



T.C.  
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SENSÖR KULLANILARAK AKILLI BİR ÇÖP KUTUSU UYGULAMASI**

**Veysel KARADAĞ**

Yüksek Lisans Tezi

**Tez Danışmanı**

**Yrd. Doç. Dr. Şenol Zafer ERDOĞAN**

**İSTANBUL – 2011**

**T.C.  
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SENSÖR KULLANILARAK AKILLI BİR ÇÖP KUTUSU UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Veysel KARADAĞ**

**Tez Danışmanı  
Yrd. Doç. Dr. Şenol Zafer ERDOĞAN**

**İSTANBUL – 2011**

Bu tez çalışması, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... / ..... / ..... tarih ve ..... / ..... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *Elektronik Mühendisliği Yüksek Lisansı Tezi* olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

Yrd. Doç. Dr. Şenol Zafer ERDOĞAN  
Danışman

Yrd. Doç. Dr. Serkan Topaloğlu  
Üye

Yrd. Doç. Dr. Birim Balcı Demirci  
Üye

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi, Sensör Kullanılarak Akıllı Çöp Kutusu Uygulaması, T.C. Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı.

Son yıllarda kablosuz teknolojiler ve kablosuz iletişim alt yapıları hem akademik hayatta hem de ticari hayatta giderek gelişmekte ve önemini arttırmaktadır. Kablosuz ağlar, ticari uygulamalar, askeri uygulamalar, sağlık uygulamaları, tabiat izlemesi, akıllı ev uygulamaları gibi pek çok değişik alanda uygulanmaktadır. En geniş uygulama alanlarından biri de Mobil iletişimdir. Mobil iletişimde en çok kullanılan cihazlar, cep telefonlarıdır. Cep telefonları, çeşitli modeller ve özelliklerde üretilmekte olup sürekli bir yenilenme içerisinde. Mobil iletişim hizmeti veren firmalar ise çeşitli servisler ile sesli arama, kısa mesaj ( Short Message Service– SMS), telesekreter, internet ve data hizmetleri vermektedirler. ( Sesli arama, SMS, telesekreter, GPRS, Voip ( Voice Over Internet Protocol ) , görüntülü konuşma, coğrafi konum servisleri, oyunlar gibi çeşitli servisleri kullanıcıların hizmetine sunmaktadır.

Mobil iletişimin kullanıldığı önemli bir alan ise M2M (Machine to Machine ) cihazlar ile telemetri uygulamalarıdır. Telemetri bir sistem veya cihazın uzaktan erişilerek kontrol edilmesidir. Erişilmesi zor ve imkânsız olan noktalara kurulacak sensör ve iletişim donanımları ile zaman ve işletim maliyetleri düşürülür. Telemetri uygulamaları için M2M cihazlardan yararlanır. M2M cihazlar, isminden de anlaşılacağı gibi iki donanımın birbirleri ile haberleşmesini sağlamak için tasarlanmışlardır. Bu haberleşme ile gerçek zamanlı verilere anında bir erişim sağlanır. Bu iletişim çift yönlü yapılabilmekte ve uzaktan kontrol ve okuma işlemleri yapılmaktadır. Telemetri uygulamalarında, kapsama alanının yaygınlığı, üretim ve iletişim maliyetlerinin düşüklüğü nedeni ile GSM altyapısını yaygın olarak kullanmaktadır. SCADA sistemleri, araç takip sistemleri, para, bilet ve gıda otomatları M2M cihazların ve telemetri servislerinin en çok kullanıldığı alanlardır.

M2M cihazların bir kısmı, GPRS servislerini kullanırlar. GPRS ile 40 Kbit/s hızlarda veri iletişimi sağlanabilir. Bu hızlar temel M2M uygulamaları için yeterlidir. Yine gelişen teknolojilere paralel olarak bu hızlar 100Mb/s hızlara kadar ulaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında mobil cihaz ve sensör kullanılarak akıllı çöp kutusu tasarlanmaktadır. Akıllı çöp kutusu, kendi üzerinde bulunan seviye ve ağırlık sensörleri ile içerisindeki çöp miktarını ölçerek, elde ettiği ağırlık, çöp seviyesi, zaman ve konum değerlerini GPRS altyapısını kullanarak merkezi sunucuya gönderebilecektir. Konum ve zaman bilgisi, tasarlanacak cihaz üzerindeki bir GPS modülü ile sağlanacaktır. Böylece hangi çöp tenekesinin dolu olduğu bilinecek ve vakit kaybetmeden, ilgili araçlar yönlendirilebilecektir. Bu tasarım ile beraber, zamanın verimli kullanılması, toplama araçlarının harcayacağı fazla yakıt tüketiminin ve geç toplanmış çöplerin yaratacağı çevresel problemlerin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır.

Tezin birinci bölümünde mobil iletişim ağlarının genel özelliklerine ve kullanılan mimarilerine yer verilmektedir. İkinci bölümde, sistem tasarımında kullanılacak, sensörler ve sensör ağlar hakkında bilgilere yer verilmektedir. Üçüncü bölüm, küresel konumlama sistemi hakkında temel bilgilere yer vermektedir. Dördüncü bölümde, akıllı çöp kutusu, sistem mimarisi, kullanılacak elektronik devre elemanları, devrelerin tasarımı ve çalışma prensipleri anlatılacaktır. Dördüncü bölümde ilave olarak sistemde kullanılan yazılım araçları ve gerçekleştirilen yazılımlar ile ilgili bilgiler verilmektedir.

Bu tez 2011 yılında yapılmıştır ve 91 sayfadan oluşmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Hareket sensörleri, Anahtarlama Güç Kaynakları, Yük Hücreleri, GPRS, GPS, Telemetri, Java Mobil Sürümü, Lityum Piller ve Şarj, Java Standart Sürüm, AT komut Seti,

## ABSTRACT

Master thesis, To Design of smart trash cans by using mobile devices, T.C. Maltepe University, Graduate School of Science and Engineering, Department of Electronics Engineering

The use of wireless technologies and communication infrastructures in both academic and commercial areas has been developing and increasing in the last years. Wireless networks has been exploited in many different areas such as commercial applications, military practices, health area, environmental monitoring, smart house applications. One of the widest application area is the mobile communication. The cell phones with incessant renewed versions and different properties are the most widely operated devices in the use of wireless communication. The companies which offer mobile services provide various services such as voice calls, short message service-SMS, voice mail, internet, data calls, GPRS, Voice Over Internet Protocol, video calls for the benefit of their costumers. Telemetry technology with M2M (Machine to Machine) devices has found significant applications in the Mobile communication area. Telemetry is the remote control of a system or a device over a long distance. By the use of sensors and communication hardware installations in an inconvenient, inhospitable or moving locations, the reduction in the operational costs and time saving could be achieved. Machine-to-Machine devices are designed to allow the communication of two devices with each other. By this communication, instant real time data can be accessible, and collection, monitoring, assessment of data over a distance could be obtained. Due to lower costs in the production and operational expenses, and widespread coverage area telemetry applications has been using GSM infrastructure. SCADA systems, vehicle following systems, money, food and ticket automats can be given as mostly used examples of M2M devices and telemetry technologies. Some M2M devices employs GPRS services which enable data transfer at a speed of 40 bites/sec. In parallel to developing technology, these speed values can be reached to 100 Mb/sec.

In this study, smart trash cans are designed by using mobile devices and sensors. Smart trash can measures the amount of garbage by the altitude and weight sensors installed on it, and relays the obtained data of weight, level of garbage, time, location through the GPRS infrastructure to a central server. The time and location information will be supplied by a GPS module on the designed device. Thereby, the full trash cans will be localized and the vehicles will be directed to determined location to collect them in a very short time. By the use of this design, efficient time management, prevention of the environmental problems caused by belated garbage collection, and less use of fuels by the waste collection vehicles are being objected.

In the first part of thesis, the general properties of mobile communication devices and their structures has been explained. In the second part, sensors and sensor networks used in the design of the system has been described. Global Positioning systems have been set out in the third part. In the fourth part, smart trash cans, system structure, electronic circuits and their designs, working principles and exploited software tools for the design has been defined.

This thesis is conducted in 2011 and constitutes of 91 pages.

**Keywords:** Photo Sensors, Switch Mode Power Supply, Load Cells, GPRS, GPS , Machine to Machine M2M, Java Mobile Edition J2ME , Java Standart Edition JSE, Lithium Batteries and Charge, AT Command Set.

## **TEŐEKKÖR**

Tezime baŐlamamdan bitirmeme kadar bana devamlı yol gÖsteren ve destek veren tez danıŐmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Şenol Zafer Erdoğan'a ve bana her zaman destek olan aileme teŐekkÖrÖ bir borç bilirim.





4.2.2.2.	MCP73871 Pil Kontrol ve Şarj Kontrol Birimi .....	40
4.2.2.3.	Lityum İyon ve Şarj Edilebilen Piller .....	43
4.2.2.4.	Pil Koruma Devresi.....	45
4.2.2.5.	MC34063 Adım Yükseltmeli ( Step-UP ) Regülâtör.....	46
4.2.3.	Giriş ve Çıkış Birimi .....	48
4.2.3.1.	RS232 Seri Port Sürücü Devresi .....	49
4.2.3.2.	GPIO Sürücü Devresi.....	50
4.2.3.3.	Yük Hücresi Sürücüsü.....	52
4.2.3.4.	ADC0 Sürücü Devresi .....	54
4.2.4.	Mekanik Tasarım .....	56
4.2.4.1.	Yük Hücresi Platformu .....	56
4.3.	Yazılım Mimarisi .....	59
4.3.1.	Java Programlama Dili ve Mobil Java .....	59
4.3.2.	Kontrol Birimi Yazılımı .....	60
4.3.2.1.	Kütüphaneler .....	62
4.3.2.2.	AT (Attention-Dikkat) Komut Sınıfı ve Kullanılan AT Komutlar .....	62
4.3.2.2.1.	AT+GSN Komutu ve Java Fonksiyonu .....	63
4.3.2.2.2.	AT+SBV Komutu ve Java Fonksiyonu .....	64
4.3.2.2.3.	AT+SRADC Komutu ve Java Fonksiyonu.....	65
4.3.2.2.4.	Genel Amaçlı Giriş/Çıkış Kurulumu .....	67
4.3.2.2.5.	AT^SPIO Komutu .....	67
4.3.2.2.6.	AT^SCPIN Komutu .....	68
4.3.2.2.7.	AT^SCPORT Komutu .....	69
4.3.2.2.8.	GPIO ve Port Kurulumu Java Fonksiyonu.....	69
4.3.2.2.9.	AT^SGIO Komutu ve Java Fonksiyonu .....	71
4.3.2.3.	Konum ve Data Gönderim Java Fonksiyonları .....	72
4.3.2.3.1.	Analog Ölçümü Kilo Değerine Dönüştüren Java Fonksiyonu.....	73
	volttokg( ).....	73
4.3.2.3.2.	Java Mikro Sürümü Konum Kütüphanesi, Konum ve Sensör .....	76
	Datası .....	76
4.3.2.3.3.	Sunucu Data Gönderim Fonksiyonu, sendSoket( ) .....	77
4.3.3.	Akıllı Çöp Kutusu Kontrol Yazılımı Similasyonu (Sanal Teneke) .....	79
4.3.3.1.	Çöp Tenekesi Bilgi Penceresi .....	80
4.3.3.2.	Sensör Bilgileri Penceresi .....	82
4.3.4.	Soket Dinleyici / Veri tabanına Yazan Uygulama .....	85
4.3.5.	Veri Tabanı ve Tablolar .....	86
4.3.5.1.	Eşleşme Tablosu ( Imei List ) .....	87
4.3.5.2.	Cihaz Tabloları .....	88
4.3.6.	WEB Uygulaması.....	89
4.3.6.1.	Java Sunucu Sayfaları ( JSP) .....	89
5.	SONUÇ .....	91
	KAYNAKLAR .....	92
	ÖZGEÇMİŞ .....	96

## KISALTMALAR

<b>Kısaltma</b>	<b>İngilizcesi</b>	<b>Türkçesi</b>
CPU	Central Processing Unit	Merkezi İşlem Birimi
GPRS	General Packet Radio Service	Genel Paket Radyo Servisi
GSM	Global System for Mobile Communications	Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
J2ME	Java 2 Platform, Micro Edition	Java 2 Mikro Versiyonu
GPS	Global Positioning System	Küresel Konumlama Sistemi
SMS	Short Message Service	Kısa Mesaj Servisi
VOIP	Voice Over Internet Protocol	İnternet Protokolü Üzerinden Ses
M2M	Machine to Machine	Makineden Makineye
SIM	Subscriber Identity Module	Abone Kimlik Modülü
WM	Wireless Module	Kablosuz Modül
IMEI	International Mobile Equipment Identity	Uluslar Arası Mobil Cihaz Kimliği
MMC	Mobile Calling Code	Mobil Arama Kodu
MNC	Mobile Network Code	Mobil Ağ Kodu
ROM	Read Only Memory	Sadece Okunabilir Bellek
RAM	Random Access Memory	Rastgele Erişimli Hafıza
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory	Elektronik Silinebilir Programlanabilir Bellek
BSS	Base Station Subsystem	Baz İstasyonu Alt Sistemi
BTS	Base Transceiver Station	Baz İstasyonu
BSC	Base Station Controller	Baz İstasyonu Kontrolörü
MSC	Mobile Switching Center	Mobil Anahtarlama Merkezi
HLR	Home Location Register	Merkez Konum Kayıtları
VLR	Visitor Location Register	Ziyaretçi Konum Kayıtları
MS	Mobile Station	Mobil Terminal

AUC	Authentication Center	Doğrulama Merkezi
EIR	Equipment Identity Register	Cihaz Kimlik Kayıtları
OMS	Operation and Maintenance System	İşletim ve Bakım Sistemi
ISDN	Integrated Services Digital Network	Bütünleştirilmiş Sayısal Ağ Hizmetleri
ETSI	European Telecommunications Standard Institute	Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi
WSN	Wireless Sensor Network	Kablosuz Sensör Ağı
SA	Selective Availability	Seçici Erişebilirlik
ADC	Analog Digital Converter	Analog Dijital Dönüştürücü
PWM	Pulse With Modulation	Darbe Genişlik Modülasyonu
GPIO	General Purpose Input Output	Genel Amaçlı Giriş Çıkış
LNA	Low-Noise Amplifier	Düşük Gürültülü Kuvvetlendirici
DC	Direct Current	Doğru Akım
Li-ION	Lithium Ion	Lityum İyon
TTL	Transistor–Transistor Logic	Transistor Transistor Mantık
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	Bütünleyici Metal Oksit Yarıiletken
EIA	Electronic Industries Association	Elektronik Sanayi Birliği
DCE	Data Communications Equipment	Veri İletim Cihazları
DTE	Data Terminal Equipment	Veri Terminal Cihazları
TCP	Transmission Control Protocol	İletim Kontrol Protokolü
IP	Internet Protocol	İnternet Protokolü
Java SE	JAVA Standart Edition	Java Standart Sürüm
JVM	Java Virtual Machine	Java Sanal Makinesi
MES	Modül Exchange Suit	Modüle Yükleme Sürücüsü
WTK	Wireless Tool Kit	Kablosuz Takım Çantası
JDK	Java Development Kit	Java Geliştirme Araçları
IDE	Integrated Development Environment	Tümleşik Geliştirme Ortamı

JSP	Java Server Pages	Java Sunucu Sayfaları
HTML	Hyper Text Markup Language	Zengin Metin İşaret Dili
WEB	World Wide Web	Dünya Çapında Ağ
SQL	Structured Query Language	Yapılandırılmış Sorgu Dili

## ŞEKİLLER

Sayfa

Şekil 1. GSM Ağlarda Bağlantı Hızlarının Yıllara Göre Hız ve Evrimi .....	3
Şekil 2. Dört Farklı Frekans İçin Örnek Hücresel Ağ .....	4
Şekil 3. Bölgelere Dilimlenmiş Hücre .....	4
Şekil 4. Farklı büyüklüklerdeki Hücreler ve Frekans Örnek Dağılımı .....	5
Şekil 5. Macrocell Baz İstasyonları .....	6
Şekil 6. Microcell Baz İstasyonları .....	7
Şekil 7. Picocell Baz İstasyonları .....	7
Şekil 8. Samsung Tarafından Üretilen Femtocell Baz İstasyonları .....	8
Şekil 9. Cep Telefonlarının Evrimi .....	9
Şekil 10. GSM Modüller ve Terminaller .....	10
Şekil 11. SIM KART .....	11
Şekil 12. Full, Mini ve Mikro Sim Kartlar ve Pin Çıkışları .....	12
Şekil 13. GSM Mimarisi .....	13
Şekil 14. Sensör Düğümü Mimarisi .....	17
Şekil 15. Basit Gerilim Ölçer Yapısı .....	18
Şekil 16. Tipik Bir Yük Hücresi .....	20
Şekil 17. Tipik Bir Wheatstone Köprüsü .....	20
Şekil 18. Cisimden Yansımali Sensör Yapısı .....	21
Şekil 19. GPS Bileşenleri .....	22
Şekil 20. Değişken GPS Yol Hatası .....	23
Şekil 21. Üçgenleme Methodu ile 2 Boyutlu Düzlemde Konum Hesaplama .....	24
Şekil 22. Üçgenleme Methodu 3D .....	25
Şekil 23. Sistem Mimarisi .....	27
Şekil 24. Kontrol Birimi Uygulaması ve Şeması .....	28
Şekil 25. Cinterion XT65 Modül .....	28
Şekil 26. XT65 ile Normal GSM Modül Mimarisi .....	29
Şekil 27. Kontrol Kartı Anten Girişleri .....	30
Şekil 28. XT65 Örnek Uygulama Şeması .....	31
Şekil 29. Güç Kontrol ve Pil Yönetimi Blok Diyagramı .....	33
Şekil 30. Güç Kontrol ve Pil Yönetimi Kartı Birimleri .....	34
Şekil 31. XT65 Besleme Gerilimi .....	35
Şekil 32. Doğrusal Besleme Devre Şeması .....	36
Şekil 33. Step-Down Devre Şeması .....	38
Şekil 34. Step-Down Çıkış Değerleri .....	39
Şekil 35. 3.3V L5973D Devre Şeması .....	39
Şekil 36. MCP73871 Geliştirme Devresi ve Şeması .....	40
Şekil 37. MCP73871 Normal ve Ön Hazırlıklı Şarj Eğrileri .....	41
Şekil 38. Şarj Edilebilir Piller Enerji Yoğunluğu .....	44
Şekil 39. Çesitli Li-ION Piller ve NCR18650 .....	45
Şekil 40. Koruma Devresi ve Bağlantısı .....	45
Şekil 41. Step-Up Regülatör S Anahtarı Açık .....	46
Şekil 42. Step-Up Regülatör S Anahtarı Kapalı .....	46
Şekil 43. Step-Up Regülatör S Anahtarı Kapalı-1 .....	47

Şekil 44. M34063 Step-Up Devresi .....	48
Şekil 45. Akıllı Çöp Kutusu RS232 Devresi.....	50
Şekil 46. 3.Kademe Doluluk Sensör Durumları ve Çıkışlar .....	51
Şekil 47. TLP181 Resmi ve Pin Yapısı.....	52
Şekil 48. Kontrol Birimi Optik İzolasyon Devresi .....	52
Şekil 49. Temel Fark Yükselteç Devresi.....	53
Şekil 50. ADC623 ve Yük Hücresi Bağlantısı.....	54
Şekil 51. Gerilim Bölücü ve Çıkış Gerilimi.....	55
Şekil 52. ADC0 Sürücü Devresi .....	55
Şekil 53. Yük Hücresi Uygulamaları ve SPA150 Yük Hücresi.....	56
Şekil 54. Taşıyıcı Platform ve Yük Hücresi Bağlantısı 3 Boyutlu Modeli.....	57
Şekil 55. Yük Hücresi Platformu 3 Boyutlu Model ve Kesiti .....	58
Şekil 56. 20 Kg Büyük Ağırlıklarda Mekanik Sıkışma Problemi.....	58
Şekil 57. Yazılım Mimarisi .....	59
Şekil 58. Kontrol Yazılımı Algoritması.....	61
Şekil 59. Kullanılan Java Fonksiyonları .....	72
Şekil 60. Test Platformu ve Ağırlık Ölçümleri .....	73
Şekil 61. KG-ADC1 Grafiği 0-32 .....	74
Şekil 62. KG-ADC1 Grafiği 0-20 .....	75
Şekil 63. Sanal Çöp Tenekesi Swing Tasarımı .....	79
Şekil 64. Sanal Çöp Tenekesi Bilgileri Penceresi.....	82
Şekil 65. Sensör Bilgi Penceresi .....	82
Şekil 66. Web Uygulaması Arayüzü.....	90

## TABLolar

	Sayfa
Tablo 1. GSM Modül Ortalama Güç Tüketim Değerleri.....	34
Tablo 2. NCR18650 Genel Özellikleri .....	44
Tablo 3. 4532B Doğruluk Tablosu ve Pin Yapısı .....	51
Tablo 4. GPIO Girişleri ve Port Değerleri .....	67
Tablo 5. Test Platformu ve Ağırlık Ölçümleri Sonuçları.....	72
Tablo 6. voltokg() Fonksiyonu Değerleri ve Yüzdilik Hata .....	76
Tablo 7. Örnek Konum Datası ve Bilgileri .....	77
Tablo 8. Eşleşme Tablosu ( Imei List ) .....	87
Tablo 9. Cihaz Tabloları .....	88



## DENKLEMLER

	Sayfa
Denklem 1. Gerinim Ölçer Faktörü .....	19
Denklem 2. Wheatstone Köprüsü Çıkış Gerilimi .....	21
Denklem 3. 0.5 Amper Linear Besleme için Kapasitör .....	36
Denklem 4. 2.5 Amper Linear Besleme için Kapasitör .....	37
Denklem 5. Maksimum Şarj Akımı .....	42
Denklem 6. RPORG1 Değeri .....	42
Denklem 7. Temel Fark Yükselteçi Çıkış Gerilimi .....	53
Denklem 8. ADC Ağırlık Dönüşüm Denklemi .....	75

## KODLAR

	Sayfa
Kod 1. Kontrol Yazılımı Eklenen Kütüphaneler.....	62
Kod 2. AT+GSN komutu ve Modül Cevabı .....	63
Kod 3. Java ile Imei Numarası Okuma Fonksiyonu - getImei( ).....	63
Kod 4. AT+SBV komutu ve Modül Cevabı .....	64
Kod 5. Java ile Modül Besleme Gerilimi Okuma Fonksiyonu – getModulBattinf( )....	64
Kod 6. AT+SRADC=0 komutu ve Modül Cevabı.....	65
Kod 7. ADC0 ve ADC1 Okuma Fonksiyonları - getADC1( ), getADC1( ).....	66
Kod 8. GPIO Sürücüsü Açma Komutu ve Modül Cevabı .....	67
Kod 9. GPIO Pinlerinin Kurulumu Komutu ve Modül Cevabı .....	68
Kod 10. Port Kurulumu Komutu ve Modül Cevabı.....	69
Kod 11. Port ve GPIO Kurulumunu Yapan Java fonksiyonu - gpioSet( ).....	70
Kod 12. Pin-Port okuma komutu ve Modül Cevabı.....	71
Kod 13. Pin-Port Okuma Java Fonksiyonu – getLevel( ) .....	72
Kod 14. volttokg( ) Java Fonksiyonu.....	76
Kod 15. Konum Sensor Bilgilerini Oluşturan Fonksiyon.....	77
Kod 16. Soket Data Gönderim Fonksiyonu – sendSoket( ).....	78
Kod 17. Soket Bağlantı Parametreleri.....	78
Kod 18. Sanal Çöp Tenekesi Veri Tabanı Bağlantı Fonksiyonu- baglantiAc( ).....	80
Kod 19. Sanal Çöp Tenekesi Veri Tabanı Kayıt Getir Fonksiyonu- KayitGetir ( ).....	80
Kod 20. Sanal Çöp Tenekesi Buton Fonksiyonları.....	81
Kod 21. Sensör Bilgileri Giriş Butonları Fonksiyonları .....	84
Kod 22. Sanal Teneke Gönder Butonu Fonksiyonu.....	84
Kod 23. Data Ayırıştırma ve Veri tabanına yazan Fonksiyon - processInput( ).....	85

## 1. MOBİL İLETİŞİM AĞLARI

Artan teknoloji ile kablosuz haberleşme sistemleri de yaygınlaşmıştır. Cep telefonları, telsiz sistemleri, televizyon ve radyo yayınları, uydu yayınları günümüzde kullandığımız en yaygın kablosuz haberleşme sistemleridir. Kablosuz haberleşme radyo sinyalleri vasıtası ile gerçekleştirilir. Radyo sinyalleri, belirli frekanslara göre gruplanıp kullanıma açılmıştır. Bu sayede frekans karışmalarının önüne geçilmiş ve sağlıklı bir haberleşme amaçlanmıştır.

Kablosuz haberleşme, bir alıcı ve verici istasyon arasında gerçekleşir. Genelde verici istasyonlar, televizyon ve radyo istasyonları gibi sabit bir noktada bulunurlar. Bu tip sistemler merkezi sistemlerdir ve kapsama alanı verici istasyonun gücüne bağlıdır. Diğer sistem ise birden çok verici kullanılarak oluşturulan hücreli iletişim ağlarıdır. Hücreli ağlara örnek olarak GSM ağları verebiliriz.

### 1.1. GSM Ağları

Hücre tabanlı mobil iletişim sistemleri ilk olarak 1970'li yılların başlarında Bell laboratuvarlarında geliştirilmiştir. Ticari hayata geçmesi ise 1980'li yılları bulmuştur. Getirdiği yenilik ve ihtiyaçlardan dolayı Avrupa ve Kuzey Amerika'da hızlıca yaygınlaşmıştır. Hücreli sistemler en hızlı gelişen iletişim sistemidir. 2010 yılında satılan her beş telefondan dördünü mobil telefonlar oluşturmaktadır [1].

Hücreli mobil iletişim sistemlerinin ilk kullanıma başlanması ile birlikte her ülke kendi altyapısını ve sistemini kurmaya başladı. 1982 yılında CEPT ( Conference of European Post and Telecommunication) toplantısında GSM ( Global System for Mobile Communications ) standartları oluşturuldu ve birlik sağlandı [2].

İlk ticari GSM görüşmesi ise 1 Temmuz 1991 yılında, Finlandiya'da gerçekleşmiştir. İlk GSM ağı, Telenokia ve Siemens tarafından Finlandiyalı operatör Radiolinja için kurulmuştur [3]. ( günümüzdeki adı Elisa ) 2003 yılı yapılan araştırmalarda, dünya üzerinde 1,34 milyar cep telefonu olduğu, bu sayının 2004 yılında 1,5 milyarı aştığı

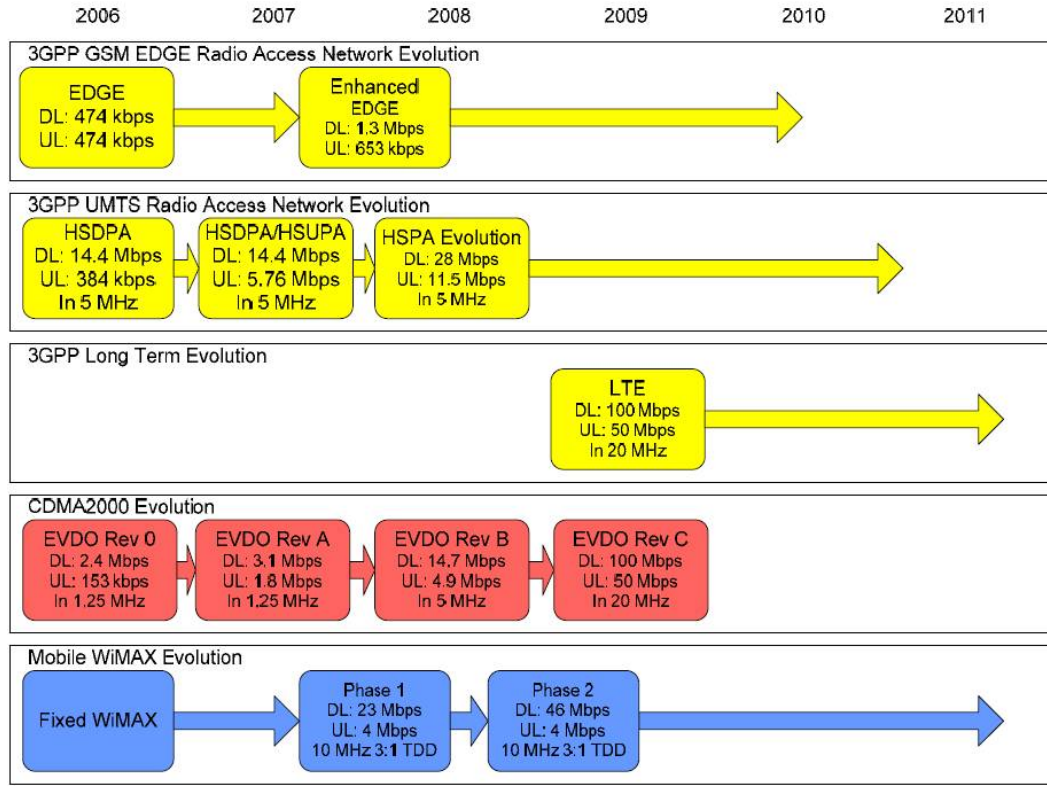
bilinmektedir. 2010 yılı sonun itibari ile markette 5,23 milyar cep telefonu bulunmaktadır [4]. Mobil iletişim sistemleri Avrupa'da yaklaşık 2 milyon kişiye iş imkânı sağlamaktadır [5].

