

**UZAKTAN ERİŞİMLİ PARMAKİZİ OKUMA
CİHAZI TASARIMI**

**2011
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ**

Mehmet GÖK

**UZAKTAN ERİŞİMLİ PARMAKİZİ OKUMA
CİHAZI TASARIMI**

Mehmet GÖK

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

KARABÜK

Haziran 2011

Mehmet GÖK tarafından hazırlanan “UZAKTAN ERİŞİMLİ PARMAKİZİ OKUMA CİHAZI TASARIMI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Salih GÖRGÜNOĞLU

Tez Danışmanı, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 23 / 06 / 2011

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Raif BAYIR (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Salih GÖRGÜNOĞLU (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Baha ŞEN (KBÜ)

11./07/2011

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Nizamettin KAHRAMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Mehmet GÖK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

UZAKTAN ERİŞİMLİ PARMAKİZİ OKUMA CİHAZI TASARIMI

Mehmet GÖK

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Salih GÖRGÜNOĞLU

Haziran 2011, 78 sayfa

Günümüzde parmakizine dayalı kimlik doğrulama ve tanıma sistemleri geniş bir uygulama sahasına sahiptir. Parmakizi analizi, biyometrik tanıma yöntemleri arasında pratik ve güvenilir bir metot olarak ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, GPRS (General Packet Radio Service) ağı ile internet üzerinden parmakizi tanıma işlemi yapabilen taşınabilir bir cihazın tasarımı gerçekleştirilmiştir. Cihaz genel olarak mikrodenetleyici, parmakizi sensörü, ekran ve GPRS modem birimlerinden oluşmaktadır. Bu cihaz, parmakizi sensöründen aldığı parmakizi görüntüsünü mikrodenetleyici ile sıkıştırarak ve GPRS bağlantısı ile sunucu bilgisayara göndermektedir. Sunucu bilgisayarda parmakizi görüntüsü analiz edilmekte ve elde edilen sonuç tekrar parmakizi okuma cihazına gönderilmektedir. Okuma cihazına gelen bu sonuç, cihazın ekranında görüntülenmektedir. Bu çalışmada parmakizi okuma cihazının tasarımına, karşılaşılan problemlere ve çözüm önerilerine ve cihazın başarımına yer verilmiştir.

Tasarlanan cihaz parmakizi tanımaya dayanan ulusal güvenlik uygulamaları için kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler : AVR32 mikrodenetleyicisi, GPRS modem, parmakizi sensörü, parmakizi tanıma.

Bilim Kodu : 702.1.013

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DESIGN OF REMOTELY ACCESSIBLE FINGERPRINT READER DEVICE

Mehmet GÖK

**Karabük University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Electronics and Computer Education**

Thesis Supervisor:

Assist. Prof. Dr. Salih GÖRGÜNOĞLU

June 2011, 78 pages

Nowadays, personal identification and verification systems that use fingerprint analysis have a wide application area. Fingerprint analysis, as a practical and reliable method, comes to the forefront among biometric identification methods. In this thesis, a mobile device that can implement fingerprint identification using GPRS (General Packet Radio Service) through the internet was designed. It consists of a microcontroller, fingerprint sensor, display and GPRS modem units. It compresses fingerprint image taken from fingerprint sensor and sends it to the fingerprint identification server through GPRS connection. The fingerprint image is analysed on the server and yielding result is sent back to the device. That result is showed on the device display. In this thesis, design of the device, the problems occurred and solution recommendations and performance of the device are considered.

The proposed device can be easily used in national security applications oriented on personal identification.

Key Words : AVR32 microcontroller, GPRS modem, fingerprint sensor, fingerprint identification.

Science Code : 702.1.013

TEŞEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle alıőmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Salih GÖRGÜNOğLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yazımı esnasında yardımlarını esirgemeyen değerli öğretmen arkadaşım Eshabil ÖZDOğAN'a teşekkür ederim

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımını esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	7
BİYOMETRİK SİSTEMLER	7
2.1. PARMAKİZİNİN ALINMASI	11
BÖLÜM 3	13
TAŞINABİLİR PARMAKİZİ CİHAZININ DONANIMSAL TASARIMI	13
3.1. MİKRODENETLEYİCİ	18
3.1.1. AT32UC3A0512 Blok Şeması	19
3.1.2. Mikrodenetleyici Özellikleri	21
3.1.2.1. Seri Çevrebirim Arayüzü	22
3.1.2.2. Genel Amaçlı Giriş/Çıkış Kontrolcüsü	23
3.1.3. AT32UC3A0512 Başlık Kartı	23
3.2. FPC1011F PARMAKİZİ SENSÖRÜ	24
3.2.1. Sensörün Blok Diyagramı	25
3.2.2. Sensörün İletişime Hazırlanması	26
3.2.3. FPC1011F Sensöründen Parmakizi Okuma İşlemi	27

3.2.4. Parmakizi Sensörü ve JTAG Konnektörü	27
3.3. DOKUNMATİK PANEL ve ÇALIŞMASI.....	29
3.4. ADS7843 DOKUNMATİK PANEL KONTROLCÜSÜ	31
3.5. ILI9325 TFT LCD SÜRÜCÜSÜ	32
3.5.1. Mikroişlemci Ünitesi Kontrol Arabirimi	32
3.5.2. LCD Panel Kartı.....	33
3.6. MIC2920A GERİLİM REGÜLATÖRÜ	34
3.7. GÜÇ ve BATARYA ŞARJ DEVRESİ.....	36
3.8. GM862 QUAD GSM/GPRS MODEM.....	37
3.9. GM862 GPRS MODEM BAĞLANTISI.....	38
3.10. FT232R USB/UART DÖNÜŞÜM TUMDEVRESİ.....	42
BÖLÜM 4	43
PARMAKİZİ TANIMA CİHAZININ YAZILIMSAL TASARIMI	43
4.1. CİHAZIN YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ.....	43
4.1.1. Cihazın Başlatılması.....	47
4.1.2. LCD Ekranının ve Dokunmatik Ekran Kontrolcüsünün Başlatılması	48
4.1.3. Parmakizi Sensörü SPI Arabiriminin Başlatılması	50
4.1.4. ADC ve RTC Birimlerinin Başlatılması	52
4.1.5. GPRS Modemin Başlatılması	53
4.2. TANIMA SUNUCUSU YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ.....	55
4.3. PARMAKİZİ TANIMA İŞLEMİ	61
4.3.1. Parmakizi Görüntüsünün Parmakizi Sensöründen Alınması	62
4.3.2. Parmakizi Görüntüsünün Sıkıştırılması ve Gönderilmesi.....	64
4.3.3. Parmakizinin Analiz Edilip Sonucun Gönderilmesi	68
BÖLÜM 5	70
DENEYSEL ÇALIŞMALAR ve SONUÇ.....	70
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ	78

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Biyometrik karakteristikler	8
Şekil 2.2. Biyometrik karakteristiklerin kullanım oranları	9
Şekil 2.3. Kayıt, doğrulama ve tanıma işlemleri.....	10
Şekil 2.4. Parmakizi okuyucunun blok şeması.....	11
Şekil 2.5. Parmakizi sensörlerinin yapısı	12
Şekil 2.6. Farklı sensörlerden alınan çeşitli parmakizi görüntüleri.....	12
Şekil 3.1. Tasarımı yapılan taşınabilir cihazın blok şeması	14
Şekil 3.2. Cihaz tasarımının başlangıç aşamasında kullanılan birimler ve bağlantıları.....	16
Şekil 3.3. Parmakizi tanıma sisteminin genel akış diyagramı.....	18
Şekil 3.4. UC3A0512 Mikrodenetleyicisinin blok gösterimi.....	20
Şekil 3.5. AVR32UC3AXXXX mikrodenetleyici ailesine ait bellek haritası.	22
Şekil 3.6. Mikrodenetleyici SPI bağlantıları ve örnek çevresel birimler.	23
Şekil 3.7. UC3A0512 başlık kartı.	24
Şekil 3.8. FPC1011F Parmakizi sensörü üstten ve alttan görünüşü.....	24
Şekil 3.9. FPC1011F blok diyagramı.....	25
Şekil 3.10. Sensörden parmakizi görüntüsü okunmasına ilişkin akış şeması.	27
Şekil 3.11. Parmakizi sensörü ve uyumlu konnektörler.....	28
Şekil 3.12. Parmakizi Sensörü ve JTAG konnektörü bağlantı şeması.....	28
Şekil 3.13. Tipik bir analog dokunmatik panelin yapısı.	29
Şekil 3.14. Alt ve üst rezistif katmanlar ve elektrot bağlantıları.....	29
Şekil 3.15. Dokunmatik panel üzerinde dokunulan noktanın X- ve Y- değerlerinin algılanması.....	30
Şekil 3.16. Dokunma sırasında oluşan gerilim bölücü bağlantıları.	31
Şekil 3.17. ADS7843 Tümdevresi ve tipik uygulama devresi.	31
Şekil 3.18. UC3 mikrodenetleyicisi ile ILI9325'in 8-bit sistem arabirimi ile bağlanması.	33
Şekil 3.19. TFT LCD Kartının üst görünüşü, (b) alt görünüşü.....	33
Şekil 3.20. TFT LCD kartının bağlantı şeması.....	34
Şekil 3.21. MIC2920A gerilim regülatörü.....	35

Şekil 3.22. Çıkıştaki gerilim düşümü ile çekilen akım grafiği.....	35
Şekil 3.23. Cihazın Güç ve Batarya Şarj devresi.	36
Şekil 3.24. GM862 Modemi için üretilen geliştirme kartı.	38
Şekil 3.25. Eltima seri iletişim emülasyon yazılımı ve örnek komut çıktıları.	38
Şekil 3.26. GPRS modem bağlantı kartı.	39
Şekil 3.27. GPRS Modemin deney kartına bağlantı şeması.....	40
Şekil 4.1. AVR32 Software Framework mantıksal blok diyagramı.	44
Şekil 4.2. AVR32 Örnek uygulama kodu.	45
Şekil 4.3. Proje ağacı görüntüsü.....	46
Şekil 4.4. Örnek bir hata ayıklama oturumu.	47
Şekil 4.5. Cihazın ilk enerji ile başlatılması.....	49
Şekil 4.6. Cihazın açıldıktan sonraki ekran görüntüsü.....	50
Şekil 4.7. Parmakizi sensörünün bağlandığı SPI portunun parametre yapısı.	51
Şekil 4.8. Sunucu yazılım üzerinde parmakizi tanıma sürecinin gerçekleşmesi.....	56
Şekil 4.9. Segmentasyon öncesi ve sonrası parmakizi görüntüsü.....	57
Şekil 4.10. Üzerinde yönlerin bulunduğu parmakizi görüntüsü.	57
Şekil 4.11. Filtrelenmiş yönsel görüntü.	58
Şekil 4.12. Binarize edilmiş parmakizi görüntüsü	58
Şekil 4.13. İnceltilmiş parmakizi görüntüsü	59
Şekil 4.14. Temizlenmiş tek piksel kalınlığındaki hatları taşıyan parmakizi görüntüsü.....	59
Şekil 4.15. Özellik noktaları işaretlenmiş parmakizi görüntüsü	60
Şekil 4.16. Tanıma yazılımına ait kimlik ve parmakizi özellik tabloları.	61
Şekil 4.17. Sensörün çevrim işleminin tamamlanma testinin gerçekleştirilmesi.....	62
Şekil 4.18. Geçerli parmakizi testinin yapılması.	63
Şekil 4.19. Örnek bir parmakizi okuma işlemi.	64
Şekil 4.20. Parmakizi görüntüsünün JPEG biçimine dönüştüren program kodu.....	64
Şekil 4.21. Parmakizi verisinin tanıma sunucusuna gönderilmesini sağlayan program kodu.	67
Şekil 4.22. Parmakizi tanıma yazılımının uygulama penceresi.	69
Şekil 5.1. Parmakizi tanıma cihazının açılış ve bekleme durumundaki çektiği akım grafiği.	72
Şekil 5.2. Parmakizi tanıma cihazının tanıma sürecinde çektiği akım grafiği.	72

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Biyometrik teknolojilerin karşılaştırılması	8
Çizelge 5.1. Tasarımı yapılan cihazın maliyet tablosu.	73

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

GPRS	: General Packet Radio Service
DNA	: Deoxyribonucleic Acid
OPDS	: Otomatik parmak izi doğrulama sistemi
OPTS	: Otomatik parmakizi tanıma sistemi
J2ME	: Java 2 Micro Edition
UMPC	: Ultra mobile personal computer)
PIN	: Personal Identification
FBI	: Federal Bureau of Investigation
PDP	: Packet Data Protocol
WSQ	: Wavelet Scalar Quantization
NIST	: National Institute of Standards and Technology
PDA	: Personal Digital Assistant)
XML	: Extensible Markup Language
BioAPI	: Biometrics Application Programming Interface
ESR	: Equal serial rezistance
FPGA	: Field Programmable Gate Array
LDO	: Low Drop Out
AES	: Advanced Encryption Standard
PIN	: Personal Identification Number
SPI	: Serial Peripheral Interface
TFT	: Thin Film Transistor
RAM	: Random Access Memory)
SRAM	: Statik RAM
TCP/IP	: Transfer Control Protocol – Internet Protocol
LCD	: Liquid Crystal Display
EBI	: External Bus Interface

PCB	: Printed Circuit Board
VBATT	: Voltage of Battery
USB	: Universal Serial Bus
UART	: Asynchronous Receiver Transmitter
RISC	: Reduced Complexity Instruction Set Computer
ARM	: Acorn RISC Machine
JPEG	: Joint Photographic Experts Group
IJG	: Independent JPEG Group
SQL	: Structured Query Language
PLC	: Programmable Logic Controller
HSB	: High Speed Bus Matrix
SMC	: Static Mermoy Controller
PET	: Polietilen tereftalat
ITO	: Indium Tin Oxide
SoC	: System on Chip
PWM	: Pulse Width Modulation
JTAG	: Joint Test Action Group
APN	: Access Point Name
IDE	: Integrated Development Environment
ELF	: Executable and Linkable Format
GCC	: GNU C Compiler
GDB	: GNU Debugger

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Zamanla sosyal yaşamdaki değişimler güvenlik alanındaki ihtiyaçlarını değiştirmektedir. Genel olarak güvenliği artırmak için kullanılan anahtarlar, şifreler, kişisel tanımlama sayıları ve tanımlama kartları, çalınma, paylaşma, kaybetme ve unutma gibi nedenlerle yetersiz kalabilmektedir. Zamanla gelişen elektronik bankacılık, elektronik ticaret, sistem erişim kontrolü, personel devamlılık kontrol sistemi vb. yüksek seviyede güvenlik gerektiren sistemlerde güvenliği artırmak amacıyla temel önlemlerin yanında gelişmiş yöntemlere de ihtiyaç duyulmuştur. Bu yöntemlerden birisi de kişilere ait biyometrik özellikleri kullanmaktır. Kişiyi özel fiziksel veya davranışsal karakteristiklerin kullanılarak yapılan kimlik tanımlama işlemi biyometrik tanımlama olarak ifade edilmektedir. Bu teknikte, bireyden bireye farklılık gösteren göz retinası, parmak izi, imza, yüz, ses, DNA (Deoxyribonucleic Acid) gibi biyometrik unsurlardan yararlanılmaktadır. Biyometrik özellikler, kaybedilmemesi, unutulmaması veya çalınma olasılığının düşük olması gibi nedenlerle daha güvenli bulunmakta ve tercih edilmektedir [1,2].

Geçmişten günümüze insanlar, sahip oldukları birtakım özelliklere bakılarak birbirinden ayırt edilmeye çalışılmıştır. Özellikle suçluların tespit edilmesinde insanların sahip oldukları ayırt edici çeşitli özelliklerinden yararlanılmıştır. Parmak izi üzerindeki ilk önemli çalışmaları Galton (1892) ve Henry (1899) yapmıştır. Değişik yaşlarda insanlardan alınan parmak izleri üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Galton çalışmaları sonucunda şu sonuçlara varmıştır [1]. Birincisi, parmak izi süreklilik gösterir, biçimi ve karakteristiği zamanla değişmez, ikincisi, her insanın parmak izi farklıdır. Francis Galton ayrıca parmak izlerini tanımlamak ve karşılaştırabilmek için tepe uç noktası, tepe çatal noktası, kısa tepe çizgisi, ada, çıkıntı, çapraz, köprü olarak isimlendirdiği özellikler belirlemiştir.

Bunlar Galton karakteristikleri olarak bilinmektedir. Diğer taraftan Henry parmakizlerinin genel yapısını incelemiş ve parmakizlerini beş sınıfa ayırmıştır. Bu sınıflar kemerli, dik kemerli, sola döngülü, sağa döngülü ve halka şeklindedir. Galton ve Henry'nin yaptığı çalışmalar günümüzde parmakizi üzerine yapılan çalışmaların temelini oluşturmaktadır [1,2].

Gelişen teknoloji ile beraber parmakizi analizi güvenlik ve tanıma gibi amaçlarla çeşitli sistemlerde kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemler temel olarak, Otomatik parmak izi doğrulama sistemi (OPDS) ve Otomatik parmakizi tanıma sistemi (OPTS) olmak üzere iki şekilde gruplandırılabilir. Otomatik parmak izi doğrulama sistemi, verilen iki parmakizinin aynı olup olmadığının belirlemeye yönelik olarak çalışan sistemlerdir. Otomatik parmakizi tanıma sistemi, sisteme girilen bir parmakizinin, sistemin tüm veri tabanı araştırılarak, kayıtlı parmak izleriyle karşılaştırılması, benzer parmak izlerini bulmaya çalışmak olarak özetlenebilir [1,2].

Otomatik parmakizi tanıma sistemlerinde, parmakizi görüntülerinden çıkarılan tepe uç ve çatal noktaları adı verilen özellik noktaları kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda, parmakizi tanıma temel olarak parmakizi önileme, özellik çıkartma ve eşleme olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmektedir. Parmakizi önileme aşaması, sensörden alınan parmakizi görüntüsünü iyileştirilmesi, iz yönlerinin bulunması, segmentasyon, binarizasyon ve inceltme işlemlerini kapsamaktadır. Parmakizi özellik çıkartma aşamasında, inceltmiş parmakizi görüntüsünden uç ve çatal noktaları bulunurken, iz yönlerinden yararlanılarak çekirdek, delta ve referans noktalar tespit edilmekte ve bu özellikler eşleme aşamasında kullanılmaktadır.

Günümüzde parmakizi kullanılan birçok uygulama karşımıza çıkmaktadır. Bunlara parmakizi ile korunan işletim sistemi oturumları, taşınabilir bellekler, personel devam takip sistemleri, parmakizi ile korunan kapılar örnek olarak verilebilir [2].

Literatürde uzaktan parmakizi tanımlamaya yönelik bazı çalışmalar bulunmaktadır. Hulea vd., dağıtık bir şekilde çalışan parmakizi sunucularına bağlanan taşınabilir

cihazlar üzerinden tanımlama işlemini gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada parmakizi görüntüsü ilk olarak bir parmakizi modülünden bluetooth bağlantısı ile J2ME (Java 2 Micro Edition) destekli taşınabilir bir cihaza aktarılmaktadır. Daha sonra bu parmakizi görüntüsüne ait veri GPRS bağlantısı yoluyla Internet üzerinden parmakizi tanımlama sunucusuna gönderilmekte ve sunucu üzerinde yapılan tanımlama sonucu tekrar taşınabilir cihaza aktarılmaktadır [3].

Lee vd., bir UMPC (ultra mobile personal computer) üzerinde hem parmakizi hem de parmak ucunda bulunan damar desenine göre tanımlama yapan bir uygulama geliştirmişlerdir. Lee ve arkadaşları bu çalışmada biri parmakizi diğeri de parmak ucunda bulunan damar haritasının görüntüsünün alınması için iki adet USB arayüzlü kameradan oluşan bir düzenek kullanmışlardır. Bu düzenek sayesinde önce parmakizi ve sonra da damar haritası kullanıcının parmağını çekmesine gerek kalmadan tek bir tarama işlemi yapılmış gibi kısa sürede alınabilmektedir. Lee ve arkadaşları bu düzeneği UMPC'ye monte ettikten sonra deneysel çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Geliştirdikleri bu cihazı Identity Solutions firması tarafından geliştirilen HIDE adlı cihazla karşılaştırmışlardır. HIDE adlı cihaz, yüz, iris ve parmakizi tanımlama işlevlerini kendi üzerinde gerçekleştirebilen taşınabilir bir çoklu-biyometrik cihazdır. Lee ve arkadaşları, HIDE adlı cihazın tanımlama işlemini birkaç adımda yapmasının kullanıcıyı tedirgin ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca HIDE adlı cihazın işlem gücünün yüz ve iris tanımlama işlemi yetersiz olduğunu savunmuşlardır. Bunlara ek olarak HIDE adlı cihazın biyometrik şablonları içeren yüksek ölçekteki veritabanlarını depolamak için yetersiz depolama kapasitesine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Her iki cihaz da tanımlama işlevini kendi üzerinde gerçekleştirmekte; uzak tanımlama işlevini kullanmamaktadır [4].

Wang vd., Fingerprints firması tarafından üretilen FPC1011C sensörünü kullanarak akıllı bir bina erişim kontrol sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem Texas Instruments TMS320C5515A DSP (Digital Signal Processor) ve Samsung S3C2410 ARM9 işlemcilerini içermektedir. Parmakizi sensörü direkt olarak DSP ile arabirilenmiştir. Bu sistemde DSP işlemcisi parmakizi sensöründen parmakizi görüntüsünü almakta ve özellik çıkartma işlevlerini gerçekleştirmektedir. S3C2410 işlemcisi ise bu özellikleri depolama ve parmakizi eşleştirme işlemini

gerçekleştirmektedir. Sistemin ana işlemcisi S3C2410 olup olup yetkisiz erişim gerçekleştiğinde ses ve ışıklar ile yerel olarak uyarı yapılmakta; bu işlemciye bağlı GSM (Global System for Mobile Communications) modül sayesinde hem daha önceden tanımlanmış telefonlara SMS gönderilmekte hem de GPRS ve Internet aracılığı ile de uzaktaki izleme sistemi uyarılmaktadır. Bu çalışmada parmakizi doğrulama işlemi yerel olarak gerçekleştirilmekte GSM modül sadece uzaktan uyarı için kullanılmaktadır [5].

Wang vd., J2ME teknolojisini destekleyen cihazlar için korelasyona dayalı yeni bir tanımlama biçimi geliştirmişlerdir. Wang ve arkadaşlarının amacı sistem kaynakları kısıtlı olan J2ME destekli cihazlar üzerinde parmakizi tanımlama işlemini gerçekleştirmektedir. Geliştirdikleri yöntem hiyerarşik korelasyon tabanlı parmakizi tanımlama adını vermişlerdir. Bu yöntemde parmakizi tanımlama işlemini bölgesel oto-korelasyona işlemlerine bölüp gerçekleştirmişlerdir. Bu yöntem sayesinde parmakizi görüntüsünün tamamını kullanan korelasyon yöntemine göre gereken bellek miktarını azaltmışlardır. Wang ve arkadaşları deneysel çalışmalarını NIST (National Institute of Standards and Technology) veritabanında bulunan parmakizi görüntülerini uygunlaştırarak gerçekleştirmişlerdir [6].

Rodríguez vd., istemci-sunucu yaklaşımını kullanarak bir PDA (Personal Digital Assistant) yardımı ile uzak bir sunucu üzerinde parmakizi tanımlama işlemini gerçekleştirmişlerdir. Rodríguez ve arkadaşları, parmakizi görüntüsünü almak için PDA üzerinde bulunan entegre parmakizi sensörünü kullanmışlardır. PDA ve parmakizi tanımlama sunucusunun iletişimi için XML (Extensible Markup Language) Web Servislerine dayanana bir istek-yanıt mekanizması geliştirmişlerdir. Böylece sunucuya bağlanan istemci çeşitliliğini artırmayı hedeflemişlerdir. Sunucu tarafında çalışan parmakizi tanımlama web servisini BioAPI (Biometric Application Programming Interface) standartlarını karşılayacak biçimde geliştirmişlerdir. BioAPI standardı, parmakizinin kaydı, doğrulanması ve tanımlanması işlemlerininin tanımlama sisteminden bağımsız kullanılabilir yüksek seviyeli işlemler olarak tanımlanmasını gerektirmektedir. Rodríguez ve arkadaşları, sunucu üzerinde parmakizi tanımlama işlemini sunucuya bağlı FPGA (Field Programmable Gate Array) tabanlı bir donanımla gerçekleştirmişlerdir. Bu donanım sunucuya PCI

(Peripheral Component Interconnect) veriyolu ile bağlı Celoxica RC100-PP kartıdır. Bu kart üzerinde parmakizi tanımlama için kullanılan yazılımı ise Handel-C ile programlamışlardır. Rodrigez ve arkadaşları, bu kart sayesinde parmakizi tanımlama sunucusu için kullanılacak donanımın maliyetini düşürdüklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmada, parmakizi tanımlama işlemi, işlem gücü ve depolama kapasitesi açısından sınırlı taşınabilir cihaz yerine özelleşmiş bir donanımla güçlendirilen adanmış bir sunucu üzerinde gerçekleştirilmektedir [7].

Hong vd., uzaktan parmakizi tanımlama görevini gerçekleştiren taşınabilir cihazlar için enerji tüketimini hesaplayan bir model geliştirmişlerdir. Hong ve arkadaşları parmakizi görüntüsünün uzaktaki bir sunucu tarafından güvenli bir taşıma ortamı üzerinden tanımlama ve doğrulama yapıldığı bir sistem üzerinde çalışma yapmışlardır. Bu sistem, parmakizi görüntüsünü sensör aracılığı ile aldıktan sonra WSQ (Wavelet Scalar Quantization) yöntemiyle sıkıştırmakta ve AES (Advanced Encryption Standard) ile şifreleyip ağ üzerinden sunucuya göndermektedir. WSQ, FBI (Federal Bureau of Investigation) tarafından tanımlanmış ve parmakizi görüntülerini sıkıştırmak için kullanılan bir standarttır. Hong ve arkadaşları, böyle bir sistem üzerinde mevcut yaklaşımlardan farklı olarak sabit bir sıkıştırma oranı kullanmak yerine taranan parmakizi kalitesine göre hesaplanan bir sıkıştırma oranını kullanmışlardır. Yaptıkları deneysel çalışmaların sonucunda güvenli olarak parmakizinin transfer edilebilmesi için gereken enerjiyi sabit sıkıştırma oranına sahip bir sistemin enerji tüketimine göre %29 oranında azaltılabileceğini göstermişlerdir [8].

Xie ve Shi, DSP işlemcili taşınabilir bir parmakizi tanımlama cihazı geliştirmişlerdir. Bu cihazda işlemci olarak Texas Instruments TMS320C5510A DSP ve Fingerprints FPC1011C parmakizi sensörü kullanmışlardır. Bu cihaz parmakizi özelliklerini ve kimlik bilgilerini DSP'ye bağlı flash tümdevresinde saklamakta olup herhangi bir uzaktan erişim ya da kontrol sistemi ile bağlantısı yoktur. Hong ve arkadaşlarının [5] çalışmasından farklı olarak, kimlik bilgisi tanımlayan ve LCD ekranda gösteren bir cihaz geliştirmişlerdir. Bu cihazın diğer bir özelliği hem batarya hem de adaptör ile beslenebilmekte güç seçimi için özelleşmiş tümdevre kullanılmıştır [9].

