



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



GPS İLE ARAÇ TAKİP SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ

S. ALİ BİNGÜL
031811033

MÜHENDİSLİK TASARIMI 1 ARA RAPORU

BURSA 2022

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

GPS İLE ARAÇ TAKİP SİSTEMİNİN GERÇEKLENMESİ

S. ALİ BİNGÜL
031811033

Projenin Danışmanı: Öğr. Gör. Dr. İsmail Tekin

ÖZET

Araç takip sistemleri günümüz dünyasında şirketlerin lojistik yönetimi için olmazsa olmaz sistemlerden biri haline gelmiştir. Bu bağlamda modüler ve düşük güç tüketimli araç takip sistemleri ihtiyaç haline gelmiştir. Araç takip sistemi, araç sahibinin veya üçüncü bir şahsın aracın konumunu takip etmesini sağlamak için araca takılan elektronik bir cihazdır. Sunulan çalışmada GPS (Global Positioning System) teknolojisi kullanılarak anlık konum bilgisi alınmış ve GSM (Global System for Mobile Communication) teknolojisi kullanılarak konum verileri bir bulut sunucusuna gönderilmiştir. Atmega238 mikrodenetleyicisi kullanılarak sim808 GPS/GSM/GPRS modülü ile bir devre tasarlanmıştır. Sunucu tarafında anlık olarak konum bilgilerinin gönderilebileceği bir uygulama yazılmıştır.

ABSTRACT

Vehicle tracking systems have become one of the indispensable systems for the logistics management of companies in today's world. In this context, modular and low power consumption vehicle tracking systems have become a necessity. Vehicle tracking system is an electronic device installed in the vehicle to enable the vehicle owner or a third party to track the location of the vehicle. In the presented study, instant location information was obtained using GPS (Global Positioning System) technology and location data was sent to a cloud server using GSM (Global System for Mobile Communication) technology. A circuit is designed with sim808 GPS/GSM/GPRS module using Atmega238 microcontroller. An application has been written on the server side where location information can be sent instantly.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİL TABLOSU	v
KISALTMALAR	1
1. GİRİŞ	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	5
3.1. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS)	5
3.2. Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (GSM)	6
3.3. Genel Paket Radyo Servisi (GPRS)	6
3.4. Atmega328p	6
3.5. Devre Tasarımı	8
4. KAYNAKLAR	8

ŞEKİL TABLOSU

Şekil 1 Küresel Konumlandırma Sisteminin Temel Çalışma Prensibi	5
Şekil 2 GSM ağ yapısı	6
Şekil 3 Atmega328p blok diyagramı	7
Şekil 4 Atmega328p kullanılarak tasarlanmış geliştirme kartı devresi.....	8

KISALTMALAR

GPS: Global Positioning System

GPRS: General Packet Radio Service

GSM: Global System for Mobile Communications

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

SMS: Short Message Service

TDMA: Time-Division Multiple Access

CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor

RISC: Reduced Instruction Set Computer

EEPROM: Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory

SRAM: Static Random Access Memory

USART: Universal Synchronous and Asynchronous Receiver-Transmitter

ADC: Analog-to-Digital Converter

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle geliştirilen inovatif çalışmalar insanların iş ve süreç yönetimlerini daha kolay ve etkili yapmalarını sağlamaktadır. Gelişimine devam eden ve iş yönetimi açısından çok önemli role sahip olan takip sistemleri de sürekli geliştirilmektedir. Şirketlerin lojistik yönetimi ve diğer dinamik iş süreçleri için merkezi bir yönetim ve denetleme sistemi olması için hareket halindeki araç veya nesne takibi çok önemli role sahiptir. Dinamik araç veya nesne takibi için taşınabilir ve daha az maliyetli araç takip sistemleri geliştirilmektedir. Bu araç takip sistemlerinde anlık olarak hareketlinin konum bilgisinin alınması gerekiyor. Teknolojinin geldiği nokta itibariyle konum bilgisi çok ucuz maliyetler ile GPS (Küresel Konumlandırma Sistemi) teknolojisi kullanılarak elde edilebiliyor. Bu teknoloji sayesinde çok basit bileşenler ile coğrafi olarak enlem ve boylam bilgisi alınabilmektedir. Böylece hareket halindeki bir aracın veya nesnenin takibini yaparken belirli bir frekansta sürekli enlem ve boylam bilgileri alınarak ve bu bilgiler kaydedilerek takip olayı gerçekleştirilebilmektedir. Kullanılma nedenine bağlı olarak enlem ve boylam bilgisinin yanında rakım ve iletişime geçilen uydu sayıları verileri de dikkate alınmaktadır.