GSM standartları, sürekli bir gelişme içerisindedir. İlk GSM hizmetinin başlamasından bu yana aşağıdaki standartlar geliştirilmiş. Her geliştirme bir nesil olarak adlandırılmıştır.

Mobil Telefon Sistemlerinin Nesilleri,

- 0-1G ( ilk nesil telefonlar ), analog veri akışı kullanırlar.
- 2G (ikinci nesil telefonlar ), sayısal veri akışı kullanırlar.
- 2.5G (ikinci nesil telefonlar), GPRS ve EDGE ( Enhanced Data rates for GSM Evolution ) gibi veri iletişim hizmetleri eklendi. ( 500 kbit/s – Envolved -EDGE)
- 3G (UMTS-Universal Mobile Telecommunications System) ( üçüncü nesil telefonlar), HSDPA (High Speed Downlink Packet Access ) , HSDPA+ ile veri hizmetleri ve yüksek hızda veri iletişimi sağlandı.( 42 Mbit/s Rel.8 HSDPA+ )
- 4G (dördüncü nesil telefonlar), LTE (Long Term Evolution) ve WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) servisleri eklendi. Data iletişim hızları daha da arttırıldı. (326 Mbit/S LTE 4x4 MIMO ( Multiple-Input and Multiple-Output))

Günümüzde yaygın olarak üçüncü nesil servisler kullanılmaktadır. Dördüncü nesil servislerin kullanımı henüz yaygınlaşmamış fakat bu konudaki araştırmalar devam etmektedir. Şekil 1'de 2006 ile 2010 yılları arasında GSM ağlardaki hızların evrimi gösterilmiştir.

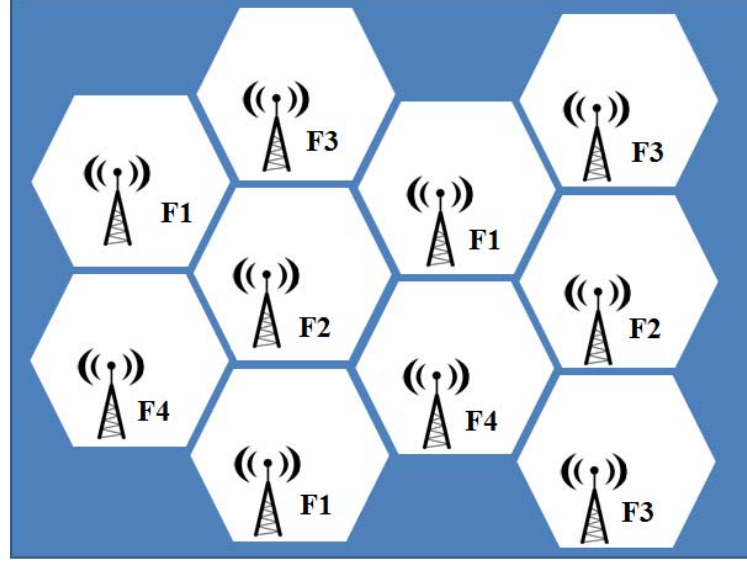


**Şekil 1. GSM Ağlarda Bağlantı Hızlarının Yıllara Göre Hız ve Evrimi [6].**

Mobil iletişim ağlarından GSM, hücresel yapıyı kullanır. Hücresel yapı teoride altıgen-bal peteği şeklinde planlanmaktadır. Bu sayede maksimum kaplama alanına en az sayıda hücre kullanılarak erişilebilir. Altıgen hücreler arasında boşluk oluşmayacak ve iç içe giren hücre olmayacağından sinyal karışmaları en az düzeyde olacaktır.

Hücresel ağlar, normal ağlara göre birçok avantaja sahiptir,

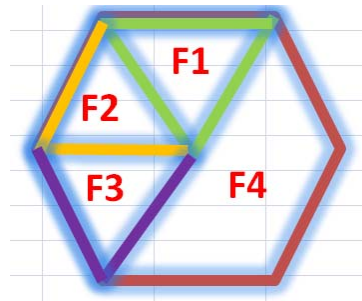
- Daha yüksek kapasite
- Daha az güç harcaması
- Daha iyi kapsama
- Daha az sinyal karışıklığı



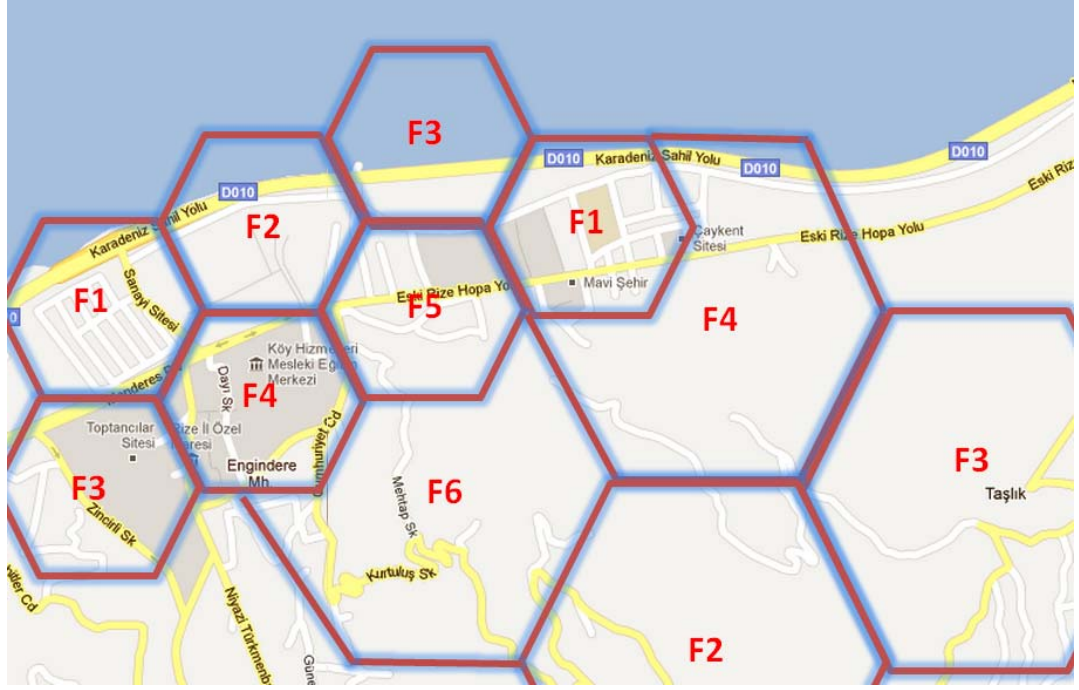
**Şekil 2. Dört Farklı Frekans İçin Örnek Hücresel Ağ.**

Dört farklı frekans için, hücresel ağ tasarımında kullanılacak yapı Şekil 2’de gösterilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken husus, komşu hücrelerde aynı frekansların kullanılmamasıdır.

Hücresel yapılar uygulanacakları bölgenin nüfus, arazi şartları gibi koşulları göz önüne alınarak tasarlanır. Nüfus yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde, kapasite sorunları yaşamamak için, en basit çözüm olan daha küçük hücelere bölme tekniği uygulanmaktadır. Nüfus yoğunluğunun az olduğu bölgelerde ise baz istasyonlarının güçleri artırılarak hücre alanları büyütülmüş ve böylece işletme ve kurulum maliyetleri azaltılmıştır. Hücrelerin kapsama alanı dairesel olmak zorunda değildir. Anten tasarımı ile bu alan belirli bir bölgeye ayrılabilir [7].



**Şekil 3. Bölgelere Dilimlenmiş Hücre.**



**Şekil 4. Farklı büyüklüklerdeki Hücreler ve Frekans Örnek Dağılımı.**

Frekans tahsisi, baz istasyonlarının güç ve anten konumlandırılmaları ile bölgesel olarak en verimli mobil iletişim ağı kurulabilmektedir. GSM ağları üç temel birimden oluşur.

- Baz İstasyonları
- Mobil Terminaller
- Abone Kimlik Modülü (Subscriber Identity Module, SIM)

### **1.1.1. Baz İstasyonları**

Şüphesiz GSM ağlarındaki en önemli birim baz istasyonlarıdır. Kapsama alanı genişliği, kullanıcı sayısı, veri iletişim hızları baz istasyonlarının kapasitesi ve baz istasyonunuza tahsis edilmiş frekans sayısı ile orantılıdır. Baz istasyonları olmadan mobil telefonlar iletişim sağlayamazlar. Baz istasyonu kapasitesini doldurmuş ise cep telefonlarından şebeke meşgul hatası alınır.

Kullanılmakta olan dört çeşit baz istasyonu tipi vardır.

1. Makrocell Baz İstasyonları
2. Mikrocell Baz İstasyonları
3. Pikocell Baz İstasyonları
4. Femtocell Baz İstasyonları

#### **1.1.1.1. Makrocell Baz İstasyonları**

En geniş kapsama alanına sahip hücre tipleridir. Genelde kırsal alanlarda tercih edilir. Yüksek bir direk veya yapı üzerine kurulur. Çevresinde daha yüksek veya görüşü engelleyen yapılar bulunmaz. Kapsama alanları 25-35 km geçmemektedir. Verici güçleri GSM 900 için 40-60 W olabilir [8].



**Şekil 5. Macrocell Baz İstasyonları [9].**

#### **1.1.1.2. Mikrocell Baz İstasyonları**

Makrocell istasyonlara göre daha küçük yapıdadırlar. Sınırlı bir bölge kapsama alanına alınacak ise mikrocell istasyonlar kullanılır. Bir cadde, alışveriş merkezi, havaalanı gibi yerlerde kullanılması uygundur. Kapsama alanları birkaç yüz metreyi geçmemektedir. Verici güçleri GSM 900 için 5-10 W olabilir [8].





Şekil 6. Microcell Baz İstasyonları [9].

### 1.1.1.3. Pikocell Baz İstasyonları

Microcell istasyonlara göre çok daha az bir alanı kapsar. Benzer şekilde mağazalar, tren ve metro istasyonları gibi kapalı alanlarda kullanılır. Kapsama alanları 100 metreyi geçmemektedir [8].



Şekil 7. Picocell Baz İstasyonları [9].

### 1.1.1.4 Femtocell Baz İstasyonları

Femtocell baz istasyonları ev ve küçük işletmelerde kullanılmak üzere tasarlanmış ürünlerdir. Kablo, Adsl gibi yüksek hızda internet erişimini kullanarak cep telefonu kapsama alanını genişletmeyi amaçlamaktadır. Hem kapsama alanını genişletmekte hem de kullanıcıya evin veya işyerinin içerisinde mobil servislerin yüksek kalitede verilmesini amaçlamaktadır.



**Şekil 8. Samsung Tarafından Üretilen Femtocell Baz İstasyonları [10].**

### **1.1.2. Mobil Terminaller**

Mobil terminaller GSM ağlarında, kullanıcıların GSM servislerinden yararlanmasını sağlayan, taşınabilir elektronik cihazlardır. Tüm mobil terminallerin uluslar arası mobil cihaz numarası bulunmak zorundadır. (International Mobile Equipment Identity-IMEI ) Bu numara üretici firma ve cihaz hakkında bilgi içermektedir. Çalıntı ve yasadışı cihazların takibinde de kullanılmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan iki tip mobil terminal vardır. Bunlar,

1. Cep Telefonları
2. GSM Modül ve Terminaller

### 1.1.2.1 Cep Telefonları

Cep telefonu ile sağlanan hizmetler, telefon modeline ve servis sağlayıcıya göre değişmekle beraber en yaygın olarak kullanılanları, sesli görüşme ve kısa mesaj hizmetidir. Sesli ve yazılı görüşmenin yanı sıra görüntülü konuşma, görüntülü mesaj, müzik çalar, video oyunları, internet, veri transferi ve hatta ofis uygulamaları gibi tüm diğer bilgisayar işlevlerini kullanıcıya ulaştırabilir. Kullanıcıların beğenisine göre her geçen gün farklı model ve özelliklerde telefonlar üretilmektedir.



Şekil 9. Cep Telefonlarının Evrimi [11].

### 1.1.2.2. GSM Modül ve Terminaller ( Wireless Module-WM)

Cep telefonları ile aynı elektronik altyapıyı kullanan ürünlerdir. Cep telefonları GSM altyapısını insanların kullanımına sunarken, GSM terminaller bu altyapıyı M2M sistemler için sağlar. GSM geniş kapsama alanı ve uluslararası kullanılabilirliği sayesinde, hayatı kolaylaştıran ve daha verimli iş yapılmasını sağlayan uygulamalar için vazgeçilmez ürünlerdir. Bu uygulamalara örnek verirsek, uzaktan erişim ve kontrol, sağlık izleme sistemleri, elektronik geçiş sistemleri, uzaktan ölçüm ve faturalandırma sistemleri, mobil ödeme sistemleri, internet erişim ve yönlendirme sistemleri, güvenlik sistemleri, filo yönetimi ve araç takip sistemleri GSM terminallerin en çok kullanıldığı sistemlerin başında gelir.

GSM modüller, elektronik devre kartı şeklinde olup son kullanıcıdan ziyade ürün geliştiren firmalara hitap etmektedir. Çeşitli boyutlarda ve özelliklerde GSM modüller bulunmaktadır.



**Şekil 10. GSM Modüller ve Terminaller [12]. [13].**

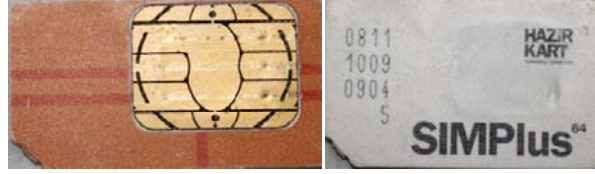
GSM terminaller, M2M çözümler için geliştirilmiş, üzerlerinde diğer cihazlara bağlanabilmesi için standart portları bulunan, bitmiş ürünler veya kablosuz modüller kullanarak çözüm üreten firmaların cihazlarına denir. Şekil 10'da çeşitli modül ve terminaller gösterilmiştir.

### **1.1.3. Abone Kimlik Modülü ( SIM-Subscriber Identity Module )**

Sim kart, cep telefonlarının GSM servis sağlayıcısının telefon hizmetinden yararlanmasını sağlayan, abone kimlik bilgilerini ve telefon defterini barındıran bir mikroçiptir. Sim kart cep telefonunun içine, genellikle pilin arkasına yerleştirilir. Çıkarıldığında o cep telefonundan normal aramalar yapılamaz. Sim kartsız bir cep telefonu ile sadece acil servisler aranabilir. Sim kart başka bir telefona takıldığında eğer yeni telefon farklı sim kartlara kilitli değilse, normal şekilde çalışır. Sim kart ile mobilden terminalden bağımsız olarak, kullanıcı bilgilerini diğer cihazlara taşıyabilir.

Böylece kullanıcı yeni bir telefon aldığında sadece sim kartını değiştirerek aynı numarayı kullanabilmeye devam eder. Şekil 11’de SIM kart örneği gösterilmektedir.

Sim kart içerisinde, mobil terminalin GSM ağına katılabilmesi için, gerekli olan bilgiler bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri IMSI ( International Mobile Subscriber Identity) ve ICCID’dir. ( Integrated Circuit Card Identifier )



**Şekil 11. SIM KART.**

#### **1.1.3.1 ICCID ( Integrated Circuit Card Identifier)**

Kullanılan kartın seri numarasıdır ( fiziksel bir numaradır ). 20 karakterdir. Sim Kartlar personelize edilirken bu numara kart üzerine yazılır.

İlk 2 karakter endüstriyel sektör numarasıdır. ( Major Industry Identifier - MII). Sonraki sayı grubu (1-3 arası) ülkenin uluslararası arama kodudur(CC).Diğer rakamlar ise operatörün kendisinin belirlediği değişkenlerdir.

Türkiye’den bir sim kart için oluşabilecek numara.

Telekom sektörü numarası=89.

Türkiye=90

89 90 xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

MII-CC-xxxxxxxxxxxxxxxxxx

### 1.1.3.2 IMSI ( International Mobile Subscriber Identity)

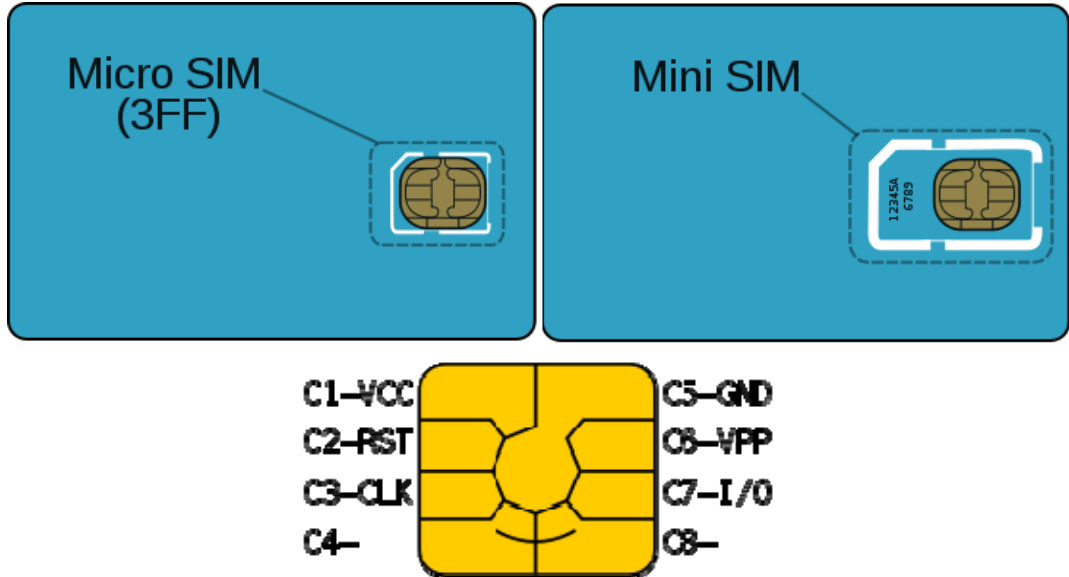
Mobil sistemlerin kullandığı temel numaradır. HLR kayıtlarında kullanıcı ile eşleşen numaradır. 15 karakter uzunluğundadır.

İlk uç rakam, ülke kodu (Mobil Calling Code -MCC) , sonraki iki rakam mobil ağ numarasıdır.(Mobil Network Code -MNC) Geri kalan10 rakam ise operatör tarafından tanımlanır. Örnek uygulama aşağıdaki gibidir.

286 03 xxxxxxxxxxxx  
MMC MNC xxxxxxxx

### 1.1.3.3. SIM Kart Yapısı ve Bağlantısı

Full, mini ve mikro olmak üzere üç farklı ölçüde üretilirler. Kontak yüzeyleri birbiri ile uyumlu olmakla birlikte sadece fiziksel boyutları farklılık göstermektedir.

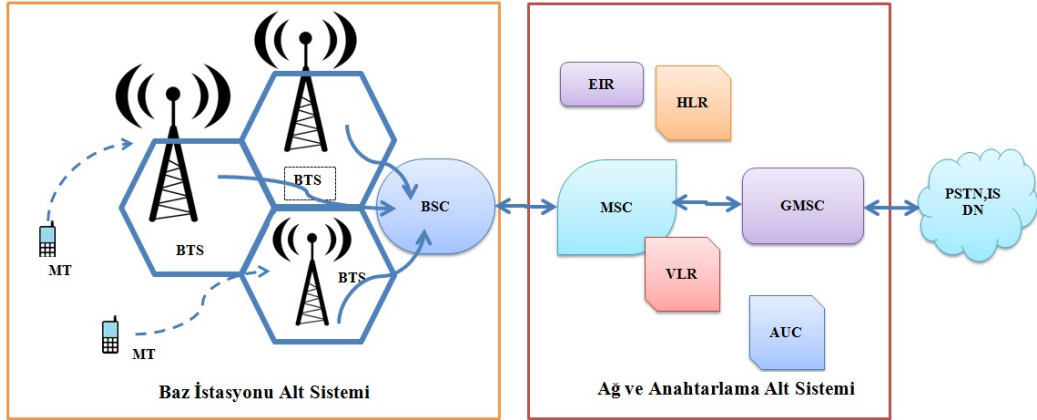


Şekil 12. Full, Mini ve Mikro Sim Kartlar ve Pin Çıkışları [14].

SIM kartın yapısı bilgisayarlara benzer. CPU ( Merkezi İşlem Birimi ), ana hafıza (ROM-Sadece Okunabilir Bellek), RAM (Rastgele Erişimli Hafıza), EEPROM ve veri iletişimi için bir bus sistemi, SIM kartın yapısında bulunur.

## 1.2. GSM Mimarisi

GSM mimarisinin temel fonksiyonları, Baz istasyonu alt sisteminde (BSS-Base Station Subsystem) ve mobil terminal cihazları arasında gerçekleşir. Baz istasyonu alt sistemi iki parçadan oluşmaktadır. Bunlar Baz istasyonu (BTS-Base Transceiver Station) ve baz istasyonu kontrolörüdür. (BSC-Base Station Controller) Tipik bir GSM ağından BTS sayısı çok fazla olacağından, BTS'ler basit tutulmaya çalışılmıştır. Bir BSC ye bağlı birden çok BTS bulunur. Bir çağrı geldiğinde veya kullanıcı arama yaptığında gerekli frekans ayarlamalarını BSC'ler yapar.



Şekil 13. GSM Mimarisi [13].

GSM’de bir görüşmenin başlatılması ve bitirilmesinden mobil anahtarlama merkezi (Mobile Switching Center-MSC) sorumludur. MSC görüşmenin yapılacağı, mobil terminalin hangi BSC ye bağlı olduğunu bilir ve görüşmenin başlatılması için gereken işlemleri yapar. Tipik bir GSM mimarisi Şekil 13’de gösterilmektedir.

### **1.2.1. Merkez Konum Kayıtları (Home Location Register, HLR)**

HLR, abone bilgilerinin depolandığı ve yönetildiği bir veritabanıdır. HLR, abonelerin hizmet profillerinin, konum bilgisinin ve etkinlik durumunun dâhil olduğu, aboneler hakkında sabit verilerin saklandığı önemli bir veritabanıdır. Bireysel bir kullanıcı bir GSM operatöründen bir abonelik satın aldığı anda operatörün HLR veritabanına kaydı oluşturur.

### **1.2.2. Ziyaretçi Konum Kayıtları (Visitor Location Register, VLR)**

VLR, MSC'nin ziyaretçi abonelere hizmet verebilmesi için, söz konusu aboneler hakkında geçici bilgileri içeren bir veritabanıdır. VLR her zaman MSC ile bütünleştirilir. Bir mobil terminal (Mobile Station, MS) yeni bir MSC alanına girdiğinde MSC'ye bağlı VLR söz konusu mobil istasyon hakkında HLR'dan bilgi talep eder. Daha sonra eğer mobil istasyon bir çağrı gerçekleştirirse VLR her seferinde HLR'a başvurmaksızın çağrı kurulumu için gerekli bilgiye sahip olacaktır.

### **1.2.3. Doğrulama Merkezi (Authentication Center, AUC)**

AUC olarak adlandırılan birim kullanıcının kimliğinin doğrulanması ve her çağrının gizliliğinin sağlanması amacıyla doğrulama ve kriptolama parametrelerini sağlar. AUC, GSM ağlarının değişik türde saldırılardan korunmasını sağlar.

### **1.2.4. Cihaz Kimlik Kayıtları (Equipment Identity Register, EIR)**

EIR, çalıntı, yetkisiz veya arızalı mobil istasyonlardan çağrı yapılmasını engelleyen, ağdaki mobil cihazlar hakkında bilgi içeren bir veritabanıdır. AUC ve EIR müstakil uçlar olarak uyarlanabileceği gibi bütünleştirilmiş bir AUC/EIR ucu olarak uyarlama



gerçekleştirilmiş olabilir. Türkiye de kaçak yollarla ithal edilen cihazların kullanılmaması bu sistemle sağlanır.

### **1.2.5 İşletim ve Bakım Sistemi (OMS-Operation and Maintenance System)**

(OMS-Operation and Maintenance System) şebekeden gelen hata mesajlarını tutar ve BSC ile BTS'in trafik yükünü kontrol eder.

### **1.3 GPRS ( General Packet Radio Service )**

GPRS, GSM kullanıcılarının veri uygulamalarına ( internet ) erişim sağlayabilmek için kullanılmakta olduğu bir teknolojidir. Günümüzde artan internet kullanımı ve mobil uygulamalar sayesinde cep telefonlarında yoğun kullanılmaktadır.

GPRS, mobil iletişim teknolojisinde halen kullanılan devre anahtarlama (circuit-switched) yani kullanıcıya tahsis edilen bir tek hat üzerinden sürekli bağlantı yerine paket anahtarlama (packet switched), aynı hattı birden çok kullanıcının paylaştığı bir teknolojidir. Devre anahtarlama sistemlerinde, geçen paket yerine süre üzerinden ücretlendirme yapılmaktadır. GPRS de ise paket üzerinden bir ücretlendirme yapılabilir. Böylece, ücretlendirme daha adil yapılabilmekte ve günümüzde popüler olan sürekli bağlı olan uygulamaların, mesajlaşma programlarının kullanımı daha hızla yayılmaktadır.

Geleneksel GSM sisteminde, bağlantı kurulumu birkaç saniye almaktadır ve veri iletim hızı 9,6 kbit/s ile sınırlıdır. GPRS ağ oturum kurulumunu bir saniyenin altında gerçekleştirmekte ve veri hızı ISDN'lerde ( Integrated Services Digital Network-Bütünleştirilmiş Sayısal Ağ Hizmetleri ) olduğu gibi onlarca kbit/s (170 kbit/s) değerlerine ulaşmaktadır [15]. Yeni nesil uygulamalar ile bu hız her geçen gün artmaktadır. GPRS, Avrupa Telekomünikasyon Standartlar Komitesi (European

Telecommunications Standard Institute- ETSI) tarafından var olan GSM yapısı üzerinde değişiklikler yapılarak meydana getirilmiş ve hizmete sunulmuştur.

Terminaller, GPRS ve GSM hizmet yeterliliklerine göre üç sınıfa ayrılmışlardır. Bunlar;

1. A sınıfı terminaller, hem GSM servislerini hem de GPRS servislerin (ses ve SMS) hizmetlerini aynı anda kullanabilen terminallerdir.
2. B sınıfı terminaller, GSM ve GPRS servislerini sıralı olarak verebilen terminallerdir. GPRS servisleri kullanıldığı sırada kullanılmak istenen GSM servisi olduğunda, GPRS servisi askıda bekler ve GSM servisinin bitmesi ile tekrar aktif olur. A sınıfı terminaller gibi aynı anda iki hizmeti aynı anda kullanamaz.
3. C sınıfı terminaller, GSM ve GPRS servisleri arasındaki geçiş manüel olarak yapılan terminallerdir. Sadece SMS hizmetlerini, GSM hizmetleri ile aynı anda kullanabilir

## 2. SENSÖRLER ve SENSÖR AĞLARI

Kablosuz sensör ağı (Wireless Sensor Network - WSN), bulunduğu ortamdaki sıcaklık, nem, ışık, ses, basınç, kirlilik, gürültü, hareket gibi fiziksel durumları izlemek için kullanılan birbirlerinden bağımsız çalışabilen elektronik devre modülleri ( Sensör düğümü – Node) içeren yapıya denir. Bir WSN içerisinde birbirleri ile haberleşebilen binlerce sensör düğümü olabilir.

Sensör düğümleri kısıtlı enerji ile çalışabilen, üzerinde bulunan sensörlerden veri okuyabilen ve bu verileri işleyebilen kablosuz sensör ağlarının en küçük birimidir. Sensör düğümün ana bileşenleri mikro denetleyici, bellek, alıcı-verici, güç kaynağı ve bir veya daha fazla olabilen sensör bileşenidir [16]. Sensör düğümünün genel mimarisi Şekil 14'de gösterilmektedir.



Şekil 14. Sensör Düğümü Mimarisi.

Kablosuz Sensör Ağlarının birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Bunları kısaca özetlersek,

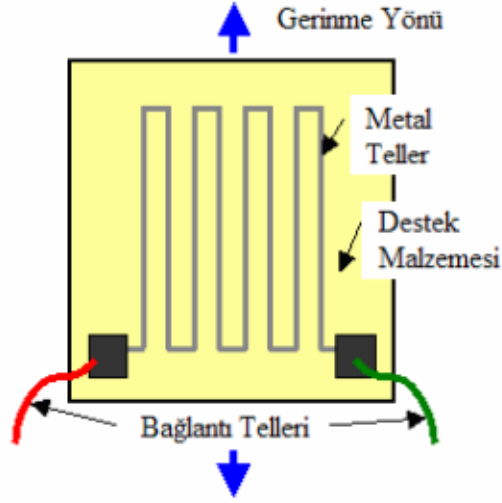
- Askeri uygulama; WSN'ler askeri komuta, kontrol, iletişim, hesaplama, istihbarat, nezaret, keşif ve hedef tespit sistemlerinin ayrılmaz birer parçasıdır [17].
- Bir park yerindeki boş ve dolu alanların sensör ağlarıyla belirlenmesi [18].