Literatür ışığında çalışılan parmakizi tanımlama sistemlerinde kullanılan pek çok donanım, yazılım ve yöntem bu alan üzerinde çalışılabilecek ve gelişme sağlanabilecek birer araştırma sahası olarak görülebilir. Bu araştıma alanları özellikle uzaktan erişilebilir bir parmakizi tanımlama sisteminin tasarımına da ışık tutmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı GSM ağı üzerinden çalışan taşınabilir bir parmakizi tanıma cihazının geliştirmektir. Bu cihaz uzak noktalardan parmakizi kullanılarak kimlik bilgilerine erişim için geliştirilmiştir. Geliştirilen cihaz GPRS bağlantısı ile Internet üzerinden parmakizinin görüntüsünü sunucu olarak çalışan bilgisayara aktarmaktadır. Sunucu bilgisayar bu görüntü üzerinde özellik tabanlı parmakizi analizi ve eşleştirmesi yaparak sonucu cihaza geri yollamaktadır.

Tezin ikinci bölümünde biyometrik sistemler özetlenmektedir. Bu bölümde parmakizinin diğer yöntemlere göre avantajları üstünde durulmaktadır. Parmakizinin alınması ve parmakizi tanımlama sistemleri ele alınmaktadır. Takip eden üçüncü bölümde taşınabilir parmakizi tanıma cihazının donanımsal yapısı ele alınmaktadır. Bu çalışmada geliştirilen parmakizi tanıma cihazının elemanlarının yapısal özellikleri açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde parmakizi tanıma cihazının yazılımsal tasarımı anlatılmaktadır. Ayrıca bu bölümde parmakizi tanıma cihazının ve sunucu üzerinde çalışan tanıma yazılımının tasarımı ele alınmıştır. Tez çalışmasının son bölümü olan beşinci bölümde sonuçlar ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

BÖLÜM 2

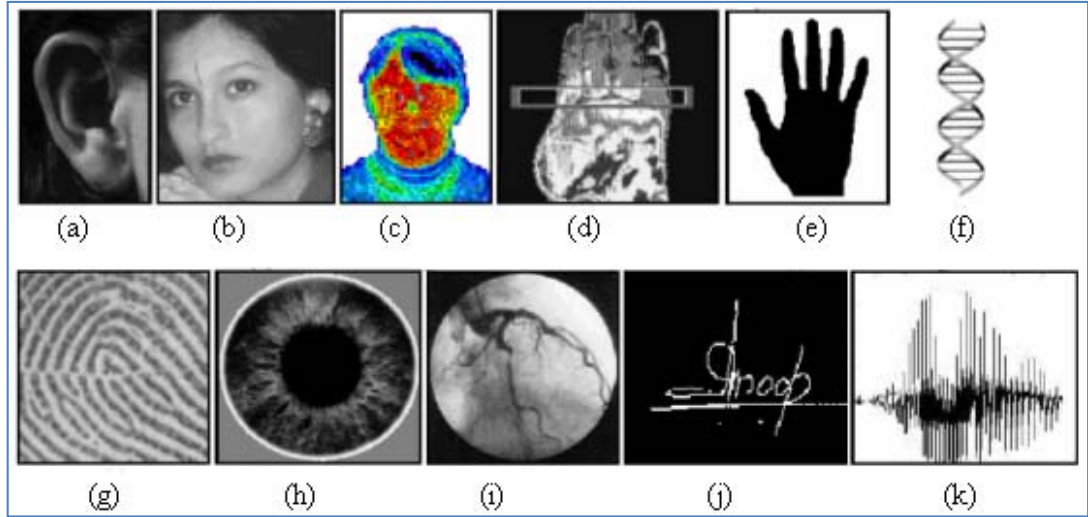
BİYOMETRİK SİSTEMLER

Biyometrik sistem, insanların fizyolojik veya davranışsal özelliklerinin bir kişiyi diğerinden ayırt etmek amacı kullanıldığı bir çeşit desen tanıma sistemidir. Bu özellikler, evrensellik, eşsiz olma, süreklilik ve elde edilebilirlik gibi nitelikleri taşımaktadır [1,2].

İlk olarak kullanılan ve iyi bilinen biyometrik teknolojilerden birisi de parmakizi tanımadır. Maliyet, doğruluk, hız, kullanım kolaylığı, biyometrik karakteristiğinin eşsiz olma derecesi, kullanıcıya zarar vermemesi, kullanıcıyı tedirgin etmemesi gibi unsurlar, farklı biyometrik teknolojileri değerlendirme de önem arz etmektedir [1]. Biyometrik sistemlerde kullanılan özelliklerden bazıları şunlardır: DNA, İris, Retina, El Geometrisi, Yüz Geometrisi, İmza, Kulak şekli, Yüz ve el termogramları. Şekil 2.1’de biyometrik karakteristikler görülmektedir.

Parmakizi, kolay alınabilmesi, saklandığında az yer kaplaması, rahat kullanımı, güvenilirliği ve diğerlerine göre uzun yıllardır kullanılıyor olması açısından bakıldığında oldukça iyi bir biyometrik tanıma sistemidir. Parmağın taranarak parmakizinin alınması için gerekli olan zaman oldukça kısadır.

Şekil 2.1’de belirtilen biyometrik karakteristiklerin karşılaştırılması Çizelge 2.1’de verilmiştir. Burada parmakizinin diğer karakteristiklerle karşılaştırıldığında istenen özelliklere göre oldukça iyi bir durumda olduğu görülebilir. Her insan parmakizlerine sahiptir. Parmakizleri süreklilik gösterir ve zaman içinde değişmez. Canlı tarama teknikleri ile yüksek kalitede kolayca alınabilir. Ayrıca parmakizi sistemleri oldukça iyi performans sergilemektedir. Parmakizi sensörleri oldukça küçültülmüş durumdadır.



Şekil 2.1. Biyometrik karakteristikler [1]: a) Kulak b) Yüz c) Yüz ısı dağılımı d) El ısı dağılımı e) El geometrisi f) DNA g) Parmakizi h) İris i) Retina j) İmza k) Ses.

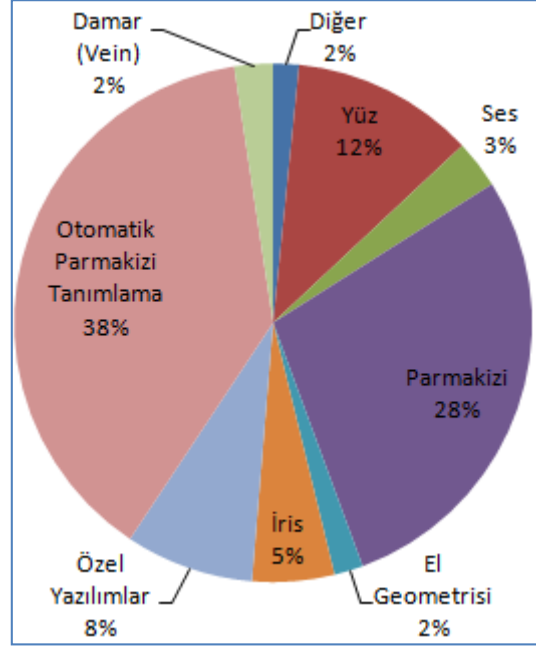
Çizelge 2.1. Biyometrik teknolojilerin karşılaştırılması [1,2].

Biyometrik karakteristik	Eyrensellik	Eşsizlik	Süreklilik	Elde edilebilirlik	Performans	Kabul edilebilirlik	Yaygınlık
DNA	Y	Y	Y	D	Y	D	D
Kulak	O	O	Y	O	O	Y	O
Yüz	Y	D	O	Y	D	Y	Y
Yüz termogramı	Y	Y	D	Y	O	Y	D
Parmakizi	O	Y	Y	O	Y	O	O
El geometrisi	O	O	O	Y	O	O	O
İris	Y	Y	Y	O	Y	D	D
Retina	Y	Y	O	D	Y	D	D
İmza	D	D	D	Y	D	Y	Y
Ses	O	D	D	O	D	Y	Y

Y:Yüksek O:Orta D:Düşük

Parmakizinin kriptografik tekniklerle birlikte kullanılması ile yetkisiz kullanımlarıda çok büyük ölçüde önlebilmektedir. Bu nedenlerle parmakizi e-ticaret, bina otomasyonu ve erişim kontrol sistemleri, personel devam kontrol sistemleri, kişisel bilgisayar güvenliği vb. birçok alanda kullanılmaktadır [1,2].

Şekil 2.2’de otomatik parmakizi tanımlama sistemlerinin ve parmakizinin 2009 yılı itibarı ile diğer biyometrik teknolojiler içinde %66 kullanım oranıyla en üst sırada olduğu görülmektedir [10]. Bu kullanım oranının 2006 yılında %44 olması parmakizi tabanlı biyometrik sistemlerin gittikçe yaygınlaştığını göstermektedir [1].



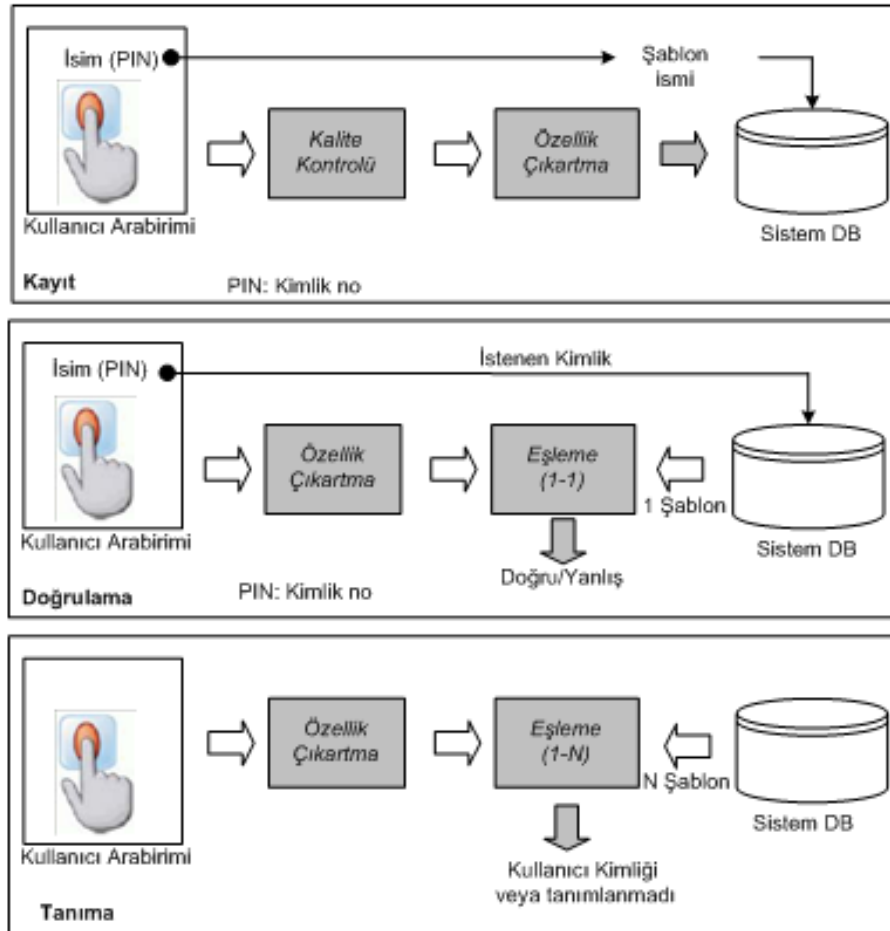
Şekil 2.2. Biyometrik karakteristiklerin kullanım oranları [10].

Pratikte, biyometrik bir sistemin kişilerin tanınması amacıyla nasıl tasarlanacağı önemli bir konudur. Kullanılacağı yere bağlı olarak doğrulama veya tanıma sistemi olarak tasarlanabilir. Doğrulama sistemi, verilen iki biyometrik verinin aynı olup olmadığını belirlemeye yönelik çalışan sistemlerdir. Tanıma sistemi, sisteme girilen bir biyometrik verinin, sistemin tüm veri tabanı taranarak, karşılaştırılması, benzer veriye sahip kayıtları bulmaya yönelik sistemlerdir [1].

Bir parmakizi tanıma sisteminde, Şekil 2.3’te görüldüğü gibi kayıt modülü kullanıcıdan alınan biyometrik veriyi sistemin veritabanına kaydetmekten sorumludur. Biyometrik veri öncelikle kalite kontrolünden geçirilmekte uygun özelliklerde olup olmadığı belirlenmektedir. Daha sonra özellikler çıkartılmakta ve

bulunan özellikler veritabanına kaydedilmektedir. Bir kişinin parmakizi özellik setine şablon adı verilmektedir.

Doğrulama modülünde kullanıcıdan biyometrik veri ve kimlik numarası PIN (Personal Identification Number) alınmaktadır. Kimlik numarası veri tabanındaki kimliğe ait veri şablonuna erişmek için kullanılır. Biyometrik veriden çıkartılan özellik noktaları ile veri şablonu oluşturulur. Elde edilen veri şablonu, veritabanındaki o kişiye ait veri şablonu ile bire bir karşılaştırılır. Bu sistemde çıkış kişinin kimlik numarasını giren kişi olduğunu gösteren doğru veya yanlış şeklinde bir cevap olmaktadır.



Şekil 2.3. Kayıt, doğrulama ve tanıma işlemleri [1].

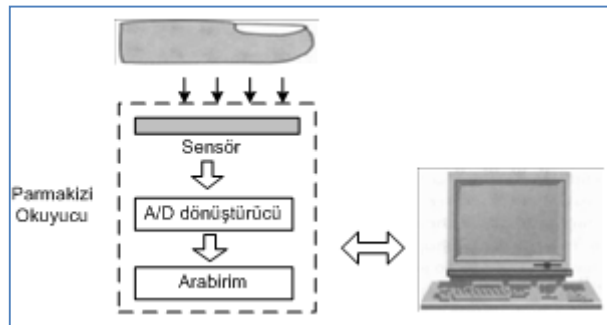
Tanıma sisteminde, kullanıcıdan alınan biyometrik veri sisteme girilmekte ve sistemin veri tabanında yer alan kayıtların tamamı ile karşılaştırılmaktadır. Bu

sistemde amaç girilen biyometrik verinin kime ait olduğunu belirlemektir. Tanıma sisteminin girdisi sadece bir biyometrik veri iken, çıktısı verilen biyometrik veriye sahip olması mümkün olan insan veya insanların kimlik bilgileridir. Sistem girilen biyometrik veriyi, veri tabanındaki pek çok kayıt ile karşılaştırmaktadır.

2.1. PARMAKİZİNİN ALINMASI

Parmakizini herhangi bir ortamdan alarak sayısal ortama aktarmanın değişik yöntemleri bulunmaktadır. Bunlardan ilk olarak kullanılanı mürekkep yardımı ile olanıdır. Siyah bir mürekkebe sürülen parmakizi, kâğıt üzerine bastırılarak yuvarlatılmakta ve daha sonra bir tarayıcı yolu ile bilgisayara sayısal görüntü olarak aktarılmaktadır. Bu teknikle alınan parmakizi görüntüsü kirli ve düzgün dağılımlı değildir.

İkinci yöntem, parmakizi okuyucu adı verilen cihazlar yardımıyla parmakizleri doğrudan kişinin parmağından almaktır. Bu yöntem canlı tarama olarak da bilinmektedir. Bu yöntem ile alınan parmakizleri daha az bozukluklar içermekte ve alma işlemi daha az zaman almaktadır. Canlı tarama işleminde kullanılan parmakizi okuyucularında kullanılan farklı tipte algılayıcılar vardır. Pratikte optik, termal, kapasitif ve ultrasonik algılayıcıların kullanıldığı görülmektedir. Şekil 2.4'te bir parmakizi okuyucunun blok yapısı görülmektedir.

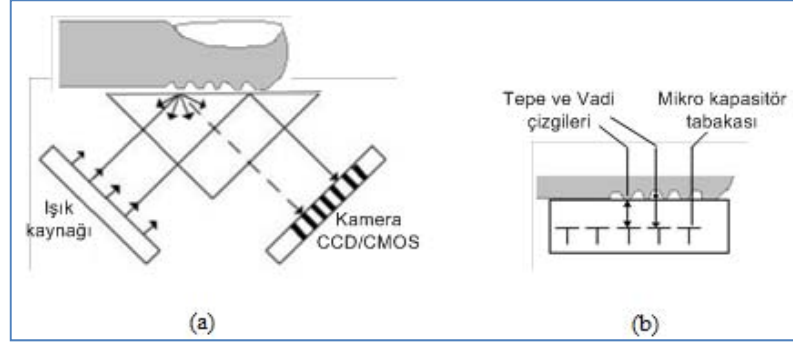


Şekil 2.4. Parmakizi okuyucunun blok şeması.

Algılayıcısı optik yapıda olan parmakizi okuyucusunda, Şekil 2.5 (a)'da görüldüğü gibi bir ışık kaynağından gönderilen ışınlar sönsör içinde yer alan prizma ve kamera

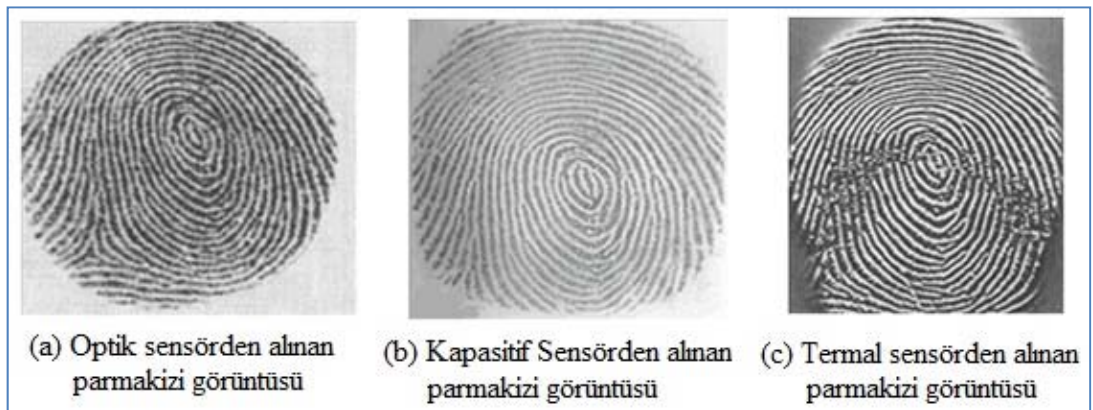
yardımları ile parmak ucunda yer alan tepe ve vadi çizgilerini oluşturmaktadır. Termal sensörlerde, parmak ucundaki ısı dağılımından yararlanılmaktadır.

Kapasitif sensörlerde Şekil 2.5. (b)'de görüldüğü gibi, tepe ve vadi çizgilerinin mikrokapasitörlerde oluşturduğu elektriksel yük ölçülerek görüntü elde edilmektedir.



Şekil 2.5. Parmakizi sensörlerinin yapısı a) Optik, b) Kapasitif.

Parmakizi algılayıcıları ile alınan parmakizi görüntülerinin parmakizi tanıma uygulamalarında kullanılabilmesi için bazı özellikleri taşıması gerekmektedir. FBI uyumlu parmakizi okuyucularında minimum çözünürlük 500 dpi olarak kabul edilmektedir. Parmakizi üzerindeki özelliklerin belirlenebilmesi için, birçok ticari amaçlı okuyucularda çözünürlüğün 250-300 dpi (dot per inch) olması gerekmektedir. Sensör alanınının 1x1 inch, sensör renk derinliğinin 8 bit gri skala olması FBI'ın belirlediği minimum değerlerdir [1,7]. Şekil 2.6'da farklı sensörlerden alınan çeşitli parmakizleri görülmektedir.



Şekil 2.6. Farklı sensörlerden alınan çeşitli parmakizi görüntüleri.

BÖLÜM 3

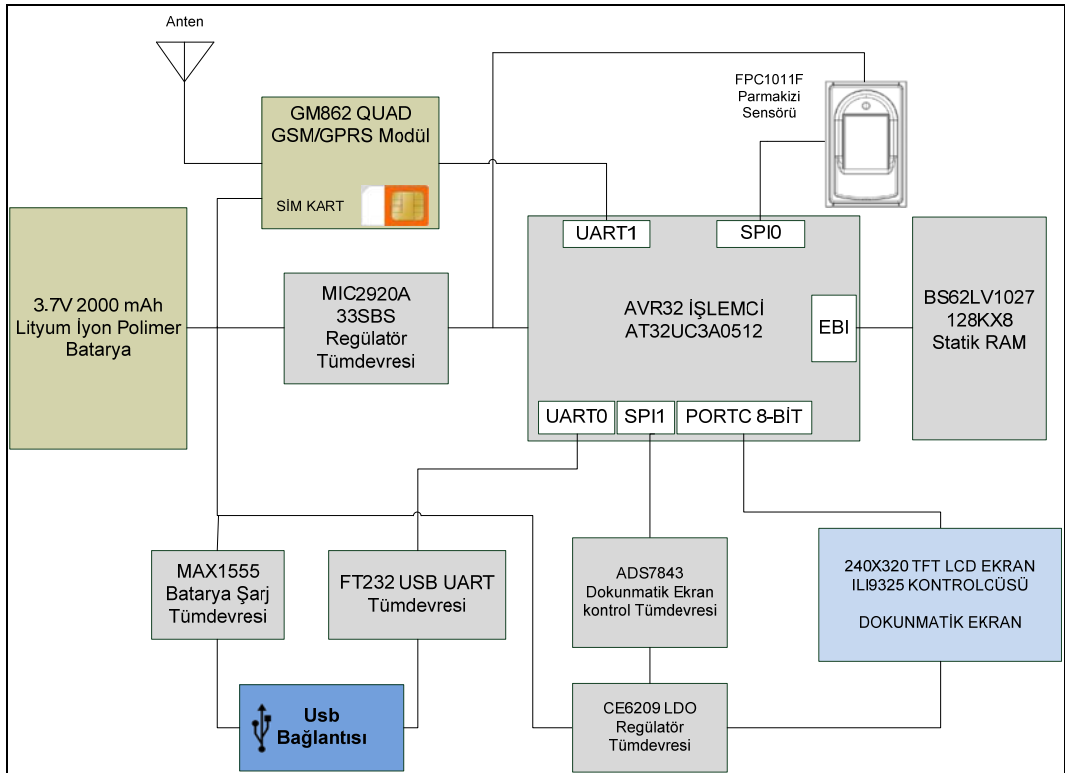
TAŞINABİLİR PARMAKİZİ CİHAZININ DONANIMSAL TASARIMI

Bu çalışmada taşınabilir bir parmakizi tanıma cihazının tasarımı üzerinde durulmaktadır. Bununla beraber tasarım süreci boyunca karşılaşılan sorunlar da ele alınmaktadır. Bilindiği üzere taşınabilir cihazlar için bekleme süresi (batarya şarj ömrü) ve ergonomik tasarım önemli özelliklerdir. Bir taşınabilir cihazda batarya bekleme süresinin uzun tutulabilmesi için yazılımsal ve donanımsal olarak güç tüketiminin ayarlanması gerekmektedir. Bu önlemlerin altında bataryadan çekilen akım değerinin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bunun yanında söz konusu cihazın kullanıcı arabiriminin pratik olması ve kullanıcıyı en az adımda sonuca götürmesi beklenir. Tasarımı yapılan cihaz bu iki özellik dikkate alınarak geliştirilmiştir. Şekil 3.1’de tasarımı gerçekleştirilmiş olan cihazın blok şeması görülmektedir.

Şekil 3.1’de görüldüğü gibi cihazın tüm birimleri temel işlem ünitesi olan mikrodenetleyiciye bağlanmaktadır. Mikrodenetleyici, cihazın birimlerinin kontrolünü sağladığı gibi birimler arasındaki veri akışı trafiğini de yürütmektedir. Mikrodenetleyici olarak Atmel firması tarafından üretilen AVR32 çekirdeğine sahip UC3 serisi mikrodenetleyici kullanılmaktadır [11].

Parmakizi sensörü (algılayıcısı) olarak Fingerprints firması tarafından üretilen kapasitif özellikli FPC1011F sensörü kullanılmaktadır [12]. Mikrodenetleyici ve sensör SPI (Serial Peripheral Interface) aracılığı ile kontrol edilmektedir. Bu sensör mikrodenetleyicinin SPI0 kanalına bağlanmaktadır. GPRS modem olarak TELIT firması tarafından üretilen GM862 QUAD modemi kullanılmaktadır. Bu modem UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) kanalı ile mikrodenetleyiciye bağlanmaktadır. Bu modemin kontrolü için ayrıca giriş/çıkış kontrol hatları (uçları) kullanılmaktadır.

Cihazın kullanıcı arabirimini gerçekleştirebilmek için üzerine dokunma algılama filmi eklenmiş olan TFT LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display) ekran kullanılmaktadır. TFT LCD grafik kontrol sürücüsü olarak ILITEK tarafından üretilen ILI9325 tümdevresine sahiptir [13]. Bu sürücü 262 144 RGB (Red Green Blue – Kırmızı Yeşil Mavi) renk derinliğinde 240x320 çözünürlüğe sahip bir TFT LCD matrisini (ekranı) kontrol etmektedir. Grafik sürücüsü, mikrodenetleyiciye giriş/çıkış kontrol uçları ile bağlanmaktadır.



Şekil 3.1. Tasarımı yapılan taşınabilir cihazın blok şeması

Grafik sürücüsüne komut ve renk bilgisini göndermek için 8-bit veri hattı ve ayrıca kontrol işlemleri için 4-bit veri hattı kullanılmaktadır. Grafik sürücüsünün ihtiyaç duyduğu 3 V'luk gerilimi elde edebilmek için CE6209 LDO gerilim regülatörü tümdevresi kullanılmaktadır [14]. Grafik sürücüsünün dokunma algılama filmi rezistif özellikte olup dört adet arabirim ucuna sahiptir.

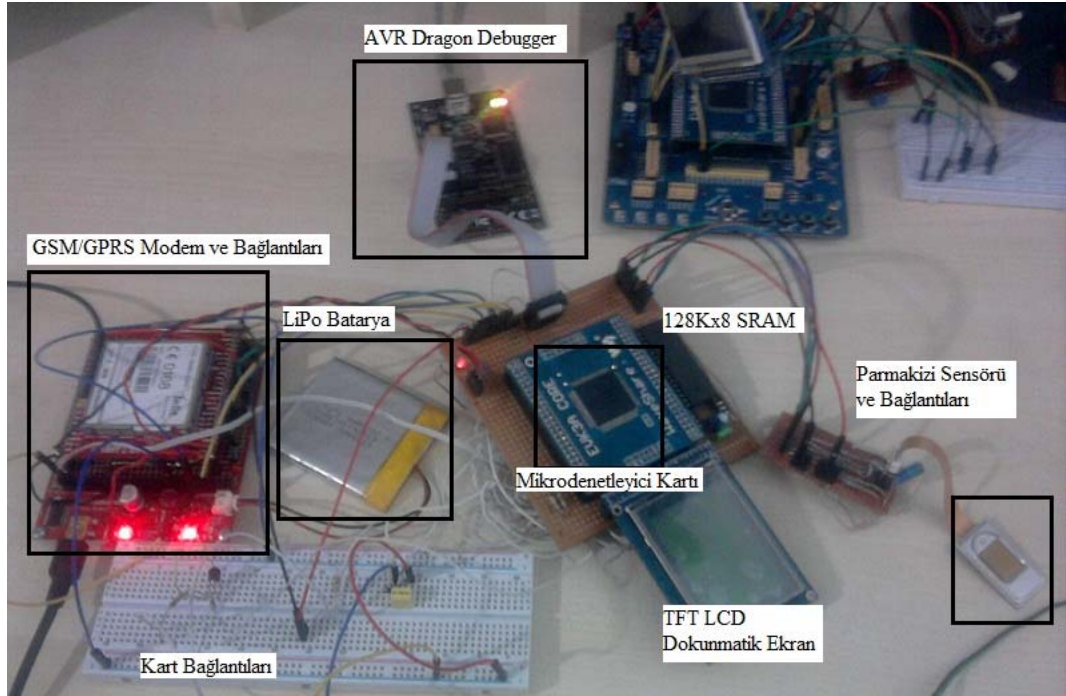
Dokunma algılama filminden alınan analog özellikteki dokunma noktası verisi, Texas Instruments tarafından üretilmiş olan ADS7843 tümdevresi aracılığı ile

sayısala dönüştürülmekte ve mikrodnetleyiciye aktarılmaktadır [15]. ADS7843, 12-bitlik örnekleme çözünürlüğüne sahip bir analog-sayısal dönüştürücü olup mikrodnetleyiciye SPI1 kanalı ile bağlanmaktadır. Cihazın çalışması sırasında ihtiyaç duyulan RAM (Random Access Memory) miktarı mikrodnetleyici üzerindeki yerleşik 64 Kilobyte'lık RAM bellek tarafından karşılanamadığından cihaza BRILLIANCE SEMICONDUCTOR tarafından üretilmiş olan 128 Kilobaytlık BS62LV1027PIP55 SRAM (Statik RAM) tümdevresi eklenmiştir [16]. Bu tümdevre, 8-bitlik veriyolu ve 4-bitlik kontrol yolu ile mikrodnetleyicisinin EBI (External Bus Interface) kontrolcüsüne bağlanmaktadır. Mikrodnetleyici üzerindeki EBI kontrolcüsü sayesinde, yazılım içinde bellek okuma ve yazma rutinleri kullanmaksızın bellek kullanılabilir.