Hareketli bir aracın veya nesnenin takibi yapıldığından ve bu alınan bilgilerin anlık olarak merkezi bir yönetim sistemine aktarılması gerekeceğinden kablosuz bir haberleşme sistemi kullanılarak haberleşme sağlanır. GPRS (Verinin aktarılması için Genel Paket Radyo Servisi) veya GSM (Mobil İletişim İçin Küresel Sistem) teknolojileri kullanılmaktadır. Alınan veriler internet üzerinden bir bulut sunucusundaki yazılım sistemine aktarılmaktadır. Kullanıcıların yönetimi sağlayabilmesi için de bir ön yüz yazılım sistemi geliştirilir ve yönetimi yapacak kullanıcıya veriler bulut sunucusundan anlık olarak alınır. Dolayısıyla takibi yapılan tüm araçlar anlık olarak konum bilgilerini bulut sunucuna aktarmaktadır ve bir ön yüz yazılımı ile araç takibini yapan kullanıcı bu verileri alarak anlık görüntüleme ve yönetimi sağlamaktadır.

Hareketli araç veya nesnenin kullanım amacına göre bazı durumlarda hız bilgisinin de bilinmesi gerekebiliyor. GSM teknolojisi birkaç metre gerçek zamanlı mutlak hataya sahiptir. Dolayısıyla bu hata ile hız verisi çok kararlı alınamamaktadır. Kararlı bir şekilde hız verisinin hesaplanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada da kararlı bir şekilde anlık olarak hız verisi hesaplanacaktır.

Bu çalışmada mikrodenetleyici olarak Atmega328 kullanılarak sim808 modülü entegre edilip devre tasarlanmış ve kodlanmıştır. Sunucu tarafında çalışacak olan merkezi yazılım sistemi, verileri anlık olarak alıp kaydedecek ve bu verileri anlık olarak iletecek şekilde yazılmıştır. Bu sayede sim808 modülündeki GPS sensöründen konum bilgileri alınarak mikrodenetleyici kontrolü ile GPRS teknolojisi kullanılarak sunucudaki merkezi yazılım sistemine bilgiler gönderilmiştir. Böylece anlık olarak konum bilgileri alınmış, kaydedilmiştir ve bir ön yüz yazılımına anlık olarak veri sağlanabilecek şekilde gerçekleştirilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Maurya, K., Singh, M., & Jain, N. (2012). Yaptıkları çalışmada araç takip sistemini hırsızlık önleme sistemi olması amacıyla kullanılabileceğini sunmuşlardır. Çalışmalarında GPS ve GSM teknolojilerini kullanmışlardır. GPS alıcısı olarak HOLUX GR-67 serisini, GSM modem olarak SUNROM SIM 900D modülünü ve mikrodnetleyici olarak da AT89C51 kullanmışlardır. Tasarladıkları bu sistemin çalınan araç konum tespitinin yanı sıra vahşi hayvanların takibi ve canlı varlık izleme uygulamalarında da kullanılabileceğini dile getirmişlerdir.

Lee, S., Tewolde, G., & Kwon, J. (2014, March). Çalışmalarında anlık olarak araçların konum bilgisinin alındığı ve bir web server'da kaydedilip oradan mobil bir uygulama aracılığıyla aracın konumunun görüntülediği bir sistem geliştirmişlerdir. Konum bilgisini EM-406 GPS modülünü kullanarak almışlardır. Mikrodnetleyici olarak Atmega328 tabanlı Arduino UNO R3 geliştirme kartını kullanmışlardır. TinyGPS kütüphanesini kullanarak GPS modülü ile haberleşmeyi sağlamışlardır. GSM/GPRS teknolojileri için SM5100B modülünü kullanmışlardır. Web server için PHP programlama dilini ve veri tabanı olarak MySQL kullanmışlardır. GPS modülünden alınan veriler mikrodnetleyici kontrolünde GPRS modülüne aktarılmış ve HTTP isteği yapılarak Web server'a iletilmiştir. Aracın konumunu görüntüleme noktasında da bir iPhone telefon için mobil uygulama yazılmıştır. Mobil uygulamada HTTP istekleriyle veriler alınmış ve Google Maps API kullanılarak harita üzerinde görüntülenmiştir.

