

TC
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

KALMAN FİLTRESİ İLE VERİ ANALİZİ

Yusuf DEMİRCAN

Ömer CENGİZ

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Güngör YILDIRIM

BİTİRME TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ELAZIĞ

2020

TC
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

KALMAN FİLTRESİ İLE VERİ ANALİZİ

Yusuf DEMİRCAN

Ömer CENGİZ

BİTİRME TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Bu bitirme tezi/...../2020 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile başarılı/başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman

Üye

Üye

Dr.Öğr. Üyesi Güngör YILDIRIM

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ

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

Fırat Üniversitesi

../../2020

Bilgisayar Mühendisliği

23100 Elazığ

Yusuf DEMİRCAN

Ömer CENGİZ

BENZERLİK BİLDİRİMİ

<p>Turnitin Orijinallik Raporu</p> <p>İşleme konu: 29-Haz-2020 15:20 +03</p> <p>NUMARA: 1350391307</p> <p>Kelime Sayısı: 4592</p> <p>Kalman filtresi ile veri analizi Yusuf Demircan tarafından</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="879 553 1147 577">Benzerlik Endeksi %7</th><th data-bbox="1147 553 1335 577">Kaynağa göre Benzerlik</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="879 577 1147 600"></td><td data-bbox="1147 577 1335 600">İnternet Sources: %4</td></tr> <tr> <td data-bbox="879 600 1147 624"></td><td data-bbox="1147 600 1335 624">Yayınlar: %0</td></tr> <tr> <td data-bbox="879 624 1147 656"></td><td data-bbox="1147 624 1335 656">Öğrenci Ödevleri: %7</td></tr> </tbody> </table>	Benzerlik Endeksi %7	Kaynağa göre Benzerlik		İnternet Sources: %4		Yayınlar: %0		Öğrenci Ödevleri: %7
Benzerlik Endeksi %7	Kaynağa göre Benzerlik								
	İnternet Sources: %4								
	Yayınlar: %0								
	Öğrenci Ödevleri: %7								
<p>2% match (21-Oca-2019 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Firat Üniversitesi on 2019-01-21</p>									
<p>1% match (23-May-2016 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Firat Üniversitesi on 2016-05-23</p>									
<p>1% match (20-Nis-2016 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Beykent Üniversitesi on 2016-04-20</p>									
<p>1% match (24-May-2016 tarihli internet) http://www.eee.ktu.edu.tr/bitirme.dosyalar/bitirme_projeler_archive/06_2013-2014_Bahar/243441%20U%C4%9Fur%20Ta%C5%9Fk%C4%B1ner/243441%20U%C4%9Fur%20Ta%C5%9Fk%C4%B1ner%20</p>									
<p>< 1% match (23-Haz-2020 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Abant İzzet Baysal Üniversitesi on 2020-06-23</p>									
<p>< 1% match (30-May-2020 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to University of Nottingham on 2020-05-30</p>									
<p>< 1% match (16-Ara-2016 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Istanbul Aehir Aniversitesi on 2016-12-16</p>									
<p>< 1% match (08-Şub-2017 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Trakya University on 2017-02-08</p>									
<p>< 1% match (16-Oca-2017 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Firat Üniversitesi on 2017-01-16</p>									
<p>< 1% match (23-Eyl-2015 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Segi University College on 2015-09-23</p>									
<p>< 1% match (03-Haz-2020 tarihli internet)</p> <p>http://course.ece.cmu.edu/~ece500/projects/s20-teamb4/page/3/</p>									
<p>< 1% match (12-Haz-2020 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Istanbul Aydın University on 2020-06-12</p>									
<p>< 1% match (08-Mar-2016 tarihli internet)</p> <p>http://cagdasaspinar.com/2013/08/22/zigbee-nedir-zigbeeve-teknik-bakis/</p>									
<p>< 1% match (03-Eki-2012 tarihli internet) http://www.burasicanakkale.tv/konaklama-sektoru/</p>									
<p>< 1% match ()</p> <p>http://hdl.handle.net/11012/5621</p>									
<p>< 1% match (01-Haz-2018 tarihli öğrenci ödevleri)</p> <p>Submitted to Karadeniz Teknik University on 2018-06-01</p>									

TEŞEKKÜR

Bu çalışmamız, Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde Sayın Dr. Öğr . Üyesi Güngör YILDIRIM' ın yönlendirmesi ve gözetimi altında hazırlanmıştır. Projemizin hazırlanması sürecinde bilgi, görüş ve eleştirilerinden yararlandığımız hocamız Sayın Güngör YILDIRIM 'a en içten duygularımızla teşekkür ederiz.

İÇİNDEKİLER

ÖZGÜNLÜK BİLDİRİMİ.....	I
BENZERLİK BİLDİRİMİ	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VI
KISALTMALAR LİSTESİ	VII
ÖZET	VIII
ABSTRACT	IX
1.GİRİŞ.....	1
2.TEORİK ALTYAPI.....	2
2.1. Kalman Filtresi.....	2
2.1.1. Kalman Filtresinin İşleyişi	2
2.1.2. Önemli Bilgiler	2
2.1.3. Kalman Filtresi Formüller	3
2.1.4. Başlangıç Modelinin Oluşturulması	3
2.1.5. Uygulamaya Başlama	4
2.1.6. Basit Bir Örnek.....	5
2.1.7. Kalman Filtre Algoritması	7
2.2. Zigbee	9
2.2.1. Zigbee Teknolojisi	9
2.2.2. Zigbee Tarihi ve Gelişimi	9
2.2.3. Zigbee Nelerde Kullanılır	10
2.2.4. Zigbee'nin Karşılaştırması	10
2.2.5. IEEE 802.15.4 Standardı.....	11
2.2.5.1. Fiziksel Katman (Physical Layer)	12
2.2.5.2. Ortam Erişim Yönetim Katmanı (MAC)	13
2.2.6. Zigbee Protokollerinin 802.15.4 Protokolleriyle İletişimi	14
2.2.7. Zigbee'de Enerji Tasarrufu	15
2.2.8. Zigbee Araçları ve Görevleri.....	15

2.2.9. Zigbee Kablosuz Haberleşmedeki Ağ Topolojileri	16
2.2.9.1. Örgü Topolojisi	16
2.2.9.2. Yıldız Topolojisi	17
2.2.9.3. Ağaç Topolojisi.....	17
2.3. Projedeki Donanım Elamanları	18
2.3.1. Xbee'nin Konfigürasyonu	19
2.3.2. Arduino	21
2.3.2.1. Neden Arduino Kullandık.....	21
2.3.3. Sensörler	22
2.3.3.1. Sensörlerin Karakteristik Özellikleri	22
2.3.4. GPS Nedir	22
2.3.4.1. GPS' in Çalışma Prensipleri	22
2.3.4.2. GY-NEO6MV2 GPS Sensörünün Özellikleri.....	23
2.5. Seri Haberleşme	24
2.5.1. Java Seri Haberleşme	25
3.SONUÇ	26
KAYNAKLAR.....	27
ÖZGEÇMİŞ	28

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.1. Kalman Filtresi Akış Şeması.....	3
Şekil 2.1.2. Kalman Filtresi Başlangıç Modeli Oluşturma.....	3
Şekil 2.1.3. Kalman Denklemleri.....	4
Şekil 2.1.4. Kalman Kazancı.....	4
Şekil 2.1.5. Durum Tahmini Güncelleme.....	4
Şekil 2.1.6. Hata Tahmin Kovaryans Matrisi Güncelleme.....	5
Şekil 2.1.7. Kaynaktan Okunan Voltaj Değerleri.....	5
Şekil 2.1.8. Basitleştirilmiş Kalman Filtresi Formülleri.....	6
Şekil 2.1.9. Voltaj Tahmin İşlemleri.....	6
Şekil 2.1.10. Boyut İçin Ara Yüz (Interface).....	7
Şekil 2.1.11. Bir Boyutlu Kalman Filtre.....	8
Şekil 2.1.12. Kalman Filtre İşlemleri.....	9
Şekil 2.2.1. Haberleşme Teknolojilerinin Karşılaştırılması.....	11
Şekil 2.2.2. Zigbee protokolü ile 802.15.4 Standardı Arasındaki İlişki Diyagramı.....	14
Şekil 2.2.3. Örgü Topolojisi.....	16
Şekil 2.2.4. Yıldız Topolojisi.....	17
Şekil 2.2.5. Ağaç Topolojisi.....	17
Şekil 2.3.1. Projede Kullanılan Donanım Elemanları.....	18
Şekil 2.3.2 : X-CTU Yazılımı ile Xbee Tanımlama.....	19
Şekil 2.3.3. Tanımlanmış Xbee'nin Adres Bilgileri.....	20
Şekil 2.3.4. Tanımlanmış Xbee'nin İletişim Kuracağı Xbee'nin Adres Bilgileri	20
Şekil 2.3.5. Tanımlanmış Xbee'nin İletişim Kuracağı Ağın İsmi'nin Yazılması.....	20
Şekil 2.3.6. Tanımlanmış Xbee'nin Firmware Ayarı.....	21
Şekil 2.3.7. GY-NEO6MV2 GPS Modülü.....	23
Şekil 2.5.1. Seri Haberleşme.....	24
Şekil 2.5.2. Seri Port Okuma.....	25

KISALTMALAR LİSTESİ

- X** : Durum Tahmin Matrisi
P : Hata Kovaryans Matrisi
K : Kalman Kazancı
Q : İşlem Gürültü Kovaryansı
I : Birim Matris
R : Sensör Gürültü Kovaryansı
Y : Ölçülen Değer
u : Kontrol Değer Matrisi
w : Tahmin Gürültü Matrisi
A : Probleme Göre Değişkenlik Gösteren Matris
B : Probleme Göre Değişkenlik Gösteren Matris
USB : Universal Serial Bus
LSB : Least Significant Bit
MSB : Most Significant Bit

ÖZET

Projemizde son cihaz olarak yapılandırılmış Xbee' ye bağı olan GPS modülünün RF dalgaları ile koordinatör Xbee cihazımıza göndermiş olduğı verileri Java üzerinde algoritması yazılmış Kalman filtresi ile analiz edip kullanılacaktır. Fakat gelen veriler elbette gürültü olacaktır. Veya bazı veriler gelmeyecektir. Kullanmış olduğumuz tahmin edici olan Kalman filtresi sayesinde gelen verilerdeki gürültüden kurtulup ile saf veri elde etmek veya veri gelmese dahi önceki tahminlerimiz aracılığı ve doğru tahmin yapabilmektedir.