Taşınabilir cihazın enerji kaynağı olarak lityum iyon polimer batarya kullanılmaktadır. Bu bataryanın şarj edilebilmesi için MAXIM firması tarafından üretilen MAX1555 tümdevresi kullanılmaktadır [17]. Bu tümdevrenin şarj ucu (Charge) sayesinde batarya şarjının devam edip etmediği mikrodnetleyici tarafından kontrol edilebilmektedir. Şarj gerilimi, cihazın USB girişinden sağlanmaktadır. USB (Universal Serial Bus) portunun 5 voltluk VCC gerilim ucu, MAX1555 tümdevresinin şarj gerilimi giriş ucuna bağlanmaktadır. Cihazın USB portuna aynı zamanda FTDI firması tarafından üretilen FT232 tümdevresi bağlanmıştır [18]. Bu tümdevre mikrodnetleyicinin UART1 kanalına bağlanmış olup USB-UART dönüşümünü gerçekleştirmektedir. Bu bağlantı cihazın yazılımı geliştirilirken hata ayıklama amacı ile kullanılmaktadır.

AVR32 UC3 mikrodnetleyicisinin çalışması için gereken nominal gerilim VCC: 3,3 Volt olup 3,7 voltluk batarya geriliminin bu düzeye düşürülmesi için MIC2920A-33 LDO (Low Dropout Regulator – Düşük Gerilim-Düşümlü Regülâtör) tümdevresi kullanılmaktadır. LDO regülâtör tüm devresinin görevi: bataryanın şarj düzeyi azalıp çıkış gerilimi 3,3 V'luk gerilime yaklaştığında çok az bir farkla 3,3 V gerilimde sabit tutulmasını sağlamaktır. Düşük akım gerektiren uygulamalar için MIC2920A-33 tümdevresinin tipik gerilim düşüm düzeyi 40 mV düzeyindedir [19].

GM862 GSM/GPRS modemin çalışması için gereken nominal gerilim düzeyi VBATT: 3,8 V düzeyindedir. Bu nedenle GM862 direkt olarak bataryaya bağlanmaktadır. Fakat GM862 modemin iletişim ve kontrol uçlarındaki gerilim düzeyi 2,8 V'tur. Bu nedenle mikrodenetleyiciden modeme çıkış olarak giden uçlarda gerilim bölücüler kullanılmaktadır. Şekil 3.2'de cihazın geliştirilmesi aşamasında kullanılan parçalar ve bağlantıları görülmektedir. Şekilde görülen AVR Dragon Debugger kartı, bilgisayarda geliştirilen cihaz yazılımının mikrodenetleyiciye aktarılmasının yanı sıra, cihazın çalışmasının adım adım izlenerek hata ayıklamayı kolaylaştırmaktadır.



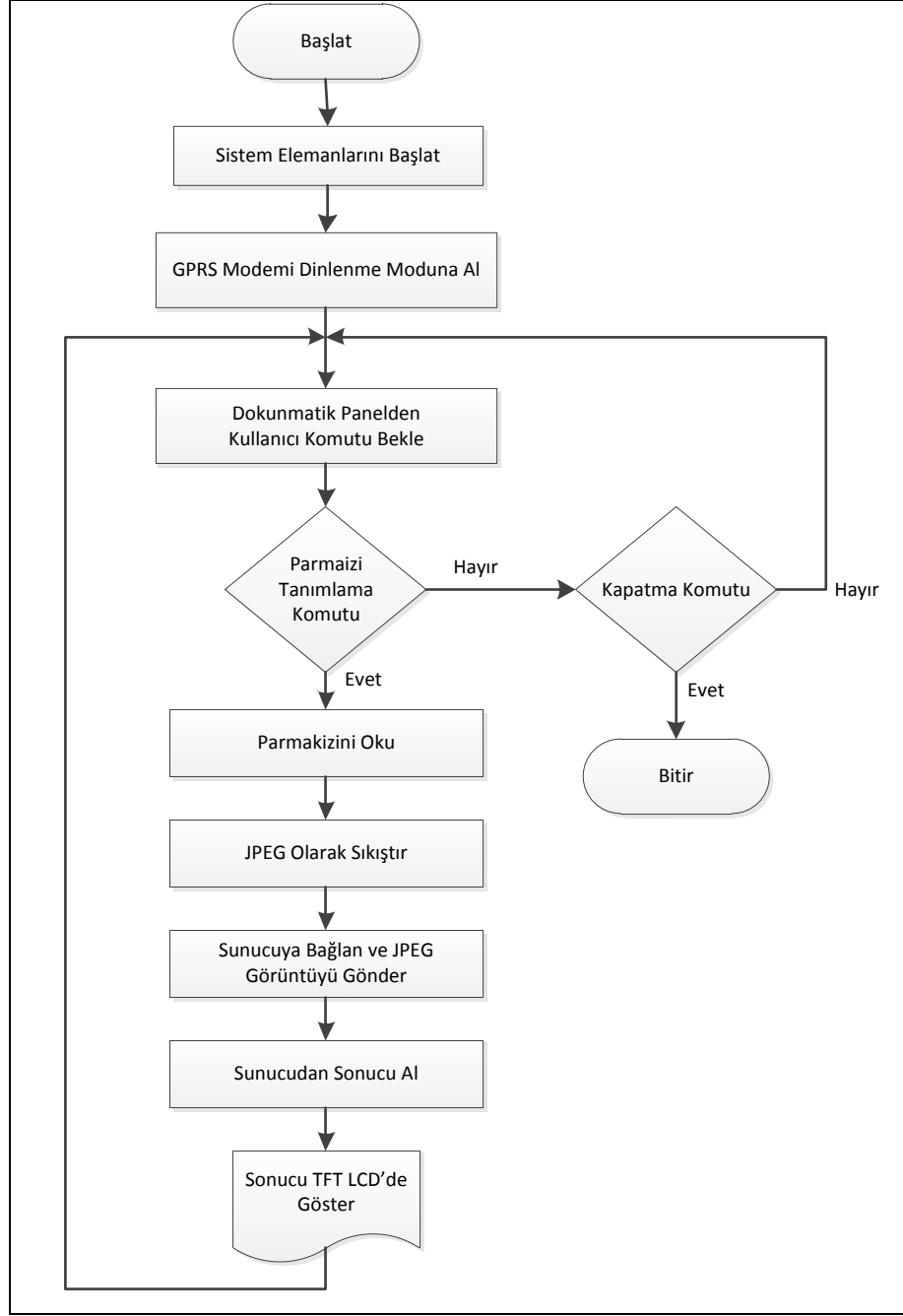
Şekil 3.2. Cihaz tasarımının başlangıç aşamasında kullanılan birimler ve bağlantıları.

Şekil 3.2'de verilmiş olan donanımsal tasarım ilk olarak delikli plaket üzerinde ve iletkenler kullanılarak farklı kartların birleştirilmesi ile yapılmıştır. Bu aşamada cihazın yazılımı geliştirilmiş ve test edilmiştir. Daha sonra tüm cihazın devre tasarımı (devre şeması ve baskı devresi) Eagle 4.10 yazılımı ile yapılmıştır. Bu yazılımın kullanılmasının nedeni ücretsiz sürüme sahip olması ve bu çalışmada kullanılan elemanların devre sembollerinin ve baskı devre kılıflarının kolaylıkla erişilebilir olmasıdır.

GPRS modülü harici bir kart ile bu karta eklenmektedir. Bu şekilde tasarım yapılmasının nedeni farklı GPRS modüller ile testler yapılabilmesini sağlamaktır.

Şekil 3.3'te bu tez çalışmasında gerçekleştirilen uzaktan parmakizi tanıma cihazının işleyişine ilişkin genel akış diyagramı verilmektedir. Cihaza ilk enerji verildiğinde sistem elemanları mikrodenetleyici tarafından başlatılmakta ve GPRS modem dinlenme moduna alınmaktadır. GPRS modem dinlenme moduna alınmasının nedeni bu birimin bekleme konumunda fazla enerji tüketmesidir. GPRS modem dinlenme konumuna alındıktan sonra cihaz ekranında iki komut görüntülenmektedir. Bunlardan ilki parmakizi tanıma işlemini başlatan tanıma komutu iken diğeri cihazı kapatan komuttur.

Parmakizi tanıma komutu alındığında cihaz kullanıcıdan parmağını algılayıcı üzerine koymasını beklemektedir. Kullanıcının parmakizi okunduktan sonra mikrodenetleyici tarafından JPEG (Joint Pictures Experts Group) biçiminde sıkıştırılmakta ve sunucuya yollanmaktadır. Sunucu üzerinde çalışan parmakizi tanıma yazılımı aldığı JPEG biçimindeki parmakizi görüntüsünü normal hale dönüştürdüktan sonra analiz etmektedir. Analiz sonucu aktif bağlantı üzerinden cihaza yollanmakta ve cihaz aldığı sonuç bilgisini ekranda görüntülemektedir.



Şekil 3.3. Parmakizi tanıma sisteminin genel akış diyagramı.

3.1. MİKRODENETLEYİCİ

Cihazın mikrodnetleyicisi ATMEL firması tarafından üretilen AT32UC3A0512 olarak seçilmiştir. Bu mikrodnetleyici, düşük güç tüketimi ve yüksek performansa sahip 32-bitlik AVR çekirdeğine sahip bir mikrodnetleyicidir. AVR çekirdeği temelde Harvard mimarisine dayandığından birisi komut diğeri de veri için iki ayrı

dahili yola sahiptir. İşlemci, çalıştırılabilir komut kodlarını komut yolu aracılığı ile program belleğinden okurken komutlarla ilişkili veriyi de veri belleğinden okur.

Bu da her bir saat saykılında yeni bir komut kodunun icra edilmesini sağlar. Bu özellik çalışmaya hazır yeni bir komut olmadığına bekleme durumlarının ortadan kalkmasını sağlar [20].

Atmel AVR gereksiz yere komutların sayısını azaltmak yerine komut kodlarını çözen kontrol birimi mantıksal devrelerini basitleştirmiştir. Her bir komut 16-bit katları uzunluğunda olduğundan, gereksiz bilgi içeren bitlerin transferi ve çözülmesi için enerji harcanmaz [11].

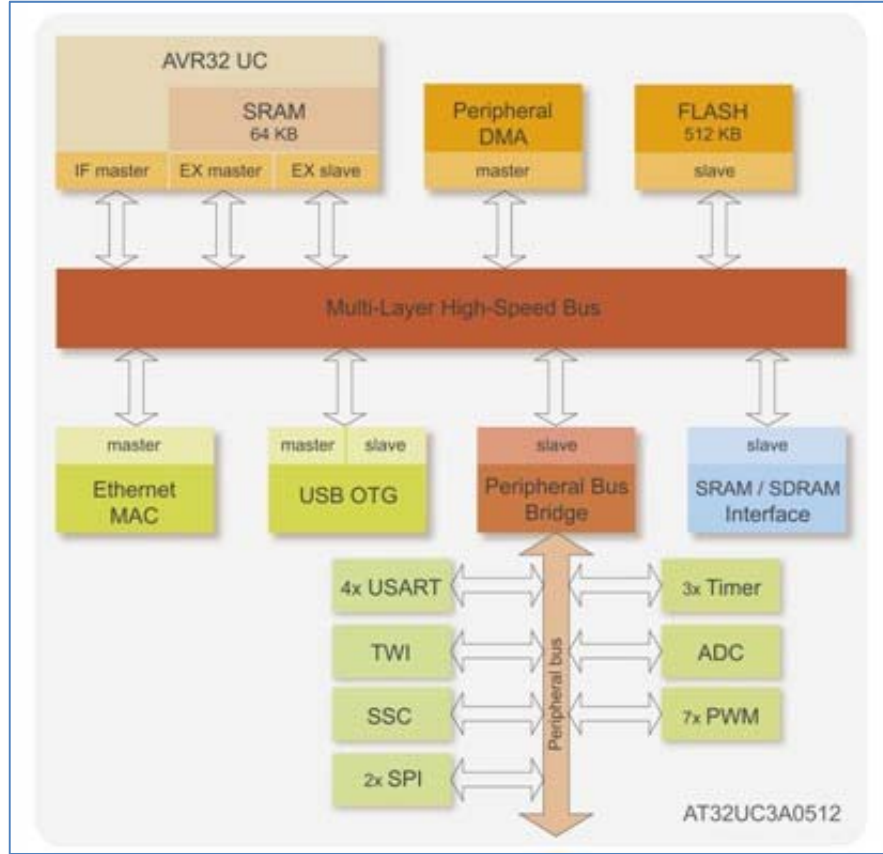
AT32UC3A0512 mikrodenetleyicisi, Atmel firmasının 2007’de başlatılan yeni bir ürün serisinin üyesidir. Bu mikrodenetleyici yeni bir çekirdek tipi olan UC3 çekirdeğine sahiptir. Bu seri, AVR32A mimarisinin ilk ürünleri olarak üretildi. UC3 serisi yüksek performans ve düşük güç tüketimine odaklı 32-bit mikrodenetleyici serisi olup otomat makinaları, PLC (Programmable Logic Controller)’ler, ölçüm sistemleri, telefonlar gibi ticari ve endüstriyel uygulama pazarına yönelik olarak üretilmiştir [20]. Bu çalışmada kullanılan mikrodenetleyici için AVR32 mikrodenetleyicisi ifadesi kullanılmıştır.

3.1.1. AT32UC3A0512 Blok Şeması

Şekil 3.4’te UC3A0512 mikrodenetleyicisinin blok şemasını verilmiştir. Mikrodenetleyici içinde dört adet dâhili yol bulunmaktadır. Bunlardan biri de “Local Bus” olarak adlandırılan yerel işlemci yoludur. Bu çalışmada kullanılmadığından blok şemada da gösterilmemektedir.

İşlemcinin kullandığı anayol yapısı “Yüksek hızlı yol matrisi – High Speed Bus Matrix” yapısıdır. Bu yol, master (usta) ve slave (köle) birimlerini birbirine bağlayan çoktan çoğa (many-to-many) bağlantı yapısı ile oluşturulmuştur. Herbir master birim, herhangi bir slave birime veri gönderebilir ya da her bir slave birimden veri alabilir. Her bir slave birim mikrodenetleyici adres uzayının bir alt kümesinden sorumludur. Bir tek durum hariç bütün bellek erişimleri HSB (High Speed Bus) üzerinden

gerçekleştirilir. Söz konusu istisnai durum ise işlemci çekirdeniği dâhili SRAM'a erişim için bir kısa yola sahip olmasıdır. Bu kısa yol tek bir saykilda çekirdeğin SRAM'a erişimini sağlar.



Şekil 3.4. UC3A0512 Mikrodenetleyicisinin blok gösterimi.

Mikrodenetleyici içerisinde iki adet yol vardır: Çevresel Yol A (Peripheral Bus A - PBA) ve Çevresel Yol B (Peripheral Bus B - PBB). Değişik çevre birimlerinin bağlandığı bu yollar, köprüler vasıtası ile Yüksek Hızlı Yola (High Speed Bus – HSB) bağlanır.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta, PBA ve PBB yolları HSB'ye slave cihazlar gibi bağlıdır. Köprünün kendisi çevresel yol üzerindeki tek master cihazdır. Bu da, sadece, çevresel yola bağlı cihazların ana belleğe direkt olarak erişemeyeceğini gösterir. Farklı cihazlar veri ve konfigürasyon kaydedicilerinin de bağlı olduğu çevresel yol üzerinde veri alışverişi yapar.

Bu cihazlar, CPU tarafından okunabilir ya da yazılabilir haldedir. Dolayısıyla HSB'ye direkt olarak bağı cihazlar master olarak davranabilir. Sonuçta, çevresel cihazlar ana cihazın bir parçasıymış gibi davranarak belleğin bir bölümüymüş gibi okunabilir ve yazılabilir.

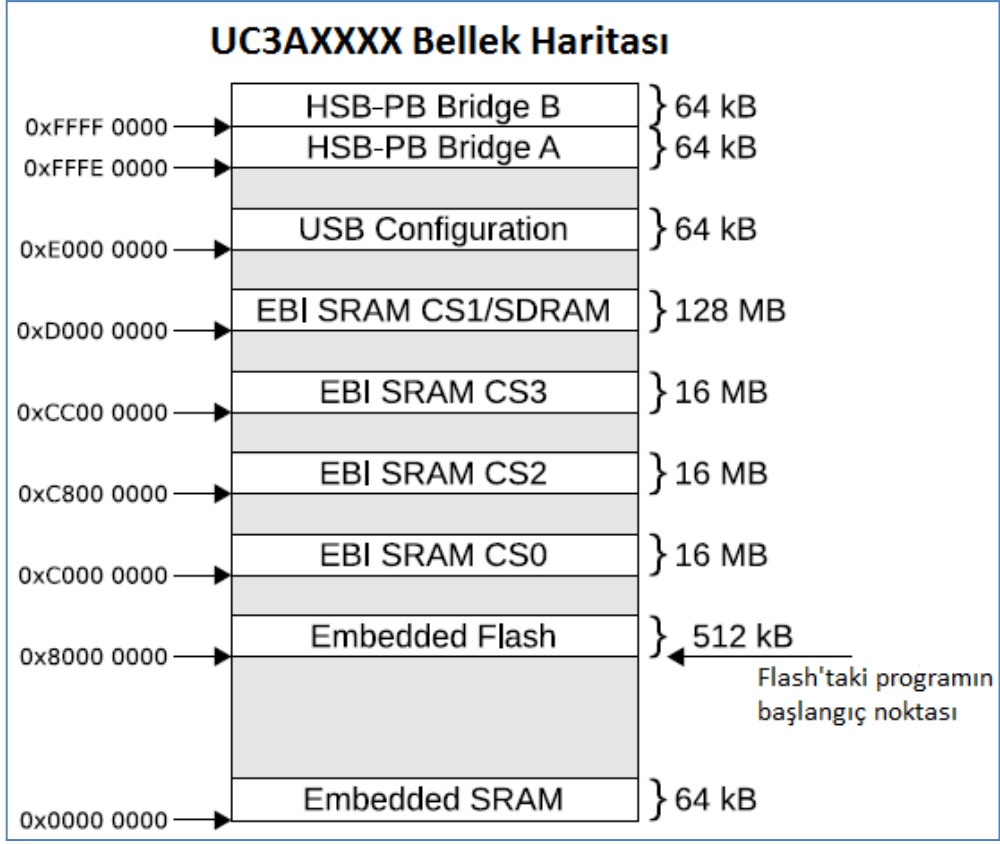
3.1.2. Mikrodenetleyici Özellikleri

UCA3A0512 mikrodenetleyicisi 512 KB büyüklüğünde flash program belleğine sahiptir. Mikrodenetleyici, program icrasına 0x80000000 heksadesimal adresinden başlar ki bu adres flash belleğin, AVR32 bellek uzayındaki (bellek haritasındaki) başlangıç adresidir. Şekil 3.5'da değişik bellek tiplerinin UC3A0512'nin fiziksel bellek uzayında farklı bölgelere nasıl haritalandığı gösterilmektedir. Şekilde görülen boşluklar farklı UC3AXXXX tiplerinde bellek büyüklüğünün değişebildiğini göstermektedir [20].

UC3A0512 mikrodenetleyicisi üzerinde 64 KB dâhili statik bellek vardır. Bu bellek, mikrodenetleyici program icrasına başladığı ilk anda erişilebilen tek rastgele erişilebilir bellek tipidir. Dâhili SRAM'a erişim tek saykılta (tek çevrimde) gerçekleşir ve erişim word (32-bit) büyüklüğündedir.

EBI, birtakım giriş/çıkış hatları için koordinatörlük görevi üstlenirken, harici cihazlarla mikrodenetleyici arasındaki veri alışverişini garanti eder. EBI, bir adet SDRAM ve bir adet statik RAM kontrolcüsüne sahiptir. Bu kontrolcüler ortak bir yol üzerinde anahtarlamalı olarak kullanılır. Her iki kontrolcü beraber SRAM (Statik RAM), Programlanabilir Salt Okunur Bellek (Programmable Read-Only Memory - PROM), Silinebilir PROM (Erasable EPROM), Elektriksel olarak silinip programlanabilen ROM (Electrically Erasable PROM - EEPROM), Flash ve SDRAM gibi değişik bellek birimlerini kontrol etme yeteneğine sahiptir.

EBI ünitesi, Statik Bellek Kontrolcü SMC (Static Memory Controller) sayesinde aynı anda bağı dört cihaza kadar kontrol edebilir. Bu kanallardan biri SDRAM modunda olabilir. Her bir bellek kendi adres uzayına sahiptir. Farklı bellek tipleri için veri adres yolları, buna ek olarak bazı kontrol uçları kontrol edilebilir.



Şekil 3.5. AVR32UC3AXXX mikrodenetleyici ailesine ait bellek haritası.

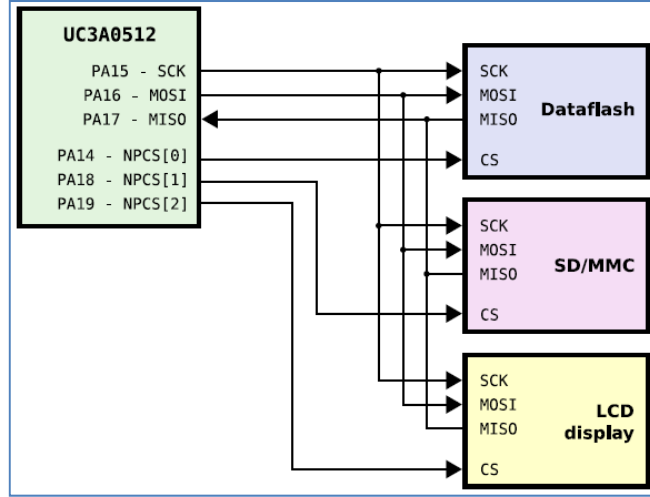
EBI içerisindeki SDRAM kontrolcüsü 2 ya da 4 banklı; her bankta 8 192 satır ve 2048 sütunlu bellek yapısını kontrol edebilir. Her bir erişim 16- veya 32-bit genişliğinde olabilir. Toplam kontrol edilebilecek bellek miktarı 128 Mb olup, mikrodenetleyici adres uzayında yeri rezerve edilmiştir [21].

Harici SRAM, EBI içindeki SMC tarafından kontrol edilmektedir. 4 adet SRAM seçim ucu vardır ve her bir SRAM bellek boyutu 16 Mb olabilir. Dolayısıyla SMC'nin kontrol edebileceği toplam Statik RAM boyutu 64 Mb olarak hesaplanabilir.

3.1.2.1. Seri Çevreirim Arayüzü

UC3A0512 iki adet SPI arabirimine sahiptir. SPI, çevre birimlerle ya da cihazlarla iletişimi sağlayan çift yönlü bir veri bağıdır. SPI, tipik olarak 4 hat kullanan bir

standarttır: Veri gönderme (MOSI), veri alma (MISO), saat hattı (CLK) ve her bir slave (köle) cihaz için seçim ucu (CS). Bu uçlar Şekil 3.6’de görülmektedir. Eğer bütün slave cihazlar “papatya zinciri” (daisy chaining) destekliyorsa tek bir seçim ucuyla birçok cihazda kullanılabilir [20].



Şekil 3.6. Mikrodenetleyici SPI bağlantıları ve örnek çevresel birimler.

3.1.2.2. Genel Amaçlı Giriş/Çıkış Kontrolcüsü

UC3A0512 işlemcisi, hemen hemen bütün uçlarını kontrol edebilen bir GPIO (General Purpose Input/Output) kontrolcüsüne sahiptir. Her bir uç için farklı işlevler seçilebilir. Her bir işlemci ucunun GPIO işlevine ek olarak 3 farklı çevrebirim işlevi daha seçilebilir. Bir ucun GPIO işlevi, GPIO ucu seçiminin etkinleştirilmesi ile gerçekleştirilir. Çevrebirim işlevi GPIO işlevinin pasifleştirilmesi ve çevrebirim işlevinin seçilmesi ile gerçekleştirilir.

3.1.3. AT32UC3A0512 Başlık Kartı

Bu çalışmada kullanılan mikrodenetleyici AT32UC3A0512'nin kılıfı LQFP144 tipindedir. Bu nedenle delikli kart ile kullanılabilmesi için WaveShare firması tarafından üretilen başlık kartı ile kullanılmaktadır (Şekil 3.7). Bu kartın, işlemcinin çalışması için gereken osilatör kristalleri ve bypass kondansatörlerini de

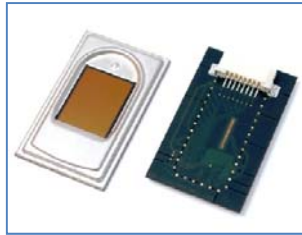
bulundurması donanımın kurulmasını kolaylaştırmaktadır. Bu karta 3,3 V gerilim uygulamak işlemcinin çalışması için yeterli olmaktadır.



Şekil 3.7. UC3A0512 başlık kartı.

3.2. FPC1011F PARMAKİZİ SENSÖRÜ

FPC1011F, Fingerprints AB tarafından üretilen CMOS teknolojili kapasitif bir parmak izi sensörüdür (Şekil 3.8). Parmak izinin görüntüsünü 152x200 piksel boyutlarında, 8 bit gri seviye renk derinliğinde alabilmektedir. Parmakizi sensörü, etrafındaki çerçeve aracılığı ile parmağa elektriksel bir sinyal göndermekte ve parmak üzerinden geçen bu sinyalin belli bir alanda ölçülmesi ile parmak izinin görüntüsü elde edilmektedir. Bu teknik sayesinde, parmakizi algılayan yüzeyin korunmasını sağlayan tabaka da daha sert ve dayanıklı hale getirilmiştir. 3 boyutlu algılama tekniği sayesinde, sensör kuru ya da ıslak bütün parmak izlerini okuyabilmektedir [12].