Pham, H. D., Drieberg, M., & Nguyen, C. C. (2013, December). Küresel araç mülkiyetinin artmasına rağmen araç takip sistemlerinin benimsenmesinin eksik olduğunu belirtmişlerdir. Halihazırda araç takip sistemlerinin var olduğunu ancak çoğunun belirli spesifik uygulamalar ya da bölgeler için tasarlandığı dile getirmişlerdir. Dolayısıyla kendileri yaptıkları çalışmada geliştirdikleri araç takip sisteminin birçok uygulamaya uyarlanabileceğini iddia etmişlerdir. Çalışmanın küresel çapta kullanılabileceğini ve var olan çalışmalara göre daha ucuz olacağını öngörmüşlerdir. Ayrıca aracın kat ettiği mesafeyi ve hızını da takip etmek için kullanılabileceğini dile getirmişlerdir. Çalışmada GSM teknolojisi ile GPS modülünden aldığı konum bilgisini SMS olarak göndermişlerdir. Çalışmada GPS modülü olarak u-blox NEO-6Q, GSM modülü olarak u-blox LEON-G100 ve mikrodnetleyici olarak Arduino Uno kullanılmıştır. Mikrodnetleyici GPS modülü ile GSM modülü arasında haberleşme UART (Universal asynchronous receiver-transmitter) protokolüyle yapılmıştır.

Khin, J. M. M., & Oo, N. N. (2018). Yaptıkları çalışmada mikrodnetleyici olarak Arduino UNO R3, SIM800A modülü ve GPS modülü olarak NEO 6M kullanılmıştır. GPS modülünden aldıkları verileri mikrodnetleyici ile SIM800A modülüne iletip GPRS teknolojisi kullanılarak HTTP protokolü ile web server'a iletilmiştir. Web server PHP ve Perl programlama dilleriyle yazılmıştır. Veri tabanı olarak MySQL kullanılmıştır. Google Map API kullanılarak alınan veriler Google Map üzerinden görüntülenmiştir.

Mounika, J., Charanjit, N., Saitharun, B., & Vashista, B. (2021). Yaptıkları çalışmada kaza tespiti ve bildirim sistemi geliştirmişlerdir. Ayrıca çalıntı araçların tespiti için de önemli olduğunu dile getirmişlerdir. Geliştirdikleri sistemin amacı kaza

sonrası ilgili kişinin yakınlarına bilgilendirme göndermesidir. Kazayı tespit etmek için Piezoelektrik sensör kullanmışlardır. Mikro elektromekanik sistem kazayı tespit etmekte ve Atmega328 tabanlı Arduino'ya iletmektedir. Kaza tespit edildiği zaman mikrodenetleyici tarafından GPS sensörü ile kararlı konum bilgileri alınıp GSM teknolojisi ile ilgili kişinin yakınlarına SMS olarak gönderilmektedir. Ayrıca hırsızlık ya da kayıp durumlarında kullanıcı istediği zaman aracın konum bilgisini alabilmektedir. Çalışmada GPS modülü olarak u-blox NEO-6M ve GSM modülü olarak SIM900A kullanılmıştır.

Morallo, N. T. (2021). Yaptığı çalışmada GPS ve GSM teknolojilerini kullanarak anlık araç konum takibinin yapılması ve SMS olarak gönderilebilmesi sağlamıştır. GPS teknolojisinin kullanımının önemli bir role sahip olduğunu ve kullanımının ciddi şekilde artacağını iddia etmiştir. Tasarladığı sistemde NEO-6m GPS modülünü kullanarak aldığı konum bilgisini SIM900A GSM modülüne Arduino mikrodenetleyicisini kullanarak iletip SMS olarak göndermektedir. Kullanıcı istediği zaman SIM900A modülüne takılı olan sim kartının numarasına SMS gönderip konumunu alabilmektedir.