Projemiz iki farklı platformun entegre çalışması üzerine kurulmuştur. İlk olarak Java programlama dili kullanarak Kalman filtresi dinamik programlamaya uygun olarak yazılmıştır. İkinci platformumuz ise Arduino ve Xbee cihazlarının entegre çalıştığı platform son cihaz Xbee üzerinde bulunan GPS modülünden alınan veri koordinatör Xbee cihazına gönderilip Arduino üzerinde veri anlamlı hale getirilip seri iletişim aracılığı ile Java tarafında Kalman filtresi işlemleri yapılp bu verilerdeki hata payı ve gürültüleri minimum hataya indirgeyerek kullanışlı tahminler üretilmiştir.

Anahtar kelimeler : Kalman Filtre, Xbee, Zigbee, GPS, Savunma Sanayi

ABSTRACT

The RF waves of the GPS module, which is connected to Xbee, which is configured as the last device in our project, will be analyzed and used by Kalman filter, which is written in algorithm on Java, sent to our coordinator Xbee device. But the incoming data will of course be noise. Or some data will not come. Thanks to the estimator Kalman filter that we use, it can get rid of the noise in the data received and obtain pure data or make accurate estimation through our previous estimates even if there is no data.

Our project is based on the integrated work of two different platforms. First of all, Kalman filter was written in accordance with dynamic programming using Java programming language. The second platform is the platform where the Arduino and Xbee devices are integrated, the data received from the GPS module on the end device Xbee is sent to the Xbee device, and the data on the Arduino are made useful by making Kalman filter operations on the Java side through serial communication and reducing the margin of error and noise in these data to a minimum error. it is produced.

KEYWORDS : Kalman Filter, Xbee, Zigbee, GPS, Defense Industry

1.GİRİŞ

Teknolojinin hızlı gelişimi ile insanların gereksinimlerinde yenilenmeler ve bu gereksinimlerin gelişen teknoloji sayesinde ulaşımına kolaylık sağlanmıştır.

Endüstri 4.0 örnek verecek olursak akıllı şehirler, hastaneler, fabrikalar ve akıllı ev sistemlerine geçilmiştir. İnsanlar bu teknoloji ile beraber fabrikalarını, evlerini hatta şehirleri bile uzaktan kontrol edebilmektedir. Gelişmiş ülkelerin birçoğu kendi savunma sistemlerini üretmektedir. Ülkemizin son dönemde teknoloji gelişimine önem verip özellikle savunma sistemlerindeki gelişmeler ile üretmiş olduğu İHA, SİHA dışa bağımlılığımızı azaltmıştır, Ülkemizi geliştirmekte olan ülke statüsünden, Gelişmiş ülke statüsüne doğru bir adım yaklaştırmıştır. Kalman filtresi sensör ve veri füzyonu için kullanılır, Sensörden okunan verilerin bir araya getirilerek üzerinde işlem yapmak amacı ile kullanılır. Dinamik bir sistemde, sistemde bulunan veriler ve giriş-çıkış bilgileri ile durum tahmini üreten bir tahmin edicidir. Kalman filtresi, sensör tarafından ölçülemeyen verilerin tahmin etme tarafı kuvvetlidir. Gerçek zamanlı sistemlerde matematiksel işlemler ile sensör verileri birleştirilir. Matematiksel işlemler ile tahminleri optimize eder. Kalman filtresi kullanım alanları olarak, navigasyon, araç kontrolü, uydu teknolojileri, İHA, SİHA, uçak sistemleri, hedef saptama vb. sensör ve veri füzyonunun kullanıldığı yerlerdir. Bizim projemizin amacı ülkemizin savunma sanayisine katkıda bulunmak ve bu amaç doğrultusunda hareket etmektir.

2.TEORİK ALTYAPI

2.1. Kalman Filtresi

Kalman filtresi döngüsel bir model üzerine kurulu olup, Sistemin bir önceki bilgileri ile beraber giriş ve çıkış bilgileri kullanılarak tahmin yeteneği olan bir filtredir. Diğer tahmin edicilerin kullandığı filtreleme özelliği yanında, Ölçülemeyen durumlar için güçlü bir tahmin yeteneği bulunmaktadır.

2.1.1. Kalman Filtresinin İşleyişi

Kalman filtresi gürültü bulunduran verileri düzeltmeyi özyinelemeli gerçek zamanlı işleyerek, En-az kareler sistemi ile filtre ederek sistemin fiziksel özelliklerinin modellenmesi gelecek verinin matematiksel hesaplamalara göre en uygun hale getirilmesidir.

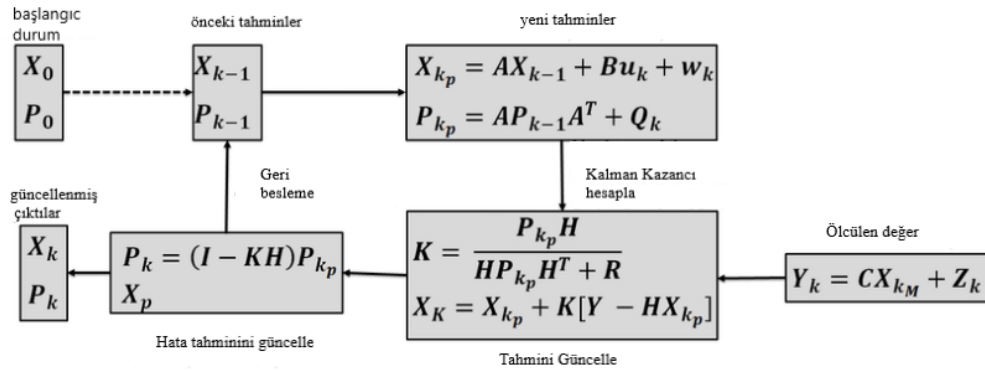
Üretilen model, ortamdan gelen veri ile karşılaştırılır. Karşılaştırmanın sonucundaki fark, Kalman kazancı kat sayısı ile ölçeklendirilir. Ölçeklendirilen veri bir sonraki tahminlerin doğruluğunun artması için sisteme geri besleme olarak verilir. Her adımda, Kalman filtresi, Gelecekteki verinin tahminini belirsizlikleri ile üretir. Ölçülen değer ile belirsizliği az olan tahminler öncelikli olarak, Ortalama ile güncellenir.

Kalman filtresinin iki ayrı bölümü bulunur: Tahmin et ve güncelle. Tahmin et bölümünde sistemden alınan verinin matematiksel formüller kullanılarak durum tahmini ve hata tahmini hesaplanır. Güncelleme bölümün' de ise yeni gözlenen veri ile matematiksel hesap göz önünde bulundurularak tahmin ve hata güncellemesi yapılır.

2.1.2. Önemli Bilgiler

- ❖ Kalman filtresi bir tahmin edici olarak kullanılır.
- ❖ Bilgisayar üzerinde kodlanmaya çok uygundur.
- ❖ Tekrarlayıcı (rekürsif) bir sistemdir. Sistemin çıktısı geri besleme olarak kullanılır.

2.1.3. Kalman Filtresi Formüller



Şekil 2.1. Kalman Filtresi Akış Şeması [6]

- X : Durum tahmin matrisi
- P : Hata kovaryans matrisi
- K : Kalman kazancı
- Q : İşlem gürültü kovaryansı
- I : Birim matris
- R : Sensör gürültü kovaryansı
- Y : Ölçülen değer
- u : Kontrol değer matrisi
- w : tahmin gürültü matrisi
- A : Probleme göre değişkenlik gösteren matris
- B : Probleme göre değişkenlik gösteren matris

2.1.4. Başlangıç Modelinin Oluşturulması

İlk adım olarak Kalman filtresini kendi problemimize benzetmektir. Durum tahmin denklemi aşağıdaki Şekildedir.

$$x_k = Ax_{k-1} + Bu_k + w_{k-1}$$

$$z_k = Hx_k + v_k$$

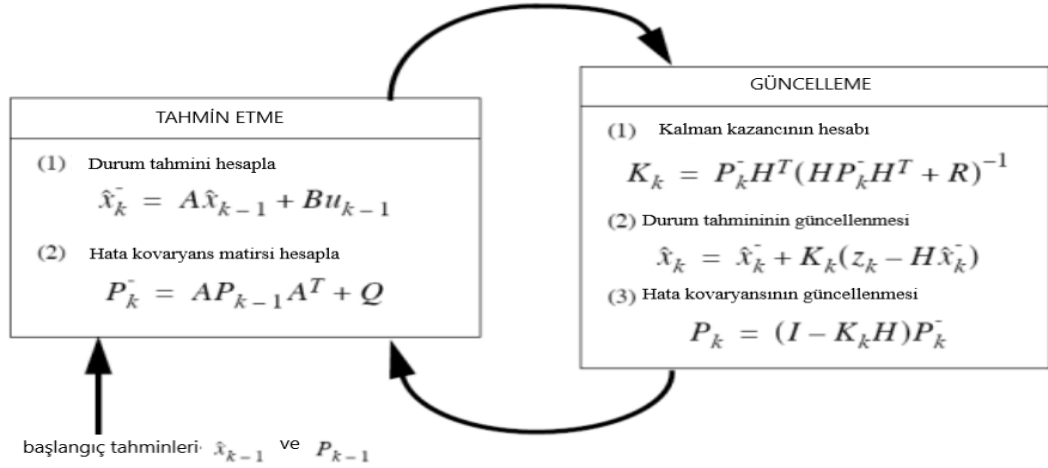
Şekil 2.2. Başlangıç Modeli Oluşturma [6]

X_{k-1} durum tahminini hesaplamak için bu denklem kullanılır. Örnek olarak x düzleminde hareket eden cismi ele alacak olursak, X_{k-1} bir önceki hız konum tahmin matrisidir.

