

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA KAT BİLGİSİNİN MOBİL SENSÖRLER YARDIMIYLA ACİL
DURUM VE YÖNETİM AMAÇLI TAHMİNİ**

DOKTORA TEZİ

**Semih DALĞIN
(501102604)**

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. A. Özgür DOĞRU

HAZİRAN 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİNALARDA KAT BİLGİSİNİN MOBİL SENSÖRLER YARDIMIYLA ACİL
DURUM VE YÖNETİM AMAÇLI TAHMİNİ**

DOKTORA TEZİ

Semih DALĞIN

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501102604 numaralı Doktora Öğrencisi **Semih DALĞIN**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**BİNALARDA KAT BİLGİSİNİN MOBİL SENSÖRLER YARDIMIYLA ACİL DURUM VE YÖNETİM AMAÇLI TAHMİNİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. A. Özgür DOĞRU
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Nesibe Necla ULUĞTEKİN
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ
Selçuk Üniversitesi

Doç. Dr. A. Melih BAŞARANER
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 13 Mayıs 2015
Savunma Tarihi : 19 Haziran 2015

Eşime ve aileme,

ÖNSÖZ

Doktora süreci, özellikle de Türkiye’de eğitim öğretim süreci, zor bir süreçtir ve de git gide daha da zorlaşmaktadır. Bu sürecin üstesinden gelebilmek için desteğe ve inanca ihtiyacınız bulunmaktadır. Bu sayede karşılaştığınız zorlukların üstesinden daha kolay gelebilmektesiniz.

Bu zor sürecin üstesinden gelmemde, engelleri birer birer aşmamda hiç tereddüt etmeden bana kefil olan Müh. Mahmutcan GÖRÜRGÖZ ve Müh. Burak AKPAK ile eşleri başta olmak üzere,

Çalışmalarında maddi desteklerini esirgemeyen TUBİTAK BİDEB ve İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne,

Bana bir aile ortamı sunan, öyle olduğuna inandığım, gelişimin her evresinde destekleriyle yolumu aydınlatan İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölümü Öğretim Elemanları ve Üyelerine,

Can dostum, kardeşim Yük. Müh. Necip Enes GENGEÇ başta olmak üzere desteklerini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma,

Yüksek Lisans tezimde yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Prof. Dr. Ergin TARI’ya,

Mühendislik hayatımın başlangıcında, mesleğime olan inancın ve mesleğimin gerekliliğinin önemini her zaman vurgulayan başta Prof. Dr. Ergin ARIOĞLU olmak üzere Yük. Müh. Gözde KURT ve Yapı Merkezi çalışanlarına,

İkinci göz ağrım, teknoloji konusunda ufkumu açan, arkadaşlıklarını ve geçirdiğimiz günleri unutamayacağım Sampaş şirketi çalışanlarına,

Hidro Dizayn çalışanları, başta Yük. Müh. M. Denizhan BÜTÜN olmak üzere Müh. Günay BOZTAŞ ve çalışmalarım sırasında desteklerini eksik etmeyen, uygulamamı test ederek teze yardım ve katkı sağlayan başta Müh. Alper METİN, Müh. Z. Deniz ERDOĞAN ve Yük. Müh. Murat İŞILDAK olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma, Tez süresince yardımlarını, yorumlarını ve eşsiz bilgi birikimlerini sunan tez izleme komisyonu üyeleri Prof. Dr. Rahmi Nurhan ÇELİK, Prof. Dr. İ. Öztuğ BİLDİRİCİ ve Prof. Dr. Necla ULUĞTEKİN’e,

Teknik olarak eğitim ve öğretim sürecimin sonuna geldiğim; ancak hayat boyu öğrenmenin gerekliliğini unutturmayan Prof. Dr. Tevfik AYAN başta olmak üzere ismini buraya sığdırabildiğim ve sığdıramadığım öğretmen, arkadaş, dost ve akrabalarımın tamamına,

Hayatımın ilk gününden bugüne kadar her daim yanımda olan, problemleri bana hissettirmeyen, desteklerini her zaman hissettiğim annem, babam ve kardeşime,

Doktora boyunca benimle sıkılan, benimle çalışan, yanımda olan, destek veren hayat arkadaşım Müh. Ülkü KARAÇETİN DALĞIN’a,

Üniversite öğrencilik yaşamımın tamamında, bilgilerini aktarmaktan hiçbir zaman çekinmeyen, sürekli önümde bir deniz feneri gibi yolumu aydınlatan hocam, abim, dostum, bu tez sürecinin tamamında bana göstermiş olduğu her türlü destek ile altına girdiğim yükü paylaşan ve yönlendirmeleri ile tezimin iyileştirilmesinde yardımlarını hiç esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ahmet Özgür DOĞRU’ya

Özgür, demokratik ve kendi kendine yetebilen bir ülke hayal eden ve bunu gerçekleştirmek için canlarını feda eden başta M. KEMAL ATATÜRK ve silah arkadaşları olmak üzere hayatını veren, sakat kalan ve kanlarını döken TÜRKİYE CUMHURİYETİ vatandaşlarına,
Kısacası beni ben yapan, bugüne gelmemi sağlayan, bana inanan herkese teşekkürü bir borç bilirim. Bu eser hepimizin...

Mayıs 2015

Semih Dalğın
Geomatik Yüksek Mühendisi
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı	3
2. AFET VE RİSK YÖNETİMİ	5
2.1 Afet ve Acil Durum Yönetimi.....	6
2.1.1 Tanım ve planlama aşaması	7
2.1.2 Korunma aşaması	8
2.1.3 Hazırlık aşaması	8
2.1.4 Karşılık verme aşaması	8
2.1.5 İyileştirme aşaması.....	9
2.2 Etkin Bir Afet Yönetimi	10
2.3 Afet Yönetiminde Harita Kullanımı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	11
2.4 Zarar Azaltımı Kapsamında Yapılabilecekler	15
2.5 Ulusal ve Uluslararası Seviyede Kullanımda Olan Sistemler ve Standartlar...	17
2.5.1 Uluslararası sistemler ve standartlar	18
2.5.2 Ulusal sistemler ve standartlar	23
2.5.3 Yapılan çalışmalar ve yapılması gerekenler	25
3. KONUM TABANLI HİZMETLER.....	27
3.1 Sensör Teknolojileri	34
3.2 Mobil Cihazlarda Basınç Sensörü Kullanımı	35
3.3 Open GeoSMS ve SAHANA	45
4. ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ	49
4.1 En Küçük Kareler Korelasyonu	51
4.2 Kalman Filtrelemesi ile Zaman Serisi Analizi	55
4.2.1 Ayırık kalman filtrelemesi	55
4.2.1.1 Tahmin süreci.....	55
4.2.1.2 Filtrenin çalıştırılması	55
4.2.1.3 Ayırık kalman filtresinin algoritması	57
4.2.1.4 Filtrenin çalıştırılması	59
4.3 Senelik ve 6 Aylık Etkilerin Belirlenmesi.....	61
5. MOBİL UYGULAMANIN GELİŞTİRİLMESİ VE YAPILAN TESTLER .	63
5.1 Amaç ve kapsam	64
5.2 Sensör Kabiliyetlerinin Araştırılması.....	65
5.3 Uygulama Veritabanının Geliştirilmesi.....	70
5.4 Sensör Değerlerinin Okunması	76

5.5 Sensörlerin Kat Değişiminde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması.....	77
5.6 Başlangıç Değerlerinin Uygulamaya Tanıtılması	91
5.6.1 Kullanıcı tabanlı başlangıç değerlerinin verilmesi.....	92
5.6.2 Konum tabanlı başlangıç değerlerinin verilmesi.....	92
5.6.3 Wi Fi kullanarak başlangıç değerlerinin verilmesi	94
5.6.4 NFC tag kullanarak başlangıç değerlerinin verilmesi	95
5.6.5 Geoid ve konum bazlı başlangıç değerlerinin verilmesi	97
5.6.6 Zamana Bağlı Başlangıç Değerlerinin Verilmesi.....	98
5.7 Geliştirilen Mobil Uygulama Algoritması.....	99
5.8 Uygulamanın Geliştirilmesi.....	103
5.8.1 İvme - Hareket Kontrolü	103
5.8.2 Konum Değişimi Kontrolü.....	104
5.8.3 Zaman Serileri Analizleri – Filtrelemeler ile Kat Değişiminin Tespiti...	104
5.8.3.1 EKK ile kat değişiminin hesaplanması	105
5.8.3.2 Kalman filtrelemesi ile değişimin hesaplanması.....	106
5.9 Sensör Doğruluk Analizleri.....	106
5.9.1 Sensör doğruluk analizlerinde kullanılan cihazlar ve özellikleri	106
5.9.2 Sensör doğruluk testleri.....	109
5.10 Model Doğruluk Analizleri	118
5.11 Kat Yüksekliği İle Basınç Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi	119
5.11.1 Kat yüksekliğinin altındaki yüksekliklerin belirlenmesinde basınç kullanımı	126
5.12 Taşıma Yönteminin Basınca Etkisinin Belirlenmesi.....	129
5.13 Sıcaklık ile Basınç Arasındaki İlişkinin İrdelenmesi	133
5.14 Sensör Değerlerinin EKK ile Analizi	136
5.14.1 Zaman serisi genişliğinin doğruluğa etkisi.....	141
5.14.2 Mobil sensörlerin EKK ile analizi.....	142
5.15 Sensör Verilerinin Kalman Filtrelemesi ile Analizi	148
5.16 Hızlı Kat Değişimlerinin Sonuçlara Etkisi	150
5.17 Uygulamanın GeoSMS Altyapısına Uygun Düzenlenmesi	153
5.18 Uygulama Analiz Doğrulukları	157
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	159
KAYNAKLAR.....	165
EKLER.....	171
ÖZGEÇMİŞ.....	175

KISALTMALAR

A-GPS	: Assisted GPS
ABBB	: Ankara Büyükşehir Belediyesi Binası
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
BÖHHBÜY	: Büyük Ölçekli Harita Ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
DEWN	: Disaster Early Warning Network
DHI	: Danimarka Hidrolik Enstitüsü
DHS	: Department of Homeland Security
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DSİ	: Devlet Su İşleri
EFAS	: Avrupa Taşkın Erken Uyarı Sistemi / European Flood Alert System
EKF	: Extended Kalman Filtering
EKK	: En Küçük Kareler Korelasyonu
EYDENET	: Eye of the Night
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
FlaFloM	: Flash Flood Manager
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GAPSEL	: GAP Bölgesinde Sele Maruz Kalan Alanlarda Sel Riskinin Azaltılması Projesi
GEOSMS	: Geotagging SMS- Coğrafi Kodlanmış Kısa Mesaj Hizmeti
GMES	: Global Monitoring for Environment and Security
GML	: The Geography Markup Language
GIS	: Geographic Information Systems
GLONASS	: Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GPS	: Global Positioning Systems
GPRS	: General Packet Radio Service – Genel Paket Radyo Servisi
GSM	: Global System for Mobile Communications - Mobil İletişim İçin Küresel Sistem
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
ICPDR	: Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu
INSPIRE	: Infrastructure for Spatial Information in the European Community
IWSS	: Integrated Warning Service System
İSTABİS	: İstanbul Afet Yönetim Bilgi Sistemi
IRS	: Integrated Rescue System
JRC	: Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Komisyonu
KVA	: Konumsal Veri Altyapısı
LBS	: Location Based Services
NIEM	: The National Information Exchange Model
NFPA	: National Fire Protection Association
NFC	: Near Field Communication

OASIS	: Open Advanced System for Disaster and Emergency Management
OGC	: Open Geospatial Consortium
ORCHESTRA	: Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management
RABİS	: Rize Afet Bilgi Sistemi
RFID	: Radio-Frequency Identification
SMS	: Short Message Service - Kısa Mesaj Hizmeti
STH	: Standart Topografik Haritalarda
SyM	: Servis-yönelimli Mimari
TABİS	: Türkiye Afet Bilgi Sistemi
TST	: Testo
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UML	: Unified Modeling Language
URL	: Uniform Resource Locator
USTDA	: Amerika Ticareti Geliştirme Ajansı
Wi-Fi	: Wireless Fidelity – Kablosuz Bağlantı
YSA	: Yapay Sinir Ağları
3G	: 3rd Generation – 3. Nesil

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 :	Sensör Doğruluk Analizleri (%).....	42
Çizelge 5.1 :	Modellerde yer alan sensörler	79
Çizelge 5.2 :	Kişilerin kullanmış olduğu telefon modelleri	79
Çizelge 5.3 :	Kişilerin bulunduğu katlar.....	80
Çizelge 5.4 :	Başlangıç Değerleri Girdi Kontrol Açıklamaları	98
Çizelge 5.5 :	Testo Teknik Özellikler	108
Çizelge 5.6 :	Bluetooth Sensör Teknik Özellikleri.....	109
Çizelge 5.7 :	06-07 Kasım Sensör Doğrulukları	110
Çizelge 5.8 :	Model D Sensör Doğrulukları.....	110
Çizelge 5.9 :	14 Kasım 2014 Sensör Doğrulukları.....	112
Çizelge 5.10 :	14 Kasım 2014 Model D Karesel Ortalama Hataları	113
Çizelge 5.11 :	09 Aralık 2014 Sensör Doğrulukları	114
Çizelge 5.12 :	10 Aralık 2014 Sensör Doğrulukları	116
Çizelge 5.13 :	24 Aralık 2014 Sensör Doğrulukları	117
Çizelge 5.14 :	19 Aralık 2014 Günlü Sensör Doğrulukları	119
Çizelge 5.15 :	1 metreye karşılık gelen basınç değişimi	121
Çizelge 5.16 :	1 metreye karşılık gelen ortalama basınç değişimi – 23 Aralık ...	124
Çizelge 5.17 :	1 metreye karşılık gelen ortalama basınç değişimi – 26 Aralık ...	124
Çizelge 5.18 :	1 metreye karşılık gelen basınç değişimi – 23 Aralık.....	125
Çizelge 5.19 :	1 metreye karşılık gelen basınç değişimi – 26 Aralık.....	126
Çizelge 5.20 :	Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi.....	127
Çizelge 5.21 :	Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi – Test 2	127
Çizelge 5.22 :	Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi – Test 3	128
Çizelge 5.23 :	Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi – Test 4	128
Çizelge 5.24 :	EKK Analiz Sonuçları.....	137
Çizelge 5.25 :	Kodlar ve kullanılan katsayılar	138
Çizelge 5.26 :	Zaman Serisi Genişliğinin Doğruluğa Etkisi	142
Çizelge 5.27 :	Uygulama Analiz Doğrulukları (EKK).....	157
Çizelge A.1 :	Kodlar ve Kullanılan Katsayılar	173

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Afet ve acil durum yönetimi ile birlikte kentsel risk yönetimi evrelerinin şematik bir gösterimi (Kadioğlu, 2008)	6
Şekil 2.2 : Yıllara Göre Afet Sayısındaki Artış	9
Şekil 2.3 : EFAS internet sitesi (Url-11)	19
Şekil 2.4 : IWSS internet sitesi (Url-12)	21
Şekil 2.5 : Avrupa Erken Uyarı Sistemi Meteoalarm (Url-13)	22
Şekil 2.6 : EYDENET ara yüzü (Lazzari ve Salvaneschi,1999)	23
Şekil 2.7 : DEWN Mimarisi (Wickramasinghe,2011)	24
Şekil 3.1 : Türkiye’de 2013 yılında Mobil Cihazların Kullanıldığı Durumlar (Url -5)	28
Şekil 3.2 : Ülkelere Göre En Çok Farklılık Gösteren Mobil Cihazların Kullanıldığı Durumlar (Url -5)	28
Şekil 3.3 : LBS (Xu ve diğ, 2010)	29
Şekil 3.4 : LBS Mimarisi (Xu ve diğ, 2010)	30
Şekil 3.5 : Afet Öncesi ve Sonrası Mobil Telefon Kullanım Oranları (GSM Association,2005).....	31
Şekil 3.6 : Haiti Depremi Sonrası SMS mesajlarının Dağılımının Gösterimi (Url-7)	32
Şekil 3.7 : Libya Kriz Haritası (Url-7)	32
Şekil 3.8 : Libya Kriz Haritası (Url-7)	33
Şekil 3.9 : Libya Kriz Haritası Veritabanı Mimarisi (Url-7).....	33
Şekil 3.10 :Balkanlarda Yaşanan Kar Fırtınası (Url-8)	34
Şekil 3.11 :Çoklu Sensör Birleşim Modeli Akış Diyagramı (Retscher, 2006)	36
Şekil 3.12 :Kapalı Alanlarda Sensör Kullanımı (Abdelrahman ve El-Sheimy, 2013)	36
Şekil 3.13 :Kalman Filtrelemesi Mimarisi (Retscher, 2006).....	37
Şekil 3.14 :Atmosfer Basıncı ile Yükseklik Arasındaki İlişki (Esfandyari, J., ve diğ., 2010)	38
Şekil 3.15 :Yükseklik değişimi ve hava basıncı değişimi arasındaki ilişki (Retscher, 2007)	39
Şekil 3.16 :Vaisala Basınç Sensörü PTB220A ile yapılan test (Retscher, 2006).....	40
Şekil 3.17 :Basınç değişimi ile kat değişikliği arasındaki ilişki	40
Şekil 3.18 :Basınç değişimi ile yükseklik değişimi arasındaki ilişki	41
Şekil 3.19 :Ham ve Yumuşatılmış Basınç Okumaları (Vanini ve Giardano, 2013)..	44
Şekil 3.20 :Kat değişiminin Belirlenmesinde Kullanılan Algoritma (Vanini ve Giardano, 2013).....	45
Şekil 3.21 :Örnek GeoSMS (Url-9).....	46
Şekil 3.22 :SAHANA Mimarisi (Url-9)	47
Şekil 4.1 : Zaman serisi bileşenleri.....	50
Şekil 4.2 : Noktaları Temsil Edecek En uygun Doğrunun Geçirilmesi	53
Şekil 4.3 : Kalman Filtresi algoritma döngüsü	57
Şekil 4.4 : Kalman Filtresi genel akış diyagramı	58

Şekil 4.5 : Genişletilmiş kalman filtrelemesi genel akış diyagramı	61
Şekil 5.1 : Sistem Algoritması	63
Şekil 5.2 : Yükseklik ile Basınç Arasındaki İlişki	66
Şekil 5.3 : Test – 1 iz boykesidi.....	66
Şekil 5.4 : Test – 1 iz boykesidi 3B görünüş	67
Şekil 5.5 : Ankara Büyükşehir Belediyesi Binası ve Hidro Dizayn Firması'nda Yapılan Test Çalışması.....	67
Şekil 5.6 : GPSLogger Uygulaması.....	68
Şekil 5.7 : Zamana bağlı basınç değişiminin düzenlenmesi	69
Şekil 5.8 : Zamana bağlı basınç değişimi	69
Şekil 5.9 : Uygulama Veritabanı	72
Şekil 5.10 :Hidro Dizayn Binası 3B Görünüşü	77
Şekil 5.11 :Kullanıcıların bulunduğu kat durumları	79
Şekil 5.12 :2. Kat kullanıcı oturum planı.....	80
Şekil 5.13 :3. Kat kullanıcı oturum planı.....	80
Şekil 5.14 :4. Kat kullanıcı oturum planı.....	80
Şekil 5.15 :5. Kat kullanıcı oturum planı.....	81
Şekil 5.16 :Tüm kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri	82
Şekil 5.17 :Model A kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.....	83
Şekil 5.18 :Model B kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri	83
Şekil 5.19 :Model C kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri	84
Şekil 5.20 :Model D kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.....	85
Şekil 5.21 :Tüm kullanıcıların öğle tatili içerisindeki basınç değişimleri	86
Şekil 5.22 :Farklı model kullanan kullanıcıların aynı odadaki basınç değişimleri....	87
Şekil 5.23 :Kullanıcı O ve SD'ye ait sıcaklık ve basınç değişimleri.....	88
Şekil 5.24 :Kullanıcı O ve Z'ye ait basınç farkları	88
Şekil 5.25 :Kullanıcı Z ve CU'nun Kattaki Konumları	89
Şekil 5.26 :Kullanıcı Z ve CU'nun Basınç ve Sıcaklık Değişimleri	90
Şekil 5.27 :Asansör ve Merdiven Kullanımının Fark Edilmesi.....	90
Şekil 5.28 :Kullanıcı Bazlı Veri Girişi	92
Şekil 5.29 :Gün içerisindeki konum değişimi.....	93
Şekil 5.30 :Gün içerisindeki konum değişimi.....	94
Şekil 5.31 :Tez Kapsamında Kullanılan NFC etiketin arka yüzü.....	96
Şekil 5.32 :Turnike girişinde NFC Tag Kullanımı	97
Şekil 5.33 :NFC Tag Hazırlama Uygulaması Ara yüzü	98
Şekil 5.34 :NFC Tag Kullanımında Uygulama Algoritması	100
Şekil 5.35 :Uygulama Algoritması	101
Şekil 5.36 :Geliştirilmiş Uygulama Algoritması	102
Şekil 5.37 :Bluetooth Sensör	107
Şekil 5.38 :Bluetooth Sensörün yapısında bulunan sensörler.....	107
Şekil 5.39 :Testo Basınç, Sıcaklık ve Nem Ölçer.....	108
Şekil 5.40 :Bluetooth Sensörler için geliştirilen uygulama arayüzü.....	109
Şekil 5.41 :14 Kasım 2014 günü cihazların konumları	111
Şekil 5.42 :09 Aralık 2014 günü cihazların konumları.....	113
Şekil 5.43 :10 Aralık 2014 tarihli sensör konumları.....	115
Şekil 5.44 :24 Aralık 2014 günü sensör konumları	117
Şekil 5.45 :28 Mart 2014 Sonuçlarının Düzeltilmesi	119
Şekil 5.46 :23 Aralık Kat Farkına Karşılık Gelen Basıncın Bulunması	120
Şekil 5.47 :23 Aralık Düzeltme Sonrası Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki.....	121
Şekil 5.48 :26 Aralık Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki.....	122

Şekil 5.49 :26 Aralık Düzeltme Sonrası Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki	122
Şekil 5.50 :26 Aralık Salınım Düzeltme Sonrası Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki.....	123
Şekil 5.51 :26 Aralık Kat ile Basınç Değişimi Arasındaki İlişki	124
Şekil 5.52 :Taşıma Yönteminin Neme Etkileri	129
Şekil 5.53 :Taşıma Yönteminin Sıcaklığa Etkileri	130
Şekil 5.54 :Taşıma Yönteminin Basınç Değişimine Etkileri.....	130
Şekil 5.55 :Taşıma Yönteminin Nem ve Basınç Değişimine Etkileri – Test 2	131
Şekil 5.56 :Taşıma Yönteminin Basınç Değişimine Etkileri – Test 2.....	132
Şekil 5.57 :Taşıma Yönteminin Nem ve Basınç Değişimine Etkileri – Test 3	132
Şekil 5.58 :Taşıma Yönteminin Basınç Değişimine Etkileri – Test 3.....	133
Şekil 5.59 :17 Kasım Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.....	134
Şekil 5.60 :09 Aralık Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.....	134
Şekil 5.61 :10 Aralık Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.....	135
Şekil 5.62 :24 Aralık Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.....	135
Şekil 5.63 :Sensör Basınç Değerlerinin EKK ile Analiz.....	136
Şekil 5.64 :EKK Analizi sonucu 330-19 ile Elde Edilen Analiz Sonucu.....	139
Şekil 5.65 :330-19 ile Elde Edilen Dönemsel Etkiler.....	139
Şekil 5.66 :Dönemsel Etkiler Analiz sonuçları ile Dönemsel Etkiler ve Diğer Etkilerin Gösterimi.....	140
Şekil 5.67 :Model A'nın 330-19 ile Analizi.....	141
Şekil 5.68 :Model C'nin 330-19 ile Analizi	141
Şekil 5.69 :Model D'nin 330-19 ile 17 – 28 Kasım Arası Analizi.....	143
Şekil 5.70 :Model D'nin 330-19 ile 17 – 28 Kasım Arası Bir Kapalı Alanda Analizi	144
Şekil 5.71 :Model D'nin 330-19 ile 17 – 28 Kasım Arası Bir Kapalı Alanda Analizi Dönemsel Etkiler.....	145
Şekil 5.72 :Model D'nin 3-2 ile 25 Kasım Analizi.....	145
Şekil 5.73 :Model D'nin 3-2 ile 18 Kasım Analizi.....	146
Şekil 5.74 :Model D'nin 3-2 ile 18 Kasım 08:00 – 12:00 Arası Çıkış Analizi	147
Şekil 5.75 :Model D'nin 3-2 ile 18 Kasım 08:00 – 12:00 Arası İniş Analizi.....	148
Şekil 5.76 :TST Verilerinin Kalman Filtrelemesi ile Analizi.....	148
Şekil 5.77 :Filtrelenmiş ve Yumuşatılmış Sonuçların Karşılaştırılması	149
Şekil 5.78 :Filtrelenmiş ve Yumuşatılmış Sonuçların Karşılaştırılması	149
Şekil 5.79 :Asansörde uzun süreli basınç değişiminin takip edilmesi.....	150
Şekil 5.80 :TST'ye ait zamana bağlı basınç değişimi	151
Şekil 5.81 :TST'ye ait bir günlük basınç değişimi	151
Şekil 5.82 :Bir günlük asansör kat değişimi	152
Şekil 5.83 :DSİ Genel Müdürlük binası 10 katlık değişim	152
Şekil 5.84 :Etimaden Genel Müdürlük Binası 18 katlık değişim.....	153
Şekil 5.85 :Yardım Çağrı Butonu Eklenmiş Uygulama Ara yüzü	154
Şekil 5.86 :Son Kullanıcının Yardım Mesajı Hakkında Bilgilendirilmesi.....	155
Şekil 5.87 :Servis Sağlayıcına Ulaşılamaması	155
Şekil 5.88 :Kurtarma Ekiplerine Gönderilebilecek Örnek Mesaj.....	156
Şekil 5.89 : Kapalı Alan Dışında Gönderilen Mesaj	156

BİNALARDA KAT BİLGİSİNİN MOBİL SENSÖRLER YARDIMIYLA ACİL DURUM VE YÖNETİM AMAÇLI TAHMİNİ

ÖZET

Bir afet anında iki önemli etkenin iyi yönetilmesi gerekmektedir. Bunlar zaman ve mevcut kaynaklarımızdır. Bu etkenler iyi yönetilebildiği takdirde afetten minimum zararlar çıkılabilir. Zaman ve mevcut kaynakların iyi bir şekilde yönetilebilmesi için karar vericiler bilgiye ihtiyaç duyarlar. Bilgi, afetin cinsi, oluş zamanı, yeri, etkilediği alan ve canlı sayısıdır. Karar verici ne kadar çok bilgiye hızlı bir şekilde ulaşabilir ve bu bilgiyi hızlı güncelleyebilirse o derecede etkin bir çözüm üretebilecektir. Kurtarma çalışmaları içerisinde birçok eleman barındırır. Bilginin niteliği kadar bu bilginin elemanlar arasında aktarımında kullanılacak iletişim teknolojisi de önem arz eder.

Afet anında bilginin yönetilebilmesi, bilginin yardım ekipleri ve karar vericiler tarafından toplanması, kullanılması için teknolojinin getirmiş olduğu imkanlardan yararlanılmalıdır.

Tez kapsamında, teknolojinin getirmiş olduğu yenilikler kullanılarak kapalı alanlarda tam verimle çalışması mümkün olmayan GNSS sistemlerinin yerine bir alternatif yöntem üretilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda, son yıllarda kullanımında hızlı bir ivmelenme ile artış görülen akıllı telefon teknolojileri ve bünyelerinde barındıkları sensörlerin kullanılıp, kullanılamayacağı araştırılmıştır.

Yapılan testlerde ve doğruluk kontrollerinde akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin kullanılması ile kat değişiminin belirlenebileceği görülmüştür. Ancak bu kullanımlar sırasında bazı dış etkenlerin elimine edilmesi gerekmektedir.

Çalışma kapsamında kat değişiminin tespiti; hava basıncı değişimlerinin telefonlarda yer alan sensörler kullanılarak ölçülmesi ile elde edilen verilerin analizleri sonucu elde edilmiştir.

Analiz sonuçları ve mobil sensörler kullanarak kat değişimini tespit edebilecek bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulamada kat değişimi hesaplanabilmekte ve bu bilgi paylaşılabilmektedir.

Tezde sensör değerlerini etkileyen dış etkenlerin neler olduğu, bunların nasıl elimine edilmesi gerektiği anlatılırken, sensör doğruluk testleri ile sensörlerin kullanılabilirlikleri gözler önüne serilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında önerilen algoritmanın uygulaması şeklinde geliştirilen Android tabanlı uygulama yazılımı ile sensör değerlerini etkileyen dış etkenler zaman serileri analizleri kullanılarak giderilmiştir. Geliştirilen uygulama ile kapalı alanlarda yüksek doğruluklu kat bilgisi üretilebilmekte, bir kullanıcının bina içerisindeki düşey hareketleri incelenebilmektedir.

Uygulamanın afet anı gibi acil durumlarda kullanılabilmesi için elde edilen bilgilerin yardım ekipleri ile paylaşılabilmesi için GeoSMS altyapısı geliştirilmiştir. Bu sayede kapalı alanlarda ve kapalı olmayan alanlarda, kişinin 3 boyutlu konumu hakkında bilgi verilebilmektedir. Geliştirilen bu uygulama ile acil yardım ekiplerinin tepki süreleri hızlandırılabilir, daha kısa sürede daha fazla kişiye yardım etmeleri sağlanabilir.

Bu sistem özellikle yangın ve taşkın gibi afetlerde kullanılabileceği gibi, deprem ve maden kazaları gibi doğal ya da insan kaynaklı afetlerde de kullanılabilir.

ESTIMATION OF EXACT FLOOR INFORMATION FOR EMERGENCY AND EMERGENCY MANAGEMENT ON BUILDINGS BY USING MOBILE SENSORS

SUMMARY

At time of a disaster, two important factors which are time and existing sources have to be managed well. If time and source management are planned well, minimum damage can be achieved.

In order to manage time and existing sources, decision-makers need information which composes of the data such as type of the disaster, occurrence time, location, effect area and the number of lives. The time that decision-makers can reach the information, the amount of that information and the time for updating it determine the effect of the solution.

Rescue works contains many elements in itself. The communication technology for the use of interchanging the information between these elements and the quality of the information are playing an important role on rescue works.

Gathering the data at the time of a disaster, obtainment and use of data by decision-makers and rescue teams, technological capabilities shall be benefit.

In the scope of this thesis, production of an alternative method instead of GNSS which are not benefitable for indoor activities efficiently with the help of developing technology. For that reason, it is researched if smart phones and their sensors which are spreaded rapidly can be used for that purpose.

According to the applied test and accuracy controls, it has been seen that floor change can be determined with the use of sensors in smart phones. However, some external factors need to be eliminated while using smart phones for these purposes.