Ratsame, P., Koedsaksit, M., Jitsoontron, S., Jaisamak, U., & Puengsungewan, S. (2021). Yaptıkları çalışmada GPS teknolojisinin araç takip sistemlerinin ucuz olarak tasarlanabilmesi için bir kısıt olduğunu iddia edip GPS teknolojisi olmadan araç takip sistemi yapmayı amaçlamışlardır. GPS teknolojisi yerine IoT (Internet Of Things) konseptini kullanmışlardır. Uygulama alanı olarak üniversite otobüslerini seçmişlerdir. Üniversite otobüslerine ışık ve titreşim sensörleri yerleştirip otobüsün dururken ve hareket halindeki veri numunelerinin ölçmüşlerdir. Bir Android mobil uygulama yazılarak otobüsün anlık olarak hangi durakta olduğunu bilgisini göstermişlerdir. Aldıkları sonuçta titreşim sensörünün ışık sensöründen daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir ve GPS teknolojisi olmadan yeni bir konseptte araç takip sistemi geliştirmişlerdir.

Tong, Y., Zhu, S., Zhong, Q., Gao, R., Li, C., & Liu, L. (2021, December). Araç takip sistemlerinde GPS sistemlerinin yaygın olarak kullanıldığını ancak hala çok az bir kısım da olsa GPS tarafından konum tespiti yapılamayan yerlerin olduğunu iddia etmişlerdir. Anlık konumlandırma metotlarının her zaman inertial dead-reckoning metotlarına dayandığını iddia etmişlerdir ve akıllı cihazlardaki düşük kalite sensörlerin birçok faktörden etkilendiğini dile getirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada araç takip sisteminin GPS yerine keşfettikleri yeni akıllı cihaz temelli atalet sekansı öğrenme yaklaşımıyla geliştirmesini yapmışlardır.

Crisgar, P. V., Wijaya, P. R., Pakpahan, M. D., Syamsuddin, E. Y., & Hasanuddin, M. O. (2021, June). Hırsızlık için araç takip sistemlerinde GPS ve GSM teknolojilerinin yaygın olarak kullanıldığını dile getirmiştir ve eğer bu gibi durumlarda hemen bilgi alınamazsa gereksiz olduğunu iddia etmişlerdir. Bundan dolayı, hırsızlık benzeri durumlarında ilgili konumdan çok uzaklaşmadan ve çok geç olmadan takibinin yapılması için daha iyi bir tespit etme sisteminin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Tasarladıkları sistemde araç hareket tespiti ve araç çalıştırma tespiti gerçekleştirmişlerdir. Konum tespitini GPS teknolojisi ile alıp internet üzerinden hücresel ağları kullanarak iletmışlerdir. Veriyi MQTT protokolünü kullanarak Google Cloud IoT Core ile Google Firebase'te bir veri tabanına iletmışlerdir. Kaydedilen

verinin web tabanlı bir kullanıcı ara yüzü ile alınabileceğini ve sistemin kontrol edilebileceğini belirtmişlerdir. Sistem hırsızlık durumunda kullanıcıya bildirim gönderecek şekilde tasarlanmıştır.