- Habitat (bitki, hayvan) izleme ve çevresel gözlem, hava durumu tahminleme sistemleri [18].
- Sağlık alanındaki uygulamalar, hasta kontrolü ve yaşlıların takibi. Uzaktan kalp hastalarının izlenmesi [19].
- Yapı ve binaları durumlarının kontrolü, Yapı sağlığı için WSN [20].
- Uzak yerlerin, konumların çözümlenmesi (tornado hareketi, orman yangın tespiti, vb.) [18].
- Sualtı uygulamaları: Deniz tabanı hakkında bilgi toplama, deniz akıntılarını algılama/izleme, deniz canlılarını izleme [16].
- Bilimsel uygulamalar: Uzay keşif çalışmaları, kimyasal etkileşim araştırmaları, coğrafi çalışmalar [16].

### **2.1. Yük Hücreleri ( Load Cell )**

Yük hücreleri uzama ölçer ( strain gage ) tabanlı dönüştürücülerdir. Yay elemanı olarak çelik veya alüminyum kullanılmakta ve malzemeye ölçüm alabilmek için özel şekiller verilmektedir. Ağırlık dünyanın, bir kütleyi belli bir ivme ile çekmesi neticesinde oluşur ve bu çekim etkisi dünyanın neresinde olduğunuza göre değişkenlik gösterir. Ağırlık kütlelerin yere dik olan çekim kuvvetidir.

Bir cisme dışarıdan bir güç uygulandığında malzeme üzerinde gerilim ve burkulmalar oluşur. Yük hücreleri üzerine düşen fiziksel kuvveti elektrik sinyali olarak çıkartan sistemlerdir. Bunun için, farklı gerilme değerlerine göre elektriksel direnci değişen metal ve alaşımlar kullanılır. Gerinim ölçerlerle ilgili ilk çalışmalar Lord Kelvin tarafından yapılmış ve metalik iletkenlerin gerilmeye maruz bırakıldığında, elektriksel direncinin değiştiği görülmüştür. Keşfedilen bu parametrenin endüstriyel alanda ilk uygulamaları 1930'lu yıllarda başlamıştır. Gerinim ölçer aletinin uzunluğundaki değişimler küçük olduğu sürece direnç ve gerilim arasındaki ilişki doğrusaldır. Tipik bir gerinim ölçer devresi Şekil 23'de gösterilmiştir [21].



**Şekil 15. Basit Gerilim Ölçer Yapısı [21].**

Şekil 15’de gösterilen yapıda metal teller , dört kez döndürülmüştür. Gerçek kullanım için üretilen gerilim ölçerlerde bu sayı, gerinime bağlı direnç değişikliğinin yüksek olması için çok daha fazladır. Direnç yüzde değişimin uzunluktaki yüzde değişime oranı, ölçek faktörü olarak bilinir ve Denklem 1’deki gibi gösterilmektedir [21].

$$GF = \frac{\Delta R/R_0}{\Delta L/L_0} = 1 + 2\sigma + \frac{\Delta\rho/\rho}{\Delta L/L_0}$$

$R_0 = Ohm$  Cinsinden Direnç

$\rho = Metre$  Başına  $Ohm$  Cinsinden Özdirenç

$L_0 = Metre$  Cinsinden Uzunluk

$\frac{\Delta R}{R_0} = Direnç$  Değişim Oranı

$\sigma = Poisson$  Oranı

$\frac{\Delta L}{L_0} = Uzunluktaki$  Değişim Oranı

$\frac{\Delta\rho}{\rho_0} = Özdirençteki$  Değişim Oranı

**Denklem 1. Gerinim Ölçek Faktörü [21].**



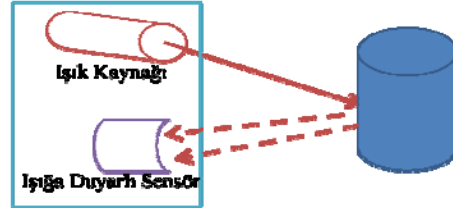
Vo noktasından ölçüm yapılırken, tasarlanacak sürücü devresinin Vo uçlarında herhangi bir direnç oluşturmaması gerekmektedir. Sonsuz giriş direnci olan bir ölçme aleti kullanıldığında ölçülecek çıkış gerilimi Denklem 2’de gösterilmiştir.

$$V_0 = V_s \frac{R_1 R_4 - R_3 R_2}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}$$

**Denklem 2. Wheatstone Köprüsü Çıkış Gerilimi [21].**

## 2.2. Cisimden Yansımali Sensörler

Cisimden yansımali sensörler fotoelektrik sensör ailesinin bir üyesidir. Alıcı ve bir ışık kaynağından oluşur. Cisimden yansımali sensörlerde alıcı ve kaynak aynı paket içersindedir. Kaynaktan çıkan ışın, hedef cisimden yansyarak alıcı üzerine düşmesi sonucu sensör menzili içersinde bir cisim olup olmadığına karar verir. Karşı yansımali sistemlere göre menzilleri daha kısadır. Şekil 18’de cisimden yansımali sensör yapısı gösterilmiştir.



**Şekil 18. Cisimden Yansımali Sensör Yapısı.**

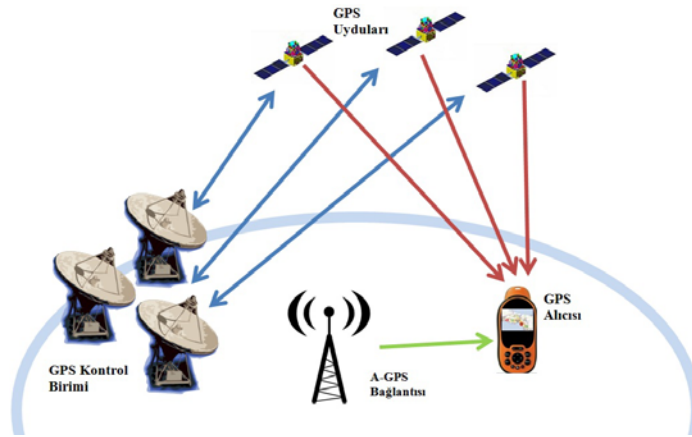
Cisimden yansımali sensörlerin algılama mesafesi, çeşitli etkenlere bağlıdır. Bunlar,

- Kullanılan Işık kaynağı dalga boyu
- Alıcı hassasiyeti
- Cisim yüzeyi ve materyali
- Cisim yüzey rengi
- Çalışma ortamı hava şartları

### 3. KÜRESEL KONUMLAMA SİSTEMİ ( GLOBAL POSITIONING SYSTEM- GPS )

Küresel konumlama sistemi, dünya yörüngesinde dönen uyduların gönderdikleri sinyaller vasıtasıyla, alıcı modüllerin dünya üzerindeki konumlarını belirleyebildiği bir sistemdir. GPS alıcıları gelen sinyaller vasıtasıyla alıcının sinyalin geldiği uyduya olan uzaklığını hesaplayabilmektedir. Konumu kesin olarak verebilmesi için, en az üç uydu ile haberleşmesi gerekmektedir. GPS bileşenleri Şekil 19’da gösterilmiştir.

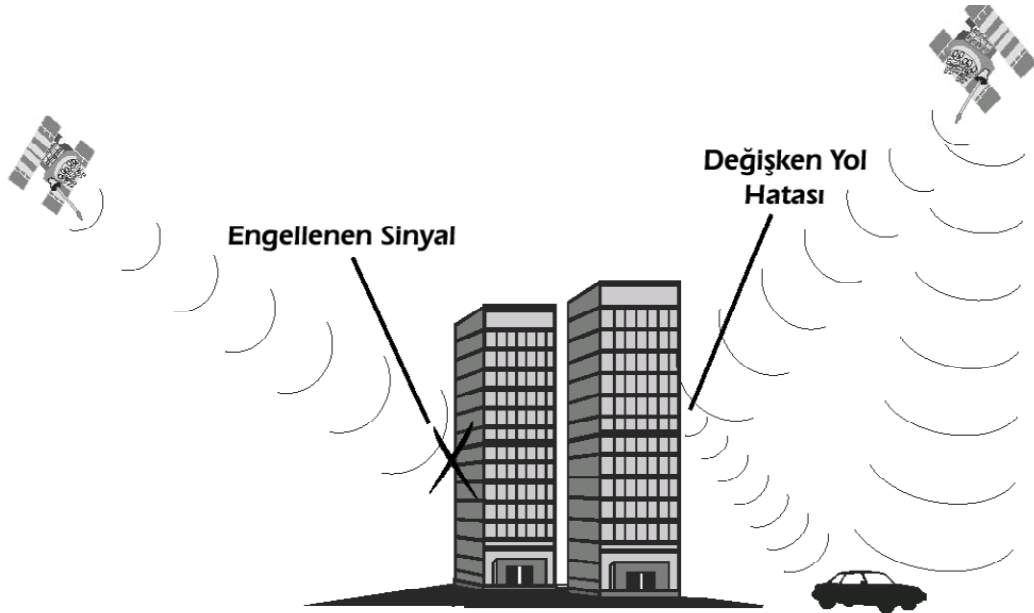
GPS Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından 1960’lı yıllarda 5 adet uydu kullanılarak test edilmiştir. GPS sistemi ilk olarak askeri amaçlara hizmet etmesi için tasarlanmıştır. İlk testlerinde her bir saatte bir konum datası üretebilmekte ve çok hassas ölçüm yapamamaktadır. 1993 yılında uydu sayısı 24’e çıkarılmıştır. Bu tarihten itibaren GPS kullanımı, düşük bir hassasiyet seviyesinde sivil kullanıma da açılmıştır. Sivil kullanım için GPS sinyalleri üzerinde SA ( Selective Availability) denen bir metot uygulanmaktadır. Bu bozulma ile hassasiyet 100m civarında olmaktadır. 2000’li yıllarda ABD savunma bakanlığı SA metodunu uygulamadan kaldırmıştır, bu sayede hassasiyet 10m ye kadar düşmüştür. GPS uyduları dünya yüzeyinden 20.000 km uzakta olup yörüngede 3,9 km/s hızla seyretmektedirler. GPS uyduları, ekvator ile 55 derecelik bir açı ile yörüngeye yerleştirilmişlerdir. GPS uydularının yerleştirilmesi, dünyanın her noktasından en az 4 uydunun görülebilir olması esas olarak düzenlenmiştir [23].



Şekil 19. GPS Bileşenleri.



GPS uydularından radyo dalgaları kullanılarak haberleşme sağlanır. GPS uydularında L1 ( Link1) ve L2 (Link2) olmak üzere iki frekansa sahiptir. L1 frekansı 1575,42 Mhz , L2 frekansı 1227,60 Mhz'dir. İki frekans kullanılmasının amacı güvenlik ve herhangi bir sinyal karıştırılması durumunda yedek sinyalin kullanılabilmesidir. Gelen sinyal içerisinde konumlama verisi içermektedir. GPS alıcısı, konum belirleyebilmek için uyduların konumunu ve uydulara olan uzaklığını bilmesi gerekmektedir. Konumlama verisi içerisinde almanak ve efemeris verileri yani uydu konumu ve bilgileri bulunmaktadır. Uydu ile arasında olan mesafesi ölçmek içinse, sinyalin alıcıya geliş süresi ve sinyalin hızı (ışık hızı) bilinmesi gerekmektedir. Geliş süresinin hassas bir şekilde ölçülebilmesi için GPS alıcılarının çok hassas bir zaman ölçüm sistemine sahip olması gerekmektedir. Alıcının hesapladığı konum bilgisinde bazı hatalar oluşmaktadır. Bu hatalar genel olarak, uydu saati hataları, yörünge hataları, atmosferik hatalar, alıcı saati hataları, yansıyan ve değişken rota hatalarıdır. Uyduların gerçek konumları ve konumlama mesajı içerisindeki hata farklılıklarına efemeris hatası denmektedir. Efemeris hatası GPS kontrol birimi tarafından değiştirilebilmektedir [24]. Şekil 20'de değişken GPS yol hatası gösterilmiştir.



Şekil 20. Değişken GPS Yol Hatası [24].

### 3.1 GPS Konum Hesaplama

GPS alıcıları, konum hesaplayabilmek için üç adet uydu ile iletişime geçmek ve konumlama mesajını alması gerekmektedir. Konum hesaplama için üçgenleme metodu kullanılmaktadır. İki boyutlu bir düzlem için üçgenleme metodu nasıl çalıştığına örnek vermek gerekirse, üç adet şehir merkezine olan uzaklığımızı bildiğimizi varsayalım.

Konum - İstanbul arası uzaklık 90 KM

Konum – Eskişehir arası uzaklık 132 KM

Konum – Balıkesir Arası uzaklık 117 KM

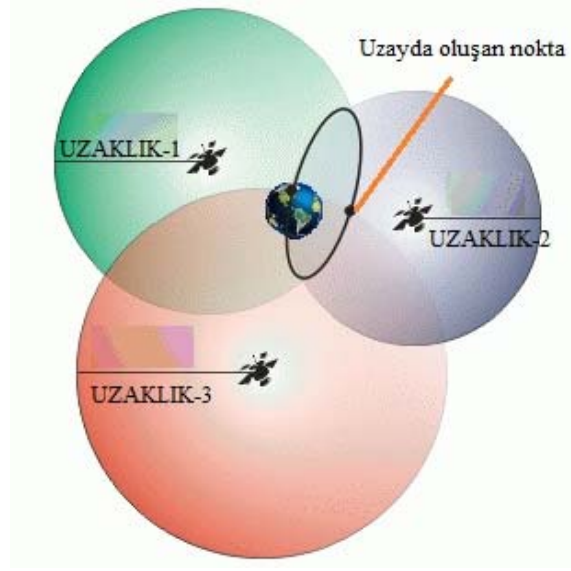
Yukarıdaki verilere göre, harita üzerinde İstanbul, Eskişehir, Balıkesir merkezli çemberler çizildiğinde, bu üç çemberin kesiştiği nokta bulunduğumuz konumu verecektir. Yukarıdaki veriler doğrultusunda yaklaşık konumumuz Bursa olacaktır. Şekil 21’de 2 boyutlu haritada gösterilmektedir.



Şekil 21. Üçgenleme Methodu ile 2 Boyutlu Düzlemde Konum Hesaplama.

GPS alıcıları benzer işlemi 3 boyutlu bir düzlem üzerinde gerçekleştirmektedir. Üç boyutlu bir sistemde ise çemberlerin yerini küreler alacaktır. Uydu merkezli bu üç küre

iki noktada kesişmektedir. Çizilen üç kürenin dünya yüzeyle kesişen noktası, alıcının konumunu vermektedir. Diğer nokta GPS alıcısı tarafından dikkate alınmaz. Şekil 22’da üç boyutlu “3D” düzlemde konum hesaplama gösterilmiştir.



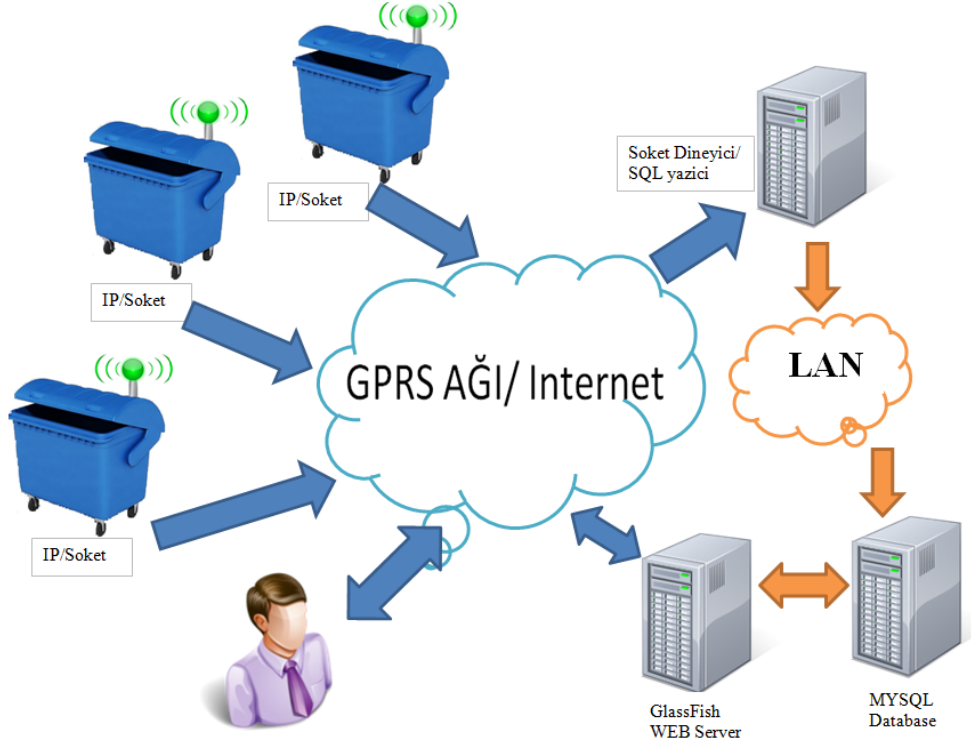
Şekil 22. Üçgenleme Methodu 3D [25].

## **4. SENSÖR CİHAZLAR KULLANILARAK AKILLI ÇÖP KUTUSU UYGULAMASI**

Bu tez çalışmasında ortaya konan tasarım ile çöp kutularının gerçek zamanlı ağırlık ve seviye ölçümlerinin sağlanması ve uzaktan izlenmesi gerçekleştirilmektedir. Tasarımı ortaya çıkarırken ağırlık sensörleri, kızılötesi algılayıcılar ve GSM/GPRS kablosuz modülleri kullanılmaktadır.

### **4.1 Sistem Mimarisi**

Tasarlanan sistem Şekil 23’de görülmekte olup akıllı çöp kutusu kontrol birimi, socket dinleyici sunucu, veritabanı sunucusu, internet sayfalarını yayımlayabilen web sunucusu olarak dört birimden oluşur. Sistem içerisinde çöp kutusunun doluluk durum bilgileri GSM alt yapısı kullanılarak merkezi bir sunucuya gönderilmektedir. Çöp kutuları üzerinde sistemin en önemli birimi olan Akıllı Çöp Kutusu Kontrol Birimi bulunmaktadır. Bu birim, sensörlerden alınan verileri GSM/GPRS üzerinden socket bağlantısı sağlanan merkezi sunucuya internet aracılığıyla gönderir. Sunucu üzerindeki socket dinleyici, gelen verileri düzenleyerek veri tabanına yazmaktadır. Kullanıcılar, internet üzerinden Web sunucusuna bağlanarak, veri tabanında kayıtlı verileri harita üzerinde görebilmektedir.

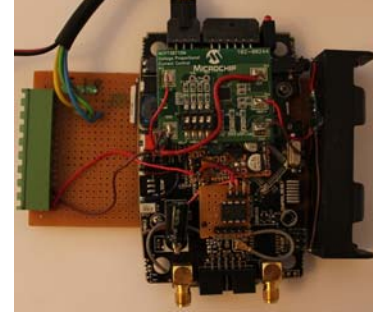
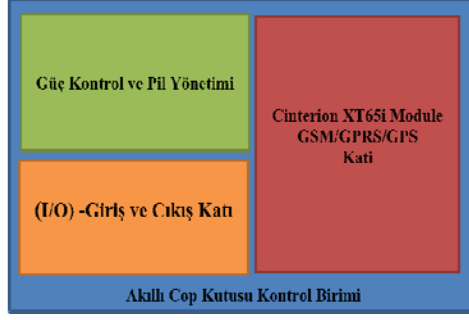


**Şekil 23. Sistem Mimarisi.**

#### 4.2 Akıllı Çöp Kutusu Kontrol Birimi

Akıllı çöp kutusu kontrol birimi, Java tabanlı bir GSM modül olan Cinterion XT65 kullanılarak tasarlanmıştır. 9-28V DC çalışma gerilimine sahiptir. 2900mA Li-Ion pil, 3 adet genel amaçlı girişi bulunmaktadır. Analog ölçümler için 0 ile 2,4 V arasını okuyabilen, iki adet analog-dijital kanalı vardır.

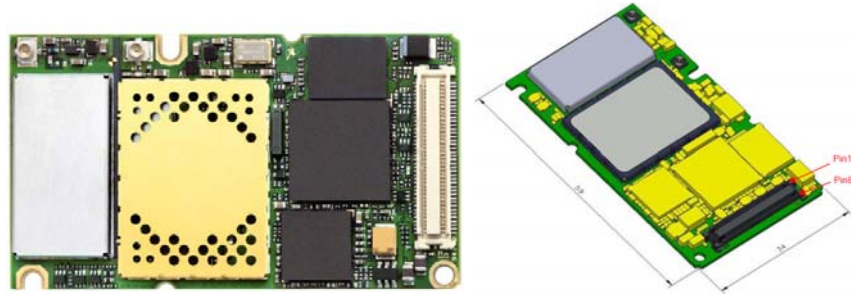
Kontrol birimi üç temel birimden oluşmaktadır. Şekil 24’de bu temel birimler gösterilmiştir. Bunlar, güç kontrol ve pil yönetimi katı, GSM/GPRS/GPS özelliklerini sağlayan modül katı, giriş ve çıkış birimlerinin bulunduğu I/O katından oluşmaktadır. Şekil 24’de ise test platformu için hazırlanan kontrol birimi uygulaması ve şeması gösterilmektedir.



**Şekil 24. Kontrol Birimi Uygulaması ve Şeması.**

#### 4.2.1. Cinterion XT65i Modül

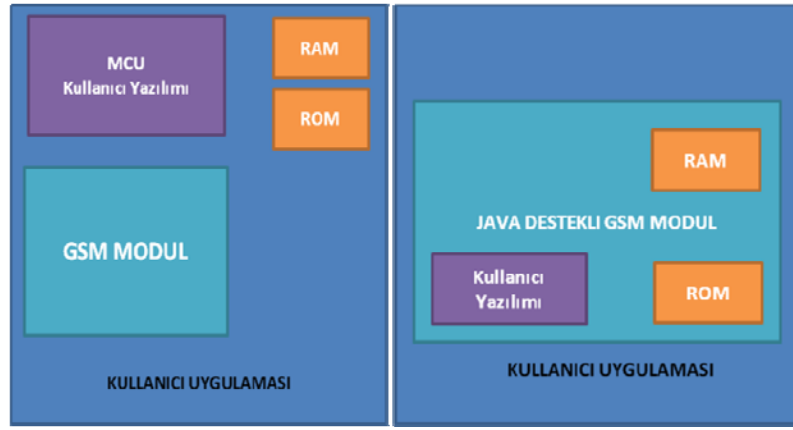
Cinterion XT65, hem GSM hem de GPS teknolojilerinin birleştirildiği bir modüldür. Özellikle filo yönetimi ve takip sistemleri için geliştirilmiş ve konum bazlı servislerin uygulanması için uygun bir alt yapı sağlaması için tasarlanmıştır. En önemli özelliği, modül içerisinde bulunan açık kaynak kodlu Java™ platform ile geliştiricilere esnek bir çözüm sağlamasıdır.



**Şekil 25. Cinterion XT65 Modül [26].**

XT65, dört farklı frekans bandını destekleyerek, dünya üzerinde birçok ülkede kullanılabilme özelliğine sahiptir. (Quad-Band) . XT65 bütünleşmiş GPS sayesinde konum bilgilerine, Java platformu üzerinden erişim sağlar. Yazılım geliştiriciler, Java platform sayesinde, XT65 in GSM-GPS-GPRS özelliklerine erişebilir ve uygulamalarını istedikleri gibi geliştirebilirler.

XT65 geliştiriciler için kendi içerisinde gömülü bir işletim sistemi bulundurmaktadır. (JVM , Java Virtual Machine ) Java üzerinde geliştirilmiş uygulamalar modül içerisinde çalıştırılabilir. Bu sayede modül başka bir kontrol donanımına ihtiyaç duymadan, kendi başına geliştirilen programı çalıştırabilmektedir. Genel olarak telemetri uygulamalarında mikroişlemci ve GSM modül ayrı birimler olup bir birleri ile RS232 veya USB ara yüzleri ile haberleşmektedirler. XT65 ile normal GSM modül mimarisi Şekil 26'da görülmektedir.



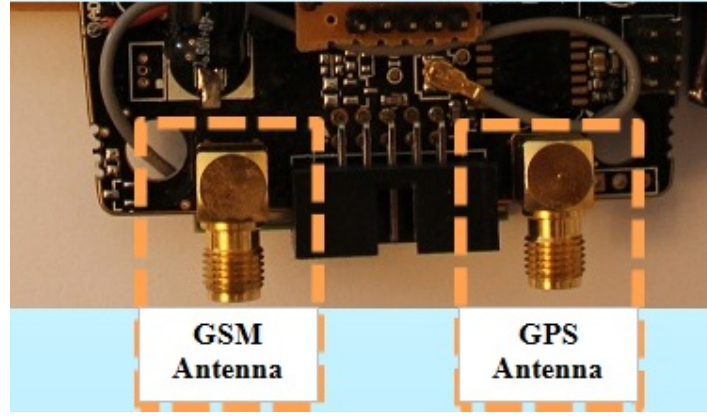
**Şekil 26. XT65 ile Normal GSM Modül Mimarisi.**

XT 65 GSM-GPRS-GPS modül başlıca teknik özellikleri [26].

- Quad-Band GSM850/900/1800/1900 MHz
- GPRS multi-slot class 12
- Besleme gerilimi: 3,3 ... 4,5 V
- Mobile station class B
- J2ME™
- Location API (JSR179) ile GPS Kontrolü
- 400 KB (RAM) ve 1,2 MB (Flash):
- 2 ayrı anten Bağlantısı ( GPS ve GSM )
- 80-pin B2B konektör ve Ara yüzler
  - 1x Seri ara yüz RS232
  - USB 2.0
  - SIM Kart Arayüzü

- 2x Analog Dijital Dönüştürücü Girişi (ADC- Analog Digital Convertor)
  - 1x Dijital Analog Çıkış (PWM- Pulse With Modulation)
  - Çoklu Giriş Çıkış Pinleri ( General Purpose Input Output)
- 16 Kanal GPS Alıcı , L1 1575,42 MHz
  - GPS aktif anten beslemesi: 3,0 V

XT65 üzerinde iki adet 50 Ohm anten konektörü bulunmaktadır. Bunlardan biri GPS diğeri GSM anten için kullanılır. XT65 kullanılması uygun olan antenler aktif GPS antenlerdir. Aktif antenler, kendi içlerinde bir yükselteç devresine sahiptirler. (Düşük Gürültülü Kuvvetlendirici, Low-Noise Amplifier-LNA). İlave olarak GPS bandını geçiren bir filtrede içerirler. XT65 bu yükselteç devresini besleyebilecek şekilde tasarlanmıştır.( 5-20mA) Performans ve tasarım kolaylığı için sistemde aktif GPS anten kullanılacaktır. Kontrol Birimi üzerindeki anten bağlantıları, Şekil 27’de gösterilmiştir.

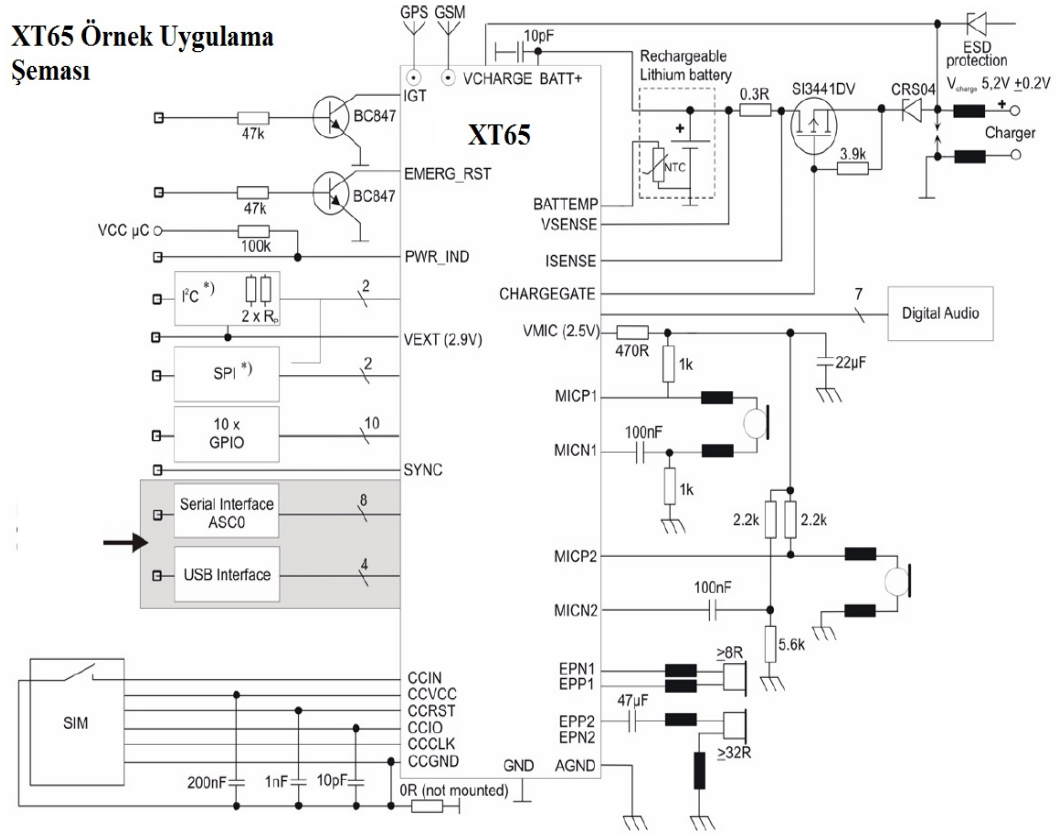


**Şekil 27. Kontrol Kartı Anten Girişleri.**

XT65 modül, harici uygulamalar ile bütünleştirilmesi için 80 pin bir konektör yapısına sahiptir. 80 pin üzerinde, besleme pinleri, seri ara yüz pinleri, sim kart pinleri, analog dijital dönüştürücü pinleri ( Analog to Digital Convertor - ADC ) , bir adet dijital analog dönüştürücü ( Digital to Analog - DAC ) pini, on adet genel amaçlı giriş çıkış ( General Purpose Input Output – GPIO) bulunmaktadır. XT65 ile yapılacak uygulamaya göre,



uygun çevre birimleri tasarlanmalıdır. 80 pin üzerindeki her ara yüzün kullanılması zorunlu değildir. Akıllı kontrol kartında, XT65 modülün çalışması için, besleme gerilimi, SIM kart ara yüzü, GPIO ve ADC kanalları için gerekli olan birimler tasarlanmıştır. Şekil 28’de XT65 modül için örnek uygulama şeması gösterilmektedir.