Detection of change in floor are obtained from analysis that has been performed pursuant to air pressure changes calculated as per the measurements of the sensors of smart phones.

An application which can detect the floor change has been developed using the results of the analysis and mobile sensors. By means of this developed application, floor change can be calculated and shared.

Sensor accuracy tests and usability of sensors are pointed out while it is explained what kind of external factors exist and how to eliminate them.

External factors effecting sensor values are eliminated by using time series analysis with the algorithm recommended within this study that is developed as the application of android-based application software. Owing to the developed application, floor information with high accuracy for indoor spaces can be produced and vertical movement of an end-user in a building can be inspected.

To be able to use the application at the time of an emergency like a disaster, A GeoSMS infrastructure has been advanced for the reason to spread the information obtained from the application to the rescue teams. Thus, the information of a person's 3D position for indoor and outdoor can be shared. With this application, first aiders/emergency rescue teams can react rapidly and more people can reach to help within a short time frame.

This system can especially be utilized for disasters such as flood or fire as well as earthquakes and natural or man-made disasters like mine accidents.

1. GİRİŞ

Deprem, sel, tsunami ve kasırgalar gibi doğal ve yangın, nükleer patlamalar, savaşlar gibi doğal olmayan nedenlerden dolayı, canlılar ve yaşadığımız kara ve deniz parçaları değişime maruz kalmaktadır.

Doğal afetleri engellemek mümkün olmadığı için bu afetlerle yaşamayı öğrenmeli, doğal olmayan afetleri de mümkün olduğunca engellemeye çalışmalıyız. Her geçen gün görülmektedir ki yaşadığımız doğal ve doğal olmayan afetler dünyamızı değiştirmektedir. Bu değişime ek olarak afetler nedeniyle maddi ve manevi büyük kayıplar yaşamaktayız.

Kayıpların önüne geçebilmek için organizasyonlar ve devletler tarafından önlemler alınmakta, bilimsel çalışmalar yapılmakta, erken uyarı sistemleri kurulmakta ve insanlar bilinçlendirilmektedir.

Dünya'nın doğal çevrimine verdiğimiz dolaylı zararlardan ve doğanın içsel dengesinden kaynaklı olarak her geçen gün doğal afetlere daha çok maruz kalmakta ve her geçen gün daha çok kayıp vermekteyiz. Küresel ısınma ve doğal afetlerin vermiş olduğu maddi ve manevi zararları azaltmak için bilim insanları teknolojiyi kullanarak çeşitli çalışmalar gerçekleştirmektedir.

Bir afet anında iki önemli etkenin iyi yönetilmesi gerekmektedir. Bunlar zaman ve mevcut kaynaklardır. Özellikle kaynak yönetiminin iyi yapılması hayat kurtaracaktır. Bir afet anında kısa bir zaman aralığında, kaynakları en uygun şekilde kullanarak en fazla hayat kurtarmak için çaba gösterilir. Burada karar vericilere ve yardım ekiplerine zaman kazandıracak ve en uygun kaynak yönetiminin sağlanmasını sağlayacak şey bilgidir.

Bir afet anında afetin çeşidi, kaynağı, konumu, etkilediği alan ve insan sayısının belirlenmesi afetin zararlarının minimuma indirgenmesini sağlayacaktır. Bu nedenle mümkün olan en fazla bilginin üretilmesi, temin edilmesi ve iletilmesi için gelişen teknolojiden faydalanılabilir.

Afetin iyi yönetilebilmesi için konumunun ve etki alanının iyi bilinmesi gerekir. Aynı zamanda etkilenen insanların sayı ve konumlarının belirlenmesi afetin en iyi şekilde yönetilebilmesini sağlayacaktır. Bu nedendir ki Konum Tabanlı Hizmetler'e olan ilgi her geçen gün artmaktadır.

Teknolojinin gelişmesi ile cep telefonları akıllanmış, özellikle Location Based Services (LBS) - Konum Tabanlı Hizmetler'in daha çok kullanılmasına yol açmıştır. Aynı zamanda bu uygulamaların kullanılması ile istatistiki çalışmalara altlık sağlayacak önemli bilgiler edinilmektedir.

Gelişen teknoloji, mobil cihazların ucuzlamasına, boyutlarının küçülmesine ve bu teknolojiye her an herkesin ulaşabilmesine olanak sağlamıştır. Mobil cihazlarda kullanılacak uygulamalar ile bir afet öncesinde, anında ve sonrasında kullanıcılar uyarılabilir, yönlendirilebilir, afet ve kapsamı hakkında bilgilendirilebilir.

Bir afet anında afetzedeleri hızlı bir şekilde, afet ve kapsamı hakkında bilgilendirebilmek için bir sistemin geliştirilmesi gerekmektedir. Ancak bu sistem farklı afetlerin farklı dinamiklerine cevap verebilecek kapasitede olmalıdır.

Afet anında en önemli problemlerden biri haberleşme, diğeri bilgi edinmedir. Bu problemlerden haberleşme bilgi edinimi de önemli ölçüde etkilemektedir. Bir afet anında haberleşme kanallarının kapanması bilgi aktarımını önemli ölçüde kesintiye uğratabilir.

Bu nedenle afet anında görülebilecek haberleşme trafiğinin düzenlenmesi ve de bilgi aktarımının en iyi şekilde sağlanabilmesi için çözüm önerileri getirilmeli ve mümkün olan en iyi sistemin kurulması hedeflenmelidir.

Afet alanından en hızlı ve güvenli bilginin alınması, afetzedelere en doğru bilginin aktarılması ve afetzedelerin uyarılması için de araştırmaların yapılarak en uygun sistemin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bilgi içerisinde yer alacak konum bilgisi, verinin mekânsallaştırılmasına, veriden daha iyi yararlanılmasına olanak sağlayacaktır. Bu nedenle özellikle son yıllarda konum tabanlı hizmetler ile geliştirilen uygulamalar pazarda kendilerine yer bulmaktadır. Özellikle istatistiki çalışmalarda kullanılabilecek konum bilgisi ile ilişkilendirilmiş bilgi sayesinde yöneticiler, karar vericiler ve marka sahipleri verimli analizler yapabilmektedir.

Afetlerin ekonomik ve manevi boyutları düşünöldüğünde, afetten en az zararlı kurtulabilmek için çözüm önerileri getirilebilmeli, afetzedeler ve kurtarma ekipleri tarafından kolay anlaşılabilir, kullanılabilir ve hızlı çalışan bir sistemin geliştirilebilmesi hedeflenmelidir.

GNSS ile sağlanan konum bilgisi her ne kadar klasik sistemlere göre birçok avantaja sahip olsa da, kapalı mekânlarda verimli çalışmama gibi dezavantajlara sahiptir. Bu nedenle kapalı mekân Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS-GIS) çalışmalarında kullanılabilecek farklı sistem önerileri bilim insanları tarafından yapılmıştır.

Yapılan öneriler iki boyutta önemli bilgiler sağlasa da kat değişiminin algılanması için kesin bir yöntem geliştirilememiştir. Kapalı mekânlarda kat değişiminin tespit edilebilmesi için farklı yöntemler, sensörler araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır.

Son zamanlarda popülerliği artmakta olan mobil sensör kullanımı, özellikle atmosferik basınç kullanımı, araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Ancak henüz mobil teknolojiler ile çalışan bir sistem geliştirilememiştir.

Kapalı mekânlarda akıllı telefonlarda bulunan mobil sensörlerin kullanılması ile bir uygulama geliştirilebilir. Böylece afet anında mobil cihaz kullanıcılarından afet hakkında bilgi edinilebilir ve karar vericilere afet hakkında bilgi verilmesi sağlanabilir.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Tez kapsamında, konum tabanlı çalışacak bir uygulama ile afet anında kullanıcıyı, karar vericileri ve acil kurtarma ekiplerini bilgilendirecek bir sistemin altyapısının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu sayede, afet anında bilgi akışı sağlanabilecek ve haberleşme önerilen sistem ile yönetilebilecektir.

Farklı afet dinamikleri göz önünde bulundurularak geliştirilebilecek sistem ile GNSS'in zayıflıklarını ortadan kaldıracak bir sistem geliştirilmesi amaçlardan biridir. Bu kapsamda akıllı telefonlar gibi mobil cihazlarda bulunan sensörlerin kullanılması ile kullanıcılara ekstra maliyet gerektirmeyen bir sistem önerilmiştir.

Uygulama geliştirilirken özellikle kapalı mekânlarda kat değişiminin algılanması için hava basıncı sensörleri kullanılmıştır. Ancak diğer araştırmacıların çalışmalarında karşılaştıkları sorunların giderilmesi için bir yöntem önerisi yapılmıştır.

Araştırmalar sırasında görülmüştür ki, hava basıncı verisinin kat belirleme amaçlı kullanılması sırasında bilinmeyen parametrelerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Ancak bu bilinmeyenler her mobil cihaz için farklılık göstermektedir. Bu nedenle mutlak basınç kullanılarak bir uygulama geliştirilmesi şu an için mümkün görünmemektedir.

Tez kapsamında, hava basıncının kat değişiminin belirlenmesinde kullanılıp kullanılamayacağı, bilinmeyen parametrelerin ve etkilerinin ne olduğu araştırılmış ve belirlenen etkilerin giderilebilmesi için bir algoritma geliştirilmiş ve geliştirilen algoritma ile Android tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir.

Literatür ve çalışmalarımıza göre mutlak basınç kullanılarak bir sistem önerilememekte; ancak rölatif basınç kullanılarak bir sistem geliştirilebilmektedir. Ayrıca GeoSMS altyapısı kullanılarak bir afet anında bilgi akışının düzenli bir şekilde yönetilebilmesi için GeoSMS altyapısı geliştirilerek bir yapı önerilmiştir. Geliştirilecek sistemden en yüksek verimin alınabilmesi için yapılması gerekenler ve sistemin kullanımı hakkında öneriler de tez kapsamında sunulacaktır.

Tezin ikinci bölümünde afet ve afet yönetimi hakkında bilgilendirmeler yapılacaktır. Bu bölümde ayrıca; ülkemizde ve diğer ülkelerde kullanılan ve geliştirilen sistem ve standartlara da değinilmiştir. Üçüncü bölümde konum tabanlı hizmetler, sensör teknolojileri hakkında temel bilgiler verilmiştir. Bu bölümde mobil sensörlerin kat belirlemede kullanımı hakkında literatür bilgileri verilirken GeoSMS altyapısı ve kullanımına ilişkin bilgilendirmeler yapılmıştır. Tezin dördüncü bölümünde uygulamanın analizinde kullanılan Zaman Serileri Analizi, En Küçük Kareler Korelasyonu ve Kalman Filtrelemesi hakkında teorik bilgiler verilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümde ise geliştirilen uygulama ve testlerden bahsedilmiştir. Altıncı bölümde tezin sonuçları tartışılmıştır.

2. AFET VE RİSK YÖNETİMİ

Seller, orman yangınları, heyelanlar, fırtınalar, depremler ve endüstriyel kazalar, kurban sayısının artmasına ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Her geçen gün daha da fazla artan bu risklerle başa çıkabilmek için yeni teknolojiler ve yaklaşımlar ele alınmaktadır.

Afetlerin yol açacağı zararların önlenmesinde en etkili yollardan biri afetlerin meydana geleceği yeri, zamanı ve etki derecesini önceden belirlemek ve gerekli önlemleri almaktır. Günümüz teknolojileri ile henüz tüm afetler için etkili bir erken uyarı sisteminin kurulamadığı bilinmektedir. Eğer afetin oluş zamanı tam olarak belirlenemiyorsa; afetten mümkün olduğunca korunmanın yolları aranmalı ve bunun için hazırlıklı olunmalıdır. Afet sonrası müdahalede alınacak olan doğru ve hızlı kararlar ile afetin yol açtığı karışıklığın etkisinin, afet etkisinden az olması sağlanabilir.

Günümüzde doğal/teknolojik/biyolojik ya da insan kaynaklı afetler sonucunda ortaya çıkabilecek can ve mal kayıplarının zararları sosyo-ekonomik yapı ve çevresel açıdan çok büyük boyutlarda olabilir. Bu noktada ortaya çıkan ‘Afet Yönetimi’ kavramı; her türlü tehlikeye karşı hazırlıklı olma, önleme ve risk (zarar) azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacıyla mevcut kaynakları organize eden, analiz, planlama, karar alma ve değerlendirme süreçlerinin tümünü kapsar (Kadıoğlu, 2008, Tsai ve Chen, 2010, Bing ve diğ., 2014, Gamily ve diğ., 2010). Bu nedenle, afet ve/veya risk yönetimi çalışmaları bir bütün olarak ele alınmalıdır. Acil durum yönetiminin aşamaları Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

Afet; insanlar için fiziksel ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurarak ya da kesintiye uğratarak toplulukları etkileyen doğal, teknolojik ya da insan kaynaklı olaylar silsilesidir. Risk, herhangi bir tehlikenin meydana gelme olasılığı ile bu tehlikenin neden olacağı sonuçların bileşkesidir (Kadıoğlu, 2008).

Etkin Risk Yönetimi o riske ilişkin anlık ulaşılabilen veri/bilginin kapsamı ve doğruluğunun yanı sıra bu veri/bilginin etkin kullanımı ve paylaşımı ile doğrudan

ilişkilidir. Bu nedenle risk yönetiminde; bilgiye erişilebilirlik, birlikte çalışabilirlik ve bunun için gerekli olan ortak standartlar, koordinasyon ve ortak terminoloji temel ihtiyaçlar olarak değerlendirilmelidir.



Şekil 2.1 : Afet ve acil durum yönetimi ile birlikte kentsel risk yönetimi evrelerinin şematik bir gösterimi (Kadıoğlu, 2008).

Çoklu risk durumları ve sınır ötesi uygulamalar için entegrasyon girişimi sorun oluşturur. Bu nedenle, Avrupa Birliği (AB) Bilgi Toplumu Genel Müdürlüğü risk yönetimi, güvenlik ve çevre konularında ki uygulamaları konu alan birlikte çalışabilir bileşenlerin kullanımına olanak sağlayan bilgi altyapısı ve servis platformlarının kurulumunu teşvik edecek Entegre Projeler için özellikle çağrıda bulunmuştur. Geliştirilecek projelerde özellikle kabul görmüş standartların kullanılması bu açıdan önem arz etmektedir. Özellikle Open Geospatial Consortium (OGC) tarafından geliştirilen, kabul edilmiş standartların kullanılması veri alış verişinde bilgi kayıplarının önüne geçecektir.

2.1 Afet ve Acil Durum Yönetimi

Afet yönetimi dört ana aşamadan oluşur. Bunlar önleme/zarar azaltma, hazırlık, kurtarma ve iyileştirme. Yönetimin kurtarma bileşeni iki ana alt başlıktan oluşur. Bunlar hayat kurtarma ve insanları kendi kendine yetebilir hale getirmedir. Kurbanların olayın şokunu atlatıp hayatlarına normal olarak devam edebildiği ana kadar bu çalışmalar devam etmelidir. Bu nedenle lojistik faaliyetler acil durumlarda çok önemlidir. Afetzedelerin kendilerini güvende hissedip temel ihtiyaçlarını karşılayabilmesi gerekmektedir. Bu aşamada insanların; yemek, su, geçici sığınak, tıbbi yardım ve koruma olmak üzere 5 temel ihtiyacı vardır. Bu ihtiyaçlar sağlandığı

takdirde afetzedeler hayatlarını tekrar düzene sokabilirler. Eğer bu şartlar sağlanamaz ise ikinci felaket aşaması yaşanır (Thevenaz ve Resodihardjo, 2010).

Modern afet yönetimi sisteminde, Kayıp ve Risk Azaltma (Zarar Azaltma), Hazırlık, Tahmin ve Erken Uyarı, Afetler konusunda bilgi ve bilinç sahibi olmak gibi afet öncesi önleme ve korumaya yönelik olan çalışmalara “risk yönetimi” denilirken; Etki Analizi, Müdahale, İyileştirme, Yeniden Yapılanma gibi afet sonrası hayatı ve işleyişi düzeltmeye yönelik olarak yapılan çalışmalara ise “kriz yönetimi” adı verilir. Öncelikle şehir, bölge ve ülke genelinde bir bütün olarak olası zarar azaltma ve hazırlık gibi risk yönetimine yönelik çalışmalar yapılmazsa afet sonrası kriz yönetimi etkili ve başarılı olamaz (Kadioğlu, 2008, Tsai ve Chen, 2010, Bing ve diğ., 2014, Gamily ve diğ, 2010).

2.1.1 Tanım ve planlama aşaması

Afet tanım ve planlama aşaması iki ana adımdan oluşur. Bu aşamada, öncelikle bir mekânın ne gibi afetlere karşı risk altında olduğu tespit edilir. Özellikle, geçmişteki afet bilgileri ayrıntısı ile incelenerek, bölgede meydana gelen afet çeşitlerinin nedenleri, büyüklükleri, sıklıkları, etki alanları ve tipleri belirlenir. Tanım ve Planlama Aşaması’nda, öncelikle etkisine karşı korunma yolları geliştirilecek olan doğal afet, tüm yönleri ile tanınmakta ve afetlerin olabileceği muhtemel alanlar belirlenmektedir (Demirci ve Karakuyu, ty).

Bu aşamanın ikinci bölümünde ise, afetin meydana geldiği bölgenin fiziki ve beşeri yönleri ile tanınması gelmektedir.

- Bölgenin fiziki yönleri ile tanınması, afetin çeşitli bölgeleri ne şekilde ve ölçüde etkileyeceğinin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu aşamada saha; jeolojik, jeomorfolojik, hidrolojik ve klimatolojik olarak ayrıntılı incelenir ve sahanın muhtemel afetlere karşı en riskli bölgeleri tespit edilir.
- Çalışma alanında yerleşme ve nüfus özellikleri incelenerek, hangi alanlarda ne kadar yapı ve insanın muhtemel bir afet sonrasında zarar göreceği tespit edilir. Bölgede yer alan tüm yapılar ne amaçla kullanıldıklarından, yapısal özelliklerine kadar ve zamana göre içlerinde bulundurdıkları insan sayılarına kadar tüm özellikleri ile tespit edilirler. Yine bu aşamada enerji, ulaşım ve haberleşme hatları ve bunların tüm özellikleri incelenerek tespit edilir.

Planlama bölümünde, elde edilen veriler kullanılarak farklı büyüklük ve şiddette meydana gelebilecek afetlerin, bölgeyi ne şekilde etkileyebileceğine dair çeşitli senaryolar geliştirilir.

2.1.2 Korunma aşaması

Bu aşamada, afetlerin etkilerini azaltmak için alınması gerekli olan önlemler değerlendirilmektedir. Bu önlemler de birinci aşamada yapılmış olan araştırma ve planlamalara göre tespit edilmektedirler. Artık birinci aşamada yapılan çalışmalar ile olası bir afete karşı savunmasız olduğu anlaşılan yapılar ve diğer zayıflıklar, bu aşamada alınan çeşitli önlemlerle güçlendirilmeye çalışılmaktadır.

2.1.3 Hazırlık aşaması

Afet sırasında ve sonrasında ihtiyaç duyulacak hazırlıkların, planlamaların, bilgi ve teknolojilerin hazırlanması bu aşamada gerçekleştirilmektedir. Bu aşamaya kadar yapılanlarla risk tespit edilmiş ve risk altında bulunan yerler güçlendirilmiştir. Şimdi ise, olması beklenen afetin oluşması ile ortaya çıkacak olan ihtiyaçların belirlenmesi ve afet sonrası yapılacak arama, kurtarma ve tahliye çalışmalarının organize edilmesidir. Bu aşamada çeşitli afet senaryoları üzerinde çalışılarak afet sırası ve sonrasında olabilecek en küçük ihtiyaçlar bile gözden geçirilerek, bunlara alternatifleri ile birlikte çözüm yolları geliştirilmektedir.

2.1.4 Karşılık verme aşaması

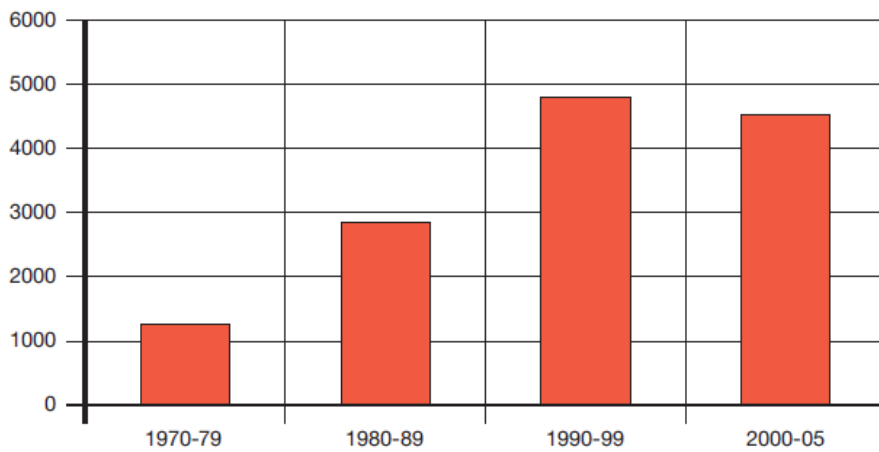
Bu safha, yapılan tüm hazırlık ve önlemlerin ardından, meydana gelmiş bir afet karşısında yapılan ilk müdahaleleri kapsamaktadır. Karşılık aşamasında, ihtiyacı en fazla olan bölgelerden başlamak üzere gerekli arama, kurtarma ve tahliye çalışmalarının yapılması için bunlarla ilgili bilgilerin doğru ve çok hızlı olarak toplanması ve gerekli yerlere ulaştırılması gerekmektedir. Gerekli yerlere arama-kurtarma ekiplerinin ve ilk yardım ekiplerinin gitmesi, ilaç, yiyecek, giyim ve barınma ihtiyaçlarının karşılanması, acil ulaşım ve haberleşme imkânlarının sağlanması, etkin eşgüdümün yapılması için toplumun bilgilendirilmesinin sağlanması bu aşamada ele alınması gereken diğer konulardır.

2.1.5 İyileştirme aşaması

Bu aşama, afet ile birlikte ortaya çıkan zararların telafi edilme aşamasını oluşturmaktadır. Artık acil kurtarma çalışmaları sona ermiş, halkın acil barınma, yiyecek, sağlık ve giyinme ihtiyaçları karşılanmıştır. Bu aşamada yapılacaklar ile toplumun bir an önce içinde bulunduğu afet şokundan kurtulup, normal yaşantısına dönmesi amaçlanmaktadır.

Afetlerde yaygın görüş, tehlike ne kadar büyük olursa tepkinin de o kadar merkezi olacağıdır. Ancak bu her zaman geçerli olmayabilir. Yerel ekipler tarafından yapılacak olan müdahaleler daha olumlu sonuç verebilir. Çünkü bu kişiler bölge hakkında bilgi sahibi olduklarından hızlı ve doğru kararlar verebilirler. Ancak bu yöntemde koordinasyon, emir komuta zincirini zedeleyeceği için sorunlara yol açabilir. Ayrıca yerel yöneticiler olayın tümünün önemini kavrayamayabilirler. Tepki sırasında birden fazla kuvvet yer alacaksa bunların koordinasyonunda hiyerarşi problemi çıkacaktır. Yerel yöneticinin yönetim zafiyeti de kaynak israfına yol açacaktır.

20. yüzyılın sonlarına doğru doğal afetlerden etkilenen kurban sayısı yaklaşık 40000, bu afetlerde ortaya çıkan ekonomik kayıp ise yaklaşık 50 milyar dolar değerindedir. Şekil 2.2'deki grafik incelendiğinde gün geçtikçe yaşanan afet sayısında bir artış görülmektedir. Bunun nedeni olarak nüfustaki artış, büyükşehirlerdeki nüfus yoğunlaşması ve doğaya verilen zarar gösterilebilir.



Source: www.em_dat.net (the OFDA/CRED International Disaster Database, accessed 7/10/05)

Şekil 2.2 : Yıllara Göre Afet Sayısındaki Artış.

Afete etkili bir tepki verebilmek için sistematik hazırlık ve plan gereklidir (Wan ve diğ.,2008). Sistem hem afet öncesi hem de afet sonrası müdahalelerde etkin bir rol oynayacaktır. Bu bilinçle; ilk acil durum tepki çalışmaları 1979 yılında Amerika'nın Pennsylvania şehrinde Three Mile Island nükleer tesisinde gerçekleşen kaza sonucu başlamıştır. Sonrasında araştırmacılar kasırgalar, yangınlar, depremler ve benzeri diğer doğal afetlerin etkilerine karşı araştırmalarda bulunmuşlardır.

2.2 Etkin Bir Afet Yönetimi

Etkin bir afet yönetimi sayesinde insanlar yaşadıkları bölgelerin hangi doğal afet açısından ne ölçüde risk taşıdığını bilmektedirler. Aynı zamanda, muhtemel bir afetin şiddetinin ne ölçüde olabileceğini, bunun kendilerini ne şekilde etkileyebileceğini ve bu etkilerden en az zararla kurtulmanın yollarını da öğrenmektedirler. Yine afet sırasında ve sonrasında nelerin yapılması gerektiği, ortaya çıkan kayıpların en aza indirilmesi ve afetin yol açmış olduğu karmaşıklıkların ortadan kaldırılarak, toplumsal yaşamın en kısa sürede tekrar normal seyrine dönüştürülmesi gibi gerekli olan tüm çalışmalar da etkin bir afet yönetim süreci ile mümkün olmaktadır. Bu kapsamda afet öncesinde:

- Meydana gelebilecek olaylardan toplumun en az zarar ve fiziksel kayıplarla kurtulabilmesi için gereken teknik, idari ve yasal tüm önlemleri, olaylar olmadan önce almak,
- Mümkün olan hallerde olayları önlemek, mümkün olmayan hallerde ise, kurtarma, ilk yardım ve iyileştirme çalışmalarının en hızlı, verimli ve etkili bir şekilde yapılmasını sağlamak,
- Afet zararlarının azaltılması çalışmalarını kalkınmanın her aşamasına dâhil etmek ve böylelikle mevcut riskin artmasını önlemek ve sürdürülebilir bir kalkınma sağlamak,
- Toplumun her kesiminin, olayların etkilerinden en az zararla kurtulabilmesi için gerekli bilgilerle donatılmasını sağlayacak eğitim programları uygulamak

afet sonrasında ise:

- Mümkün olan en fazla sayıdaki insanı kurtarmak ve sağlıklarına kavuşmalarını sağlamak,

- Afetlerin doğurabileceği ek tehlike ve risklerinden insan canını ve malını korumak,
- Afetten etkilenen toplulukların hayati ihtiyaçlarını mümkün olan en kısa zamanda karşılamak ve hayatın bir an önce normal hale getirilmesini sağlamak,
- Afetin doğurabileceği ekonomik ve sosyal kayıpların en düşük düzeyde kalmasını veya yaraların bir an önce sarılmasını sağlamak,

ve afetten etkilenen topluluklar için emniyetli ve gelişmiş yeni bir yaşam çevresi oluşturmak gerekmektedir (Aksaraylı ve Tecim, 2004).

2.3 Afet Yönetiminde Harita Kullanımı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri

Haritalar; konumsal ilişkiler, hiyerarşi, komşuluk, süreklilik, yapı, şekil, yoğunluk, büyüklük, yükseklik, konum, yön, uzaklık gibi bilgilerle dolaylı veya doğrudan çeşitli matematiksel dönüşümleri kullanarak oluşturulan, gerçek dünyanın genelleştirilmiş modelidir. Harita yeryüzü gerçekliğinin özetlenerek aktarılmış biçimi, coğrafyanın temel bir dili ve coğrafi gerçekliğin –seçilmiş nesneler, nesne ilişkileri ve nesne karakteristiklerine göre- işaretleştirilmiş sunumu olarak tanımlanabilir (Uluğtekin ve Doğru, 2005).

Afet Yönetimi, ilgili bölümlerde anlatılan bilgilerin ışığında çok yönlü araştırmaların aynı anda yürütülmesi ve çok çeşitli verilerin bir arada değerlendirilmesi gereken çalışmalar bütünüdür. Etkin bir afet yönetiminde; bir yandan afet alanının fiziki yapısı, yerleşim ve nüfus özellikleri gibi unsurlar ile ilgili detaylı çalışmalar yapılarak çeşitli veriler elde edilirken, diğer yandan da bu verilerin tümü kullanılarak ileriye yönelik çeşitli afet senaryoları, acil afet müdahale stratejileri ve diğer afet öncesinde ve sonrasındaki planlamalar yapılmaktadır. Gerek afetler ile ilgili bilimsel araştırmalarda ve gerekse afet yönetimi içindeki planlamalarda çok çeşitli verilerin aynı anda, aralarındaki ilişkiler dikkate alınarak incelenmesine olanak sağlayan ve her türlü veri üzerinde çok yönlü analizlerin yapılmasına imkân tanıyan teknolojilerin kullanılması gerekmektedir. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) etkin olarak kullanılmaktadır. CBS teknolojileri kullanılarak:

- Mekânsal verilerin çok hızlı ve rahat kullanılabildiği veri tabanı mantığında görsel özellikte veri yapıları oluşturulabilir.

- Mevcut veriler düzenli olarak güncellenebilir.
- Haritalar üzerinde afet alanlarının tüm envanteri ve mekânsal yapısı görülebilmelidir.
- Afet senaryoları oluşturulabilir ve görselleştirilebilir.
- Elde edilen veriler analiz edilerek yapılacak yorumlar ile planlamaya yönelik karar desteği sağlanabilir.
- Böylece güncellenmemiş veriler ile yapılan kısıtlı sayıda afet senaryoları yerini devamlı güncellenen ve her an istenen senaryoyu bilgisayar teknolojisi desteği ile eş zamanlı olarak yapıp sonuçların sunulabileceği karar destek sistemleri tasarlanabilir.

Büyük afetler sonrası insan hayatı için en önemli zaman dilimi olan ilk 72 saatlik zamanda yöneticiler doğru, güvenilir, yerinde ve hayati kararlar almak zorundadırlar. Doğru ve zamanında verilen kararlar can ve mal kaybının en aza indirmede çok önemlidir. Bu nedenle bir afet meydana geldiğinde bilgiye ulaşım su ve yiyeceğe ulaşmak kadar önemlidir (Url-1). Oluşturulan sistemin;

- Afetin etki alanı, ölü ve yaralı sayıları, yıkılan ve hasarlı bina sayıları ve hasar durumları, kullanılabilir durumda yol ve köprülerin tespiti, kullanılabilir durumdaki iş makinelerin tespiti,
- Senaryoya bağlı olarak afet bölgesinin ihtiyacı olan sağlık ve ilk yardım ekiplerinin sayısı, nitelikleri ve en kısa süre içinde nerelerden temin edileceği,
- Araç parklarının nerede olacağı, yolların nerede kimler tarafından kesileceği, dışarıdan gelecek yardım araçlarının nerede park edeceği, polis ve jandarmanın görev alanlarının nereler olacağı,
- Afetzedelerin ve yaralıların hangi sağlık kuruluşlarına, yerleşim yerlerine ve en kısa şekilde hangi yollarla tasfiye edileceği,
- Afet sonrası dışarıdan gelecek yardım ekiplerinin, ambulans ve itfaiye araçlarının en kısa ve güvenli geçiş yolları,
- Afet bölgesinde hangi alanlara kaçır kişilik ve hangi niteliklerde çadır kentlerin yapılacağı,

- Dışardan gelecek yardımlar için yapılacak afet depolarının yerleri, büyüklükleri ve nitelikleri,
- Depolardaki malların ihtiyaç sahiplerine senaryo dahilinde en uygun şekilde dağıtımı gibi soru ve sorunları, hayati öneme sahip ilk 72 saat içinde çözebilecek ve karar vericilere yardımcı olabilecek bir sistem olmalıdır.