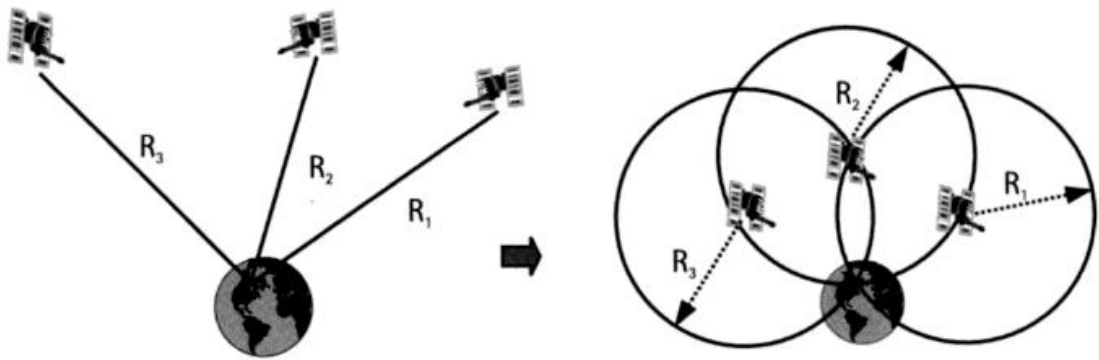
Vijayalakshmi, N., Shrinithi, R., Sanjana, V., & Sowmiya, T. (2021, March). Bir araç kazası olduğu zaman titreşim ve ultrasonik sensörlerinden sinyali algılayan bir sistem geliştirmişlerdir. Sinyal alındıktan sonra GPS teknolojisi kullanılarak aldıkları veriyi GSM teknolojisi ile polis ya da kurtarma ekiplerine bildirim gönderen bir yapı geliştirmişlerdir. Eğer kullanıcı kaza yapmadıysa ya da hayati tehlikesi olmadığı durumda yanlış bilgilendirmeyi engellemek adına bir anahtar ile bildirimi iptal edebilmektedir. İlerde kaza anının görüntüsünün de alınabilmesi için kaza tespiti anında fotoğraf çeken kamera yerleştirilebileceğini belirtmişlerdir. Geliştirdikleri sistemde mikrodnetleyici olarak Arduino Uno kullanmışlardır.

Tummanapally, S. S., & Sunkari, S. (2021). Araç takip sistemlerinin bazı durumlarda şart olduğunu dile getirmişlerdir. Her araç sahibi için ucuz bir güvenlik arayüzü tasarlamayı amaçladıklarını belirtmişlerdir. Çalışmalarında mikrodnetleyici olarak Arduino Uno, GPS modülü olarak NEO-6m ve GSM modülü olarak SIM900A kullanmışlardır. Kullanıcı aracının konumunu öğrenmek istediği zaman sisteme istek göndermek için SMS atarak aracının anlık konumunu alabilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS)

Küresel konumlandırma sistemi (GPS), uydu tabanlı olup coğrafi konum ve saat bilgisini sağlayan bir radyonavigasyon sistemidir El-Rabbany, A. (2002). ABD hükümetine aittir ve ABD uzay kuvvetleri tarafından yönetilmektedir. Dünya yörüngesinde yer alan uydular radyo sinyalleri yaymaktadırlar ve yeryüzündeki GPS alıcıları bu radyo sinyallerini alarak yorumlarlar ve konum bilgisini hesaplarlar.



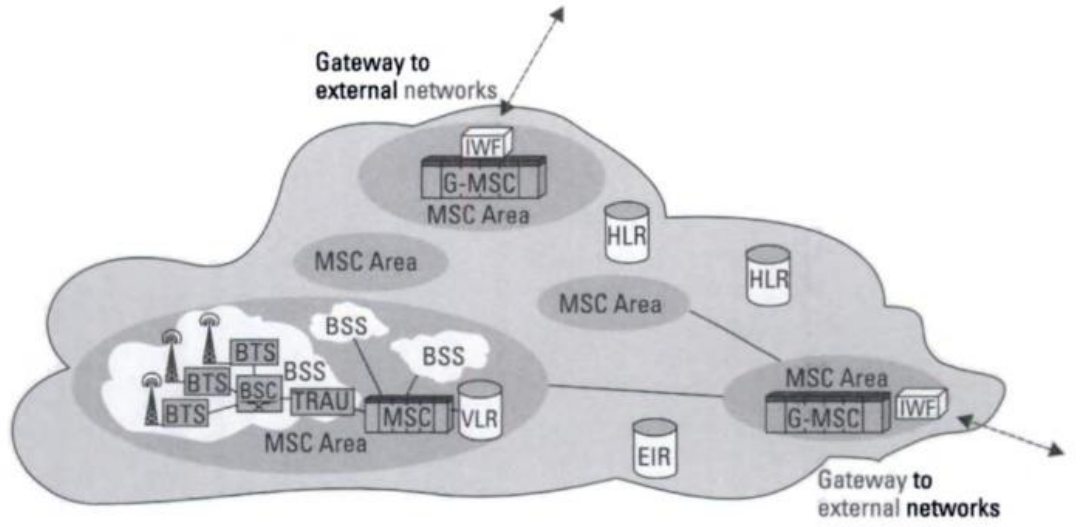
Şekil 1Küresel Konumlandırma Sisteminin Temel Çalışma Prensibi

Her GPS uydusu iki dijital kod ve bir navigasyon mesajı ile modüle edilen iki taşıyıcı sinyalden oluşan bir mikrodalga radyo sinyali gönderir El-Rabbany, A. (2002).