U_k ise cismin ivmesi olarak alınabilir. W_{k-1} ölçüm gürültüsüdür.

2.1.5. Uygulamaya Başlama

Eğer probleminizi Kalman filtresine uygun hale getirebildiyseniz probleminize ait giriş parametrelerini ve başlangıç değerlerini girmektir. İki farklı denklemimiz bulunmakta ger bir döngüde iki denklemimizde işlem görmektedir.



Şekil 2.3. Kalman Denklemleri [6]

Şekil 2.3.[6] teki birinci denklemi üst kısımda anlatılmıştı, P_k^- hesaplamak için A ve Q matrislerinin bir önceki hata kovaryans matrisi ile işleme girmesiyle hesaplanır ve tahmin etme kısmı bitmiş olur. Güncelleme kısmında yapılacak olan ilk işlem Kalman kazancının hesaplanmasıdır. Kalman kazancı (K_k) aşağıdaki denklemin hesaplanması ile bulunur.

$$K_k = P_k^- H^T (HP_k^- H^T + R)^{-1}$$

Şekil 2.4. Kalman Kazancı [7]

Sıradaki işlem durum tahmininin aşağıdaki denklemin çözümü ile güncellenmesi yapılır. Bu denklemde Kalman kazancı ile ölçülen değerin işleme girmesinin sonucu yeni tahmin değeri elde edilir.

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - H\hat{x}_k^-)$$

Şekil 2.5. Durum Tahmini Güncelleme [7]

En son olarak hata kovaryans matrisini kalman kazancı ile güncelleyerek tahmin denklem takımına geri besleme olarak gönderilir.

$$P_k = (I - K_k H) P_k^-$$

Şekil 2.6. Hata Tahmin Kovaryans Matrisi Güncelleme [7]

Bu Şekilde sensör’ den gelen verileri gerçek zamanlı olarak döngüsel mantıkla hesaplamaları yapılarak optimize bir tahmin değeri üretilir.

2.1.6. Basit Bir Örnek

Kalman filtresinin anlaşılması için basit bir örnek üzerinde formülleri uygulayarak tek boyutlu bir verinin gelecek değerleri için tahmin üreteceğiz. Örneğimizde bir kaynaktan okunan voltaj değerleri üzerinde uygulanacaktır.

ZAMAN (ms)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DEGER (V)	0.39	0.50	0.48	0.29	0.25	0.32	0.34	0.48	0.41	0.45

Şekil 2.7. Kaynaktan Okunan Voltaj Değerleri [8]

Başlangıç değerleri olarak $X_0 = 0$, $P_0 = 1$, $R=0.1$ başlangıç hatasını (P_0) bir almamızın sebebi ise Kalman kazancının sıfır olmasını istemediğimiz için Kalman kazancının sıfır olması demek tahmin güncellemesi yapamayacağımız anlamına gelir. Kalman filtresini on adım ilerleteceğiz ve tahminimizin ölçülen değere yaklaştığı görülecektir. İlerletme sayısını on adım yerine daha fazla ilerletirseniz tahmininizin doğruluk oranı artacaktır. Örneğimizde tek boyutlu bir veri üzerinde işlem yapacağımız için Kalman filtresinin basitleştirilmiş olması gerekir, Yani A,B,H,I matrislerinin değerlerine 1 verilerek basitleştirilecektir.

Zaman Güncelleme (Tahmin)	Tahmin Güncelleme
$\hat{x}_k^- = \hat{x}_{k-1}$ $P_k^- = P_{k-1}$	$K_k = \frac{P_k^-}{P_k^- + R}$ $\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k(z_k - \hat{x}_k^-)$ $P_k = (1 - K_k)P_k^-$

Şekil 2.8. Basitleştirilmiş Kalman Filtresi Formülleri [8]

Formülümüzü basitleştirilmiş hale getirip, Başlangıç değerlerimizi atadıktan sonra adım adım işlemleri yapabiliriz.

k	z_k	\hat{x}_{k-1}	P_k^-	Durum Tahmini	Tahmin ve Hata güncelle	\hat{x}_k	P_k
1	0.390	0	1	$\hat{x}_k^- = \hat{x}_{k-1} = 0$ $P_k^- = P_{k-1} = 1$	$K_k = 1 / (1 + 0.1)$ $= 0.909$ $\hat{x}_k = 0.909 \cdot (0.390 - 0)$ $= 0.35$ $P_k = (1 - 0.909) \cdot 1$ $= 0.091$	0.355	0.091
2	0.500	0.355	0.091	$\hat{x}_k^- = 0.355$ $P_k^- = 0.091$	$K_k = 0.091 / (0.091 + 0.1)$ $= 0.476$ $\hat{x}_k = 0.355 + 0.476 \cdot (0.500 - 0.355)$ $= 0.424$ $P_k = (1 - 0.476) \cdot 0.091$ $= 0.048$	0.424	0.048
3	0.480	0.424	0.048			0.442	0.032
4	0.290	0.442	0.032			0.405	0.024
5	0.250	0.405	0.024			0.375	0.020
6	0.320	0.375	0.020			0.365	0.016
7	0.340	0.365	0.016			0.362	0.014
8	0.480	0.362	0.014			0.377	0.012
9	0.410	0.377	0.012			0.380	0.011
10	0.450	0.380	0.011			0.387	0.010

Şekil 2.9. Voltaj Tahmin İşlemleri [8]

2.1.7. Kalman Filtre Algoritması

Bu bölümde Kalman filtresi bilgisayar algoritmasının önemli kısımları anlatılacaktır. Java programlama dili kullanılarak dinamik programlamaya uygun bir Şekilde yazılmıştır. İlk olarak Kalman filtresini kullanılarak tahmin edilecek olan verilerimizin boyutlarını belirlemek için kullanılan ara yüz (interface) aşağıda verilmiştir.

```
package com.company;

import org.ujmp.core.DenseMatrix2D;
import org.ujmp.core.Matrix;

import java.util.ArrayList;

public interface IDimension{

    public Matrix createMatrixA();

    public Matrix createMatrixB();

    public Matrix createMatrixH();

    public Matrix createMatrixI();

    public Matrix createMatrixC();

    public Matrix xPrevious();

    public Matrix controlMatrix();

    public Matrix initializeProcessCovarianceMatrix();

    public Matrix rMatrix();

    public Matrix measurement();
}
```

Şekil 2.10. Boyut İçin Ara Yüz Sınıfı (interface)

Yukarıda belirtilen boyut ara yüz uygulamasını kullanmak isteyen (implements) sınıflar içerisinde istedikleri matris boyutlarını belirleyerek işlem’ e hazır hale getirilir.

```
public class DimensionOne implements IDimension{
    private DataManager dataManager;
    private Variables variables;
    public int sayac;
    public DimensionOne(DataManager dataManager,Variables variables,int sayac) {...}

    public Matrix createMatrixA(){
        Matrix A = DenseMatrix2D.Factory.zeros( 1: 1, 11: 1);
        A.setAsDouble(variables.getAt(), ...longs: 0,0);

        return A;
    }

    public Matrix createMatrixB(){...}

    public Matrix createMatrixH(){...}

    public Matrix createMatrixI(){...}

    public Matrix createMatrixC(){...}

    public Matrix xPrevious(){...}

    public Matrix controlMatrix(){...}

    public Matrix initializeProcessCovarianceMatrix() {...}

    public Matrix rMatrix(){...}

    public Matrix measurement(){...}
}
```

Şekil 2.11. Bir Boyutlu Kalman Filtre

Kalman filtre çok kapsamlı olduğu için kaynakça bölümün’ de kodlara erişim sağlayabileceğiniz uzantıya yer verilecektir. Kalman filtre döngüsel tahmin – tahmin güncelleme işlemlerine yer aldığı sınıf gösterilecektir.

```

public class Operations {

    public Matrix statusPredict(Matrix A,Matrix xPrevious,Matrix B,Matrix controlMatrix){...}

    public Matrix errorCovarianceMatrix(Matrix A,Matrix initilazeErrorCovarianceMatrix){...}

    public Matrix kalmanGain(Matrix errorCovarianceMatrix,Matrix H,Matrix R){...}

    public Matrix newMeasurement(Matrix C,Matrix newMeasurement){...}

    public Matrix currentStateEstimateUpdate(Matrix statusPredict,Matrix kalmanGain,Matrix measurement,Matrix H){
        Matrix temp1 = DenseMatrix2D.Factory.zeros(statusPredict.getRowCount(),measurement.getColumnCount());
        Matrix temp2 = DenseMatrix2D.Factory.zeros(statusPredict.getRowCount(),measurement.getColumnCount());
        Matrix temp3 = DenseMatrix2D.Factory.zeros(statusPredict.getRowCount(),measurement.getColumnCount());
        Matrix result = DenseMatrix2D.Factory.zeros(statusPredict.getRowCount(),measurement.getColumnCount());

        Matrix2D.mtimes.calc(H,statusPredict,temp1);
        Matrix2D.minusMatrix.calc(measurement,temp1,temp2);

        Matrix2D.mtimes.calc(kalmanGain,temp2,temp3);
        Matrix2D.plusMatrix.calc(statusPredict,temp3,result);

        return result;
    }

    public Matrix errorCovarianceMatrixUpdate(Matrix I,Matrix kalmanGain,Matrix H,Matrix errorCovarianceMatrix){...}
}