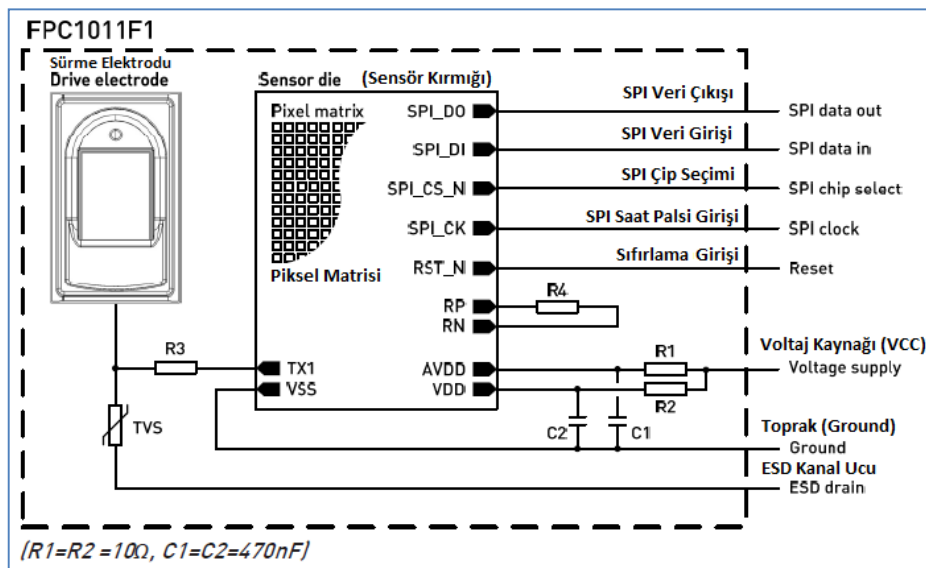
Şekil 3.8. FPC1011F Parmakizi sensörü üstten ve alttan görünüşü.

Parmak izini algılayan yüzey üzerinde, her bir piksel için, mikrokapasitif plakalar bulunmaktadır. Her bir plaka için de gömülü elektriksel bir devre bulunmaktadır. Sensör, FPC'nin metodu olan yüksek duyarlıklı piksel kuvvetlendirici (HSPA-High Sensitive Pixel Amplifier) sayesinde, her bir piksel elemanı çok zayıf sinyalleri algılayarak yüksek kaliteli görüntü oluşturulmasına yardımcı olur. Parmak içinden gönderilen çok düşük elektrik şarjı, parmak izinin vadi ve tepeleri ile algılama plakaları arasında bir desen oluşturulmasına yardımcı olur [23].

FPC1011F sensörü birçok kimlik doğrulama sisteminde kullanım için uygun bir sensördür. Fingerprints firmasının düşük güç tüketimli tanımlama yongası ile (Uygulama Odaklı Tümleşik Devre / Application Specific Integrated Chip - ASIC) kullanılabilirdiği gibi birçok genel amaçlı mikrodenetleyici ya da DSP ile beraber kullanılabilir.

3.2.1. Sensörün Blok Diyagramı

FPC1011F elektriksel bağlantıları ve yüksek hızlı seri arabirimi Şekil 3.9'da görülmektedir. Sensörün güç girişindeki dâhili RC filtresi, sensörün çalışması sırasında oluşan gürültüleri bastırmak için kullanılmaktadır. Bu filtre nedeniyle AVDD ve VDD uçlarında küçük miktarda gerilim düşümü olmaktadır.



Şekil 3.9. FPC1011F blok diyagramı.

FPC1011F seri arabiriminin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Analog ve sayısal güç kaynakları ayrı ayrı filtreleme ve dekaplaj devresine sahiptir.
- Tüm sistem SPI clock girişinden sağlanan saat pulsü ile çalışır.
- Tüm sistem ESD korumasına sahiptir

Sensör hem 2,5 volt hem de 3,3 volt gerilim ile kullanılabilir. Bu çalışmada parmak izi sensörü 4 MHz SPI saati ve 3,3V gerilim kullanılarak arabirilenmiştir. Bu şartlarda, parmak izi sensörü maksimum, 14 mA akım çekmektedir. Aynı şartlarda, parmak izi sensörünün tipik olarak çektiği akım 7 mA düzeyindedir. Bu değerler parmak izi sensörünün taşınabilir cihazlarda kullanılacak düzeyde güç harcadığını göstermektedir [23]. Parmak izi sensörü, her biri parmak izi üzerinden, ayrık bir şarj verisi algılayan elemanlardan kurulan bir mimari ile üretilmiştir. Şekil 3.9.'da ayrıca bu yapı da görülmektedir.

TX-1 bağlantısı, parmağa sürme işareti sağlamak için kullanılır. Bu nedenle, TX-1 parmak izi algılama alanını çevreleyen elektroda (frame) diğer bir adıyla çerçeveye bağlıdır. Bu çerçeve aynı zamanda ESD korumasının bir parçasıdır.

Sensörün algılama matrisi 30 400 pikselden oluşmaktadır. Bazı nadir durumlarda piksel hataları ile karşılaşılabilir. Düşük piksel hataları biyometrik performansı düşürmemektedir. Çünkü parmak izi üzerinde, sonradan, yapılan işlemlerle parmak izi piksel hataları tolere edilebilmektedir. Sensör devresinin SPI ünitesi az iletkenle yüksek hızda veri okunmasına imkân tanımaktadır. SPI arabirimi CPHA='0' ve CPOL='0' parametrelerine sahip bir slave bağlantısıdır. Bu bir SPI0 modu iletişimidir. İletişim arabiriminde, sensör matrisinden okunan piksel verileri okuma komutları ile boşalan bir FIFO (İlk giren ilk çıkar First Input First Output) tamponuna doldurulmaktadır. Sensörden veri okuma hızı 4 Mpiksel/s'dir [23].

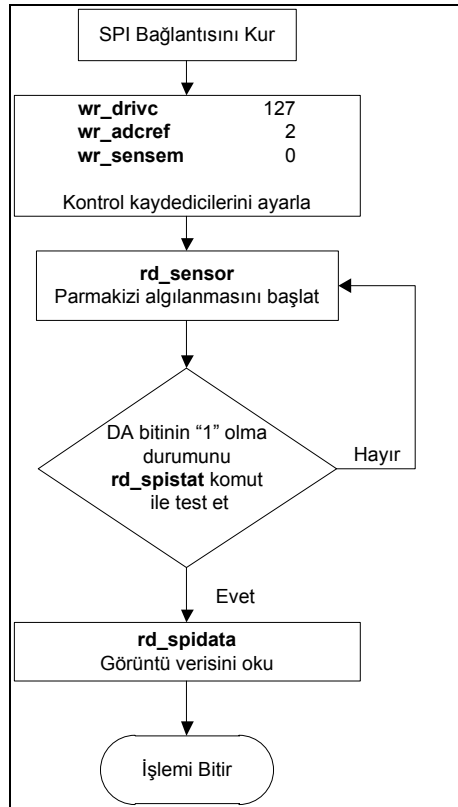
3.2.2. Sensörün İletişime Hazırlanması

FPC1011F sensörü, parmak izini üç kaydedicisine bağlı olarak belli değerlerle yapar.

FPC1011F sensörü, Fingerprints AB firmasının ASIC denetleyicileri haricinde farklı DSP ya da mikrodenetleyicilerle kullanıldığında DRIVC kaydedicisine 127, ADCREF kaydedicisine 2 ve SENSEMODE kaydedicisine 0 değeri yazılmalıdır.

3.2.3. FPC1011F Sensöründen Parmakizi Okuma İşlemi

Bu bölümde, FPC1011F sensöründe basit bir görüntü okuma işleminin nasıl gerçekleştiği adım adım anlatılmaktadır. SPI host biriminin taranan tüm görüntüyü alabilmek için göndermesi gereken komutlar ve işlemler Şekil 3.10'deki akış diyagramında verilmektedir.



Şekil 3.10. Sensörden parmakizi görüntüsü okunmasına ilişkin akış şeması.

3.2.4. Parmakizi Sensörü ve JTAG Konnektörü

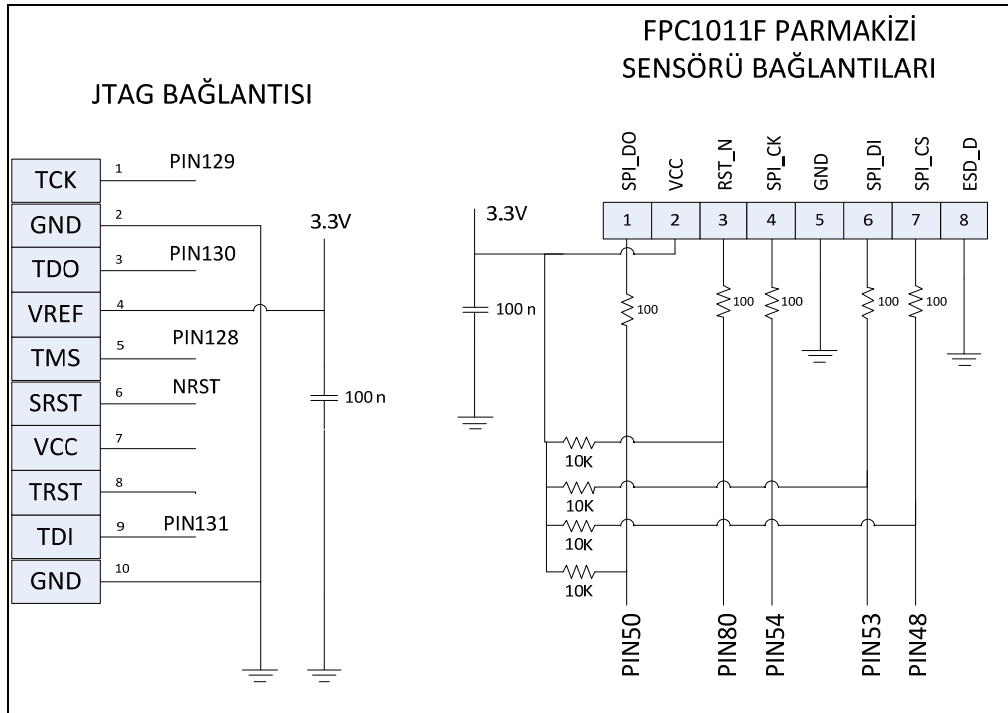
Şekil 3.11'de FPC1011F parmakizi sensörü ve esnek kablosu (FPC) ile uyumlu konnektörleri görülmektedir. Şekilde bağlantı ucu lehimlenmiş olan konektör Molex

520300829 modelidir. Diğer konnektör ise Tyco Electronics AMP - 84984-8 modelidir.



Şekil 3.11. Parmakizi sensörü ve uyumlu konnektörler.

Şekil 3.12’te parmakizi sensörünün işlemciye bağlantı şeması görülmektedir. Parmakizi sensörünün üreticisi tarafından referans tasarımında önerilen 100 Ω ’luk dirençler devrede görülmektedir. Sensörün VCC gerilim girişinde kullanılan RC bağlantısı da sensörün beslenmesinde ek bir filtreleme sağlamaktadır.



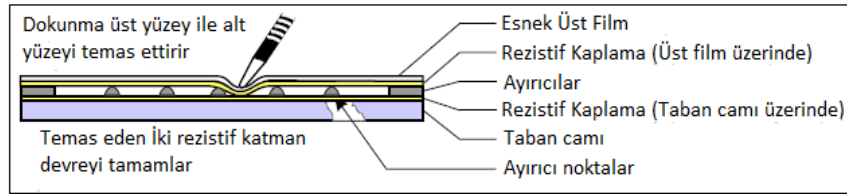
Şekil 3.12. Parmakizi Sensörü ve JTAG konnektörü bağlantı şeması.

Aynı şemada mikroişlemcinin JTAG (Joint Test Action Group) bağlantı konektörüne ait bağlantılar da görülmektedir. JTAG portu hem bilgisayarda geliştirilen cihaz yazılımını işlemciye aktarılmasında hem de debug (hata ayıklama) işlemi için kullanılmaktadır.

3.3. DOKUNMATİK PANEL ve ÇALIŞMASI

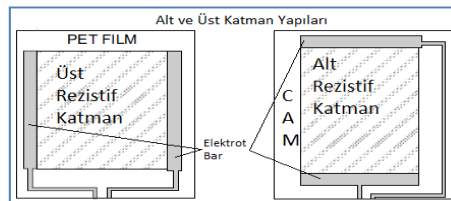
Bu çalışma için geliştirilen cihazın kullanıcı etkileşimini tamamlamak için dokunmatik panel kullanılmaktadır. Butonlar yerine dokunmatik panel tercih edilmesinin nedeni az sayıda işlemci ucunun kullanılmasıyla çok çeşitli etkileşim biçimlerinin gerçekleştirilebilir olmasıdır.

Dokunmatik panel, üst üste bindirilmiş iki katmandan oluşan iki boyutlu bir algılama elemanıdır. Söz konusu katmanlar ayırıcı bir malzeme ile çok hafif bir şekilde ayrılmaktadır (Şekil 3.13). Alt katman uygun bir taban sağlayan cam malzeme iken üst katman esnek bir dokunma yüzeyi sağlayan polietilendir (PET).



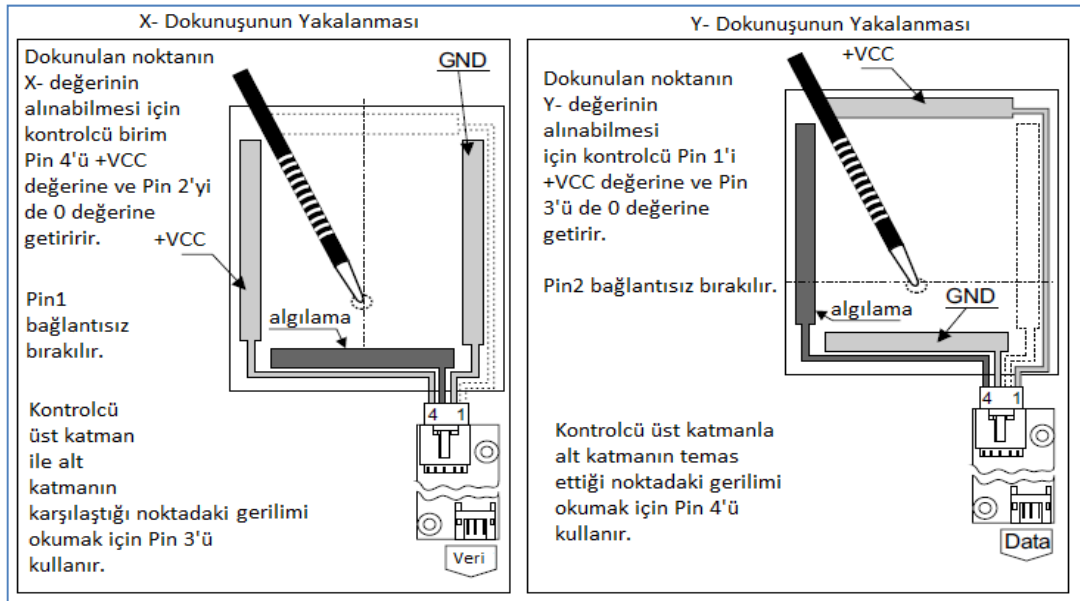
Şekil 3.13. Tipik bir analog dokunmatik panelin yapısı.

Her iki katmanın da iç yüzeyi, Indium Tin Oxide (ITO) adı verilen bir alaşımdan oluşan rezistif malzeme ile kaplanmıştır. Bu katmanların her iki tarafında da elektrot barı bulunmakta olup katmanlar üst üste geldiğinde bu barlar dörtgen yapısı oluşturmaktadır (Şekil 3.14).



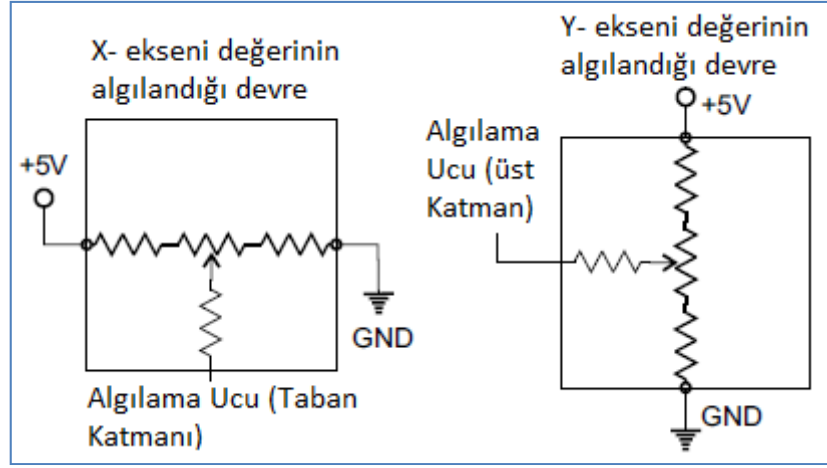
Şekil 3.14. Alt ve üst rezistif katmanlar ve elektrot bağlantıları.

Cam yüzey tarafındaki ITO katmanı üzerine ayırıcı noktaları adı verilen küçük tümsekler eklenmektedir. Bu tümsekler kazara ya da yanlış bir dokunma sonucunda PET filmin çökmesini engellemektedir [22]. PET filme bastırıldığında iki rezistif yüzey karşılaşır. Bu karşılaşmanın gerçekleştiği noktaya ait koordinat değerleri dokunmatik panel denetleyici devre tarafından okunur. Koordinat okuma işlemi Şekil 3.15’de görüldüğü gibi dokunmatik panel uçlarında, iki elektrot arasından akım geçerken temas eden yüzeydeki gerilimin düşümünün algılanmasıyla yapılmaktadır.



Şekil 3.15. Dokunmatik panel üzerinde dokunulan noktanın X- ve Y- değerlerinin algılanması.

Dokunmatik panel denetleyici devre dokunulan noktaya ait X- ve Y- eksenli değerlerinin okunması için, panelin uç düzeninin değiştirerek önce birinci katmandan akım geçirip ikinci katmandaki gerilim düşümünü daha sonra da ikinci katmandan akım geçirip birinci katmandaki gerilim düşümünü sayısala çevirir (Şekil 3.16). Bu işlemin birinci adımında dokunma noktasının X- değeri, ikinci adımında ise Y- eksenli değeri alınmış olur.

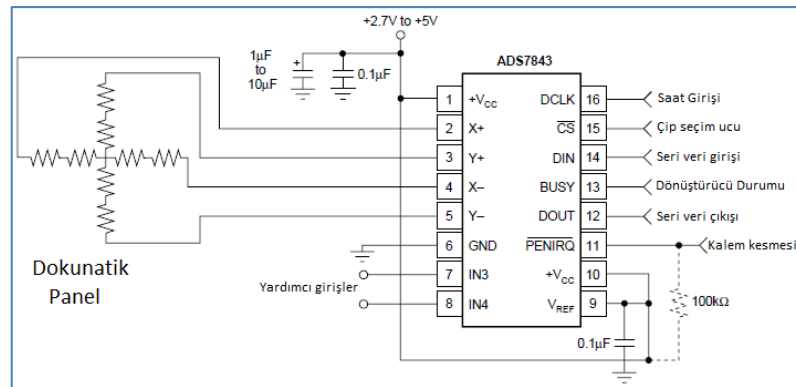


Şekil 3.16. Dokunma sırasında oluşan gerilim bölücü bağlantıları.

3.4. ADS7843 DOKUNMATİK PANEL KONTROLCÜSÜ

ADS7843 tümdevresi dokunmatik panellerin denetiminde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, TFT LCD üzerindeki, dokunmayı algılayan rezistif filmde dokunma uyarısını ve dokunma koordinatını okumak için kullanılmıştır.

ADS7843 tümdevresi 12-bit örnekleme aralığına ve düşük dirençli dâhili anahtarlara sahip eş zamanlı seri arabirimle kontrol edilen bir Analog-Sayısal dönüştürücüdür. Tipik güç tüketimi +2,7 voltluk besleme geriliminde ve 125 KHz çevrim oranında 750 μ W düzeyindedir. Referans gerilim girişi 1 Volt ile +V_{CC} arasında değişebilmektedir. Şekil 3.17’de ADS7843 tümdevresi ve tipik uygulama devresi görülmektedir.



Şekil 3.17. ADS7843 Tümdevresi ve tipik uygulama devresi.

3.5. ILI9325 TFT LCD SÜRÜCÜSÜ

ILI9325, ILITEK firması tarafından geliştirilmiş ve TFT LCD matrisi sürmek için kullanılan bir SoC (Silicon On Chip) sürücüsüdür. ILI9325, 1.65 voltluk giriş-çıkış arabirimi gerilimi ile çalışabilir ve LCD matrisini sürmek için gerekli gerilim seviyesini üretmek için tümleşik bir gerilim izleyici devresine sahiptir. Ayrıca 8 renk modu ve uyku modu gibi yazılım ile kontrol edilebilen güç yönetimi özellikleri ILI9325'i batarya süresinin kritik olduğu orta veya küçük ölçekli taşınabilir cihazlarda kullanılan TFT LCD'ler için ideal bir sürücü haline getirmektedir. ILI9325 262,144 renk yönetimi, 720 kanal kaynak (source), 320 kanal kapı (gate) sürme yeteneği, 240RGBx320 çözünürlük, 172 800 bayt grafik hafızası (Graphics RAM), TFT LCD matrisi için tümleşik güç kaynağı devresi, Dahili osilatör ve donanımsal sıfırlama (hardware reset), güç tasarrufu özellikleri: 8 renk modu, bekleme (stand-by) modu ve uyku (sleep) modu gibi özelliklere sahiptir.

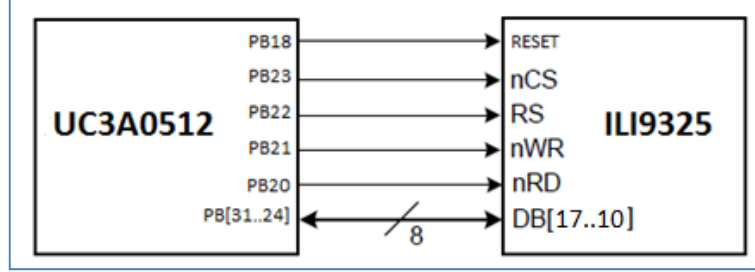
ILI9325 dört çeşit sistem arabirimine sahiptir. Bunlar i80 uyumlu mikroişlemci arabirimi (8-/9-/16-/18-bit yol genişliği), VSYNC arabirimi (sistem arabirimi + VSYNC, dahili saat, DB[17:0] uçları), Seri veri transfer arabirimi (SPI), RGB 6-/16-/18-bit arabirimidir.

3.5.1. Mikroişlemci Ünitesi Kontrol Arabirimi

Bu çalışmada ILI9325 sürücüsü, 8-bit i80 standardına dayanan mikroişlemci kontrol arabirimi ile kullanılmıştır. Bu mod, sürücünün IM[0..3] uçları aracılığı ile seçilmektedir. Kullanılan TFT LCD kartında bu arabirim baskılı devre üzerinde PCB seçili olarak gelmektedir.

Temel olarak ILI9325 tek bir veri transferinde 18-bit kullanmaktadır. Bu çalışmada 8-bit veri yolu arabirimi kullanılmıştır (Şekil 3.18). Renk verisi ILI9325'e iki adımda gönderilmektedir. Dolayısıyla tek bir piksel rengi için 16-bit kullanılmıştır. Buradan $2^{16} = 65\ 535$ renk kullanılabileceği görülmektedir. 16-bit renk verisi sürücü içinde 18-bite genişletilmektedir. TFT LCD, parmakizi tanıma cihazında kullanıcı

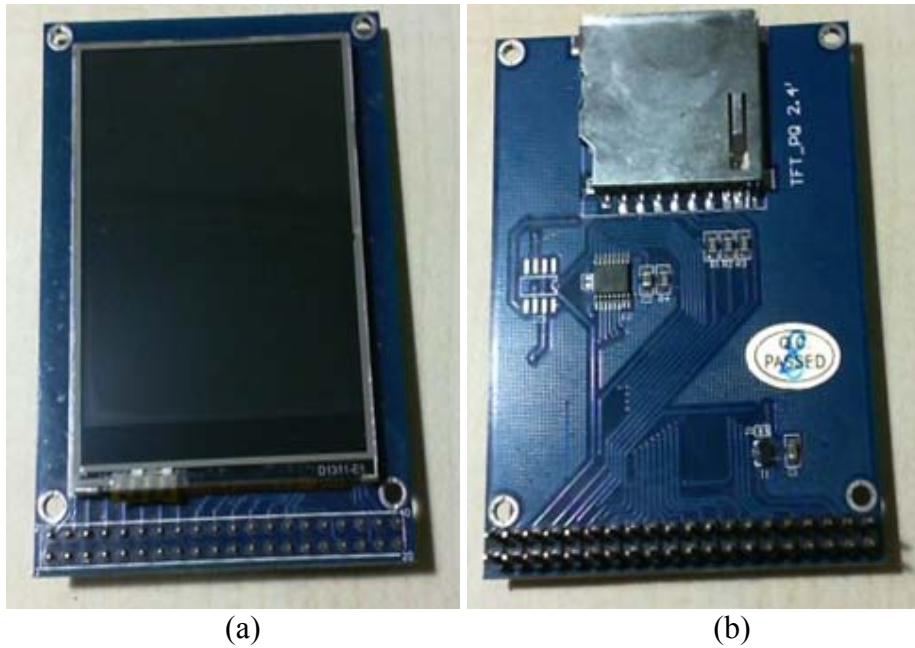
etkileşimi sağlamak ve okunan parmakizini görüntülemek için kullanıldığından 65 535 renk bu çalışma için kabul edilebilir düzeydedir.



Şekil 3.18. UC3 mikrodenetleyicisi ile ILI9325'in 8-bit sistem arabirimi ile bağlanması.

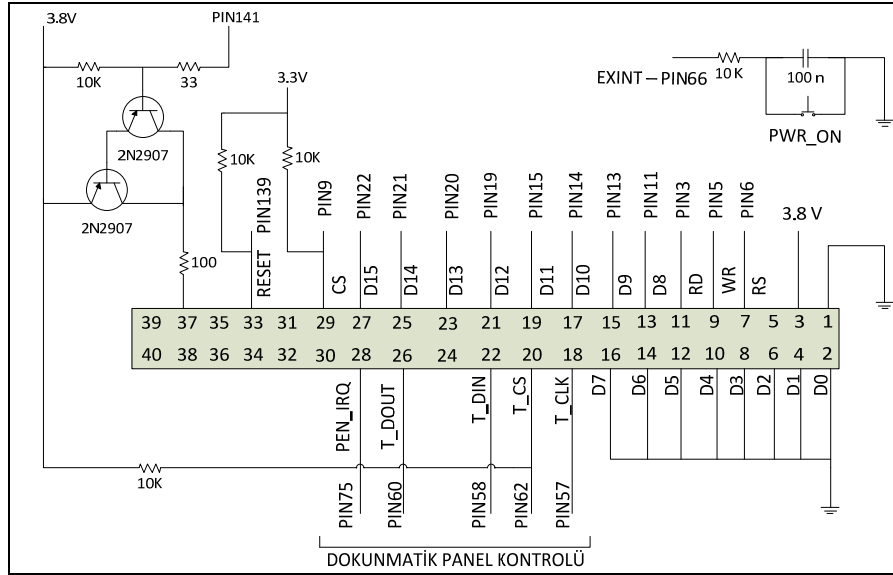
3.5.2. LCD Panel Kartı

Şekil 3.19'de bu çalışmada kullanılan olan ILI9325 sürücülü TFT LCD panel kartı görülmektedir. Bu kart üzerinde ILI9325 sürücü için gereken 3 V'luk VCC besleme gerilimini CE6209 regülatör tümdevresine bağlanmıştır. ILI9325 sürücüsü, 3,3 V'luk toleranslı giriş/çıkış uçlarına sahip olduğundan mikrodenetleyici ile direkt olarak arabirimlenmiştir.