Kurulacak bir sistemde, farklı afet senaryoları göz önünde bulundurularak bir afete hazırlık için uzmanlar tarafından tekrarlı senaryolar üretilerek, sonuçlar irdelenebilecektir. Bu nedenle oluşturulacak iyi bir veritabanı, verilerin iyi analiz edilebilmesi ve sonuçların raporlanarak gelecekte karşılaşılabilecek problemlere en iyi tepkinin verilebilmesi açısından önem arz etmektedir. Tahmini olarak tespit edilen tehlikenin büyüklüğüne göre hızlı bir şekilde müdahale etme imkânı doğacağından, hasar olabildiğince düşük düzeyde tutulabilecektir (Aksaraylı ve Tecim, 2004). Ayrıca bu sistemler kullanılırken Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak, uydu görüntülerinden elde edilen bölge görüntüleri işlenerek bölge hakkında önemli bilgiler edinilebilir. İnsansız hava araçlarının kullanılması ile toplanacak veri, afet anında ve sonrasında yararlı bilgiler sağlayacaktır. Örneğin açık yollar, yıkılan binaların sayısı, çadır kurulabilecek alanların tespiti, şehir altyapı sistemi hakkında bilgi, sular altında kalan alanlar vb. konular hakkında çok rahat bilgi edinilebilir. Verinin anlık olarak temin edilmesinde mobil sistemler de kullanılabilir. Oluşturulacak sistem ile afet bölgesindeki kullanıcılar, yerel kuvvetler bölge ve çevre hakkında önemli bilgiler verebilirler.

Etkin bir afet yönetimi için en önemli mekânsal altlık bölgeye ait güvenilir ve doğru üretilmiş haritalardır. Haritalar, herhangi bir afet veya muhtemel acil durumda ilgili bölgede bulunan bilgiyi konumsal olarak bünyesinde barındıran geometrik altlıklardır. CBS, acil durum yönetiminde güçlü karar destek sağlar ve karmaşık problemlere en uygun çözümler bulmaya yönelik analizlerin yapılmasını sağlar. CBS fonksiyonları sayesinde farklı kaynaklardan gelen bilgiler ve harita bilgisi birlikte işlenebilmektedir. Böylelikle yol, bina, su kütlesi, topografya, arazi örtüsü vb. farklı katmanlardaki verilerin kullanılması ile acil durum hizmetlerine yönelik analizler gerçekleştirilmektedir. Harita bilgisi olarak da ifade edilen konuma dayalı gözlemlerle elde edilen coğrafi veri, afet yönetiminde farklı aşamalarda yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılacak coğrafi veri grupları mevcut ve dinamik olmak üzere iki grupta ifade edilebilir (Demir ve diğ, 2011).

- **Mevcut Veri**, Türkiye’de farklı kamu kurumları ve yerel yönetimler tarafından farklı standartlarda üretilmekte ve kullanılmaktadır. Mevcut veri, temel veri olarak afet yönetiminin tüm aşamalarında yaygın olarak kullanılabilir. Topografik haritalar, uydu görüntüleri, idari birimler, benzin istasyonu gibi risk varlıkları, okul, kamu binası ve hastane gibi korunması gereken binalar mevcut veriler olarak ifade edilebilir.
- **Dinamik Veri**, özellikle müdahale aşamasında üretilen ve kullanılan veridir. Örneğin, kaza verisi, yaralı ve ölü sayısı, acil durum anında yıkılan binalar ve altyapı, etkilenen ve tehlikeli alanlar, vb. afet anında sürekli değişen dinamik verilerdir. Ayrıca rüzgâr, nem, yağış vb. veriler dinamik veri olarak yönetilebilir. Acil durum müdahale ekiplerinin konumları, sürekli değişen veri olarak kaydedilmekte ve olay yerine yol güzergâhının tanımlanmasında etkili olmaktadır. Böylelikle dinamik veri, mevcut veriyle birlikte acil durumun müdahalesinde ve önlemlerin analizinde kullanılabilir.

Bu tarz müdahalelerin bir sistem/veritabanından kontrolü sonraki olaylar için bir altyapı, tecrübe yaratır. Hangi adımlarda ne tarz eksiklikler, hatalar oluşmakta, çözüm şekilleri nelerdir gibi sorunların cevapları aranmalıdır. Pozitif ve negatif etki faktörlerinin belirlenmesi için bu sistem önemlidir. Ancak tüm acil durumlarda kullanılabilecek etkili tek bir acil durum eylem planının hazırlanabilmesi imkânsızdır (Erickson, 1999). Bu nedenle her afet ve acil durum için yapılacak uyarı farklılık göstereceğinden uyarı mekanizmalarını doğru belirlemek gerekir (Url-2). Bu nedenlerle bir tehlike sınıflandırması yapılmalıdır. Afete müdahil olacak birimler ve müdahale hiyerarşisi kurulmalıdır. Sistemin düzgün çalışabilmesi için küresel anlayış ve anlık (dinamik) bilgi gereklidir.

Bir afette aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır;

- Afetin niteliğinin belirlenmesi müdahalenin ne kapsamda yapılması gerektiği açısından önemlidir.
- Afetin büyüklüğü, ne kadar yaralı, ölü ve yardıma muhtaç, ne kadar ekonomik kayıp olduğu bilinmelidir.
- Geçmiş benzer afetlerden kazanılan tecrübeler sayesinde müdahale sırasının nasıl olması, hangi adımın daha gerekli/öncelikli olduğunun tespit edilmesi gereklidir.

- Afetin önceden tahmin edilmesi, oluş zamanının bilinmesi müdahalenin başarısını artırır.

Afetin olduğu topoğrafyanın özellikleri, insan yoğunluğu, altyapısı ve üst yapıları ve afetin sınırları tespit edilmelidir. Bir acil durumda karar vericinin ilk görevi, en doğru ve güvenilir bilgiyi sağlamaktır (Erickson, 1999).

2.4 Zarar Azaltımı Kapsamında Yapılabilecekler

Karar vericilerin afet yönetiminde etkin bir rol oynamaları, saha personelinin ve afetin meydana geldiği çevredeki afetzedelerin olay yerinden minimum zarar ile uzaklaştırılmaları ve güvenliklerinin sağlanması etkili bir afet yönetimi ile sağlanabilir.

Avrupa Birliği'nin 26 Kasım 2007'deki yönergesine göre üye ülkelerin hepsi sellere karşı risk tahminlerini yapmalı, sel tehlike ve risk haritalarını oluşturmalı, risk görünen yerlerde önlemlerini almalıdır (Url-16). İngiltere tarafından sellere karşı insanları uyarabilmek için bir erken uyarı sistemi geliştirilmiştir. Sistemin internet sayfasında İngiltere'de yaklaşık 5 milyon kişinin sel tehlikesi ile karşı karşıya olduğu belirtilmektedir. Sisteme üye olan kişilere sel tahminleri SMS, e posta, telefon veya faks ile iletilmektedir (Url-17). Oluşturulan site yardımıyla insanların bilgileri anlayıp anlayamadığı da test edilmekte, aktarılan bilgilerin anlaşılabilirlikleri de öğrenilmektedir.

Yapılacak bir sistemde aşağıdaki bilgilere dikkat edilmelidir;

- Gerekli tepkinin verilebilmesi için tepkiyi oluşturacak verinin kolay anlaşılabilir ve kavranabilir olması esastır. Bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde iletişim kanalları tespit edilmeli ve yayılımı gerçekleştirilmelidir (Url-2).
- Basılı acil eylem planları sayfa sayısının fazla olması ve sıkıcılıkları nedeniyle göz ardı edilecektir. Bu nedenle aktif bir sistem, konum tabanlı olarak kişilerin yapması gerekenleri hatırlatan ve yaptıklarını ilgili yöneticisine ileten bir sistem olmalıdır.
- Bir afet anında önemli bilgilerin tamamı saha personeli tarafından bildirilir (Erickson, 1999). Bu nedenle sahadaki verilerin yönetim/kontrol merkezine

hızlı bir şekilde ulaşmasını sağlayacak bir sistemin geliştirilmesi gerekmektedir.

- Karar verici aşağıdaki 3 eylemi hayata geçirmelidir.
 1. Tehlikenin kaynağının, niceliğinin ve niteliğinin bildirilmesi
 2. Acil duruma verilecek tepki adımlarının yönlendirilmesi
 3. Ulusal ve iç kuvvetlerin koordinasyonu ve kullanılması (Erickson, 1999)
- Oluşturulacak sistemin bir veritabanı üzerinden çevrimiçi olarak kontrol edilmesi istatistiksel analiz için faydalıdır. Bu sayede analizler yardımı ile yapılan hatalar sonradan kontrol edilerek, hatalar minimuma indirilebilir.
- Afet öncesi, güvenli kaçış güzergâhları oluşturulmalıdır.
- Mevcut afetin fotoğraflarla desteklenmesi gerekmektedir. Konum tabanlı geliştirilecek uygulamalar ve insansız hava araçları ile bu veriler temin edilebilir.
- Vatandaşların alerjik bilgilerinin, kan grubu vb. kayıtlarının komplikasyonları önlemek için bir veritabanında tutulması gerekmektedir.
- Oluşturulacak veritabanında tüm personel listesi ve özellikleri, tüm yapı bilgileri, konum bilgileri, deprem bilgileri, meteoroloji bilgileri, yapısal bağlantı bilgileri (etkileşimde bulunan binalar kişiler vs.), yürürlükteki şartnameler ve tasarım ölçütleri, günlük rapor girişleri, tehlike dereceleri, hiyerarşi, sorumluluklar, görevli listesi ve yerleşim, acil durum ekiplerinin iletişim bilgileri, uzaklıkları ve kabiliyetleri hakkında bilgilendirmelerin bulunması gerekmektedir.
- Risk seviyelerine göre tepkilerin verilmesi gerekmektedir. Harita üzerinde kartografik işaretler ile herkesin anlayabileceği ve yönlendirilebileceği bir sisteme ihtiyaç duyulmaktadır.
- Sisteme eklenecek panik butonu ile afetten etkilenen afetzedenin yerinin tam olarak tespiti mümkün olacaktır.
- Hayata geçirilmesi planlanan uygulama kişinin nerelerde dolaştığını anlamalı, konumuna göre uyarı ve hatırlatmalarını yapabilmeli ve ya ihtiyaç duyduğu verileri kişiden istemelidir. Bu sayede ihtiyaç duyulan veriler eksiksiz olarak toplanabilir. Korku, endişe ve heyecandan kaynaklı hatalar önlenir.

- Sisteme veri girişinde bulunan kişinin değerlendirilmesinin yapılması gerekir. Kişi tarafından verilen bilgi ne kadar güvenilir. Örneğin bir polis memuru tarafından iletilen bilginin ağırlığı vatandaşınkinden fazla olabilir. (Kullanıcı güvenilirlik analizi)

Bir erken uyarı sisteminin sahip olması gereken özellikler şunlardır;

- *Devamlılık*; Asıl amaç tehlikenin önceden tespit edilmesi olduğundan etkenlerin/başlangıç ipuçlarının (gösterge) önceden izlenebilmesi, tespit edilebilmesi için sürekli çalışan ve kontrol edilen bir sistem olmalı
- *Sağlamlık*; Erken uyarı sistemi afet anında çalışmasını sürdürebilmelidir. Sistemin kurulacağı yerin seçimine özen gösterilmelidir.
- *Zamanlama*; Uyarıya etkili tepkinin verilebilmesi için mümkün olan en erken zamanda verilmesi gerekmektedir. Örneğin kıtlık için bu uyarı 6 ay olabilirken, kasırga için bir iki saat olabilir. Bu nedenle mümkün olan en erken zamanda insanların uyarılması çok önemlidir.
- *Şeffaflık*; Toplumun tüm fertleri tarafından kabul edilmiş; herhangi bir şirkete, partiye, topluluğa ya da imtiyazlı gruba ait olmamalı ve tüm kurumlar tarafından kontrol edilebilmelidir.
- *Benimsenme*; tüm özel ve devlet kurumları tarafından desteklenmeli, veri paylaşımı yapılmalıdır.
- *Birlikte Çalışabilirlik*; farklı yazılım ve donanımlarda çalışabilmeli, veri paylaşımına imkân sağlayabilmelidir.
- *İnsan Gücü*; Yeterli kalifiyede elemanların kullanımı altında bulunmalıdır.
- *Esneklik*; Yeni verilerin girilebilmesine, farklı sistemlerle çalışabilmeye açık olmalıdır.
- *Farkındalık*; Risk ve tehlikeler hakkında halkın bilinçlendirilmiş olması gereklidir.

2.5 Ulusal ve Uluslararası Seviyede Kullanımda Olan Sistemler ve Standartlar

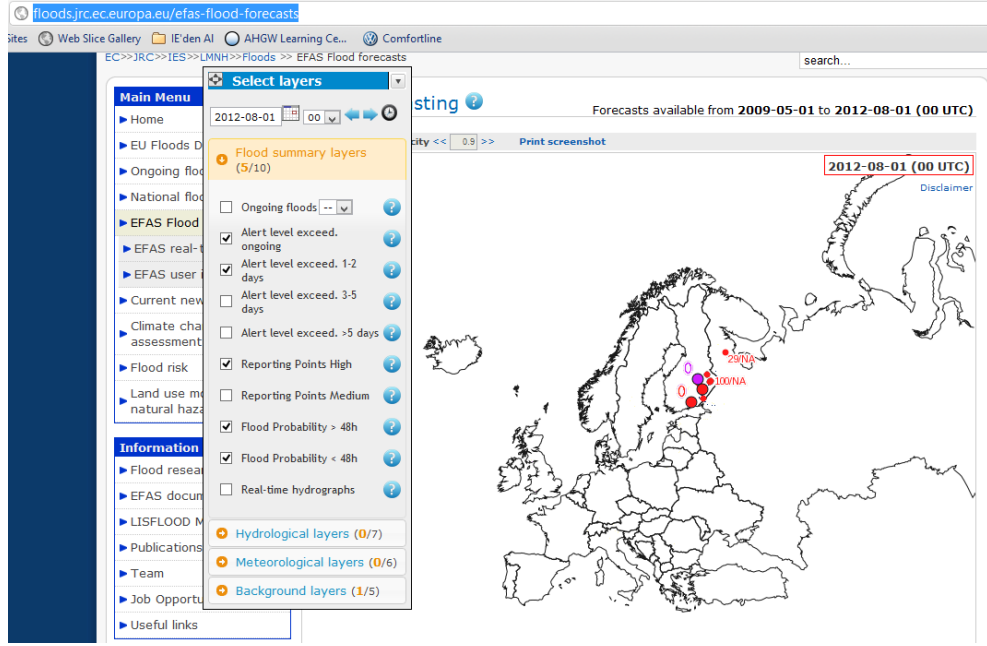
Doğal afetlerden korunmak için dünya genelinde afet ve acil durum erken uyarı sistemleri kurulmuştur ve kurulmaya devam etmektedir. Bu kapsamda ulusal ve uluslararası arenada uygulanan sistem ve standartlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

2.5.1 Uluslararası sistemler ve standartlar

Tuna ve Elbe nehir havzalarında 2002 yılında yaşanan sel sonrasında ICPDR (Uluslararası Tuna Nehri Koruma Komisyonu), JRC'nun (Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Komisyonu) teklifini kabul ederek EFAS (Avrupa Taşkın Erken Uyarı Sistemi / European Flood Alert System) kurulması çalışmalarına başlanmıştır. EFAS (Şekil 2.3), JRC tarafından ulusal meteoroloji ve hidroloji servisleri ile işbirliği içerisinde gerçekleştirilmiştir. Bu sistem ile nehir havzasında yer alan ülkelere, sel felaketi için 3 ila 10 gün öncesinden uyarı yapılabilmektedir. Başarılı uyarı çoğunlukla 4-6 gün aralığında gerçekleşmektedir (Url -10).

ORCHESTRA (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management) projesi, Avrupa Çerçeve programı desteğiyle geliştirilmiştir. ORCHESTRA, afet zararlarının azaltılmasında strateji geliştirmek ve acil durum yönetim aktivitesini desteklemek için Avrupa'daki risk yönetimi aktörlerinin elektronik iletişim ağları üzerinden birlikte çalışabilirliğini sağlamayı hedeflemektedir. Bu kapsamda afet yönetimindeki kullanıcı gereksinimlerinin yanı sıra teknoloji, politika ve standart gelişmelerini irdeleyerek Servis-yönelimli Mimari (SyM)'ye göre KVA (Konumsal Veri Altyapısı) geliştirmek için standartlar belirlemiştir (Url-25).

OASIS (Open Advanced System for Disaster and Emergency Management) projesi European Commission FP6 Information Society Technologies programının bir parçası olarak risk yönetiminin gelişmesine katkıda bulunma stratejik hedefine sahiptir. OASIS projesinin amacı büyük ölçekte acil durum müdahale işlemlerini destekleyen Avrupa Afet ve Acil Durum Yönetim sisteminin temelini oluşturacak, açık ve esnek mimariye ve OASIS tarafından üretilen ve mevcut standartların kullanımına dayanan bilgi teknolojilerinin çerçevesini belirlemek ve geliştirmektir. Afet ve acil durum işlemlerinin etkinliğinin sağlanması amacıyla farklı kaynaklardan elde edilen verilerin birleştirilmesi ve veri değişiminin sağlanabilmesi amacıyla çalışmalar sürdürülmektedir (Url-26).



Şekil 2.3 : EFAS internet sitesi (Url-11).

NFPA (National Fire Protection Association) 1600 Amerika’da ulusal standart olarak kabul edilmiştir. Standart ile afet ve acil durum yönetimi ve iş sürekliliği programları için ortak ölçütler belirlenmiştir. Bu kapsamda acil durum iyileştirme, müdahale, hazırlık, zarar azaltma ve korunma aşamaları için uygulanabilir ve sürdürülebilir bakış açısı; program ölçütlerini sağlayacak şekilde geliştirilmiştir (Url-27).

Department of Homeland Security (DHS), coğrafi veri yönetimi için DHS coğrafi veri modelini geliştirmektedir ve bu model afet yönetimi için ele alınmaktadır. Standartlar belirlenirken DHS’nin acil durum servislerinin veri altyapı ihtiyacı göz önünde bulundurulmuştur. Bu model, coğrafi verinin toplanması, tanımlanması, depolanması ve paylaşımı ile ilgili standartlaştırılmış mantıksal veri modelidir. DHS; Ulusal Veri Değişim Modeli (NIEM- The National Information Exchange Model), FGDC Çerçeve Veri İçerik Standardı ve Mavi kitap Projesi (The Project Bluebook) olmak üzere 3 ana çalışmadan oluşur. UML ile nesnelerin ortak kavramsal modelde tanımlanması ve federal yapıda dağıtık iletişim ağlarında coğrafi verilerin birlikte çalışabilirliğinin sağlanması hedeflenmektedir. DHS Coğrafi Veri Modeli Sözlüğü; ISO/IEC 11179-3’de tanımlandığı gibi veri modelindeki detay sınıfları, sınıfların öznitelikleri, ilişkileri, tanımlamaları, kullanım zorunluluğu, veri tipi ve öznitelik değer kümesi hakkında bilgi vermektedir (Aydınlioğlu, 2009).

GMES (Global Monitoring for Environment and Security) iklim değişikliği ve çevre üzerindeki etkileri gözlemlemeye yarayan bilgiler sunar. GMES acil durum anında

kritik kararların doğru ve etkin bir şekilde üretilebilmesi için standartları belirlemektedir. GMES standartlarını oluşturmak için 5 ana servis çalışmaktadır, bunlardan bir tanesi Acil Durum Müdahale servsidir. GMES acil durum müdahale servisi sel, orman yangını, heyelan, deprem ve volkanik hareketler gibi afetler için özel servis ve standartlar hazırlamaktadır (Url-28).

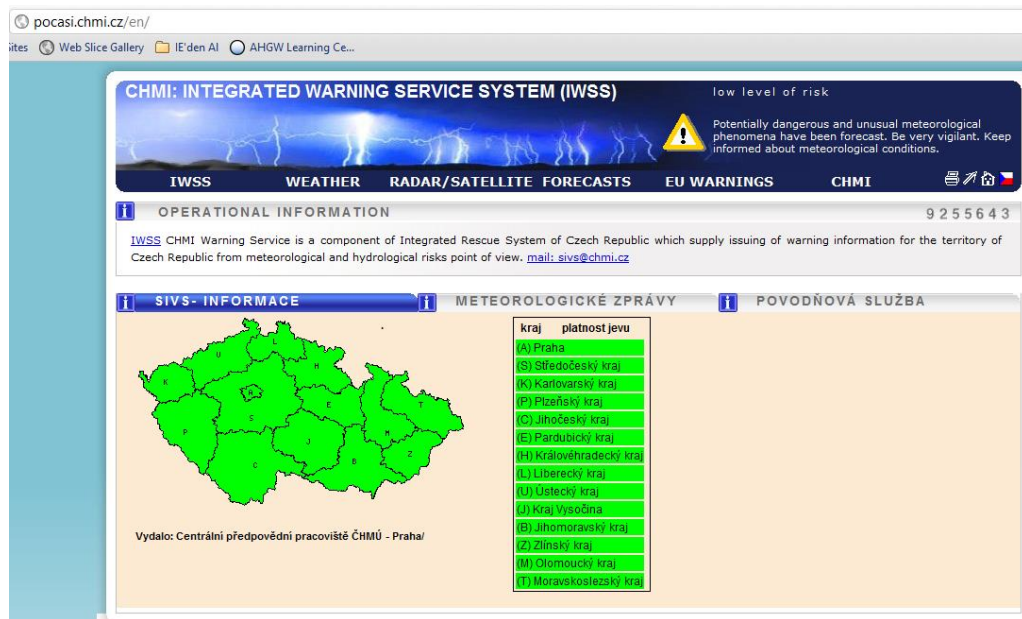
Hollanda'nın NEN:3610 standardı coğrafi veri yönetiminde temel model olarak 1992 yılında kabul edilmiş ve 2003 yılında da gelişen teknoloji ihtiyaçlarına cevap verebilecek düzeyde güncellenmiştir. NEN 3610'nın temel özellikleri; nesne-yönelimli bir model olması, bütünüyle UML'de tasarlanması, ISO/TC 211 ve OGC gibi uluslararası standartlar temel alınması olarak sıralanabilir. Bu modelde ulusal olarak kabul görmüş tek/benzersiz nesne tanımlayıcı kullanılmakta ve nesnenin zamana göre değişim mekanizması tanımlanmıştır. GML tabanlı veri değişim modeli, bu modelden otomatik olarak çıkarılabilir (Aydınoğlu, 2009).

Temel model, sektörlere yönelik coğrafi veri modeli üretmede Hollanda'daki coğrafi veri sağlayıcıları için başlangıç noktası olarak tasarlanmıştır. Herhangi bir sektördeki veri üreticisi, verisini temel modeldeki kurallara göre modeller. Bütün sektörler bu temel modeli paylaştığı için sektörler arasında birlikte çalışabilirlik mümkündür. Modeldeki öznitelik değerleri; belirli ve kesin öznitelik değerlerini ifade eden veya muhtemel öznitelik değerlerini ifade eden kod listesi değerleriyle tanımlanmaktadır. Her bir detay sınıfı için üretilen detay kataloglarında; detay sınıfının ismi, tanımı, elde etme kuralları, genellendiğindeki üst sınıfı ve detaylandırıldığındaki alt sınıfı, öznitelikleri, öznitelik değer listesinin adı ve tekrarlılık, ifade edilmektedir.

Çek Cumhuriyetinde IRS (Integrated Rescue System) isimli bir erken uyarı ve kurtarma sistemi geliştirilmiştir. Sistem sayesinde Çek Hidrometeoroloji Enstitüsü, Yangın Kurtarma Servisi, Ambulans ve Acil Müdahale Servisi, Polis, Ordu, Bölgesel Hijyen Ofisi ve Çek Çevre Araştırma Servisi birlikte bir sistem dâhilinde çalışabilmektedir (Url-24).

IWSS (Integrated Warning Service System) ise Çek Hidrometeoroloji Enstitüsü'nün Çek Cumhuriyeti için geliştirmiş olduğu erken uyarı sistemidir (Url-12). Bu sistem IRS sisteminin bir parçasıdır. Bu sistem de yine birkaç kurumun birlikte koordineli çalıştığı bir sisteme sahiptir. Sistem içerisinde Merkezi Tahmin Ofisi ve Askeri Coğrafi ve Hidrometeoroloji Ofisi birlikte çalışmaktadır. Sistem sayesinde anlık

meteoroloji ve hidroloji verileri işlenip uyarı ve bilgilendirme yapılabilir (Şekil 2.4). Sistem ölçüm istasyonlarından gelen verileri anlık olarak işlemekte ve kendisinde önceden tanımlı olan Flood Activity Degrees – Akış Değer dereceleri ile karşılaştırmalı analizler yapmakta ve olumsuz bir durumu rapor etmektedir. Ayrıca sistemde tehlike dereceleri oluşturulmuş, tehlike grupları da farklı renkler ile ifade edilmektedir. Acil durumlarda sonuçlar medya organları ile vatandaşlara bildirilmektedir. Sistem için ülkenin ana ve alt havza yağış alanları hesaplanmıştır. Sistem ile yağış tahminleri, arazi sıcaklıkları, kar derinliği, drenaj ölçümleri yapılmakta olup, yağış altındaki alanlar belirlenmiştir. Bu veriler insan faktörü ve hidrolik modellerle değerlendirilmektedir. Analizde en çok dikkat edilmesi gereken olaylar anlık sellerdir (Flash Floods). Çünkü anlık şiddetli yağışların tahmin edilmesi ve vatandaşların hızlı bir şekilde uyarılması gerekmektedir. Çek Cumhuriyeti’nde kullanılan sistemin uyarı ayağı yerel medya kanalları ile yapılmaktadır. Bu sistemin iyileştirilmesi gerekmektedir.



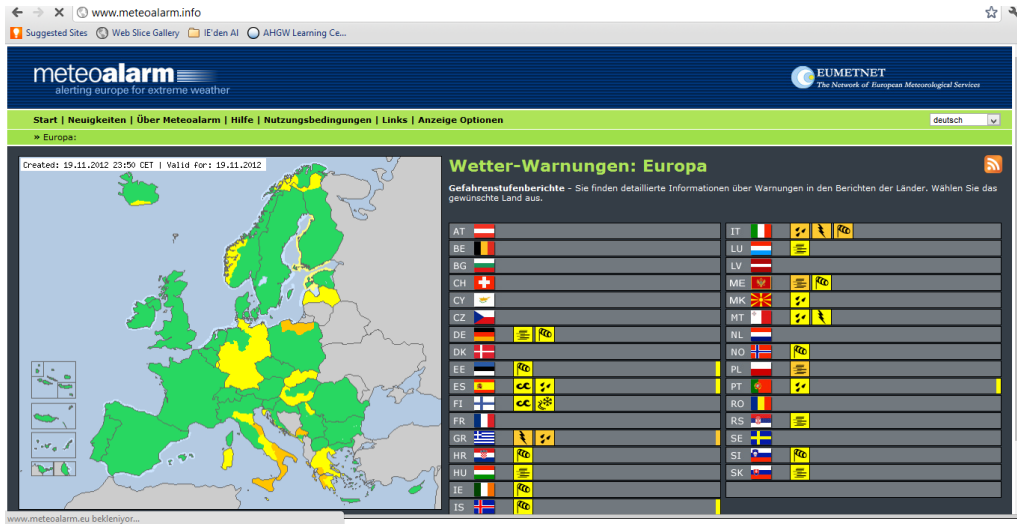
Şekil 2.4 : IWSS internet sitesi (Url-12).

Türkiye’de ülkenin havza ve alt havzaları belirlenmiştir. Ayrıca bu havzalar için master planlar da hazırlanmaktadır. Ancak bu planların asıl amacı havzaya düşen sudan maksimum verimin alınabilmesidir.

Avrupa’da da benzer bir erken uyarı sistemi kullanılmaktadır (Şekil 2.5). 30 ülkede 650 alanda tüm hava olayları hakkında bilgilendirmeler yapılmakta ve bu çalışmalar kartografik işaretlerle desteklenmektedir. Sistemin sahip olduğu işaret sistemi ve

kullanılan grafik değişkenler uyarıların algısını kolaylaştırmaktadır. Uluslararası bir sistem olduğu için bu özelliklere daha çok önem verilmesi gerekliliği açıktır.

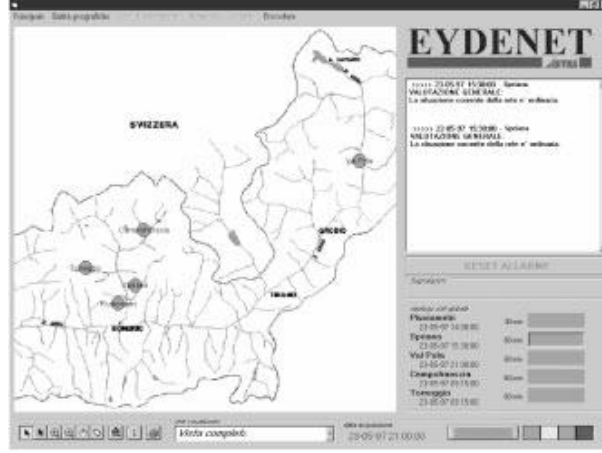
Enerji politikalarının sonucu olarak son yıllarda Türkiye’de hızlı bir baraj ve gölet yapımına girişilmiştir. Bir nehirden en fazla verimin alınabilmesi için ardı sıra barajlar yapılmaktadır. Ancak bir barajda yaşanabilecek bir kaza diğer barajları da etkileyecektir. Aynı durum İsviçre’de de yaşanmaktadır. Bir nehir üzerinde ardı sıra barajlar bulunmaktadır. Fakat İsviçre’de Ülkemizdeki durumdan farklı olarak ilki 1961 yılında olmak üzere 65 barajda “water alarm system” kurulmuştur (Wieland ve Kirchen, 2012). Sistem sayesinde baraj mühendisleri farklı yıkılma senaryoları üzerine çalışabilmekte ve etki altında kalan alanları belirleyebilmektedir. Wieland ve Kirchen (2012) sistemin en zayıf tarafının insanların ani bir olay karşısında uyarılması olduğunu ve bunun pratikte gerçekleştirilemeyeceğini belirtmişlerdir.