```

Şekil 2.11. Kalman Filtre İşlemleri

2.2. Zigbee

2.2.1. Zigbee Teknolojisi

Genellikle büyük veriler gönderilirken WİFİ, Bluetooth, 3G, 4G ve günümüzde ise 5G gibi kablosuz haberleşme teknolojileri kullanılır. Zigbee ise bu teknolojilerden ayrı olarak yerel ağ (LR-WPAN, Low-Rate Wireless Personal Area Network) haberleşme teknolojisi olarak bilinir. Zigbee teknolojisinin kullanılma oranını arttıran boyutu küçük olan verilerle işlem yapması, küçük boyutlarla işlem yapılan projelerde maliyeti azaltması, az güç tüketmesin, basit bir kurulum olmasından dolayı birçok alanda çokça kullanılır. Zigbee teknolojisi sayesinde karmaşık ağ yapısı kurup bu ağı genişletmek çok basittir. Aynı zamanda diğer teknolojilerle haberleşmesini sağlamakta oldukça basittir. Bu nitelikler ise kullanılabilirliğini artırır.

2.2.2. Zigbee Tarihi ve Gelişimi

Zigbee, ismini arıların çiçekler arasında ki kıvrımlı hareketlerinden almıştır. Bu kıvrımlı model aslında düğümler arasındaki haberleşmeyi yansıtır. Ağ bileşenleri kraliçe erkek ve işçi arıları yansıtır. WİFİ, Bluetooth gibi teknolojiler bazı durumlarda oldukça elverişsiz ve maliyetli olmaya başlayın 1998 yılından sonra zigbee teknolojisi ortaya bu ihtiyaçtan dolayı çıkmış ve oldukça verimli bir gelişme sağlamıştır.

Bu teknolojiyle amaçlananlar yönetmesi kolay, düşük maliyetli, pil tasarrufu olan, güvenli ürünler çıkarmaktı. Mayıs 2003'te ise IEEE tarafından 802.15.4 standardı tanımlandı ve daha da kullanışlı ve gittikçe her alanda kullanılmaya başlanan bir teknoloji olmaya başladı. Zigbee'nin özellikleri ise 2004 14 Aralık tarihinde tasdik edildi. Zigbee tam olarak 2005 Haziran tarihinde kullanıma açılmıştır. Zigbee 2007 ise özellikleriyle 30 Eylül 2007 tarihinde piyasaya sürülmüştür. En son ise Zigbee uygulama profili ev otomasyonunu 2 Kasım 2007'de kullanıma açmıştır.

2.2.3. Zigbee Nelerde Kullanılır

Zigbee günümüzde Dünya'nın Endüstri 4.0 geçmesiyle oldukça çok kullanılan bir teknoloji oldu. Bunun en büyük sebebi ise IOT teknolojisinin Endüstri 4.0 ile ortak çalışması çünkü 1 milyar tane sensör kullanılacağı ön görülen bir ortamda zigbee den bahsetmemek saçmalık olurdu. Bu sebeplerde ötürü zigbee teknolojisi genellikle aşağıdaki alanlarda kullanılır.

Endüstri: Üretim kontrolü, fabrikalarda kullanılan cihazların kontrolü, enerji yönetiminde kullanılır.

Akıllı ev, bina gibi otomasyonlarda : Isınma, hijyen, ışıklandırma, kapı kontrolü gibi yerlerde kullanılır.

Tarım : Nem, su, sıcaklık gibi ürünlerin analizini yapmamıza yarayan sensör verileriyle çalışır ve kullanır.

Hastaneler : Hijyen kontrolünde, hasta takibinde, sağlık durumu takibinde gibi örneklendirebileceğimiz birçok alanda kullanılır.

Araçlar : Lastik basıncı kontrolü, benzin deposu doluluk kontrolü, emniyet kemeri kontrolü vb. yerlerde kullanılır.

2.2.4. Zigbee'nin Karşılaştırması

Zigbee daha öncede bahsettiğimiz gibi birçok alanda diğer teknolojilere göre avantajı var. Avantajı olmakla birlikte tabii ki de dezavantajı da var.

Bunlardan bahsetmek gerekirse. Zigbee pil tasarrufu, düşük maliyetli olması, karmaşık ağ yapılarını kurmanın basit olması kurulumunun diğer teknolojilere göre çok daha basit ve maliyetten uzak olması başlıca avantajlarıdır. Dezavantaj olarak ise sensör gibi düşük verileri göndermesi diyebiliriz. Bundan dolayı ki Zigbee genellikle zaten düşük boyuttaki verilerle işlem yapılan projelerde kullanılır.

Özellik	Zigbee	Gsm/Gprs	Wifi	Bluetooth
Odaklanma Alanı	İzleme ve Kontrol	Geniş Alan Ses ve Veri	Web, E-posta, Görüntü	Kablo Yerine
Pil Ömrü (gün)	100-1000 +	1-7	0,5-5	1-7
Ağ Boyutu (adet)	Sınırsız	1	32	7
Ağ Veri Genişliği (kb/s)	100-1000+	64-128 +	11000 +	720
Kapsama Alanı (metre)	1-100 +	1000 +	1-100	1-10 +
Frekans	2.4 Ghz	900/1800/ 1900/2100 Mhz	2.4 Ghz, 5 Ghz	2.4 Ghz
Veri Transferi	250 Kbps	3-10 Mbps (4G), 600 Kbps- 10 Mbps (3G)	Max 600 Mbps	1 Mbps
Başarı Alanları	Dayanıklılık, Maliyet, Güç Tüketimi	Ulaşılabilirlik, Kalite	Hız, Esneklik	Maliyet, Rahatlık

Şekil 2.2.1. Haberleşme Teknolojilerinin Karşılaştırılması

2.2.5. IEEE 802.15.4 Standardı

802.15.4 standardı, kablosuz haberleşme teknolojinde PHY, MAC katmanlarında işlem yapabilmek için kurulmuştur. Bu standardın kurulma amacı düşük kapasiteli verilerin enerji tasarrufu yapabilecek bir şekilde verimli çalışabilmesi için kurulmuştur. Bu 802.15.4 standardının genel özelliklerinden bahsedecek olursak :

1. Endüstri, Bilim ve Tıp bandı olmak üzere 3 farklı ISM bandını kullanır. ISM bandında telsiz haberleşmede bir sertifikaya ve lisansa ihtiyaç duymaz ancak belirli bir çıkış gücü sınırlamasına ihtiyaç duyularak kullanılan ücretsiz frekans bantlarıdır.
2. Veri aktarım hızı 20 kb/s ile 868-686.8 MHz aralığında Avrupa’da kullanılır. Bir kanal tek içerir.

3. Daha önceden 10 kanalı bulunan sonrasında ise 2006 itibarıyla 30 kanal içeren 902-928 MHz aralığı Kuzey Amerika’da kullanılır ve veri aktarım hızı ise burada 40kb/s’dir.
4. Günümüzde Dünya genelinde ise 16 kanal içermekle birlikte 2400-2483.5 MHz aralığında çalışır aynı zamanda ise maksimum veri iletim hızı 250 kb/s’dir.
5. Dinamik adresleme ile çalışır.
6. Noktadan noktaya (peer to peer), yıldız (star), örgü (mesh) gibi ağ yapılarıyla çalışır.
7. Güvenli bir haberleşme olanağı tanır.
8. CSMA-CA ile çalışır. CSMA mekanizmasında veri transfer etmek isteyen düğüm il başta Clear Channel keşif prosedürünü uygulayarak belli süreliğine gerekli kanalı dinler kanal başka bir düğüm tarafından o anlık kullanılmıyorsa ve her hangi bir veri iletimi yok ise gerekli düğüm gerekli veriyi uygun bir Şekilde o kanalda veriyi iletebilir. Bu olayın tersi bir sonuç yani kanal başka bir düğüm tarafından kullanılıyorsa ve müsait değil ise belirli aralıklarla keşif prosedürünü uygulayım en uygun bir zaman da temiz kanaldan veri iletimini gerçekleştirir.

IEEE 802.15.4 standardını daha detaylı inceleyecek olursak 2 katmandan oluşur.

2.2.5.1. Fiziksel Katman (Physical Layer)

Bu katman 802.15.4 protokolünün donanıma en yakın olan katmandır. Yayın alma, yayın verme, sinyal kontrolü, radyo frekans kontrolü, kanal seçimi gibi donanıma daha yakın işlemlerin yapıldığı katmandır.

2.2.5.2. Ortam Erişim Yönetim Katmanı (MAC)

Her bir cihazın 16 veya 64 bit MAC adresi bulunmaktadır. Bu MAC adreslerin ve gerekli parametrelerin kanallardan veri olarak geçerken daha güvenli, yabancı kaynaklar tarafından çözülmesinin engellenmesi için gerekli çerçevelerin ve kriptolama işlemlerinin uygulandığı katmandır. Kısacası MAC katmanı güvenli bir iletişim için gerekli işlemlerin yapıldığı bir katmandır. MAC katmanında güvensiz mod, erişim kontrol listesi modu, ve güvenli mod olmak üzere üç farklı güvenlik modu vardır.

