşan hataları tespit etmeye ve önlemeye yardımcı olur. Bu da şebekenin performansının artımına yol açmaktadır. OMC, MSC, BSC ve BTS'nin kontrolünden ve korumasından sorumludur. Bütün Yerel Mobil Telefon Şebekesi'nden (PLMN: Public Land Mobile Network) veya şebekenin büyüklüğüne göre sadece onun bir parçasından sorumlu olabilir [16].

3.3.5. Şebeke Kontrol Merkezi (NMC: Network Management Center)

NMC: Network Management Center. Merkezi kontrol bu birim tarafından yapılır. Tüm şebekedeki OMC'leri kontrol eden bu birimden sadece bir tane bulunmaktadır [16].

3.3.6. Hava Arayüzü

Birçok fonksiyonların arasında radyo spektrumun uluslararası tahsisi yöneten Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU: International Telecommunication Union), aşağıdaki bantları tahsis etmiştir.

- **GSM900**

1991 yılında GSM şebekesi ortaya çıktığında 900MHz frekansına sahipmiş. Bu tip şebekelerde dünyada birçok ülkede kullanılmakta. Onun kopyası ya da genişletilmiş versiyonu sayılan E-GSM sistemdir. GSM 900 sistemin özellikleri aşağıdaki gibidir [16].

- Uplink (konuşma bandı): 890–915 MHz (mobil istasyonundan baz istasyonuna)
- Downlink (işitme): 935–960 MHz (baz istasyonundan mobil istasyonuna).

- **GSM1800 (daha önce: DCS–1800):**

Katılımcı sayısının artırılması ve onlara sunulan hizmetleri geliştirmek amacıyla, Avrupa’da 1991 yılında 1800 şebekelerinde GSM sürümü yayınlanmıştır. Bu sisteme DCS (Dijital Hücresel Sistem 1800 MHz) adı verilmişti. Sistem 1800 MHz frekansında çalışır ve aşağıdaki özelliklere göre karakterize edilir:

- Uplink (konuşma bandı): 1710–1785 MHz
- Downlink (işitme): 1805–1880 MHz

- **GSM1900 (daha önce: PCS–1900):**

Bu sürüm Kuzey Amerika’da kullanılan Communication Service 1900 sürümünün kopyasıdır. Sürüm 1900 MHz frekansında çalışır ve aşağıdaki özelliklere göre sahiptir:

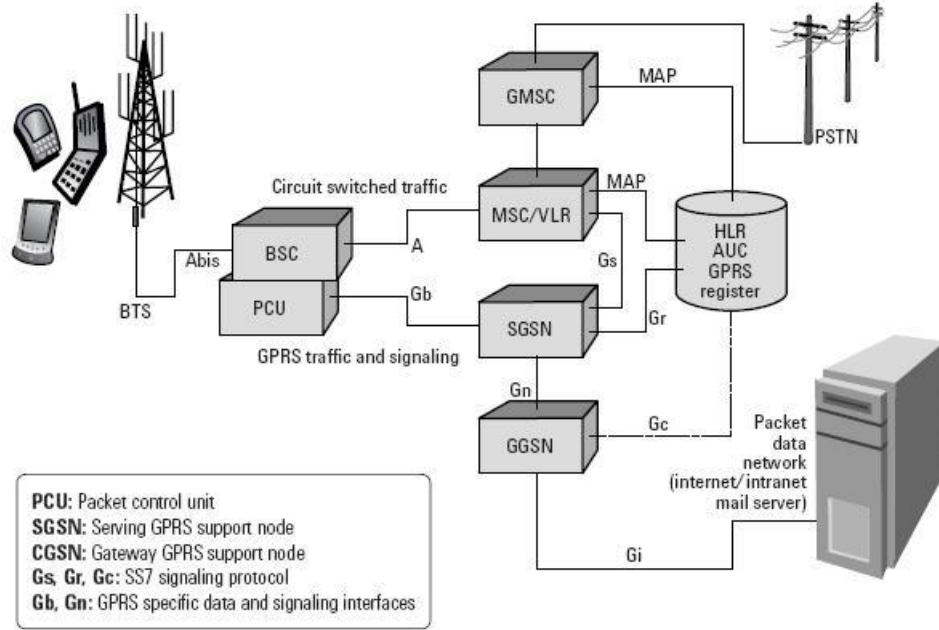
- Uplink (konuşma bandı): 1850–1910 MHz
- Downlink (işitme): 1930–1990 MHz.

3.4 GPRS Mimarisi

GPRS şebeke mimarisi var olan GSM şebeke altyapısı üzerine inşa edilmiştir. Yine de birkaç yeni şebeke elemanına ihtiyaç vardır. Bunlar [18] ;

- PCU (Paket Kontrol Birimi).
- SGSN (GPRS Destek Düzümü Sunucusu).
- GGSN (Geçit GPRS Destek Düzümü).

Şekil 3.5’da bahsedilen birimleri gösterilmektedir [19].



Şekil 3.5 GPRS Mimarisi

3.4.1. Paket Kontrol Birimi (PCU)

Paket Kontrol Biriminin (PCU), BSC’de yerleştirilen yeni bir yazılım ve donanım paketidir. PCU’nun fonksiyonları veri paketleri hava arayüzü üzerinden transfer edilebilir formata dönüştürme, BSS’deki GPRS veri paketleri radyo kaynaklarının yönetme ve Hizmetin Kalitesinin (QoS: Quality of Service) ölçümünü uygulamasını içermektedir.

PCU aşağıdakileri sağlar [18];

- GPRS servisin ve GSM şebekesinin veri trafiğinin çoklaması.
- GPRS radyo kaynakların işlemesi: GPRS bağlantıları için kanal tahsisi ve GSM şebekesi ile bilgi alışverişi.
- MS'lere veri paketlerin dağıtımı.
- SGSN'ye gelen bağlantıların işlemesi.

3.4.2. GPRS Destek Düzümü Sunucusu (SGSN)

SGSN bir “Paket Anahtarlama MSC” olarak görülebilir. Kendi hizmet alanı içerisinde paketleri MS'lere yollamaktadır ve GPRS abonelerinin profil verileri elde etmek için HLR'lere sorgular gönderir. SGSN, belirli bir hizmet alanı içerisinde yeni GPRS MS'leri tespit eder. Onun kapsama alanında yeni bir mobil kullanıcısı girdiğinde bu kullanıcının işlem kaydını yapar ve bu kullanıcıya ait konum bilgileri günceller. Bu nedenle, SGSN mobil abonelerin bağlanma/ayırma (attach/detach) ve konum yönetimi gibi mobil yönetim fonksiyonlarını yerine getirir [20].

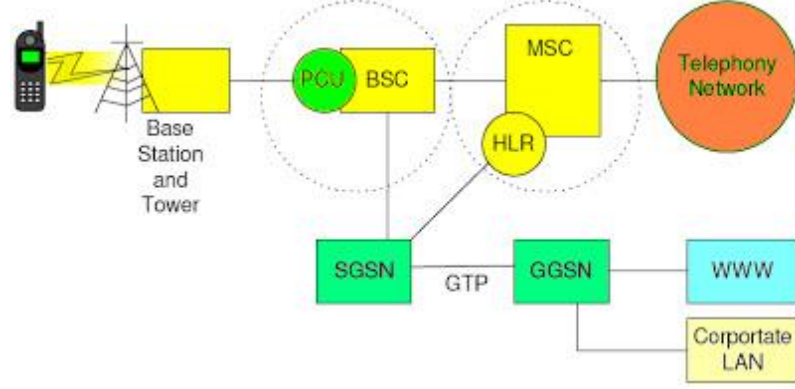
SGSN bazı önemli görevlerle ilgilenir. Bunlar:

- Yönlendirme.
- Handover.
- IP adresi belirleme.