Şekil 28. XT65 Örnek Uygulama Şeması [26].

XT65 modülün çalışması için standart donanım ihtiyaçları Şekil 17’de verilmiştir. IGT ve EMERG\_RST pinleri, XT65 modülün başlatılması ve yeniden başlatılmasından sorumludur. Kontrol biriminde harici bir pil kontrol devresi kullanılacağından, örnek şemadaki pil ve kontrol elemanları kullanılmayacaktır. Örnek şemadan kullanılacak pinler , GPIO, seri ara yüz pinleri , BATT+ besleme pini , SIM pinleridir.

XT65 işlemcisi ISO 7816 IC kart standardına sahiptir. XT65 sim kart ara yüzü 3V ve 1,8V sim kartları desteklemektedir [16]. Sim kart ara yüzündeki CCPIN pini sim kartın takılı olup olmadığını anlamak için kullanılır. Çalışır durumdaki bir sistemde sim kartın çıkarılıp takılması durumlarında sistemin sağlıklı çalışması için CCPIN kullanılmasına ve SIM konektörünün mekanik tasarımına özen gösterilmelidir. Sim kart ara yüzündeki diğer pinler,

CCCLK, Sim kart entegresinin saat hızı. XT65 işlemcisi tarafından kontrol edilmektedir.

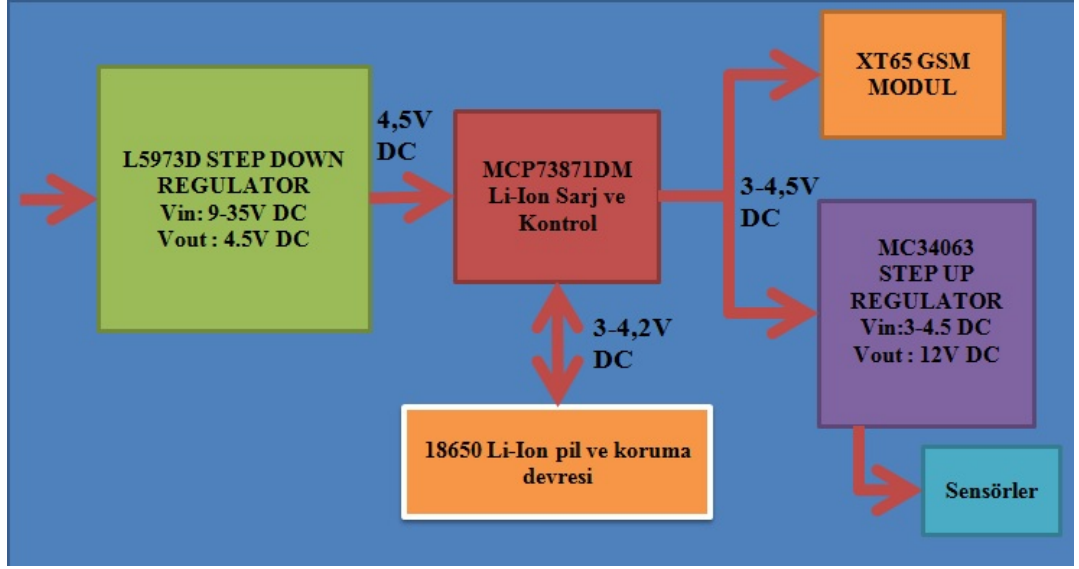
CCVCC, Sim kart besleme pini.

CCIO, Sim kart ile XT65 işlemcisi arasındaki seri haberleşme pinidir.

CCRST, Sim kart işlemcisinin yeniden başlatılmasını sağlar. XT65 işlemcisi tarafından kontrol edilir.

#### **4.2.2. Güç Kontrol ve Pil Yönetimi**

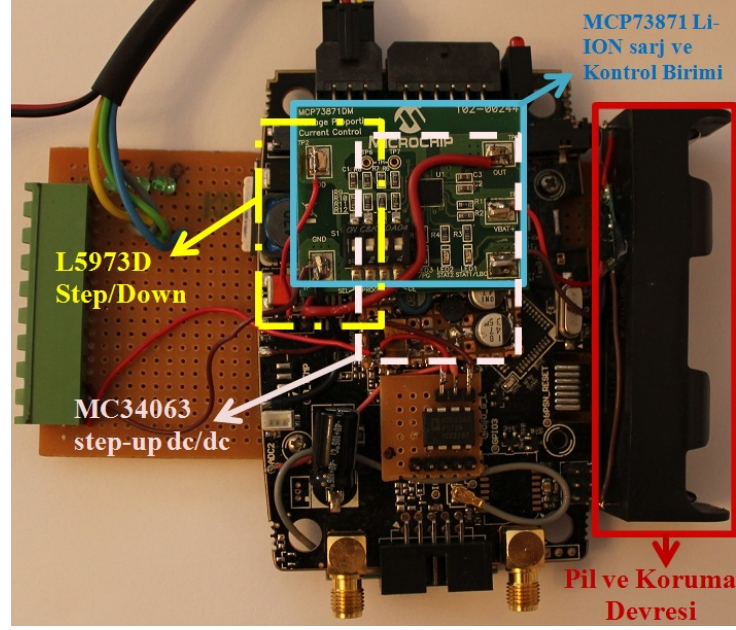
Kontrol kartı 8-28 Volt doğru akım (Direct Current-DC) bir giriş ile çalışmaktadır. L5973D Step/Down entegresi, giriş olduğu surece, 4,5V bir DC gerilimle MCP73871 Li-ion şarj ve kontrol katını beslemektedir. MCP73871 devreyi besleyecek ve üzerindeki Li-Ion pili şarj edecektir. Olası bir enerji kesilmesi durumunda ise sistem Li-Ion pil üzerinden çalışmaya devam edecektir. Kontrol kartı pil durumunu da merkezi sunucuya göndermektedir. Bu sayede olası sistem ve pil arızalarının bilgisinin önceden verilebilmesi amaçlanmaktadır. Şekil 29'de güç kontrol ve pil yönetimi katının blok şeması gösterilmektedir.



**Şekil 29. Güç Kontrol ve Pil Yönetimi Blok Diyagramı.**

18650 Li-ion pil ve koruma devresi ise enerji kesilmesi durumunda sisteme gerekli enerjiyi sağlayacaktır. 18650 bir pil standardı olup, 18mm çapında 65 mm uzunluğunda silindirik yapıda bir pil olduğunu belirtir. 18650 piller 3000mA kapasiteye kadar üretilebilmektedir. Gerilimleri ise 3,7V dur. Koruma devresi, pil enerjisinin 3V un altına düştüğü durumlarda, pil ile yük arasındaki bağlantıyı kesmeye yarar. Bu sayede pilin uzun süre deşarj altında kalması ve aşırı deşarj olması önlenir. Li-Ion piller aşırı şarj ve deşarj durumlarına karşı korunmalıdır.

Kontrol kartındaki bir diğer birim ise, load cell ve yansıma sensörlerinin çalışması için gerekli gerilimi ( 10-15 V) sağlayan MC34063 Step-Up gerilim regülâtörüdür. Step-Up gerilim regülâtörünün kullanılmasının sebebi sensörler üzerindeki gerilimi sabit bir değerde tutabilmektir ve enerji kesimi durumlarında pil üzerinden beslenmelerini sağlamaktır. ADC ile okunacak değerler ve sensör üzerindeki besleme gerilimi orantılıdır. Sistemin pil ile çalışması ve pil enerjisinin 4,2 ile 3 volt arasında değişkenlik gösterecek olması sensör okumalarını hatalı kılacaktır. MC34063 ile giriş gerilimi 3-4,5 arasında değişse bile çıkış gerilimi sabit olacaktır. Şekil 30'da uygulama üzerindeki güç kontrol birimleri gösterilmektedir.



Şekil 30. Güç Kontrol ve Pil Yönetimi Kartı Birimleri.

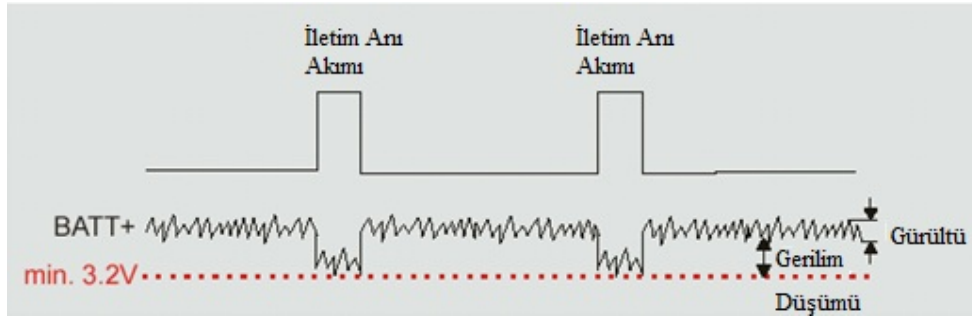
#### 4.2.2.1 L5973D Adım Düşürmeli (Step-Down) Regülâtör

Kontrol biriminde en çok güç tüketen birim, Cinterion XT65i Modül'dür. XT65 için maksimum RF çıkış gücü 2W'tır. GSM modülün tüketeceği akım, anten bağlantısının verimine göre 2-3A bir değere kadar çıkabilir. En kötü GPRS Class 10 bağlantısı için modülün tüketeceği akım ortalama 840mA'dir Güç tüketimi mobil terminalin baz istasyonuna olan uzaklığına göre değişiklik göstermektedir.

PARAMETRE	AÇIKLAMA	DURUM	Min.	Normal	Maks.	Birim
IBATT+	Ortalama Besleme Akımı	Konusma Modu EGSM900 GSM 1800/1900		300-270	400	mA
		Data Durumu GPRS Class 8 (4 RX, 1TX) EGSM 900 GSM 1800/1900		360-330	460	mA
		Data Durumu GPRS Class 10 (3 RX, 2TX) EGSM 900 GSM 1800/1900		590-540	840	mA
		Data Durumu GPRS Class 12 (1 RX, 4TX) EGSM 900 GSM 1800/1901		810-710	1210-1010	mA
	Tepe Besleme Akımı ( her 4.6 ms)	PCL 5 Güç seviyesi		2	3	A

Tablo1. GSM Modül Ortalama Güç Tüketim Değerleri [27].

XT65 besleme tasarımında dikkat edilecek husus, tasarladığınız devrenin maksimum tepe akımlarını sağlayabilmesi olacaktır. Benzer şekilde XT65 besleme geriliminin 3,3V aşağısına düşmemesi gerekmektedir. Güç tüketimi her 4,6ms de 0,577ms ( paket gönderimleri ) süresince maksimum değerdedir. Besleme katı 2A ve 4,5 V çıkış verebilecek şekilde tasarlanacaktır [27]. XT65 besleme gerilimi Şekil 31’de gösterilmiştir.



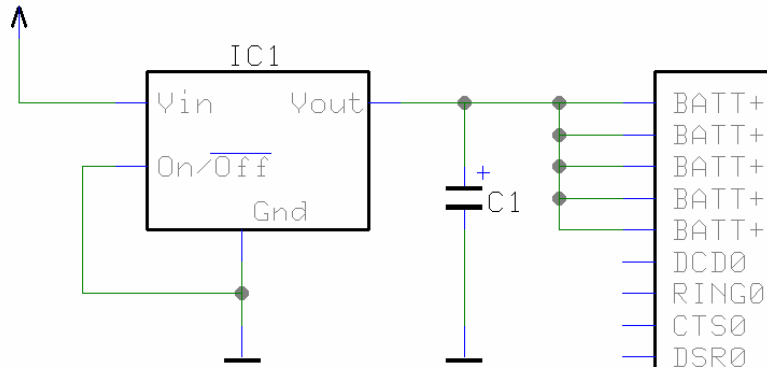
Şekil 31. XT65 Besleme Gerilimi [25].

XT65 besleme gerilimini AT^SBV komutu ile öğrenebiliriz. Modül RF katının kullanımı anında her 0,5s’yede bir, bekleme durumunda ise her 50s bir giriş gerilimini okumaktadır. AT^SBV komutu ile son okunan değeri öğreniriz. Okunan değer mV cinsindedir.

Besleme gerilimi için doğrusal ( linear ) veya anahtarlamalı ( switched ) bir tasarım kullanılabilir. Doğrusal bir tasarımın maliyeti düşük olmakla birlikte, devre büyük ve verimsiz çalışacaktır. Anahtarlamalı bir tasarım ise daha karmaşık olmasına rağmen, verimliliği ve büyüklüğü ile tercih sebebi olacaktır.

#### 4.2.2.1.1. Doğrusal Güç Kaynakları

Tasarımda dikkat edilmesi gereken husus, tepe akım değerlerinin verilebilmesidir. Tepe akım değerlerinde güç kaynağı istenen akımı karşılayamaz ise gerilim düşümü 400mV fazla olduğu anda modül istemsiz kapanabilir.



**Şekil 32. Doğrusal Besleme Devre Şeması [27].**

Doğrusal güç kaynağı için, basitleştirilmiş devre Şekil 34’de gösterilmektedir. Burada tepe akımları için IC1 3A çıkış verebilen bir entegre seçilebilir. Fakat bu pahalı ve verimsiz bir çözüm olacaktır. GSM modülün ortalama güç tüketimi 440mA’dır. Konuşma anında ise 577µs bir süreç için bu tepe akımlarına ihtiyaç duymaktadır. Bunu hesaba kattığımız zaman 500mA bir güç kaynağı ve tepe akımlarını karşılayabilecek bir C1 kondansatörü ile devremizi tasarlayabiliriz.

Tepe akımlarını karşılayabilecek C1 kondansatörünü hesaplamak için gerekli denklemler, Denklem 3’de gösterilmiştir.

$$C = Q/U = (I \times \Delta t)/(\Delta U)$$

$$C = \text{Kapasite (Farad)}$$

$$\Delta t = \text{deşarj zamanı (577µs)}$$

$$Q = \text{Şarj}$$

$$\Delta U = \text{Gerilim değişikliği (max. 250mV)}$$

$$I = \text{Akım (3A-0,5A= 2,5A)}$$

$$C = 2,5A \times 577\mu s / 250mV = 5770\mu F$$

### **Denklem 3. 0,5 Amper Linear Besleme için Kapasitör.**

5770µF kondansatör hacim olarak çok büyük olacaktır, baz istasyonuna olan uzaklığı ve kalitesiz anten seviyesi durumlarında bu değer daha da artabilir. GPRS Class 10 için iki katı bir rakama ihtiyaç duyulacaktır.(C1~ 10000 µF) Yüksek akım verebilen bir

doğrusal entegre kullanarak C1 kapasitesini düşürebiliriz. Denklem 3'deki hesabı 2,5 A bir entegre ile yaparsak Denklem 4'deki sonuçları alırız. GPRS class10 için iki katına ihtiyacımız olacaktır.(C1~ 2200 µF )

$$C = 0,5A \times 577\mu s / 250mV = 1154\mu F$$

#### **Denklem 4. 2.5 Amper Linear Besleme için Kapasitör.**

#### **4.2.2.1.2. Anahtarlamalı Güç Kaynakları**

GSM uygulamalarında en yaygın kullanılan güç kaynağı tipidir. Geniş bir giriş gerilimi aralığına sahiptirler. Doğrusal entegrelerdeki gibi giriş ve çıkış arasındaki gerilim farkı arttıkça ısınma problemleri oluşturmamaktadır.

Anahtarlamalı entegreler genel olarak 50kHz ile 1MHz arasında üretilirler. Bu tip yüksek frekanslarda olmaları yüzünden, besleme geriliminde dalgalanmalar oluşturabilirler. Bu dalgalanmalar, tasarımda kullanılacak filtreler ile minimum seviyeye çekilmeye çalışılacaktır. Anahtarlamalı entegrelerde bir diğer hususta, anahtarlama bobini üzerinde oluşan manyetik alanın yaratacağı gürültüdür. Bobinin, GSM modülden, veri , ses taşıyan hatlardan ve RF devre elemanlarından uzakta tutulması gerekmektedir.

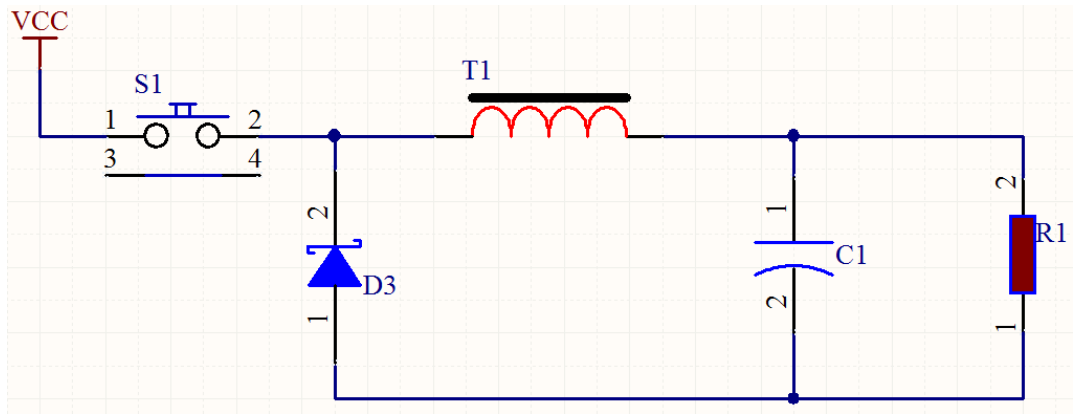
Kontrol kartı tasarımında ana güç entegresi olarak ST MICROELEKTONICS tarafından üretilen L5973D (2,5 A switch step down switching regulator ) entegresi kullanılacaktır. L5973D teknik özellikleri [28].

- 2,5 A dahili anahtarlama akımı
- 4 V - 36 V giriş gerilimi
- 3,3 V / (±2%) referans voltaj çıkışı
- 1.235 V ile 35 V arası çıkış gerilimi
- Düşük yitimli Çıkış (Low drop Out-LDO ): 100 % duty cycle
- 250 Khz dahili anahtarlama frekansı

- Dahili akım limiti
- Geri besleme kopmalarına karşı koruma
- Isıl kapanma

L5973D step-down yani çıkış gerilimi giriş gerilimden daha düşük olan sistemler için tasarlanmıştır. Kontrol kartımız L5973D ile 9-36V DC giriş değerlerinde çalışabilecektir.

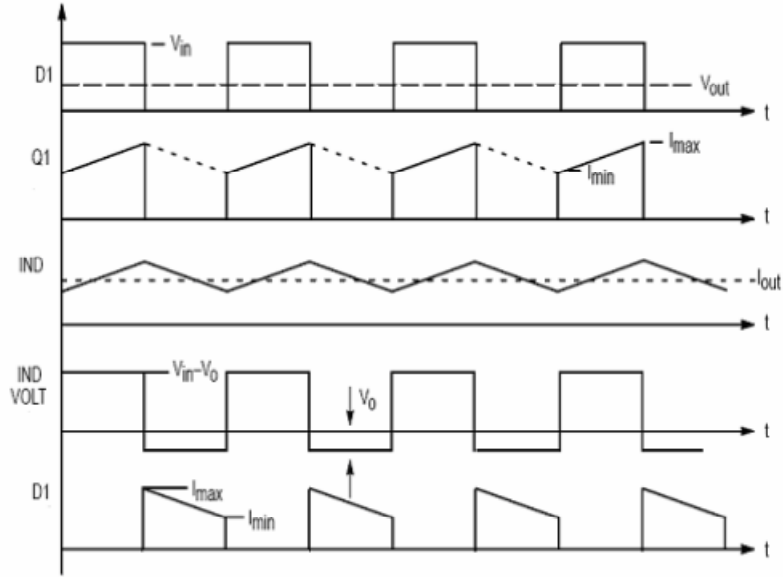
Basit bir Step-Down dönüştürücü şeması Şekil 35’de gösterilmektedir. Burada S1 anahtarı ile uygulanan her bir anahtarlama, akım bobin akım üzerine depolanır.



**Şekil 33. Step-Down Devre Şeması.**

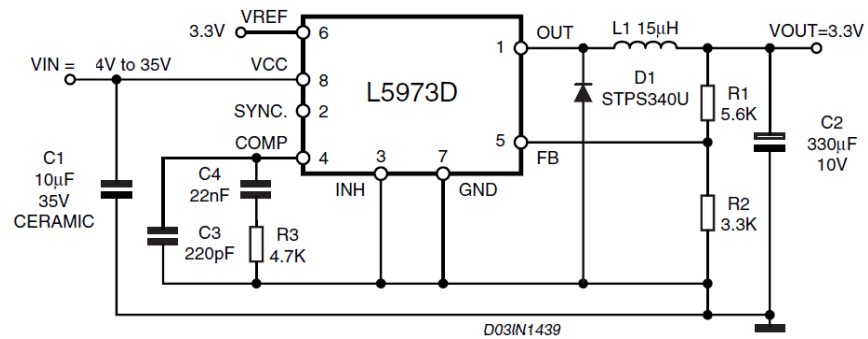
S1 anahtarı kapalı konumda iken, bobin üzerinde depolanan enerji R1 üzerine akar. C1 kondansatörü ise filtreleme amaçlıdır. D3 diyotu ise anahtarın kapalı olduğu durumda akımın yük üzerinden akabilmesini sağlamak için kullanılır. Burada kullanılan diyotun anahtarlama frekansında çalışabilmesi gerekmektedir. Bu yüzden Baritt (Schottky) Diyotlar kullanılır. Yük üzerinde oluşan gerilim Şekil 34’deki gibidir.





**Şekil 34. Step-Down Çıkış Değerleri [29].**

Anahtarlama hızı arttıkça, bobin üzerinde depolanması gereken enerji miktarı azalacak, daha küçük bobinler kullanılabilir. Çıkış gerilimi bobin değeri ve anahtarlama frekansı ile kontrol edilebilir. Şekil 35’de L5973D ile tasarlanan 3,3V çıkış veren bir tasarım verilmektedir.



**Şekil 35. 3.3V L5973D Devre Şeması [28].**

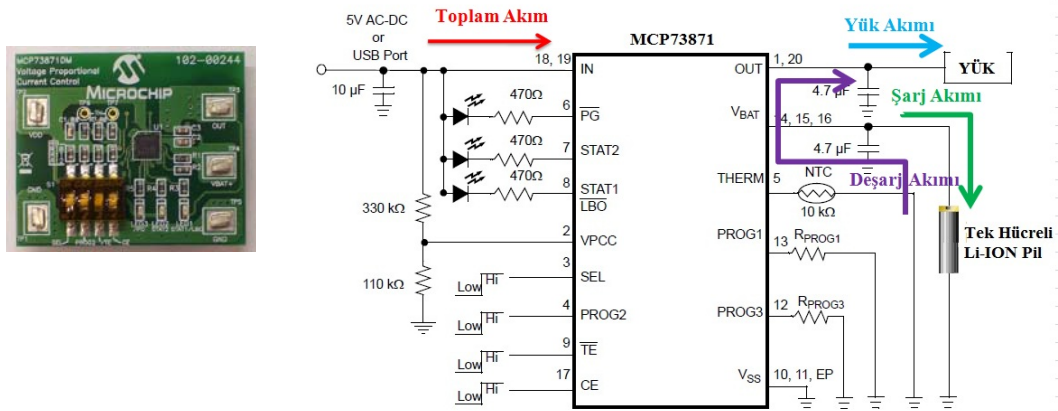
4,5V DC çıkış için R1 ve R2 direnç değerleri, 10K ve 4,7 K olarak ayarlanmıştır.

#### 4.2.2.2. MCP73871 Li-Ion Şarj ve Kontrol Birimi

Kontrol kartı, enerjinin kesildiği durumlarda da çalışabilmesi için, li-ion bir pil ile desteklenmiştir. Enerji kesildiğinde, devreyi pil üzerinden besleyecek ve pil şarj işlemlerini yapacak entegre için MICROCHIP tarafından üretilen MCP73871 kullanılmaktadır. Şekil 36'da MCP73871 geliştirme devresi ve şeması gösterilmektedir.

MCP73871 genel özellikleri [30].

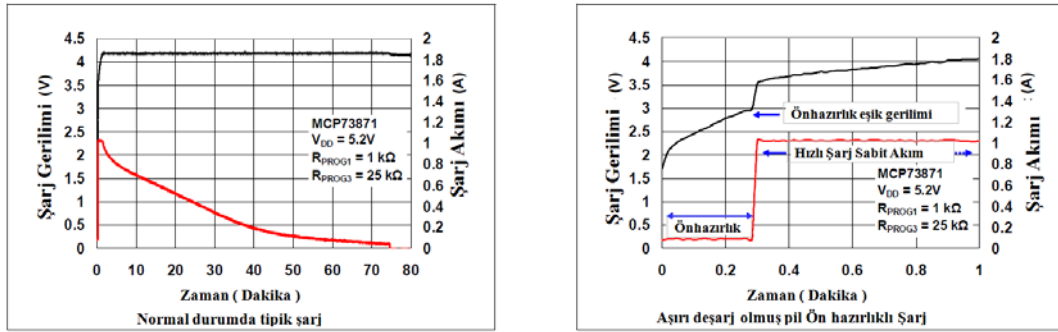
- Giriş akımı kontrolü. (Tipik 1650 mA), USB-High (Maksimum 500 mA) and USB-Low (Maksimum 100 mA)
- Üç adet durum göstergesi. Şarj durumu, düşük pil ve giriş enerjisi durumu
- Li-Ion pil şarj voltajı:  $4,2V \pm 0,5\%$
- NTC ile sıcaklık izleme.
- 0,1C şarj akımı ile aşırı deşarj olmuş pilleri şarj edebilme.
- 6 saate kadar zamanlayıcı ile şarj süresi kontrolü.
- Sabit akım ve sabit gerilim (CC/CV) şarj algoritması.
- Direnç ile programlanabilir maksimum şarj akımı: 1A
- Direnç ile programlanabilir şarj sonlandırma akımı: 100 mA
- Otomatik şarj sonlandırma
- Otomatik tekrar şarja başlama.
- Entegre altı genişletilmiş yatak ile sıcaklığı dağıtma.



Şekil 36. MCP73871 Geliştirme Devresi ve Şeması [30].

MCP73781 entegresi, kendi başına veya bir mikroişlemciye bağlı olarak çalışabilir. Kontrol pinleri ile maksimum şarj akımı ( USB ve AC adaptör için seçilebilmektedir.) USB portları için gerekli olan sınırlamaları destekleyebilmektedir. MCP73871 sabit akım ve sabit gerilim (Constant Voltage-CV, Constant Current-CC) metotlarını uygulamaktadır. Sabit gerilim metodu, maksimum şarj gerilimi entegrenin modeline göre 4,1V, 4,2V, 4,20V, 4,35V veya 4,40V olarak değiştirilmektedir. Sıcaklık ve maksimum akım sınırlamalarını da desteklemektedir. Şekil 36’da tipik bir MCP73871 devresi ve akımları gösterilmektedir. Toplam akım, şarj akımı ve yük akımının toplamı kadardır.

MCP73871 şarj entegresi pilin durumuna göre şarj akım ve gerilimini ayarlayarak, sağlıklı bir şarj işlemi gerçekleştirir. Örnek vermek gerekirse pil gerilimi 3,7 V olan normal durumdaki bir pili sabit gerilim altında maksimum değere kadar şarj eder. Şarj anında akım maksimum değerine ulaşmadığı için, herhangi bir sınırlama söz konusu olmaz. Fakat 3V altına düşmüş yani aşırı deşarj olmuş bir pil söz konusu ise, maksimum şarj gerilimi kullanılamaz. Aşırı akım, pil arızalarına sebep verebilir. Bu yüzden MCP73871 entegresi öncelikle pili düzgün şarj edilebilecek seviyelere gelene kadar sabit ve düşük akımlar ile şarj eder. Pil içerisindeki enerji istenilen düzeye geldiğinde sabit akım yerine sabit gerilim ile şarj işlemine devam eder. Şarj eğrileri Şekil 37’de gösterilmiştir.