Şekil 3.19. TFT LCD Kartının a) üst görünüşü, b) alt görünüşü.

TFT LCD'nin arka plan aydınlatma led grubunun anot ucu bataryanın 3.8 voltluk pozitif gerilim ucuna bağlanmaktadır. Bu led grubunun katot ucu ise 2N2907 PNP transistorü ile sürülmektedir (Şekil 3.20). Bu transistorün base ucu UC3A0512 işlemcisinin PWM (Pulse Width Modulation) çıkışı sağlayabilen uçlarından PIN141'e bağlanmaktadır. Böylece TFT LCD'nin arka plan aydınlatması ayarlanabilmektedir. Kart üzerindeki bağlantı aparatı ile aynı zamanda ADS7843 dokunmatik ekran kontrolcüsü mikrodenetleyicinin SPI uçlarına bağlanmaktadır. ADS7843 tümdevresinin besleme gerilimi uçları da CE6209 regülatör tümdevresine bağlanmaktadır.



Şekil 3.20. TFT LCD kartının bağlantı şeması.

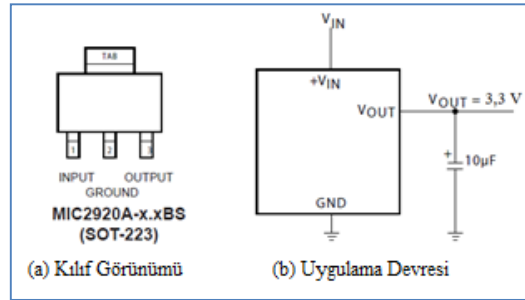
Şekil 3.20'deki bağlantı şemasında UC3A0512 işlemcisinin EXTINT (External Interrupt) kesme ucu bağlantısı da görülmektedir. Bu uçtaki atlatma elemanı yerine buton kullanılmaktadır. Bu buton cihazın başlatılmasını sağlayan butondur. Tasarlanmış olan cihaz, ilk batarya takıldığında direkt olarak uyku moduna geçmektedir. Daha sonra bu butonla sağlanan kesme ile açılmaktadır.

3.6. MIC2920A GERİLİM REGÜLATÖRÜ

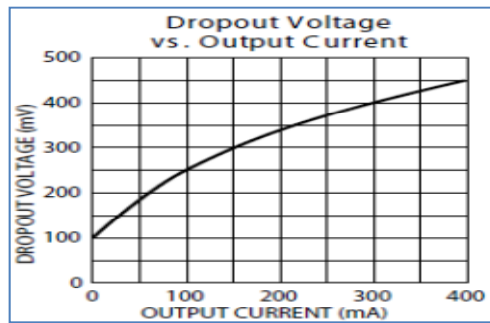
MIC2920A çok düşük miktarda gerilim düşümü özelliğine sahip regülatör tümdevresidir. (Düşük güçlü yüklerde 40 mV ve 250 mA akımda 370 mV'tur). Bu

tümdevrenin bekleme akımı tipik olarak 140 μA 'dır. Ayrıca 60 volta kadar ters gerilim ve akım korumasına sahiptir. MIC2920A yüksek çıkış gerilimi doğruluğu, 400 mA'ya kadar çıkış akımı, çok düşük bekleme akımı, küçük gerilim düşümü gibi özelliklere sahiptir. Bu tümdevre serisinin batarya ile beslenen ekipmanlar, cep telefonları, notebook ve avuçiçi bilgisayarlar, barkod okuyucular gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.

Bu tümdevre yapılan çalışmada, mikrodenetleyici, parmakizi sensörü ve harici SRAM elemanlarının beslenmesi amacı ile kullanılmıştır. Şekil 3.21'de MIC2920A tümdevresine ait kılıf şekli ve tipik uygulama devresi verilmiştir. Şekil 3.22'de bu tümdevre üzerinden geçen akıma göre gerilim düşümü eğrisi verilmiştir. Tasarımı yapılan cihazda AVR32 mikrodenetleyicisi, parmakizi sensörü, SRAM tümdevresi ve TFT LCD'nin arka plan aydınlatması bu tümdevre üstünden beslenmektedir. Bu elemanlar tarafından çekilen maksimum akım değeri 160 mA civarındadır. Şekil 3.22'deki grafiğe bakıldığında 3,6 V'luk giriş gerilimine kadar regülatör çıkışı 3,3 V gerilim sağlanabilmektedir. Bu değer ise dolu haldeyken değeri 4,1 V olarak ölçülen batarya gerilimi 3,6 V'a düşene kadar cihazın kararlı çalışabileceğini göstermektedir.



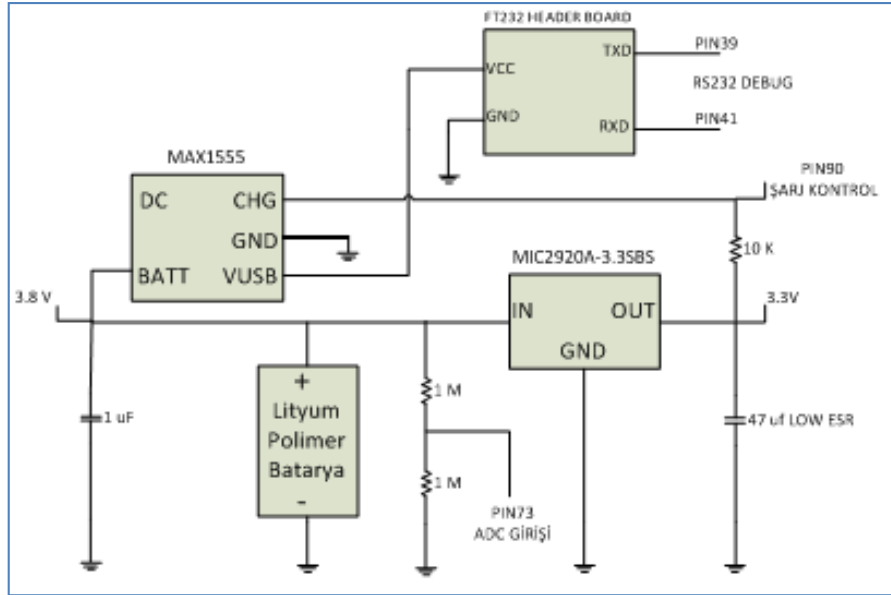
Şekil 3.21. MIC2920A gerilim regülatörü.



Şekil 3.22. Çıkıştaki gerilim düşümü ile çekilen akım grafiği.

3.7. GÜÇ ve BATARYA ŞARJ DEVRESİ

Şekil 3.23'te tasarımı yapılan cihazın güç ve batarya şarj devresi verilmektedir. Batarya girişinde, cihazın çektiği akımı ölçebilmek için atlama uçları (jumper) yer almaktadır. Batarya gerilim uçları GPRS modemin uçlarına, MIC2920 regülatörünün girişine ve TFT LCD kartına bağlanmaktadır. Aynı zamanda bu uçlara iki adet 1 M Ω 'luk dirençten oluşan gerilim bölücü devre bağlıdır. Bu gerilim bölücü sayesinde bataryanın gerilim düzeyi izlenebilmektedir. Bölünmüş gerilim direkt olarak işlemcinin ADC giriş kanalına (PA21) bağlanmaktadır.



Şekil 3.23. Cihazın güç ve batarya şarj devresi.

MAX1555 şarj tümdevresi, şarj gerilimini FT232R başlık kartından almaktadır (VUSB). FT232R başlık kartı USB/Seri dönüşümünü sağlamaktadır. FT232R tümdevresinin seri iletişim uçları RX ve TX U3A0512 işlemcisinin TX0 ve RX0 uçlarına bağlanmıştır. Bu seri iletişim cihaz üzerindeki yazılımın çalışması hakkında bilgi almak ve hata ayıklama (debug) amacı ile kullanılmaktadır. MIC2920A gerilim regülatörü tümdevresinin çıkışı işlemci kartına ve parmakizi sensörüne 3,3 V'luk gerilim sağlamaktadır.

3.8. GM862 QUAD GSM/GPRS MODEM

GM862 QUAD, Telit firması tarafından üretilen ve GSM 850, 900, DCS 1800, PCS1900 MHz sayısal haberleşme ağlarıyla uyumlu GSM/GPRS modemdir. GM682 özellikle OEM kullanım ve portatif ses, veri ve telematik uygulamaları için geliştirilmiştir. GM862 modeminin kullanım alanları şu şekilde özetlenebilir: Telemetri ve telekontrol uygulamaları, güvenlik sistemleri, POS terminalleri, Telefonlar, GPS (Global Positioning System) destekli izleme uygulamaları, otomatik büfeler [24].

GM862 modemin SIM kartı girişine sahip olması ve RS232 ile tam uyumlu bir arabirim ile kontrol edilebilmesi bu çalışmada donanım tasarımı aşamasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca GM862'nin RS232 iletişim ile kullanılabilen TCP/IP yığını (TCP, IP, UDP, FTP, vb.) özelliği yazılım tasarımı aşamasını kolaylaştırmaktadır. Donanım tasarımında batarya direkt olarak GSM modemin uçlarına bağlandığından tümleşik batarya şarj modülü kullanılabilir. Ancak bu çalışmada bataryanın şarj edilmesi için MAX1555 tümdevresi kullanılmaktadır.

GM862 modem, donanım tasarımına katılmadan önce SPARKFUN firması tarafından üretilen bir GSM deney kartı aracılığı ile test edildi (Şekil 3.24). Deney kartı üzerinde USB bağlantısından sağlanan 5 V'luk gerilimi 3,8 V'a düşüren bir LDO (Low Drop Out) regülatör tümdevresi yer almaktadır. Ancak USB bağlantısı tarafından sağlanan akım değeri GM862 modülünün şebeke kaydı sırasında çektiği tepe akımı değerlerini karşılayamamaktadır. Bu durumda GM862 modülü kapandığı ve çalışmadığı gözlemlenmektedir. Bu durumun üstesinden gelmek için 5 voltluk anahtarlamalı harici DC güç kaynağı kullanılmaktadır. GM862 GSM/GPRS modemi, alt kısmında bulunan molex konektörü ile baskılı devreye takılmaktadır. Modem ile bilgisayarın iletişimini sağlamak için kart üstündeki USB/RS232 dönüştürücü arabirim tümdevresi FT232R kullanılmaktadır.



Şekil 3.24. GM862 Modemi için üretilen geliştirme kartı.

Şekil 3.25'te Eltima Software tarafından üretilen seri port emülasyon yazılımının ekran görüntüsü verilmektedir. Burada görüldüğü gibi Telit GM862 GSM/GPRS modem ile COM3 iletişim portu üzerinden haberleşilmektedir. COM3 portu USB/Seri dönüşümünü sağlayan FT232R tümdevresi için işletim sistemi tarafından oluşturulan sanal bir kanaldır.

```
COM3
at      Modem Test Komutu
        Boş Satır
OK
at+cgrm Modem yazılım sürümünü okuma komutu
07.02.604 GM862 yazılım sürümü
OK
at+cgmm GM862 modül tanımını okuma komutu
GM862-QUAD Kullanılan modüle ait tanım
OK
```

Şekil 3.25. Eltima seri iletişim emülasyon yazılımı ve örnek komut çıktıları.

3.9. GM862 GPRS MODEM BAĞLANTISI

GM862 QUAD GPRS modem 3,6 ve 4,2 V VCC besleme gerilimi aralığında çalışabilmektedir. Bu nedenle modemın VCC uçları direkt olarak bataryaya bağlanmaktadır. Buna karşın modemın giriş/çıkış uçları gerilim seviyesi maksimum 3,3 V'tur. Üretici tarafından önerilen giriş/çıkış gerilim değeri 2,8 V olduğundan

yönü işlemciden modeme doğru olan bağlantılarda gerilim bölücü kullanılmaktadır. Gerilim bölücüdeki direnç değerleri 1 k Ω ve 4,7 k Ω 'dur. Yönü modemden işlemciye olan bağlantılar direkt olarak bağlanmıştır çünkü işlemci 2,8 voltu yüksek seviye olarak ele almaktadır. Şekil 3.26'da modem tasarlanan geliştirme kartına bağlanabilmesi için kullanılan Mikroelektronika firması tarafından üretilmiş kart görülmektedir.

Üretici tarafından modem uçlarına 100 μ F'lık düşük seri eşdeğer (Low ESR) dirençli tantal kondansatör takılması önerilse de 100 nF'lık polyster kondansatör ve 10 μ F'lık paralel elektrolitik kondansatör bağlantısı da bypass işlemini gerçekleştirebilmektedir. Modemin uçlarındaki bypass işlemi sağlanmadığı durumlarda şebeke kaydı sırasında modem kapandığı gözlemlenmektedir.

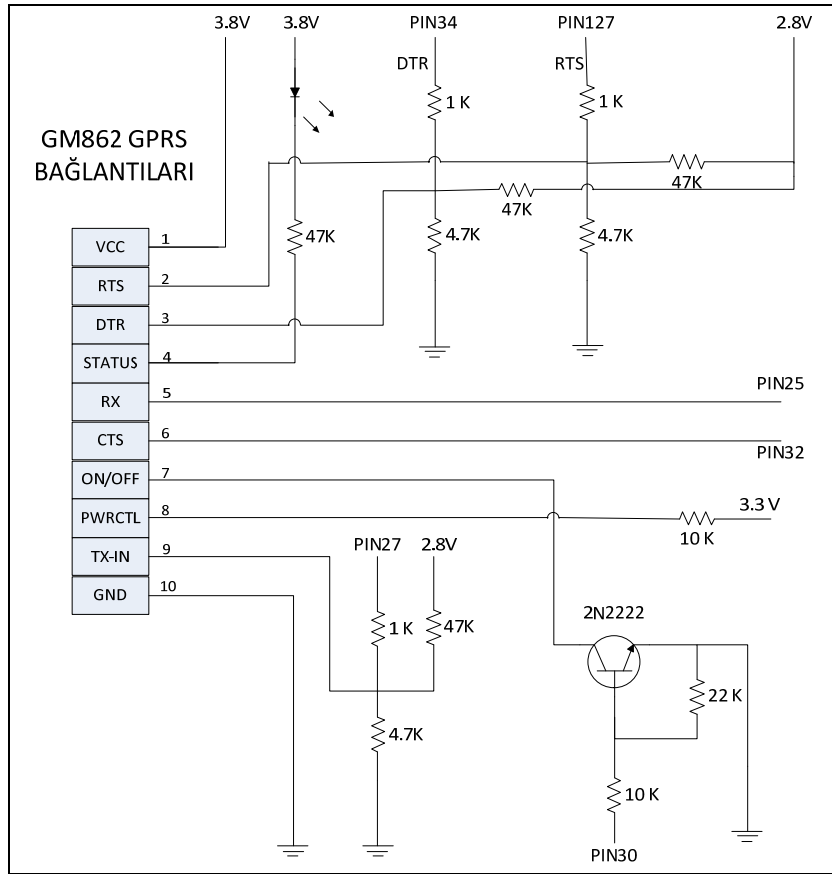


Şekil 3.26. GPRS modem bağlantı kartı.

Şekil 3.27'de GPRS modem tasarlanan deney kartına bağlantı şeması görülmektedir. Bu şemada görüldüğü gibi yönü mikroişlemciden modeme olan giriş/çıkış uçlarında gerilim bölücü kullanılmaktadır. Bu uçlar TX-IN (RX), DTR ve RTS uçlarıdır. Buna karşın yönü modemden mikroişlemciye olan RX-OUT (TX) ve CTS uçları direkt olarak mikroişlemci giriş/çıkış uçlarına bağlanmıştır. Gerilim bölücü kullanılan uçlar 2,8 V'luk pozitif gerilim hattına 47 k Ω 'luk pull-up dirençleri ile bağlanmaktadır.

RTS ve CTS uçları RS232 el sıkışması (handshaking) için gereken donanımsal akış (hardware flow) kontrolünü sağlamak için kullanılmıştır. Bu sayede modem meşgul

olduğu (veri almaya hazır olmadığı) zaman mikroişlemci beklemektedir. Bu işlem donanım seviyesinde gerçekleştiğinden herhangi yazılımsal kontrol yapılmasına gerek kalmamaktadır. Ayrıca akış kontrolünün etkinleştirilmesini sağlayan yordamlar da Atmel firması tarafından sağlanan AVR32 UC3 Software Framework aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bu çerçevede yer alan kütüphane yordamları cihazın yazılımının geliştirilmesinde büyük kolaylık sağlamaktadır.



Şekil 3.27. GPRS Modemin deney kartına bağlantı şeması.

Varsayılan olarak GPRS modeme AT komutları gönderilirken donanım kontrolü aktif değildir. Bu çalışmada donanım kontrolü sadece modem üzerinden TCP/IP soket bağlantısı açıldığı zaman kullanılmaktadır. Soket bağlantısı açıldığı zaman donanım akışı kullanılmadığında herhangi bir veri gönderim işleminin yapılamadığı gözlemlenmektedir. Eğer donanım kontrolü kullanılmıyorsa modemin RTS ucunun yüksek seviyeye çekilmesi gerekmektedir. Bu sayede modem sürekli olarak veri almaya hazır tutulur. Buna karşın CTS ucu ile modemin veri almaya hazır olup

olmadığı test edilemediğinden veri taşmalarının gerçekleşebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. GPRS modemin meşgul olduğu zamanlara TCP soketi üzerinden veri paketlerini hazırlayıp gönderdiği zamanlar örnek verilebilir. Modem içinde tümleşik TCP/IP yığını bulunduğundan paket alma ve gönderme işlemleri modem tarafından gerçekleştirilmektedir. Paket işlemleri sırasında modeme veri göndermenin hata oluşumuna neden olabileceği göz ardı edilmemelidir.

RTS ucu aynı zamanda uyku moduna geçen modemin uyandırılması için kullanılmaktadır. GPRS modem bataryadan çekilen enerjinin azaltılması için cihazın bekleme konumunda uyku moduna alınmaktadır. Modemin uyku konumuna alınması "AT+CFUN=0" AT komutu ile yapılmaktadır. Bu komuttan sonra modem "OK" yanıtı verip CTS ucunu düşük seviyeye çekmektedir. Modemin tekrar uyandırılıp kullanılabilmesi için RTS ucunda bir yükselen kenar uygulanması yeterlidir. Bu işlemin ardından modem uyanıp CTS ucunu yüksek seviyeye (2,8 V) çekmektedir. CTS ucunun yüksek seviyede olması modemin komut almaya hazır olduğunu göstermektedir.

Modemin DTR ucu modem kontrolünü tamamlamak için kullanılmıştır. Normal çalışma sırasında mikroişlemci tarafından sürekli yüksek seviyede (2,8 V) tutulmaktadır. İlerleyen çalışmalar için kullanılabilir durumdadır.

Modemin ON/OFF ucuna bağlanan 2N2222 NPN transistörü modeme açılış sinyalinin gönderilmesi için kullanılmaktadır. Modemin açılabilmesi için yaklaşık 1 saniye süresince base ucu yüksek seviyede tutulmaktadır. Modem açıldıktan sonra STATUS ucuna bağlı led yanıp sönmeye başlamaktadır. Bu ledin yanıp sönmesi modemin başladığını göstermektedir. Modem açıldıktan yaklaşık 900 ms sonra modemin PWRCTL (PWRMON) ucu yüksek seviyeye çıkmaktadır. Bu uç aracılığı ile modemin çalışıp çalışmadığı mikroişlemci tarafından kontrol edilmektedir. PWRMON ucu aynı zamanda pullup yapılan uçlarda (TX-IN, DTR ve RTS) pullup dirençlerinin bağlandığı 2,8 volt hattına gerilim sağlayan uçtur.

3.10. FT232R USB/UART DÖNÜŞÜM TİMDEVRESİ

FT232R tümdevresi, FTDI (Future Technology Devices International) firması tarafından üretilmiş olup USB arabirimi üzerinden UART emülasyonu gerçekleştirmek için kullanılmaktadır. FT232R tümdevresi, USB arabirimi için gereken saat palsinin üretimini tümleşik osilatörü aracılığı ile gerçekleştirmekte ve harici mikroişlemci veya mantıksal devre sürmek için saat çıkışı sağlayabilmektedir. Üstelik FT232R hem senkron hem de asenkron modda çalışabilmektedir.

Bu çalışmada FT232R tümdevresi SPARKFUN tarafından üretilen bir başlık kartı (breakout board) ile kullanılmaktadır. Bu kart üzerinde USB bağlantı konnektörü ve FT232R bağlantı uçları bulunmaktadır.

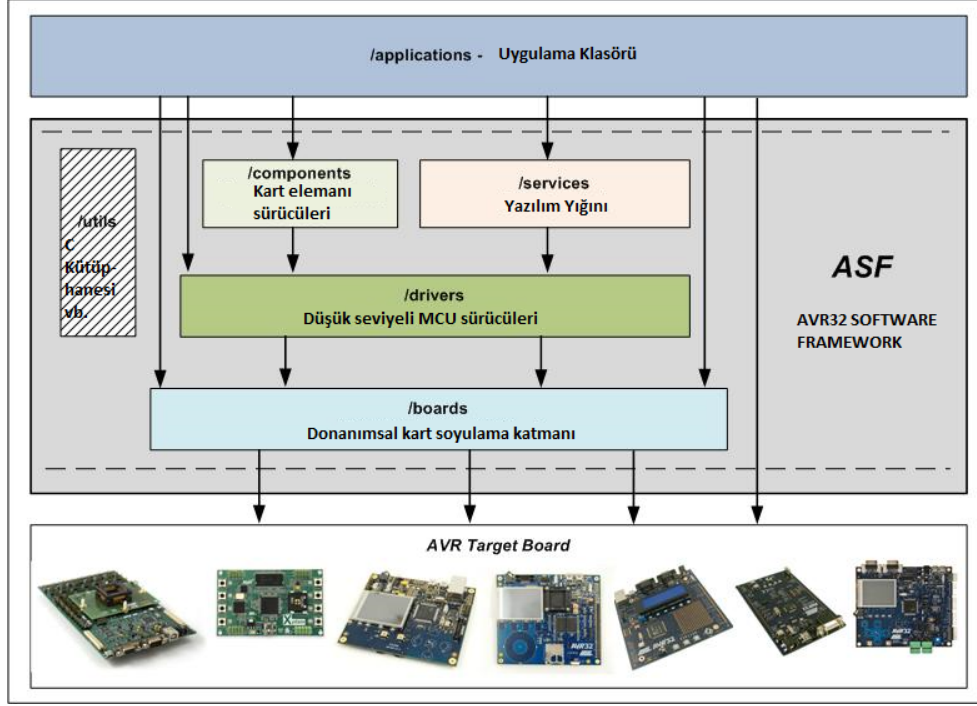
BÖLÜM 4

PARMAKİZİ TANIMA CİHAZININ YAZILIMSAL TASARIMI

Bu bölümde parmakizi tanıma sisteminin yazılımının geliştirilmesi aşama aşama ele alınmaktadır. İlk olarak taşınabilir cihazın donanımı üzerinde çalışan yazılımın (firmware) geliştirilmesi ele alınmaktadır. Daha sonra parmakizi tanıma cihazının hizmet aldığı sunucu yazılımının geliştirilmesi anlatılmaktadır. Bu sunucu yazılımı parmakizi tanıma sunucusu olarak adlandırılmıştır. Sunucu yazılımının geliştirilmesi için C++ Builder 2009 geliştirme ortamı kullanılmıştır. Öte yandan kimlik bilgileri ve bu kimliklere ait parmakizlerinin özelliklerini depolamak için FirebirdSQL veritabanı sunucu yazılımı kullanılmıştır. Cihazın firmware yazılımının geliştirilmesi için AVR32 Studio 2.7 geliştirme ortamı kullanılmıştır.

4.1. CİHAZIN YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ

AVR32 mikrodnetleyicisinin donanım (düşük – low level) seviyeli işlemlerin yapılabilmesi için yine Atmel firması tarafından sağlanan AVR32 Yazılım Çerçevesi (AVR32 Software Framework) kullanılmıştır. Örneğin mikrodnetleyicinin SPI birimi üzerinden sensörle haberleşmeyi başlatabilmek için SPI kontrol kaydedicileri üzerinde işlem yapmak yerine yazılım çerçevesindeki başlatma fonksiyonları kullanılmaktadır. Bu da birçok kaydedici ile uğraşmak yerine birkaç anahtar fonksiyonla donanım seviyesindeki işlemlerin yapılabilmesini sağlamaktadır. Anahtar fonksiyonlar, aldıkları parametrik değerler ile işlemcinin kontrol ve veri kaydedicileri üzerinde gerekli işlemleri gerçekleştirmektedir. Bu sayede cihazın yazılım geliştirilme aşaması hızlanmaktadır. AVR32 Software Framework (AVR32 Yazılım Çerçevesi), üç katmanlı olarak geliştirilen bir cihazda donanım soyutlama katmanı olarak adlandırılır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. AVR32 Software Framework mantıksal blok diyagramı.

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi mikrodenetleyicili uygulamalar, uygulama yazılımı, yazılım geliştirme çerçevesi ve donanım olarak üç katmanlı olarak düşünülebilir. AVR32 Software Framework sağladığı kütüphanelerle donanımdan bağımsız olarak cihaz yazılımı geliştirilmesini sağlamaktadır [25].

Şekil 4.2’de AVR32 Studio’da yazılmış örnek bir uygulama kodu görülmektedir. Bu uygulama AVR32 mikrodenetleyicisinin A portunun 3. ucunu belli aralıklarla düşük ve yüksek yapmaktadır. Bu uygulamada görüldüğü gibi AVR32 mikrodenetleyicisinin belli bir ucunu yüksek ya da düşük seviyeye getirmek için herhangi bir kaydedici ile işlem yapılmamıştır. Bunun yerine giriş/çıkış ile ilgili çerçeve çağrısı (fonksiyon) yapılarak donanımsal işlem gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama derlendikten sonra AVR DRAGON JTAG aracı ile AVR32 deney kartına aktarılmıştır. AVR DRAGON aracının hata ayıklama özelliği sayesinde geliştirilen uygulama deney kartı üzerinde adım adım çalıştırılabilmekte ve AVR32 mikrodenetleyicisi AVR32 Studio içinden izlenebilmektedir.

```

#include "gpio.h" // Giriş/Çıkış sürücüsüne ait başlık dosyası.
#include "compiler.h" // Derleyici tanımlarının bulunduğu başlık dosyası.

int main(void)
{
    U32 i;          // "U32" Tip tanımı "compiler.h" içinde yapılmıştır.
    while(1)
    {
        gpio_set_gpio_pin(AVR32_PIN_PA03); // PortA'nın 3. Ucunu yüksek yap.
        for(i=0; i<1000; i++); // Bekleme Döngüsü.
        gpio_clr_gpio_pin(AVR32_PIN_PA03); // PortA'nın 3. Ucunu düşük yap.
        for(i=0; i<1000; i++); // Bekleme Döngüsü.
    }
}

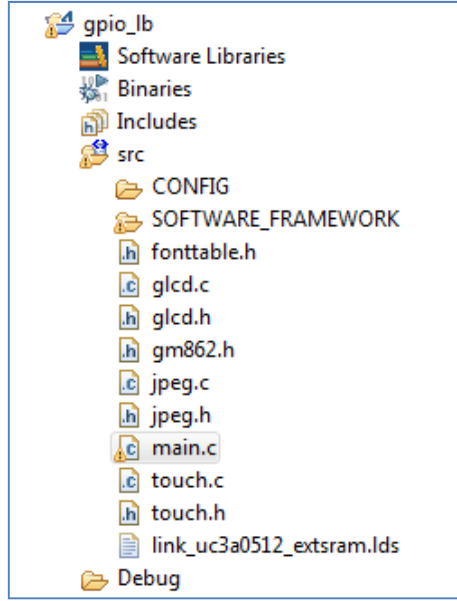
```

Şekil 4.2. AVR32 Örnek uygulama kodu.