3.2. Mobil İletişim İçin Küresel Sistem (GSM)

GSM, cep telefonları için bir iletişim protokolüdür. GSM'in sağladığı en temel hizmet sesli telefon görüşmesidir. Diğer tüm iletişimlerde olduğu gibi ses sinyalleri dijital sinyallere dönüştürülerek GSM ağı üzerinden dijital yayın olarak gönderilir. Ayrıca GSM birçok veri servisi de sağlar. GSM ile birçok erişim yöntemi ve protokol kullanılarak 9600 bps hızında veri gönderilip alınabilir. GSM teknolojisi SMS servisini de sunar. SMS, 160 bayta kadar kısa alfanümerik mesajlar için çift yönlü bir servistir. Scourias, J. (1995).

Tüm GSM ağı BSS, NSS ve mobil istasyonlar olarak alt bölümlere ayrılabilir.



Şekil 2 GSM ağ yapısı

3.3. Genel Paket Radyo Servisi (GPRS)

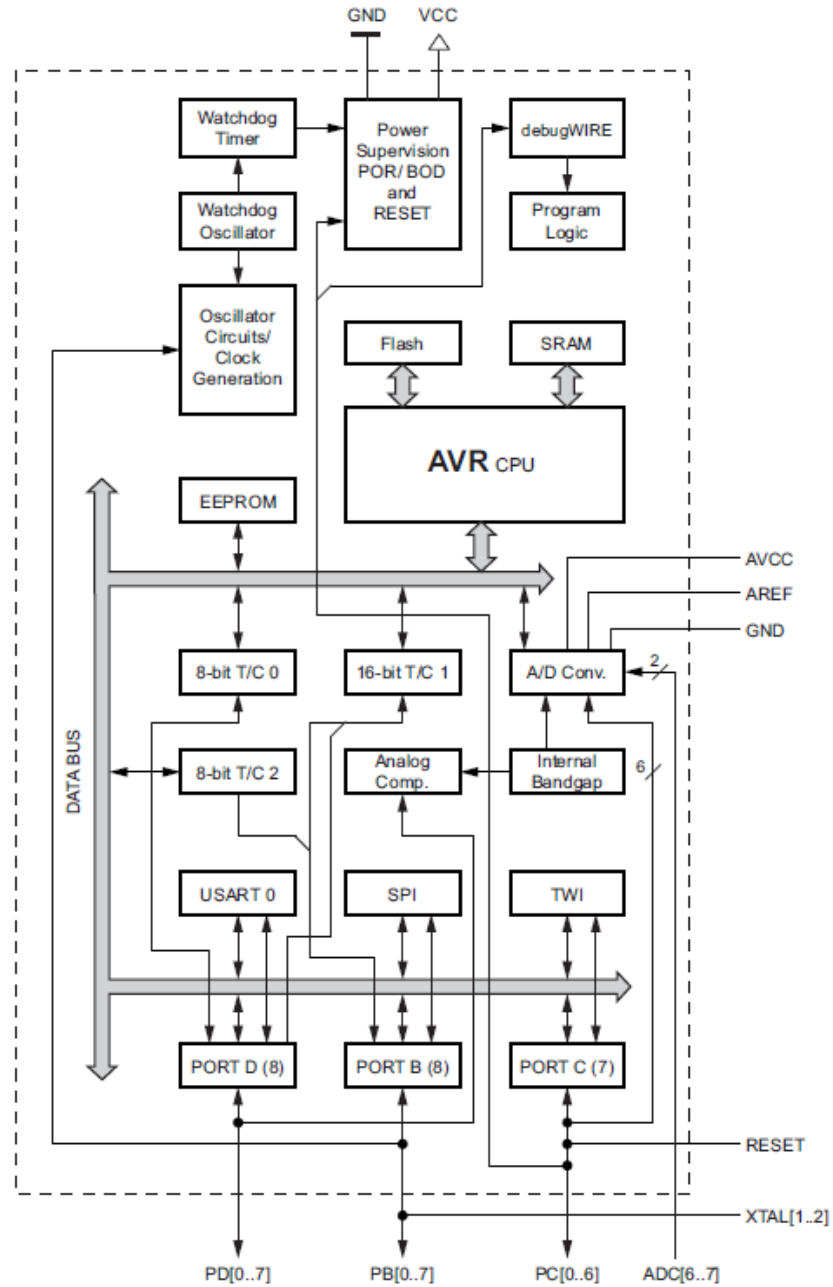
GPRS, mevcut 2G ve 3G hücresel iletişim ağının GSM ağı üzerinden paket anahtarlama bir mobil veri standardıdır. Zaman bölme çoklu erişim (TDMA) kanallarını kullanarak GSM'den daha hızlı veri aktarımı sağlar. GPRS cihazları, internet sunucusu aracılığıyla IP adresi eşleştirme teknolojisini kullanarak internet üzerinden iletişim sağlarlar Kong, L., Jin, J., & Cheng, J. (2005, November).