Şekil 37. MCP73871 Normal ve Ön Hazırlıklı Şarj Eğrileri [30].

MCP73871 entegresinin üç adet program giriş pini ile maksimum şarj akımları kontrol edilebilir. Bu pinler PROG1, PROG2 ve PROG3 pinleridir.

PROG1 pini, hızlı şarj akımını kontrol etmek için kullanılır. Hızlı şarj akımının %10 fazla değeri de şarj sonlandırma akımını verecektir. PROG1 pini ile eksi hat üzerine bağlanacak seri bir direnç ile bu akım kontrol edilebilir. Formülü Denklem 5’de gösterilmiştir.

$$Maks.Şarj Akımı = \frac{1000V}{RPROG1}$$

#### **Denklem 5. Maksimum Şarj Akımı.**

Projede kullanılan pilin maksimum şarj akımı 825mA’dır [31]. Bu değeri formülde yerine koyarsak bulduğumuz değer 1,21K dır.

$$825mA = \frac{1000V}{RPROG1} \quad RPROG1 = \frac{1000V}{825mA} = 1,21K$$

#### **Denklem 6. RPROG1 Değeri.**

RPROG2 pini, entegrenin SEL pini ile birlikte, USB port ile beslendiği durumlarda maksimum şarj akımını belirlemesine yarar. SEL pini lojik 1 konumdayken giriş akımı maksimum değer olan 1,8A ile sınırlandırılmış olur. SEL’in bir konumu duvar tipi doğrudan bir besleme kaynağı ile çalıştığını belirtir. SEL’in lojik sıfır olduğu durumda entegre USB port üzerinde çalışacak şekilde programlanır ve PROG2 girişin değerine göre 100mA ( PROG2 lojik sıfır iken ) ve 500mA ( PROG2 lojik bir iken) olur. [32]

PROG3 pini, PROG1 pini ile aynı formül ve bağlantıyı kullanır ve şarj kesme akımını belirler. Tasarımda dikkat edilmesi gereken husus, Şarj kesme akımının şarj akımından az olmasıdır.

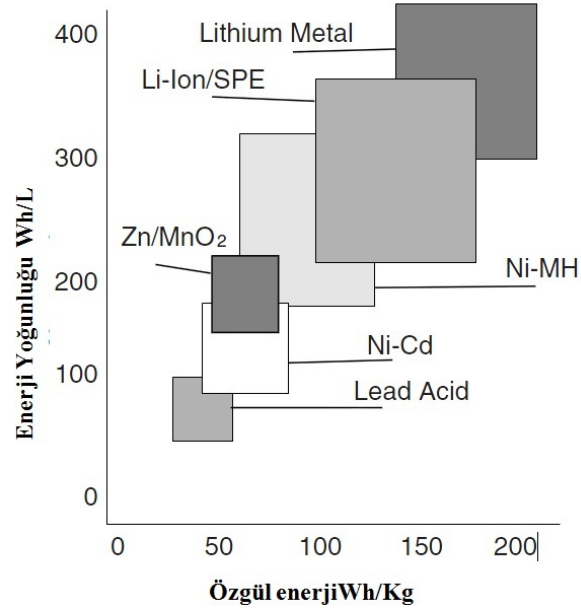
THERM pini kullanılarak, aşırı ısınma durumlarında şarj işleminin kesilmesi sağlanabilir. Bunun için pil gövdesi ile mekanik olarak temas halinde bulunan bir 10K termistör ( NTC-Negative temperature coefficient ) kullanılması gerekmektedir.

#### 4.2.2.3. Li-ION ve Şarj Edilebilir Piller

Piller kimyasal enerjiyi depolayan ve elektrik enerjisi olarak kullanabilmemizi sağlayan aygıtlardır. Mobil cihazların fazlaşması ile kullanımı daha çok artmıştır. Çeşitli kimyasal malzemeler ve materyaller kullanılarak üretilenlerdir. Piller iki önemli gruba ayrılır. Birincil ( Şarj Edilemeyen) piller ve ikincil piller (Şarj edilebilir Piller). Şarj edilebilir piller gün geçtikçe daha çok elektronik cihazda kullanılmaya başlanmıştır. Yakın gelecekte tamamen elektrikle çalışan araçların pazara girmesi ile şarj edilebilir pil pazarı daha da büyüyecektir. Günümüzde 10 milyar dolarlık bir pazara sahiptir [33]. Lityum-iyon pillerin genel özellikleri,

- Yüksek Enerji: gravimetrik enerji yoğunluğu, yaklaşık 202Wh/kg; volumetrik enerji yoğunluğu yaklaşık 300 Wh/dm<sup>3</sup>
- Yüksek ortalama çalışma gerilimi ( 3,6V)
- Mükemmel şarj-deşarj özellikleri, 500 çevrimden fazlasına olanak vermesi.
- Ni-Cd pillerde bulunan hafıza etkisinin olmaması.
- Kalan kapasitenin, bataryadeşarj eğrisi incelenerek kolay şekilde hesaplanabilmesi.
- Lityum metali kullanan denk hücrelerden daha güvenli olması.
- Hızlı şarj olanağı. ( 2-3 saat )

Lityum-iyon pillerin şarj edilirken, sıcaklık ve maksimum şarj gerilim ve akımı gibi durumlar göz önüne alınmalıdır. Bir diğer dezavantaj ise lityum pillerin hücre enerjisi 2V altına düştüğünde aşırıdeşarj olması durumudur. Lityum pillerin diğer pillere göre enerji yoğunluğu diğer şarj edilebilir diğer pillere göre daha fazla olduğundan günümüzde taşınabilir elektronik cihazlar için en çok tercih edilen şarjlı pillerdir [34]. Şekil 38'de çeşitli piller için enerji yoğunluğu grafiği gösterilmiştir.



**Şekil 38. Şarj Edilebilir Piller Enerji yoğunluğu [34].**

Sistemde kullanacağımız pil ise Panasonic NCR18650 Li-ion şarj edilebilir pilidir. NCR18650 genel özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir [31].

Belirtilen Gerilim		3,6V
Belirtilen Kapasite	Minimum	2,750 mAh
	Tipik	2,900 mAh
Ölçüler	Çap	Maks. 18.6 mm
	Yükseklik	Maks. 65.2 mm
Yaklaşık Ağırlık		45 g
Sabit Şarj Gerilimi Maks.		4,2V
Sabit Şarj Akımı Maks.		825mA
Şarj Kesme Akımı		50mA
Deşarj Akımı Maks.		550mA
Deşarj Kesme Gerilimi		2,5V

**Tablo 2. NCR18650 Genel Özellikleri [31].**

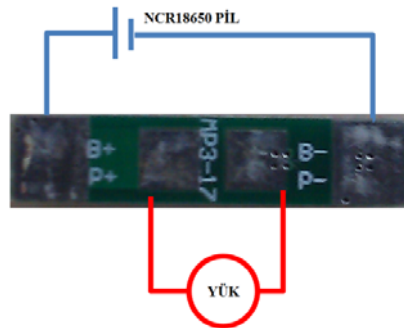
Sistemde kullandığımız pil silindirik bir yapıdadır. (18mm x 65mm). Şekil 39’da görüldüğü gibi birçok ebat ve standart da pil üretilir. Piller birbirlerine seri veya paralel olarak bağlanarak, daha yüksek akım ve gerilim değerlerine sahip pil grupları oluşturulabilir.



Şekil 39. Çeşitli Li-ION piller ve NCR18650 [35].

#### 4.2.2.4. Pil Koruma Devresi

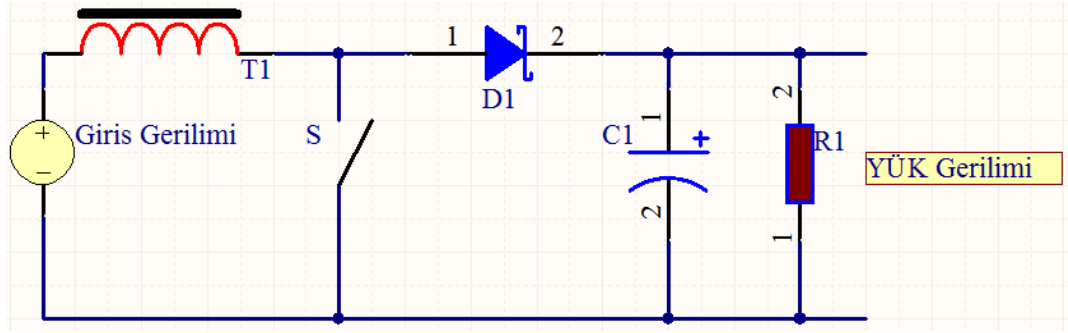
Pil koruma devresi, lityum pillerdeki aşırı şarj ve deşarj durumlarını engellemek için kullanılan devrelerdir. Aynı zamanda pil üzerinden çekilecek maksimum akımı da sınırlar. Hücre değeri 3V altına düştüğü zaman pil ile hücre arasındaki elektriksel bağlantıyı keserek pilin aşırı deşarj olma durumunu engeller. Sistemde hazır olarak satılan tek hücreli bir koruma devresi kullanılmıştır. Şekil 40’da pil koruma devresi ve bağlantısı gösterilmiştir.



Şekil 40. Koruma Devresi ve Bağlantısı.

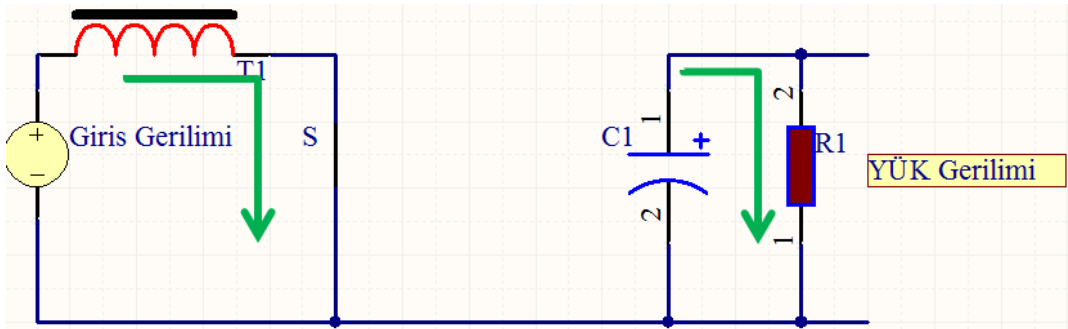
#### 4.2.2.5 MC34063 Adım Yükseltmeli ( Step-UP ) Regülâtör

Sistem tasarımında sensör beslemeleri için 12V DC gerilime ihtiyaç duyulmaktadır. Sistem girişinden alınabilecek bir besleme ile de 12V DC ihtiyacımızı karşılamamız mümkündür, fakat olası enerji kesilmelerinde sensörlerin çalışması mümkün olmazdı. Bu yüzden sisteme step-up regülâtör tasarımı eklenerek, MCP73871 şarj kontrol entegresinin çıkışı, sensör beslemeleri için gerekli olan 12V seviyesine çıkarılmıştır.



Şekil 41. Step-Up Regülâtör S anahtarı Açık.

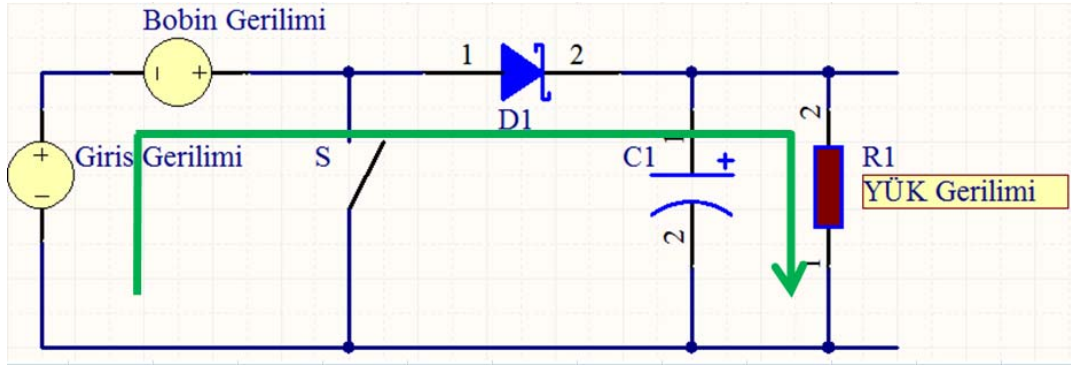
Şekil 41’de görüldüğü gibi S anahtarının ilk açık olduğu konumda C1 kapasitesi, T1 bobini ve D1 diyotu üzerinden şarj olur. Teoride T1 ve D1 üzerinde herhangi bir gerilim düşümü olmaz. C1 kapasitörü de anında giriş gerilimine şarj olacaktır. Yük üzerindeki gerilim C1 kondansatörü üzerindeki gerilime eşit olur. Şekil 42’deki gibi S anahtarının kapalı olduğu durum da ise T1 Giriş gerilimi ile enerji yüklenir. Diyot ters polarize olduğundan giriş gerilimi ile yük gerilimi arasındaki bağlantı kesilmiş durumdadır [36].



Şekil 42. Step-Up Regülâtör S anahtarı Kapalı.



C1 kapasitesi R direnci üzerinden boşalacağı ve çıkış gerilimin düşeceğini düşündürsek C1 kapasitesinin büyük seçilmesi gerekmektedir. Bobin enerji yüklendikten sonra, Şekil 43’de gösterildiği gibi S1 anahtarının tekrar açılması durumunda T1 bobini ve giriş gerilimine seri bağlı bir güç kaynağı olarak davranır. Bobin üzerindeki enerji de yük üzerine akacak ve böylece çıkış gerilimimiz yükseltilmiş olur.



Şekil 43. Step-Up Regülâtör S anahtarı Kapalı-1.

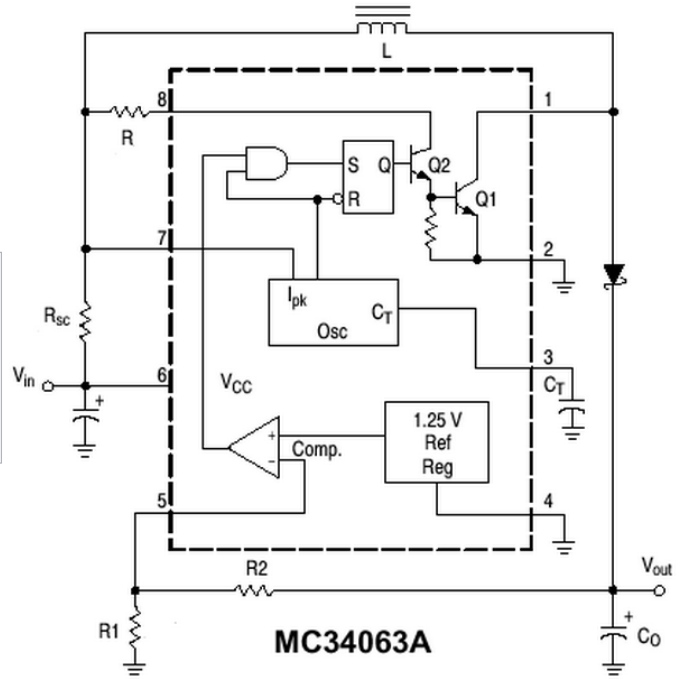
Basit olarak Step-Up regülâtörlerin çalışmasından bahsettikten sonra, sistem tasarımında kullanacağımız step-up regülâtör entegremiz birçok firma tarafından üretilen MC34063 entegresidir. MC34063 genel özellikleri aşağıdaki gibidir [37].

- 3,0V ile 40V arasında çalışma gerilimi
- Düşük bekleme akımı
- Akım sınırlaması
- Yüksek çıkış anahtarlama akımı ( 1,5A )
- Ayarlanabilir çıkış gerilimi
- 100Khz kadar anahtarlama frekansı
- Kurşun içermez ürün
- Alternatif entegre paketleri

MC34063 ile 12V sabit çıkış için tasarlanacak devre Şekil 44’deki gibi olacaktır [38].

Vin 3,8 V  
 Vout 12 V  
 Iout 100 mA  
 Vripple 50 mV(pp)  
 Fmin 100 kHz  
 Calculate

Ct=330 pF  
 Ipk=1140 mA  
 Rsc=0.263 Ohm  
 Lmin=14 uH  
 Co=148 uF  
 R=180 Ohm  
 R1=1.5k R2=13k (12.08V)



Şekil 44. M34063 Step-Up Devresi [38].

#### 4.2.3 Giriş ve Çıkış Birimi

Akıllı çöp kutusu kontrol kartı üzerinde bulunan, elektronik algılayıcı giriş ve çıkışlarını kontrol edebilmek ve elektronik haberleşmenin sağlanabilmesi için bazı kontrol ve sürücü devrelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu devrelerin isimleri kısaca aşağıdaki gibidir.

- RS232 Sürücü Devresi
- GPIO Sürücü Devresi
- Yük Hücresi Sürücü Devresi
- ADC0 Sürücü Devresi

#### 4.2.3.1 RS232 Seri Port Sürücü Devresi

XT65 modül üzerinde, programlama ve kontrol amaçlı bir adet seri port (ITU-T V.24 protokol) bulunmaktadır. Seri haberleşme aygıtları iki sınıfa ayrılır. Bunlar,

- Veri İletim Cihazları ( Data Communications Equipment – DCE )
- Veri Terminal Cihazları ( Data Terminal Equipment – DTE )

DCE'lere modemi örnek verebiliriz. DTE ise bilgisayardır. Seri portun elektriksel özellikleri EIA ( Electronic Industries Association – Elektronik Sanayi Birliği ) RS232 standardı tarafından belirlenir [39].

EIA RS232 standardına göre, RS232 pinleri aşağıdaki gibi olmalıdır [39].

- "Logic 0 " +3 ile +25 volt arasındadır.
- "Logic 1" -3 ile -25 volt arasındadır.
- +3 ile -3 arasındaki bölge tanımsızdır.
- Açık devre voltajı 25 voltu asla aşmamalıdır ( GND referans alınarak ).
- Kısa devre akımı 500mA aşmamalıdır. Aygıt bu akımla, devre zarar görmeden çalışabilmelidir.

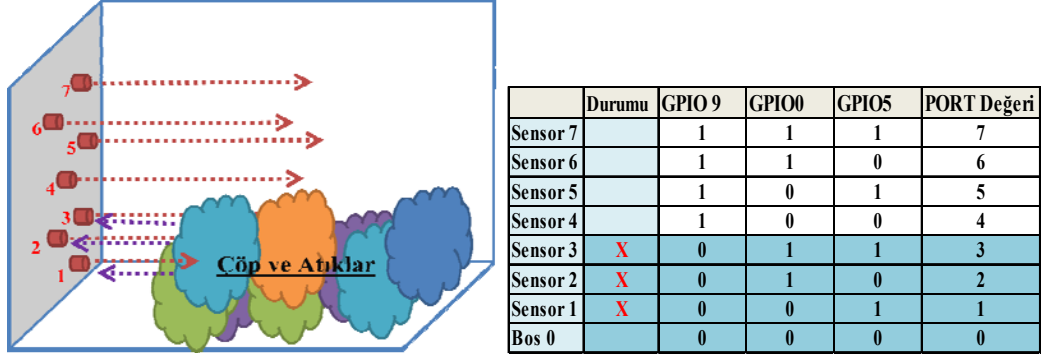
Elektronik devrelerdeki yarı iletkenler düşük gerilim seviyelerinde çalışmaktadırlar. Bu gerilim seviyelerine TTL(Transistor–Transistor Logic) veya CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) Logic denir. EIA RS232 standardına uymayan sinyal seviyeleri olduğundan bu seviyelerin EIA RS232 standardına dönüştürülmesi gerekmektedir. Seviye dönüştürme için özel entegrelerden yararlanılmaktadır. Akıllı çöp tenekesi uygulamasında MAX3238 entegresi kullanıldı. MAX3238 entegresinde beş adet sürücü, üç adet alıcı kanal bulunmaktadır [40]. Bu sayede modül üzerindeki tüm RS232 bağlantı kanalları seviye dönüştürme işlemine tabi tutulabilir.

XT65 modül ve PC arasındaki seviye dönüştürme entegresi ve devresi Şekil 45'de gösterilmektedir.

#### **Şekil 45. Akıllı Çöp Kutusu RS232 Devresi.**

##### **4.2.3.2 GPIO Sürücü Devresi**

Akıllı çöp tenekesi kontrol biriminde, seviye bilgisini ölçmek için yedi adet cisimden yansımali sensör kullanılmaktadır. Cisimden yansımali sensörler yedi doluluk seviyesini verecek şekilde, test düzeneğine bağlanılmışlardır. Şekil 46'da sensör bağlantısı ve üçüncü kademe doluluk seviyesini gösteren çizim gösterilmektedir.

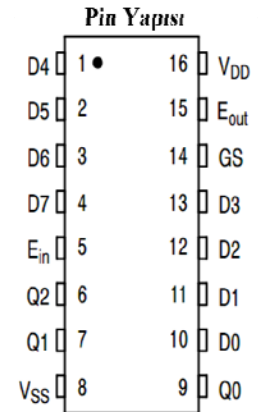


Şekil 46. 3.Kademe Doluluk Sensör Durumları ve Çıktılar .

Kontrol kartı üzerinde bu yedi seviye girişi için kullanılacak 3 adet GPIO bulunmaktadır. Bu yüzden, seviye sensörleri ile GPIO girişleri arasında bir lojik kod çözücü devre kurulması gerekmektedir. Sensör durumları ve çıktıları dikkate alındığında ihtiyacımız olan devre için 4532B 8-bit Öncelikli şifre çözücü (8bit Priority Encoder) entegrenin kullanılabilceği görülür. 4532B data girişlerinin adreslerini çıkışa vermektedir. Böylece XT65 modül üzerinde daha az GPIO girişi harcayarak, kontrol kartı için daha fazla GPIO değerinin okunması sağlanır. XT65 modül üzerinde 10 adet GPIO olduğundan en fazla 1024 adet giriş yapılabilir. 4532B entegresinin doğruluk tablosu Tablo 3’de gösterilmiştir [41].

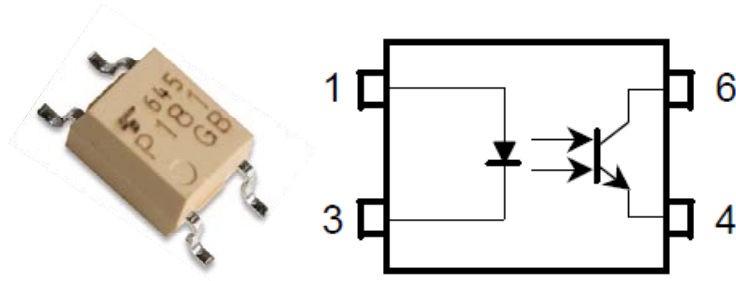
GİRİŞLER									ÇIKIŞLAR				
E <sub>in</sub>	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	GS	Q2	Q1	Q0	E <sub>out</sub>
0	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	X	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1	0
1	0	1	X	X	X	X	X	X	1	1	1	0	0
1	0	0	1	X	X	X	X	X	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	X	X	X	X	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	1	X	X	X	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	1	X	X	1	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	X	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0

X = Etkisiz Giriş



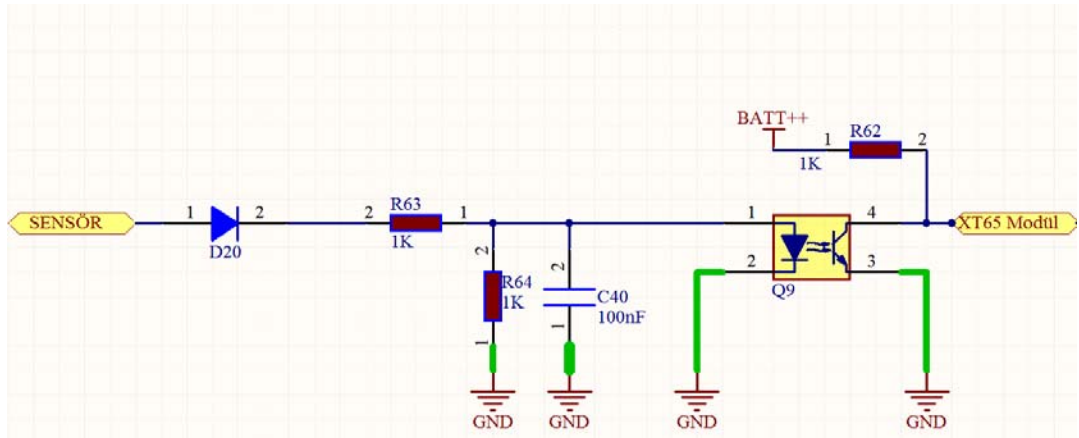
Tablo 3. 4532B Doğruluk Tablosu ve Pin Yapısı [41].

XT65 modül, hassas bir devre elemanı olduğu için elektriksel olarak giriş ve çıkışlardan yalıtılması gerekmektedir. Bu sayede oluşabilecek statik elektrik akımlarından XT65 modül korunabilir. GPIO girişlerinin, izole edilmesi için optik yalıtım entegresi olan optokuplörlerden yararlanılmıştır. Optokuplörler, led ve foto alıcının kapalı bir şekilde paketlenmesi sonucu oluşturulur. Akıllı çöp tenekesinde Toshiba tarafından üretilen TLP181 entegresi kullanılmıştır. Şekil 47’de TLP181 resmi ve pin yapısı gösterilmektedir.



Şekil 47. TLP181 Resmi ve Pin Yapısı [42].

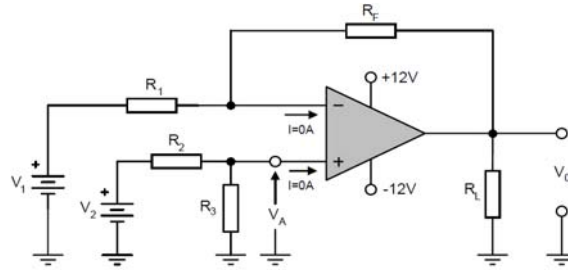
Şekil 48’de kontrol birimi üzerindeki optik bağlantı devresi gösterilmiştir. 4532B entegresinin çıkışları aktif olduğu zaman, sensör girişi üzerindeki D20 diyodu ilettime geçer. R63 üzerinden C40 şarj olur ve optokuplör ledi ışık yaymaya başlar. Optokuplör transistörünün base ucuna gelen ışık ile ilettime geçeceğinden, bu durumda çıkış 1 değerinden 0 a düşmüş olur. C40 kapasitörü, optokuplör girişinin çalışması için bir zaman gecikmesi oluşturmak ve devreyi daha kararlı durumda tutmaktır.



Şekil 48. Kontrol Birimi Optik Yalıtım Devresi.

### 4.2.3.3 Yük Hücresi Sürücüsü

Yük hücreleri, çıkışlarında çok küçük gerilimler oluşturabildiğinden bu gerilimlerin XT65 modül ADC kanallarının okuyabileceği değerlere yükseltilmesi gerekmektedir. XT65 ADC kanalı 0-2,4V gerilim ölçebilmektedir. Yükseltme işlemi için fark alıcı işlemsel kuvvetlendirici devrelerden yararlanılmıştır. (Differential OpAmp - Operational Amplifier) Fark alıcı yükselteç devreleri girişine uygulanan iki gerilimin farkını alarak kazanç kat sayısı ile çarpır ve çıkışına verir. Fark alıcı devre, genelde ölçme ve kontrol sistemlerinin tasarımında kullanılan temel yükselteç devresidir. Oldukça hassas ve kararlı bir çalışma karakteristiğine sahiptir [43]. Örnek fark yükselteç devresi Şekil 49'da gösterilmiştir.



Şekil 49. Temel Fark Yükselteç Devresi [43].

Devrede çıkış gerilimi, her iki giriş gerilimi için ayrı ayrı hesaplanan çıkış değerlerinin toplamıdır. Çıkış gerilimi formülü Denklem 7'de gösterilmiştir. Op-Amp girişlerinden biri için eviren diğeri için evirmeyen özelliğindedir. Çıkış değerleri toplandığı zaman aralarındaki fark alınmış olur.

$$V_0 = V_{01} + V_{02}$$
$$V_0 = \left[ -\frac{R_F}{R_1} + V_1 \right] + \left[ \left( 1 + \frac{R_F}{R_1} \right) \cdot \left( \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right) \right]$$

Denklem 7. Temel Fark Yükselteçi Çıkış Gerilimi [43].