- **Güvensiz Mod :**

Açık metin olarak herhangi bir kriptolama işlemi yapılmaksızın MAC verilerini gönderir. Bu mod oldukça basit ve yabancı kaynaklar tarafında MAC verilerinin basitçe okunmasından dolayı güvensiz ve basittir.

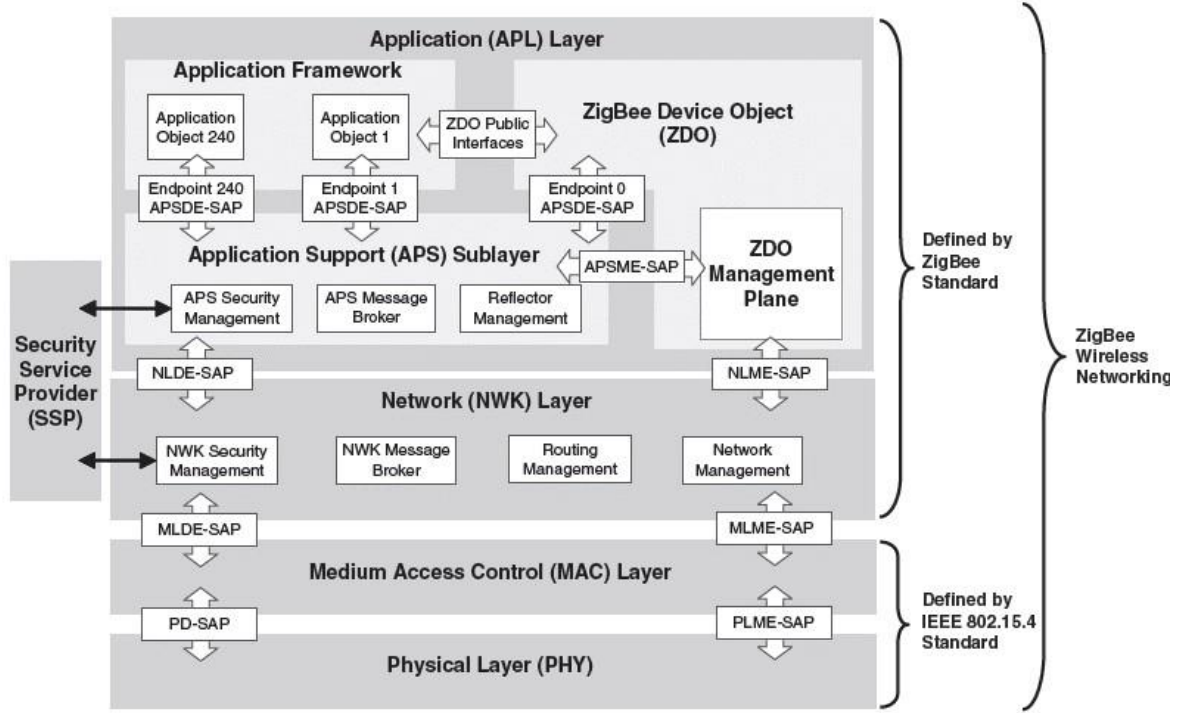
- **Erişim Kontrol Listesi Modu :**

İletişim sağlayacak cihazların MAC adreslerinin listelenerek iletişim sağlanacak cihazların donanımına gitmesi yöntemidir. Bu yöntemde yabancı kaynakların sisteme dahil olabilme riskini oldukça ortadan kaldırır.

- **Güvenli Mod :**

Bir diğer güvenlik modu olan güvenli mod AES kriptolama yöntemi ile MAC verilerini kriptolar bu yöntem diğer iki yöntemden oldukça güvenli ve kullanışlıdır.

2.2.6. Zigbee Protokollerinin 802.15.4 Protokolleriyle İletişimi



Şekil 2.2.2. Zigbee Protokolü ile 802.15.4 Standardı Arasındaki İlişki Diyagramı

Zigbee teknolojisinde aslında genel olarak IEEE 802.15.4 standardı ve Zigbee standardı olarak iki genel yapının bir araya gelip birbiriyle gerekli iletişimi kurmasıyla oluşur. Bu yapıda 802.15.4 standardı PHY ve MAC katmanıyla oluşur iken Zigbee standardı ise donanımdan biraz daha uzak ve 802.15.4 standardının üzerine kurulu daha gelişmiş bir yapı sunar. Zigbee standardında ağ ve uygulama katmanları tanımlanır .En üst katmanı ise kullanıcı uygulamaları için tanımlanır. Zigbee’ nin bu katmanlardan kısaca bahsedecek olursak:

- **Ağ Katmanı :** Karmaşık ağ yapılarında haberleşmenin daha düzenli ve kullanışlı olmasını sağlar
- **Uygulama Katmanı :** Ağ kontrolü işlemlerini, mesaj formatlarını, güvenlik işlemlerinin tanımlandığı katmandır.

2.2.7. Zigbee'de Enerji Tasarrufu

Daha öncede bahsettiğimiz gibi Zigbee'yi diğer kablosuz haberleşme teknolojilerinden ayıran en önemli özelliklerinden biri enerji tasarrufunun çok verimli olmasıydı. Bu niteliğinin bu kadar belirgin olmasının sebeplerini biraz daha detaylı inceleyelim.

Zigbee kablosuz haberleşme teknolojisini kullanırken genellikle sensör gibi küçük veriler üzerinden işlem yapıldığından dolayı bu işlem Zigbee'nin enerji tasarrufu niteliğine çokça katkı sağladı. Sadece bununla kalmayarak BPSK ve O-QPSK gibi modülasyon türlerini çokça tüketmemesi, diğer teknolojilere oranla da küçük aygıtlar üzerinde çalışması, veri alış-verişi yapmadığı zamanlarda yönlendirici ve koordinatör dışındaki aygıtların uyku modunda kalmaları gibi bir çok özelliği enerji tasarrufu adına diğer teknolojilerden Zigbee'yi çokça ileriye taşıdı.

2.2.8. Zigbee Araçları ve Görevleri

İndirgenmiş Fonksiyonlu Cihazlar (RFD) :

Oluşturulan ağda End Device olarak görev yapabilirler. İşlem, hafıza ve güç kapasitesi olarak sınırlıdır.

Tam Fonksiyonlu Cihazlar (FFD) :

Bu cihazlar daha gelişmiştir. RFD' ye göre daha karmaşık işlemler gerçekleştirirler. Oluşturulan ağda yönlendirici, koordinatör, veya son cihaz (End Device) olarak çalışabilirler.

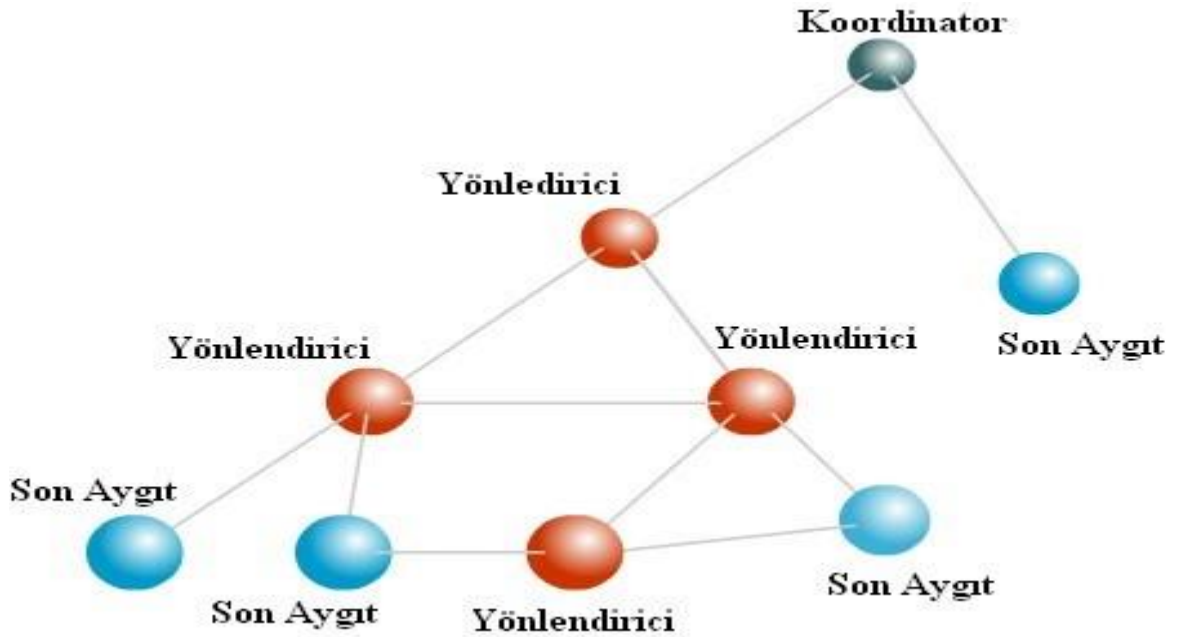
- **Zigbee Son Cihaz (End Device) :** Oluşturulan ağ içerisindeki en basit ve en sınırlandırılmış cihazdır. Sadece elindeki veriyi bir sonraki düğüme iletir. Az enerji, tüketir.
- **Zigbee Gateway :** Farklı ağlar arasında iletişim ve bağlantı kurmayı sağlar. Zigbee ağın internet ile iletişimi gibi görevleri başarır.
- **Zigbee Güvenlik Merkezi (ZTC) :** Zigbee güvenlik merkezi güvenlik işlemlerini yönetir ve tanımlar.