SGSN'in GPRS cihazıyla mantıksal bir bağlantısı vardır. Örnek olarak, eğer uzun bir araba yolculuğuna çıkarsanız ve GPRS cihazı üzerinde internet taraması yaparsanız, pek çok farklı hücrelerden geçersiniz. Siz yolculuk sırasında hücreden hücreye geçiş yaparken SGSN görevlerinden biri bağlantınızın kesilmemesini sağlamaktır. SGSN bağlantınızın hangi BSC'ye yönlendirileceğini hesaplamaktadır.

Eğer kullanıcı farklı bir SGSN'nin yönettiği bir şebeke kesimine geçerse, yeni SGSN'ye geçiş uygulanır. Bu işlem son derece hızlı ve genellikle kullanıcının farkında olmadan gerçekleşir. Bu işlem sırasında kaybolan tüm paketler yeniden iletilir.

Şekil 3.6’da SGSN, mobil verileri IP’lere dönüştürür ve Geçit Tünel Protokol (GTP: Gateway Tunneling Protocol)’ün aracılığıyla GGSN’e bağlanması gösterilmektedir [21].



Şekil 3.6 SGSN, GGSN ve GTP protokolü

3.4.3. Geçit GPRS Destek Düzümü (GGSN)

GGSN, İnternet Servis Sağlayıcısı (ISP: İnternet Service Provider) veya LAN gibi diğer şebekelerin arasında bir bağlantı oluşmadan önce, GPRS şebekesinde son bağlantı noktasıdır. GGSN, temelde bir yapıda kombine edilmiş bir ağ geçidi, bir yönlendirici ve bir güvenlik duvarıdır. GGSN, şekil 3.6’da gösterilmektedir.

GGSN’ler kamu internet şebekesi, GPRS mobil servis hizmetleri sağlayıcıları veya kurumsal intranetleri gibi dış IP ağlarının arayüzü olarak kullanılmaktadır. GGSN, dış şebekelere (IP şebekelere) veri paketleri yönlendirmek için birden fazla SGSN’lere bağlanmaktadır. Diğer fonksiyonlar şebeke ve abone taramasını ve adres planlamasını içermektedir.

Ayrıca, bu birimler GSM şebekesinin verilerine ek olarak GPRS servisinin önemli verilerini depolamak için HLR’deki bilgileri de günceler. Bu bilgiler şunlardır [20]:

- SGSN düğünün güncel adresi
- Hizmet etkinleştirildiğinde birbirleri ile iletişim kuracak ve mobil istasyonun bağlantısını etkinleştirecek GGSN’lerin adresleri.

- GPRS şebekesinin Erişim Noktasının Adı (APN: Access Point Name). Bu ad mobil istasyonun veya mobil telefonun ayarlarından belirlenebilir.

3.5. GPRS SINIFLARI

GPRS servisi kullanan cihazlar sanıldığı aksine birbirine benzememektedir. Üç GPRS sınıfı sağlanmaktadır: A sınıfı, B sınıfı ve C sınıfı [20].

3.5.1. A Sınıfı Cihazlar

Bu sınıftaki cihazlar eşzamanlı olarak arama yapabilir veya alabilirler. Bu sınıf GPRS ve diğer GSM servisleri (ses ve SMS hizmetleri gibi) tamamıyla kullanır çünkü telefon görüşme ve veri alışverişi eş zamanlı olarak yapılabilir.

3.5.2. B Sınıfı Cihazlar

B sınıftaki cihazları ses transferinin yanı sıra veri alışverişi yapabilir fakat bunu eşzamanlı yapmaz. Örneğin, GPRS servisi kullanırken bir kullanıcıya bir çağrı gelirse görüşmeyi kabul eder veya görüşmeyi reddedip veri transfer işlemine devam eder.

3.5.3. C Sınıfı Cihazlar

C sınıftaki cihazlar sadece GPRS servisini desteklemektedir. Bu da sadece veri alışverişi yapabilecekleri anlamına geliyor. Bu cihazların bazı örnekleri, dizüstü bilgisayarlarında kullanılan özel bilgisayar kartı (GPRS PCMCIA) ve USB girişi veya RS232 girişi üzerinde bağlanan cihazlardır.

3.6 Telit Ge310 Modülü

Bu çalışmada Telit firmasının Ge 310-GNSS modülü seçilmiştir. Bu modülde GE310-GNSS dört bantlı GSM/GPRS modülünü ARM7 çekirdeği, bir Bluetooth alıcı-vericisi ve çok takımyıldızlı bir GNSS alıcısını 15x18 mm boyutunda kompakt bir pakette birleştirmiştir. GPS ve GSM/GPRS'in bir modülde olması boyut ve maliyet açısından avantajlıdır.

Modülün bazı özellikleri;

- Bluetooth 4.0 desteği
- 4 Bant GSM | GPRS 850/900/1800/1900 MHz
- SMS desteği (metin ve PDU)
- Alarm yönetimi
- Gerçek Zaman Saati
- UART

4. MİKROİŞLEMCİLER ve MİKRODENETLEYİCİLER

Mikroişlemci, makine dilindeki komutları yorumlayarak gerekli işlemlerin yerine getirilmesi için denetiminde bulunan bir dizi elemanı yetkilendiren ve bu işlem sonucunda elde edilen verilere göre bağlı bulunduğu sistemi çalıştıran bir elemandır. Mikrodenetleyici ise mikroişlemciyle birlikte kullanılan giriş/çıkış ve bellek birimlerinin bir arada kullanılmasını sağlayacak şekilde bir yonga içine yerleştirilmesi ile oluşan eleman olarak tanımlanır [22].

Günümüzde mikrodenetleyici adı verilen işlemciler yaygın olarak bir çok alanda kullanılmaktadır. Çok sayıda analog ve sayısal tümleşik elemanlar kullanılarak gerçekleştirilebilecek devre tasarımları tek bir mikrodenetleyici ile yapılabilmektedir. Mikrodenetleyici kullanılarak yapılan devreler daha az yer kaplamaktadır. Harici donanım elemanları ile yapılan işler mikrodenetleyici kontrol yazılımı ile yapılabilmektedir. Böylece donanımda değişiklik yapmadan sadece yazılımı değiştirerek aynı cihaz üzerinde farklı işlemler yapma imkanı sunulmaktadır. Bu yüzden mikrodenetleyicilerin öğrenilmesi ve öğretilmesi lisans eğitiminde büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada mikrodenetleyicilerin öğrenilmesini kolaylaştırmak ve deneysel çalışmalarda kullanabilmek için genel amaçlı bir mikrodenetleyici eğitim seti tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Deney setinin kullanımı ile ilgili örnek yazılımlar verilmiş, setin kullanımına yönelik bilgisayar ortamında bir arayüz yazılımı da yapılmıştır. Böylece mikrodenetleyicinin ve eğitim seti içinde yer alan modüllerin daha iyi anlaşılması sağlanmıştır. [23]