Şekil 2.5 : Avrupa Erken Uyarı Sistemi Metealarm (Url-13).

Yıllar içerisinde İtalya’da yağışlarla beraber heyelanlar gözlenmiştir. Bu afetler sırasında mal ve can kayıpları yaşanmıştır. Bu heyelanlardan 28 Temmuz 1987’de yaşanan olayda 27 kişi hayatını kaybetmiştir (Lazzari ve Salvaneschi,1999). Bu ve benzeri olaylar nedeni ile İtalya da heyelanları takip eden EYDENET (Eye of the Night) (Şekil 2.6) isimli karar destek sistemi kurulmuştur. Yine İtalya’da INDACO isimli izleme ve kontrol sistemi bulunmaktadır. Sistem farklı ölçme cihazlarından gelen verileri analiz etmekte ve önceden sisteme tanımlanan eşik değerlere göre uyarıları vermektedir. Analizlerin daha doğru yapılabilmesi için yapay zekâdan faydalanılmaktadır. Sistem ile riskli bölgeler belirlenip yatırımlar bu doğrultuda yapılmaktadır. Sistem mevcut hali ile gerçekleşen ya da gerçekleşmesi beklenen

olayları geçmiş olaylar ile ilişkilendirememektedir. İlerleyen çalışmalar sırasında yapılması planlanan geçmiş örnekler ile ilişkilerin kurulabilmesidir (Lazzari ve Salvaneschi,1999).

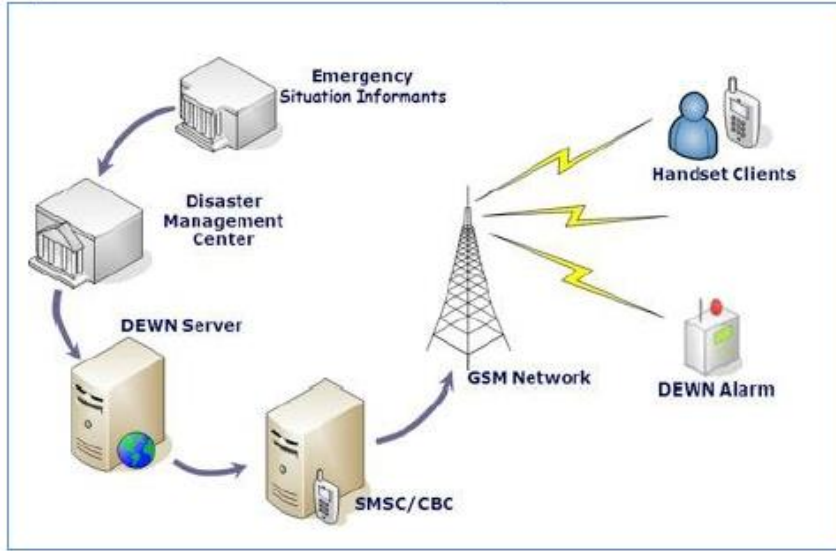


Şekil 2.6 : EYDENET ara yüzü (Lazzari ve Salvaneschi,1999).

Sri Lanka’da 2004’ de yaşanan tsunami felaketi sonrası 2009 yılında The DEWN (Disaster Early Warning Network) hayata geçirilmiştir. Uyarı vatandaşlara iki şekilde ulaştırılmaktadır. İlki SMS yoluyla 1500’e yakın acil durum görevlisine atılan mesajlarla; diğeri ise sistem için özel olarak geliştirilmiş cihazlardır. Yollanan SMS mesajları 3 farklı dilde ilgili personele yollanmaktadır. Sistem için özel olarak üretilen cihazlar özellikle halkın bulunduğu alışveriş merkezleri, dini mekânlar, hastaneler, karakollar gibi yerlere konmuştur. Bu cihazlar hem sesli hem de görsel uyarı yapmakta; ayrıca cihaz afet anında haberleşme için de kullanılmaktadır (Wickramasinghe,2011) Şekil 2.7’de sistemin mimarisi görülebilir.

2.5.2 Ulusal sistemler ve standartlar

BÖHHBÜY’e ek olarak tanımlanan Detay/Öznitelik Kataloğu, 1:5000’den büyük ölçekli haritaların üretilmesinde temel alınmaktadır. HGK Veri Sözlüğü üretilen Standart Topografik Haritalarda (STH) kullanılmaktadır. İçişleri Bakanlığı tarafından gerçekleştirilen bir proje kapsamında da büyük ölçekli Türkiye Afet Bilgi Sistemi (TABİS) veri modeli üretilmiştir.



Şekil 2.7 : DEWN Mimarisi (Wickramasinghe,2011).

Türkiye’de yaşanan afetler nedeni ile Türkiye tarafından bir dizi anlaşma ve proje gerçekleştirilmiştir (Url-2). AB tarafından desteklenen “Türkiye-Bulgaristan Bölgesi Taşkın Tahmini için Kapasitenin İyileştirilmesi’ projesi kapsamında;

Danimarka Hidrolik Enstitüsü (DHI) liderliğinde DSİ Genel Müdürlüğü ve DSİ Edirne Bölge Müdürlüğü ile bir proje gerçekleştirilmektedir. Projede, Bulgaristan ve Türkiye arasında, gerçek zamanlı verilerinin değişimi, modellenmesi ve kamuoyu ile süratle paylaşımına imkân tanıyan ortak bir taşkın tahmin sisteminin gerçekleştirilmesini sağlamak hedeflenmiştir (Url-11).

Amerika Ticareti Geliştirme Ajansı (USTDA) tarafından hibe desteği sağlanan “Taşkın tahmini ve Erken uyarı fizibilitesinin yürütülmesine dair protokol” AFAD, DMI ve DSİ arasında 3 Eylül 2010 tarihinde imzalanmıştır (Url-2).

Katılım öncesi mali yardım (IPA) kapsamında “Ani Taşkın Tahmini ve Erken Uyarı Sistemleri Kapasite Geliştirme” projesi Avrupa Birliği tarafından hibe desteği alınarak 2012 yılı için proje teklifi olarak sunulması planlanmıştır (Url-2).

RABİS; İTÜ, TÜBİTAK ve Ulusal Cad A.Ş. tarafından geliştirilen bir sistemdir. Sistem ile uzaktan algılama ve meteoroloji verileri kullanılarak Rize İli’ni etkileyebilecek afetler karşısında insan kaybının ve maddi zararın en aza indirilmesini hedefleyen bir sistem kurulmuştur. Yapılan çalışmalar ile acil durum hazırlıklarının planlamasında, uygulamasında ve herhangi bir afet durumunda afet

yönetimi ve hasar tahmininde kullanılabilecek bir sistemin hayata geçirilmesi planlanmaktadır (Url-14).

İSTABİS; modern uydu teknolojileri ve bilgi sistemlerini kullanarak özellikle acil durum hazırlıklarının planlamasında, uygulamasında ve herhangi bir afet durumunda, afet yönetimi ve hasar tahmininde kullanılabilecek, ayrıca olağan zamanlarda merkezi ve taşra idaresi (bakanlıklar, valilikler, kaymakamlıklar, belediyeler) için karar destek sistemi olarak fonksiyon görmek üzere, Türkiye genelinde uygulamalara örnek oluşturacak, CBS tabanlı bir bilgi ve yönetim destek sistemi standardı modelinin, seçilecek bir pilot bölgede İstanbul için uygulanmasıdır (Url-15).

GAP Bölgesinde yerel kurumsal kapasite oluşturulması yoluyla uzun vadede sel ve selin etkilerinin önlenmesini sağlamak amacıyla AB Katılım Öncesi Finansman Anlaşması kapsamında “GAP Bölgesinde Sele Maruz Kalan Alanlarda Sel Riskinin Azaltılması Projesi - GAPSEL” gerçekleştirilmiştir. Projenin ikinci bileşeni ile AB Sel Direktifinin uygulanması için seçilen Diyarbakır-Bismil ilçesi Pilot Proje Alanı için Sel Risk Yönetim ön Hazırlık Planı ve eklerinde,

- Sel Afet ve Sel Risk Haritalarının Hazırlanmasına Yönelik El Kitabı
- Bismil için Sel Afet ve Sel Risk Haritaları
- Bismil için Sel Riskinin Önlenmesine Yönelik Önlemler yer almıştır (Url-2).

2.5.3 Yapılan çalışmalar ve yapılması gerekenler

Doğa olayları bir bütünün parçaları oldukları için kullanılan sistemlerin birbirleri ile olan ilişkileri iyi kurulmalıdır. Doğal afetlerin yönetimindeki problemlerden biri sınır bölgelerinde, ülkeler arasında yaşanan problemler; veri değişimleri, genel idari, sosyal, kültürel, politik vb. yaklaşımlardır. Bu ülkelerin verilerinin ortak bir sistemde bütünleştirilebilmesi ve veri paylaşımı çok önemlidir. Bu problemlerin aşılabilmesi için Avrupa Birliği (AB) ülkeleri tarafından kullanılacak olan mekânsal veritabanlarının standartları INSPIRE adı altında belirlenmiştir. AB’ye uyum yasalarınca ilgili bakanlıklar bu standartlar çerçevesinde veritabanlarını hazırlamaktadırlar. Ayrıca 22.12.2013’ e kadar taşkın haritalarının hazırlanması gerekmektedir (Url-2).

Aliasgar (2010) yaptığı çalışmada Trinidad’ta kullanılacak sel envanterinin geliştirilmesi, sel yoğunluk ve eşik değerlerinin belirlenmesi, risk ve zarar azaltma analizlerinin yapılması, yağış alanlarının taşıma kapasitelerinin belirlenmesi ve bir

erken uyarı sisteminin geliştirilmesi ve veri geçerliliklerinin/kullanılabilirliklerinin ne olması gerektiği hakkında çalışmıştır.

Abdelkhalek (2011) yaptığı çalışmada Watier vadisi için yeni bir erken uyarı sisteminin geliştirilmesi ve uygulanmasını araştırmış. Araştırmasında farklı yağış modellemelerini MATLAB yardımıyla analiz etmiş ve ismini FlaFloM (Flash Flood Manager) verdiği uygulama ile bir test ortamında analizler yapmıştır.

Stevens (2009) yaptığı çalışmasında, kendi uygulaması olan taşkın harita yazılımını ve faydalarını anlatmaktadır. Uygulaması ile taşkın haritalarının nasıl daha hızlı üretilebileceğini anlatmaktadır.

Jung (2011) yaptığı çalışmasında, taşkın haritalarının oluşturulmasındaki belirsizliklerin tanımlanması, taşkın haritalarının üretiminde kullanılan genelleştirilmiş olabilirlik ve duyarlılık analizlerindeki belirsizliklerin belirlenmesi ve olasılık yoğunluk fonksiyonlarının belirsizliklerin belirlenmesinde nasıl kullanılabileceği üzerine yaptığı çalışmaları sunmuştur.

Eski sellere ait taşkın haritalarının oluşturulması, olayların meydana geliş tarihleri ve etki alanları, su derinliği ve akış hızının belirlenmesi gerekir. Sellerde yaşanan kayıpların minimize edilebilmesi için taşkın haritaları karar vermede önemli rol oynar (Stevens, 2009). Taşkın risk yönetiminin temelini taşkın haritaları oluşturur.

Acil durumda, doğru ve güncel veriye hızlı ulaşım, acil durumun yönetilmesi açısından önemlidir. Bu sırada kullanıcının doğru bilgilendirilebilmesi için;

- Tüm birimlerin mevcut konumları, olaya müdahil olma süreleri, zarar görmüş alanlar, kapalı yollar köprüler, yol durumu bina hastane doluluk oranları itfaiye ambulans konum sayısı vs. anlık takip edilebilmeli
- Ara yüz kullanıcı dostu olmalı ve kullanıcı tarafından veri seçilebilmeli, işine yarayan bilgiyi kullanıcı kendi seçebilmelidir.

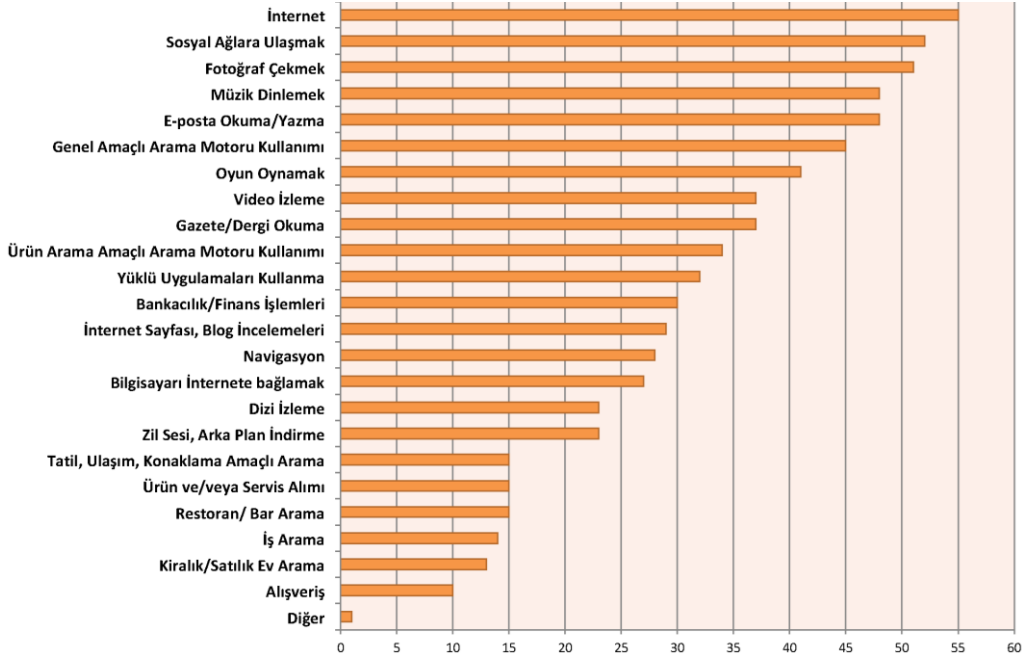
1999 yılı rakamlarına göre FEMA her yıl 2.5 milyon analog harita dağıtmakta iken bu sayı 2003 yılında geliştirilen internet tabanlı risk haritaları sayesinde 1 milyon altında kalmıştır. 2009 yılında taşkın risk haritası dağıtımını tamamen durdurmuştur. Bu sayede FEMA yıllık 5 milyon dolar kar etmiştir (FEMA, 2012). İnternet tabanlı risk haritaları sayesinde görevliler ve insanlar dinamik sel haritasını oluşturabilir ya da görebilirler. Geliştirilecek konum tabanlı risk bildirim uygulaması ile kişiye bulunduğu konumun risk değerlendirilmesi yapılabilir.

3. KONUM TABANLI HİZMETLER

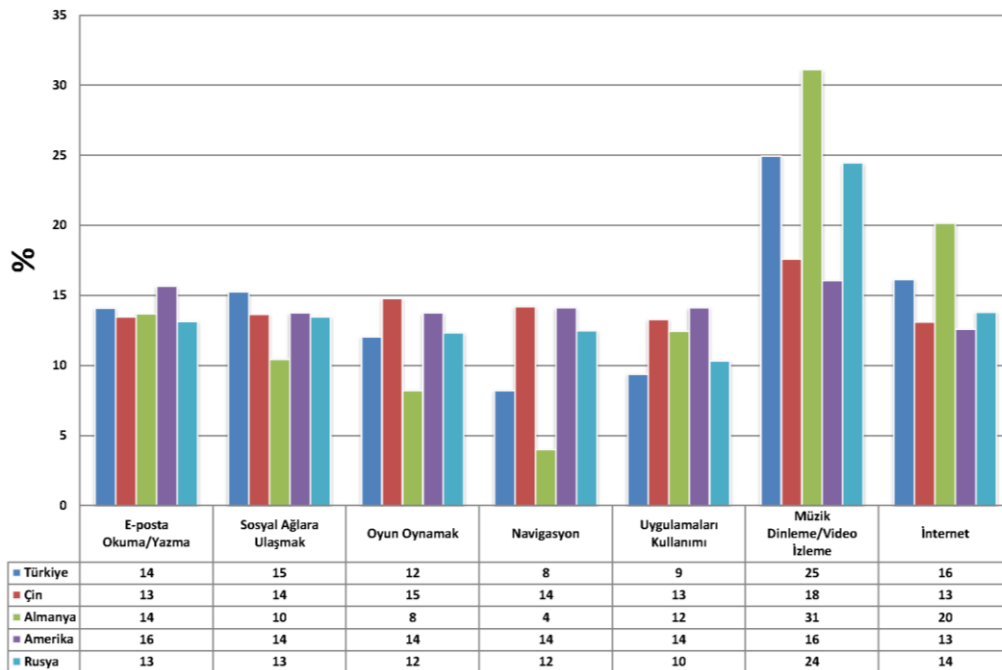
Teknolojideki hızlı gelişme ile önce kameralar, telefonlar, el GPS'leri, kişisel bilgisayarlar, internet ve sonrasında ise bu teknolojilerin hepsinin bir arada bulunduğu akıllı telefonlar ve tabletler günlük hayatın bir parçası olmuştur. İnternet ve GPS ile birlikte konum tabanlı hizmetler özellikle turizm amaçlı ve navigasyon sistemlerinde sıklıkla kullanılır olmuştur (Ragia ve diğ., 2010). 2009 yılında Türkiye'de alınan akıllı telefon sayısı 457 bin, 2010'da 2 milyon, 2011'de ise 2.8 milyondur (Url-3). Ericsson'un yaptığı bir araştırmaya göre 2018'de akıllı telefon sayısının tüm dünyada 3.3 milyarı aşması beklenmektedir (Url-4). Akıllı telefonların kullanım alanları ülkelere ve kişilere göre farklılık göstermektedir. 2013 yılında 723 kişi ile yapılan bir ankete dayanılarak hazırlanan Şekil 3.1 incelendiğinde akıllı telefonların asıl kullanım alanlarının eğlence amaçlı olduğu görülebilir. Ülkemizde ise yön bulma (navigasyon) ve harita kullanımı açısından akıllı telefon kullanımının diğer ülkelere oranla yaklaşık % 6 daha az olmakla birlikte Almanya'dan daha fazla kullanım görülmektedir (Bkz. Şekil 3.2). Şekil 3.2 incelendiğinde Türkiye özellikle sosyal ağlara ulaşım, müzik dinleme, video izleme ve internette gezinme konularında ilk sıralarda bulunmaktadır. Bu istatistiklere rağmen konum tabanlı uygulamaların sayılarının ve kullanım sıklıklarının artması göz ardı edilemez. GPS, A – GPS, Glonass, RFID, NFC gibi sistemlerin akıllı telefonlarda kullanımı ile uygulamaların konum doğrulukları arttırılmıştır. Bu sayede kullanıcılar nerede oldukları ve çevrelerinde bulunan hizmetler hakkında daha doğru sonuçlar alabilmektedir.

Konum Tabanlı Hizmetler (Location Based Services - LBS) modern dünyayı etkili yönetmek ve sürekli kontrol etmek için uygun bir araçtır (Sadoun ve Al-Bayari, 2007, Niu ve diğ., 2015, Anagnostopoulos ve diğ., 2015, Yus ve diğ., 2014). İlk mobil CBS uygulaması Cyber Guide isimli turist navigasyon uygulamasıdır (Gamily ve diğ., 2010). Sistem kapalı alanlarda Infrared (IR), açık alanlarda ise GPS teknolojisini kullanarak çalışmaktadır. MOBIS ise PDA'larda çalışan farklı bir uygulamadır. MOBIS kapalı mekânlarda özellikle müzelerde bilgilendirme amaçlı kullanılmak üzere tasarlanmıştır (Rechert, 2009). Bu uygulamalardan başka Hyper –

interaction within Physical Space (HIPS) (Benelli ve diğ, 1999), Nexus Spatial Aware Application (Hohl ve diğ., 1999), Intelligent Labelling Explorer (ILEX) (Hitzeman ve diğ, 1997) yaratılmıştır.



Şekil 3.1 : Türkiye’de 2013 yılında Mobil Cihazların Kullanıldığı Durumlar (Url -5).

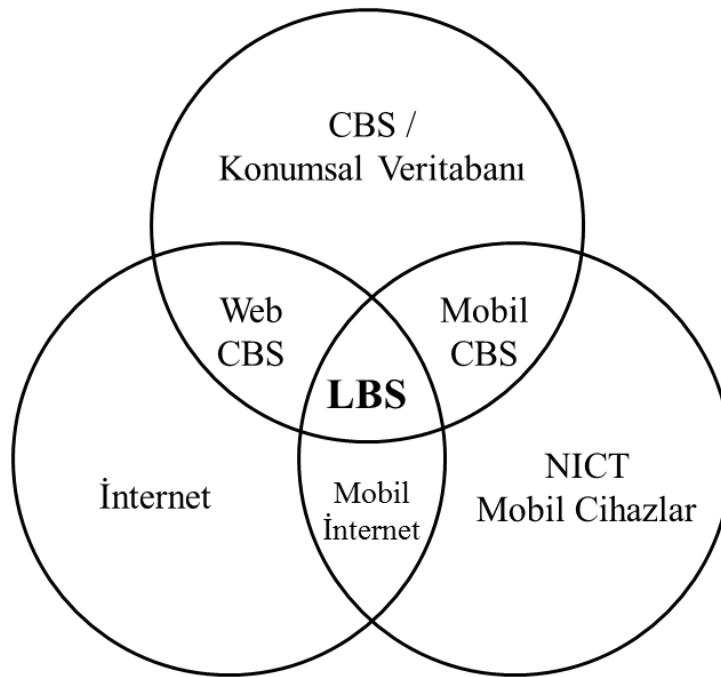


Şekil 3.2 : Ülkelere Göre En Çok Farklılık Gösteren Mobil Cihazların Kullanıldığı Durumlar (Url -5).

CBS destekli olarak geliştirilen bu tür sistemler genel olarak statik yani zamanla çok az değişme eğilimi olan ya da hiç değişmeyen ve pratikte kullanıcı ihtiyaçlarına tepki vermeyen sistemlerdir. Statik sistemlerde sunucu ile kullanıcı arasında iletişim yoktur (WiFi, GPRS, 3G,GSM). Kullanıcı sunucudaki veriyi değiştiremez ve bu tür uygulamalarda dâhili hafızası büyük cihazlara gereksinim duyulmaktadır.

Acil durumlarda ve yöneticilerin karar mekanizmalarında yardımcı olan CBS, İnternet, Kablosuz ağlar vb. teknolojilerin birleşimi LBS'i oluşturur. Bu nedenle, LBS mevcut kullanılan sistemlerin bir bileşkesi olarak düşünülebilir (Şekil 3.3).

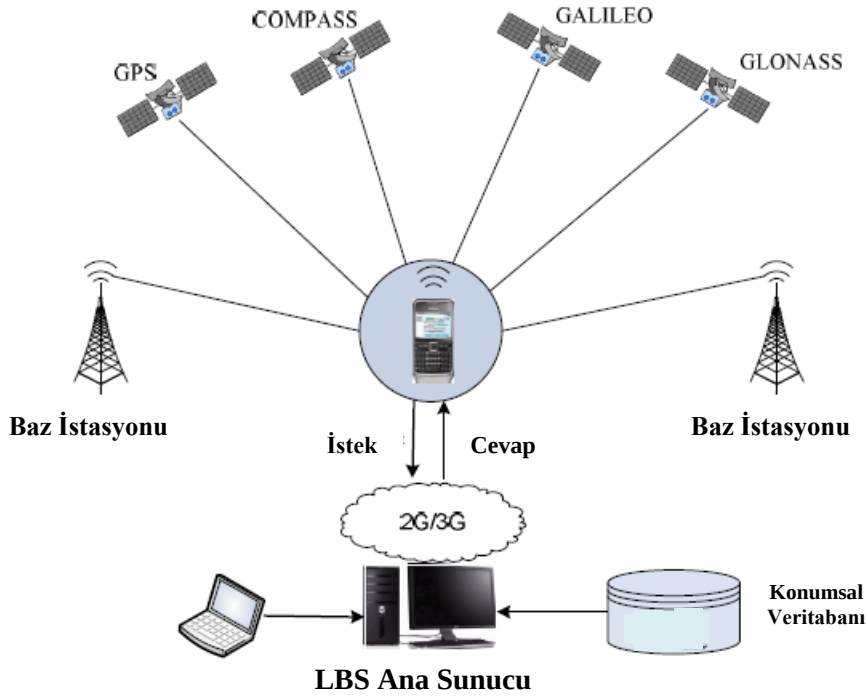
LBS' in temelini oluşturan konum bilgisi farklı yöntemlerle elde edilebilir (Şekil 3.4). Bunlardan en önemlileri uydu teknolojileridir. Çünkü herhangi bir afet anında bile konum bilgisi ve iletişim aracı olarak kullanılmaya devam edilebilirler. Kablosuz ağlar ve baz istasyonları ise uydu teknolojilerine oranla doğruluğu daha az sonuçlar vermektedirler. Amerika'da 2001 yılının Ekim ayından itibaren tüm kablosuz sistemlerin ve baz istasyonlarının yüksek doğruluklu konumlarının belirlenmesini zorunlu kılınmıştır.



Şekil 3.3 : LBS (Xu ve diğ, 2010).

Bir afet anında; iletişim sistemleri çöktüğünde saha personeli ile haberleşmek ya da afetzedenin konumunu belirlemek en önemli sorundur. Doğru zamanda doğru bilgiye erişim afette hayatlar kurtarabilir. Konum tabanlı hizmetler bu sorunun çözümünde

etkin rol oynayabilir. Uydu sistemleri ile sağlanacak konum bilgisi ve iletişim sayesinde bilgiye hızlı ve doğru bir şekilde ulaşmak mümkündür (Xu ve diğ., 2010).



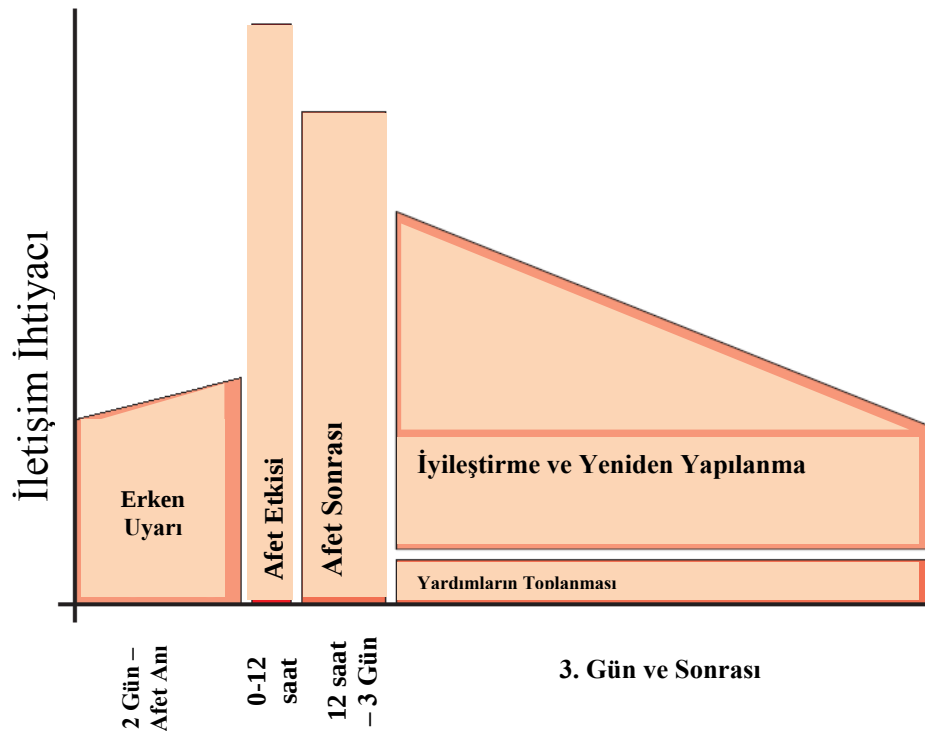
Şekil 3.4 : LBS Mimarisi (Xu ve diğ., 2010).

Konum tabanlı hizmetler afet yönetiminde farklı alanlarda kullanılabilir.

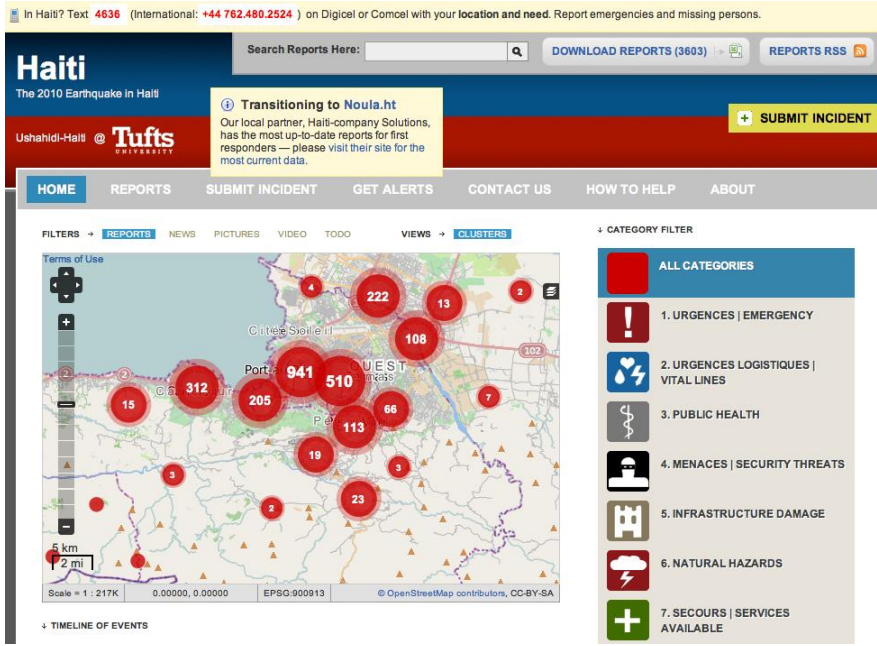
- *Doğal Afetlerde;* herhangi bir anda meydana gelebilecek doğal afetler (deprem, yangın, sel) hakkında bunların oluş, şiddet, verdiği ya da verebileceği zarar ya da güvenli toplanma bölgeleri gibi konularda faydalı bilgiler sağlayabilir. Tarihsel olaylar baz alınarak kullanıcılara yapmaları gerekenler hakkında uyarılar/bilgilendirmeler yapılabilir (Ragia ve diğ.,2010)
- *Acil Durum Hizmeti Sağlanmasında;* beklenmeyen yapay afetler (insan kaynaklı) karşısında güvenlik amaçlı bilgilendirmeler yapılabilir. Örneğin karayolunda meydana gelen bir trafik kazası ya da uçak kazası hakkında anlık bilgilendirme yapılabilir. Bu bilginin bir devlet kurumundan gelmesi gerekmez. Olaya tanık olmuş herhangi bir kişi tarafından bu bilgilendirmeler yapılabilir (Ragia ve diğ., 2010). Bu sayede acil durum hizmet sağlayıcıları hızlı bir şekilde olay yeri ve içeriği hakkında bilgilendirilebilir.
- *Güvenlik Önlemlerinin Alınmasında;* Doğal ve yapay afetlere bağlı olarak istatistiksel verilerle güvenlik önlemlerin alınmasında kullanılabilir. Örneğin

bir şehirde hangi kavşaklarda ne sıklıkla hangi tür kazalar meydana geliyor; bu kazalarda kaç yaralı kaç ölü var gibi soruların yanıtları ile en uygun kavşak çözümlerini yaratılması, kavşak düzenlemeleri gibi planlamaların yapılmasında kullanılabilir.