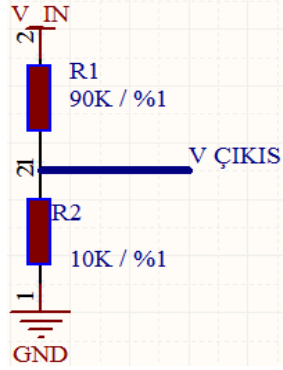
Akıllı çöp kutusu kontrol devresinde AD623 entegresi kullanılmıştır. AD623 kullanılması sebebi, giriş hassasiyetinin düşük olması ( $200 \mu\text{V}$ ) , simetrik güç kaynağına ihtiyaç duymaması, çıkış ve besleme gerilimleri arasında fark olmamasıdır. AD623 kazancı 1 ile 1000 arasında ayarlanabilmektedir. Güç tüketimi ise 3V besleme gerilimi altında iken 1,5 mW tır [44]. Kullanılan AD623 devresi Şekil 50'de gösterilmiştir.

#### **Şekil 50. ADC623 ve Yük Hücresi Bağlantısı.**

#### **4.2.3.4 ADC0 Sürücü Devresi**

Akıllı çöp tenekesi kontrol kartı giriş gerilimi olarak 9-36V olarak tasarlanmıştır. XT65 modül üzerinde bulunan ADC kanallarından ilki giriş gerilimini ölçmek için kullanılmaktadır. Bunun için, bir gerilim bölücü ve gerilim izleyici devreden yararlanılmıştır. Gerilim bölücü devrenin amacı, yüksek olan giriş gerilimini bölmek ve ADC girişinin okuyabileceği seviye çekebilmektir. Her ne kadar, kontrol kartı giriş gerilimi 36V değerine kadar çalışabilse de gerilim bölücü hesaplarında ve pratikte maksimum 24V bir besleme öngörülmüştür. Gerilim bölücü için 10K ve 90K dirençleri seçilmiş ve giriş geriliminin 1/10 ADC girişine uygulanmıştır. Şekil 51'de gerilim bölücü devresi ve çıkış gerilimi formülü gösterilmektedir. 24 volt giriş için gerilim bölücü çıkışı 2,4V, 12V giriş için 1,2V olacaktır.





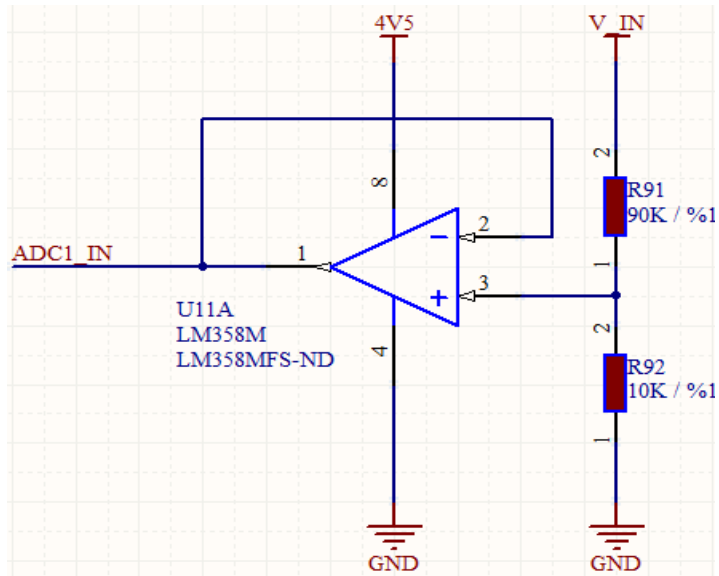
$$V_{\text{Çıkış}} = \left[ \frac{V_{in}}{R1 + R2} \right] \cdot R2$$

$$V_{\text{Çıkış}} = \left[ \frac{V_{in}}{90K + 10K} \right] \cdot 10K$$

$$V_{\text{Çıkış}} = \left[ \frac{1}{10} \right] \cdot V_{in}$$

**Şekil 51. Gerilim Bölücü ve Çıkış Gerilimi.**

Daha sağlıklı bir ölçüm için, XT65 ADC kanalı ile modül arasında bir gerilim izleyici devre daha eklenmiştir. Gerilim izleyici devreler, yüksek giriş ve alçak çıkış empedansına sahip olduğu için, R2 direnci üzerinde XT65 modülün herhangi bir etkisinin olmasını engeller. Gerilim bölücü ve izleyici devre Şekil 52’de gösterilmiştir.



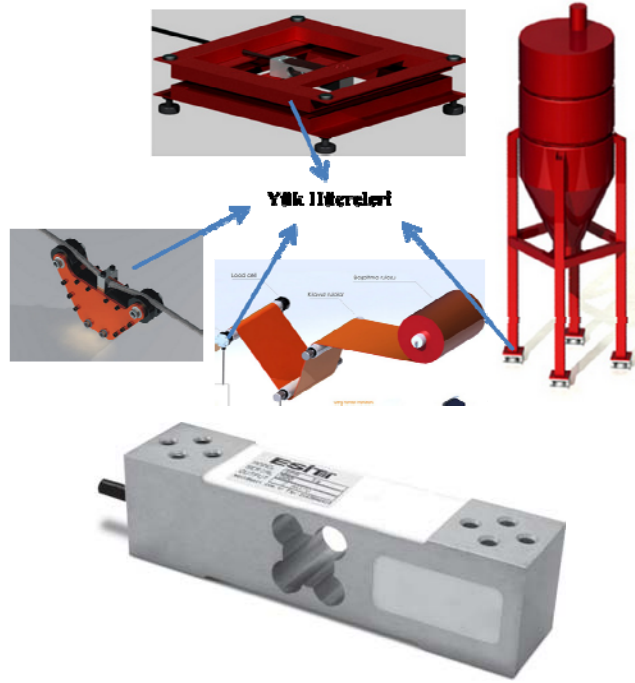
**Şekil 52. ADC0 Sürücü Devresi.**

#### 4.2.4. Mekanik Tasarım

Akıllı çöp tenekesi tasarımında, 50 cm x 50 cm ebatlarında bir yük hücresi platformu ve bu platform üzerinde 50 cm yüksekliğinde çöp haznesi ve seviye sensörlerini bulunduran bir kabin olacak test platformu hazırlanmıştır. Platformun merkezinde ağırlık sensörü bulunur. Ağırlık ölçümleri tek bir sensör kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

##### 4.2.4.1 Yük Hücresi Platformu

Yük hücreleri, ölçülecek olan nesnenin durumuna göre çeşitli şekillerde üretilirler. Şekil 53'de üretilen çeşitli yük hücreleri gösterilmektedir.



Şekil 53. Yük Hücresi Uygulamaları ve SPA150 Yük Hücresi [22]. [45].

Akıllı çöp kutusu uygulamasında SPA150 alüminyum yük hücresi kullanılacaktır. Alüminyum gövdesi ile korozyona dayanıklıdır. Ölçüm bölgesi kimyasal malzeme ile izole edilmiş olan SPA yük hücreleri IP55 sınıfında suya karşı tam korumalıdır. SPA yük hücreleri 50x50cm ebatlarına kadar platform basküllerde kullanılabilir. 150 kg'a

kadar ölçüm yapabilir. -40 ile +80 derece arasında çalışma sıcaklığı aralığına sahiptir. Minimum taksimat değeri 30 gramdır.

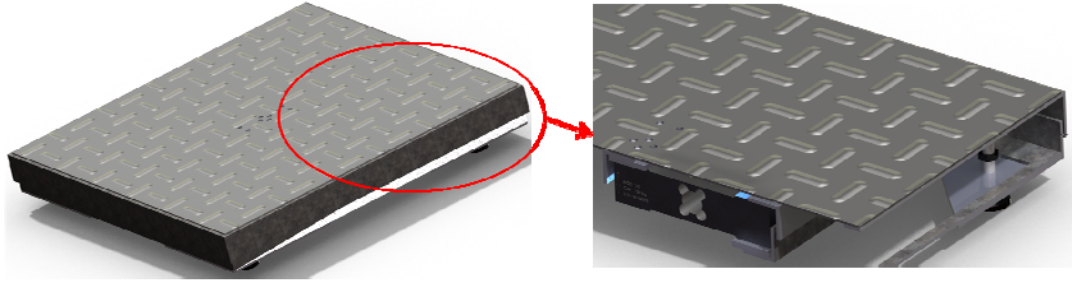
Yük hücresi platformu için 3mm kalınlığında köşe demirler kullanılarak taşıyıcı platform oluşturulmuş ve platform merkezine SPA150 yük hücresi yerleştirilmiştir. Yük hücresi bağlantı noktası 5 mm kalınlığında destekler ile güçlendirilmiştir. Taşıyıcı platformun dört köşesinde 5 mm kalınlığında destek plakalar konulmuş bu plakalara taşıyıcı ayaklar bağlanmıştır. Şekil 54'de taşıyıcı platformun 3 boyutlu bilgisayar çıktısı gösterilmektedir.

#### **Şekil 54. Taşıyıcı Platform ve Yük Hücresi Bağlantısı 3 Boyutlu Modeli.**

3 boyutlu model üzerinde işaretlenen kısımlar,

1. SPA150 Yük Hücresi
2. 3mm Köşebent Demirler
3. 5mm Köşe Destek Demirleri ve Ayaklar
4. 5mm Yük Hücresi Destek Demiri
5. Elektronik Devreler için Muhafaza

Taşıyıcı platformun, karşılığı olarak bir üst platform hazırlanmıştır. Üst platform ile taşıyıcı platform arasındaki mekanik bağlantı SPA150 yük hücresi üzerinden gerçekleşmektedir. Üst platform üzerine konan yükler ile oluşacak ağırlık kuvvetinin tümünün yük hücresi üzerinden zemine iletilmesi amaçlanmıştır. Şekil 55’de üst platform ve yük hücresi platformu kesiti gösterilmektedir.



**Şekil 55. Yük Hücresi Platformu 3 Boyutlu Model ve Kesiti.**

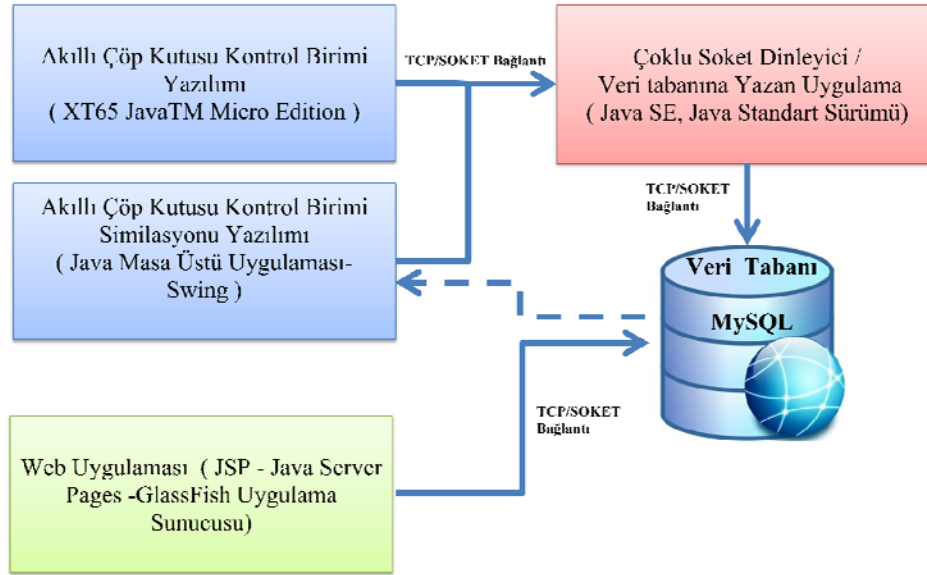
Tasarlanan test platformu, 20 kg ve üzeri yüklerde mekanik bir hata oluşturmaktadır. Taşıyıcı platform ile üst platform arasında bırakılan 2mm mesafe yetersiz olmuştur. Üst platforma ağırlık konması sonucu, platformun esnemesi ile 2mm mesafe kapanmıştır. Üst ve taşıyıcı platformun metal kısımları temas ederek sıkışma ve yük hücresi üzerine etki eden kuvvetin azalmasına sebep vermektedir. Bunun önüne geçebilmek için test ve ölçüm işlemlerinde 20 kg üzerinde değerler kullanılmamıştır. 20 kg üzerindeki ağırlıklardaki mekanik sıkışma problemi Şekil 56’de gösterilmiştir.



**Şekil 56. 20 Kg Büyük Ağırlıklarda Mekanik Sıkışma Problemi.**

### 4.3. Yazılım Mimarisi

Akıllı Çöp Kutusu, tasarımında yazılım geliştirme platformu olarak Java programlama dili kullanılacaktır. Sistemde çalışacak dört adet bağımsız çalışan yazılım olacaktır. Yazılımlar bir birleri ile TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) soket üzerinden haberleşebilme özelliğine sahip olacağından aynı ağda veya internet üzerinden farklı ağlarda bulunan makinelerde bile kullanılabilirler.



Şekil 57. Yazılım Mimarisi.

Donanım maliyetinden kaçınmak için, donanımın çoklu soket dinleyici uygulamaya gönderdiği veriyi taklit eden bir masa üstü uygulaması yazılmıştır. Sensör verileri, simülasyon uygulaması üzerinden değiştirilerek sisteme gönderilebilir. Simülasyon yazılımı ile veri tabanında kayıtlı tüm kontrol birimleri yerine veri göndermek mümkündür. Yazılım mimarisi Şekil 57’de gösterilmiştir.

#### 4.3.1 Java Programlama Dili ve Mobil Java

Java programlama nesneye yönelik bir programlama dilidir. Java, platform bağımsız bir programlama dilidir. Çalışacağı bilgisayar veya mikroişlemci için uygun Java sanal

makinesinin ( JVM -Java Virtual Machine ) kurulu olması gerekir. Program derleyiciler, yazılan uygulamaları JVM in anlayacağı byte-code çevirir.

Java 1991 yılında Sun Microsystems'te görevli James Gosling ve Patrick Naughton Gren kod adıyla, ev eşyalarını kontrol ve bilgi alışverişinde kullanılmak üzere tasarlandı [46]. Java özellikleri ve avantajları kısaca

- Basittir.
- Nesneye yöneliktir
- Platform bağımsızdır.
- Güvenlidir
- Çoklu görev ve kullanıcı desteklemektedir.

#### **4.3.2 Akıllı Çöp Kutusu Kontrol Birimi Yazılımı**

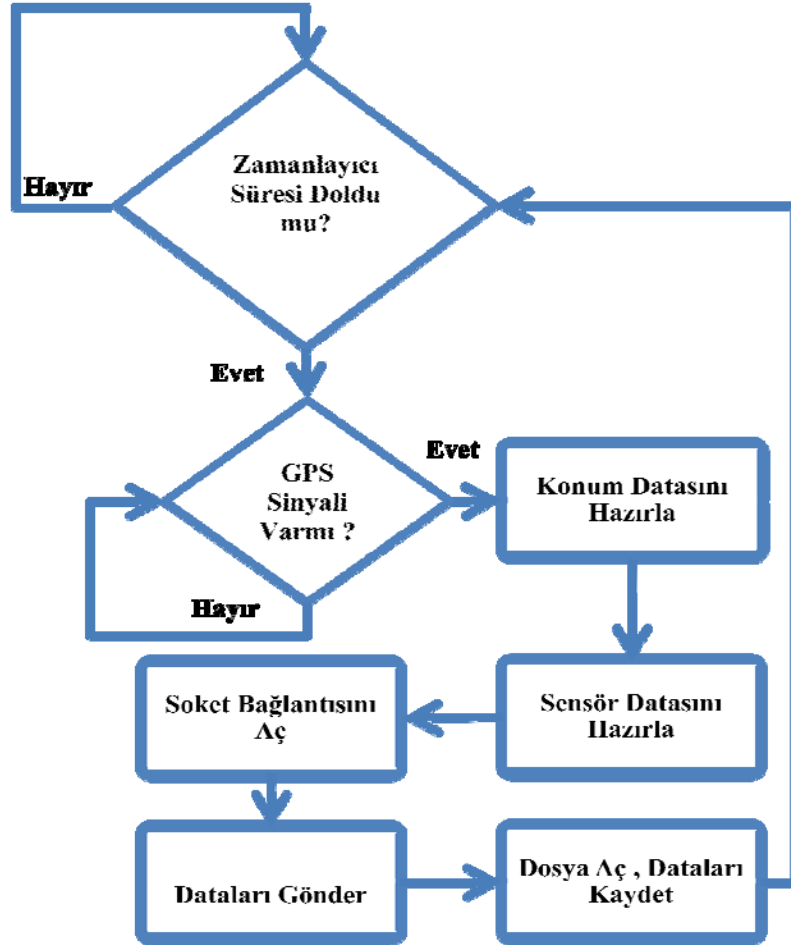
Kontrol birimi yazılımı, kontrol kartının üzerinde bulunan Cinterion XT65 modül içerisindeki gömülü Java platformu üzerinde geliştirilmiştir.

XT65 ile uygulama geliştirmek için, üç bileşenin bilgisayara kurulu olması gerekmektedir.

1. Modüle Yükleme Sürücüsü ( MES-Modül Exchange Suit) , yazılım geliştirilecek bilgisayar arasındaki dosya transferinin gerçekleştirilmesini sağlar. XT65 modül bilgisayar üzerinde 1,26 MB alana sahip bir disket sürücüsü şeklinde görünür.
2. Kablosuz Takım Çantası ( WTK-Wireless Tool Kit ), Java uygulamasının geliştirilebilmesi için gerekli olan tüm, cihaza özel sürücülerin ve yazılım paketlerine denir. Her cihaz için uygun WTK'nın geliştirme ortamına eklenmesi gerekmektedir. Donanım üretici firma tarafından sağlanır.

3. Java Geliştirme Araçları ( JDK – Java Development Kit), Java uygulamasının geliştirilmesi için gerekli olan temel paketlerdir. JDK versiyonları Oracle tarafından geliştirir ve sürümleri yayınlanır.

Kontrol birimi yazılımı geliştirmek için bu üç pakete ilave olarak bir tümleşik geliştireme ortamı olan Netbeans IDE (İntegrated Development Environment) kullanılmıştır. Bu paketlerin detaylı kurulumları Cinterion XT65 Java kullanıcı rehberinde anlatılmaktadır [47]. Akıllı çöp kutusu kontrol birimi yazılımı, Sensörlerden belirli aralıklar ile okuduğu verileri TCP/IP soket üzerinden göndermektedir. Kontrol yazılımı algoritması Şekil 58’de gösterildiği gibidir.



Şekil 58. Kontrol Yazılımı Algoritması.

#### 4.3.2.1 Kütüphaneler

Kontrol birimi yazılımında, GPS konum bilgisini hesaplamak, sensör değerlerini okuyabilmek, Java kütüphanelerinden yararlanabilmek için, Cinterion WTK ile birlikte gelen XT65'e özel ve standart bazı kütüphaneler projeye eklenmiştir. Bu işlem Kod1'de gösterilmektedir.

```
import java.util.*;
import java.io.*;

import javax.microedition.location.*;
import javax.microedition.midlet.*;
import javax.microedition.io.*;

import com.siemens.icm.io.*;
import com.siemens.icm.io.file.FileConnection;
```

**Kod 1. Kontrol Yazılımı Eklenen Kütüphaneler.**

#### 4.3.2.2 AT (Attention-Dikkat) Komut Sınıfı ve Kullanılan AT Komutlar

Kontrol birimi yazılımında, Sensör okumaları için AT komut seti ve sınıfından yararlanır. AT komut seti modem ile haberleşmede kullanılır. Her komutun başında "AT" önekinin bulunması gerekmektedir. "AT" İngilizce dikkat kelimesinin kısaltılmasından gelir. Modemin arama yapması, kısa mesaj göndermesi, Data bağlantısı kurulabilmesi için AT komutların kullanılması gerekmektedir. Java uygulamasında atCommand sınıfından yararlanır. Projeye yüklenen "com.siemens.icm.io." kütüphanesinin bir bileşenidir. Akıllı çöp tenekesinde aşağıdaki at komutlardan yararlanılmıştır [48].

- AT+GSN ( Uluslar arası modül kimlik numarası okuma komutu)
- AT^SBV ( Modül besleme gerilimi okuma komutu )
- AT^SRADC ( Analog dijital dönüştürücü okuma komutu )
- AT^SPIO ( Genel amaçlı giriş/çıkış sürücüsünü açıp/kapama komutu)
- AT^SCPIN ( Kullanılacak giriş/çıkış pinlerini kurma komutu)
- AT^ SCPORT ( Giriş/çıkış pinlerini gruplayarak Port yapma komutu)
- AT^SGIO ( Port okuma komutu)



#### 4.3.2.2.1 AT+GSN Komutu ve Java Fonksiyonu

Her Akıllı Çöp Kutusu Kontrol Biriminde bir adet XT65 modül ve her XT65 modülün bir adet tekil IMEI numarası olacağından, sistemde IMEI numaraları çöp kutularının kimlik numaraları olarak kullanılmıştır. GSM modül üzerinden, AT+GSN komutu ile okunmaktadır. Komut ve modülün arasındaki haberleşme çıktısı Kod 2’deki gibidir.

```
AT+GSN // Komut  
  
AT+GSN // Modül Cevabı  
  
355815010908865  
  
OK
```

**Kod 2. AT+GSN komutu ve Modül Cevabı.**

AT+GSN komutunun Java uygulaması ise Kod 3’de gösterilmektedir.

```
public String getImei(){  
  
    String temp=null;  
    try {  
        String response = ATCmd.send("AT+GSN\r\n");  
        String[] stringArray = this.split(response, "\r\n");  
        if(stringArray.length > 0){  
            temp=stringArray[1];  
        }  
        System.out.print(temp + "\r\n");  
    }  
    catch (ATCommandFailedException e) {  
        System.out.println(e);  
    }  
    return temp;  
}
```

**Kod 3. Java ile Imei Numarası Okuma Fonksiyonu - getImei().**

Kod2’deki fonksiyon, “ATCmd.Send” ile modeme “AT+GSN” komutu gönderilmiş ve modemin verdiği yanıt satırları bir dizi içerisine alınmıştır. Dizinin birinci elemanı, Imei numarası olarak okunmuştur.

#### 4.3.2.2.2 AT+SBV Komutu ve Java Fonksiyonu

GSM modülün besleme gerilimi AT komutlar ile okunabilmektedir. Okunan değer mili Volt değerindedir. Bu değer aynı zamanda, Akıllı çöp tenekesi kontrol kartında bulunan li-ion şarj edilebilir pilinin mevcut gerilimidir. Pil seviyesini göstermektedir.

```
AT^SBV // Komut
AT^SBV // Modül Cevabı
^SBV: 3735
OK
```

**Kod 4. AT+SBV komutu ve Modül Cevabı.**

Kontrol Yazılımı, her zamanlayıcı dolduğunda parça besleme gerilimi okur ve gönderilecek veri içerisine ekler. Besleme gerilimini okuyan Java uygulaması Kod5'deki gibidir.

```
public int getModulBattinf(){
    String battlevel=null;
    int level=0;

    try {
        String response = ATCmd.send("AT^SBV\r\n");
        String[] stringArray = this.split(response, "\r\n");
        if(stringArray.length > 0){
            stringArray = this.split(stringArray[1], ":");
            if(stringArray.length > 0){
                battlevel=stringArray[1];
            }
        }
    }
    catch (ATCommandFailedException e) {
        System.out.println(e);
    }
    battlevel=battlevel.trim();
    level=Integer.parseInt(battlevel);
    return level;
}
```

**Kod 5. Java ile Modül Besleme Gerilimi Okuma Fonksiyonu - getModulBattinf().**

Kod 4’de modülün vereceği cevapta görüleceği gibi, okunmak istenen değer modül cevabında birinci satırdadır. Birinci değer okunduktan sonra, “trim” fonksiyonu ile okunan değer içerisindeki boş karakterler ayıklanır ve “Integer.parseInt” fonksiyonu ile okunan değer tam sayı değişkenine dönüştürülür.

#### 4.3.2.2.3 AT+SRADC Komutu ve Java Fonksiyonu

XT65 modül üzerinde iki adet analog dijital kanal bulunmaktadır .( Analog-to-Digital Converter – ADC ) ADC kanalları 0-2400 mV arasında ölçüm yapabilmektedir. Ağırlık sensörü sürücüsü, sensörden okunan değeri okuma aralığına ölçeklendirmiştir. Okunacak kanal komut satırında “=” karakterinden sonra belirtilmektedir. ADC0 kanalını okuma komutu ve modül cevabı Kod 6’da gösterilmiştir. Örnek işlemde okunan değer 1283mV’dir. 1/10 gerilim bölücü değeri hesaplandığında 12,83V kontrol kartı giriş gerilimini göstermektedir.

```
AT^SRADC=0 // Komut
AT^SRADC=0 // Modül Cevabı
^SRADC: 0,1,1283
OK
```

#### Kod 6. AT+SRADC=0 komutu ve Modül Cevabı.

Akıllı çöp tenekesi kontrol kartında, ADC kanallarından, 0 kanalı sistem giriş gerilimini, 1 kanalı ise ağırlık sensöründen gelen değeri okuyacak şekilde tasarlanmıştır. ADC0 ve ADC1 kanallarını okuyan Java fonksiyonu Kod 7’deki gibidir.

AT^SRADC komutuna gelen, cevap içerisinde okumak istediğimiz değer birinci satır içerisinde yer almaktadır. Gelen değerde sadece ADC değeri bulunmadığından, birinci satır “,” parametresine göre ikinci kez ayıklanır. Bu ayıklanma sırasında ise 2 değer bize okumak istediğimiz değeri verecektir. Bu ikinci değerde, ayıklanır ve tam sayı değişkenine dönüştürülür.

```

public int getADC0(){

    int adc=0;
    String adc0=null;
    try {
        String response = ATCmd.send("AT^SRADC=0\r\n");
        String[] stringArray = this.split(response, "\r\n");
        if(stringArray.length > 0){
            stringArray = this.split(stringArray[1], ",");
            if(stringArray.length > 0){
                adc0=stringArray[2];
            }
        }
        adc=Integer.parseInt(adc0);
    }
    catch (ATCommandFailedException e) {
        System.out.println(e);
    }
    return adc;
}

public int getADC1(){

    int adc=0;
    String adc1=null;
    try {
        String response = ATCmd.send("AT^SRADC=1\r\n");
        String[] stringArray = this.split(response, "\r\n");
        if(stringArray.length > 0){
            stringArray = this.split(stringArray[1], ",");
            if(stringArray.length > 0){
                adc0=stringArray[2];
            }
        }
        adc=Integer.parseInt(adc0);
    }
    catch (ATCommandFailedException e) {
        System.out.println(e);
    }
    return adc;
}
}

```

**Kod 7. ADC0 ve ADC1 Okuma Fonksiyonları - getADC0(), getADC1().**

#### 4.3.2.2.4 Genel Amaçlı Giriş/Çıkış Kurulumu

XT65 modül üzerinde genel amaçlı kullanılacak 10 adet pin bulunur. Akıllı çöp tenekesi kontrol birimi üzerinde bulunan 7 adet cisimden yansmalı sensör, GPIO girişlerine, giriş çıkış sürücüsü ile bağlanmıştır. Tablo 4’de Pin durumları ve Port ilişkisi gösterilmiştir.

	GPIO 5	GPIO0	GPIO9	PORT Değeri
Seviye 7	1	1	1	7
Seviye 6	1	1	0	6
Seviye 5	1	0	1	5
Seviye 4	1	0	0	4
Seviye 3	0	1	1	3
Seviye 2	0	1	0	2
Seviye 1	0	0	1	1
Seviye 0	0	0	0	0

**Tablo 4. GPIO girişleri ve Port Değerleri.**

Tablo 4’deki gibi bir durum için GPIO’lar hepsi giriş olarak kurulmuş ve ( 5-0-9 ) sırası ile bir porta atanmıştır. GPIO kurulumu, modül başladığında bir kereye mahsus yapılmaktadır. Bu kurulum ayarı uçucu olup modül her yeniden başladığında tekrar yapılır. GPIO okuma işlemi ise okuma zamanı her dolduğunda tekrarlanır.

#### 4.3.2.2.5 AT^SPIO Komutu

Modül içerisindeki GPIO sürücüsünü açıp kapatmaya yarar. 0 olduğu durumda GPIO sürücüsü kapalı, 1 olduğu durumda açıktır. GPIO sürücüsü kapalı olduğu sürece, herhangi bir okuma işlemi gerçekleştirilemez. GPIO sürücüsü açma komutu Kod 8’de gösterilmiştir.

```
AT^SPIO=1 // Komut  
  
AT^SPIO=1 // Modül Cevabı  
  
OK
```

**Kod 8. GPIO Sürücüsü Açma Komutu ve Modül Cevabı.**

#### 4.3.2.2.4 AT^SCPIN Komutu

Modül üzerinde kullanılacak GPIO pinlerinden kullanılacakların belirlenmesine ve kurulmasına yarar. Aynı zamanda GPIO'nun giriş/çıkış olduğunu ve çıkış ise kurulum anındaki ilk değerini belirlemek için kullanılır. AT^SPIN komut açılımı şu şekildedir.

AT^SCPIN=<Durum>, <Pin\_no>, <Yön>[, <Başlangıç Değeri>]

- Durum, 1 ise GPIO pinin aktif, 0 ile pasif olduğunu belirler.
- Pin\_no, 0-9 arasında değer alır. Kurulacak GPIO bilgisini verir.
- Yön, 0 ise GPIO giriş, 1 ise çıkış olarak kullanılacaktır.
- Başlangıç değeri, Yön 1 olarak kurulduğu durumlarda sürücü açıldığında ilk değer ne olacağını belirler.