- **Zigbee Koordinatör** : Zigbee ağlarında sadece bir tane bulunur. Ağ için en önemli görevleri üstlenir. Koordinatörde oluşan bir problem bütün ağı etkiler. Bundan dolayı ağdaki en önemli cihazdır. Ağ işlemleri, ağı başlatmak ve ağdaki cihazlara PAN ID atamak gibi görevleri üstlenir.
- **Zigbee Yönlendirici** : Düğümler arasındaki konfigürasyonu, yönlendirmeyi, adresleme yapılıp yapılmayacağı kontrollerini yapar. Ağın genişlemesini ve kapsamının artmasını sağlar.

2.2.9. Zigbee Kablosuz Haberleşmedeki Ağ Topolojileri

2.2.9.1. Örgü Topolojisi

Mesh olarak da bilinen örgü topolojisi en çok kullanılan topolojidir. Örgü topolojisinde haberleşmeyi sağlamak için AODV algoritması kullanılır. Verinin gideceği yön bilinmiyorsa AODV algoritması yardımıyla hedef aygıtın nerde ve hangi yönde olduğu bulunur. Bunu yaparken paketin gerekli bilgilerini ağda yayınlar ve bu bilgilerle uyuşan kaynak tarafından kabul edilip yoluna devam eder.



Şekil 2.2.3. Örgü Topolojisi

2.2.9.2. Yıldız Topolojisi

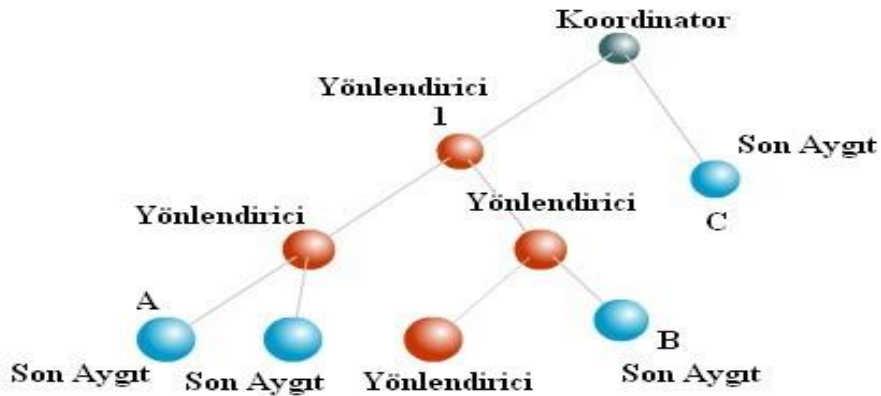
Bir diğerk topoloji olan yıldız topolojisinde merkezde bir koordinatör bulunur. Bu topolojide veri iletişimi koordinatör tarafından yapılır. Diğerk cihazların koordinatör ile iletişimi noktadan notayadır.



Şekil 2.2.4. Yıldız Topolojisi

2.2.9.3 Ağaç Topolojisi

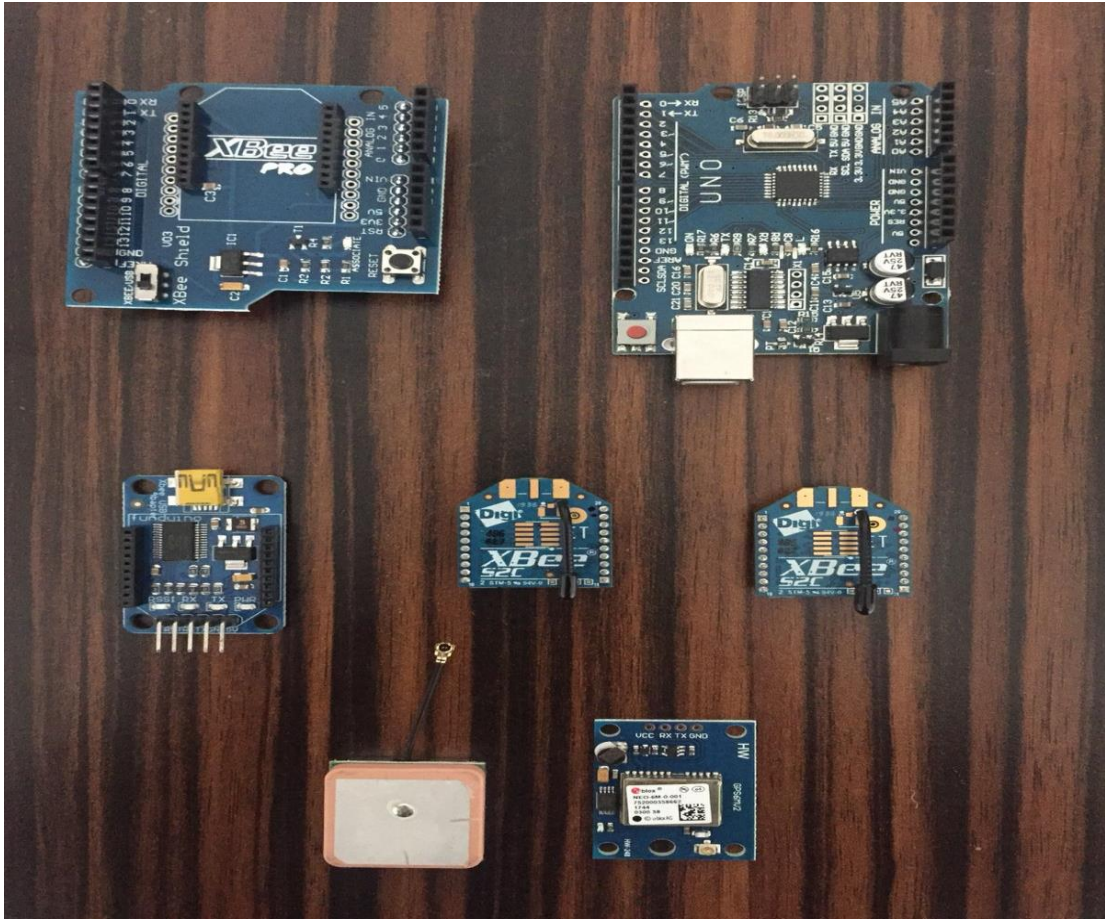
Bu topolojinin tasarımı adından da anlaşılacağı gibi ağaç yapısından esinlenmiştir ağacın kökünde koordinatör bulunur. Alt seviyelerinde yönlendirici yapraklarında ise son cihazlar bulunur. Bir düzen içerisinde birbirleriyle iletişim sağlanır.



Şekil 2.2.5. Ağaç Topolojisi

2.3. Projedeki Donanım Elamanları

Projede Xbee S2C modelinden 2 adet, 1 adet Xbee USB adaptörü, Arduino üzerinden Xbee'nin ve projenin programlanması için 1 adet Arduino Xbee Shielder, programlamayı yapabilmek için 1 adet Arduino Uno, dinamik bir veri elde etmek için ise 1 adet GY-NEO6MV2 GPS Modülü olmak üzere 5 tane donanım cihazı kullandık. Bunula birlikte bir çok jumper kablo Arduino ve Xbee USB adaptör kabloları kullanıldı

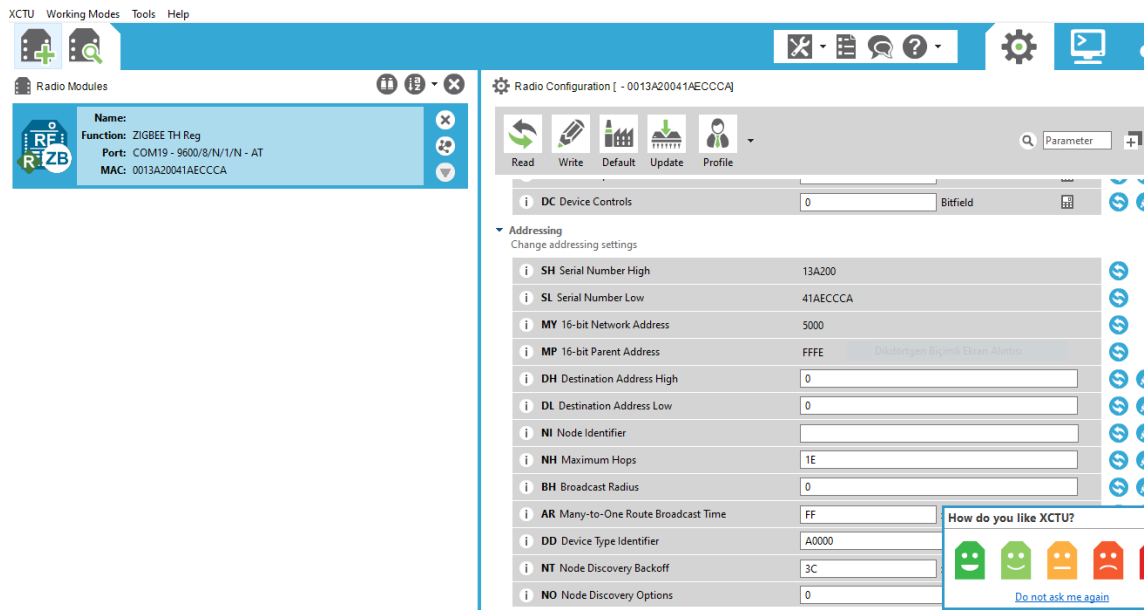


Şekil 2.3.1. Projede Kullanılan Donanım Elemanları

2.3.1. Xbee'nin Konfigürasyonu

Xbee S2C cihazı ile Xbee Usb Adaptörü ile birlikte Xbee'nin bilgisayar ile bağlantısı kurulur daha sonra ise X-CTU yazılımı ile bağlantısı kurulur.