Bu çalışmada geliştirilen cihazdaki çeşitli donanımsal birimlerinden yönetilmesinden sorumlu kodlar ayrı kaynak kod dosyaları içinde AVR32 projesine yerleştirilmektedir. Şekil 4.3'te cihaz yazılımına ait AVR32 projesinin proje ağacı görülmektedir.

Proje ağacında yer alan /config klasörü içinde cihazda kullanılan SRAM bileşenine ait parametreleri içeren başlık dosyaları yer almaktadır. Bu klasör içindeki "smc_peripheral.h" başlık dosyasında SRAM elemanının katalog bilgileri içinde yer alan zamanlama parametreleri tanımlanmıştır. "conf_ebi_sram.h" başlık dosyasında ise AVR32 işlemcinin hangi çip seçim ucuna bağlandığı gibi bağlantı parametreleri tanımlanmıştır.

/software framework/ dizininde ise yazılım geliştirme çerçevesine ilişkin kaynak dosyalar, bağlayıcı betikleri ve kütüphane dosyaları bulunmaktadır. "glcd.h" ve "glcd.c" TFT LCD'ye ait sürücünün kaynak dosyalarıdır. "fonttable.h" başlık dosyasında grafik LCD'de kullanılan yazı tipinin ikili bilgileri bulunmaktadır. "GM862.h" başlık dosyasında GPRS modemin kontrolüne ilişkin AT komutları ve bilgi mesajlarına karakter dizilerini (string) tutar. Örneğin modemin GPRS modunu aktifleştirmek için "AT+GPRS=1" komutu olduğu gibi işlemcinin UART modülü üzerinden modeme gönderilmektedir.

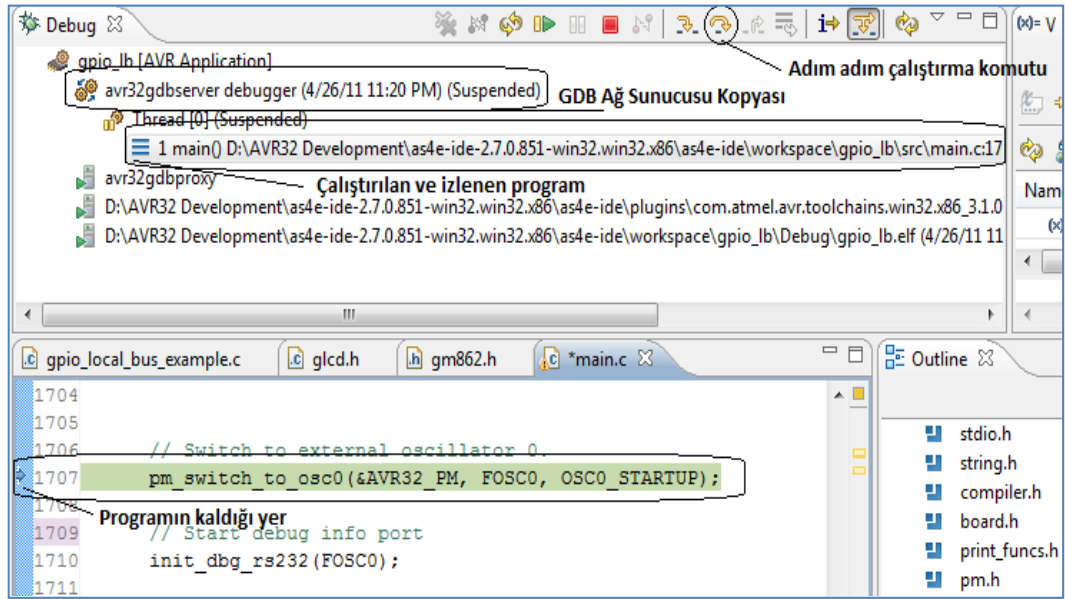


Şekil 4.3. Proje ağacı görüntüsü

“touch.h” ve “touch.c” ADS7843 dokunmatik panel kontrolcüsüne ait sürücü kaynak dosyalardır. “jpeg.c” ve “jpeg.h” kaynak dosyaları ise AVR32 yazılım geliştirme çerçevesi içinde yer alan jpeg dönüşüm servislerinin RAM bellekte çalışmasını sağlayan rutinleri içeren dosyalardır. “main.c” dosyası cihaz yazılımının başlatıldığı ve icra edildiği bölümleri içeren ana program kaynak dosyasıdır. “link_uc3a0512_extsram.lds” dosyası ise cihaz yazılımının kullandığı heap alanının harici SRAM bileşeninin dahil olduğu adres uzayına taşımayı sağlayan bağlayıcı betiğidir (linker script). Böylece malloc rutini ile yapılan bellek ayırma işlemi harici SRAM içinde yapılır. Ayrılmış olan bu bellek alanına özellikle jpeg servisinin kullanımını sırasında tarafından ihtiyaç duyulmaktadır.

Bir AVR32 C projesi parçası olarak bu dosyaların tamamı derlenmekte ve “DEBUG” dizini altında çalıştırılabilir “.elf” dosyası oluşturulmaktadır. ELF (Executable and Linkable Format) dosyası çalıştırılabilir ve bağlanabilir dosya formatı olarak ifade edilmektedir. Bu dosya avr32-gcc tarafından üretilmekte ve AVR DRAGON üzerinden mikrodenetleyicinin flash program belleğine aktarılmaktadır. AVR DRAGON aracı mikrodenetleyiciye JTAG portu ile bağlanmış olup hata ayıklama işlemi de yine bu port üzerinden gerçekleştirilmektedir. Hata ayıklama işlemi için kullanılan yazılım GNU Debugger (GDB)’dir. Derleyici takımı ile birlikte

yüklenmekte ve AVR32 Studio ortamı içerisinde görsel arabirimle kullanılabilir. Normalde GDB yazılımı, bir yandan mikrodenetleyici ile haberleşirken bir yandan da istemcisi olan yazılıma ağ üzerinden hizmet vermektedir. Örneğin adım adım çalıştırma işlemi TCP socketi üzerinden GDB yazılımına gönderilen komutlarla yapılmaktadır. Ancak AVR32 Studio bunu bellek üzerinde gerçekleştirdiğinden bu etkileşim kullanıcıya yansımamaktadır. Şekil 4.4'te örnek bir hata ayıklama oturumu görülmektedir.



Şekil 4.4. Örnek bir hata ayıklama oturumu.

4.1.1. Cihazın Başlatılması

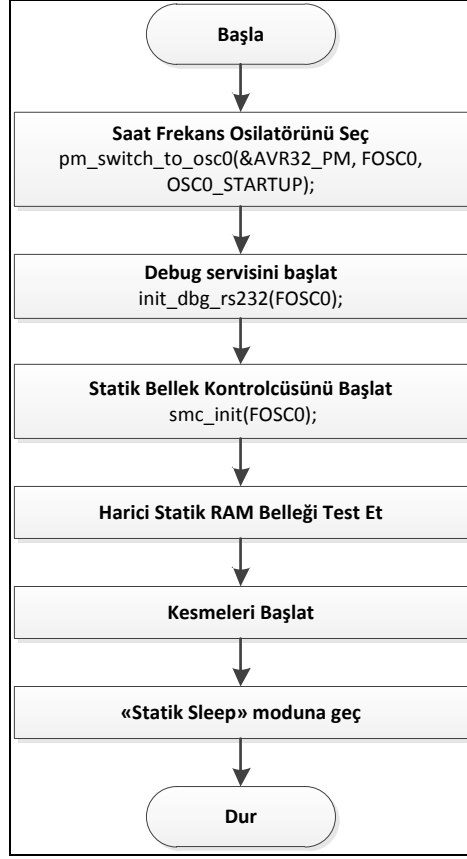
Bu çalışmada geliştirilmiş olan cihaza ilk enerji verildiğine, projenin ana program dosyası içindeki main rutininde, işlemci tarafından kullanılacak osilatör seçimi yapılır. Bu işlem için `pm_switch_to_osc0()` çerçeve rutini kullanılır. Başlangıçta seçilen osilatör, AVR32 işlemcisine bağlı 12 MHz'lik osilatördür. AVR32 işlemcisine herhangi bir PLL parametresi ayarlanmadığından burada seçilmiş olan işlemci saat frekans da 12 MHz'dir. Bu değer `FOSC0` ile gösterilmektedir. Daha sonra cihazın çalışması ile ilgili bilgilerin UART birimi aracılığı ile aktarılmasını sağlayan UART1 birimi başlatılır. Başlatma rutini `init_dbg_rs232(FOSC0)` olup `FOSC` saat frekansı parametresi ile seri iletişim baud rate hızı ayarlanmaktadır. Bu rutin, seri iletişim ile

bilgi gösterilmesini sağlayan AVR32 yazılım çerçevesi servisedir. Ardından `smc_init(FOSC0)` çağrısı ile EBI üzerinden statik bellek kontrolcüsü başlatılmakta ve desen (pattern) yazma ve okuma işlemleri ile test edilmektedir. Bu çalışmada kullanılan test deseni `0xCACA` heksadesimal sabit değeridir. Bu yazma işlemleri, AVR32 işlemcisinin CS1 (`0xD0000000` heksadesimal) adresinden başlamakta ve SRAM'ın boyutu (128 KB = 131 072 adet bayt) kadar tekrarlanmaktadır. Çünkü SRAM bileşeninin çip seçim ucu AVR32 işlemcisinin CS1 ucuna bağlanmıştır. Ardından `startExtInt()` çağrısı ile EXINT harici kesmesi başlatılmaktadır. Bu kesme işlemcinin EXINT (PA20) ucuna bağlı olup cihazın uyku modundan dönüp açılmasını sağlamak için kullanılmıştır. Bu uca bağlanan buton (açılış butonu), düşen kenar kesmesi oluşturarak cihazın açılmasını sağlamaktadır. Daha sonra `SLEEP(AVR32_PM_SMODE_STATIC)` çağrısı ile uyku moduna geçilmektedir.

AVR32 işlemcisi statik modda minimum güçte çalışmaktadır. Bu modda işlemcinin yaklaşık 6 mA akım çektiği gözlenmiştir. Bu noktada cihaz minimum güçte çalışmaktadır. Bu modda cihaz yazılımı devam etmek için başlatma butonu ile gelecek harici kesmeyi beklemektedir. Şekil 4.5'te cihazın ilk enerji verildiğinde başlamasına ilişkin akış şeması görülmektedir.

4.1.2. LCD Ekranının ve Dokunmatik Ekran Kontrolcüsünün Başlatılması

Tasarımı yapılan cihaz EXINT ucuna bağlı açılış butonu ile kesme aldıktan sonra ilk olarak TFT LCD elemanını başlatmaktadır. TFT LCD ekran, AVR32 işlemcisine B portu üzerinden bağlanmış olup 8-bit veri yolu arabirimiyle kullanılmaktadır. Şekil 4.30'da TFT LCD ile AVR32 işlemcisinin arabirimenmesine ilişkin bağlantı görülmektedir. TFT LCD, giriş/çıkış hatları ile kontrol edildiğinden öncelikle bağlantı arabirimine ait giriş/çıkış uçları ayarlanmaktadır. Daha sonra TFT LCD'nin RESET ucu düşük seviyeye çekilerek sıfırlama işlemi yapılmaktadır. Bu işlemin ardından TFT LCD'nin cihaz kodu okunmaktadır. Okunan cihaz kodu `0x00009325` heksadesimal değeri ise LCD kontrolcüsü ILI9325 olup cihaz çalışmaya devam edebilir durumdadır. Aksi halde cihaz, UART1 debug üzerinden hata mesajı verip çalışmayı durdurmaktadır.



Şekil 4.5. Cihazın ilk enerji ile başlatılması.

TFT LCD'nin cihaz kodunun okunması ile farklı TFT LCD sürücülere ilişkin sürücüler de cihazın yazılım projesine dâhil edilebilmektedir. Doğru TFT LCD bilgisi okunduktan sonra ILI9325 kontrolcüsünün katalog bilgileri verilen başlangıç komutları TFT LCD'ye yollanmaktadır. Bu komutlar ILI9325'in kaydedicilerine gerekli değerleri yazarak TFT LCD'yi başlatmaktadır. Bu komutlar genel olarak TFT LCD'nin güç ünitesinin başlatılması, gamma ayarlarının yapılması, renk modunun düzenlenmesi ve ekran yönlendirilmesinin ayarlanmasını kapsamaktadır. Bu işlemlerin tamamı GLCD_Init(&chip_id) çağrısı ile yapılmaktadır. "chip_id" parametresi içinde TFT LCD kontrolcüye ait cihaz kodu döndürülmektedir. ILI9325 kontrolcüsünün başlatılmasına ilişkin komutlar standart olduğundan bu çalışma kapsamında detaylı olarak değinilmemiştir.

Dokunmatik ekran kontrolcüsü ADS7843 tümdevresi, AVR32 işlemcisinin SPI1 portuna bağlanmıştır. Bu tümdevre 11-bitlik paketler halinde iletişim kurmaktadır. Bu nedenle dokunmatik ekran sürücüsü standart giriş/çıkış işlemleri ile

gerçekleştirilmiştir. Dokunmatik ekran üzerine kullanıcı tarafından dokunulduğunda normalde yüksek düzeyde olan PENIRQ ucu düşük düzeye çekilmektedir. ADS7843 tümdevresinden yapılan ilk okuma işleminde bu uç tekrar yüksek düzeye çekilmektedir. Geliştirilen cihaz yazılımının ana döngüsünde bu uç sürekli kontrol edilip kullanıcının cihaza komut verip vermediği kontrol edilmektedir. ADS7843 tümdevresi çalışmaya başlamak için herhangi bir başlangıç komutuna ihtiyaç duymamaktadır.

Şekil 4.6'da LCD ekran açıldıktan sonraki ekran görüntüsü verilmiştir. Cihazda kullanılan iki komut SCAN (tarama) ve SLEEP (kapatma) ekranda görülmektedir. Ekran üzerinde görülen bildirim alanında batarya gerilimi gösterilmektedir. Cihaz bu aşamadan sonra parmakizi sensörünü ve GPRS modemi başlatmaktadır. Bu birimlerin başlangıcı sırasında gerçekleşen hatalar bildirim alanı aracılığı ile kullanıcıya gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Cihazın açıldıktan sonraki ekran görüntüsü.

4.1.3. Parmakizi Sensörü SPI Arabiriminin Başlatılması

Parmakizi sensörü FPC1011F, AVR32 işlemcisine SPI0 portu ile bağlıdır. İşlemcinin bu portunu başlatabilmek için spi0_Master_Init() çağrısı kullanılmıştır. Bu çağrı içinde SPI arabiriminin başlatılabilmesi için gereken yazılım çerçevesi fonksiyonları kullanılmıştır. Bu çağrıyla beraber AVR32 işlemcisi master; parmakizi sensörü ise slave olarak iletişime başlayacak konuma gelmektedir. SPI arabiriminin parametreleri parmakizi sensörünün katalog bilgilerine bu fonksiyonlarla

ayarlanmıştır. Şekil 4.7’de bu parametrelerin yer aldığı yapı (struct) değişkeni ve değerleri verilmiştir.

```
static const spi_options_t spiOptions0 =
{
    .reg = 0,                // SPI0 portuna ait çip seçim ucu CS0
    .baudrate = 3000000,    // SPI iletişim hızı(3 MHz)
    .bits = 8,              // 8 bit iletişim modu
    .spck_delay = 1,        // Saat başlangıç gecikmesi (1 ms)
    .trans_delay = 0,       // Veri çıkışı öncesi gecikme süresi (0
ms)
    .stay_act = 1,         // Son transferden sonra aktif kalma aktif
    .spi_mode = 0,         // SPI modu 0
    .modfdis = 1,          // SPI0 portunda birden fazla cihaz
oldüğünde otomatik seçim iptali
};
```

Şekil 4.7. Parmakizi sensörünün bağlandığı SPI portunun parametre yapısı (struct).

Şekil 4.7’de gösterilen SPI parametrelerinden ilki olan “reg” parametresi SPI0 portunun çip seçim ucunu ayarlamaktadır. Parmakizi sensörü SPI0_CS0 ucuna bağlandığından bu parametre 0 değeri almıştır. “baudrate” parametresi SPI iletişim hızını ayarlamaktadır. 3 000 000 değeri SPI iletişim hızının 3 MHz olarak ayarlandığını göstermektedir. “bits” parametresi ile iletişim veri biçimi ayarlanmaktadır. 8 değeri iletişimin 8-bitlik paketler halinde yapıldığını göstermektedir. “stay_act” parametresi ile son yapılan SPI iletişiminden sonra SPI arabiriminin aktif olarak kalıp kalmayacağı ayarlanmaktadır. “spi_mode” parametresi ile SPI iletişim şekli belirlenmektedir. Burada verilen 0 parametresi ile SPI modu 0’a ayarlanmaktadır. Bu modda SPI saat polaritesi yükselen kenarda aktif (CPOL=‘0’) çalışacak şekilde ayarlanmaktadır. Aynı zamanda saat fazı başlangıçta aktif (CPHA=‘0’) olacak şekilde ayarlanmıştır. Böylece SPI iletişiminde slave olan birim (sensör) veriyi saat palsinin yükselen kenarında alırken saat palsinin düşen kenarında ise veriyi gönderme işlemini yapar.

Bu işlemler tamamlandıktan sonra sensörün çalışması için gerekli parametreler sensöre SPI arabirimi ile yollanır. Bunlar drive kaydedicisi için 0xCF, adcref kaydedicisi için 0x03 ve sensm kaydedicisi için 0x00 heksadesimal değeridir.

4.1.4. ADC ve RTC Birimlerinin Başlatılması

Tasarımı yapılan cihazda AVR32 işlemcisinin analog-sayısal dönüştürücü birimi ADC (Analog Digital Converter) birimi batarya geriliminin ölçülmesi amacı ile kullanılmaktadır. Gerçek zaman saati (RTC) birimi ise cihazda gerçekleştirilen işlemlerin sürelerini ölçmek için kullanılmıştır.

AVR32 işlemcisinin A portunun 21. ucu (ADC 0. kanal) bataryanın gerilimini ölçmek için kullanılmıştır. AVR32 işlemcisi 3,3 V ile çalıştığından ve batarya gerilimi 4,1 V olduğundan (multimetre ile ölçülen tam doluluk değeri) batarya uçlarından gerilim bölücü kullanılmıştır. Bu nedenle ADC ile ölçülen değer asıl batarya gerilim değerinin yarısı kadar (2,05 V) olmaktadır. Bu nedenle batarya geriliminin asıl değerini elde etmek için Eşitlik 4.1'e başvurulmuştur.

Eşitlik 4.1'de VBATT değeri bataryanın gerilim değerini, VADC ise ADC kanalından ölçülen gerilimi ifade etmektedir. ADC referans gerilim değeri 3,3 volt olup AVR32 işlemcisinin ADC çözünürlüğü 10-bit olduğundan $2^{10} - 1 = 1023$ değerine bölünmüştür. Bu ölçümle batarya gerilimin yarısı elde edildiğinden 2 ile çarpılmıştır.

$$VBATT = 2*(3,3V)/1023*VADC \quad (4.1)$$

Batarya gerilimi değeri 3,5 V'a düştüğü zaman kullanıcıya batarya düşük şeklinde uyarı verilmektedir. Bu gerilim değeri cihaza 3,3 V gerilim sağlayan LDO gerilim regülatörünün minimum giriş değerine ($3,3 \text{ V} + 0,178 \text{ V} = 3,478 \text{ V}$) yakın bir değerdir.

AVR32 mikrodenetleyicisinin RTC (Real Time Clock) birimi sadece saniye ölçümü için kullanılmaktadır. Örneğin GPRS modeme bir komut gönderildiğinde cevabının beklenmesi için geçen süresinin ölçülmesi için kullanılmaktadır. Cihaz yazılımı içinde GPRS modeme bir komut yollandığında saniye sayan bir bekleme döngüsü kullanılmıştır. GPRS modeme gönderilen "AT" komutunun 2 saniye sonunda cevabın gelmemesi durumunda modem hatası kullanıcıya gösterilerek cihaz modem

işlemlerini durdurmaktadır. Bununla beraber başarısız olan TCP bağlantılarında da modemden belli bir süre yanıt alınmadığı gözlenmiştir. Bu durumda da kullanıcıya zaman aşımı hatası gösterilerek bekleme döngüsünden çıkılmaktadır.

4.1.5. GPRS Modemin Başlatılması

GPRS modem başlatılmadan önce, modemle iletişimi sağlayan AVR32 işlemcisine ait UART1 birimi etkinleştirilir. Bu işlem için yine AVR32 UC3 yazılım çerçevesinde bulunan çağrılardan faydalanılmıştır. Bu işlem sırası ile giriş/çıkış uçlarının belirlenmesi, seri iletişim parametrelerinin ayarlanması ve UART1 biriminin etkinleştirilmesi şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu işlemlere ek olarak modem ile el sıkışmalı iletişimin gerçekleştirilebilmesi için `usart_init_hw_handshaking()` çağrısı kullanılmıştır.

El sıkışmalı iletişim, modem üzerinden bir TCP soketi bağlantısı açıldığında gerekli olmaktadır. Bu modda GPRS modem CTS ucuyla veri almaya hazır olup olmadığını AVR32 işlemcisinin UART birimine bildirmektedir. Seri iletişime ilişkin bütün işlemler AVR32 işlemcisinin donanım seviyesinde gerçekleştirildiğinden bu işlem de donanım seviyesinde kontrol edilmektedir. Böylece modem meşgul iken UART üzerinden bir baytlık veri göndermeyi sağlayan `uart_putchar` çerçeve çağrısı bekletilmektedir. El sıkışmalı veri iletişimi sayesinde veri taşması önlenmektedir.

UART birimi etkinleştirildikten sonra modemin PWRMON ucu kontrol edilmektedir. Bu ucun yüksek seviyede olması (2,8 V düzeyi) modemin açık halde olduğunu göstermektedir. Eğer modem açık değil ise ON/OFF ucu bir saniye için yüksek seviyede tutulmakta ve 900 ms beklenmektedir. Bekleme süresi modemin açılması için gereken süredir. Ardından modeme AT komut yollanmaktadır. Modeme komutlar `usart_write_line` çağrısı ile yapılmaktadır.

Modeme yollanan bütün komutlardan sonra bir bekletme döngüsü çağrısı kullanılarak modemin komutu icra edip etmediği kontrol edilmektedir. Bu işlem `waitForResponse` çağrısı kendisine saniye olarak verilen süre kadar modemin geçerli yanıt vermesini beklemektedir. Bu sırada sürekli olarak UART veri

alma tamponunu (yanıt – response tamponu) kontrol etmekte ve geçerli yanıt “result” sonuç değişkeni içinde döndürmektedir. waitForResponse çağrısı, kendisine süre olarak verilen değer kadar yanıt tamponunu kontrol eder. Eğer bu süre içinde geçerli bir yanıt alamazsa result değişkeni içinde 3 değeri döndürür. Bu yanıt zaman aşımına (time-out) işaret etmektedir. Modem tarafından doğru olarak tanımlanan ve çalıştırılan komutlar “OK” yanıtı döndürürken modem için geçersiz komutlar “ERROR” yanıtı döndürmektedir. Modemden AT komutuna OK yanıtı aldıktan sonra modeme ATE0 komut yollanmaktadır. Bu komut modemden verilen komutları yansıtmasını engellemektedir. Ardından “AT+CPIN=XXXX” komutu yollanmaktadır. Bu komutla, modem içinde takılı olan SIM kartının dört haneli PIN kodu gönderilmektedir. Modem PIN kodunu doğru olarak tanımladıktan sonra yeni bir komuta gerek duymaksızın şebeke kaydı işlemini başlatır. İyi şebeke koşullarında (CSQ değeri -73 dBm’den büyük olduğunda) şebeke kaydı işlemi yaklaşık 5 saniye sürmektedir. Bu süre modeme enerji sağlayan batarya ve şebeke sinyalinin durumuna göre değişebilmektedir. Modemin şebeke kaydı yapıp yapmadığını test etmek için “AT+CREG” komutu kullanılmaktadır. AT+CREG komutu "+CREG: 0,1" yanıtı döndürdüğünde şebeke kaydı başarılı, "+CREG: 1,1" yanıtı döndürdüğünde şebeke kayıt işleminin devam ettiği anlaşılmaktadır.

Bu işlemin ardından modeme GPRS bağlantısı için şebeke bağlantı parametreleri gönderilmektedir. Bu parametrelerden ilki PDP (Packet Data Protocol – Paket Veri Protokolü), GSM operatörüne veri ağına nasıl bağlanılacağını bildirilmesini sağlamaktadır. PDP yapısını modeme göndermek için "AT+CGDCONT=1,\"IP\", \"wap\", \"0.0.0.0\",0,0\r" komut dizilimi kullanılmaktadır. Bu komut diziliminde 1 değeri PDP tanım numarasıdır. IP değeri Internet Protokolünün kullanılacağını ifade etmektedir. wap değeri ise erişim noktası adını (APN - Access Point Name) belirtmektedir. Daha sonra gelen parametre ise erişim noktası adresini belirtmektedir. Son olarak gelen iki parametreden ilki PDP veri sıkıştırmasını ikincisi ise PDP başlık sıkıştırmasını ifade etmektedir. Bu çalışmada sıkıştırılma özellikleri kullanılmamıştır.

PDP bilgilerinin gönderilmesinin ardından AT#USERID="gprs" ve AT#PASSW="gprs" komutlarıyla GPRS erişimi için gereken kullanıcı adı ve şifresi

gönderilmektedir. Bu parametre değerleri kullanılan GSM operatörüne özel parametreler olup operatörün bilgilendirme web sayfasından alınmıştır.

Bu parametrelerin gönderildikten sonra modem, DTR ucunun yüksek seviye çekilip “AT+CFUN=5” komutunun gönderilmesiyle düşük güç moduna alınmaktadır. Modemin tekrar normal çalışma moduna dönebilmesi için DTR ucunun düşük seviyeye çekilmesi gerekmektedir.

GPRS modem hatalarında kullanıcı bilgilendirilmekte ve cihaz çalışmasına devam etmektedir. Fakat uzak sunucu bağlantısı gerçekleştirilmemektedir. Cihazın sonraki çalışması bekleme konumuna geçip kullanıcıdan gelecek komutları beklemek şeklindedir. Kullanıcıdan gelen SCAN komutu, parmakizi tanıma işlemini başlatmaktadır. SLEEP komutu ise cihazı uyku konumuna geçirmektedir. Bekleme konumunda iken cihazdaki bütün birimler açık olup GPRS modem güç tasarrufu moduna alınmaktadır. Bekleme konumunda belli bir süre geçtikten sonra herhangi bir komut gelmemesi durumunda TFT LCD'nin arka plan aydınlatmasını yapan ledler kapatılmaktadır.