3.4. Atmega328p

Atmega328p genişletilmiş RISC mimarisine dayalı olan bir düşük güç CMOS 8 bit mikrodenetleyicidir. Atmel'in geliştirdiği Atmega328p'nin özellikleri şunlardır:

- 32 kilobayt dahili programlanabilir bellek
- 1 kilobayt EEPROM
- 2 kilobayt SRAM
- 23 genel amaçlı giriş çıkış pinleri
- 32 genel amaçlı bellek
- 3 tane esnek Zamanlayıcı/Sayıcı
- Dahili ve harici kesiciler
- Seri programlanabilir USART

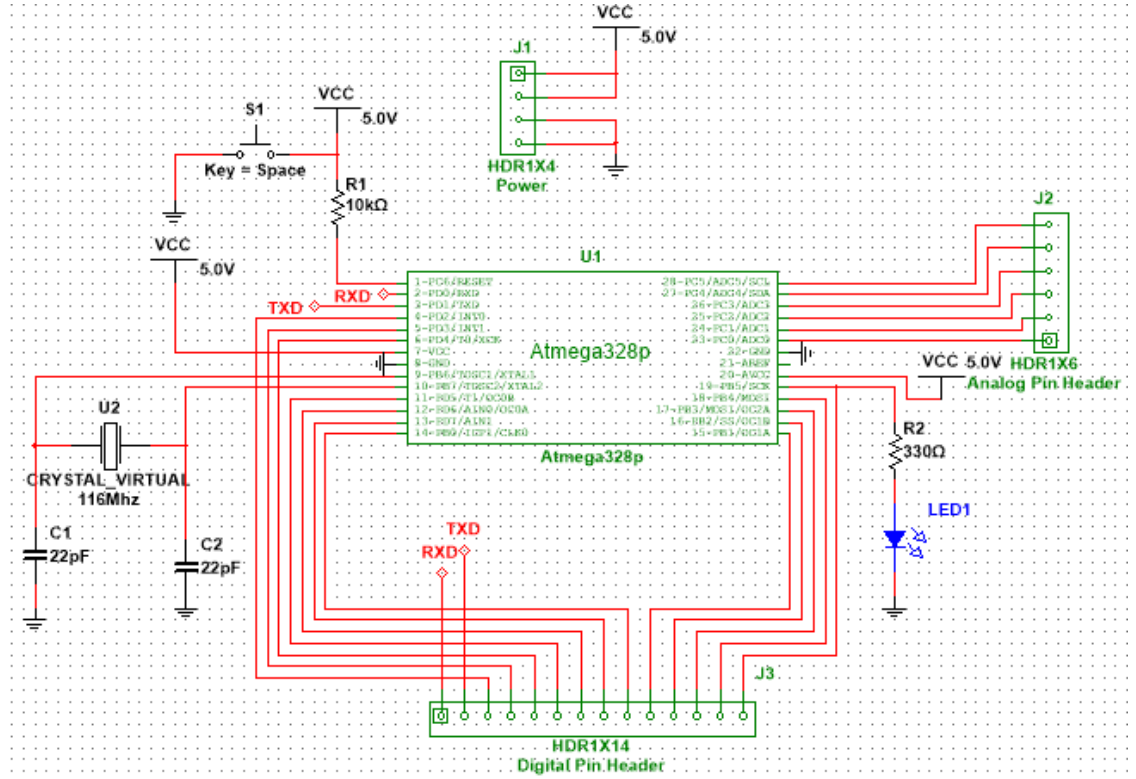
- Bayt odaklı iki kablolu seri arayüz
- Bir SPI seri portu
- 6 kanallı 10 bit ADC
- Dahili osilatörü olan watchdog zamanlayıcı
- 5 tane seçilebilir güç koruma modu