Mikrodenetleyici Kavramı

Mikrodenetleyici çevresel ekipmanlarla bütünleştirilmiş bir mikroişlemcidir. Bu çevresel ekipmanlar RAM, ADC, DAC, SPI, I/O gibi örneklendirilebilir. Bir başka deyişle; mikroişlemcinin bir sistemde çalışabilmesi için gereksinim duyduğu ekipmanların, kendisiyle birlikte tek bir çip içerisinde barındırılmasıdır. Çevresel ekipmanlar, mikrodenetleyici ve mikroişlemcileri ayırt eden en önemli etkidir [24]. Bu ekipmanların tek bir çip üzerinde toplanması hem zaman hem de alan kazancı sağlamaktır. Buda mikrodenetleyicilerin, mikroişlemcilerden üstün olduğu en önemli noktalardan biridir. Buna ek olarak mikroişlemcilerin, mikrodenetleyicilere göre daha

genel amaçlı aygıtlar olduğunu belirtmek de doğru olacaktır. Tüm mikrodenetleyicilerde CPU'nun dışında ortak olan çevresel ekipmanlar mevcuttur.

4.1. Mikroişlemci/Mikrodenetleyici Bileşenleri

Her mikroişlemcin kendi uygulamasına özel farklı çeşitlilikte ve performansta bileşenler barındırır. Ancak tüm mikroişlemciler için ortak kullanılan birimler; Aritmetik Mantık Birimi (Arithmetic Logic Unit), Kod Çözücü (Instruction Decoder), Yazmaç Dizisi (Register Array) ve Kontrol Birimidir (Control Unit).

4.1.1. Aritmetik Mantık Birimi (ALU)

Bilinen ismi ve aynı zamanda İngilizce karşılığı “Arithmetic Logic Unit” olan Aritmetik Mantık Birimi isminden de anlaşıldığı üzere, Mikroişlemcilerdeki temel mantık ve aritmetik işlemlerini gerçekleştiren dijital devrelerdir. ALU’ya girdi teşkil eden veriler Kontrol yazmacından elde edilerek, Kontrol Birimi yönetiminde işleme sokulurlar.

4.1.2. Komut Çözücü (Instruction Decoder)

Komut Çözücüler, bellekte tutulan işlem komutlarının anlamlı sinyallere dönüştürüldüğü yerdir.

4.1.3. Yazmaç Dizisi (Register Array)

Programın çalıştırılması sırasında, veri(data) ve bellek adreslerinin (memory address) geçici olarak saklandığı yazmaçlardır(register). Aritmetik mantık Biriminin bu bölgeye kolay ve hızlı bir şekilde erişebilmesi programın çalışmasının verimliliği açısından büyük bir önem arz eder. Bazı yazmaçlar genel amaçlı şeklinde sınıflandırılmıştır. Diğer 5 yazmaçlar ise özel yetenek ve işlevlere sahiptir ve hiçbir şekilde genel amaçlı olarak kullanılamazlar. Diğer bir deyişle, bunlar programcı tarafından kullanılamaz, yalnızca mikroişlemci tarafından kullanılabilirler.

4.1.4. Kontrol Birimi (Control Unit)

Kontrol birimi çözülmüş olan komutların işletilmesinden sorumludur. Başka bir ifadeyle, zamanlama mekanizmasını, çözülen koda yönelik oluşturulan kontrol işaretlerini (control signals) ve komutların yürütülmesinin senkronizasyonunu sağlar. Tüm işlemlerin sırasını belirler ve gerekli denetim işaretlerini üretir.

4.1.5. Program Belleği

Bu birim programın tutulduğu bellektir. Bu bellek kalıcıdır. Diğer bir deyişle güç kesintisi durumunda içerdiği bilgileri yitirmez.

4.1.6. Veri Belleği

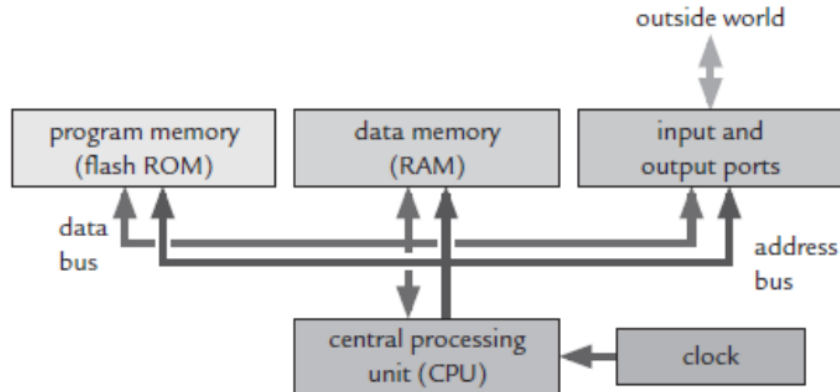
Verilerin geçici olarak saklandığı yerlerdir. Güç kesintisi durumunda bilgiler kaybolur.

4.1.7. Giriş-Çıkış Portları(I/O)

Giriş-Çıkış Portları Mikrodenetleyicinin dış dünyayla iletişim kurmasını sağlar. Uygulamaya bağlı olarak veri girişi ya da çıkışı şeklinde programlanabilir. Dışardan alınan sinyaller okunabilir ya da bu sinyaller mikrodenetleyicide üretilip dışarıya verilebilir.

4.1.8. Saat (Clock)

Sistemin senkronize bir şekilde çalışmasını sağlar. Bunu sağlarken sabit saat darbeleri üretir. Mikrodenetleyicilerin birçoğunda dahili olarak bulunur ve harici olarak



Şekil 4.1 Mikrodenetleyicilerin Ortak Bileşenleri

da istenen saat darbesinin elde edilebilmesi için dışarıdan bağlanabilir. Şekil 4.1 de genel mikrodenetleyici yapısı verilmiştir.

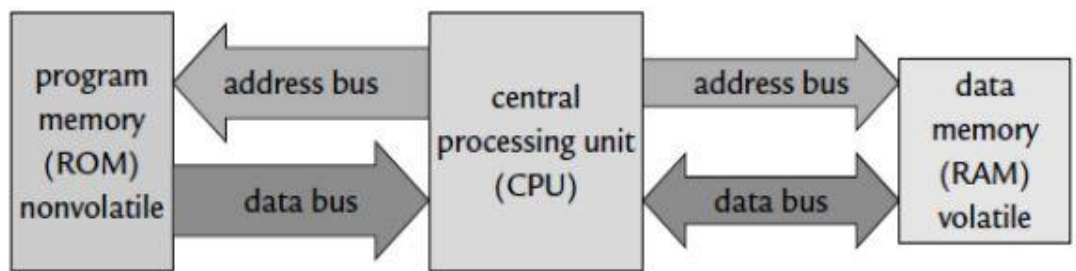
Yukarıda bahsedilen ortak çevresel ekipmanlar dışında piyasadaki birçok mikrodenetleyicide ortak bulunan çevresel ekipmanlar ise şunlardır; Timer (Zamanlayıcı), Watchdog Timer, Haberleşme Arayüzleri, Analog Dijital Çevirici, Dijital Analog Çevirici ve UART USART SPI benzeri haberleşme protokolleri.