Afetlerin yönetiminde ve acil eylem planlarının uygulanmasında konum tabanlı hizmetlerin kullanılması çok önemlidir. Örneğin Haiti depremi öncesi oluşturulan SMS tanımlama sistemi yardımıyla gelen acil durum mesajlarından kişilerin yerleri ve ihtiyaçları belirlenmiştir (Url-6). Afet sonrası gelen 80 000 mesajdan önemli olan mesajlar geldikleri konum gösterilerek yayınlanmıştır (Şekil 3.6). Mobil sistemlerin afet yönetiminde kullanımında insanların konuşmalarının engellenmesi gerekmektedir. Çünkü SMS ile yapılan haberleşme sıraya sokulabilir, veri akışı hafiflediğinde devreye alınabilir ve sisteme daha çok ihtiyacı olan acil durum ekiplerinin çalışmalarının engellenmesinin önüne geçilebilir (GSM Association, 2005). Bir afet anında mobil telefonların kullanım zamanları Şekil 3.5’ de görülebilir (GSM Association,2005).



Şekil 3.5 : Afet Öncesi ve Sonrası Mobil Telefon Kullanım Oranları (GSM Association,2005).



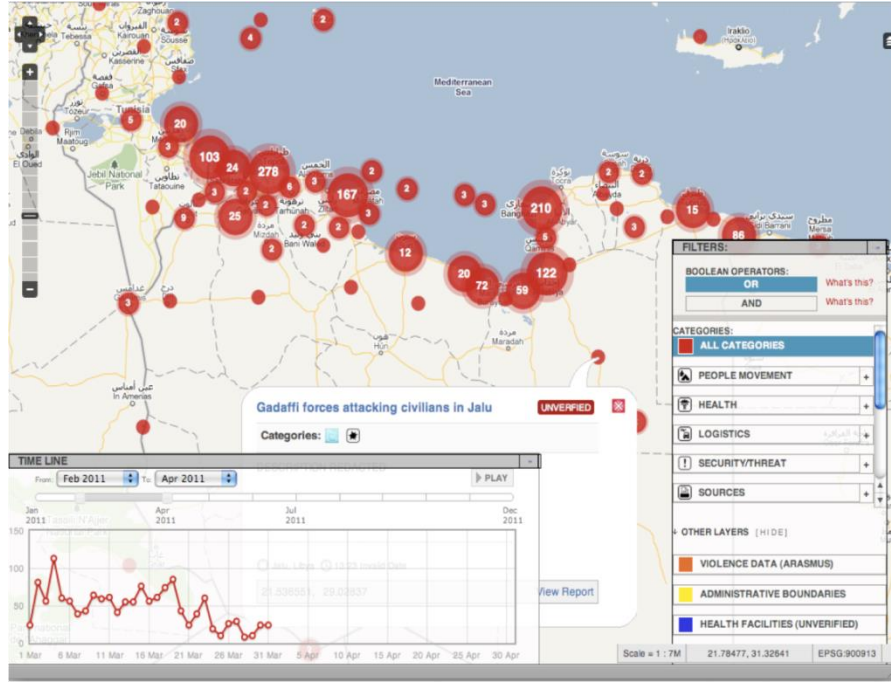
Şekil 3.6 : Haiti Depremi Sonrası SMS mesajlarının Dağılımının Gösterimi (Url-7).

Kurtarma ekiplerinden bir görevli Şekil 3.6'da verilen harita gibi, güncel harita sayesinde yüze yakın kişinin hayatının kurtarıldığını belirtmiştir (Url-6).

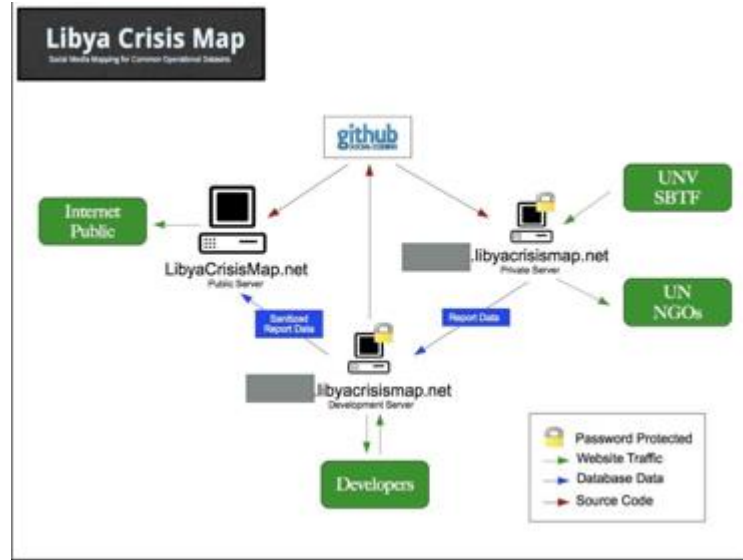
Aynı şekilde Birleşmiş Milletler, Libya'da yaşanan iç savaş sırasında benzer haritaları kullanmıştır (Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9). Balkanlarda yaşanan kar fırtınasında da benzer bir afet kriz haritası kullanılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.7 : Libya Kriz Haritası (Url-7).



Şekil 3.8 : Libya Kriz Haritası (Url-7).



Şekil 3.9 : Libya Kriz Haritası Veritabanı Mimarisi (Url-7).



Şekil 3.10 : Balkanlarda Yaşanan Kar Fırtınası (Url-8).

3.1 Sensör Teknolojileri

Sensörler genellikle bir sinyal ya da uyarıyı tespit eden, bunlara tepki gösteren cihazlardır. Bu cihazlar kullanılarak bir ortama ve/veya objeye ait bilgiler toplanabilir, işlenebilir ve saklanabilir. Ayrıca bu cihazlar ile algılanan sinyale göre tepki de verilebilir.

Sensörler sinyal yayma şekline göre aktif ve pasif sensörler, ölçme yöntemine göre ise mutlak ve rölatif (bağıl) sensörler olarak sınıflandırılır. Pasif sensörler ek bir enerji kaynağına ihtiyaç duymadan oluşturacakları cevabı/sinyali uyarıcıdan temin ederler. Bunlara örnek olarak pasif RFID etiketleri (tagler) gösterilebilir. Aktif sensörler ise; sinyal üretebilmek için bir dış kaynağın enerjisine ihtiyaç duyarlar. Mutlak sensörler algıladıkları sinyal için herhangi bir referansa ihtiyaç duymazlar. Fiziksel ölçek göz önünde bulundurularak bağımsız sonuç verebilirler. Hava basınç sensörleri ya da sıcaklık sensörleri örnek olarak verilebilir. Bağıl sensörler ise bir referans değeri baz alınarak sürekli ya da belirli bir zaman aralığında tespit edilen farka göre sinyal verirler. Bir kabın ısınmasındaki sıcaklık değişiminin algılanması örnek olarak verilebilir (Fraden, J., 2010).

Günümüz teknolojisinde sensör donanımları boyutları küçülmüş olup aydınlatmalar için kullanılan sensörler, alışveriş mağazalarının kapılarındaki sensörler günlük hayatımızda sıklıkla görebileceğimiz sensörlere örnek olarak verilebilir. Dahası

micro sensör de denebilen bu küçük boyutlu sensörler mobil cihazlarımızın önemli birer elemanı olmuştur. Konum Sensörleri (GPS, Glonass vb.), Wi-Fi, Bluetooth, İvme Ölçer (3 Eksen), Sıcaklık Ölçer, Gyroscope (Cihaz Yönelimi 3 Eksen), Işık Sensörü (Şiddet), Lineer İvmelenme Ölçer, Manyetik Alan Ölçer, Basınç Ölçer, Nem Ölçer, Yakınlık Ölçer, Yer Çekimi Ölçer, Kalp Atışı Ölçer, Ses Sensörü, RFID ve NFC mobil cihazlara (akıllı telefonlar, tabletler vb. gibi) entegre olarak çalışabilen sensörlere örnek olarak verilebilir.

Sensörlerin boyutlarının küçülmesinin yanı sıra bu teknolojinin fiyatının ucuzlaması bu alanda yapılan çalışmaların artmasına yol açmıştır. Sensörler canlıların takibinde (Yang ve diğ., 2015, Mainwaring ve diğ., 2002), depremlerin izlenmesinde (Lukac ve diğ., 2007, Url-21), trafik durumunun tahmin edilmesinde (Ahmet ve diğ., 2014), volkan patlaması, hava kirliliği, taşkın ve yangın gibi doğal afetlerin izlenmesinde (Ramadan ve diğ., 2010, Nashwa ve diğ., 2013) ve benzeri alanlarda, farklı bilim insanları tarafından denenmektedir. Akıllı telefonlarda da yer alan bu sensörlerin kabiliyet ve kapasiteleri de araştırılmaktadır.

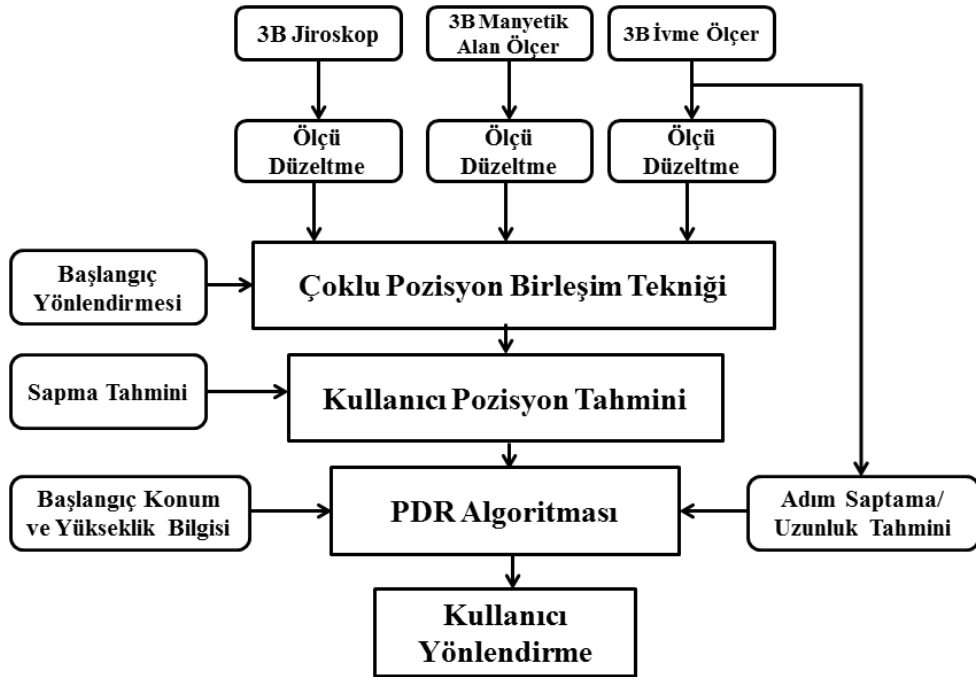
3.2 Mobil Cihazlarda Basınç Sensörü Kullanımı

Kapalı alanlarda kişisel navigasyonda GNSS teknolojisi verimli olarak kullanılamadığı için akıllı telefonların sensörlerinin bu amaçla kullanılması üzerine araştırmalar yapılmaktadır (Abdelrahman ve El-Sheimy, 2013). Retscher (2006) yayınlamış olduğu makalede kapalı mekânlarda yaya navigasyonu performansının artırılması için sensörlerin kullanılabileceğinden bahsetmektedir. Kaba (pusula) hesaplama (dead reckoning) ile sensörler kullanılarak konum doğruluğu artırılabilir. Bu hesaplamalarda kullanılacak sensörlerden bazıları manyetik pusula, Gyro ve ivme ölçerlerdir. Bunların dışında barometrik basınç sensörleri de yükseklik belirleme ve kat tahmini gibi uygulamalarda kullanılabilir.

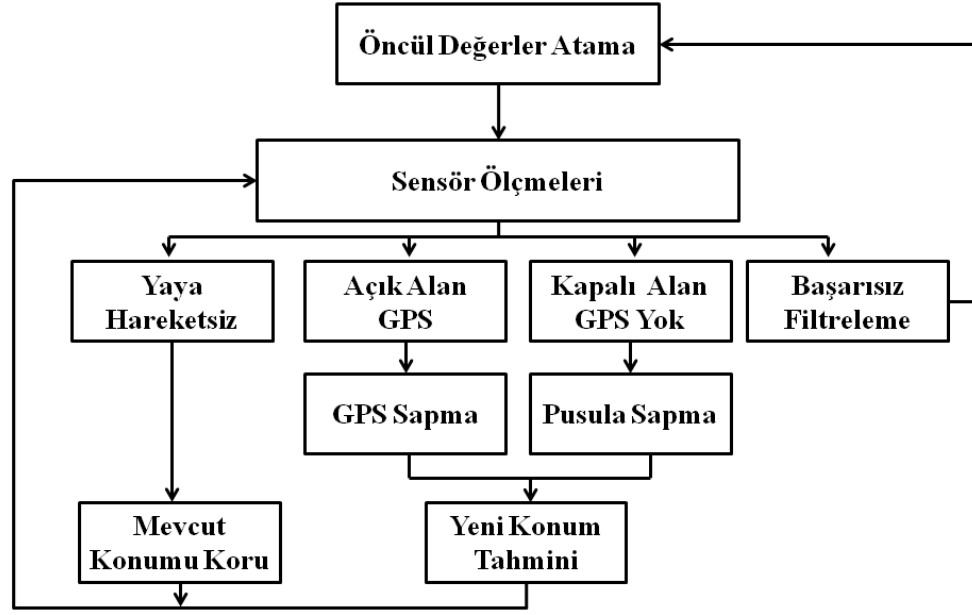
Retscher araştırmasında açık ve kapalı alanlarda konum doğruluğunu arttırmak için sensörleri de kullanan bir model geliştirmiştir (Şekil 3.11). Adı geçen çalışmada iki boyutlu değişimin tespitinde Kalman Filtrelemesi kullanılmıştır. Çalışmaya ait mimari Şekil 3.13’de görülebilir. Bir diğer mimari de Şekil 3.12’de gösterilmektedir.



Şekil 3.11 : Çoklu Sensör Birleşim Modeli Akış Diyagramı (Retscher, 2006).



Şekil 3.12 : Kapalı Alanlarda Sensör Kullanımı (Abdelrahman ve El-Sheimy, 2013).



Şekil 3.13 : Kalman Filtreleme Mimarisi (Retscher, 2006).

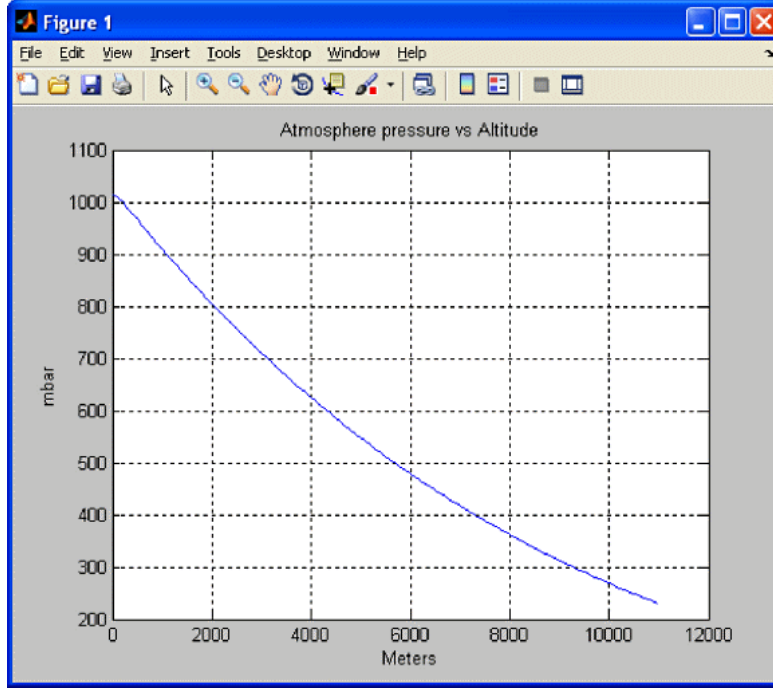
Retscher çalışmasında kat değişimini tespit etmek için Vaisala firması tarafından üretilen PTB220A sensörünü kullanmıştır. Basınç değişimine göre yükseklik farkını (3.1) numaralı eşitlik ile bulmuştur.

$$\Delta H = H_2 - H_1 = 18464 \cdot (1 + 0.0037 \cdot t_m) \cdot (\lg B_1 - \lg B_2) \quad (3.1)$$

Burada ΔH 1. konum ile 2. konum arasındaki yükseklik farkını; B_1 ve B_2 1. ve 2. Konumdaki basınç okumalarını t_m ise ortamın ortalama sıcaklığını ifade etmektedir. Burada görüldüğü üzere Retscher, çalışmalarında mutlak basıncı kullanarak yükseklik değişimini saptamaya çalışmaktadır. Retscher kullandığı formülün Kahmen tarafından 1997 yılında orta Avrupa için geliştirilmiş tahmini bir formül olduğunu belirtmektedir.

Esfandyari ve diğ. (2010) 1500 metrenin altında basınç ile yükseklik arasında lineer bir değişim olduğunu (Şekil 3.14) ve 1500 metrenin altındaki yüksekliklerde (3.2) nolu formülün kullanılabileceğini ifade etmektedir.

$$P = P_0 \left(1 - \frac{\text{Yükseklik}}{44330} \right)^{5.255} \quad (3.2)$$



Şekil 3.14 : Atmosfer Basıncı ile Yükseklik Arasındaki İlişki (Esfandyari, J., ve diğ., 2010).

Burada P bulunan konumdaki basıncı, P_0 1 atmosferlik standart basıncı (1013.25 mbar), yükseklik ise deniz seviyesinden olan yüksekliği ifade etmektedir (Ortometrik Yükseklik). Bu formülden bulunulan yüksekliği hesaplamak için (3.3) denklemi çıkarılabilir.

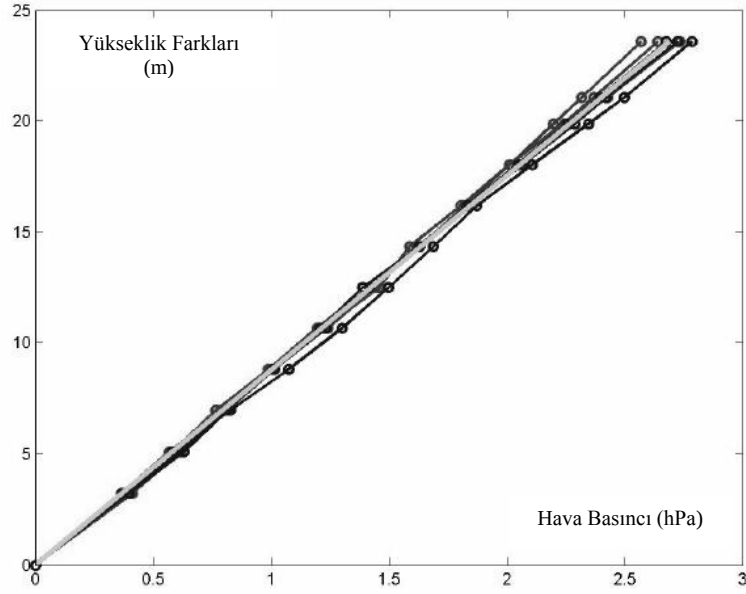
$$h(P_0, P) = 44330 \left(1 - \left(1 - \frac{P}{P_0} \right)^{\frac{1}{5.255}} \right) \quad (3.3)$$

(3.3) denklemi 2 konum için bulunarak farklarından bağıl yükseklik bulunabilir. Ür-18'de 10 metrelik yükseklik değişiminde 1.2 mbar'lık değişim olduğu, tam tersi 1010 mbar'dan 1011 mbar'a çıkıldığında 8.34 m'lik yükseklik değişimi olduğu belirtilmektedir. Esfandyari ve diğ. (2010) çalışmalarında ise 10 metrede 1.1 mbar'lık değişim olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada da yükseklik farkının temini için mutlak basınç değerleri değerlendirilmektedir.

Retscher (2007) yaptığı çalışmada basınç değişimi ile yükseklik değişimi arasında şu bağıntıyı bulmuştur;

$$\Delta h = 8.769 \cdot \Delta p \quad (3.4)$$

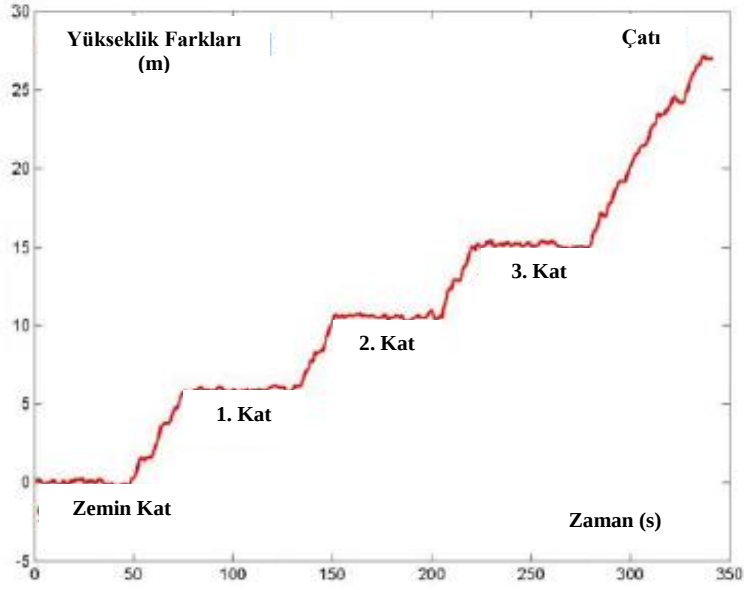
(3.4) bağıntısında Δh yükseklik değişimini, Δp ise hava basıncı değişimini ifade etmektedir.



Şekil 3.15 : Yükseklik değişimi ve hava basıncı değişimi arasındaki ilişki (Retscher, 2007).

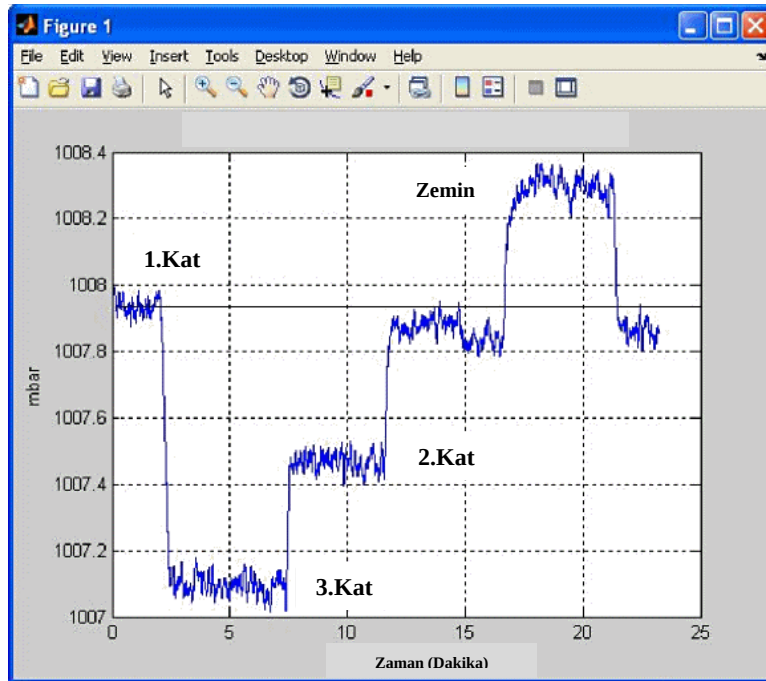
Ankara Büyükşehir Belediyesi Binası’nda yapılan tespite göre 10 metredeki basınç değişimi 1.15 mbar olarak bulunmuştur. Bu konuya uygulama bölümünde ayrıntılı olarak girilecektir (Bknz. Bölüm 5).

Retscher (2006) tarafından PTB220A basınç sensörü ile yapılan testte kat değişimi ± 1 metrenin altında bir doğruluk ve ± 0.2 hPa standart sapma ile elde edilmiştir. Esfandyari ve diğ. (2010) tarafından yapılan benzer çalışmada MEMS sensörleri ile ölçülen basınç değişiminin kata göre değişimi Şekil 3.16’da görülmektedir. Şekiller ve ilgili formüller incelendiğinde kat değişiminin basınç değişimi ile anlaşılabilirliği görülmektedir. Ancak bu tez kapsamında yapılan testlerde bina içerisindeki hava basıncı değişiminin, sadece kat değişimine bağlı olmadığı görülmüştür (Şekil 3.17, Şekil 3.18). Şekil 3.18 incelendiğinde anlık olarak kat değiştiği zaman basıncın değişimi görülmektedir. Ancak aynı kat içerisinde zamana bağlı olarak da basınç dalgalanma göstermektedir. Doğru kat değişiminin tespit edilebilmesi için bu dalgalanmaların göz önünde bulundurulması, hesaplardan elemine edilmesi gerekmektedir.

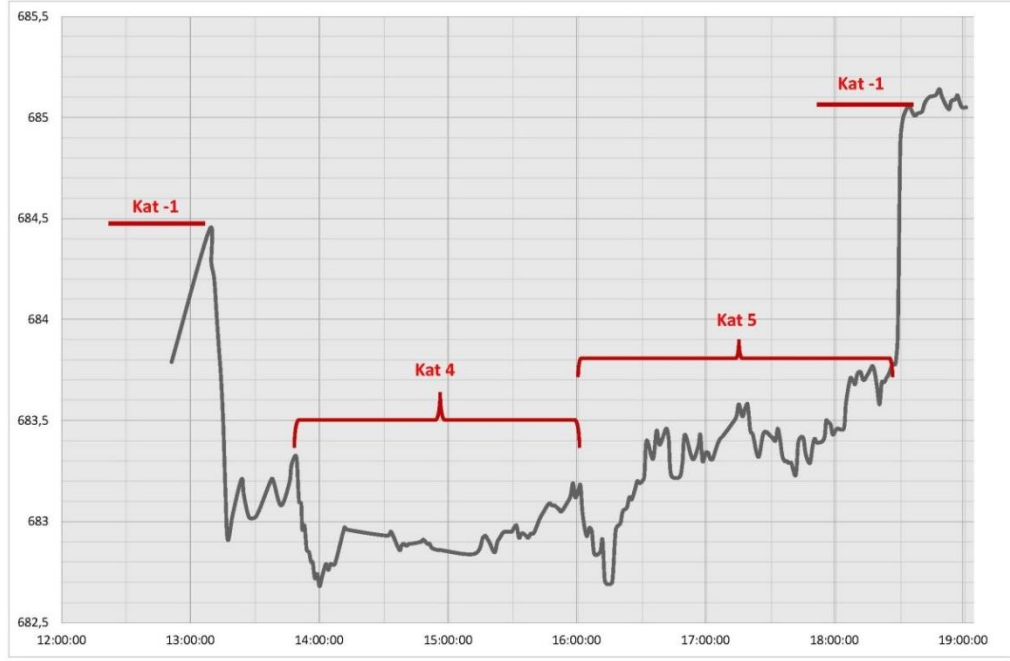


Şekil 3.16 : Vaisala Basınç Sensörü PTB220A ile yapılan test (Retscher, 2006).

Bina içerisinde basınç değişimi sıcaklık, rüzgar ve havalandırma; aynı zamanda hava olaylarıyla değişebilmektedir. Bu nedenlerle bu etkenlerin kat değişiminin tespitinde göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Beşinci bölümlerde bu konuya tekrar değinilecektir.



Şekil 3.17 : Basınç değişimi ile kat değişikliği arasındaki ilişki.



Şekil 3.18 : Basınç değişimi ile yükseklik değişimi arasındaki ilişki.

Benzer bir diğer çalışmada; Li ve diğ. (2013) basınç ile yükseklik arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

$$P=P_0 \cdot e^{\frac{Mg}{RT}H} \quad (3.5)$$

Burada P_0 deniz seviyesindeki basıncı, M hava moleküler ağırlığını, g yerçekim ivmesini, R gaz sabiti ve T Kelvin cinsinden sıcaklığı ifade eder. Li ve diğ. (2013) bu formülü (3.6) denklemindeki gibi sadeleştirmiştir.

$$H=C_1(1-\left(\frac{P}{P_0}\right)^{C_2}) \quad (3.6)$$

burada C_1 ve C_2 Li ve diğ. tarafından belirlenmiş sabitlerdir. Bu denklemde $P_0=1013.25$ hPa, $C_1=145367.59$, ve $C_2=0.19023$ 'tür (Li vd., 2013). Yine görüldüğü üzere mutlak basınç değeri çalışmalarında kullanılmaktadır.

Li ve diğ. (2013) çalışmalarında mobil sensörleri de kullanmışlardır. Çalışmaları sonucu gecikme problemleri giderildiği takdirde, kat belirlenmesinde basıncın kullanılabileceğini belirtmektedirler.

Muralidharan ve diğ. (2014) mobil cihazların basınç sensörlerini kullanarak, sensörlerin kullanılabilirliklerini araştırmışlardır. Çalışmalarında taşıma şekillerini

baz alarak; sensörleri yürüyerek (merdiven çıkma, inme), asansör ile ve yürüyen merdiven ile test etmişlerdir. Bu testlere ait sonuçlar Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 : Sensör Doğruluk Analizleri (%).

Taşıma Şekli	dp	dp, T	dp/dt	(dp/dt), T
Merdiven/Asansör/Yürüyen				
Merdiven	69	99.67	98.3	100
Yürüyen Merdiven	79	99	100	100
Asansör	28	100	95	100
Merdiven	100	100	100	100

Çalışmada her taşıma şekli için 100 defa deneme yapılmış; bunların 50 si inişte, 50 si ise çıkışta denenmiştir. Örnekler 6 farklı binada 2 farklı kişi tarafından 3 farklı cihaz ile toplanmıştır. Bu cihazlar çalışmalarımızda belirtmiş olduğumuz Model A ve E ve de tez kapsamında kullanılmayan bir USB hava ölçüm kartıdır. Burada dp basınç değişimini, dp, T t hareket zaman aralığında basınç değişimini, dp/dt (yükseklik değişim hızı) zamana bağlı yükseklik değişimini, (dp/dt),T t hareket zaman aralığında yükseklik değişim hızındaki değişimleri göstermektedir.