Pin kurulumu değiştirilmeden önce, GPIO pinlerinin kapatılması gerekmektedir. Kontrol biriminde 3 adet GPIO giriş olarak kullanılmıştır. ( 9-0-5 ). GPIO pinlerinin kurulumu komutları Kod 9'de gösterilmiştir.

```
AT^SCPIN=1,9,0 // Komut
AT^SCPIN=1,9,0 // Modül Cevabı
OK
AT^SCPIN=1,0,0 // Komut
AT^SCPIN=1,0,0 // Modül Cevabı
OK
AT^SCPIN=1,5,0 // Komut
AT^SCPIN=1,5,0 // Modül Cevabı
OK
```

**Kod 9. GPIO Pinlerinin Kurulumu Komutu ve Modül Cevabı.**

#### 4.3.2.2.7 AT^SCPORT Komutu

XT65 üzerinde GPIO pinleri paralel giriş yapmak için kullanılabilir. Bunun için AT^SCPORT komutu ile daha önce kurulan GPIO pinlerinin gruplanması gerekmektedir. AT^SCPORT komutu ile gruplanan pinler bir port numarası altında birleştirilir ve okuma işlemi için bu port numarası kullanılır. AT^SCPORT komutunun açılımı şu şekildedir.

```
AT^SCPORT=<Pin_no>,<Pin_no>, ..... , <Pin_no>
```

- Pin\_no , Port içerisine eklenen pinleri belirtmektedir.

Her pin, port içerisinde bir kere kullanılabilir. Pinleri hepsinin yönü aynı olmak zorundadır. Bu aynı zamanda portunda yönünü belirler. En soldaki pin en düşük değerlikli biti temsil etmektedir. Port kurulumu komutu ve modül cevabı Kod 10'da gösterilmiştir.

```
AT^SCPORT=9,5,0 // Komut  
AT^SCPORT=9,5,0 // Modül Cevabı  
^SCPORT: 181  
OK
```

**Kod 10. Port Kurulumu Komutu ve Modül Cevabı.**

#### 4.3.2.2.8 GPIO ve Port Kurulumu Java Fonksiyonu

Seviye sensörlerinden verileri okumak için gerekli pin ve port kurulumunu yapan Java fonksiyonu, modül çalıştırdıktan sonra bir kere çalıştırılır. AT^SPIO , AT^SCPIN, AT^SCPORT komutlarının kullanılması ile olur. Fonksiyonun, geri dönüşünü port numarasıdır. Port ve GPIO kurulumunu yapan Java fonksiyonu Kod 11'deki gibidir.

```

public String gpioSet() {
    try {
        String response = ATCmd.send("AT^SPIO=0\r\n");
        System.out.print(response + "\r\n");
        response = ATCmd.send("AT^SPIO=1\r\n");
        System.out.print(response + "\r\n");
        response = ATCmd.send("at^scpin=1,0,0\r\n");
        System.out.print(response + "\r\n");
        response = ATCmd.send("at^scpin=1,5,0\r\n");
        System.out.print(response + "\r\n");
        response = ATCmd.send("at^scpin=1,9,0\r\n");
        System.out.print(response + "\r\n");
        response = ATCmd.send("at^scport=9,0,5\r\n");
        String[] stringArray = this.split(response, "\r\n");
        if(stringArray.length > 0){
            stringArray = this.split(stringArray[1], ":");
            if(stringArray.length > 0){
                port=stringArray[1];
            }
        }
        System.out.print(port + "\r\n");
    }
    catch (ATCommandFailedException e) {
        System.out.println(e);
    }
    return port;
}

```

**Kod 11. Port ve GPIO Kurlumunu Yapan Java fonksiyonu - gpioSet( ).**

Öncelikle, SPIO komutu ile modül GPIO sürücüsü pasif hale getirilmiştir. Bir sonraki adımda ise SPIO komutu ile sürücü aktif yapılmıştır. Sadece Java programının yeniden başlatılması, modül GPIO sürücüsü etkilemez. Daha önceden yapılmış herhangi bir GPIO kurulumu söz konusu ise önce sürücü kapatılır ve tanımlamalar sıfırlanır. Böylece bir hata alınmayacaktır. GPIO sürücüsü iki kere üst üste aktif yapılamamaktadır. Fakat pasif olan sürücü tekrar pasif yapıldığında herhangi bir hata vermez. Fonksiyon, sürücüyü aktif yaptıktan sonra SCPIN komutu ile 0,5 ve 9'uncu pinleri giriş olarak kurar. Giriş olarak kurma işleminden sonra SCPORT komutu ile Tablo 4'deki değer için "at^scport=9,0,5" komut dizilimi gönderilmiştir. Gelen cevap içerisinde port numarası "split" fonksiyonu yardımı ile alınır ve gpioSet fonksiyonun dönüş değerine aktarılır.



#### 4.3.2.2.9 AT^SGIO Komutu ve Java Fonksiyonu

XT65 modül üzerinde kurulan pin veya portları okumak için AT^SGIO komutu kullanılır. AT^SGIO komutunun açılımı şu şekildedir.

```
AT^SGIO=<Port-Pin_no>
```

Port-Pin\_no, okunacak pin veya port numarasıdır. Pin için 0-9 arasındaki değerler kullanılır. Port okumalarında ise SCPORT komutundan dönen port numarası kullanılmalıdır. Pin-Port okuma komutu ve modül cevabı Kod 12’da gösterilmiştir.

```
AT^SGIO=181 // Komut  
AT^SGIO=181 // Modül Cevabı  
^SGIO: 7  
OK
```

**Kod 12. Pin-Port okuma komutu ve modül cevabı.**

Seviye bilgisini okumak için gerekli olan Java fonksiyonu Kod 13’de gösterilmiştir. Port okuma fonksiyonu “getLevel( )” içerisine port kurulundan modülün verdiği port numarası girilmelidir. Fonksiyon AT^SGIO komutunu gönderir ve gelen modül cevabını birinci satırını okur ve “trim” ve “integer.parseInt” fonksiyonları ile tamsayı değerine dönüştürür.

```

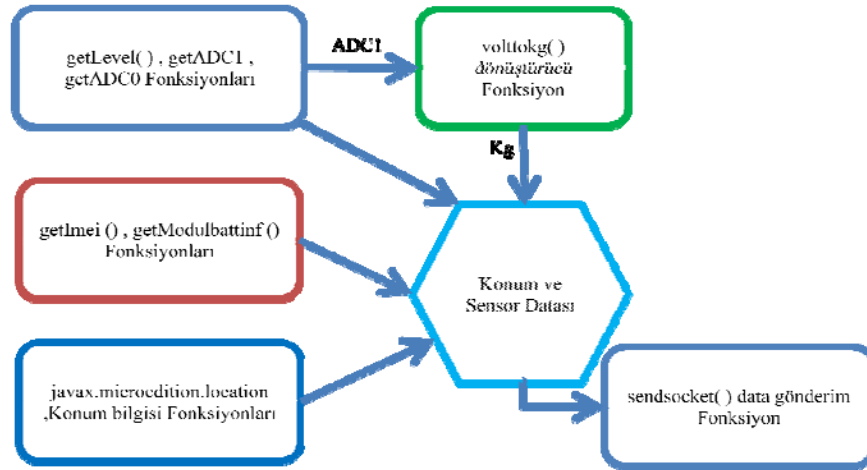
private int getLevel(String port) {
    String temp=null;
    int lvl;
    try {
        String response = ATCmd.send("at^sgio="+port+"\r\n");
        String[] stringArray = this.split(response, "\r\n");
        if(stringArray.length > 0){
            stringArray = this.split(stringArray[1], ":");
            if(stringArray.length > 0){
                temp=stringArray[1];
            }
        }
    }
    catch (ATCommandFailedException e) {
        System.out.println(e);
    }
    temp=temp.trim();
    lvl=Integer.parseInt(temp);
    return lvl;
}

```

**Kod 13. Pin-Port Okuma Java Fonksiyonu – getLevel( ).**

#### 4.3.2.3 Konum ve Data Gönderim Java Fonksiyonları

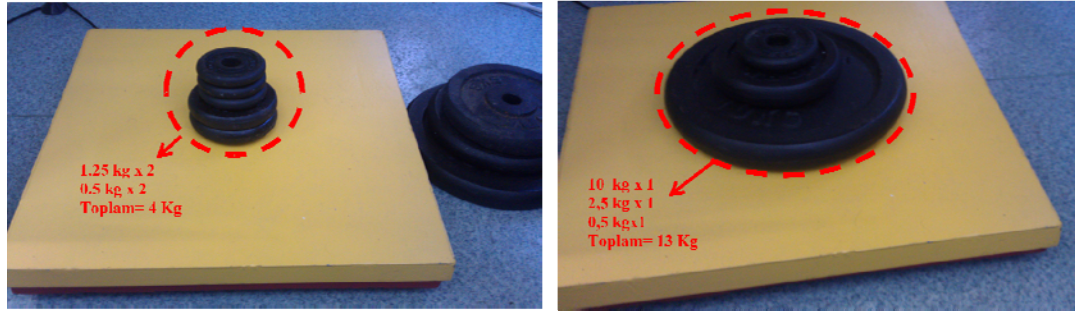
Akıllı çöp kutusu kontrol yazılımı, sensör değerleri, konum, bilgisi ve modül bilgilerini tek bir dizide birleştirerek, sunucu portuna gönderecek fonksiyonlardan yararlanılmıştır. Şekil 59’da fonksiyonlar ve birbirlerine olan ilişkisi gösterilmiştir.



**Şekil 59. Kullanılan Java Fonksiyonları.**

#### 4.3.2.3.1 Analog Ölçümü Kilo Değerine Dönüştüren Java Fonksiyonu - volttokg( )

ADC1 ile ölçülen değer, mV olup için kilogram birimine dönüştürülmesi gerekmektedir. Sensör değerleri ve ağırlık arasında bir ilişkinin kurulması ve bunun bir formül ile gösterilebilmesi gerekmektedir. Bunun için ağırlıkları bilinen silindirik ağırlıklar, çeşitli kombinasyonlar ile test platformuna konulmuştur. Bu işlem Şekil 60'de gösterilmektedir.



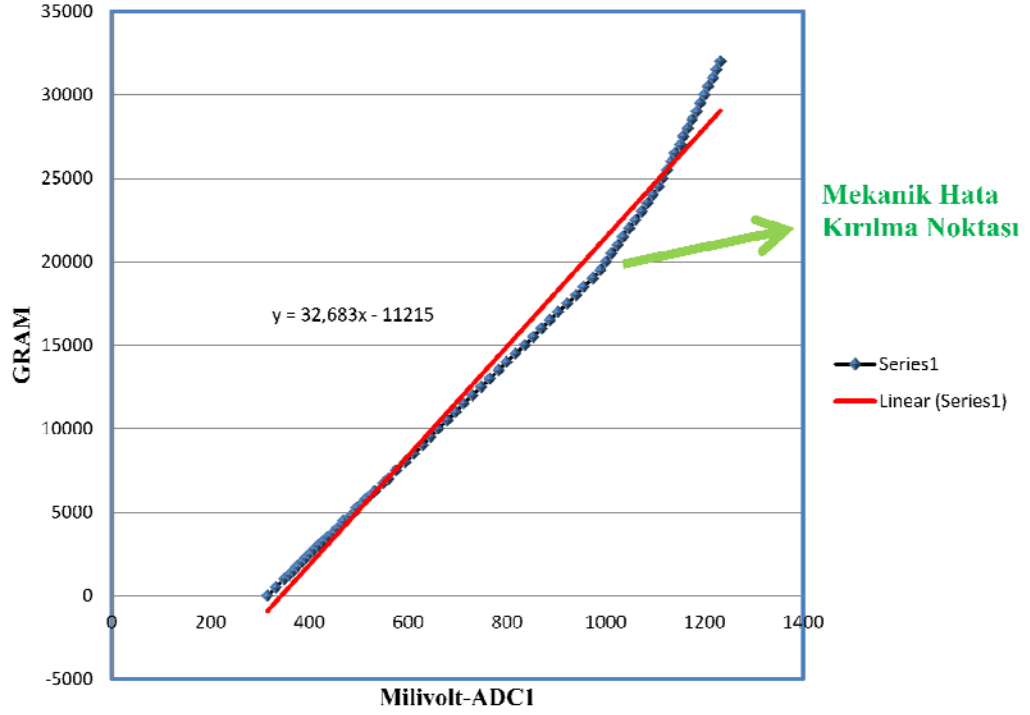
Şekil 60. Test Platformu ve Ağırlık Ölçümleri.

Oluşturulan ağırlık kombinasyonları ile ADC1 kanallından okunan değerler ve uygulanan ağırlık bir tabloya, tablo 5'deki gibi kaydedilmiştir.

GRAM	ADC1- mV	GRAM	ADC1- mV	GRAM	ADC1- mV	GRAM	ADC1- mV
0	315	5500	506	14500	817	24500	1107
500	332	5750	513	15000	836	25000	1115
1000	349	6000	523	15500	853	25500	1124
1250	359	6250	532	16000	870	26000	1132
1500	367	6750	550	16500	887	26500	1140
1750	375	7000	560	17000	903	27000	1151
2000	384	7500	575	17500	922	27500	1157
2250	392	8000	594	18000	940	28000	1166
2500	400	8500	611	18500	955	28500	1174
2750	408	9000	629	19000	974	29000	1184
3000	417	9500	645	19500	989	29500	1191
3250	427	10000	660	20000	1000	30000	1200
3500	436	10500	679	20500	1011	30500	1207
3750	447	11000	696	21000	1024	31000	1217
4000	455	11500	712	21500	1035	31500	1224
4250	464	12000	730	22000	1047	32000	1232
4500	469	12500	748	22500	1060		
4750	483	13000	765	23000	1073		
5000	491	13500	783	23500	1084		
5250	495	14000	799	24000	1095		

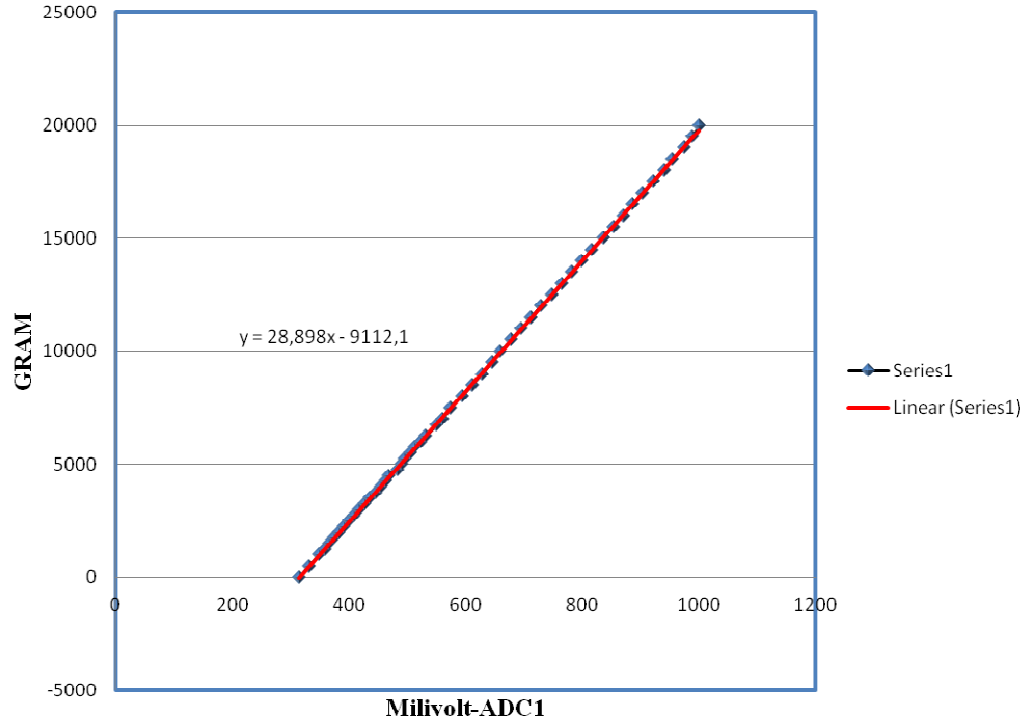
Tablo 5. Test Platformu ve Ağırlık Ölçümleri Sonuçları.

Test düzeneği ile okunan değerler bir grafik üzerinde gösterilmek istenirse, 20 Kg ve üzerindeki değerlerde bir eğrinin değiştiği gözükülecektir. Bunun sebebi mekanik tasarımdaki esneme ve sıkışma problemidir. Yük hücresine uygulanması gereken kuvvetin bir kısmının, platform alt ve üst tabanları arasında sıkışma hatası sonucu iletilmesidir. KG-ADC1 ilişkisi şekil 61’de gösterilmiştir.



Şekil 61. KG-ADC1 Grafiği 0-32kg

Oluşturulacak volttokg() fonksiyonu için, ölçülen değerler 0-20 kg arasında değerlendirilmiş ve yaklaşık fonksiyon eğrisi ve formülü dikkate alınmıştır. Bu sayede oluşabilecek ölçüm hataları en az değere indirilmeye çalışılmıştır. Doğru yapılmış bir mekanik tasarımla, test platformunda kullanılan yük hücresi ile 0-150 kg arası ağırlıklar ölçülebilir. 0-20 kg arası KG-ADC1 Şekil 62’de gösterilmiştir.



**Şekil 62. KG-ADC1 Grafiği 0-20 Kg**

0-20 kg arası ölçülen değer ile lineer yaklaşık değerler birbirine çok yakın durumdadır. Ölçülen değerlere an yakın lineer fonksiyon ve Java için sadeleştirilmiş hali Denklem 8'de gösterilmiştir.

$$y = 28,898x - 9112,1 \sim y = 29x - 9112$$

**Denklem 8. ADC Ağırlık Dönüşüm Denklemi.**

Okunan ADC değerlerinin bazılarına, bu formül uygulandığında oluşacak ağırlık değerleri Tablo 6'da gösterilmiştir. Gerçek değerler , formül sonucu ve hata gösterilmiştir. En yüksek hata %2,5 en düşük ise %0,2'dir. Bu hata oranı, referans alınan ağırlıkların % 100 doğru olduğu varsayılarak hesaplanmıştır. Kullanılan ağırlıkların herhangi bir kalibrasyonu olmadığından ölçüm değerlerinin doğruluğu konusunda kesin sonuçlara varmamız mümkün değildir. Fakat sistem tasarımı için gerekli ağırlıklık ölçümünün yapılabileceği öngörülmüştür.

ADC1	GRAM	y=29x-9112	Hata
315	0	23	~
417	3000	2981	0,63
491	5000	5127	-2,54
523	6000	6055	-0,92
560	7000	7128	-1,83
575	7500	7563	-0,84
660	10000	10028	-0,28
748	12500	12580	-0,64
836	15000	15132	-0,88
922	17500	17626	-0,72
1000	20000	19888	0,56

**Tablo 6. volttokg() Fonksiyonu Değerleri ve Yüzdellik Hata**

Volt değerini, kilogram değerine dönüştürecek fonksiyon ise Kod 14’de gösterilmiştir.

```

public int volttokg(int volt){
    int kg;
    int A=29;
    int B=9112;
    kg=((volt*A)-B); // y=29x-9112
    System.out.println("ADC:"+volt+" Kilo :"+kg+"\r\n");
    return kg;
}

```

**Kod 14. volttokg() Java Fonksiyonu.**

#### 4.3.2.3.2 Java Mikro Edition Konum Kütüphanesi, Konum ve Sensor Datası

Konum kütüphanesi, Mobil Java uygulamasında “javax.microedition.location” paketinde bulunur. Bu paket geliştiricilere mobil cihazlar üzerinde konum tabanlı servisler geliştirebilmelerini sağlar. Java uygulamalarının cihaz bağımsız olmaları sebebi ile geliştirilen uygulama tüm Java destekli mobil cihazlarda kullanılabilir olacaktır. Tipik Java konum kütüphanesi, mobil cihazın, küresel konumunu ve yönünü vermektedir [49]. Konum bazlı kütüphane içindeki fonksiyonlar kullanılarak, koordinat, hız, yön, GPS zamanı bilgileri elde edilebilir. Sunucuya gönderilecek verilerin büyük kısmını GPS dataları oluşturmaktadır. Konum kütüphanesi içerisindeki “QualifiedCoordinates” çağrılarak, anlık konum bilgisi elde edilir.

Konum bilgisi ve Sensor değerlerini oluşturan Kod 15’de gösterilmiştir.

```

private String composeLocationStd (Location loc)
{
    int adc0 = getADC0();
    int adc1 = getADC1();
    adc1=volttokg(adc1);
    int batt = getModulBattinf();
    int lvl = getLevel(port);
    QualifiedCoordinates coord = loc.getQualifiedCoordinates();
    String Data = new String(imei+" "+adc0+" "+adc1+" "+batt+" "+
+lvl+" "+new Date( loc.getTimestamp()).toString().substring(11,19) + " "+
+ coord.getLatitude() + " "+ coord.getLongitude() + " "+ coord.getAltitude()
+ " "+ loc.getSpeed() + " "+ loc.getCourse()+"\r\n");
    System.out.println( "DATA : " + Data );
    return(Data);
}

```

**Kod 15. Konum Sensor Bilgilerini Oluşturan Fonksiyon.**

“composeLocationStd( )” fonksiyonu içerisinde, sensör okuma fonksiyonları da çağrılarak sunucuya gönderilecek data oluşturulmuştur. Her veri arasına “,” konulmuştur. Sunucu tarafında gelen veri “,” ayracı göz önüne alınarak ayrıştırılacaktır. Sunucuya gönderilecek data ve açıklamaları Tablo 7’de gösterilmiştir.

Oluşturulan konum Datası										
353815010908865,1196,669,4290,7,00:46:07,40.9318234,29.1418687,97.94,0.32000896,298.55283										
Imei	Adc0	Adc1	Pil Seviyesi	Seviye	Zaman	Enlem	Boylam	Yükseklik	Hız	Yön
353815010908865	1196	669	4290	7	00:46:07	40,9318234	29,141869	97.94	0.32000896	298,55283

**Tablo 7. Örnek Konum Datası ve Bilgileri.**

#### 4.3.2.3.3 Sunucu Data Gönderim Fonksiyonu

TCP protokolü, iki bilgisayar arasında haberleşmede kullanılan, iletimin garantili yapıldığı bir protokoldür. TCP/IP’de iletişim socketler vasıtası ile yapılır. Akıllı çöp tenekesi kontrol birimi yazılımda oluşturulan data, zamanlayıcı değerine bağlı olarak periyodik olarak çalışmaktadır. Data, sunucu socketine gönderilir. Bunu gerçekleştiren “sendSocket( )” fonksiyonu Kod 16’da gösterilmiştir.

```

public boolean sendSocket(Location location){
    SocketConnection sc = null;
    InputStream is = null;
    OutputStream os = null;
    try
    {
        /* Soket Ac */
        String openParm = "socket://" + destHost + ":" + destPort + ";" + connProfile;
        System.out.println("Server Connect: " + openParm);
        sc = (SocketConnection) Connector.open(openParm);
        is = sc.openInputStream();
        os = sc.openOutputStream();
        /* Data Yaz */
        String outTxt = composeLocationStd(location);
        os.write(outTxt.getBytes());
        System.out.println("Sended Data : " + outTxt);
        /* Data Oku */
        StringBuffer str = new StringBuffer();
        int ch;
        is.close();
        os.close();
        sc.close();
    }
    catch (Exception e)
    {
        System.out.println("NetDemo: " + e.getMessage());
    }
    return false;
}

```

**Kod 16. Soket Data Gönderim Fonksiyonu – sendSocket().**

Java uygulamasında soket bağlantı için, “javax.microedition.io” kütüphanesinin eklenmesi gerekmektedir. Soket bağlantısı, “Connector.open( )” ve uygun bağlantı parametreleri ile açılır. Bağlantı parametreleri yazılımın başında statik olarak tanımlanmıştır. Soket için gerekli parametreler kod 17’de gösterilmiştir. Giriş ve çıkış akışları ile açılan soket üzerinden veri iletimi sağlanmış olur.

```

static String destHost = "95.0.21.***"; // Sunucu IP
static String destPort = "4444"; // Sunucu Soket
static String connProfile =
"bearer_type=gprs;access_point=internet;
username=;password="; // Baglanti profili

```

**Kod 17. Soket Bağlantı Parametreleri.**



### 4.3.3 Akıllı Çöp Kutusu Kontrol Yazılımı Simülasyonu (Sanal Teneke)

Akıllı çöp kutusu uygulamasında, daha çok veri toplayabilmek ve uygulama yazılımlarının test edilmesini sağlamak için, Akıllı çöp kutusu kontrol birimini taklit eden bir sanal teneke uygulaması yazılmıştır. Uygulama yazılımı için, Java Masaüstü geliştirme ortamı Swing yapısı kullanılmıştır. Swing Java programlama dili için geliştirilmiş, görsel ara yüzlerin tasarlanabilmesini sağlayan programlama paketidir. Sanal çöp tenekeleri için tasarlanan ara yüz Şekil 63’de gösterilmektedir.

The image shows a Java Swing window titled "Çöp Teneke Bilgileri". It is divided into two main sections. The top section, "Konteyner No:", contains four buttons: "GERI", "ILERI", "ILK", and "SON". Below these are input fields for "IMEI NO:", "GSM No:", "IP:", "PORT:", and "Koordinat:". The bottom section, "Sensor Bilgileri", contains four vertical sliders labeled "KILO", "SEVIYE", "PIL", and "ADC2". Each slider has a green indicator. Below the sliders is a "GONDER" button. At the bottom left, there is a label "SOKET DATA:".

**Şekil 63. Sanal Çöp Teneke Swing Tasarımı.**

Birden çok çöp kutusu taklit edileceğinden, sanal teneke programı çöp kutusu bilgilerini sistem veritabanına bağlanarak alacaktır. Veri tabanına bağlanmak için Java için yazılmış, bir veri tabanı bağlantı kütüphanesini kullanır. ( java.sql.\* ) Bu sayede sistemdeki tüm birimlerin yerine gönderim sağlanabilecektir.

Sanal teneke yazılımı iki gruptan oluşur. Bunlar,

- Çöp Teneke Bilgileri.
- Sensör Bilgileri.

#### 4.3.3.1 Çöp Tenekesi Bilgi Penceresi

Veri tabanına bağlanarak, çöp tenekesi bilgilerinin seçildiği ve gösterildiği penceredir. Veri tabanına bağlantı program çalışır çalışmaz gerçekleşir. Bunu sağlayan “baglantiAc()” fonksiyonudur. Kod 18’de bu fonksiyon gösterilmiştir.

```
public Statement baglantiAc() throws Exception {
    try {
        Class.forName(driver).newInstance();
        conn = DriverManager.getConnection(url + dbName, userName, password);
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
    return conn.createStatement(ResultSet.TYPE_SCROLL_INSENSITIVE,
    ResultSet.CONCUR_UPDATABLE);
}
```

**Kod 18. Sanal Çöp Tenekesi Veri Tabanı Bağlantı Fonksiyonu- baglantiAc( ).**

Veritabanına erişip datayı çeken fonksiyon, “KayıtGetir()” fonksiyonudur. Fonksiyonun giriş parametresine göre, veri tabanından okunacak değer belirlenir. Aynı zamanda okunan değerlerin , çöp tenekesi bilgileri penceresinde gösterilmesini sağlamaktadır. KayıtGetir( ) fonksiyonu Kod 19’da gösterilmiştir.

```
public void KayitGetir(String yon) {
    try { if (yon.equals("ileri")) { res.next();
        } else if (yon.equals("geri")) { res.previous();
        } else if (yon.equals("ilk")) { res.first();
        } else if (yon.equals("son")) { res.last();}
        String value;
        value=res.getString("KontNo");
        jLabel3.setText("Konteyner No: " +value );
        ImeiNo.setText(res.getString("imei"));
        GsmNo.setText(res.getString("GsmNo"));
        IpNo.setText(res.getString("Ip"));
        PortNo.setText(res.getString("Port"));
        Latitude.setText(res.getString("Latitude"));
        Longitude.setText(res.getString("Longitude"));
    } catch (Exception e) {
        JOptionPane.showConfirmDialog(null, "Kayit Mevcut Degil", "ImeiList
        Tablosu", JOptionPane.PLAIN_MESSAGE);
    } }
}
```

**Kod 19. Sanal Çöp Tenekesi Veri Tabanı Kayıt Getir Fonksiyonu- KayitGetir ( ).**

Veri tabanına kayıtlı tenekeler arasına gezinebilmek için, “ILERI”, “GERI”, “ILK” ve “SON” butonları bulunmaktadır. Bilgi pencerelerinde ise, seçilen kayıta ait bilgiler bulunmaktadır. Bu butonlara basıldığında , “KayıtGetir( )” fonksiyonuna ilgili parametrenin girilmesi sağlanır ve ekran dataları yenilenir. Buton fonksiyonları kod 20’de gösterilmiştir.

```
private void ILERIActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    try {
        KayitGetir("ileri");
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
ex);
    }
}
private void GERIActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    try {
        KayitGetir("geri");
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}
private void ILKActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    try {
        KayitGetir("ilk");
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
ex);
    }
}
private void SONActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    try {
        KayitGetir("son");
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}
```

**Kod 20. Sanal Çöp Tenekesi Buton Fonksiyonları.**

Çöp tenekesi bilgileri ekranındaki butonlar ve onlara bağlı fonksiyonlar yardımı ile veri girilecek çöp tenekesi bilgileri ekranda gösterilir. 34001 ve 34002 numaralı çöp tenekeleri için bilgi penceresi şekil 64’de gösterilmiştir.