4.2. Mikroişlemci Mimarileri

Mikroişlemciler, geleneksel olarak üç tür mimari yapıya sahiptirler. Bunlardan bir tanesi Harvard Mimarisi, diğeri ise aynı zamanda Princeton Mimarisi olarak da adlandırabileceğimiz von Neumann mimarisidir. Bu iki yapıyı birbirinden ayıran etken program ve veri belleklerinin kullanım şekilleridir.

4.2.1. Harvard Mimarisi

Harvard Mimarisinde program ve veriler farklı bellek bloklarında bulunurlar. Her bellek alanı kendi veri yoluna ve adres yoluna sahiptir. Bundan dolayı, bir önceki komut işlenirken, yeni bir komut geldiğinde bu komutta alınabilir. Aynı komut çevriminde hem program belleğine hem de veri bloğuna erişilebilir. Bu nedenle işlem hızları yüksektir. Şekil 4.2 de Harvard mimarisinin blok diyagramı verilmiştir.

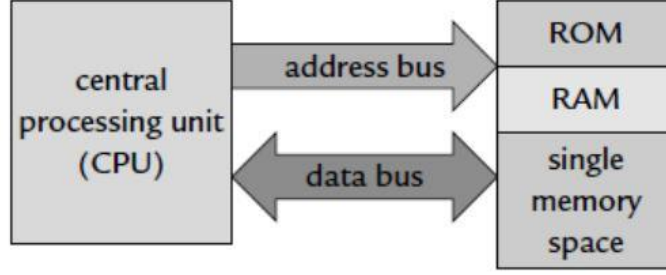


Şekil 4.2 Harvard Mimarisi Genel Görünümü

Komut uzunlukları ve çalışma zamanları eşittir. Bu tür mimarilere sahip olan mikrodenetleyiciler, RISC Mikrodenetleyiciler olarak adlandırılırlar. Piyasada kullanılan mikrodenetleyicilerin birçoğu, Harvard mimarisine sahiptirler.

4.2.2. Von Neumann Mimarisi

Von Neumann mimarisinde tek bir bellek bloğu bulunmaktadır. Bellekteki bir komutu çekebilmek için birden fazla komut çevrimine ihtiyaç duyulur. Çünkü tek bir komut çevriminde ya programa ya da veriye ulaşılabilir (Şekil 4.3). Bu tür mimarilere sahip olan mikrodnetleyiciler, CISC Mikrodnetleyiciler olarak adlandırılırlar.



Şekil 4.3 Von Neumann Mimarisi Genel Görünümü

4.2.3. ARM Mimarisi

ARM bir mikroişlemci tasarımının adı olmakla birlikte tasarıma adını vermiş firmanın adıdır. 1990 yılında ortakları Acorn, VLSI Technology ve Apple olan bu firma kendine özgün mimaride tasarladığı mikroişlemcileri ile ilk olarak 1985 yılında (Henüz şirket kurulmadan) bu alana yeni bir boyut kazandırmıştır. Şirket fiziksel çip üretimi yapmayarak tasarımını ST, TI, Samsung, Apple, NVIDIA, Toshiba, HP ve benzeri çeşitli mikrodnetleyici üretimi yapan firmalara lisanslamaktadır. ARM mimarili mikroişlemcileri diğerlerinden ayıran başlıca özellikliği daha düşük güç tüketimine rağmen daha yüksek performans sunmasıdır. Bu ve diğer avantajları ARM mimarili mikrodnetleyicileri özellikle yüksek hıza ihtiyaç duyan taşınabilir aygıtlar ve günümüzün gömülü sistem gerektiren birçok uygulamasında kullanılmasına neden olmuştur. ARM firması verilerine göre sadece 2010 yılında 6,1 milyar adet ARM mimarisi tabanlı işlemci üretilmiştir.

ARM Mimarisi Grupları

ARM mimarisini klasik, gömülü sistemlere yönelik ve uygulamaya yönelik olmak üzere 3 temel gruba ayırabilir.

- Klasik ARM işlemci grubunda ARM7, ARM9 ve ARM11 yer alır. Bu mimari yapıları daha çok motor kontrolü gibi donanıma yakın işlemlerde kullanılır.
- İkinci grup olarak gömülü işlemci grubuna bakarsak bunlar Cortex M ve R serileridir. Bunlar matematiksel formüllere dayalı olarak kesin sonuca yönelik çalışması gereken, düşük güç tüketimi isteyen uygulamalarda kullanılır.
- Son olarak da uygulama işlemcileri Cortex-A5, Cortex-A8, Cortex-A9, Cortex-A15 olarak sınıflandırılabilir. Bunlar da akıllı telefonlar, tablet bilgisayarlar gibi yüksek performans gerektiren, son kullanıcı uygulamalarına yönelik platformlarda kullanılır.

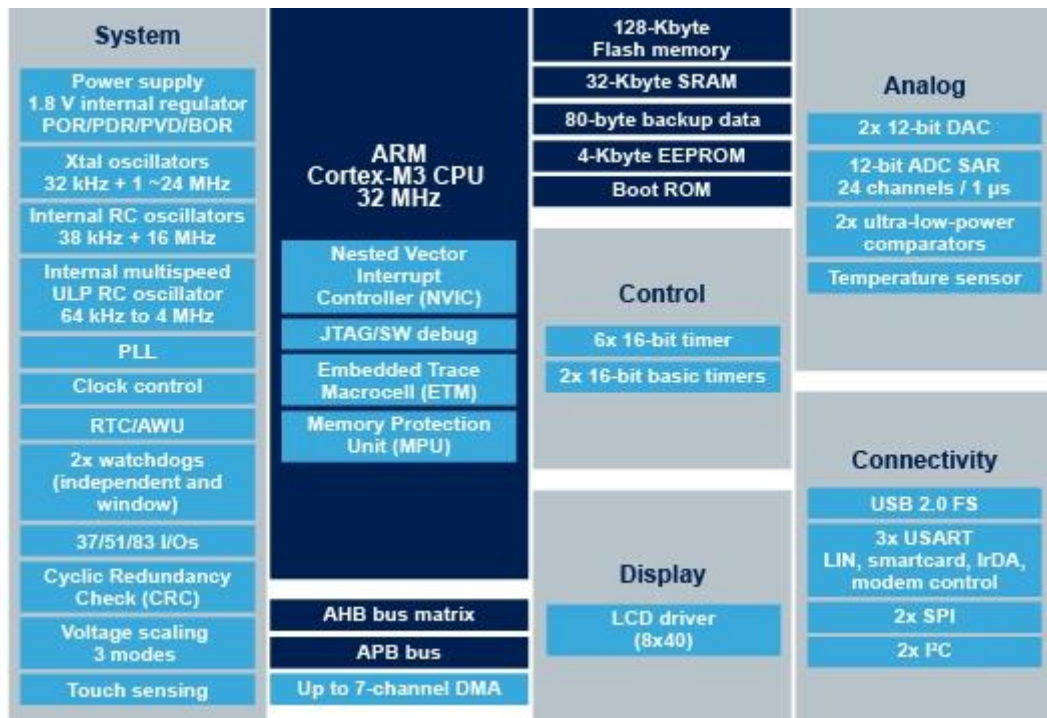
Cortex – M Serisi Mikrodenetleyiciler

ARM mimarisinin mikrodenetleyici ailesinden biri olan Cortex M serisi, piyasada mevcut 8 ve 16 bitlik mikrodenetleyicilere rakip olarak ortaya çıkmış 32 bitlik işlemci mimarisine sahip işlemci serisidir. Çok düşük enerji tüketimlerinin yanı sıra maliyetleri de düşüktür. Bu aileye mensup mikrodenetleyiciler endüstriyel kontrol sistemleride, beyaz eşyalarda, medikal cihazlarda gibi gömülü sistem uygulamalarında kullanılmaktadır.