Muralidharan ve diğ. (2014) çalışmalarında aşağıdaki tespitlerde bulunmuşlardır:

- Mutlak basınç değerleri kat bilgisi elde edilmesinde direkt olarak kullanılamazlar.
- Basınç farkı kullanılarak bir binada kat değişimi ve kaç katlık bir değişim gerçekleştirildiği görülebilir.
- Basınç değişim hızına bakarak kişinin kat değişimini merdiven, yürüyen merdiven ve asansör yöntemlerinden hangisi ile yaptığı bulunabilir. Konum değişiminde gözlemlenen bu değişimler basıncın gün içerisindeki değişiminden farklılık göstermektedir.
- Barometre kullanarak düşey değişiklik tespiti ivme ölçerden daha doğru sonuçlar vermektedir.

Tüm bu olumlu görüşlere rağmen Muralidharan ve diğ. (2014) kişinin bulunduğu konumun gerçek bilgisine erişememişlerdir. Çünkü başlangıç değerlerinin verilmesi önem arz etmektedir. Sistemin doğru çalışabilmesi için kapalı mekan konumunun

teknik özelliklerinin bilinmesi ve de başlangıç yerinin belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü kapalı mekan 2.2 m yüksekliğe sahip bir bina olabilme imkanına sahipken, kat yüksekliği 10 metreyi bulan bir alış veriş merkezi de olabilir. Özellikle alış veriş merkezleri ve de gökdelenler birden fazla girişe sahip oldukları için farklı bir problemi de ortaya çıkarmaktadır. Çünkü bu girişler her zaman aynı yükseklikte bulunmayabilirler.

Vanini ve Giardano (2013) basınç ile yükseklik arasındaki ilişkiyi 11 000 metreye kadar olan yükseklikler için, (3.7) formülü ile ifade etmiştir.

$$h = \left(1 - \left(P/P_0\right)^{(k \cdot R/g)}\right) \cdot (T_0/k) \quad (3.7)$$

burada P_0 ve T_0 deniz seviyesindeki basınç ve sıcaklık değerini (1013.25 hPa ve 288.15 °K), R evrensel gaz sabitini ($287.052 \text{ m}^2/\text{s}^2$), k yükseklik değişimine karşılık gelen sıcaklık değişimi düzeltme değeri (0.0065 °K/m), g yerçekim ivmesini (9.82 m/s^2) ifade etmektedir. Yine çalışmalarda mutlak basınç değeri kullanılmaktadır.

Vanini ve Giardano (2013), çalışmalarında Samsung Galaxy Nexus ve Samsung Galaxy SIII mobil cihazları kullanmışlardır. Bu cihazlardan ilki Bosch tarafından geliştirilen Sensortec BMP180 digital barometrik basınç ölçere, diğeri ise STMicroelectronics tarafından geliştirilen LPS331AP çipine sahiptir. Rölatif basınç doğrulukları sırasıyla $\pm 0.12 \text{ hPa}$ ve $\pm 0.1 \text{ hPa}$ 'dır.

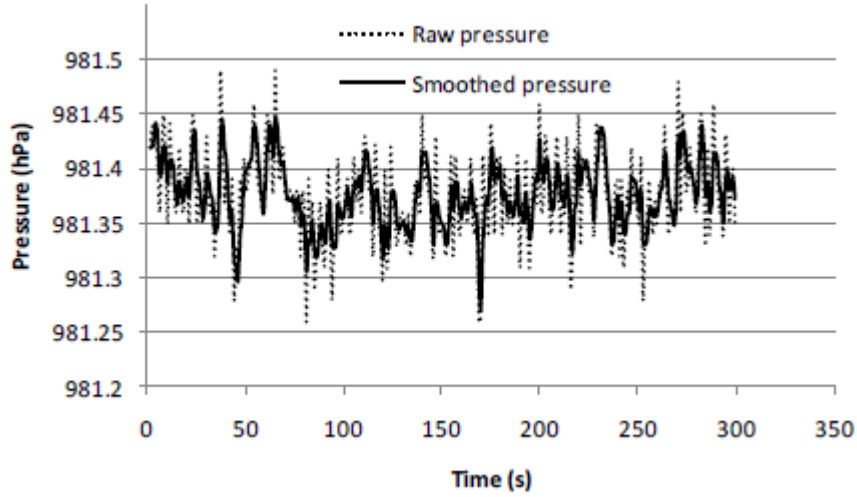
Vanini ve Giardano (2013), yazdıkları uygulamada saniyede bir veri kaydetmektedir. Her saniye içerisinde 3 sensör okuması yapmakta ve bu sensör okumalarının ortalamasını kaydetmektedir. Ancak yukarıda tez yazarı ve diğer araştırmacılar tarafından da belirtilen gürültü verileri ve dış değişkenlerden kaynaklı basınç değişimi Vanini ve Giardano'nun sonuçlarını da etkilemektedir. Bu nedenle, bu gürültülerin uzaklaştırılabilmesi için bir yaklaşım önermektedirler. Çiftli Üstsel Yumuşatma (Double Exponential Smoothing) olarak çevrilebilecek yönteme ait denklemler (3.8) ve (3.9) 'da verilmiştir.

$$s_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(s_{t-1} + b_{t-1}) \quad (3.8)$$

$$b_t = \gamma(s_t - s_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1} \quad (3.9)$$

Bu denklemlerde α veri yumuşatma faktörüdür. Bu değer 0 ile 1 arasındadır. γ ise eğilim yumuşatma faktörüdür ve bu değer de 0 ile 1 arasındadır. Araştırmacılar

alışmalarında 0.5 değerini her iki değer için de kullanmışlardır. şekil 3.19’da basınç okumaları ve bu değerlerin (3.8) ve (3.9) denklemleri ile yumuşatılması görülmektedir.



şekil 3.19 : Ham ve Yumuşatılmış Basınç Okumaları (Vanini ve Giardano, 2013).

Vanini ve Giardano’nun kat değişiminin belirlenmesi için kullandıkları algoritma şekil 3.20’de görülmektedir (2013). Araştırmacılar çalışmalarında saniyelik değişim ile çalışmaktadır. Ayrıca ivme lme sensörleri de algoritmada kullanılmaktadır.

Vanini ve Giardano (2013) alışmalarında basınç değişiminin, kat değişiminin tahmininde kullanılabileceğini bir kez daha göstermişlerdir. Diğer çalışmalarda göz önünde bulundurulduğunda kat değişiminin, basınç değişimi ile tespit edilebileceği görülmektedir. Ancak yapılacak çalışmalarda dış etkenlerin ve gürültü değerlerinin göz önünde bulundurulması, gecikme probleminin giderilmesi ve zaman faktörünün göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Bu aşamada, değişimin tespit edilebilmesi ve mobil cihazlarda basınç sensör değerlerinin kullanılabilmesi için, g tüketiminin minimuma indirilmesi, sistemin otomatize edilmesi ve başlangı değerlerinin sisteme nasıl dahil edileceğinin belirlenmesi gerekmektedir.

```

Input: pressure p, previous pressure prev_p, acceleration a
Output: floor transition is_floor_changed
PRESS_ACC 1.2
MIN_SAMPLES 4
change_in_sign FALSE
threshold_exceeded FALSE
if (a<T_STATIC)
    update pressure_std_dev
end if
else if (num_samples_pressure_std_dev>MIN)
    PRESS_ACC=k*pressure_std_dev
end if
deltaPres (p-meanPressure)
adjacentDeltaPressure (p-prev_p)
if |deltaPres|> PRESS_ACC
    threshold_exceeded TRUE
end if
if threshold_exceeded
    if(n_boundaries==MIN_SAMPLES)
        if(p-last_press>DELT_PRESS_MIN)
            is_floor_changed TRUE
            last_press=p
        end if
    end if
    if change_in_sign
        if |deltaPres|< PRESS_ACC
            n_boundaries n_boundaries+1
        end if
    else
        change_in_sign FALSE
    end if
    else if (adjacentDeltaPressure change sign)
        re-compute meanPressure
        change_in_sign TRUE
    end if
else
    update meanPressure
end if
return is_floor_changed

```

Şekil 3.20 : Kat değişiminin Belirlenmesinde Kullanılan Algoritma (Vanini ve Giardano, 2013).

Çalışmalarda da bahsedildiği üzere en önemli problemlerden birisi başlangıç değerlerinin sisteme dahil edilmesidir. Yukarıda bahsi geçen formüller özellikle, mutlak yükseklik değerinin elde edilmesi için kullanılabilir. Ancak mevcut sensör doğrulukları ile mutlak değişim bizi, kesin kat değişiminin tespitine götürmeyecektir. Bu nedenle bağlı değişimin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu konuya 5. Bölümde tekrar değinilecektir.

3.3 Open GeoSMS ve SAHANA

Open GeoSMS, OGS (Open Geospatial Consortium) tarafından geliştirilmiş uluslararası açık kaynak kodlu standartlardır. Standardın 2011 yılında onaylanmış ve 2012 yılında basılmış haline <http://www.opengis.net/doc/GeoSMS-core/1.0> adresinden ulaşılabilir. Bu standartlar Kısa Mesaj Hizmeti (Short Message Service – SMS)

altyapısı kullanılarak konum paylaşımının ilkelerini açıklamaktadır. Open GeoSMS acil durum ve afet yönetiminde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Bu standart ile konum bilgisine sahip SMS'ler tüm mobil sistemler üzerinde ve LBS uygulamalarında kullanılabilecektir. Bu sayede farklı cihaz ve uygulamalar da bile veri alışverişi yapılabilecektir. Sistem dört ana parçadan oluşmaktadır. İlk parçada bir URL bulunmaktadır. Bu URL konumun sorgulanacağı ve harita üzerinde kullanılacağı linki ifade etmektedir. Bu URL Google haritalarını kullanmak için <http://maps.google.com/maps?q=25.041,36.3452>, Yandex haritalarını kullanmak için URL <https://harita.yandex.com.tr/?text=39.887%2C32.8466&sll=32.862543%2C39.940265> şeklinde kullanılabilir. İkinci parçada konum bilgileri yer almaktadır. Üçüncü parçada SMS “&GeoSMS” ile bitirilmektedir. Son kısım ise seçime bağlıdır. Bu bölümde ilgili konumla ilgili açıklama girilebilir (Şekil 3.21). Örnek bir mesaj şu şekildedir:

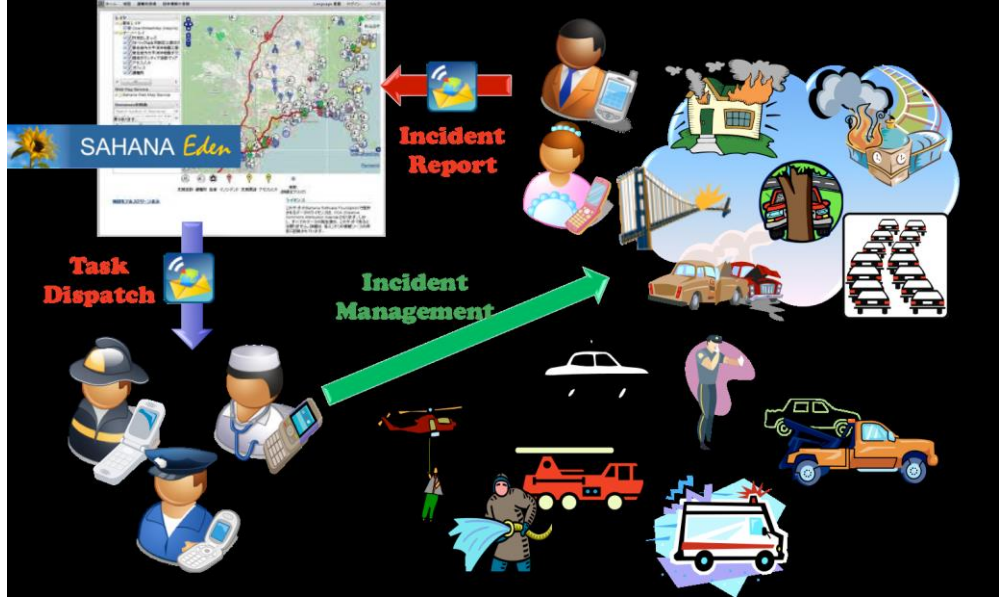
“<http://maps.geosms.cc/showmap?location=23.9572,120.6860&GeoSMS>

Debris flow alert! Use emergency evacuation route now! ”

SAHANA Acil Durum ve Afet Yönetiminde kullanılmak üzere geliştirilmiş açık kaynak kodlu bir sistemdir (Şekil 3.22). Open GeoSMS bu sistemin iletişim standardıdır. Open GeoSMS ile kaza raporları alınmakta, görevlendirmeler/görevler yollanmakta ve müdahale ekiplerinin iletişimleri sağlanmaktadır. Acil kurtarma ekipleri raporlarını ücretsiz indirebilecekleri android uygulaması ile merkeze iletebileceklerdir (Url-9).



Şekil 3.21 : Örnek GeoSMS (Url-9).



Şekil 3.22 : SAHANA Mimarisi (Url-9).

4. ZAMAN SERİLERİ ANALİZİ

Gözlem değerlerinin bir zaman değişkenine göre sıralanmasıyla (değişmesine, farklı sonuçlar doğurmasına) elde edilen serilere “zaman serisi” denir (Cryer ve Chan, 2008). Zaman serileri, zamana bağlı bir ya da birçok değişkenin kayıt edilmesi sonucu ortaya çıkan fonksiyonlardır.

Zaman serileri analizleri, birçok bilim dalında çok önemli yer tutar. Zaman serisinin $X(t)$ uzunluğu, kesintisiz oluşu gibi etkenler analizler için önemlidir.

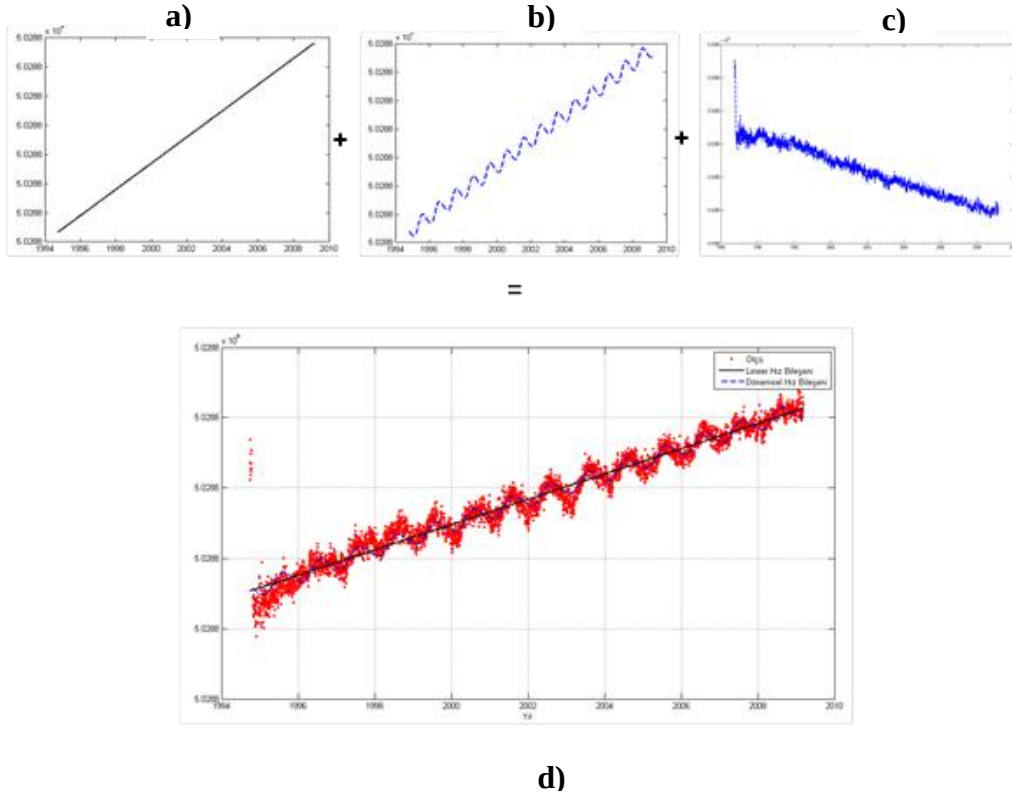
Zaman serisi çözümlemesi herhangi bir zaman serisine düzensiz görünüm veren dalgalanma veya hareketlerin neden kaynaklandığını bularak zaman serisini bileşenlerine ayırmak, bunların gelecekte alacakları değerleri tahmin etmek ve nihayet bileşenleri birleştirerek belirli bir tahmin değerine ulaşmak ile ilgilidir.

Zaman serileri analizleri temel iki amaç için yapılmaktadır. Öncelik, geçmiş dönemlere ilişkin gözlem değerleri yardımıyla geçmişi açıklayarak, geleceğe yönelik tahminler yapmaktır. Diğer amaç ise seride etkili olan herhangi bir faktörün etkisinin belirlenmesidir. Bu etki anlık bir olay ya da belli bir zamana yayılmış olaylar bütünü olabilir. Bu sayede etki, derecesi belirlenerek ileriki zamanlar için önlemler alınmakta ya da düzenlemeler yapılmaktadır.

Seri değerlerinin eğiliminde bazı değişme ve düzensizlikler görülebilir. Bu değişme ve düzensizlikler dört faktörün (bileşenin) varlığından ve bunların etki yön ve şiddetinin farklılığından kaynaklanır. Bunlar;

1. Trend – eğilim
2. Mevsimlik Dalgalanmalar - Dönemsel
3. Konjonktürel, Anlık Dalgalanmalar
4. Düzensiz Hareketler – Gürültü bileşenleridir (Cryer ve Chan, 2008).

Şekil 4.1'de bu bileşenler gösterilmiştir. Şekil 4.1-a eğilimi, Şekil 4.1-b mevsimsel dalgalanmaları ve Şekil 4.1-c anlık dalgalanma ve Şekil 4.1-d gürültü bileşenlerini göstermektedir.



Şekil 4.1 : Zaman serisi bileşenleri.

$$X(t)=Bi+Pi+Ti+Si \quad (4.1)$$

(4.1) denkleminde belirtilen parametreler Şekil 4.1’de gösterimi yapılan bileşenleri ifade etmektedir. Burada Bi belirsiz kısım, Pi dönemsel kısım veya spektral bileşen, Ti artış veya azalış şeklinde trend, Si sıçrama bileşenini ifade eder. Bazı araştırmacılar aylık zaman serileri için bu yaklaşımları (4.2) ile vermektedir (Göktaş, 2005).

$$X(t)=Bi.Pi.Ti.Si \quad (4.2)$$

Hemen her ölçmeyi zaman süreci içinde etkileyen çeşitli faktörler vardır. Bu faktörlerin etkisiyle seride az çok bir sapma meydana gelebilirse de, uzun bir sürede faaliyetin ana eğilimi sabit bir durum gösterebilir. İşte bir zaman serisinin uzun dönemde belli bir yöne doğru gösterdiği ana eğilime trend (eğilim) veya uzun dönem eğilimi adı verilir. Ancak; eğilimin yön ve şiddet açısından hep aynı kaldığı söylenemez. Bağlı olduğu faktörlerin şiddet derecesindeki değişimlerine göre eğilimdeki artış veya azalış miktarı değişebilir.

Mevsim etkisiyle bir yıllık aralıklarla düzenli bir şekilde tekrarlanan dalgalanmalara mevsimlik dalgalanma denir.

Zaman serileri iki ana başlık altında toplanabilir. Bunlar; zaman içerisinde durağan seriler, diğeri ise kararlı durağan olmayan serilerdir. Giriş ve çıkış bağıntılarının zamana bağılı olmadığı sistemler kararlıdır. İstisnasız bütün tabii sistemler zamanla değişirler; fakat değişimin tanımlanıp modele uyarlanması zor olduğundan sistem analizinde genelde zamanla değişmezlik kabulü yapılır ki genelde bu sistemin gerçekliğinden uzaklaşmak demektir. Durağan olmayan işaretler zaman içerisinde değişen spektral bileşenlere sahiptirler. Bu tür zaman serilerine tabiatta sıklıkla karşılaşılmaktadır (Nason, ty).

Stokastik bir süreç izleyen zaman serilerinde, serinin durağan (stationary) olup olmadığı çok önem kazanmaktadır. Stokastik veya rastlantısal (random) bir değişkenin zaman içerisinde ortalaması, varyansı ve oto kovaryansının sabit olması şeklinde ifade edebileceğimiz durağanlık kavramı, serinin değerlerinin belli bir değere yaklaşmasını ya da beklenen değerin etrafında dalgalanmadığını ifade eder. Zaman serileri alanında yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu belirsiz ve bilinmeyen gelecek hakkında doğru kestirimler yapmaya yöneliktir. Eğer bir stokastik süreç durağan değilse, serinin davranışı sadece ele alınan tahmin dönemi için geçerli olacaktır. Ancak seri hakkında diğer dönemler hakkında bir genelleme yapılamayacaktır.

Atmosferik hava basıncı okumaları durağan olmayan zaman serilerine örnektir. Bir zaman aralığında, belli bir konuma ait toplanacak olan atmosferik hava basıncı verisi analiz edildiği takdirde geleceğe yönelik tahmin yapılabilir. Bu düşünceden yola çıkarak diğer araştırmalar tarafından veri içerisinde tespit edilen dış etkenler ve gürültü elemanları zaman serileri analizi ile ortaya çıkarılabilir. Analiz ile tespit edilecek tahmin değeri okuma değeri ile karşılaştırıldığında kat değişimi hakkında bilgi edinilebilir. Bu hipotez göz önünde bulundurularak; iki farklı analiz yöntemi ile farklı zaman aralığında ve konumda testler tez kapsamında yapılmıştır.

4.1 En Küçük Kareler Korelasyonu

Bir ölçme işlemi sonucu toplanan veriler tablo şekline getirilerek incelenir ve toplanan veriyi modelleyen bir fonksiyon bulunmaya çalışılır. Çoğu zaman bu veri tablosuna tam olarak uyan bir fonksiyon bulmak mümkün olmaz; veri tablosuna en iyi uyan fonksiyon belirlenmeye çalışılır. Bir veri tablosuna en iyi uyan fonksiyonu bulma sürecine regresyon analizi denir (Url-22).

Regresyon analizi yaparken en çok kullanılan yöntemlerden biri En Küçük Kareler (EKK) yöntemidir. Büyük matematikçi C. F. Gauss'un 18 yaşındayken (1795) geliştirdiği bu yöntem, Gauss'un toplu eserlerinin yayınlandığı ciltlerden ikincisinde 1809 yılında yayınlanmıştır (Url-22).

Fransız matematikçi A. Legendre 1805 ve Amerikalı matematikçi R. Adrain de 1808 yıllarında aynı yöntemi Gauss'dan habersiz ve bağımsız olarak keşfetmişlerdir. En küçük kareler yöntemi, tıp, finans, mühendislik, ziraat, biyoloji ve sosyoloji gibi çeşitli bilim dallarında çeşitli değişkenler arasındaki ilişkiler belirlenirken kullanılan en önemli araçlar arasındadır (Url-22).

Eğri uydurma ve lineer regresyon EKK'nın en basit formlarıdır. Genellikle amaç en düşük dereceli polinom kullanarak bir gürültü içeren zaman serisini tanımlamaktır. Eğer seri sadece iki nokta içerseydi; bu iki noktadan geçen, başlangıç noktası ve eğimi belli olan bir denklem elde edilir ve bu denklem (4.3) deki gibi olurdu. Ancak ikiden fazla nokta olduğunda, bu noktalardan geçen bir doğru çizmek mümkün olmayacaktır. Bu noktaları en iyi temsil edecek eğriyi geçirmek istendiğinde noktaların ağırlıklarından ya da noktaların mutlak değerlere olan uzaklıklarından/uzaklıklarının karelerinden yararlanabilir (Gibbs, 2011).

$$y(t)=y(t_1)+\left(\frac{y(t_2)-y(t_1)}{t_2-t_1}\right)(t-t_1) \quad (4.3)$$

Bu aşamada, Gauss ve Legendre farkların karelerinin toplamını kullanmayı tercih etmişlerdir. N noktadan geçen bir eğri uydurmak istenirse;

$y_i(x)$: gerçek değerler

$\hat{y}_i(x)$: tahmini değerler (regresyon değerleri)

q_i : bu değerler arasındaki fark olduğunda (Şekil 4.2);

bu noktaları en iyi şekilde ifade edecek doğru $\sum_{i=0}^n q_i^2$ şartının minimum olması ile geçerlidir (Gibbs, 2011).

Birbirinden bağımsız m (1,2...m) tane ölçü olduğuna düşünülürse bu ölçülerin de rastgele gürültüler (r_i) içerdiği düşünülürse ölçüler arasındaki eşitlik (4.4)'deki gibi ifade edilebilir.

$$y_i=h_ix+r_i \quad (4.4)$$

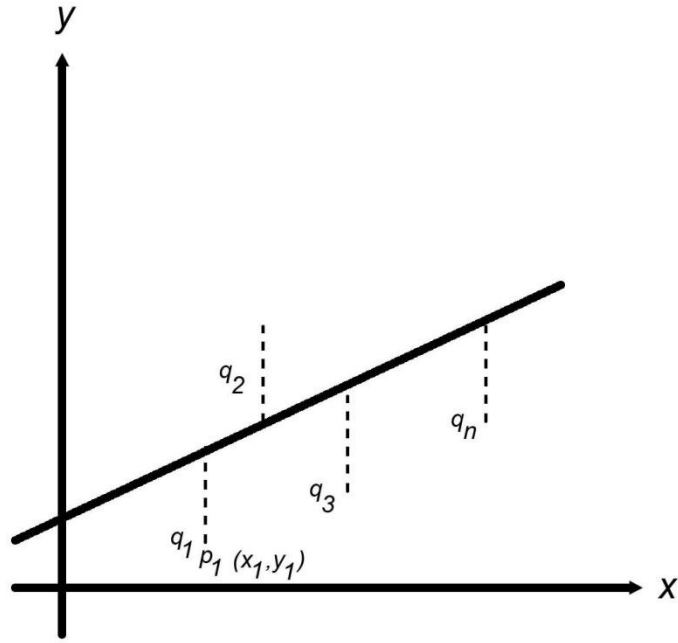
burada;

x : n model parametrenin durum vektörü

$\hat{x}$: tahmini değerler

h_i : y_i ölçülerinin elde edilmesine yarayan x parametresinin 1'e n'lik satır vektörü

r_i : ölçü gürültüleridir.



Şekil 4.2 : Noktaları Temsil Edecek En uygun Doğrunun Geçirilmesi.

Veri kümesindeki tüm noktalar kolon matrisi şeklinde ifade edilecek olursa;

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_m \end{bmatrix} \cdot x + \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_m \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

$m \times n$ 'lik bir matris oluşturulabilir. Burada $y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix}$, $H = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \\ \vdots \\ h_m \end{bmatrix}$ 'dir. En küçük kareler kazanım fonksiyonu da şu şekildedir:

$$J = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m (y_i - h_i \hat{x})^2 \quad (4.6)$$

$$= \frac{1}{2} (y - H\hat{x})^T (y - H\hat{x})$$

Elde edilen fonksiyon minimize edilirse;

$$\frac{\partial J}{\partial \hat{x}} = - \sum_{i=1}^m (y_i - h_i \hat{x}) h_i$$

$$= -(y - H\hat{x})^T H \quad (4.7)$$

$$= 0$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlikteki devrik matris bize

$$H^T (y - H\hat{x}) = 0 \text{ ya da}$$

$$(H^T H) \hat{x} = H^T y \quad (4.8)$$

Öncül hata matrisi

$$P = E[\hat{x} \hat{x}^T]$$

$$= (H^T R^{-1} H)^{-1} H^T R^{-1} E[rr^T] R^{-1} H (H^T R^{-1} H)^{-1} \quad (4.9)$$

$$= (H^T R^{-1} H)^{-1}$$

şeklinde olacaktır. Burada ifade edilen R ölçü gürültü matrisidir.

(4.8) denkleminin traspoze ile çarpılmasıyla $\hat{x}$ elde edilebilir.

$$\hat{x} = (H^T H)^{-1} H^T y \quad (4.10)$$

Bilinmeyenlerin tahmini için uygulama içerisinde ağırlıklandırılmış EKK kullanılmıştır. Bu denklem aşağıdaki gibidir.

$$\hat{x} = (H^T P H - H^T P y) \quad (4.11)$$

Burada bahsi geçen P ağırlık matrisidir.

4.2 Kalman Filtrelemesi ile Zaman Serisi Analizi

Kalman filtresinin esası matematiksel denklemler sayesinde kestirim – düzeltme yöntemi ile en uygun çözüm için hatanın minimize edilmesine dayanır. Kalman filtresi basitçe en uygun çözüm bulununcaya kadar tekrarlı işleme dayanan bir algoritmadır (Maybeck, 1979). Bir uygulamada birden fazla filtreleme algoritması denendiğinde, bunlar arasında en iyisi her zaman Kalman filtrelemesidir (Maybeck,1979). 1979 yılında ifade edilen bu kesin yargı, günümüz algoritma ve bilgisayar teknolojileri kullanılarak çürütülebilir. Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Bulanık Mantık ile olumlu sonuçlar alınabilir.

4.2.1 Ayrık kalman filtrelemesi

4.2.1.1 Tahmin süreci

Bilinmeyen bir x ölçüsünün bulunabilmesi için ayrık Kalman (4.12) filtresi denkleminde görüldüğü gibi lineer stokastik fark denklemini kullanır.

$$x_k = Ax_{k-1} + Bu_k + w_{k-1} \quad (4.12)$$

Ölçme değerleri z_k de sisteme (4.13) denklemi ile dâhil edilir.

$$z_k = H.x_k + v_k \quad (4.13)$$

Rastlantısal değişkenler olan w_k ve v_k işlem ve ölçme sürecinin gürültülerini ifade eder. Bu gürültüler birbirinden bağımsızdır. Beyaz gürültü olarak kabul edilmesi gereken bu gürültüler normal dağılıma uyarlar (4.14, 4.15).

$$p(w) \sim N(0, Q) \quad (4.14)$$

$$p(v) \sim N(0, R) \quad (4.15)$$

Her işlem adımından sonra her iki aşamasında kovaryans matrisinin değişmesi yenilenmesi gerekmektedir. Ama bazı özel durumlarda sabit kullanılabilir.