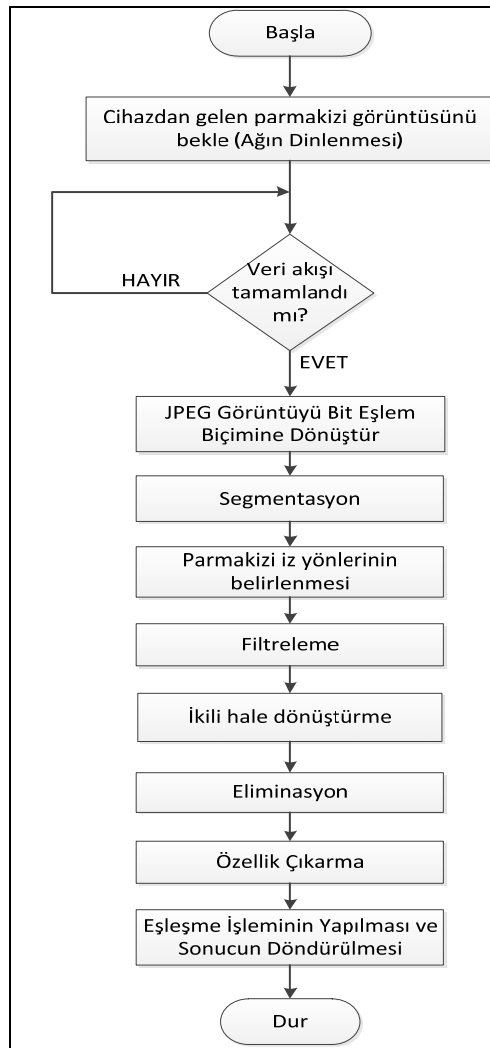
4.2. TANIMA SUNUCUSU YAZILIMININ GELİŞTİRİLMESİ

Parmakizi tanıma sunucusu yazılımı C++ Builder 2009 yazılım geliştirme ortamı ile geliştirilmiştir. Sunucu yazılımının ağ işlemlerini gerçekleştirebilmesi için Indy Ağ Bileşenleri kullanılmıştır. Parmakizi sahibinin kimlik bilgilerini ve parmakizi özelliklerinin depolanabilmesi için FirebirdSQL veritabanı sunucusu yazılımı kullanılmıştır. Parmakizi tanıma yazılımı, gelen JPEG biçimindeki görüntüyü bit eşlem biçimine dönüştürerek tanıma işlemini başlatır. Bu dönüştürme işlemi yine C++ Builder proje ağacına eklenen IJG (Independent JPEG Group) JPEG kütüphanesi çağrılıyla gerçekleştirilmektedir.

Sunucuda çalışan parmakizi tanıma yazılımı çalışmasını üç aşamada tamamlamaktadır. Birinci aşamada taşınabilir cihazdan alınan parmakizi görüntüsünün sıkıştırılmış verisi bitmap formatında açılmaktadır. İkinci aşamada açılan bu parmakizi görüntüsü üzerinde özellik çıkartma işlemleri uygulanmaktadır.

Son aşamada ise daha önceden veritabanına kaydedilmiş olan özelliklerle çıkarılan özellikler eşleştirilmektedir. Cihazdan gelen parmakizi görüntüsüne ait en iyi eşleşme sonucu belli bir formatta tekrar cihaza yanıt olarak gönderilmektedir.

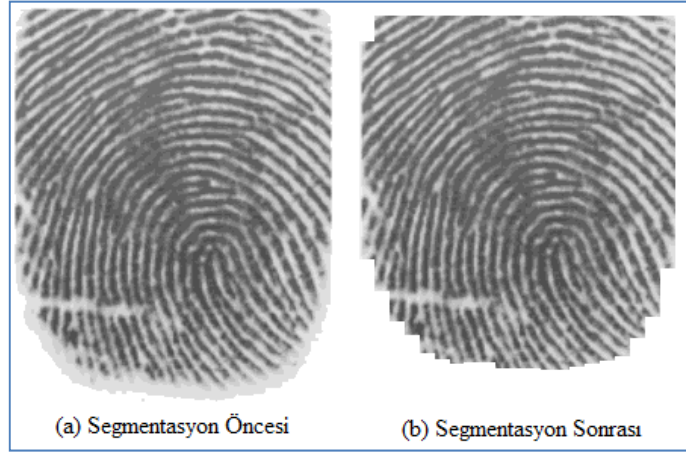
Bu çalışmada kullanılan parmakizi tanıma yazılımı özellik çıkartma yöntemi ile çalışmaktadır. Özellik çıkartma yönteminde, parmakizi görüntüsü üzerinde belli adımlar sırası ile uygulanarak parmakizi üzerindeki özellik noktaları belirlenir. Bu işlem akışı Şekil 4.8’de görülmektedir.



Şekil 4.8. Sunucu yazılım üzerinde parmakizi tanıma sürecinin gerçekleşmesi.

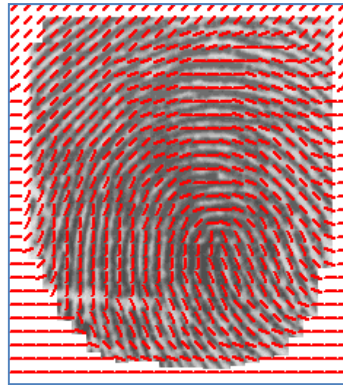
Özellik çıkartma işleminde ilk olarak segmentasyon işlemi uygulanmaktadır. Bu işlemle parmakizi görüntüsü arka plandan ayrıştırılmaktadır. Parmakizinin ön plan

görüntüsü, çerçeve içinde parmakizinin yerleştiği bölümdür. Arka plan görüntüsü ise parmakizinin bittiği noktalardan itibaren çerçevenin kenarlarına kadar olan gürültülü bölümdür. Segmentasyon, sonraki adımları etkilediğinden önemli bir adımdır [26]. Bu çalışmada segmentasyon işlemi için Otsu eşikleme yöntemi kullanılmaktadır [1]. Şekil 4.9'da segmentasyon öncesi ve sonrası parmakizi görüntüsü görülmektedir. Şekil 4.9 (b)'de orijinal görüntüdeki arka plandan ayrıştırılan parmakizi görüntüsü görülmektedir.



Şekil 4.9. Segmentasyon öncesi ve sonrası parmakizi görüntüsü.

Daha sonra bu görüntü üzerinde yön bulma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem, parmakizinin yöne bağımlı iyileştirilmesi için gereken bir basamaktır. Bu çalışmada gradyen hesabı yöntemiyle yön bulma işlemi gerçekleştirilmektedir. Şekil 4.10'da yönsel görüntü hesabı sonrası üzerine çizildiği parmakizi görüntüsü verilmiştir.



Şekil 4.10. Üzerinde yönlerin bulunduğu parmakizi görüntüsü.

Bu işlemin ardından görüntü üzerinde filtreleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu işlem parmakizi görüntüsü üzerindeki gürültüleri bastırmakta ve parmakizi hatlarını ön plana çıkarmaktadır. Parmakizi üzerinde gürültü ve bozuk bölgelerde gerçekleşen hatalı yön hesabının tolere edilebilmesi için parmakizi görüntüsü üzerinde alçak geçiren filtreleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Şekil 4.11’de filtrelenmiş yönsel görüntü görüntü görülmektedir.



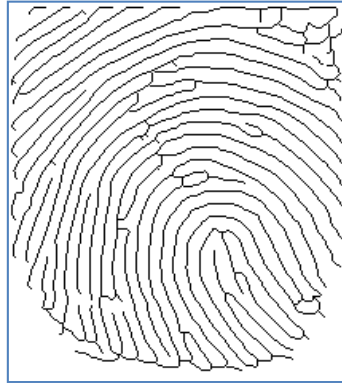
Şekil 4.11. Filtrelenmiş yönsel görüntü.

Binarizasyon işlemi ile gri skala renklere sahip parmakizi görüntüsü sadece siyah ve beyaz renklere sahip görüntüye dönüştürülmektedir. Bu işlem bir eşikleme işlemidir ve görüntüde sadece parmakizi hatlarının kalmasını sağlamaktadır. Bu işlem, inceltme işlemi öncesinde parmakizinin hatlarına ait pikselleri ön plana çıkarırken hatların kenarında bulunan piksellerin elenmesini sağlar. Şekil 4.12’de binarize hale getirilmiş parmakizi görülmektedir.



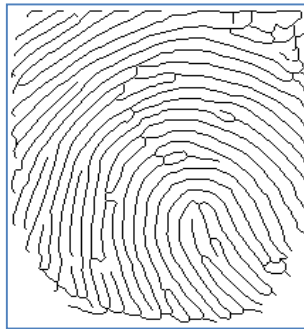
Şekil 4.12. Binarize edilmiş parmakizi görüntüsü

Bu işlemten sonra inceltme işlemi uygulanmaktadır. İnceltme işlemi parmakizi hatlarını tek piksel kalınlığındaki çizgilere dönüştürmektedir. Bu işlem sayesinde parmakizi hatları üzerinde iz sonları ve izlerin çatallanma noktaları belirlenebilmektedir. Çünkü parmakizi üzerindeki bu özellik noktalarının bulunması işlemi tek piksel etrafındaki komşulukların kontrol edilmesi ile yapılmaktadır. Şekil 4.13'te inceltilmiş parmakizi görülmektedir.



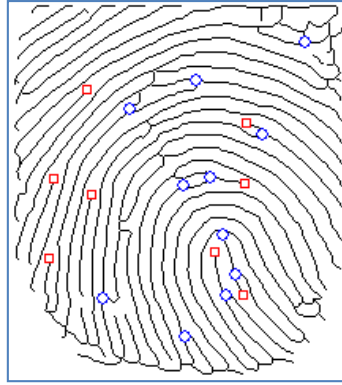
Şekil 4.13. İnceltilmiş parmakizi görüntüsü.

Ardından inceltilen parmakizi görüntüsüne eliminisasyon işlemi uygulanmaktadır. Elimasyon basamağı ile inceltme işlemi sonrasında oluşan parmakizini oluşturan hatlardaki kopukluklar birleştirilmekte, küçük çatal noktaları ve birkaç piksel uzunluğundaki çizgiler temizlenmektedir. Bu işlemle parmakizi görüntüsündeki hatlarda süreklilik sağlanmaktadır. Şekil 4.14'te temizlenmiş parmakizi görülmektedir.



Şekil 4.14. Temizlenmiş tek piksel kalınlığındaki hatları taşıyan parmakizi görüntüsü.

Son olarak elde edilen görüntü üzerinde özellik çıkartma işlemi uygulanmaktadır. Bu işlemle parmakizi görüntüsü üzerindeki özellik noktasının uç mu yoksa çatal noktası mı olduğu, bu noktanın koordinatları ve noktanın yatayla olan açı bilgisi elde edilmektedir [1,2]. Bir parmakizi hattındaki pikselin çevresindeki siyah piksel sayısı bir ise bu nokta uç nokta; bu pikselin çevresindeki piksel sayısı üç ise bu piksel çatal noktası olarak ele alınmaktadır. Her bir özellik noktası için koordinat, özelliğin yatayla yaptığı açı ve özellik türü kaydedilerek eşlem işleme değerlendirilmek üzere saklanır. Şekil 4.15'te bu yöntemle elde edilmiş özellik noktalarının işaretlendiği parmakizi görüntüsü verilmiştir.

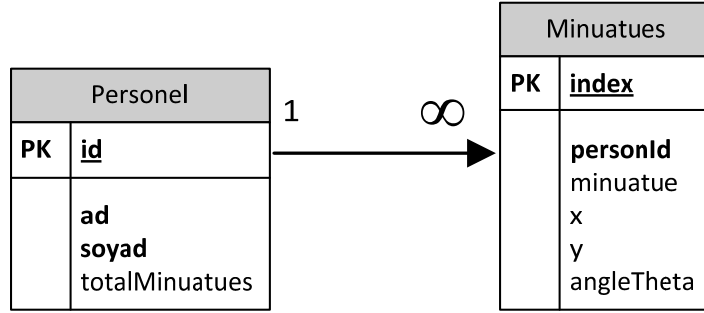


Şekil 4.15. Özellik noktaları işaretlenmiş parmakizi görüntüsü.

Parmakizi tanıma işlemi için kullanılan kişi bilgileri ve bu kişilere ait parmakizi özellik bilgileri SQL (Structured Query Language) uyumlu bir veritabanında saklanmaktadır. Veritabanı sunucu yazılım olarak FirebirdSQL 1.5.3 kullanılmıştır. Veritabanında iki adet tablo kullanılmıştır. Bunlardan ilkinde kişi kimlik bilgileri tutulurken ikinci tabloda bu kişilere ait parmakizi özellik bilgileri tutulmaktadır. Kimlik bilgileri tablosu bire-çok ilişki yöntemi ile parmakizi özellik tablosuna bağlanmıştır (Şekil 4.16).

Kimlik bilgilerini tutan "Personel" adlı tabloda id, ad, soyad ve totalMinuatues adlı alanlar bulunmaktadır. id alanı kişiye özel kayıt numarası tutarken totalMinuatues alanı, personal tablosunda kayıtlı kişinin parmakizi görüntüsü üzerindeki toplam özellik sayısını tutmaktadır. Parmakizi özellik bilgilerini tutan Minuatues tablosunda personId, bu tabloyu kişiler tablosuna bağlayan alandır. Minuatue alanı, bu özelliğin

uç noktası ya da çatal noktası olduğu bilgisini tutan alandır. x ve y alanları, özelliğin görüntü üzerindeki koordinatlarının bilgisini tutarken angleTheta alanı bu özelliğin yatayla yaptığı açı bilgisini tutmaktadır.



Şekil 4.16. Tanıma yazılımına ait kimlik ve parmakizi özellik tabloları.

Cihazdan gelen parmakizine ait görüntü üzerinde özellik çıkarma işlemi yapıldıktan sonra eşleme işlemi gerçekleştirilmektedir. Eşleme işlemi için ilk olarak kişiler tablosunda yer alan her kayıt için parmakizi özellikleri getirilir. Bu özellikler, cihazdan gelen parmakizi görüntüsünün özellikleri ile Hough dönüşümü yardımıyla kıyaslanır ve eşleme yüzdeleri hesaplanır. Yapılan her kıyaslama sonrasında tanıma uyan en iyi parmakizi listesi güncellenir. Eşleştirme işlemi bitince elde edilen sonuç gelen parmakizi verisine yanıt olarak tekrar cihaza gönderilir.

4.3. PARMAKİZİ TANIMA İŞLEMİ

Parmakizi tanıma işlemi, kullanıcının cihazın SCAN komutunu verip tanıma sonucunu ekranda görmesine kadar geçen süre olarak ifade edilebilir. SCAN tuşuna basıldıktan kullanıcıdan parmakizi istenmektedir. Parmakizi görüntüsü sensörden AVR32 işlemcisinin dâhili SRAM belleğine alındıktan sonra IJG JPEG Kütüphanesi ile JPEG olarak sıkıştırılmaktadır. Bu işlemin ardından GPRS modem GPRS modu etkinleştirilmekte ve parmakizi tanıma sunucusuna SRAM bellekteki JPEG biçimindeki parmakizi görüntüsü sunucuya yollanmaktadır. Sunucu JPEG biçimindeki görüntüyü yine aynı kütüphane çağrılarını ile bit eşlem biçimine dönüştürerek parmakizi tanıma işlemini gerçekleştirmektedir. Gelen parmakizinin eşleştiği en iyi üç sonuç eşleşme yüzdeleriyle beraber tekrar cihaza yollanmaktadır.

Bu bölümde tanıma işlemi, parmakizinin okunması, sıkıştırılarak gönderilmesi ve tanımlanıp sonucun alınması başlıkları altında ele alınmıştır.

4.3.1. Parmakizi Görüntüsünün Parmakizi Sensöründen Alınması

Parmakizi sensörü FPC1011F'den parmakizi görüntüsünün alınabilmesi için readFingerData(int timeOut) çağrısı kullanılmaktadır. Bu çağrı bir döngü içinde parmağın sensör yüzeyine temas edip etmediğini test etmektedir. Eğer timeOut parametresi ile belirtilen saniye süresi içinde parmakizi algılanamazsa bu çağrı zaman aşımı hatası görüntüleyerek sonlanmaktadır. Parmakizi sensöründen okunan 30 400 baytlık parmakizi görüntü verisi AVR32 işlemcisinin SRAM belleğindeki statik olarak ayrılmış alana alınmaktadır. Söz konusu statik alan “**unsigned char fData[30400]**” şeklinde tanımlanmış bir dizi değişkendir. Dâhili SRAM bellek hem enerji tasarrufu hem de hız açısından harici SRAM belleğe göre avantaj sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir.

readFingerData çağrısında bir do-while döngüsü içinde ilk olarak parmakizi sensörünün DRIVC kaydedicisine yazma komutuyla (wr_drivc) 0x7F heksadesimal değeri yazılır. Ardından ADCREF kaydedicisine yazma komutuyla (wr_adcref) 0x02 heksadesimal değeri yazılır. Bu işlemlerle parmakizi sensörünün analog-sayısal dönüştürücü gerilim parametrelerini belirlenmektedir. Daha sonra rd_sensor komutu ile parmakizi sensörünün analog-sayısal çevrimi başlatılır. Bu işlemden sonra rd_spidata komutu ile çevrim işleminin tamamlanıp tamamlanmadığı test edilmektedir. Şekil 4.17'de bu işleme ilişkin kaynak kod görünmektedir.

```
spi_write(SPI0, rd_sensor);
spi_write(SPI0, 0x00);
do {
    spi_write(SPI0, rd_spistat);
    spi_write(SPI0, 0x00);
    spi_write(SPI0, 0x00);
    spi_stat = spi_read(SPI0, &veri);
} while (veri != 0x01);
```

Şekil 4.17. Sensörün çevrim işleminin tamamlanma testinin gerçekleştirilmesi.

Şekil 4.17’de görüldüğü gibi spi_write çağrısı ile sensöre rd_spistat (SPI Status Read) komutu gönderilmektedir. Bu komut ile sensörün çevrim işlemini bitirip bitirmediği sorgulanmaktadır. Sensör çevrim işlemini tamamlandığı zaman SPI durum kaydedicisi 0x01 heksadesimal değerini döndürmektedir. Bu anda parmakizi görüntüne ait ilk piksel verisi FIFO tamponuna yerleşmiş haldedir. Çevrim işlemi tamamlandığı zaman sensöre, rd_sensor komutu gönderilerek parmakizi okuma işlemi başlatılır. Şekil 4.18’de parmakizi görüntü verisinin sensörden alınmasına ilişkin program kodları gösterilmektedir.

```
...
spi_write(SPI0, rd_spidata);
spi_write(SPI0, 0x00);
delay_ms(250);
for (ind=0;ind<30400;ind++) {
    spi_write(SPI0, 0x00);
    spi_stat = spi_read(SPI0, &veri);
    if (veri>155) thresCount++;
    if (veri>220) veri=0;
    fdata[ind] = (unsigned char)veri;
}
if (thresCount>2500) {
    print_dbg( "Read OK\r\n" );
    break; } else {
    print_dbg( "\x0CThresCount:" );
    print_dbg_ulong(thresCount );
    print_dbg( "\n" );
    print_dbg( "Read Failed\r\n" );
}
}
```

Şekil 4.18. Geçerli parmakizi testinin yapılması.

Şekil 5.23’te görüldüğü gibi sensöre okuma komutu gönderildikten sonra 30 400 kez sayan bir döngü içinde sensöre 0x00 heksadesimal verisi (dummy byte) gönderilir. Her gönderme işleminin ardından bir okuma işlemi yapılır. Sensör her okuma işleminde sıradaki pikselin gri seviye değerini FIFO tamponuna kaydırır. Böylece bir sonraki okuma için gereken veri hazırlanmış olur. Sensör üzerinde parmakizinin olup olmadığının anlaşılabilmesi için parmakizi görüntüsündeki gri seviye değerleri için bir eşik değer belirlenmiştir. Bu döngü içinde okunan her bir pikselin değeri belli bir eşik değer üstünde ise eşik değer sayısı (thresCount) bir artırılır. Böylece toplamda okunan geçerli piksel sayısı 2 500 değerini aştığı zaman okunan parmakizinin geçerli olduğu anlaşılmaktadır. Eğer okunan pikselin değeri 220’den yüksek ise bu piksel aşırı yüksek bir parlaklık değerine sahip olup geçersizdir. Sensörün analog-sayısal dönüşümü sırasındaki gürültüden kaynaklandığı düşünülen bu piksel değerleri yerine

0 değeri atanmaktadır. Bu şekilde parmakizi görüntüsü ön iyileştirme işlemine tabi tutulmaktadır. Söz konusu piksel geçerlilik ve eşik değerlerinin devre koşullarına göre değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, sensör 2,5 V'luk bir VCC gerilim değeri ile beslenirse bu değerlerin yapılan denemeler sonucunda tekrar ayarlanması gerekebilir. Parmakizi okuma işlemi tamamlandıca TFT LCD'de okunan parmakizine ait gösterilmektedir. Şekil 4.19'da örnek bir parmakizi okuma işlemi görünmektedir.



Şekil 4.19. Örnek bir parmakizi okuma işlemi.

4.3.2. Parmakizi Görüntüsünün Sıkıştırılması ve Gönderilmesi

Parmakizi görüntü verisi fData adlı statik bellek alanına (tek boyutlu dizi yapısı) alındıktan sonra IJP JPEG Kütüphanesi ile JPEG dosya biçimine dönüştürülerek GPRS modem aracılığı ile parmakizi tanıma sunucusuna gönderilmektedir. Şekil 4.20'de parmakizi görüntüsünün JPEG biçimine dönüştürülmesine ilişkin program kodu verilmiştir.

```
// Eğer parmakizi okuma işlemi başarılı ise
if (readFingerData(20) == 1) {
// Sıkıştırılmış verinin depolanacağı alanı bellekten ayırma
cbuff = (unsigned char *)malloc(25000);print_dbg("Compressing\r\n");
// JPEG dönüşüm işlemi başlatma
jpgSize = jpeg_compress(cbuff, fdata,152,200,25000,55);
print_dbg("Compressed\r\n");
// JPEG görüntüyü tekrar dahili SRAM belleğe al
for (i=0;i<jpgSize;i++) finalData[i] = cbuff[i];
free(cbuff); print_dbg("JPEG Size:"); print_dbg_ulong(jpgSize);
print_dbg("\r\n");
sendData(); } // JPEG görüntüyü parmakizi tanıma sunucusuna gönder
```

Şekil 4.20. Parmakizi görüntüsünün JPEG biçimine dönüştüren program kodu.

Şekilde görüldüğü gibi eğer parmakizi okuma işlemi başarılı ise ilk olarak, sıkıştırılmış görüntünün depolanacağı bellek alanı ayrılmaktadır. Malloc çağrısı ile ayrılan dinamik bellek alanı, bağlayıcı betiği ile harici SRAM'a taşınan heap alanı içindedir. Malloc ve free çağrıları, avr32-gcc derleyici takımı ile gelen libc kütüphanesi sayesinde cihaz yazılımı içinde kullanılabilir. Jpeg_gcompress çağrısı ile parmakizi görüntüsünün JPEG biçimine dönüşümüne sağlanmaktadır. Jpg_compress çağrısının ilk parametresi cbuff ile oluşturulan JPEG görüntünün depolanacağı alanın (tampon) başlangıç adresidir. İkinci parametre fdata ise sıkıştırılacak görüntünün bulunduğu bellek alanının başlangıç adresidir. Üçüncü ve dördüncü parametreler (152, 200) parmakizi görüntüsünün yükseklik ve genişlik değerleridir. Beşinci parametre depolanacak alanının büyüklüğünü (25 000 bayt ayrılmış bellek alanı) belirtmektedir. Altıncı parametre oluşturulacak JPEG görüntüsünün kalitesini yüzde olarak belirtmektedir. Jpeg_compress çağrısı oluşturulan JPEG görüntüsünün boyunu bayt sayımı olarak jpgSize değişkeni içine döndürür.

Jpeg_compress çağrısı içinde bulunan kütüphane çağrıları da JPEG dönüşümü sırasında dinamik olarak bellek kullanmaktadır. Bu nedenle cihazda harici SRAM kullanılmış ve program heap alanı bu belleğe taşınmıştır. Cihazda SRAM seçilmesinin nedeni güç tüketiminin SDRAM'a nispeten az olmasıdır. Buna rağmen GPRS modem veri gönderimi sırasında yüksek akım çekmesi nedeniyle SRAM bellekten veri okunduğunda veri gönderiminin yarıda kalması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için oluşturulan JPEG görüntüsü tekrar dâhili SRAM belleğin içinde tanımlanan finalData adlı statik dizi içine taşınmıştır. Bu sayede veri gönderimi sırasında sadece dâhili SRAM bellekten okuma işlemi gerçekleştirilmekte ve bataryadan çekilen akım düşürülmektedir. JPEG biçimindeki parmakizi görüntüsü cbuff alanından finalData alanına kopyalandıktan sonra cbuff alanına ihtiyaç kalmadığından free çağrısı ile bu alan tekrar belleğe iade edilmektedir. Parmakizi sıkıştırma işlemi tamamlandıktan sonra sendData çağrısı JPEG biçimindeki parmakizi görüntüsü parmakizi tanıma sunucusuna gönderilmektedir.

Veri gönderimi için GPRS modemin tümleşik TCP/IP desteğinden faydalanılmaktadır. Oluşturulan JPEG görüntü boyutu parmakizine göre değiştiğinden TCP soketi ile veri gönderimi esnasından değişen bu boyut göz önünde bulundurulmalıdır. Modemin gömülü TCP kullanımında veriler bir akış (stream) olarak alınmakta ve gönderilmektedir. Bu nedenle veri boyutları üzerinden herhangi bir kontrol sağlanamamaktadır. Değişen veri boyutu nedeniyle sunucu yazılım hangi noktada tanıma işlemini başlatacağı daha önceden belirtilememektedir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek için öncelikle oluşturulan JPEG görüntünün boyutu sabit uzunluklu altı baytlık bir karakter dizisi ile gönderilmektedir. Bu karakter dizisinin ilk dört baytı oluşturulan JPEG görüntüsünün boyutunu ve son iki baytı ise yeni satır (0x0D – new line) ve satır başı (0x0A – line feed) karakterleridir. Tanıma yazılımı bu karakterler yardımıyla ilk dört baytı ayırmakta ve ayırdığı boyut bilgisi kadar karakteri (bayt) beklemektedir. Beklenen bayt sayısı tamamlanınca parmakizi tanıma işlemine geçilmektedir. JPEG biçimindeki parmakizi görüntüsü finalData adlı bellek alanına kopyalandıktan sonra modem DTR ucunun düşük seviyeye çekilmesiyle güç tasarruf modundan çıkarılmaktadır.

Bundan sonra mikrodenetleyici GPRS modunu aktifleştirmektedir. GPRS modunun aktifleştirilmesi için GPRS modeme **AT#GPRS = 1** komutu gönderilmektedir. Bu komutun ardından, modem GSM operatöründen bir IP (Internet Protocol) adresi almaktadır. GPRS etkinleştirme işlemi başarısız olduğunda modem, mikrodenetleyiciye **ERROR** yanıtı döndürmektedir. GPRS modem, Internet bağlantısı aktifleştikten sonra parmakizi tanıma yazılımının çalıştığı sunucuya TCP (Transfer Control Protocol) soket bağlantısı ile bağlanmaktadır. Bu bağlantının sağlanabilmesi için **AT#SKTD=0,4711,"88.232.86.225",0** komutu kullanılmaktadır. Bu komut soket bağlantısı çevirme (Socket Dialing) komutudur. Bu komutun ilk parametresi bağlantı tipini ifade etmektedir; 0: TCP, 1: UDP soket tipini göstermektedir. Ardından parmakizi yazılımının hizmet verdiği port numarası gelmektedir. Bu uygulama için bu port numarası 4711 seçilmiştir. Ardından parmakizi tanıma yazılımının çalıştığı sunucu bilgisayarın IP adresi gelmektedir. Bu adres statik IP adresi olarak seçilmiştir. Komutun son parametresi bağlantının kapanış tipini belirtmektedir. Bu uygulama için seçilen 0 değeri açılan soket bağlantısının sunucu bağlantısını kapattığı anda kapatılmasını sağlamaktadır. Eğer bu

parametre 1 olarak seçilirse, GPRS modeme gönderilen “+++” karakter dizisi ile bağlantı sonlandırılmaktadır. Sunucuyla bağlantı sağlanamaz ise GPRS modem **ERROR** yanıtı dönmektedir. Belirtilen sunucu ile bağlantı sağlandığında GPRS modem **CONNECT** yanıtı döndürmektedir. Bu yanıt döndükten sonra hem modem tarafında hem de sunucu tarafında bir veri akışı başlar.