Günümüzde Cortex-M3 serisi mikrodenetleyiciler daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu serinin daha düşük maliyetli oluşu yaygın kullanımının nedenlerinden birisidir. Ancak son olarak tasarlanan M4 serisine eklenen DSP(Digital Signal Process) özelliği bu alandaki uygulamalar için önemli bir avantaj sağlamıştır.

4.3. STM32L152RBH6A Mikrodenetleyicisi

Bu tasarım çalışmasında kullanılacak olan *STM32L152RBH6A* model numaralı mikrodenetleyici ST firmasının ARM mimarisine sahip düşük güç sınıfında yer alır. 32 bitlik bu mikrodenetleyicinin güç tüketimi, boyutları ve performansı dikkate alınarak bu uygulamada kullanılmasının uygun olduğu öngörülmüştür. Şekil 4.4'te *STM32L152RBH6A* mikrodenetleyicisinin devre diyagramı verilmiştir.



Şekil 4.4 STM32L152RBH6A Mikrodenetleyicisinin Devre Diyagramı

5. EKRAN TEKNOLOJİLERİ

5.1. LCD (Liquid-Crystal Display/ Sıvı-Kristal Ekran)

Likit Kristal kimyevi olarak sıvı halde gözükken aslında katı halde yoğun parçacıklardan oluşan ve uygulanan elektriksel enerjiye göre polarize olabilen özel bir maddedir. 1888 yılında şans eseri bulunan bu materyalin görüntü iletimi teknolojisinde kullanımı 1962 yılında RCA Laboratuvarlarındaki ilk testlerle başlamıştır. Fakat bu yıllarda yapılan testlerde oda sıcaklığında istenilen sonuçların alınamaması nedeniyle çalışmalar ancak 1966 yılında sonuçlanabilmiş ve 1972 yılında ilk aktif matris LCD Gösterge Birleşik devletler tarafından üretilmeye başlanmıştır.

5.2. LCD Çalışma Prensibi

LCD Göstergeler pasif görüntü teknolojisi prensibine göre çalışmaktadırlar. Bu nedenle tek başlarına ışık saçmadıkları için ortamdaki doğal ışığı ya da arkalarına yerleştirilen Zemin aydınlatması(backlight) yardımı ile okunurlar. Işık manipülasyonu olmadığı için ortam ışığından faydalanılarak okunan tipleri enerji kaynaklarının kısıtlı olduğu aplikasyonlarda (ölçme aletleri, saatler, sayaçlar, termostatlar vbg.) yoğun olarak tercih edilirler. Likit kristal materyali Likit formda olmasına karşın kristal yapıda bir maddedir. Uçları oval silindirik tüplere benzeyen bu materyal molekülleri normal şartlar altında birbirlerine paralel olarak tutunurlar. Normal şartlar altında durağan olan moleküller elektriksel alan kullanılarak kontrol edilebilirler. Günümüzde Gösterge teknolojisinde kullanılan tipi TN (Twisted Nematic) tipidir. Nasıl Çalışır? LCD Göstergeler temelde iki saydam cam tabaka arasına yerleştirilmiş sıvı kristal materyalden oluşur. Camların iç yüzeyinde likit kristal sıvısını kontrol etmek için polimer ile kaplanmış kanallar bulunur. Bu kanallar içerisinde üzerine uygulanan elektriksel enerjiye göre polarize olarak bir yüzeyden diğer yüzeye 90 derecelik bir açıyla dizilirler. Bu sarmal yapının ışığı kontrol etme yeteneği vardır. Birbirlerine karşılıklı olarak dik açı ile yerleştirilen polarizatörler arasındaki likit kristal normalde üzerine akım yüklenmediğinden sarmal yapıdadırlar ve ışığı 90 derecelik bir bükülmeyle içlerinden geçirirler. Üzerlerine elektrik enerjisi uygulandığında ise birbirleri ardında doğrusal olarak sıralanarak ışığı perdelerler ve LCD üzerindeki görüntüyü oluştururlar. [25]

5.3. Lcd Çalışma Modları

LCD Göstergeler Twisted Nematic (TN), Super Twisted Nematic (STN), Film Compensated Super Twisted Nematic(FSTN) ve Color Super Twisted Nematic(CSTN) ana başlıklarında gruplanırlar. Farklı materyaller ile hız, karışıklık(kontrast), Görüş açısı ve renk kriterlerinin geliştirilebilmektedir.

5.3.1. Twisted Nematic (TN)

Ciddi bir maliyet avantajı sağlaması sebebiyle Fiyat performansı açısından tercih edilirler. Likit kristaller maksimum 90 derece ve altı sarmal düzende sıralanırlar. Oldukça ekonomik olmalarına rağmen görüş açıları ve karışıklıkları(kontrast) düşüktür. Daha çok Düşük maliyetli aplikasyonlarda (Dijital Saatler, Enerji Sayaçları, Ölçüm kontrol cihazları vs.) tercih edilirler.

5.3.2. Super Twister Nematic (STN)

TN LCD göstergelerden farklı olarak STN LCD Göstergeler minimum 90 maksimum 360 derecelik açıyla sarmal düzende sıralanırlar. Bu sarmal düzen sayesinde yüksek çözünürlüklü aktif matriks LCD göstergelerin üretilmesini sağlamışlardır. Tipik olarak 180 dereceden 270 dereceye kadar bükülebilen STN LCD Göstergelerin görüş açıları ve karışıklıkları TN LCD göstergelerden daha yüksektir.

5.3.3. Film Compensated Super Twisted Nematic (FSTN)

STN Göstergelerden farklı olarak polarizatörlere eklenen Retardation(Gerileme) filmi ile STN LCD göstergelerdeki Kontrast ve Açı kaybı en düşük seviyeye indirgenmektedir. Özellikle Zemin aydınlatmalı (backlight) LCD göstergelerde görüntü kalitesi STN LCD Göstergelere oranla çok daha yüksektir. Segmentler daha koyu (Siyaha yakın) ve görüş açısı daha geniştir. [25]

5.3.4. Thin-Film-Transistor (TFT)

Her bir pikselin ince film transistörü (TFT) kontrolü doğrudan cam üzerine imal edilir, yukarıda amorf silikon üzerinde imal edilen ince film transistörünün (TFT) üstünde cam üzerinde amorf silikon tabakasının kimyasal buhar birikimi (CVD) büyümesini kullanırız, çünkü Cam substrat "amorf" dır, böylece yukarıdaki anahtarı "amorf" yapmaktadır. Cam geçiş sıcaklığı "(Trnasition temperature)" yaklaşık 300 ° C,

transformasyon sıcaklığı aslında 300 ° C'a kadar olan camın yumuşamaya başlaması için "yumuşatma sıcaklığı", işlem sıcaklığı 300 ° C'ı geçemez veya cam yumuşak. Amorf silikonun düşük sıcaklığı (Düşük sıcaklık amorf) olarak bilinen "amorf silikon" (TFT) cam yapımının üstündeki ince film transistöründe kimyasal buhar birikimi (CVD) kullanan koşullar altında 300 ° C'nin altındaki sıcaklıkta Silikon "olarak adlandırdığımız," ince filmlili transistörlü sıvı kristal ekran (TFT LCD) ", düşük sıcaklık dereceli amorf silikon işleminin kullanılmasıdır.