Şekil 3 Atmega328p blok diyagramı

3.5. Devre Tasarımı

Atmega328p mikrodnetleyici kullanılarak kişisel bir geliştirme kartı tasarlandı.



Şekil 4 Atmega328p kullanılarak tasarlanmış geliştirme kartı devresi

4. KAYNAKLAR

Maurya, K., Singh, M., & Jain, N. (2012). Real time vehicle tracking system using GSM and GPS technology-an anti-theft tracking system. *International Journal of Electronics and Computer Science Engineering*. ISSN, 22771956, V1N3-1103.

Lee, S., Tewolde, G., & Kwon, J. (2014, March). Design and implementation of vehicle tracking system using GPS/GSM/GPRS technology and smartphone application. In *2014 IEEE world forum on internet of things (WF-IoT)* (pp. 353-358). IEEE.

Pham, H. D., Drieberg, M., & Nguyen, C. C. (2013, December). Development of vehicle tracking system using GPS and GSM modem. In *2013 IEEE conference on open systems (ICOS)* (pp. 89-94). IEEE.

Khin, J. M. M., & Oo, N. N. (2018). Real-time vehicle tracking system using Arduino, GPS, GSM and web-based technologies. *International Journal of Science and Engineering Applications*, 7(11,433-436).

Mounika, J., Charanjit, N., Saitharun, B., & Vashista, B. (2021). Accident Alert and Vehicle Tracking System using GPS and GSM. *Asian Journal of Applied Science and Technology (AJAST) Volume*, 5, 81-89.

Morallo, N. T. (2021). Vehicle tracker system design based on GSM and GPS interface using arduino as platform. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 23(1), 258-264.

Ratsame, P., Koedsaksit, M., Jitsoontron, S., Jaisamak, U., & Puengsungewan, S. (2021). Vehicle-tracking mobile application without a GPS sensor. *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, 1(1), 11-14.

Tong, Y., Zhu, S., Zhong, Q., Gao, R., Li, C., & Liu, L. (2021, December). Smartphone-based vehicle tracking without GPS: Experience and improvements. In *2021 IEEE 27th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS)* (pp. 209-216). IEEE.

Crisgar, P. V., Wijaya, P. R., Pakpahan, M. D., Syamsuddin, E. Y., & Hasanuddin, M. O. (2021, June). GPS-Based Vehicle Tracking and Theft Detection Systems using Google Cloud IoT Core & Firebase. In *2021 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)* (pp. 1-6). IEEE.

Vijayalakshmi, N., Shrinithi, R., Sanjana, V., & Sowmiya, T. (2021, March). Vehicle Tracking and Locking System Based on GSM and GPS. In *2021 7th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)* (Vol. 1, pp. 758-761). IEEE.

Tummanapally, S. S., & Sunkari, S. (2021). Smart Vehicle Tracking System using GPS and GSM Technologies. *Available at SSRN 3884903*.

El-Rabbany, A. (2002). *Introduction to GPS: the global positioning system*. Artech house.

Scourias, J. (1995). Overview of the global system for mobile communications. *University of Waterloo*, 4.

Kong, L., Jin, J., & Cheng, J. (2005, November). Introducing GPRS technology into remote monitoring system for prefabricated substations in China. In *2005 2nd Asia Pacific Conference on Mobile Technology, Applications and Systems* (pp. 6-pp). IEEE.