Bu veri akışı TCP bağlantısı üzerinden yapılır ve AVR32 mikrodenetleyicisi tarafından GPRS modeme gönderilen tüm veriler parmakizi tanıma yazılımına direkt olarak iletilmektedir. Dolayısıyla modem komut modundan veri moduna geçmiş olur. Bu noktada finalData alanında bulunan parmakizi verisi bayt bayt GPRS modülüne gönderilmektedir. GPRS modülüne gelen bu veriler açılan soket üzerinden parmakizi tanıma yazılımına gönderilmektedir. Parmakizi tanıma yazılımı, veri alma işlemini tamamladıktan sonra JPEG biçimindeki görüntüyü bit eşlem görüntüsüne dönüştürüp tanıma işlemini başlatmaktadır. Şekil 4.21’de parmakizi görüntü verisinin tanıma sunucusuna gönderilmesine ilişkin program kodu verilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi parmakizi verisi bir for döngüsü içinde sunucuya yollanmaktadır.

```
// Eğer sunucu bağlantısı gerçekleşti ise
if (serverConnected == 1) {
    dataGot = 0;
    printstr("SENDING DATA", CENTER, 120, 0);
    // İlk olarak JPEG görüntüsünün boyutnu gönder
    usart_write_line1(MODEM_USART, stJpgSize);
    usart_write_line1(MODEM_USART, "\r\n");
    delay_ms(50);
    // Parmakizi verisini gönder
    for (j=0;j<jpgSize; j++) {
        usart_putchar1(MODEM_USART, (int)finalData[j]);
        if (j % 300 == 0)
            delay_ms(200);
    }
    switch ( waitForResponse( 50 ) ) {
    // Tanıma yanıtı alındı
    case 5:
        indis = 0;
        printstr("Data is got", CENTER, 120, 0);
    ...
}
```

Şekil 4.21. Parmakizi verisinin tanıma sunucusuna gönderilmesini sağlayan program kodu.

For döngüsü içinde her 300 baytlık gönderimden sonra bekletmek işlemi yapılmaktadır. Çünkü GPRS modemin varsayılan TCP paket boyutu 300 bayttır.

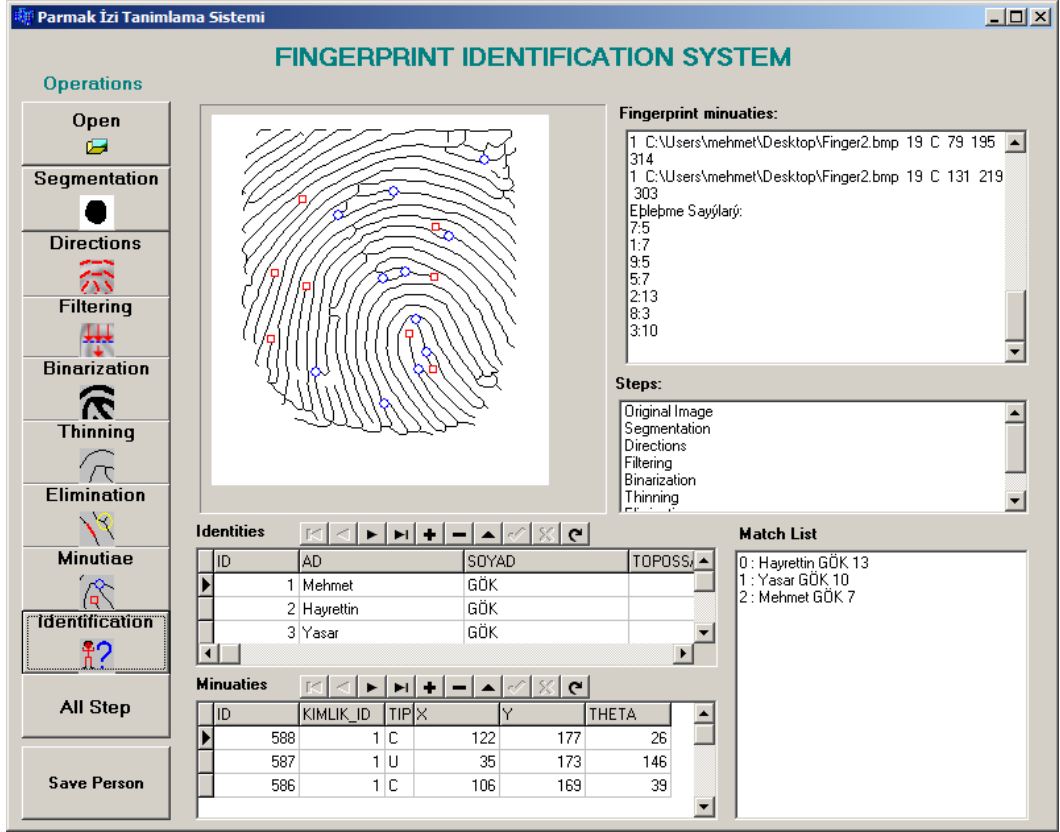
Bekleme işlemi sırasında GPRS modem tampon belleğine aldığı 300 baytlık veriyi hazırlayıp göndermektedir.

4.3.3. Parmakizinin Analiz Edilip Sonucun Gönderilmesi

JPEG biçimindeki görüntüyü alan parmakizi tanıma sunucusu IJG JPEG Kütüphanesi çağrılarını ile bu görüntüyü bit eşlem haline dönüştürür. Bu aşamadan sonra parmakizi tanıma işlemi başlamaktadır. Tanıma işlemi tamamlandıktan sonra istemci cihaza gönderilen parmakizi ile uyuşan en iyi sonuç gönderilmektedir. Sonuç bilgisi uyuşan kişinin adı ve soyadı ile parmakizinin uyuşma yüzdesini içermektedir. Tanıma işleminin sonucunun gönderilmesi için özel bir paket formatı belirlenmiştir. Bu format * karakteri ile başlamakta olup kişinin adı-soyadı ile devam etmektedir. Ardından yine bir * karakteri ve sonrasında tanıma yüzdesi gelmektedir. Örneğin gönderilen parmakizi ile uyuşan iki kişiye ait bilgi var ise: *1. Kişinin Adı-Soyadı*Uyuşma Yüzdesi* biçiminde bir yanıt tanıma cihazına gönderilir. Sonuç gönderildikten sonra tanıma yazılımı istemci cihaz tarafından açılmış olan bağlantıyı kapatır.

Parmakizi tanıma yazılımı tarafından soket bağlantısı kapatıldığında GPRS modem **NO CARRIER** mesajını AVR32 işlemcisine iletir. Bu nedenle, işlemci, gelen tanıma bilgisinden sonra GPRS modülünü pasifleştirmek için bu mesajı bekler. GPRS modem **AT#GPRS=0** komutu ile GPRS modunu pasifleştirir. Herhangi bir problem sonucunda veri gönderme işlemi yarıda kalırsa ya da sunucudan yanıt alınamazsa waitForResponse çağrısı ile “+++” karakter dizisini modeme göndererek TCP bağlantısını kesmektedir. Bu karakter dizisi veri akışını kapatır ve modemi tekrar komut moduna getirir. Bu işlemden sonra AVR32 işlemcisi gelen tanıma bilgisini parselleyerek TFT LCD ekranda göstermektedir.

Şekil 4.22’de parmakizi tanıma yazılımının uygulama penceresi görünmektedir. Bu pencerede GPRS ağı üzerinden gelen bir parmakizinin analiz görüntüsü yer almaktadır. Eşleme listesinde gönderilen parmakizi özelliklerinin uyuşma sayısına göre iki adet sonuç gösterilmektedir.



Şekil 4.22. Parmakizi tanıma yazılımının uygulama penceresi.

BÖLÜM 5

DENEYSEL ÇALIŞMALAR ve SONUÇ

Bu çalışma sonucunda taşınabilir parmakizi tanıma cihazının tasarımı başarı ile gerçekleştirilmiştir. Parmakizi alınan bir kullanıcının parmakizi görüntüsü TFT LCD ekranda görüntülenmiş ve parmakizi tanıma sunucusuna yollanmıştır. Parmakizi tanıma sunucusunda tanıma işlemi yapılarak parmakizi ile eşleşen en yakın kimlik bilgisi tekrar cihaza yollanmıştır. Bu işlem yaklaşık 25 saniye sürmektedir. Bu sürenin 14 saniyesi modemün uyku modundan çıkması, GPRS modunu aktiflemesi ve sunucuya bağlanması için geçen süredir. Geriye kalan 11 saniyelik süre ise veri gönderimi ve cevabının alınması için geçen süredir. Bu sürelerin şebeke sinyalinin kalitesine, bataryanın doluluk durumuna ve internet hızına bağlı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Cihaz üzerinde aralıksız yapılan on denemenin sekizinde başarılı olarak tanıma sonucunu alıp ekranda görüntülemektedir. Başarısız olan testlerin ilkinde zaman aşımı hatası ile karşılaşmıştır. Cihaz tanıma sonucunu almasına rağmen AVR32 mikrodenetleyicisi bekleme döngüsünden çıktığından zaman aşımı hatası vermiştir. Başarısız olan ikinci testte AVR32 mikrodenetleyicisi ile GPRS Modem iletişimi kesintiye uğramıştır. AVR32 mikrodenetleyicisi modemden NO CARRIER yanıtı alamadığı için TCP bağlantısı “+++” karakter dizisi ile sonlandırıp modemi tekrar uyku konumuna almıştır.

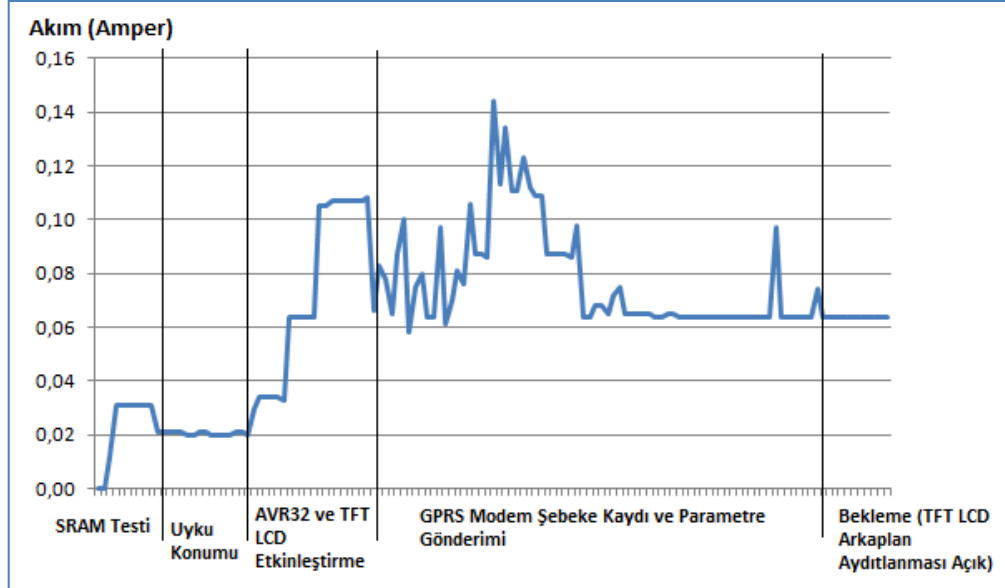
Cihazın çektiği akım bekleme konumunda TFT LCD arka plan aydınlatmasının kapanmasıyla yaklaşık 45 mA olarak ölçülmüştür. Cihaz üzerinde yapılan akım ölçümlerinde GPRS modemün şebeke kaydı sırasında yaklaşık 150 mA, GPRS yoluyla veri gönderimi sırasında ise 170 mA akım çektiği gözlenmiştir.

Ölçü aletinin PEAK konumu ile seçilen tepe akımı ölçümünde ise cihazın, şebeke kaydı esnasında 1 326 mA, GPRS ile veri gönderirken 1 371 mA akım çektiği gözlenmiştir. Cihazın uyku konumunda çektiği akım 18 mA olarak ölçülmüştür. Bu akım değeri uyku konumu için yüksek bir akım değeridir. Bu akımın yaklaşık 12 mA'lık bir kısmı parmakizi sensörü tarafından çekilmektedir. Devrenin gelecek tasarımında parmakizi sensörünün ayrı bir regülatör tümdevresi ile beslenmesi önerilebilir. Böylece parmakizi sensörü kullanılmadığında bu regülatör tümdevresi kapatılarak parmakizi sensörünün bekleme konumunda da akım çekmesi önlenir. Cihaz üzerinde yapılan akım ölçümleri sırasında ölçü aletinin problemleri yerine daha kısa ölçüm iletkenlerine sahip problemler kullanılmıştır. Uzun iletkenli problemler kullanıldığında GPRS modem şebeke kaydı yapamadığı ve kapandığı gözlenmiştir.

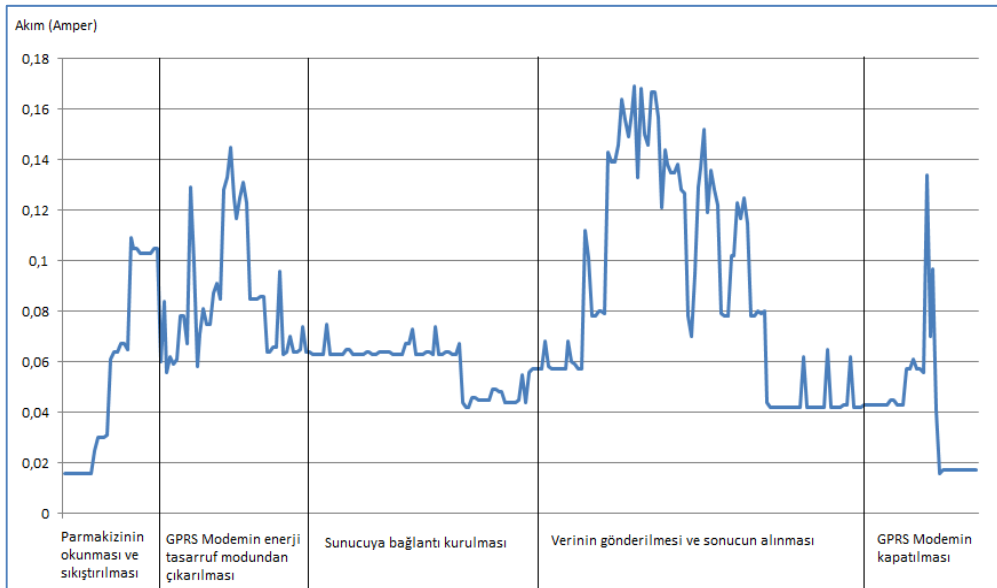
Yapılan ölçümler sonucunda tasarımı gerçekleştirilen cihazda güç tüketimi bakımından en kritik elemanın GPRS modem olduğu gözlenmiştir. GPRS modem tasarruf moduna geçtiğinde yaklaşık 150 mA, TFT LCD'nin arka plan aydınlatması kapatıldığında ise 30 mA akım tasarrufu sağlanmaktadır. Bekleme konumunda (TFT LCD arka plan aydınlatması kapalı) cihaz tarafından çekilen akım yaklaşık 25 mA düzeyindedir. Uyku konumunda AVR32 işlemcisi AVR32_PM_SMODE_STATIC uyku konumuna alınmakta ve GPRS modem ile TFT LCD kapatılmaktadır. Uyku konumunda işlemci tarafından çekilen akım 9 mA düzeyindedir. Uyku konumunda cihazın çektiği akım ise 16 mA düzeyindedir. Bunun nedeni parmakizi sensörünün uyku konumunda 7 mA düzeyinde akım çekmeye devam etmesidir. Şekil 5.1'de geliştirilen parmakizi tanıma cihazının ilk açıldığı andan itibaren çektiği akım değerleri gösterilmektedir.

Şekil 5.2'de parmakizi tanıma işlemi süresince cihaz tarafından çekilen akımın grafiği verilmiştir. Şekilde görüldüğü GPRS modu aktif iken veri gönderimi esnasında çekilen akım 170 mA civarındadır. Bu değer şebeke kaydı esnasında çekilen akımdan da fazladır. Fakat ölçülen bu akım değerlerinin şebeke koşullarına göre değişebileceği, şebeke sinyalinin zayıf olduğu bölgelerde bu akımın artacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Cihaz, üzerinde farklı deneysel çalışmaların da yapılabilmesi için deney kartı şeklinde tasarlanmıştır. Deney kartına GPRS modem harici bir modül ve bağlantılarla eklenmiştir. Böylece ilerleyen çalışmalarda farklı tür GSM modem seçeneklerinin de kullanılabilceği bir kart tasarlanmıştır.



Şekil 5.1. Parmakizi tanıma cihazının açılış ve bekleme durumundaki çektiği akım grafiği.



Şekil 5.2. Parmakizi tanıma cihazının tanıma sürecinde çektiği akım grafiği.

Tasarımı yapılan cihazda en önemli eleman AVR32 mikrodnetleyicisidir. 32-bit AVR çekirdeğine sahip olan bu mikrodnetleyicinin sahip olduğu SPI, UART ve EBI gibi arabirimler tasarım sürecini kolaylaştırmıştır. Bu mikrodnetleyiciye ait giriş/çıkış ucu sayısının fazla olması, cihazın tasarım sürecinde ortaya çıkan yeni işlevlerin kullanılabilmesini sağlamıştır. Ayrıca EBI üzerinden SMC desteği sağlanmaktadır. Bu sayede cihazda JPEG dönüşüm kütüphanesi için gereken bellek alanını karşılamak için harici bir SRAM tümdevresinin kullanımı mümkün hale gelmiştir. Çizelge 5.1’de tasarlanmış olan cihazın maliyet tablosu verilmiştir. Çizelge 5.1’de verilen toplam maliyetin seri üretim için yapılan toptan alımlarda düşebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Çizelge 5.1. Tasarımı yapılan cihazın maliyet tablosu.

Eleman	Maliyeti
GM862 QUAD GPRS Modem	100 Dolar
GM862 Header Board	24 Dolar
AVR32 Header Board	36 Dolar
Dokunmatik TFT LCD Panel Kartı	21 Dolar
FT232 Header Board	15 Dolar
FPC1011F Parmakizi Sensörü	Üreticiden örnek alındı.
Parmakizi sensör konnektörü	3 Dolar
BS62LV1027PIP55 SRAM	4 Dolar
MAX1555 şarj Tümdevresi	4 Dolar
Baskı devre	45 Dolar
Diğer elemalar ve taşıma ücretleri	100 Dolar
TOPLAM	352 Dolar

Cihaz, bir önceki çalışmada [27] gerçekleştirilmiş olan kablosuz parmakizi tanıma cihazından farklı olarak NXP firması tarafından üretilen LPC2106 ARM (Acorn Risc Machine) yerine AVR32 Mikrodnetleyicisi kullanılmıştır. LPC2106 mikrodnetleyicisi üzerinde 64 KB SRAM belleği ve 512 KB’lık flash program belleği ile yapılan çalışma için yeterli özelliklere sahip bir mikrodnetleyicidir [28]. Buna karşın çevre birimlerin denetimi için gereken gereken yeterli sayıda giriş/çıkış

ucuna sahip olmaması, güç tüketiminin fazla olması, yazılım geliştirme kütüphanesinin yetersiz olması gibi nedenlerle AVR32 tabanlı mikrodenetleyici tercih edilmiştir.

Tasarımı yapılan cihazın yazılı C programlama dili kullanılarak, AVR32 Studio tümleşik geliştirme ortamında gerçekleştirilmiştir. Çerçeve ile sağlanan IJG JPEG Kütüphanesi ile parmakizi görüntüsü JPEG biçimine dönüştürülerek sıkıştırılmakta ve sunucuya gönderilmektedir. Böylece GPRS ile veri gönderirken yüksek akım çeken GPRS modem veri gönderme süresi kısaltılmıştır. 30 400 baytlık parmakizi görüntü boyutu, JPEG dönüşümü sayesinde 9 000 bayt düzeyine kadar düşürülmüştür.

Cihazda kullanılan TFT LCD ve dokunmatik ekran sayesinde kullanıcı arabirimi kolaylıkta tasarlanmıştır. TFT LCD, 8-bit ile arabirimlendiğinden 12 MHz hızında çalışan AVR32 mikrodenetleyici ile kullanıldığında yavaş kalmaktadır. TFT LCD'nin gelecek çalışmalar için 16-bit ile arabirimlenmesi ile bu sorunun çözülmesi hedeflenmektedir. Dokunmatik ekranın kullanılması sayesinde gelecek çalışmalar için yeni ve farklı veri girişleri mümkün hale getirilmiştir. Cihazın batarya şarjı sırasında herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır. MAX1555 şarj tümdevresine şarj gerilimi kaynağı, DEBUG amacı ile bağlanan USB portundan sağlanmaktadır.

Parmakizi tanıma sunucusu üzerinde çalışan sunucu yazılım C++ Builder tümleşik geliştirme ortamı ile (IDE) tasarlanmıştır. C++ Builder ile görsel bileşen kütüphanesi ve C++ programlama dilinin nesne yönelimli programlama yetenekleri sayesinde sunucu yazılımın tasarım aşaması kolaylaşmıştır. Sunucu yazılım çok iş parçacıklı olarak tasarlanmamıştır. Bu nedenle aynı anda gelen birden fazla isteğe yanıt verecek halde değildir. Gelecekte parmakizi tanıma sunucu yazılımının web servisleri ile hizmet verecek şekilde tasarlanması ve dağıtık mimari ile işleyecek şekilde çalışması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Görgünoğlu, S., “Parmakizi analizinde performans optimizasyonu”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-23 (2006).
2. Jain, A.K., Hong, L., Pankati S. and Bolle, R., “An identity-authentication system using fingerprints”, *Proceedings of The IEEE*, 85 (9): 1-10 (1997).
3. Hulea, M., Aştorean, A., Letia, T., Miron, R. and Folea, S., “Fingerprint recognition distributed system”, *IEEE 1-4244-2577*, 8 (8): 1-5 (2008).
4. Lee, H. C., Park, K. R., Kang, B. J. and Park, S. J., “A new mobile multimodal biometric device integrating finger vein and fingerprint recognition”, *IEEE 978-1-4244-5130*, 2 (9): 1-3 (2009).
5. Wang, Y., Liu, H. and Feng, J., “The design of an intelligent security access control system based on fingerprint sensor FPC1011C”, *SciRes Circuits and Systems*, 30-33 (2010).
6. Wang, Y., Hu, J., Xi, K. and Bhagavatula, V., “Investigating correlation-based fingerprint authentication schemes for mobile devices using J2ME technology”, *IEEE 1-4244-1300*, 1 (7): 1-6 (2007).
7. Rodríguez, D., Sánchez, J. M. and Duran, A., “Mobile fingerprint identification using a hardware accelerated biometric service provider”, *Springer-Verlag Berlin*, 383-388 (2006).
8. Hong, S., Lee, S., Chung, Y. Kim, H. and Pan, S., “Energy-optimized secure remote fingerprint authentication in a mobile environment”, *IEEE 978-1-4244-4316*, 1 (10): 1-2 (2010).
9. Shi, H. and Xie, M., “Realization of fingerprint identification on DSP”, *Springer-Verlag Berlin*, 525-532 (2009).
10. İnternet: “Biometrics Market and Industry Report 2009-2014” <http://www.ibgweb.com/products/reports/bmir-2009-2014> (2011).
11. İnternet: “Atmel AVR çekirdeği teknolojisi” http://www2.atmel.com/technologies/cpu_core/avr.aspx (2011).
12. İnternet: “Fingerprints AB parmakizi sensörü teknolojisi” http://www.fingerprints.com/en/Technology/Sensors.aspx?sc_lang=en (2011).

13. İnternet: “ILITEK TFT LCD kontrolcü katalog bilgileri”
<http://www.ilitek.com/products-txt-e.asp?ck=17> (2011).
14. İnternet: “CE6209 regülatör tümdevresi katalog bilgileri”
<http://www.hedepower.com/down/CHIPOWER/CE6209-EN-20.pdf>
(2011)
15. İnternet: “ADS7843 tümrevresi katalog bilgileri”
<http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/ads7843.html> (2011).
16. İnternet: “BS62LV1027 SRAM tümdevresi katalog bilgileri”
<http://www.brilliancesemi.com/product/BS62LV1027.pdf> (2011).
17. İnternet: “MAX1555 LiPo batarya şarj tümdevresi katalog bilgileri”
<http://www.maxim-ic.com/datasheet/index.mvp/id/4002> (2011).
18. İnternet: “FT232 usb-seri dönüştürücü tümdevresi katalog bilgileri”
<http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT232BM.htm> (2011).
19. İnternet: “MIC2920 LDO regülatör tümdevresi katalog bilgileri”
http://www.micrel.com/_PDF/mic2920.pdf (2011).
20. İnternet: “AT32UC3AXXXX serisi mikrodenetleyici katalog bilgileri”
http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/32058S.pdf (2011)
21. Driveklepp, P., Morken, O. and Rangøy, G., "Linux support for AVR32 UC3A: adaption of the Linux kernel and toolchain", Yüksek Lisans Tezi, *Norwegian University of Science and Technology Department of Computer and Information Science*, Trondheim, 17-25 (2009).
22. İnternet: “Dokunmatik film çalışma esasları”
<http://www.hantouchusa.com/HOW%20DOES%20IT%20WORK.pdf>
(2011).
23. İnternet: "FPC1011F Parmakizi sensörü katalog bilgileri"
http://www.fingerprints.com/~media/PDF/Products/Sensors/720-FPC1011F1_A_Product-sheet.ashx (2011).
24. İnternet: “TELIT GM862 Modem katalog bilgileri”
http://www.telit.com/en/products/gsm-gprs.php?p_id=12&p_ac=show&p=7 (2011).
25. İnternet: “AVR32 UC3 Yazılım Geliştirme Çerçevesi”
http://support.atmel.no/knowledgebase/avr32studiohelp/AT32UC3A_Software_Framework/AVR32_Readme.html (2011).
26. Bazen, A. ve Gerez, S. “Segmentation of fingerprint images”, *ProRISC 2001 Workshop on Circuits*, Veldhoven, 1-2, (2001).

27. Gök, M. ve Görgünoğlu, S., “Design and implementation of wireless fingerprint identification device”, *1st International Syposium on Computing in Science & Engineering*, İzmir, 1-3 (2011).
28. İnternet: “LPC2106 NXP ARM mikrodenetleyicisi katalog bilgileri” http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM_LPC2106_2105_2104.pdf (2011).

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet GÖK 1981 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu, ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Kahramanmaraş Anadolu Meslek Lisesinin Bilgisayar Yazılım Bölümü'nden mezun oldu. 2000 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü'nde başlayıp 2004 yılında yüksek onur derecesi ile mezun oldu. 2004 yılında Bilecik Anadolu Teknik Lisesi'nde öğretmen olarak göreve başladı. 2008 yılında Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümünde yüksek lisans programına başladı. 2010 yılında Kahramanmaraş Anadolu Öğretmen Lisesi'ne atandı ve halen aynı yerde çalışmaya devam etmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Balıklarkayası Mevkii / KARABÜK

Tel: (505) 649 44 34
E-posta: mehmetgkk@gmail.com