Xbee Usb Adaptörü ile birlikte X-CTU yazılımıyla bağlantı kurulduktan sonra Xbee cihazlarının konfigürasyonuna geçebiliriz. X-CTU yazılımını açtıktan sonra yazılımın sol üst ucunda bulunan add a device' butonuna bastıktan sonra Xbee cihazı bulunur ve yazılıma eklenir.



Şekil 2.3.2. X-CTU Yazılımı ile Xbee Tanımlama

Xbee cihazı tanıtıldıktan sonra ise bu projede 2 Xbee S2C cihazı kullanılacağı için bu cihazların birbirini tanımasını sağlamak üzere karşılıklı olarak seri numaralarını birbirlerine tanıtmamız gerekir.

X-CTU yazılımı Xbee cihazları tanıtıldıktan sonra aşağıdaki Şekilde görüldüğü gibi cihazların seri numaralarını kullanıcıya verir.

i SH Serial Number High	13A200
i SL Serial Number Low	41AECCCA

Şekil 2.3.3. Tanımlanmış Xbee'nin Adres Bilgileri

Xbee cihazlarına ait seri numarası bilgileri SH(Serial Number High) ve SL (Serial Number Low) kısmından öğrenilir. Koordinatör cihazının iletişim kuracağı son cihaz (End Device) olan cihazın seri numara bilgileri ise DH (Destination Number High) ve DL (Destination Number LOW) kısımlarına gerekli değerler girilir. Bu konfigürasyonla ilgili Şekil aşağıdadır.

i DH Destination Address High	13A200
i DL Destination Address Low	41AEC25

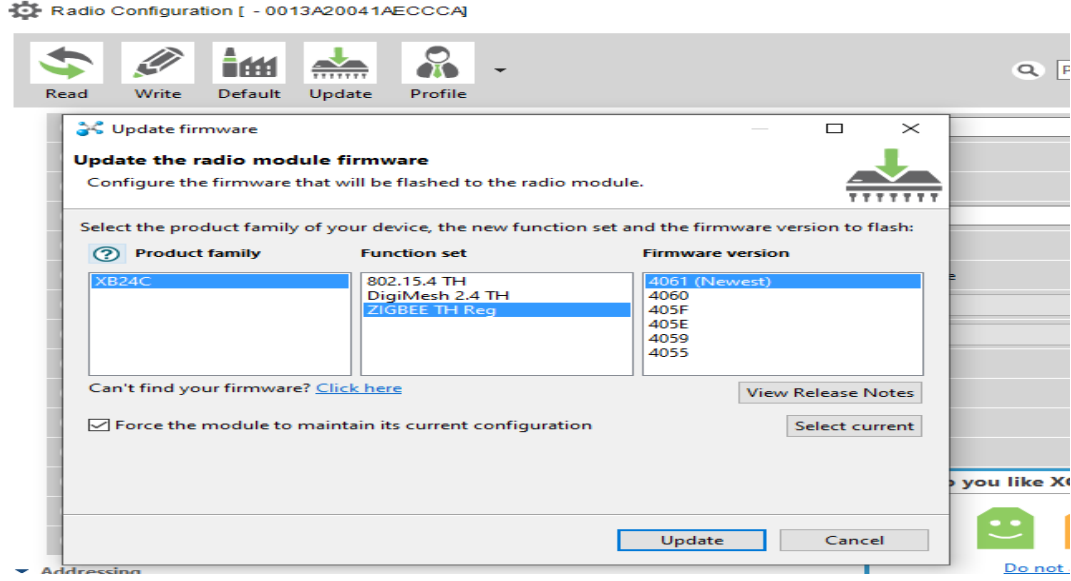
Şekil 2.3.4. Tanımlanmış Xbee'nin İletişim Kuracağı Xbee'nin Adres Bilgileri

Bu ayarlamalar yapıldıktan sonra ise PAN ID bölümüne cihazların kullanacağı ağ adı girilir.Bu projede ağ ismi olarak 2020 sayısı girildi. Sonrasında ise 'write' butonuna basarak konfigürasyonumuzu koordinatör cihazımızın içine kaydedilmesi sağlanır.

Read	Write	Default	Update	Profile	Search	Parameter	+	-
i ID PAN ID					2020			

Şekil 2.3.5. Tanımlanmış Xbee'nin İletişim Kuracağı Ağın İsminin Yazılması

Aynı işlemler son cihaz için de tekrarlandıktan sonra Xbee cihazlarının birbirleriyle iletişim kurmamaları için hiçbir sebep kalmaz. Xbee cihazlarımızın koordinatör, son cihaz gibi ağdaki görevlerini belirlemek için ise 'update' butonuna basarak karşımıza gelen pencereden gerekli görevi ve firmware seçiyoruz. Bu işlemleri her iki Xbee cihazı içinde yaptıktan sonra bütün konfigürasyonları bitirmiş oluyoruz.



Şekil 2.3.6. Tanımlanmış Xbee'nin Firmware Ayarı

2.3.2. Arduino

Arduino çok kullanılan bir devre elemanıdır. Bu kadar çok kullanılmasının en büyük sebeplerinden biri ise açık kaynak kod kullanmasıdır. Aynı zamanda kodlama yaparken çok derin bir donanım bilgisi istemez ve araştırma yapmak için kaynak oldukça fazladır. Kullandığı mikro denetleyici ise Atmega şirketinin 8 ve 32 bitlik mikro denetleyicileridir. Katlarında 16 MHZ'lik kristal osilatör ve en az olmak şartıyla 5 V regüle entegresi bulunur. Kendine ait olan wiring tabanlı programlama dili vardır bu dil C++ ile çok benzerdir. Arduino'nun Micro denetleyicisinde Bootloader yüklenmiş geldiği herhangi bir programlama yapmaya gerek yoktur.

Oluşturulan projede gelen dataları görüntüleyebilmek ve hesaplama yapmak için bu projede 1 adet Arduino Uno R3 kullanılmıştır.

2.3.2.1. Neden Arduino Kullandık

Programlanabilmek için derin bir donanım bilgisi gerektirmediği, kullanımının basit olduğu, araştırma yaparken çokça kaynağa ulaşılabildiği için projede yer verdik.

2.3.3. Sensörler

Günümüz dijital dünyasında sensörleri çokça görürüz. Aslında insanda bile sensör diye isimlendirebileceğimiz duyu organları var. Tıpkı bir sesi duymamızı sağlayan kulak gibi kulak sayesinde duyduğumuz sese göre tepki verebiliyor, kendimize yön verebiliyoruz. Tam da buradaki ilişkinin karşılığını bilgisayar sistemleri ile sensörler karşılıyor. Kısacası sensörleri otomatik sistemlerin duyu organları olarak da tanımlayabiliriz.

2.3.3.1. Sensörlerin Karakteristik Özellikleri

- Hassasiyet
- Doğruluk
- Rezulasyon
- Ölçme aralığı
- Çıkış özelliği
- Tekrarlanabilirlik

2.3.4. GPS Nedir

GPS’ni açılımı Global Positioning System’dir. Bir cismin veya canlının dünya üzerindeki konumu en az 3 GPS uydusundan gelen hassas olan saat sinyalleri sayesinde bulan cihazlar olarak tanımlanır. Global Positining System Amerika’nın geliştirdiği küresel bir konumlama sistemidir. Amerika dışında ise Rusya, Hindistan, Çin, Avrupa ülkeleri de konumlama sistemleri geliştirmişlerdir. Bunlar ise Rusya’nın GLONASS, Hindista’nın IRNSS, Çin’in BeiDou, Avrupa ülkelerinin ise Galileo konumlama sistemleridir. Oluşturulan bu sistemlerinin bütününe Global Navigation Satellite System (GNSS) denir.

2.3.4.1. GPS’ in Çalışma Prensibi

Dünya çevresinde bulunan GPS uydularının iç mekanizmalarında oldukça hassas atomik saatler bulunur. Bu saateler diğer uydular ve dünyadaki saatler ile eş zamanlı çalışır. Bu uydular ise o anki aktif olduğu konum bilgisini ve kendine ait olan zaman bilgisi sürekli olarak Dünya’ya göndermektedir.

Yer yüzündeki bir GPS alıcısı aktif olduğu zaman en az 3 GPS uydusundan bahsettiğimiz bu sinyallere ihtiyaç duyar ve bu bilgileri dünyadaki zamandan ne kadar sapma yaptığını matematiksel hesaplar yardımıyla hesaplayarak Dünya'daki konumu bulur.

2.3.4.2. GY-NEO6MV2 GPS Sensörünün Özellikleri

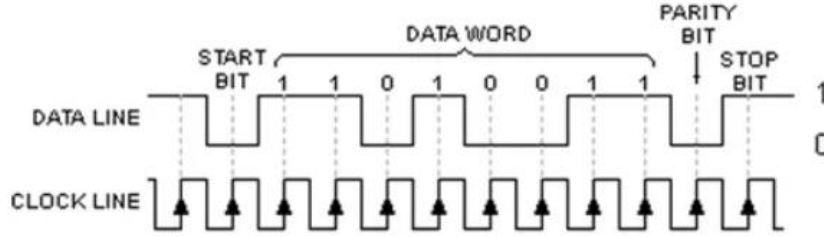
- Çalışma gerilimi : 3V – 5V
- Haberleşme : UART (RX – TX)
- Boyut : 36mm x 24 mm
- Arayüz : RS232 TTL
- Hassasiyet : 5 metre



Şekil 2.3.7. GY-NEO6MV2 GPS Modülü

2.5. Seri Haberleşme

Seri haberleşme gönderilecek verinin sinyal şeklinde peş peşe iletilmesi demektir. Seri haberleşme olarak bütün bilgisayarlarda yer alan USB, RS232 ve Ethernet portunu örnek gösterebiliriz.