Veysel TEZ

Cop Tenekesi Bilgileri

Konteyner No: 34001

GERI ILERI ILK SON

IMEI NO : 353815010908865

GSM No: 05334517924

IP : 85.17.137.41 PORT : 3306

Koordinat: 40.931773 29.1420489

Sensor Bilgileri

Veysel TEZ

Cop Tenekesi Bilgileri

Konteyner No: 34002

GERI ILERI ILK SON

IMEI NO : 353815010900001

GSM No: 05330000001

IP : 85.17.137.41 PORT : 3306

Koordinat: 40.97695 29.069138

Sensor Bilgileri

Şekil 64. Sanal Çöp Tenekesi Bilgi Penceresi.

#### 4.3.3.2 Sensör Bilgileri Penceresi

Sanal tenek programında, test işlemleri için Akıllı çöp tenekesi kontrol biriminde de bulunan, Kilo, Seviye, Pil ve ADC2 değerleri gözükmemektedir. Bu butonlar Swing arayüzünde seviye girişli buton kullanılarak oluşturulmuştur. Bu butonlar yardımı ile girilmek istenen değerler seçilebilmektedir. Sensör bilgileri penceresinin en alt kısmında, sunucu soketine gönderilecek data görünmektedir. İstenilen değer seçildiğinde, gönder butonu ile data, sunucunun istenilen soketine gönderilir. Sensör bilgileri penceresi Şekil 65’deki gibidir.

Sensor Bilgileri

13 KG S : 4 4200 mV 1630 mV

GONDER

SOKET DATA :  
353815010908865,1630,13,4200,4,00:00:00,40.931773,29.1420489,99.999,0.00000,359.1234

Şekil 65. Sensör Bilgileri Penceresi.

Sensör bilgileri giriş butonları Java uygulaması Kod 21’de gösterilmiştir.

```
private void kiloStateChanged(javax.swing.event.ChangeEvent evt) {
    try {
        kgLabel.setText(+kilo.getValue() + " KG ");
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}
private void seviyeStateChanged(javax.swing.event.ChangeEvent evt) {
    try {
        seviyeLabel.setText("S : " + seviye.getValue());
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}
private void pilStateChanged(javax.swing.event.ChangeEvent evt) {
    try {
        pilLabel.setText(pil.getValue() + " mV");
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}
private void adc2StateChanged(javax.swing.event.ChangeEvent evt) {
    try {
        adc2Label.setText(adc2.getValue() + " mV");
        dataguncelle();
    } catch (Exception ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}
```

**Kod 21. Sensör Bilgileri Giriş Butonları Fonksiyonları.**

Gönder butonu, çöp tenekesi bilgi ekranı ve sensör bilgileri dataları ile oluşan socket datasını, sunucu socketine gönderme işlemini yapar. Gönderilen data, Akıllı çöp tenekesi kontrol yazılımının gönderdiği data ile aynı yapıdadır. Bu sayede sunucu yazılımı gelen datanın, sanal veya gerçek tenekeden geldiğini ayıramaz. Gönder butonu Java fonksiyonu Kod 22’de gösterilmiştir.

```

private void gonderButtonActionPerformed(java.awt.event.ActionEvent evt) {
    String data = new String(ImeiNo.getText() + "," + adc2.getValue() + ","
+ kilo.getValue() + "," + pil.getValue() + "," + seviye.getValue() +
",00:00:00," + Latitude.getText() + "," + Longitude.getText() +
",99.999,0.00000,359.1234");
    try {
        Socket skt = new Socket("95.0.21.13", 4444);
        PrintWriter out = new PrintWriter(skt.getOutputStream(), true);
        BufferedReader in = new BufferedReader(
new InputStreamReader(
skt.getInputStream()));
        System.out.println(data);
        out.println(data);
        System.out.println(in.readLine());
    } catch (UnknownHostException ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
ex);
    } catch (IOException ex) {
        Logger.getLogger(sanal_teneke.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
ex);
    }
}

```

**Kod 22. Sanal Teneke Gönder Butonu Fonksiyonu.**

#### 4.3.4. Soket Dinleyici / Veri tabanına Yazan Uygulama

Akıllı çöp kutusu kontrol birimi uygulaması, Java mobil sürümü kullandığından Java veri tabanı bağlantı kütüphanesini içermemektedir. Bu yüzden, kontrol birimi ile veri tabanı arasında bir soket dinleyen ve veri tabanına bağlantı kurup yazabilen bir uygulamaya yazılmıştır. Uygulama çoklu soket bağlantısını destekleyecek şekilde hazırlanmıştır. Böylece birden fazla, akıllı çöp tenekesinden aynı anda veri alıp veritabanına yazabilir. Gelen data içerisindeki veriler “,” parametresine göre ayrıştırılır. Veri tabanından Imei parametresine karşılık akıllı çöp tenekesi numarası alınır. Her akıllı çöp kutusu numarası için bir tablo bulunmaktadır. Gelen veri ilgili tablo içerisine yazılır. Burada amaç ilerde yapılabilecek, donanım değişiklikleri sonucu tablolardaki verilerin devamlılığını sağlamaktır. Yazılım, Java veritabanı bağlantı modülü için “java.sql.\*” , soket bağlantısı için “import java.io.\*” kütüphanelerini içerir. Gelen datayı ayrıştıran ve veri tabanına yazan Java fonksiyonu Kod 23’de gösterilmiştir.

```

public String processInput(String theInput) {
    String theOutput = null;
    if(theInput!=null){
        String[] temp = theInput.split(ayrac);
        theOutput = temp[0];
        if(temp[0].equals(sqlChg)){
            sql_config(temp);
        }
    }
    else{
        Statement st;
        try {
            st=baglantiAc();
            sqlLoad ="SELECT * FROM ImeiList Where imei='"+temp[0]+"";
            res = st.executeQuery(sqlLoad);
            res.next();
            String KontNo=res.getString("KontNo");
            int val = st.executeUpdate("insert into `akifinc_garbage_can`.`"
            +KontNo+"` (`id"+KontNo+"`, `imei`, `ADC0`, `ADC1`, `BattLevel`, "
            + "`Level`, `date`, `Latitude`, `Longitude`, `Alt`, `Speed`, "
            + "`Course`, `servTime` ) values (NULL, '"+temp[0]+"", "
            +temp[1]+"", '"+temp[2]+"", '"+temp[3]+"", '"+temp[4]+"", "
            +temp[5]+"", '"+temp[6]+"", '"+temp[7]+"", '"+temp[8]+"", "
            +temp[9]+"", '"+temp[10]+"", NULL)");
            System.out.println("1 row affected");
            baglantiKapat();
        } catch (Exception ex) {

        }

        Logger.getLogger(KnockKnockProtocol.class.getName()).log(Level.SEVERE, null,
        ex);
    }
}
return theOutput;
}

```

**Kod 23. Data Ayırıştırma ve Veri tabanına yazan Fonksiyon - processInput().**

#### 4.3.5 Veri Tabanı ve Tablolar

SQL ( Structured Query Language - Yapılandırılmış Sorgu Dili ) verileri yönetmek için geliştirilmiş bir programlama ara yüzüdür. SQL dili ile bir veri tabanı üzerinde her türlü işlemin yapılmasını sağlayan komutlardan oluşur.

MySQL, altı milyondan fazla sistemde yüklü bulunan çoklu iş parçacıklı (multi-threaded), çok kullanıcı (multi-user), hızlı ve sağlam bir veritabanı yönetim sistemidir. UNIX, OS/2 ve Windows platformları için ücretsiz dağıtılmakla birlikte ticari lisans kullanmak isteyenler için de ücretli bir lisans seçeneği de mevcuttur. Kaynak kodu açık olan MySQL'in pek çok platform için çalıştırılabilir ikilik kod halindeki indirilebilir sürümleri de mevcuttur. Belli başlı MySQL özellikleri şu şekildedir [50].

- Unix türevlerinden Amiga'ya kadar birçok farklı platformda çalışabilir.
- Birden fazla CPU ile kolaylıkla çalışabilir.
- 60000'in üzerinde tablo, 5 milyarın üzerinde satır ile çalıştığı söylenen MySQL sistemler bulunmaktadır.
- Windows için ODBC desteği bulunmaktadır, ODBC 2,5 komutları tamamen desteklenmektedir.
- Farklı karakter setlerini (iso8859-9, ...) ve onlara göre sıralama yapılmasını destekler, farklı dillerde hata mesajları verebilir.
- Özellikle internet ortamında önem kazanan, çok esnek ve güçlü bir kullanıcı erişim kısıtlama/yetkilendirme sistemine sahiptir.

Akıllı çöp tenekesi veri tabanı, iki önemli tablo grubundan oluşmaktadır. Bunlar,

- Eşleşme tablosu
- Cihaz Tabloları



### 4.3.5.1 Eşleşme Tablosu ( Imei List )

Veri tabanında, akıllı çöp kutusu kontrol birimi bilgileri ile çöp kutusu bilgilerinin tutulduğu tablodur. Sistem yöneticisi tarafından kontrol edilir ve kontrol birimi sahaya yerleştirilirken bu bilgiler girilmelidir. Sahadan gelecek verileri, bu tablodan alınacak çöp tenekesi numarası doğrultusunda cihaz tablolarına yazılacaktır. Yapısı Tablo 8’de gösterilmiştir.

idImei_List	imei	KontNo	GsmNo	Adress	Ip	Port	Latitude	Longitude	Detay	BolgeID
1	353815010908865	34001	05334517924	Baglarbası Maltepe IST	85.17.137.41	3306	40.931773	29.1420489	Konteyner 1	3405
2	353815010900001	34002	05330000001	Bestekar Ziya Sok. Goztepe	85.17.137.41	3306	40.97695	29.069138	Konteyner 2	3405
3	353815010900002	34003	05330000002	Evrancad. Sen Sokak. Yenisahra	85.17.137.41	3306	40.989293	29.095445	Konteyner 3	3405
4	353815010900003	34004	05330000003	Bagdat Cad. Turb Sok. Bostanci	85.17.137.41	3306	40.956583	29.087849	Konteyner 3	3405
5	353815010900004	34005	05330000004	Camialti Sok. Basibuyuk Mah.	85.17.137.41	3306	40.957572	29.1466	Konteyner 4	3405
**	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

**Tablo 8. Eşleşme Tablosu ( Imei List ).**

Tabloda bulunan sütunlar ve kısaca içerikleri aşağıdaki gibidir.

- idImei\_List, satır numarasıdır. Otomatik olarak artma ve tamsayı yapısındadır.
- Imei, kontrol birimi donanımının modül Imei numarasıdır.
- KontNo, akıllı çöp kutusu numarasıdır.
- GsmNo, kontrol birimi içerisinde bulunan data sim kartının telefon numarasıdır.
- IP, cihaz tablosunun bulunduğu sunucu adresi ve port numarasıdır. Veri tabanı sunucularının farklı bölge veya firmalarda bulunabilme olasılığı düşünülerek eklenmiştir.
- Latitude, akıllı çöp tenekesinin bulunması gereken enlem bilgisi.
- Akıllı çöp tenekesinin bulunması gereken boylam bilgisi.
- Detay, Cihaz ile ilgili girilebilecek detay bilgi.
- BolgeID, Cihazın bulunduğu bölge numarası. Farklı firma veya ilçeler için oluşturulmuş numaradır. Bir firmadaki veya bölgedeki cihazları gruplayabilmek için eklenmiştir.

### 4.3.5.2. Cihaz Tabloları

Veri tabanında her akıllı çöp kutusu için bir tablo oluşturulmakta ve sensör ve konum bilgileri bu tablo içerisine yerleştirilmektedir. Her bir akıllı çöp tenekesi için, tekil bir numara belirlenmelidir. Örneğin 34001. Cihaz tablosu bu tekil numara adı ile açılmıştır. Cihaz tablosunun, tekil Imei numarası ile açılmamasının sebebi, ileride olabilecek donanım değişiklikleri ve arızalarda eşleşme tablosundaki bilginin güncellenerek geçmişe dönük veri kaybının önlenmesidir. Veri yapısı tablo 9’da gösterilmektedir.

id34001	imei	ADC0	ADC1	BattLevel	Level	date	Latitude	Longitude	Alt	Speed	Course	ServTime
184	353815010908865	1199	313	4295	7	01:10:06	40.9317188	29.142247	110.02	0.04000112	180.03268	NULL
183	353815010908865	1199	313	4295	7	01:10:06	40.9317188	29.142247	110.02	0.04000112	180.03268	NULL
182	353815010908865	1100	10	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
181	353815010908865	1100	10	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
180	353815010908865	1100	10	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
179	353815010908865	1100	10	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
178	353815010908865	1100	10	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
177	353815010908865	1100	10	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
176	353815010908865	1100	10	3800	4	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
175	353815010908865	1100	10	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
174	353815010908865	1100	18	3800	6	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
173	353815010908865	1100	18	3800	5	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
172	353815010908865	1100	16	3800	5	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
171	353815010908865	1100	16	3800	3	00:00:00	40.931773	29.1420489	99.999	0.000000	359.1234	NULL
290	353815010908865	1197	312	4033	7	02:21:41	40.9316542	29.1422369	89.497	0.03000084	79.20056	NULL
291	353815010908865	1197	312	4034	7	02:21:51	40.9316679	29.1422263	89.736	0.01000028	71.08346	NULL
292	353815010908865	1196	311	4018	7	02:22:02	40.9316963	29.1421986	92.687	0.04000112	48.59568	NULL
293	353815010908865	1196	310	4016	7	02:22:12	40.9317096	29.1421675	99.135	0.02000056	60.94684	NULL

**Tablo 9. Cihaz Tabloları.**

#### **4.3.6. WEB Uygulaması**

Database üzerindeki verilerin, internet gezgini aracılığı ile sistem kullanıcılarına gösterilmesini sağlayan uygulamadır. Harita üzerinde akıllı çöp tenekelerinin ağırlık ve seviye bilgileri ve konumları gösterilmektedir. Uygulama, browser tabanlı olduğundan internet servisi sağlayabilen tüm mobil cihazlarda çalışabilecektir. Çöp toplama birimleri, harita üzerinden yakın ve toplanmaya uygun olan noktaları seçerek en kısa zamanda görevlerini yerine getirebileceklerdir.

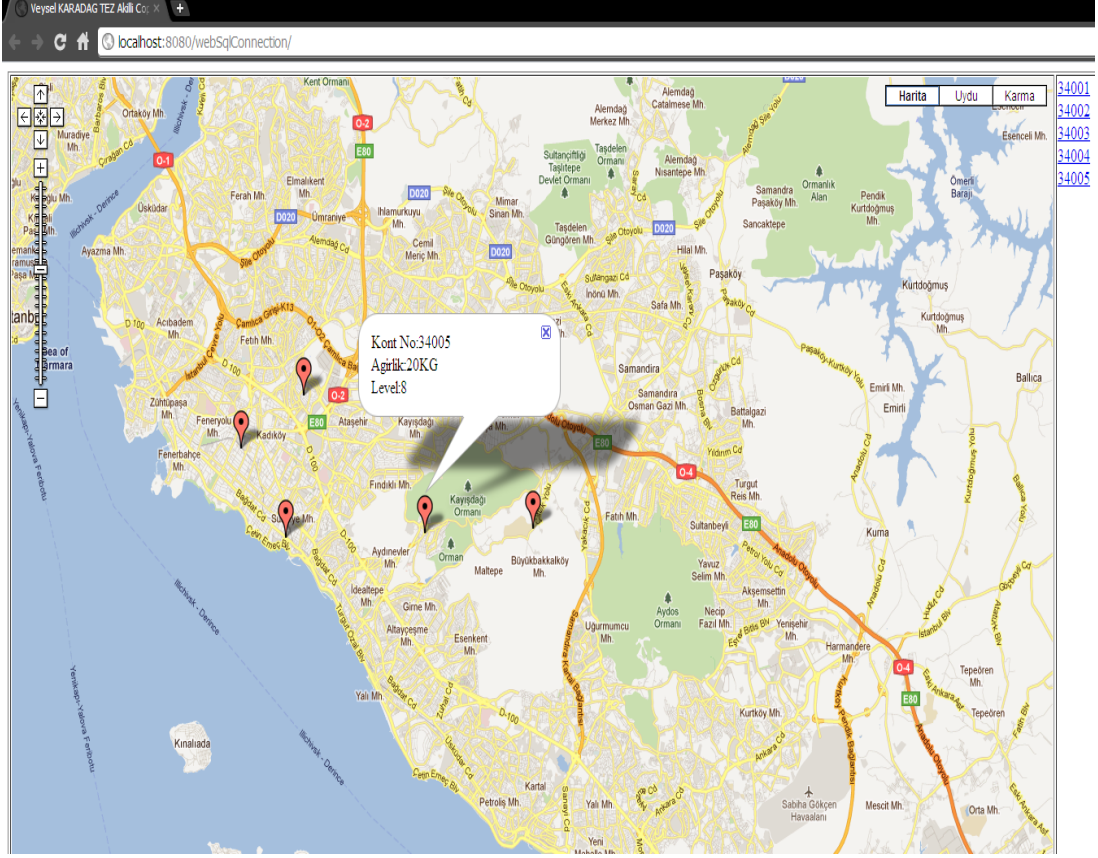
Web uygulaması için, Java sunucu sayfaları ( JSP-Java Server Pages) ve glassfish web sunucundan yararlanılmıştır.

##### **4.3.6.1. Java Sunucu Sayfaları ( JSP )**

JSP dinamik web sayfalarının tasarlanmasında kullanılır. JSP diğer teknolojilerden farklı olarak çapraz platform ve çapraz uygulama sunucusu özelliklerinden faydalanmaktadır [51].

- Statik HTML ve XML bileşenlerinden
- Özel JSP etiketlerinden
- Opsiyonel olarak scriptlet adı verilen Java programlama dili kod parçacıklarından oluşmaktadır.
- 

Uygulama örneği için <http://economy.org.uk/> sitesindeki google harita örnek kodlarından yararlanılmıştır [52]. Web ara yüzü Şekil 66'deki gibi görünecektir.



Şekil 66. Web Uygulaması Arayüzü

## 5. SONUÇ

Teknolojideki gelişmeler ile anlık ve doğru bilgiye erişmek gün geçtikçe kolaylaşmaktadır. İnternet ve sosyal meydanında gelişmesi ile insanlar bilgiye her yerden anında erişmeye başlamışlardır.

Banka hesaplarının çevrimiçi kontrolü, posta kutularının elektronik olması, uzaktan okunan elektrik ve doğalgaz sayaçları temelde verilere anında erişim sağlanabilmesi sonucu oluşturulabilen sistemlerdir. Artık şehirlerde trafik kameraları, güvenlik kameraları ile 7 gün 24 saat izlenmekte ve kayıt altına alınmakta ve insanların gerçek zamanlı erişimine imkan vermektedir.

Tez konusu olarak, şehirlerin en önemli sorunlarından biri olan çöp toplama sorunu üzerine, gelişen teknoloji ile bir çözüm geliştirebilmek amaçlanmaktadır. Çöp toplama işlemi haftanın belirli günleri, periyodik olarak tüm çöp tenekelerinin işçiler tarafından kontrol edilmesi ve toplanması sonucu gerçekleştirmektedir. Yoğun nüfus yaşayan yerlerde etkili bir çözüm gibi gözüксе de sanayi sitelerinde, hastanelerde, taşrada çöp toplama işlemi için harcanan yol ve zaman kaybı fazla olabilmektedir. Tasarlanan sistemde, GPRS alt yapısı kullanılarak, çöp tenekelerinin veya alanlarının gerçek zamanlı izlemesi yapılmıştır. Her çöp noktasının kontrol edilmesi sonucu oluşacak zaman ve akaryakıt israfının önüne geçilebileceği düşünülmüştür.

Uygulamanın temel prensipleri, tedarik ve hammadde sağlayan ticari firmaların satış ağları içinde uygulanabilir. Müşterilere aktarılan veya müşteri tarafında bulunan ürünlerin gerçek zamanlı bilgisi doğrultusunda, satış ve tedarik ağlarını uyarabilecekleri bir sistem olarak da kullanılması öngörülmektedir.

Tez konusu olan akıllı çöp tenekelerinin kullanımı ile daha düzenli ve temiz bir çevre temizliği ve belediye hizmeti sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

1. International Telecommunication Union, “Key Global Telecom Indicators for the World Telecommunication Service Sector”, <http://www.itu.int>, ( Erişim Tarihi: 12.09.2011 ).
2. <http://www.etsi.org/WebSite/Technologies/Cellularhistory.aspx> ( Erişim Tarihi: 12.09.2011 )
3. “Nokia Press Release Espoo”, Finland, Temmuz 2011
4. International Telecommunication Union (ITU), “Mobile Cellular subscriptions Statistic” , 2000-2010.
5. Yılmaz, S., “TC65 Gsm/Gprs Modülü Kullanılarak Uzaktan Kontrol Sistemi Gerçekleştirilmesi” , Selçuk Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2008
6. Rysavy Research, “EDGE, HSPA and LTE:The Mobile Broadband Advantage”, 2007.
7. Kayacan, S., “Gsm’de Frekans Planlama Yöntemleri ve Hücelere Frekans Ataması Yapacak Planlama Yazılımı Gerçekleştirimi”, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eylül 2007.
8. Tübitak-Bilten, “Elektromanyetik Dalgalar ve İnsan Sağlığı Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları”, 2001.
9. <http://stakeholders.ofcom.org.uk/sitefinder/glossary/jargon/> “Independent regulator and competition authority for the UK communications industries” ( Erişim Tarihi: 12.09.2011 )
10. <http://www.samsung.com> “CDMA UbiCell™” ( Erişim Tarihi: 12.09.2011 )
11. [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mobile\\_phone\\_evolution.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Mobile_phone_evolution.jpg)  
( Erişim Tarihi: 12.09.2011 )
12. <http://www.cinterion.com/> Cinterion Wireless Modüle  
( Erişim Tarihi:12.09.2011 )
13. <http://wm.sim.com/> “SIM Technology Group Limited” ( Erişim Tarihi: 12.09.2011 )
14. <http://en.wikipedia.org/wiki/~SIMModule> ( Erişim Tarihi:12.09.2011 ).

15. Taşpınar, N., Koçak, Y., Sabah, M.A., “Genel Paket Radyo Servisi (GPRS) Yapısı, Protokolleri ve Kaynak Yönetimi”, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17- 2002.
16. Geren, Önder M., “Mobil Sensör Cihazları Kullanılarak Isı ve Nem Değerlerinin Ölçümü ve Değerlendirilmesi”, Maltepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2010.
17. “Odtü Bilgisayar Topluluğu Elektronik Dergisi”, ODTU, Mayıs 2009.
18. Kalaycı, Tahir E., “Kablosuz Sensör Ağlar ve Uygulamaları”, Ege Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü.
19. Wan-Young Chung, Chiew-Lian Yau, Kwang-Sig Shin, and Risto Myllyla, “Cell Phone Based Health Monitoring System with Self Analysis Processor using Wireless Sensor Network Technology”, Proceedings of the 29th Annual International Conference, 2007.
20. Sukun Kim, Shamim Pakzad, David Culler, James Demmel, Gregory Fennes, Steve Glaser, Martin Turon, “Wireless Sensor Networks for Structural Health Monitoring”, University of California at Berkeley.
21. Yılmaz, Hidayet O., “Yük Hücresi ve Köşe Kalibrasyonu Test Robotu Tasarımı ve Uygulaması”, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2010.
22. <http://www.puls.com.tr> , “Load Cell ve Uygulamaları”, ( Erişim Tarihi: 12.09.2011)
23. Dogan, İ., “Design of a GPS data logger device with street-level map interface”, Advances in Engineering Software, 41-2010.
24. Derelioğlu, B., “Gps ve Gprs Tabanlı Geniş Alan Ağı Uygulaması”, Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
25. Prof. Bernstein, D., [https://users.cs.jmu.edu/~slides\\_gps\\_introduction.php](https://users.cs.jmu.edu/~slides_gps_introduction.php) “Madison University The Global Positioning System”, ( Erişim Tarihi: 12.09.2011).
26. Siemens AG, “XT65/XT75 Hardware Interface Description”, Siemens WM, 2007.
27. Siemens AG, “AN:26 Power Supply Design for GSM Applications”, Siemens WM, 2006.
28. STMicroelectronics, “L5973D datasheet” , 2008.
29. Yıldırım, S., “Anahtarlama Güç Kaynaklarının Performanslarının Teorik ve Uygulamalı Olarak İncelenmesi”, Marmara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
30. Microchip Technology Inc., “Stand-Alone System Load Sharing and Li-Ion / Li-Polymer Battery Charge Management Controller MC73871 Datasheet”, 2009.

31. <http://industrial.panasonic.com/www-data/pdf2/ACA4000/ACA4000CE240.pdf>  
“Panasonic Li-ION batteries Data sheet”. ( Erişim Tarihi:12.09.2011 ).
32. Brian Chu, Microchip Technology Inc., “Li-Ion/Li-Poly Battery Charge and System Load Sharing Management Design Guide With MCP73871”, ISBN: 978-1-61341-274-9.
33. Atabey, M., “Lityum-İon Bataryaların Fotovoltaik Sistemlerde Uygulanabilirliđinin Diğer Batarya Tipleri ile Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması”, Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
34. David Linden, Thomas B. Reddy, “Handbook of Batteries Third Edition”, ISBN 0-07-135978-8, 2001.
35. [http://industrial.panasonic.com/www-ctlg/ctlg/qACA4000\\_WW.html](http://industrial.panasonic.com/www-ctlg/ctlg/qACA4000_WW.html) “Li-Ion Batteries” ( Erişim Tarihi:12.09.2011 ).
36. Çoruh, N., Erfidan, T., Ürgün, S., “DA-DA Boost Dönüştürücü Tasarımı ve Gerçeklenmesi, Design and Implementation of DC-DC Boost Converter”, Mühendislik Fakültesi Elektrik Mühendisliği Bölümü Kocaeli Üniversitesi, Sivil Havacılık YO Kocaeli Üniversitesi.
37. Semiconductor Components Industries, LLC, “MC34063A/D, 1.5 A, Step-Up/Down/ Inverting Switching Regulators” , 2010.
38. <http://www.nomad.ee/micros/mc34063a/>, “MC34063 Step/UP Simulatörü”. ( Erişim Tarihi:12.09.2011 ).
39. Altun, K., “Pic Mikro Denetleyicilerin Bilgisayar Arayüzü ile Kontrolü ve Veri Tabanı Uygulaması” , Cumhuriyet Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
40. Maxim Integrated Products, “MAX3238 Datasheet, +3.0V to +5.5V, 1µA, up to 250kbps, TrueRS-232 Transceiver with AutoShutdown Plus”, 2002.
41. Semiconductor Components Industries, LLC, “MC14532B/D 8–Bit Priority Encoder Datasheet”, Nisan 2006.
42. Toshiba Corporation, “Photocoupler GaAs Ired & Photo Transistor, TLP181 Datasheet”.
43. “Elektronik ders notları temel Op-Amp devreleri”, Mersin Üniversitesi.
44. Analog Devices, Inc., “AD623 Datasheet, Single-Supply, Rail-to-Rail, Low Cost Instrumentation Amplifier”.
45. “SPA 150 yük Hücresi”, <http://www.esit.com.tr> ( Erişim Tarihi: 12.09.2011 ).



46. Erpolat, C., “Java Programlama Dilinin Bilgisayar Destekli Öğretimi”. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2006.
47. Cinterion Wireless Modules GmbH, “Java User’s Guide” , 2008.
48. Siemens AG, “XT65 AT Command Set”, Siemens WM, 2007.
49. Qusay H. Mahmoud, “J2ME and Location-Based Services”, java.sun.com Ağustos 2007.
50. <http://www.mysql.com.tr/tr>, MySQL resmi Sitesi, ( Erişim Tarihi:12.09.2011 ).
51. M. Erkan Yüksel, A. Halim Zaim, “Gsm/Gprs Aygıtları Üzerinden Çok Dilli SMS Gönderme”, Harran Üniversitesi, Akademik Bilişim 2009, Şubat 2009.
52. Mike Williams ,”Google Maps API Tutorial”, <http://eonym.org.uk/gmap/> ( Erişim Tarihi:12.09.2011 ).

## ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İstanbul'da doğdu. İlköğretimini Göztepe Yeşilbahar İlköğretim okulunda, ortaöğretimini Göztepe Ortaokulunda, lise eğitiminide Üsküdar Haydarpaşa Anadolu Teknik lisesi Elektronik bölümünde okumuştur. 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik Öğretmenliği Bölümüne başladı ve 2004 yılında mezun oldu. 2005 yılından itibaren Mobiltim İletişim Kurumsal Hizmetler A.Ş de AR-GE departmanında çalışmaktadır. 2009 yılında Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektronik Mühendisliği bölümünde öğrenim yapmaya başlamıştır. İngilizce bilmektedir.