5.4 E-Paper Teknolojisi

E-paper ekranlar, orijinal kağıda benzer yüksek mukavemetli ve düşük güç tüketimli gerçek kağıdı taklit etmeyi amaçlamaktadır. E-paper'da hedeflenen Düşük maliyet ve Düşük Güç tüketimi içeren yüksek kaliteli ekranlardır. Elektronik ekranın (E-display) yazılım ve donanım bileşimleri verileri görselleştirmemizi sağlar. E-ekranlar, fiziksel ve çevresel etkenlere sahip bir bilgiyi algılamak insan algısında maksimum varyasyonu temsil etmeyi amaçlar.

Likit kristal ekran (LCD) ve Organik ışıık yayan diyot (OLED), bilgilerin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesine yardımcı olur. Geniş görüş açısı, düşük güç tüketimi OLED tarafından LCD hala düşük maliyetli iken çözülmüştür. Geçmiş çalışmalar, hiçbir tek ekran sisteminin farklı çevresel koşullara ve özelliklere meydan okuyamayacağını göstermektedir [26]. Bu, parlaklık, kontrast oranı ve izleme açısı gibi optik özelliklerde, baskı kağıdına benzer veya daha iyi olması gereken özel gereksinimlere sahip olmasını sağlar. Basılı kağıt yerine bilgi sunmanın daha iyi bir yolu olup olmadığını araştırılmış. Bu, E-paper ekranları tüm okunabilirlik gereksinimleriyle sunma hedefini cevap vermektedir.

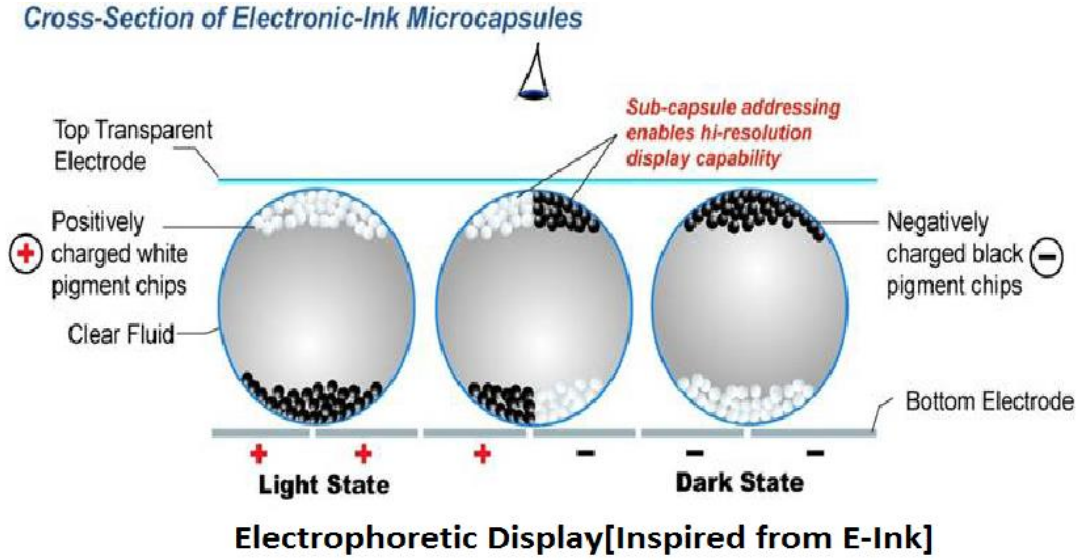
Aşağıda, E-paper ekran yapımında başarılı olan üç ana E-kağıt teknolojisi belirtilmiştir.

5.4.1. Elektroforetik Ekranlar

Elektroforetik Mürekkep (E-Mürekkep) teknolojisi, tüm açılardan ve aydınlatma koşullarından gerçek baskılı kağıt gibi görünen bir görüntü oluşturur. Şekil 5.1, çalışma prensibini açıklar, ekran, her bir küre içindeki elektrotlar arasında sandviçlenmiş milyonlarca mikroskobik titanyum oksit küreden oluşur, pozitif yüklü beyaz mürekkep parçacıkları ve negatif yüklü siyah olanlardır. Alt elektroda negatif bir yük uygulanması,

siyah küreleri tepeye iter ve ekranın bu pikselde siyah görünmesini sağlar. Böylece, pozitif yük beyaz olanları yukarı taşır.

Elektroforetik teoriyi benimseyen iki ana teknoloji vardır: E-mürekkebin incisi ve Bridgestones QR-LPD.E-mürekkep teknolojisi. Ortam ışıktan yararlanırken orijinal kağıdı taklit etmeye çalışır. Geçmişte, E-mürekkebin yenileme hızı 0,5 ila 1 saniye sürdüğü için düşüktü. Her ne kadar yeni nesil E-mürekkep ekran aktif matris şeması kullanıyor ve ekranı hızlı bir şekilde yenilemek için renk değiştirse de bu teknoloji yüksek güç tüketmektedir [9].

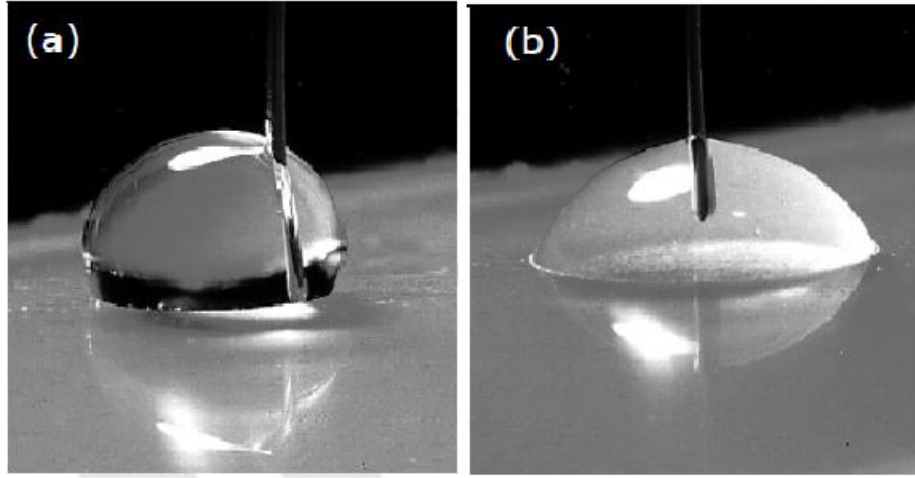


Şekil 5.1 Elektroforetik Ekranlar

5.4.2. Electrowetting Ekranları

Electrowetting ekranı, aynı temel teknolojiyi kullanan ancak titanyumun renkli yağ ve su katmanları ile değiştirildiği Electrowetting prensibine dayanmaktadır. Elektro-ıslatma, sıvıların gerilim ile katı bir yüzey üzerindeki yüzey gerilimini değiştiren mikro-fidik bir olgudur. Bir voltaj uygulanarak, bir hidrofobik yüzeyin ıslatma özellikleri değiştirilebilir ve yüzey Şekil 5.2'de gösterildiği gibi giderek hidrofilik hale gelir (ıslatılabilir).