Şekil 2.5.1. Seri Haberleşme

Yukarıdaki Şekil 2.13' e göre bir byte verinin ön kısmında bir bit başlangıç biti, Sonunda ise durdurma biti bulunur. RS232 fiziksel ara yüzüne göre boş hat negatif voltaj ile yüklüdür. Hat üzerinden veri gönderdiğimiz zaman, Bir bit zamanı hat pozitif voltaj ile yüklenir. Başlangıç bitimiz sıfırdır. Ardından 8 bitlik veri hat boyunca sırası ile LSB (en anlamsız bit) bit itibari ile MSB (en anlamlı bit) bitine kadar iletilir. İletilen bir bit veride hatta bulunan negatif voltaj 1, pozitif voltaj ise 0 değerini temsil eder. Negatif voltaj yüklü olan durdurma biti 1 gönderilir. Eğer tekrar veri iletilecek ise işlem tekrar eder, Veri iletimi gerçekleşmeyecek ise hat negatif voltaj 1 yüklü olarak devam eder.

2.5.1. Java Seri Haberleşme

Java seri iletişim sınıfımız’ da Java Swing kütüphanesi kullanılarak basit bir ara yüz uygulaması üzerinden port adı, Bant hızı belirleme işlemleri yapılabilmektedir. Java seri iletişim kütüphanesi kullanılarak Arduino üzerinden aldığımız verileri Kalman filtresinin bulunduğu sınıfa ait olan bir arraylist’ e eklendikten sonra işleme tabi tutulmuştur.

```
public synchronized void serialEvent(SerialPortEvent oEvent) {  
    if (oEvent.getEventType() == SerialPortEvent.DATA_AVAILABLE) {  
        try {  
            if (input.ready() == true) {  
                inputLine = input.readLine();  
                String [] dizi=new String[3];  
                dizi = inputLine.split("//");  
                double [] dizif=new double[3];  
                datamanager.add(Double.valueOf(dizi[0]),Double.valueOf(dizi[1]),Double.valueOf(dizi[2]),5.0);  
            }  
        }  
    }  
}
```

Şekil 2.5.2. Seri Port Okuma

3.SONUÇ

Bu projede bireysel olarak mühendislik seviyesinde ve bir çok teknolojinin bir araya getirilerek mühendislik kariyerimize katkı sağlanması hedeflenmiştir. Bu sebepten dolayı projenin içerisinde görüldüğü gibi Kalman filtresi ve Xbee cihazları gibi hassas, güvenli teknolojilerle çalışılmıştır.

Ülkemizin son zamanlarda savunma sanayi sektöründe ve teknolojilerinde büyük bir gelişim gösterdi. Örnek olarak ASELSAN, HAVELSAN, ROKETSAN gibi kurumların uluslararası pazarda bu kurumların kendilerini kanıtlamasına destek olmuştur. Üretmiş oldukları İHA ve SİHA'lar ile bu başarılarını kanıtladı.

Yapmış olduğumuz proje bize savunma sanayi hakkında genel bir fikir ve alt yapı oluşturmuştur. Radar sistemleri ve konum saptamada kullanılan Kalman filtrenin teorik ve uygulamalı olarak deneyim kazandırmıştır. Aynı zamanda kullanmış olduğumuz Zigbee teknolojisi sayesinde kablosuz haberleşme hakkında teorik ve uygulama deneyimi sağlamıştır. Oluşturduğumuz bu proje geliştirilebilir olması ve savunma sanayi teknolojileri hakkında kaynak oluşturması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Anonim, <https://www.youtube.com/watch?v=CaCcOwJPtQ&list=PLX2gX-ftPVXU3oUFNATxGXY90AULiqnWT>
- [2] R. E. Kalman, "A new approach to linear filtering and prediction problems", *J. Basic Eng.*, vol. 82D, pp. 35-45, Mar. 1960.
- [3] H. W. Sorenson, "Kalman filtering techniques" in *Advances in Control Systems*, New York:Academic Press, vol. 3, 1966.
- [4] H. W. Sorenson and A. R. Stubberud, "Linear estimation theory", *Chapter 1 in Theory and Application of Kalman Filtering; AGARD ograph*, vol. 139, 1970.
- [5] D. Simon, *Optimal state estimation: Kalman H infinity and nonlinear approaches*, John Wiley & Sons, 2006.
- [6] Anonim, https://tr.wikipedia.org/wiki/Kalman_Filtresi, 2020.
- [7] Anonim, <https://www.intechopen.com/books/introduction-and-implementations-of-the-kalman-filter/introduction-to-kalman-filter-and-its-applications>, 2020.
- [8] Anonim, [http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/Makale_BilgiPaylasim/\(1-2012\)-Kalman_Filtresi_Ve_Bir_Programlama_Ornegi-Ibrahim_CAYIROGLU.pdf](http://www.ibrahimcayiroglu.com/Dokumanlar/Makale_BilgiPaylasim/(1-2012)-Kalman_Filtresi_Ve_Bir_Programlama_Ornegi-Ibrahim_CAYIROGLU.pdf), 2020
- [9] A. Gelb, J. Kasper, R. Nash, C. Price and A. Sutherland, *Applied Optimal Estimation*, MA, Cambridge:MIT Press, 1974.
- [10] C.-J. M. Liang, N. B. Priyantha, J. Liu and A. Terzis, "Surviving Wi-Fi Interference in Low Power ZigBee Networks," in *8th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems*, New York, 2010.
- [12] Anonim, <https://www.instructables.com/id/How-to-Use-XBee-Modules-As-Transmitter-Receiver-Ar/>, 2020
- [13] Anonim, <https://www.electronicwings.com/sensors-modules/gps-receiver-module>, 202
- [14] P. Barontib, P. Pillaia, V. W. Chooka, S. Chessab, A. Gottab and Y. F. Hua, "Wireless sensor networks: A survey on the state of the art and the 802.15.4 and ZigBee standards," *Computer Communications*, vol. 30, no. 7, p. 1655–1695, 2006.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Ad Soyad	Yusuf Demircan
Doğum Tarihi	18.01.1996
Doğum Yeri	Bolu
Medeni Durumu	Bekar
Askerlik Durumu	Tecilli

İletişim Bilgileri

Adres	Cihangir mah. Meşrutiyet cad. Duba sok. 3/6 Avcılar/İstanbul
Cep	0 541 594 6631
E-Posta	yusufdemircanysf@gmail.com

Eğitim Bilgileri

2014-2020	Fırat Üniversitesi Mühendislik Fak. Bilgisayar Müh. 4.sınıf
-----------	--

Seminerler ve Kurslar

2016	Roketsan Mühendis Seminerleri
2017	Havacılık ve Savunma Sanayi Semineri
2019	Teknofest İstanbul

Projeler

Hava yolu Bilet satış Otomasyonu

QR Kod ile yoklama sistemi

Masaüstü ve Bulut tabanlı veri analizi ve görselleştirme

IoT Telemetry sistemi

Kalman Filtresi ile konum tahmin sistemi

Yabancı Dil

İngilizce	B1(Orta düzey)
-----------	----------------

Yetkinlikler

Programlama Dilleri	Java(ileri düzey) C#(orta düzey) MSSQL(Orta düzey) PHP(başlangıç düzey) PIC Programlama(Orta düzey) Unity(Başlangıç düzey) Python(Orta düzey) Assembly(İleri düzey) DevExpress(Başlangıç düzey)
---------------------	---

Ömer CENGİZ

Adres : İnönü Mah. Ala sokak No:21 D:9 / Küçükçekmece / İSTANBUL

Telefon : 0546 420 7046

E-mail : omercengizz04@gmail.com



KİŞİSEL BİLGİLER

Cinsiyet	Erkek
Doğum Tarihi	24.05.1998
Medeni Durum	Bekar
Doğum Yeri	Küçükçekmece / İSTANBUL

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lise	Halkalı Çözüm Temel Lisesi	2012-2016
Üniversite	Fırat Üniversitesi	2016-2020
Ağırlıklı Ortalama	2.33 / 4.00	
Bölüm	Bilgisayar Mühendisliği	

SEMİNER VE KURSLAR

- Genç Türkiye Zirvesi Oyun Programlama Kursu 2018
- Proje Yönetimi Kursu - Fırat Üniversitesi 2017
- TEKNOFEST 2019
- Genç Türkiye Zirvesi 2018
- 2. Milli Savunma Sanayi ve Alt Sistemler Teknolojileri Zirvesi 2018
- ASELSAN İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimi

DENEYİMLER

Staj	ASELSAN A.Ş. (Radar ve Elektronik Harp Sistemleri Gölbaşı Yerleşkesi) / Ankara
Staj Periyodu	Haziran 2019 – Temmuz 2019 (20 İş Günü)

BLGİSAYAR BİLGİSİ

Software :

Oriented Programing(OOP), HTML, CSS, JavaScript,
Spring Ioc ve Dependency Injection

Database : İlişkisel Veritabanı, SQL, MySQL

PROJELER

- FitNesse ile HEDET AK Yazılımının Test Otomasyonu(Staj yaptığım şirkette yaptığım proje(Java, FitNesse)
- KALMAN Filtresiyle Veri Analizi(Java, Xbee, Arduino)
- Araç Kiralama Sistemi (Java, SQL)