4.2.1.2 Filtrenin çalıştırılması

Hatanın minimize edilebilmesi için sisteme öncül ve soncul (ampirik/deneysel) tahmin hatalarının verilmesi gerekmektedir. Algoritmaya bu değerler genellikle verilen başlangıç değerleri ile sağlanır. Eğer elinizde başlangıç değerleri var ise,

hesaplanan öncül tahmin hatası ve tahmin edilen soncul tahmin hatası ile hatalar en küçük oluncaya kadar işlem devam ettirilir. Bu hatalar (4.16) ve de (4.17) denklemleri ile hesaplanabilir.

$$e_k^- \equiv x_k - \hat{x}_k^- \quad (4.16)$$

$$e_k = x_k - \hat{x}_k \quad (4.17)$$

Öncül tahmin hatası kovaryans matrisi (4.18) ve soncul tahmin hatasının kovaryans matrisi de (4.19) ile hesaplanabilir.

$$P_k^- = E[e_k^- e_k^{-T}] \quad (4.18)$$

$$P_k = E[e_k e_k^T] \quad (4.19)$$

Bu denklemlerin birleşimi ile Kalman Filtresi sonuç $\hat{x}_k$ için; öncül $\hat{x}_k^-$ değeri, gerçek ölçme değeri z_k ve de ölçü tahminleri $H\hat{x}_k^-$ ile sonlandırılır (4.20).

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K(z_k - H\hat{x}_k^-) \quad (4.20)$$

(4.20) denklemindeki $(z_k - H\hat{x}_k^-)$ farkı ölçme yenilenmesi/onarımı ya da artık olarak ifade edilir. Görüleceği üzere artıklar gerçek ölçme değeri z_k ile tahmin $H\hat{x}_k^-$ arasındaki farklılıklar hakkında bilgi verir. Eğer bu fark sıfır olursa, kesin değere yaklaşıldığı sonucuna varılır. (4.20) denklemindeki K matrisi $n \times m$ boyutundadır ayrıca kazanım ya da harmanlama faktörü olarak isimlendirilir. Bu faktör soncul hata kovaryans matrisinin minimize edilmesini sağlar. Ama bu noktada bilinmeyen bu K matrisinin çözümlenmesi gerekmektedir. Bunun için (4.21) denklemi kullanılır.

$$K_k = P_k^- H^T (H P_k^- H^T + R)^{-1} = \frac{P_k^- H^T}{H P_k^- H^T + R} \quad (4.21)$$

(4.21) denkleminde bakıldığında ölçme hata kovaryansının (R) sıfıra yaklaştıkça K kazanım ağırlığının artıklardan daha çok etkilendiği $\lim_{R_k \rightarrow 0} K_k = H^{-1}$ ile görülebilir. Aynı zamanda öncül tahmin hata kovaryansının P_k^- sıfıra yaklaştıkça kazanımda artıkların ağırlıklarının azaldığı $\lim_{P_k^- \rightarrow 0} K_k = 0$ ile görülebilir. Buradan anlaşılabacağı üzere ölçme hata kovaryans matrisi R ne kadar sıfıra yaklaşırsa, gerçek ölçme değeri z_k daha güvenilir ya da daha doğru; ancak tahmin değeri daha az güvenilir olacaktır.

Aynı şekilde tersten düşünülürse; öncül tahmin hata kovaryansı P_k^- sıfıra yaklaştıkça, gerçek ölçme değeri z_k daha az güvenilir; tahmin ölçme değeri $H\hat{x}_k^-$ daha çok güvenilir olacaktır.

4.2.1.3 Ayırık kalman filtresinin algoritması

Kalman filtresi ileriye dönük tahminleri, geriye dönük kontroller ile yapar. Filtre konumları tahmin eder ve ölçmelere göre gürültüleri elde eder. Filtre temel iki aşamadan oluşur. Birincisi zaman yenilemesi “time update”, ikincisi ise “measurement update” olarak bilinen ölçme yenilemesidir. Zaman yenilemesi ileriye dönük durum tahminlerinin ve hata kovaryansının yani bir sonraki döngü için hazırlıkların yapıldığı, öncül tahminlerin yapıldığı kısımdır. Ölçme yenilemesi ise geri beslemeden ve yeni ölçmeleri öncül tahminlerle değerlendirerek soncul hataları iyileştirmeye çalışır.

Zaman yenilmesi denklemleri genellikle tahmin denklemleri, ölçme yenilmesi denklemleri ise doğrulama denklemleri olarak bilinir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 : Kalman Filtresi algoritma döngüsü.

Zaman yenilemesi denklemleri (4.22) ve (4.23) ile gösterilmiştir.

$$\hat{x}_k^- = A\hat{x}_{k-1} + Bu_k \quad (4.22)$$

$$P_k^- = AP_{k-1}A^T + Q \quad (4.23)$$

(4.22) ve (4.23) denklemleri ile zaman yenilemesi adımı k-1. adım verileri ile k. adım tahmin edilir. Burada k_1 A ve B matrisleri (4.23) ve de Q matrisi (4.14) denklemlerinden elde edilebilir. Aynı şekilde ölçme yenilmesinin denklemleri de (4.24), (4.25) ve (4.26) denklemlerinde gösterilmiştir.

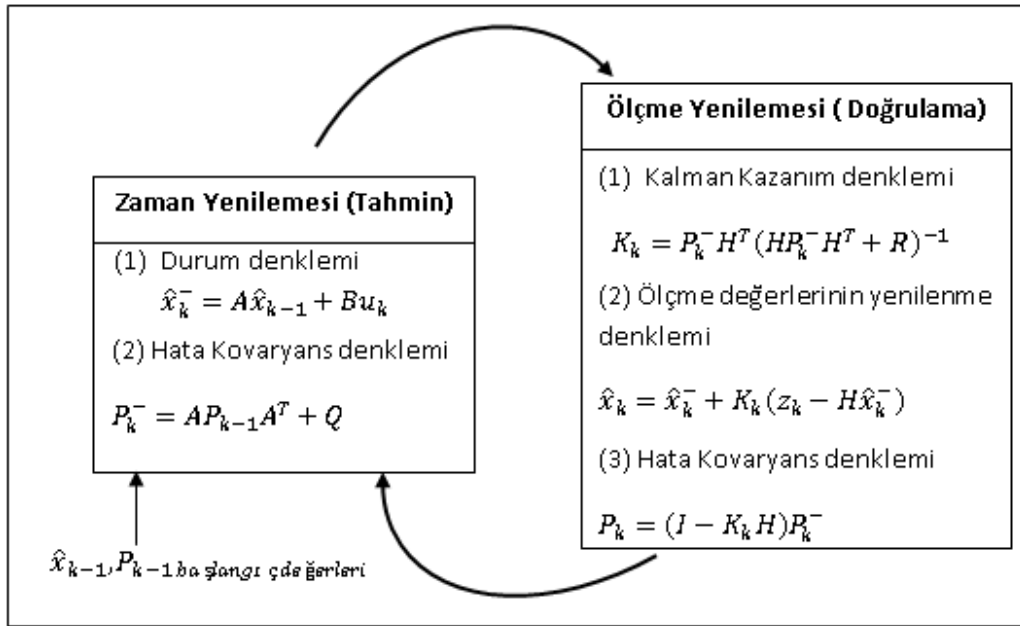
$$K_k = P_k^- H^T (H P_k^- H^T + R)^{-1} \quad (4.24)$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - H \hat{x}_k^-) \quad (4.25)$$

$$P_k = (I - K_k H) P_k^- \quad (4.26)$$

Ölçme yenilemesi adımımda en önemli kısım Kalman kazanımı K nın hesaplanmasıdır. İkinci aşama elde edilen tahmin değerlerinin ölçmelerinin yapılması ve soncul konum tahmininin yapılmasıdır (4.25). Son aşama ise (4.26) denklemi ile soncul hata kovaryanslarının tahmin edilmesidir.

Her zaman ve ölçme yenilemesinden sonra döngü başa döner ve her defasında elde edilen soncul tahmin değeri yani döngünün öncül tahmin değeri olur. Bu tekrarlama Kalman filtrelemesini cazip kılan en iyi özelliklerinden biridir. Filtreleme bu sayede pratik uygulamalarda Wiener filtresine göre esneklik kazandırır (Welch ve Bishop, 2001). Sistemin genel özeti Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4 : Kalman Filtresi genel akış diyagramı.

Taylor serisine benzer şekilde, lineer olmayan ilişkilerin kısmi türevlerinin alınarak lineerleştirme yapılır. Bu durumda durum denklemi (4.27) ve ölçmeleri (4.28) denkleminde dönüşür.

$$x_k = f(x_{k-1}, u_k, w_{k-1}) \quad (4.27)$$

$$z_k = h(x_k, v_k) \quad (4.28)$$

Yine burada w_k ve v_k ayrık kalman filtrelemesinde olduğu gibi tahmin ve ölçme kısımlarının gürültüleridir.

Extended Kalman Filtering (EKF)'de temel hata, çoğu rastlantısal değişkenlerin doğrusal olmayan dönüşümler sonucu normal dağılımdan çıkmalarıdır. Bu eksikliği gidermek için farklı algoritmalar, geliştirmeler yapılmaya çalışılmaktadır (Welch ve Bishop, 2001).

4.2.1.4 Filtrenin çalıştırılması

Öncelikle lineer olmayan denklem takımı (4.29) ve (4.30) denklemlerinde görüldüğü gibi lineerleştirilir.

$$x_k \approx \tilde{x}_k + A(x_{k-1} - \hat{x}_{k-1}) + W w_{k-1} \quad (4.29)$$

$$z_k \approx \tilde{z}_k + H(x_k - \tilde{x}_k) + V v_k \quad (4.30)$$

Burada x_k ve z_k gerçek durum ve ölçme vektörleri $\tilde{x}_k$ ve $\tilde{z}_k$ tahmini durum ve ölçme vektörleri, $\hat{x}_k$ k. zamanda soncul tahmin değeri, w_k ve v_k zaman ve ölçme yenilemelerinin gürültüleridir. Filtrelemede kullanılacak olan matrisler lineer olmayan fonksiyonun kısmi türevlerinin alınması ile elde edilir (4.31 - 34).

A Jakobiyan matrisi f fonksiyonunun x 'e göre kısmi türevi

$$A_{[i,j]} = \frac{\partial f_{[i]}}{\partial x_{[j]}}(\hat{x}_{k-1}, u_k, 0) \quad (4.31)$$

W Jakobiyan matrisi f fonksiyonunun w 'a göre kısmi türevi,

$$W_{[i,j]} = \frac{\partial f_{[i]}}{\partial w_{[j]}}(\hat{x}_{k-1}, u_k, 0) \quad (4.32)$$

H Jakobiyan matrisi h fonksiyonunun x 'e göre kısmi türevi,

$$H_{[i,j]} = \frac{\partial h_{[i]}}{\partial x_{[j]}}(\tilde{x}_k, 0) \quad (4.33)$$

V Jakobiyan matrisi h fonksiyonunun v 'a göre kısmi türevi alınarak elde edilir.

$$V_{[i,j]} = \frac{\partial h_{[i]}}{\partial v_{[j]}}(\tilde{x}_k, 0) \quad (4.34)$$

Tahmin hatasını yeniden tanımlanması (4.35) ve ölçme artıkları (4.36) denklemleri ile gösterilmiştir.

$$\tilde{\epsilon}_{x_k} \equiv x_k - \tilde{x}_k \quad (4.35)$$

$$\tilde{\epsilon}_{z_k} \equiv z_k - \tilde{z}_k \quad (4.36)$$

Denklemler incelendiğinde görülecektir ki x_k elemanına gerçekte sahip olunması mümkün değildir. z_k ölçmeleri sonucu x_k tahmini ile gerçek konum hakkında fikir sahibi olunur. Bu nedenle (4.35) ve (4.36) denklemlerinin düzenlenmesi gerekmektedir. Hataları düzenlenirse (4.37) ve (4.38) denklemleri elde edilir.

$$\tilde{\epsilon}_{x_k} \approx A(x_{k-1} - \hat{x}_{k-1}) + \epsilon_k \quad (4.37)$$

$$\tilde{\epsilon}_{z_k} \approx H\tilde{\epsilon}_{x_k} + \eta_k \quad (4.38)$$

Burada ϵ_k ve η_k sıfır ortalamalı ve kovaryans matrisleri WQW^T ve VRV^T , nin yeni bağımsız rastlantısal değişkenleridir.

Dikkat edilirse (4.37) ve (4.38) denklemleri lineerdir ve ayrık kalman filtresindeki denklemlerle benzerlikler göstermektedir. Bu nedenle soncul konum tahminini yapmak için (4.39) denklemi kullanılabilir.

$$\hat{x}_k = \tilde{x}_k + \hat{\epsilon}_k \quad (4.39)$$

(4.37) ve (4.38) denklemlerinin rastlantısal değişkenleri aşağıda gösterilen olasılık dağılımlarına uyar.

$$p(\tilde{\epsilon}_{x_k}) \sim N(0, E[\tilde{\epsilon}_{x_k} \tilde{\epsilon}_{x_k}^T])$$

$$p(\epsilon_k) \sim N(0, WQ_k W^T)$$

$$p(\eta_k) \sim N(0, VR_k V^T)$$

Verilen bu yaklaşımlar ile tahmini $\hat{\epsilon}_k$ değerinin sıfır olabileceği görülür. Bu nedenle kalman filtresi kullanılarak $\hat{\epsilon}_k$ (4.40) denklemi ile belirlenebilir.

$$\hat{\epsilon}_k = K_k \tilde{\epsilon}_{z_k} \quad (4.40)$$

(4.39) ve (4.40) denklemleri beraber kullanılırsa (4.41) denklemi elde edilir ve bu denklem ile ikinci kalman filtrelemesine ihtiyacı olmadan sonuca varılabilir.

$$\hat{x}_k = \tilde{x}_k + K_k \tilde{\epsilon}_{z_k} = \tilde{x}_k + K_k (z_k - \tilde{z}_k) \quad (4.41)$$

Zaman yenileme denklemleri (4.38) ve (4.39) denklemleri ile ve ölçme yenileme denklemleri (4.40), (4.41) ve (4.42) denklemleri ve Şekil 4.5 ile aşağıda özetlenmiştir.

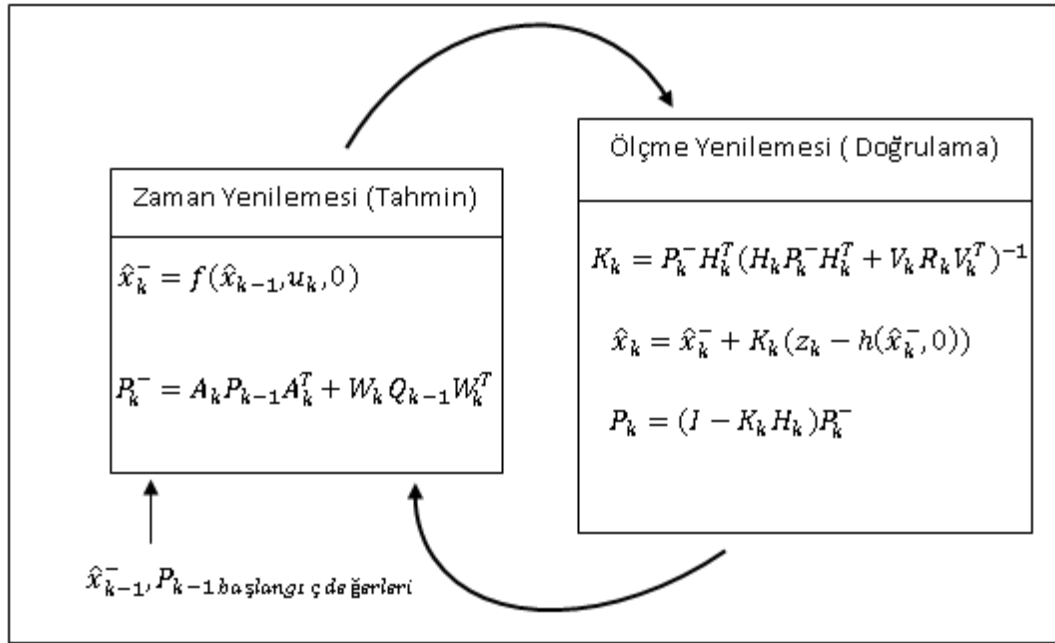
$$\hat{x}_k^- = f(\hat{x}_{k-1}, u_k, 0) \quad (4.42)$$

$$P_k^- = A_k P_{k-1} A_k^T + W_k Q_{k-1} W_k^T \quad (4.43)$$

$$K_k = P_k^- H_k^T (H_k P_k^- H_k^T + V_k R_k V_k^T)^{-1} \quad (4.44)$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - h(\hat{x}_k^-, 0)) \quad (4.45)$$

$$P_k = (I - K_k H_k) P_k^- \quad (4.46)$$



Şekil 4.5 : Genişletilmiş kalman filtrelemesi genel akış diyagramı.

4.3 Senelik ve 6 Aylık Etkilerin Belirlenmesi

Zaman serilerinin dönemsel etkilerinin belirlenebilmesi için mevsimsel etkilerin belirlenmesi gerekmektedir. Mevsimsel etkileri belirlemek için En Küçük Kareler Korelasyonu (EKK) ile etkiler belirlenmeye çalışılacaktır. Bir zaman serisinde senelik ve 6 aylık genlik değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Nikolaidis (2002) bu etkilerin yer aldığı GPS zaman serisi denklemini (4.47) eşitliği ile açıklamıştır.

$$I_i + v_i = X_0 + r_i(t_i - t_1) + a \cdot \sin(2\pi(t_i - t_1)) + b \cdot \cos(2\pi(t_i - t_1)) + c \cdot \sin(4\pi(t_i - t_1)) + d \cdot \cos(4\pi(t_i - t_1)) \quad (4.47)$$

Bu eşitlikte geçen a ve b katsayıları senelik etkinin genliğinin yatay ve düşey bileşenini, c ve d katsayıları da 6 aylık etkinin yatay ve düşey bileşenlerini ifade etmektedir.

Senelik ve 6 aylık etkinin genliği (4.48) eşitliği ve faz açıları (4.49) eşitliği ile bulunur.

$$\text{Genlik}_{(\text{senelik})} = \sqrt{a^2 + b^2} \quad \text{Genlik}_{(6 \text{ aylık})} = \sqrt{c^2 + d^2} \quad (4.48)$$

$$\text{Faz}_{(\text{senelik})} = \arctan\left(\frac{a}{b}\right) \quad \text{Faz}_{(6 \text{ aylık})} = \arctan\left(\frac{c}{d}\right) \quad (4.49)$$

Burada bilinmeyen a, b, c ve d katsayıları EKK yöntemi ile bulunmaktadır.

5. MOBİL UYGULAMANIN GELİŞTİRİLMESİ VE YAPILAN TESTLER

Tez kapsamında, akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin kullanılması ile GNSS sistemlerinin zayıflıklarının giderilebilmesi için bir sistem tasarlanmıştır. Bilindiği üzere GNSS sistemleri kapalı alanlarda yeterli doğrulukta çalışamazlar. Bu nedenle, kapalı alanlarda konumun belirlenebilmesi için bilim insanları tarafından farklı yaklaşımlar geliştirilmektedir. Yapılan çalışmalarda iki boyutlu konumda başarı sağlanabilse de üçüncü boyutta yani kat değişiminde gereken başarı henüz sağlanamamıştır.

Kat değişiminin belirlenebilmesi için akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin kullanılması birçok araştırmacı tarafından da düşünülmüştür. Bu sensörlerden belki de en çok umut vadedeni olan atmosferik basınç sensörleri birçok araştırmacı tarafından araştırılmıştır. Ancak; bu sensörlerin elde ettiği değerler birçok gürültü barındırmakta ve dış etkenlerden etkilenmektedir (Abdelrahman ve El-Sheimy, 2013, Retscher, 2006, Esfandyari ve diğ., 2010, Retscher, 2007, Li ve diğ., 2013, Muralidharan ve diğ., 2014, Vanini ve Giardano, 2013).

Bu saptamaları yapan araştırmacılar bu etkenler nedeni ile mutlak hava basıncının kullanılması ile kat değişiminin bulunamayacağı görüşündedir. Bilim insanlarının yapmış olduğu çalışmalarda görülen eksiklerden dolayı çalışan mobil bir uygulama geliştirilmemiştir.

Kat değişiminin belirlenebilmesi uygulanması gereken mimari Şekil 5.1' de gösterilmiştir. Şekil 5.1'de gösterildiği gibi, geliştirilecek bir uygulama öncelikle konum sorgulaması yapmalı, kapalı bir alanda olduğunun anlaşılması halinde sensör değerlerini okuyarak bu değerlerden kat değişimini hesaplayabilmelidir.



Şekil 5.1 : Sistem Algoritması.

Tez kapsamında uygulamanın geliştirilebilmesi için eş zamanlı olarak, uygulama geliştirilmesi sırasında uygulama bazı testler ile kontrol edilmiştir. Bu testler sırasında karşılaşılan zorlukların ve eksikliklerin giderilebilmesi için farklı yöntem, sensör ve algoritmalar denenmiştir.

5.1 Amaç ve kapsam

Tez kapsamında; kapalı binalarda zayıflıkları bilinen GNSS sistemleri yerine kullanılabilecek bir sistem ile bina içerisinde düşey yöndeki hareketlerin tespit edilmesi için bir sistem tasarlanmıştır.

Binalarda kat değişiminin algılanmasını sağlayabilecek bir sistem ile; bir afet anında, öncesinde ve sonrasında katlarda bulunan insan sayısı hakkında acil durum ekiplerinin bilgilendirebilebilmesi mümkün olacaktır. Bu tarz bir sistem yangın, taşkın, deprem, grizu patlamaları gibi afet anında kullanılabileceği gibi afet dışında alış veriş merkezleri, gökdelenler gibi büyük ve yüksek katlı binalarda bilgi edinmek için de kullanılabilir. Bu kapsamda, özellikle mobil cihazlarda bulunan sensörlerin kullanılması ile bir sistemin tasarlanıp tasarlanamayacağı araştırılmıştır. Aynı zamanda uygulama geliştirilmesi sırasında karşılaşılabilecek sorunların görülmesi açısından yararlı olacağı için android işletim sistemi kullanılarak eş zamanlı çalışmalar gerçekleştirilerek bir uygulama geliştirilmiştir.

Öncelikle akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin doğruluk testleri yapılmıştır. Bu yöntemle sensörlerin düşey yöndeki hareketin belirlenebilmesi amacıyla kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Sensör doğruluklarının belirlenebilmesi için profesyonel bir ölçme aleti ile 5 farklı model akıllı telefon ve bluetooth sensör kullanılmıştır. Tez kapsamında testler sırasında kullanılmak üzere uygulama geliştirilmiş; verilerin saklanması ve analiz edilebilmesi için bir veritabanı oluşturulmuştur.

Uygulamaya başlangıç değerlerinin verilebilmesi için Near Field Communication (NFC) teknolojisinden faydalanılmış. NFC etiketlerin (tag) kullanılabilmesi için ayrı bir uygulama geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama ile NFC taglere android uygulamasının gerek duyduğu başlangıç değerleri uygulamaya otomatik olarak verilebilmektedir.

Veri doğruluk testlerinin tamamlanması ve dış etkenlerin verilere etkilerinin belirlenmesinin ardından uygulamanın iyileştirilmesi ve kat değişiminin otomatik olarak belirlenmesi için Zaman Serileri analizleri yapılmıştır. Zaman serileri analizlerinde En küçük kareler korelasyonu (EKK) ve Kalman Filtrelemesi kullanılmıştır.

Dış etkenlerden kaynaklı hataların elimine edilmesi amacıyla, hareketin sensörlerle algılanmasının önemli olduğu yapılan testlerde görülmüştür. Yaptığımız testlerde ve diğer araştırmacıların çalışmalarında da görüldüğü üzere, mutlak basınç yerine rölatif basınç ile çalışılması gerektiğinden hareketin algılanması için ivme ölçerlerin kullanılmasını sağlayacak kodlar yazılmıştır.

Geliştirilen uygulamanın son aşamasında ise elde edilen sonuçların bir afet anında verimli kullanılabilmesi için GeoSMS altyapısı kullanılarak bir “YARDIM” butonu geliştirilmiştir. GeoSMS altyapısı ile sağlayan iki boyutlu konumsal bilgiye ek olarak kat yüksekliği bilgisi bu yapıya entegre edilmiştir.

5.2 Sensör Kabiliyetlerinin Araştırılması

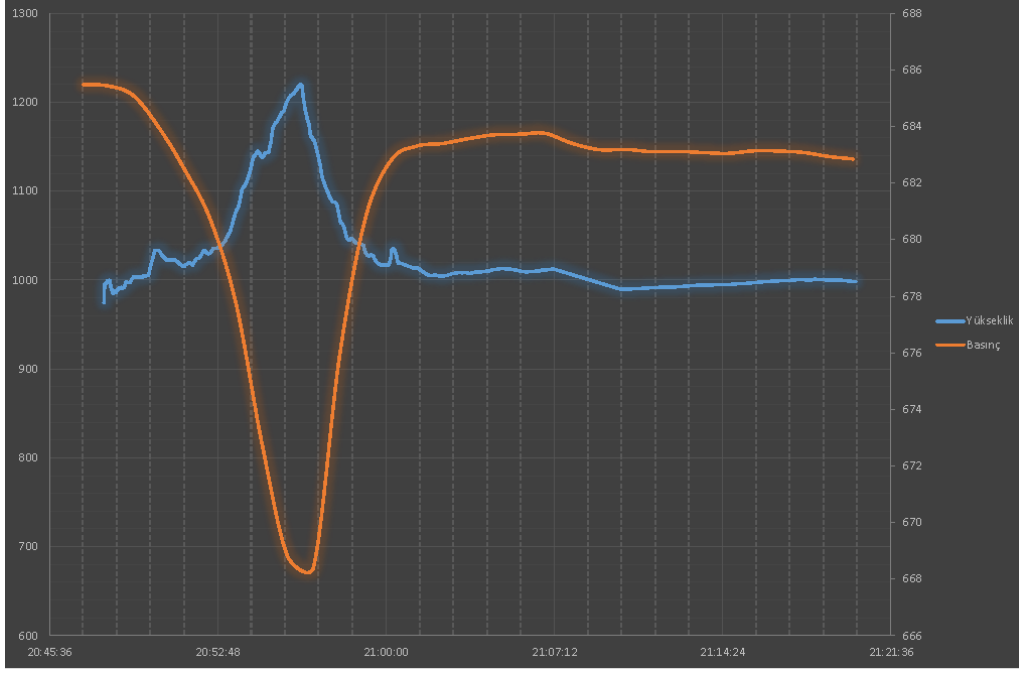
Hava basıncı ile yükseklik arasında bir ilişki bulunmaktadır. Üst kotlara çıkıldıkça zemin üzerindeki gazların miktarı/hava kütlesi ve yerçekimi azaldığından, zemine etki eden basınç da azalmaktadır. Yani yükseklik ile hava basıncı arasında ters ilişki bulunmaktadır. Hava basıncı yükseldikçe ortometrik yükseklik azalmakta; basınç azaldıkça yükseklik artmaktadır.

Bu ilişki Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de gösterilmiştir. Şekil 5.3 ve Şekil 5.4’de yer alan boy kesitlerde görüldüğü üzere önce kotta yukarı çıkılmış; sonrasında ise aşağı inilmiştir. Bu değişim Şekil 5.2’de mavi çizgi ile gösterilmiştir.

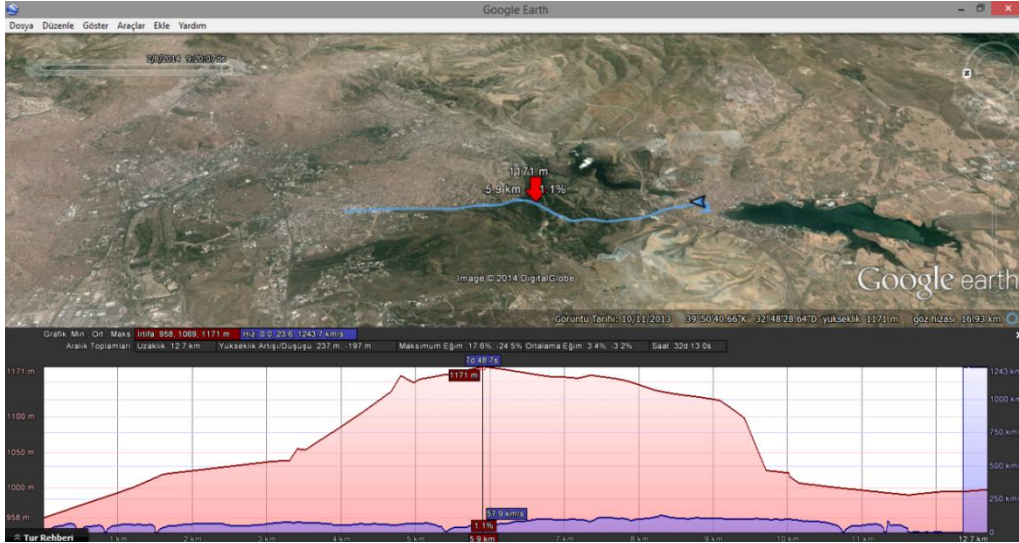
Yükseklikte görülen bu değişime karşılık ölçülen basınç değerleri Şekil 5.2’de görüldüğü üzere ters yönlüdür. Yani yükseklik arttıkça basınç azalmaktadır.

Bu fizik kanunundan yola çıkarak, kapalı mekânlarda bu değişimin kullanılması ile kat değişiminin algılanıp algılanamayacağı öncelikli olarak test edilmiştir.

Bu kapsamda, Ankara Büyükşehir Belediyesi’nde bir test gerçekleştirilmiştir. Ankara Büyükşehir hizmet binası (ABBB) 23 katlıdır ve kat yüksekliği 3.5 metredir.



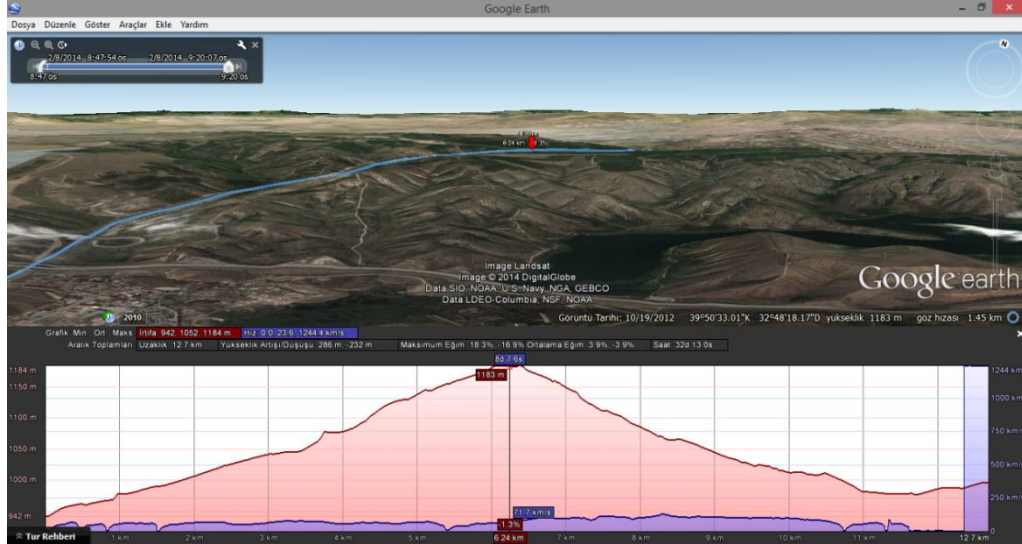
Şekil 5.2 : Yükseklik ile Basınç Arasındaki İlişki.