Electrowetting ekranlar renkli yağ kullandığından, teorik olarak 16 milyon renge kadar görüntüleyebilirler. Bu yağ ve su kombinasyonu ayrıca her pikseli renkli ve beyaz (boş) bir durum arasında çok hızlı bir şekilde değiştirilmesini sağlar. Videoyu çok iyi oynatmak için bu çok yavaş geçiş yapan Elektroforetik ekranlara göre büyük bir avantajdır. Her ne kadar, Electrowetting ekranlar iyi yenileme hızına sahip ve video uygulamaları için uygun olsa da, yine de yüksek sürüş voltajı gerektirir [27].



Hydrophilic Behaviour[inspired from Johan et al.]

Şekil 5.2 Electrowetting Prensibi

5.4.3. Kolestrik Ekranlar

Kolestrik Sıvı kristal ekranlar (CH-LCD) etkileyici özellikleri nedeniyle umut verici bir adaydır. Açıklamak için, güç kapalıyken bile ultra düşük güç tüketimi ile daha iyi görüntü belleği tutmayı sağlar. İnce ve hafif CH-LCD üretmek kolaydır herhangi bir renk değişikliği olmadan farklı renkler görüntüler. Nispeten, iyi yenileme hızına sahiptir. Son olarak, E-kitaplar ve reklam Panoları için tüm el tipi uygulamalar için uygun ve esnek ve bükülebilir [27].

Çizelge 5.1 Ekranların Karşılaştırılması.

E-Paper Teknolojisi	Araştırma	Avantajları	Dezavantajları
Elektroforetik	E-mürekkep	Baskılara karşı dayanıklı	Renk filtresi gerekli
Electrowetting	Liquavista	Hızlı cevap	Sürüş için yüksek gerilim gerekli
Kolestrik	Kent ekranı	Renk filtresi yok	Sıcaklığa bağımlılık

5.5 LS013B7DH03 E-Paper Ekran

Bu çalışmada Sharp firmasının e-paper teknolojisine sahip LS013B7DH03 ekran kullanılmasına karar verilmiştir. Ekranın bazı özellikleri:

- Güç Tüketimi: 12 μ W Statik, 50 μ W Dinamik
- Süper düşük güç tüketimli TFT panel
- Yüksek çözünürlük / kontrast / yansıtma
- Her türlü aydınlatma koşulunda okunabilir
- Geniş / simetrik görüş açısı

6. PİL TEKNOLOJİSİ

Son yıllarda, polimerlerin kullanım alanlarının artması, polimerin bilim ve teknolojisindeki çalışmalara hız kazandırmıştır. Yeni polimerlerin sentezlenmesi ve bu polimerlerin özelliklerinin iyileştirilmesi için çalışmalar hızlanmıştır. Artan taşınabilir elektrik enerji ihtiyacı sentez çalışmalarında pek çok iletken polimer sentezlenmesine neden olmuştur.

Pil, bilim ve teknolojiye kimyasal enerjinin depolanabilmesi ve elektriksel forma dönüştürülebilmesi için kullanılan bir aygıttır. Piller, bir veya daha fazla elektrokimyasal hücre, yakıt hücreleri veya akış hücreleri gibi, elektrokimyasal bileşenlerden oluşur. Bilinen en eski insan yapısı piller, Bağdat Pilleridir. M.Ö. 250 ve M.S. 640 yılları arasında yapıldığı tahmin edilmektedir. Pillerin gelişimi, 1800 yılında İtalyan fizikçi Alessandro Volta tarafından geliştirilen Voltaik (Voltaic) pil ile başlamıştır [28].

6.1. Lityum – Polimer Piller

Polimerlerin en büyük avantajları hafif oluşu ve iletkenlik özelliğinin olmasıdır. Özellikle bu avantajlarından dolayı konuya yönelik yapılan çalışmalar iletken polimerlerin endüstriyel uygulama alanlarında kullanılmasını sağlamıştır. Lityum – polimer ya da kısaca Li-Po piller adında lityum geçmesine rağmen lityum metali barındırmamaktadır. Anod materyali grafit bağlantılarından, katod materyali LiMO (bir lityum metal oksit bileşiği) bileşiğinden elektrolit ise polimerik malzemeden oluşmaktadır [29]. Lityum polimer pillerde elektrolit sıvı yerine katı özelliklidir. Bu katı elektrolit genelde jel polimer elektrolit olarak bilinir. Bu sayede sızma ihtimalinin olmadığı lityum-polimer pillerin diğer bir avantajı da güvenli oluşudur. Dolayısıyla metal bir yapıya da gerek duyulmamaktadır. İnce bir alüminyum tabakası ya da metal alaşımlı folyolar bu pil türünün kaplanması için fazlasıyla yeterlidir. Diğer pillerde kullanılan seperatör (ayırıcı) de bu pil türünde yer almamaktadır. Nedeni, katı elektrolitin elektrotları birbirinden zaten ayırmasıdır. Li-Polimer pillerinin katodu, kristal kafesinde Lityum-İyon barındıran Lityum-Kobalt ya da Lityum-Nikel-Kobalt-Oksit alaşımlarından, anodu ise grafit bağlantılarından oluşmaktadır. Pillerin iç gerilim değeri 3.6 volt civarındadır. Lityum polimer piller, oldukça ince ve istenilen formda üretilebilmektedirler. Öyle ki bu piller, oldukça uzun veya bükümlü bir şekil de alabilirler. Bu tasarım çalışmasında Şekil

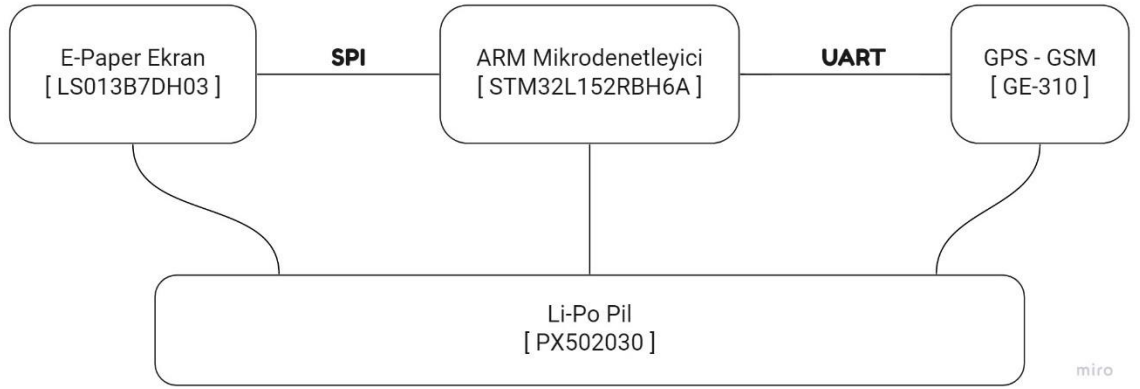
6.1’de gösterilen Power-Xtra firmasının 250 mAh değerine sahip *PX502030* model numarlı Li-Po pili kullanılacaktır.



Şekil 6.1 PX502030 Li-Po Pil

7. SONUÇ

Bu çalışmada GSM/GPRS ve GSM teknolojilerini kullanılan bir saat tasarımı yapılmıştır. Saat için gerekli özellikler araştırılmış bu doğrultuda modüller seçilmiştir. Saat bir cep telefonu gibi sesli görüşme yapabilecek, konum bilgisini alabilecek, internet üzerinden gönderebilecektir. Böylelikle çocuk gerektiğinde ebeveynleri ile iletişime geçebilecektir. Aynı şekilde aile çocuğunu arayabilecek, nerede olduğunu görebilecektir. Projenin maliyetini başlıca kullanılacak modüller ve komponentler oluşturmaktadır. Şekil 7.1 de projenin diyagramı ve çizelge 7.1 de bu modüllerin fiyatları verilmiştir.



Şekil 7.1 Proje Bileşenleri

Çizelge 7.1 Maliyet Tablosu

Model No	Modül Tanımı	Fiyat
STM32L152RBH6A	Mikrodenetleyici	2.11\$
LS013B7DH03	Ekran	21.62\$
GE-310	GPS-GPRS Tümleşik	17.00\$
PX502030	Pil	3.50\$

Modüllerin toplam maliyeti yaklaşık 45\$'dır. Toplam maliyeti yaklaşık 265₺'dir. Bu maliyetin teslimat, komponent vb. giderler ile birlikte %35-%40 artması beklenmektedir.

8. KAYNAKÇA

- [1] J. H. Moon, K. W. Ki ve N. J. Moon, «Smartphone use is a risk factor for pediatric dry eye disease according to region and age a case control study,» 2016. [Çevrimiçi]. Available: <https://bmcophthalmol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12886-016-0364-4>.
- [2] M. Andrianarison, M. Sahmoudi ve R. Landry, «Efficient and Innovative Techniques for Collective Acquisition of Weak GNSS Signals,» 2017.
- [3] İ., M. Güllü, T. Baybura ve S. Erdoğan, «GPS Sinyal Yansımasının Nokta Konumlarına Etkisinin Araştırılması,» %1 içinde 2. *Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*, İstanbul, 2005.
- [4] D. Sathyamoorthy, S. Shafii, Z. F. M. Amin, A. Jusoh ve S. Z. Ali, «Evaluating the Effect of Global Positioning System Satellite Clock Error via GPS Simulation,» %1 içinde *International Conference and Exhibition on Remote Sensing*, İstanbul, 2015.
- [5] J. Shi, G. Wang, X. Han ve J. Guo, « Impacts of Satellite Orbit and Clock on Real Time GPS Point,» 2017.
- [6] O. Gümrükçü, «Gps Sinyalleri ile Konum Belirlemede İyonosferik Etkilerin İncelenmesi,» İstanbul, 2009.
- [7] «GPS Signals: What Do They Mean?,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.mapleprecision.com/2019/01/16/11-12-15-satellite-signals/>. [Erişildi: 25 12 2019].
- [8] P. D. C. M. Will, «Einstein's Relativity and Everyday Life,» *PhysicsCentral*.
- [9] R. W. Pogge, «Real-World Relativity: The GPS Navigation System,» Mart, 2017.
- [10] E. Topuz, «Uzaktan Veri Haberleşmesinde Server Ve Gprs İle Dinamik Olarak Çift Yönlü Haberleşen Sistem Tasarımını Gerçekleştirme,» Bolu, 2018.

- [11] F. A. Korkmaz, «İTERNET VE GPRS KULLANILARAK ELEKTRİKSEL İŞARETLERİN UZAKTAN TAKİP EDİLMESİ,» İstanbul, 2014.
- [12] Qualcomm, «Everything You Need to Know About 5G,» [Çevrimiçi]. Available: <https://www.qualcomm.com/invention/5g/what-is-5g>. [Erişildi: 12 12 2019].
- [13] İ. D. ve İ. A., Microcontroller Based GSM GPRS Projects, London: VDM Verlag, 2010.
- [14] M. Demir, «Elektrik Sayaçlarının Gprs ile Uzaktan Okunması,» Afyonkarahisar, 2006.
- [15] M. A. El-Kader, *Mobile Communication Systems*, 2006.
- [16] V. A. Dubendorf, Wireless Data Technologies, England: John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [17] V. Joseph ve S. Mulugu, «Base Station Controller,» 2014. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/base-station-controller>. [Erişildi: 20 12 2019].
- [18] G. Heine ve H. Sagkob, GPRS: Gateway to Third Generation Mobile, Artech House Inc., 2003.
- [19] B. Ghribi ve L. Logrippo, Understanding General Packet Radio Service.
- [20] Cisco Systems, Inc., «Overview of GPRS and UMTS,» [Çevrimiçi]. [Erişildi: 16 12 2019].
- [21] A. Bhatia, «GPRS Call Flow,» 30 10 2010. [Çevrimiçi]. Available: https://telecomtigers.blogspot.com/2010_10_01_archive.html. [Erişildi: 18 12 2019].
- [22] M. K. Yazgan, Mikroişlemciler, 2006.
- [23] Ö. F. B. & S. GÖRGÜNOĞLU, 8051 AİLESİ MİKRODENETLEYİCİ EĞİTİM SETİNİN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ, 2002.

- [24] R. ASHBY, 2005, Designer's Guide to the Cypress PSoC.
- [25] A. Gül, «LCD-Nedir?,» Signal Elektronik, 12 12 2014. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.signal.com.tr/pdf/cat/LCD-Nedir.pdf>. [Erişildi: 11 12 2019].
- [26] J. Bergquist, «Next Generation Display Technologies for Electronic Books,» Nokia Research Center.
- [27] M. Imran ve N. Mohamed, «Study, E-Paper Displays:A Case,» Saarbrücken, Germany.
- [28] H. Göktepe, «Demir katkılanmış lityum içermeye bileşiklerinin sentezi karakterizasyonu ve doldurulabilir lityum piller,» Erciyes Üniversitesi, Kayseri, 2003.
- [29] M. Yoshio, T. Tsumura ve N. Dımov, «Silicon/graphite composites as anode material for lithium ion batteries,» 2006.
- [30] T. WILMSHURT, Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers Principles and Applications, Macaristan, 2007.
- [31] J. PEATMAN, Embedded Design with the PIC18F452 Microcontroller, ABD, 2003.
- [32] Overview, The Global System For Mobile Communications (GSM).
- [33] T. FLOYD, Digital Fundamentals, ABD, 2009.
- [34] J. DAVIES, MSP430 Microcontroller Basics, Newnes, ABD, 2008.
- [35] B. ÇOBANOĞLU, «Mikroişlemciler ve Mikrodenetleyiciler II: PIC,» 2013.
- [36] O. BISHOP, Electronics A First Course, ABD, 2011.

9. TEŞEKKÜR

Değerli ailelerimize ve bu çalışmanın hazırlanma sürecince bilgi ve tecrübesini bizden esirgemeyen değerli danışman hocamız Sayın Öğr. Gör. Dr. İsmail Tekin'e teşekkür ederiz.

10. ÖZGEÇMİŞ

Mehmet F. Karabaş 30.06.1997 tarihinde Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini tamamladı. 2015 Mevlâna Üniversitesinde hazırlık eğitimini tamamladıktan sonra 2016 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. Lisans eğitimine 4. sınıf olarak devam etmektedir.

Enes Gülmez 01.01.1998 tarihinde Kula/Manisa’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Manisa’da tamamladıktan sonra, 2016 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünde lisans eğitimine başladı. Lisans eğitimine 4. sınıf olarak devam etmektedir.