Şekil 5.3 : Test – 1 iz boykesidi.

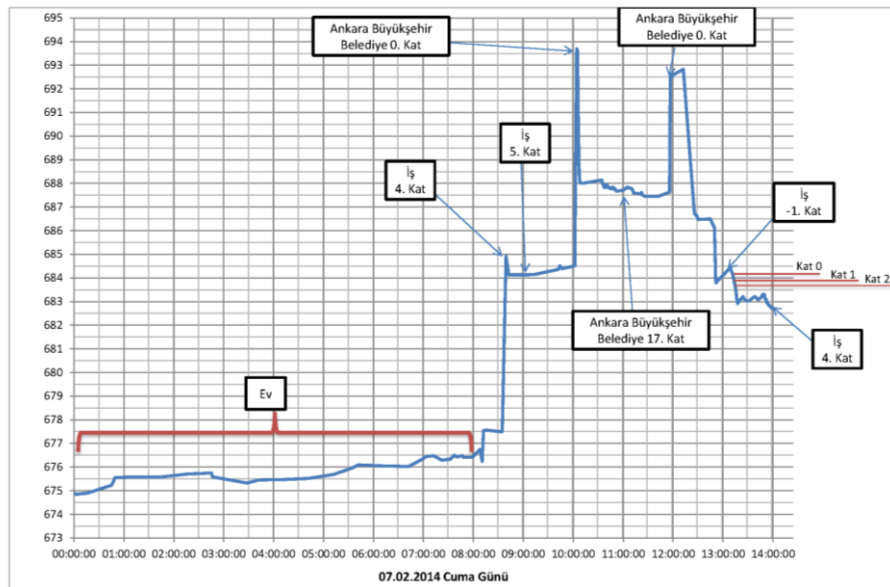
07.02.2014 günü yapılan teste ait Şekil 5.5 incelendiğinde konuma bağlı olarak ve ayrıca bina yüksekliğine bağlı olarak basınç değişimi görülmektedir. Bu nedenle kişinin bulunduğu konumdaki değişiklik önem arz etmektedir. Bu nedenle yapılacak ilk kontrolde kişinin bulunduğu konumdaki değişikliğin kontrol edilmesi gerekmektedir.

Şekil 5.5’de görüldüğü üzere gün içerisinde ölçülen basınç değerleri, üç farklı binada, binanın konumuna bağlı yüksekliği ve bina içerisinde bulunduğu kata bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle kişinin bulunduğu konumun tespit edilmesi gerekmektedir.



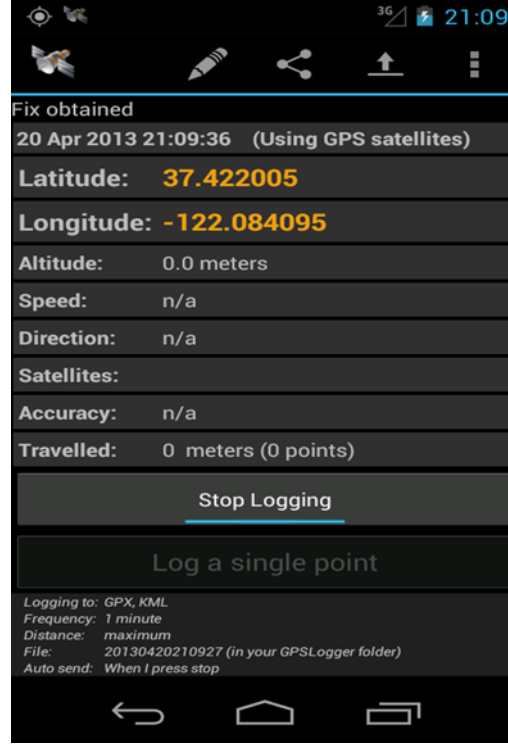
Şekil 5.4 : Test – 1 iz boykesidi 3B görünüş.

Uygulama geliştirilebilmesi için öncelikli olarak konum bilgisinin elde edilmesi gerektiğinden bir uygulama geliştirilmesi düşünülmüştür. Ancak açık kaynak kodlu benzer uygulamaların olması nedeniyle ve zaman kazanmak için GPSLogger isimli uygulamanın kaynak kodları kullanılmıştır (Url-23).



Şekil 5.5 : Ankara Büyükşehir Belediyesi Binası ve Hidro Dizayn Firması’nda Yapılan Test Çalışması.

Şekil 5.6’ da görüldüğü gibi uygulama konum sensörlerini kullanarak kullanıcının konumunu coğrafi koordinatlarda bildirmekte ve koordinatları zaman bilgisi ile birlikte kaydetmektedir.

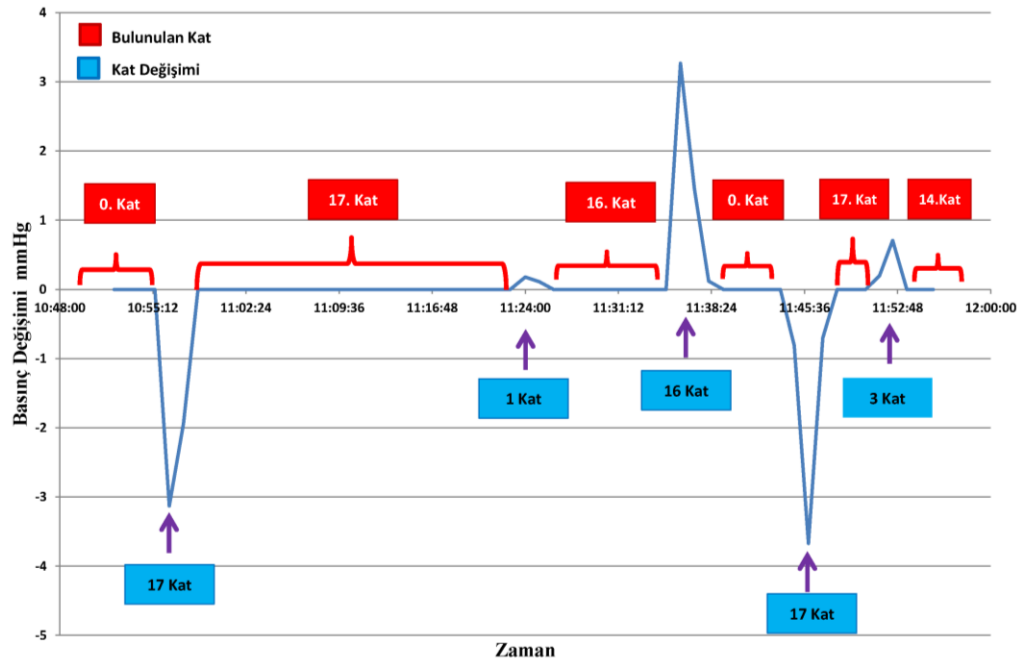


Şekil 5.6 : GPSLogger Uygulaması.

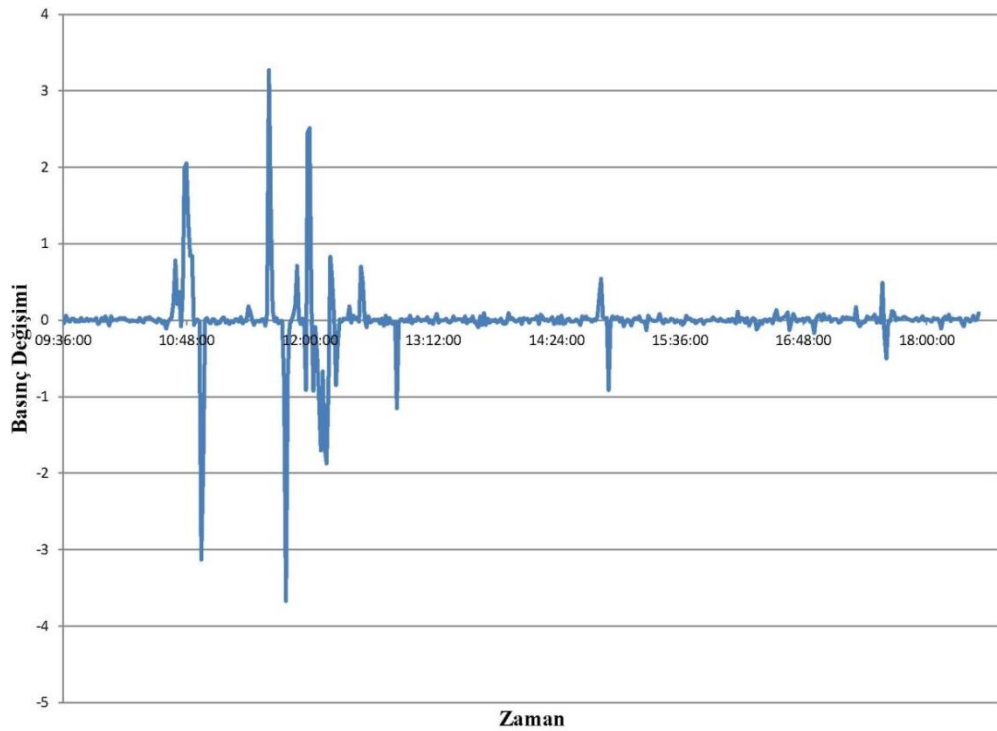
ABBB’de 23 kat bulunduğu ve bir katın yüksekliği 3.5 metre olduğu belirtilmişti. Bu binadaki kapalı konumdaki hareketine bağlı basınç değişimi Şekil 5.7’de görüldüğü gibidir. Sensör kaynaklı gürültü giderildiğinde kat değişimleri kolaylıkla görülebilmektedir. Bu test yapılırken aynı zamanda hangi zaman aralığında kaçınca katta bulunduğu kontrol edilmiştir. Zaman değişimlerine göre yapılan kontrollerde binanın hangi katında bulunduğu Şekil 5.7’de gösterilmiştir.

Şekil 5.5 ve Şekil 5.7 incelendiğinde kapalı alanlarda basınç değişimine bağlı olarak kat değişiminin tespit edilebildiği görülmüştür. Bu tespitten yola çıkarak değişimi otomatik olarak hesaplayabilmek için bir uygulamanın geliştirilebileceğine karar verilmiş ve çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Kapalı bir alandaki basınç değişimi Şekil 5.8’de gösterilmiştir. Şekil 5.8’de görüldüğü üzere zamana bağlı olarak bulunulan konumda basınç değişiklik göstermektedir. Kapalı alandaki bu değişim binadaki kat, sıcaklık ve havalandırmadaki değişimlere ve de gün içerisindeki hava olaylarına bağlıdır.



Şekil 5.7 : Zamana bağlı basınç değişiminin düzenlenmesi.



Şekil 5.8 : Zamana bağlı basınç değişimi.

Şekil 5.8 incelendiğinde basınç değişimi 0 değeri civarında salınım göstermektedir. Söz konusu farklılıkların sensör hassasiyetine bağlı olduğu değerlendirilmektedir. Bu testte yapılan kontrolde 10 metrede ortalama 1.15 mbarlık değişim olduğu

görülmüştür. Bir kat yüksekliğinin en az 2.20 metre olduğu düşünüldüğünde 1 kat değişiminde 0.25 mbarlık değişim olması gerektiği sonucuna varılır.

Şekil 5.5, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'den görüleceği üzere kat değişimini hesaplayabilmek mümkün görülmektedir. Özellikle ABBB gibi yüksek katlı binalarda sistemin kullanılabileceği düşünülmektedir. Bir yangın ya da taşkın/tsunami anında katta bulunan insan sayısı hakkında ya da kişinin bulunduğu katın risk durumu hakkında bilgi alınabilir.

GPSLogger uygulamasından elde edilen konum bilgisi ile akıllı telefonda yer alan sensör ölçme değerlerinin kaydedilmesi için bir veritabanının oluşturulması gerekmektedir.

5.3 Uygulama Veritabanının Geliştirilmesi

Uygulama çalışırken arka planda bir takım bilgileri saklamaktadır. Bu bilgiler hem yapılan analizlerde kullanılmakta hem de sonradan yapılacak çalışmalar için kayıt altına alınmaktadır.

Uygulama veritabanında, uygulamanın geliştirilmesi için kontrol girdileri yapılmaktadır. Bu değerler ile bilgi girişleri, kat değişim hesaplamaları, ölçme aralıkları gibi bilgileri barındırmaktadır.

Bu veritabanının oluşturduğu log bilgisi başka amaçlar için de kullanılabilir. Ancak bu araştırmanın en önemli kısmı, zaman serileri analizlerin de kullanılmak üzere geçmişe dair verilerinin bellekte saklanmasına izin vermesidir. Şekil 5.9'da uygulama veritabanının bir kısmı gösterilmiştir. Veritabanında 34 farklı kolonda veri, analiz sonuçları, girdi ve kontrol değerleri tutulmaktadır

Veritabanının kullanılması için iki adet java dosyası oluşturulmuştur. Bu dosyalardan biri veritabanında yer alacak olan öznitelikleri tanımlamaktadır. *GPSTData.java* isimli bu dosya aşağıdaki gibidir.

```
package com.mendhak.gpslogger;

import android.net.Uri;
import android.provider.BaseColumns;

public final class GPSTData {
    public static final String AUTHORITY = "com.mendhak.gpslogger";
    private GPSTData() {}

    public static final class GPSPoint implements BaseColumns {
        private GPSPoint() {}
```

```

        public static final Uri CONTENT_URI = Uri.parse("content://" + AUTHORITY
+ "/gpspoint");

        public static final String CONTENT_TYPE = "mime/text";

        public static final String CONTENT_ITEM_TYPE = "";

        public static final String DEFAULT_SORT_ORDER = "modified DESC";

        public static final String KEY_ID = "Id";
        public static final String SRG_ID = "SId";
        public static final String TIME = "Time";
        public static final String GUN = "Gun";
        public static final String LONGITUDE = "Longitude";
        public static final String LATITUDE = "Latitude";
        public static final String ALTITUDE = "Altitude";
        public static final String PRESSURE = "Pressure";
        public static final String KPRESSURE = "KalmanPressure";
        public static final String KOPRESSURE = "KalmanPredict";
        public static final String TEMPERATURE = "Temperature";
        public static final String HUMIDITY = "Humidity";
        public static final String FLOOR = "Floor";
        public static final String KATDEGIS = "Katdegis";
        public static final String BHEIGHT = "Bheight";
        public static final String PROVIDER = "Provider";
        public static final String SAT = "Satellite";
        public static final String SPEED = "Speed";
        public static final String ACCURACY = "Accuracy";
        public static final String USER = "User";
        public static final String PHONE = "Phone";
        public static final String ESAY = "Esay";
        public static final String SAY = "Say";
        public static final String KNTRL = "Kntrl";
        public static final String GIRKNTRL = "Girkntrl";
        public static final String DEGKNTRL = "Degkntrl";
        public static final String INTERVAL = "Interval";
        public static final String AX = "Ax";
        public static final String AY = "Ay";
        public static final String AZ = "Az";
        public static final String BX = "Bx";
        public static final String BY = "By";
        public static final String BZ = "Bz";
        public static final String GX = "Gx";
        public static final String GY = "Gy";
        public static final String GZ = "Gz";
        public static final String COUNTX = "Count";
        public static final String MSF = "Mesafe";
        public static final String KatYuk = "KatYuk";

    }
}

```

Bu dosyada veritabanında yer alacak özniteliklerin uygulamada kullanılacakları adları ve veritabanının dışarı verilmesi sırasında nasıl görünmesi gerektiği yazılmıştır.

Veritabanının oluşturulmasını ve veritabanı işlemlerinin yapılmasını sağlayan kısım ise *GPSTDataContentProvider.java* isimli dosyada kodlanmıştır. Bu dosyada veritabanından veri okunması, veritabanına veri yazılması ve istenilen verilerin silinmesini sağlayan kodlar bulunmaktadır. Uygulamanın kat belirleme kısmındaki analizler için veritabanında saklanan veriler buradaki kodlar ile okunmaktadır.

Structure

Browse & Search

Execute SQL

DB Settings

TABLE

gpspoints

Search

Show All

Add

Duplicate

Edit

Delete

Id	Gun	Latitude	Longitu...	Altitude	Pressure	Temper...	Humidity	Floor	Katdegis	Provider	Satellite	User	Mesafe	Ax	Ay	Az	Bx	By	Bz	Gx	Gy
180	95.65564...	39.887114	32.84655...	0	893.1369...	24.08301...	35.80933...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.61710...	-0.38606...	10.31122...	-0.02333...	-0.02588...	0.529198...	-0.59376...	
181	95.65596...	39.887114	32.84655...	0	893.1230...	23.99758...	35.90910...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.62189...	-0.39564...	10.29027...	-0.02363...	-0.03213...	0.508646...	-0.59825...	
182	95.65599...	39.887114	32.84655...	0	893.1101...	23.99758...	35.90910...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.62069...	-0.39145...	10.31302...	-0.02405...	-0.02588...	0.531369...	-0.59664...	
183	95.65630...	39.88711...	32.84657...	0	893.1437...	24.00105...	35.85265...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	1.654720...	-0.63506...	-0.38247...	10.31541...	-0.03590...	-0.01514...	0.533984...	-0.59915...	
184	95.65634...	39.88711...	32.84657...	0	893.1279...	24.06507...	35.82160...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.60633...	-0.35673...	10.28130...	-0.01222...	0.013186...	0.499655...	-0.59410...	
185	95.65665...	39.88711...	32.84657...	0	893.1848...	24.20276...	35.49125...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-2.67252...	-1.22403...	15.49647...	-2.00399...	-0.83443...	5.720394...	-0.66853...	
186	95.65668...	39.88711...	32.84657...	0	893.1032...	24.20276...	35.49125...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.94211...	9.761159...	2.918531...	2.575582...	2.200003...	-2.24141...	-3.51770...	
187	95.65700...	39.88715...	32.84657...	0	893.1533...	24.29826...	36.12825...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	5.153476...	0.332195...	9.789292...	1.997362...	0.092198...	0.207498...	-0.07676...	0.239996...	
188	95.65703...	39.88715...	32.84657...	0	893.1469...	24.34323...	36.15290...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	0.806845...	9.562441...	2.789843...	0.054695...	0.202559...	-0.03810...	0.752150...	
189	95.65734...	39.88715...	32.84657...	0	893.1665...	24.15059...	36.35376...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.74938...	0.020350...	10.30404...	-0.02471...	-0.07412...	0.524663...	-0.72467...	
190	95.65738...	39.88715...	32.84657...	0	893.1303...	24.15059...	36.35376...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.75776...	0.035913...	10.31062...	-0.04303...	-0.02725...	0.530263...	-0.71473...	
191	95.65769...	39.88712...	32.846603	0	893.1066...	23.94273...	36.30553...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	4.214265...	-0.76674...	0.012569...	10.33157...	-0.04390...	-0.00581...	0.551621...	-0.72283...	
192	95.65773...	39.88712...	32.846603	0	893.1325...	23.94273...	36.30553...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.75357...	0.008978...	10.32559...	-0.03375...	-0.00463...	0.545406...	-0.71982...	
193	95.65804...	39.88712...	32.846603	0	893.1274...	23.87714...	36.33614...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.75297...	0.022146...	10.35671...	-0.03114...	0.002375...	0.576689...	-0.72183...	
194	95.65807...	39.88712...	32.846603	0	893.1555...	23.90788...	36.33614...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.77452...	0.030526...	10.29985...	-0.05502...	0.011312...	0.519654...	-0.71949...	
195	95.65839...	39.88717...	32.84662...	0	893.1823...	23.88662...	36.30672...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	5.568528...	-0.73501...	0.018555...	10.29925...	-0.01575...	-0.00248...	0.519042...	-0.71926...	
196	95.65842...	39.88717...	32.84662...	0	893.2421...	23.88662...	36.30672...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.74938...	0.006584...	10.32020...	-0.03005...	-0.00986...	0.539987...	-0.71932...	
197	95.65873...	39.88717...	32.84662...	0	893.1345...	23.98055...	36.09271...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.73561...	0.000598...	10.32319...	-0.01863...	-0.01681...	0.542809...	-0.71698...	
198	95.65877...	39.88717...	32.84662...	0	893.1372...	23.98055...	36.09271...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.77213...	0.020949...	10.30703...	-0.05710...	0.004536...	0.526503...	-0.71502...	
199	95.65908...	39.88710...	32.84660...	0	893.1379...	24.00097...	36.10230...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	8.240509...	-0.76973...	0.018555...	10.29806...	-0.05095...	0.006591...	0.517794...	-0.71878...	
200	95.65912...	39.88710...	32.84660...	0	893.1054...	24.00097...	36.10230...	1	0	Baz İstas...	0	3543050...	0	-0.75417...	0.007781...	10.30763...	-0.04108...	-0.00968...	0.526962...	-0.71308...	

```

package com.mendhak.gpslogger;

import java.util.ArrayList;
import android.content.ContentProvider;
import android.content.ContentUris;
import android.content.ContentValues;
import android.content.Context;
import android.content.UriMatcher;
import android.database.Cursor;
import android.database.SQLException;
import android.database.sqlite.SQLiteDatabase;
import android.database.sqlite.SQLiteException;
import android.database.sqlite.SQLiteOpenHelper;
import android.net.Uri;
import android.util.Log;

public class GPSDataContentProvider extends ContentProvider {

    private static final String TAG = "GPSDataContentProvider";

    public static final String DATABASE_NAME = "semgpsdata.db";
    private static final int DATABASE_VERSION = 1;
    public static final String POINT_TABLE_NAME = "gpspoints";

    public static final String AUTHORITY = "com.semih";
    public static final Uri CONTENT_URI = Uri.parse("content://" + AUTHORITY +
"/gpspoint");

    private static final UriMatcher uriMatcher ;

    static {
        uriMatcher = new UriMatcher(UriMatcher.NO_MATCH);
        uriMatcher.addURI(AUTHORITY, "gpspoint", DATABASE_VERSION);
    }

    public static class DatabaseHelper extends SQLiteOpenHelper {

        DatabaseHelper(Context context) {
            super(context, DATABASE_NAME, null, DATABASE_VERSION);
        }

        @Override
        public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
            try {
                Log.i(TAG, "Creating table " + POINT_TABLE_NAME);
                db.execSQL("CREATE TABLE " + POINT_TABLE_NAME + " ("
                    + GPSData.GPSPoint.KEY_ID + " INTEGER PRIMARY KEY,"
                    + GPSData.GPSPoint.SRG_ID + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.GUN + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.LATITUDE + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.LONGITUDE + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.ALTITUDE + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.PRESSURE + " DOUBLE,"
                    + GPSData.GPSPoint.KOPRESSURE + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.KPRESSURE + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.BHEIGHT + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.TEMPERATURE + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.HUMIDITY + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.FLOOR + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.KATDEGIS + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.PROVIDER + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.SAT + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.USER + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.PHONE + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.SAY + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.GIRKNTRL + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.DEGKNTRL + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.INTERVAL + " REAL,"
                    + GPSData.GPSPoint.KatYuk + " REAL,"

```

```

        + GPSPData.GPSPPoint.MSF + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.AX + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.AY + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.AZ + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.BX + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.BY + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.BZ + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.GX + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.GY + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.GZ + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.COUNTX + " REAL,"
        + GPSPData.GPSPPoint.TIME + " INTEGER"
        + ");");
    } catch (SQLiteException e) {
        Log.e(TAG, e.toString());
    }
}

@Override
public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion)
{
    Log.w(TAG, "Upgrading database from version " + oldVersion + " to "
            + newVersion + ", which will destroy all old data");
    db.execSQL("DROP TABLE IF EXISTS " + POINT_TABLE_NAME);
    onCreate(db);
}

public int getDbCount() {
    String countQuery = "SELECT * FROM " + POINT_TABLE_NAME;
    SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();
    Cursor cursor = db.rawQuery(countQuery, null);

    int count = cursor.getCount();
    cursor.close();

    return count;
}

public void deleteDb(long id) {
    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();
    db.delete(POINT_TABLE_NAME, GPSPData.GPSPPoint.KEY_ID + " = ?",
            new String[] { String.valueOf(id) });
    db.close();
}

public void updateDb (String Column, int rowId, String ColumnName,
double number){
    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();

    ContentValues cv = new ContentValues();
    cv.put(ColumnName, number);
    db.update(POINT_TABLE_NAME, cv, Column + "= ?", new String[]
{String.valueOf(rowId) });
    db.close();
}

public void updateId (String Column, double rowId, String ColumnName,
double number){
    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();

    ContentValues cv = new ContentValues();
    cv.put(ColumnName, number);
    db.update(POINT_TABLE_NAME, cv, Column + "= ?", new String[]
{String.valueOf(rowId) });
    db.close();
}

public void updateDbs (String Column, int rowId, String ColumnName,
String strin){
    SQLiteDatabase db = this.getWritableDatabase();

```

```

        ContentValues cv = new ContentValues();
        cv.put(ColumnName, strin);
        db.update(POINT_TABLE_NAME, cv, Column + "= ?", new String[]
{String.valueOf(rowID) });
        db.close();
    }

    public double getPressure (int rowID) {
        double uname = 0;
        SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();

        String where= GPSPData.GPSPPoint.KEY_ID + "=" + rowID;
        String order = GPSPData.GPSPPoint.PRESSURE;

        Cursor mCursor= db.query (POINT_TABLE_NAME, null, where, null, null,
null,order);

        while (mCursor.moveToNext()) {
            uname =
mCursor.getDouble(mCursor.getColumnIndex(GPSPData.GPSPPoint.PRESSURE));

        }

        mCursor.close();

        return uname;
    }

    public double getGravity (int rowID) {
        double unameg = 0;
        SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();

        String where= GPSPData.GPSPPoint.KEY_ID + "=" + rowID;
        String order = GPSPData.GPSPPoint.GZ;

        Cursor mCursor= db.query (POINT_TABLE_NAME, null, where, null, null,
null,order);

        while (mCursor.moveToNext()) {
            unameg =
mCursor.getDouble(mCursor.getColumnIndex(GPSPData.GPSPPoint.GZ));

        }

        mCursor.close();

        return unameg;
    }

    public double getBHeight (int rowID) {
        double unamel = 0;
        SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();

        String where= GPSPData.GPSPPoint.KEY_ID + "=" + rowID;
        String order = GPSPData.GPSPPoint.BHEIGHT;

        Cursor mCursor= db.query (POINT_TABLE_NAME, null, where, null, null,
null,order);

        while (mCursor.moveToNext()) {
            unamel =
mCursor.getDouble(mCursor.getColumnIndex(GPSPData.GPSPPoint.BHEIGHT));

        }

        mCursor.close();
        return unamel;
    }

    public double getTemp (int rowID) {

```

```

double uname2 = 0;
SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();

String where= GPSData.GPSPoint.KEY_ID + "=" + rowID;
String order = GPSData.GPSPoint.TEMPERATURE;

Cursor mCursor= db.query (POINT_TABLE_NAME, null, where, null, null,
null,order);

while (mCursor.moveToNext()) {
    uname2 =
mCursor.getDouble(mCursor.getColumnIndex(GPSData.GPSPoint.TEMPERATURE));
}
mCursor.close();
return uname2;
}

public double getHumidity (int rowID) {
double uname3 = 0;
SQLiteDatabase db = this.getReadableDatabase();

String where= GPSData.GPSPoint.KEY_ID + "=" + rowID;
String order = GPSData.GPSPoint.HUMIDITY;

Cursor mCursor= db.query (POINT_TABLE_NAME, null, where, null, null,
null,order);

while (mCursor.moveToNext()) {
    uname3 =
mCursor.getDouble(mCursor.getColumnIndex(GPSData.GPSPoint.HUMIDITY));
}
mCursor.close();
return uname3;
}

```

Veritabanında kullanılan bazı öznitelikler çalışmalar sırasında kontrol amaçlı kullanılmaktadır. Uygulamanın son versiyonunda bu alanlar çıkarılabilir. Burada verilen kodlar kısaltılmıştır.

5.4 Sensör Değerlerinin Okunması

Şekil 5.1’de gösterilen algoritmanın ilk adımı olan sensör değerlerinin okunması için geliştirilen serviste sensör değerlerinin okunması için aşağıdaki kodlar kullanılmıştır.

```

sensorManager = (SensorManager) getSystemService(SENSOR_SERVICE);
sensor = sensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_PRESSURE);
sensorManager.registerListener(this, sensor,
SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL);

sensor = sensorManager
.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_AMBIENT_TEMPERATURE);
sensorManager.registerListener(this, sensor,
SensorManager.SENSOR_DELAY_NORMAL);

```

Burada kodların tamamı verilmemiştir. Diğer sensör değerleri de Basınç ve Sıcaklık sensörlerinde olduğu gibi benzer kodlar kullanılarak okunmaktadır. Bu kısımda uygulamada kullanılacak olan sensörler tanımlanmakta; ayrıca veri okuma sıklığı

tanımlanmaktadır. Bu işlem sonrası sensör değerlerinin değişimlerinin algılandığı sınıf aşağıdaki gibi yazılmıştır. Sınıf kodlarının tamamı gösterilmemektedir.

```
@Override
public void onSensorChanged(SensorEvent event) {

    if (Sensor.TYPE_PRESSURE == event.sensor.getType()) {
        pressure_value = event.values[0];
        height = SensorManager.getAltitude(
            SensorManager.PRESSURE_STANDARD_ATMOSPHERE, pressure_value);
    }
}
```

Okunan sensör değerleri veritabanına SensorEventLogger() sınıfı ile kaydedilmektedir. Bu işlem için sınıf içerisinde aşağıdaki kod kullanılmaktadır:

```
values.put(GPSData.GPSPoint.PRESSURE, pressure_value);
```

Sensör değerlerinin analizlerde kullanılması için veritabanından okunması sırasında aşağıdaki kod kullanılmaktadır.

```
db.getPressure(i)
```

5.5 Sensörlerin Kat Değişiminde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması

Sensörlerin kat değişiminde kullanılabilirliklerinin araştırılabilmesi için Hidro Dizayn binasında 28.03.2014 günü bir test gerçekleştirilmiştir. Hidro Dizayn binası yerin altında iki kat olmak üzere toplam 7 kattan oluşmaktadır. Eksi ikinci katta kapalı otopark bulunmakta ve şirket çalışanları tarafından kullanılmamaktadır. Hidro Dizayn'a ait binanın konumu ve 3B görünümü Şekil 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.10 : Hidro Dizayn Binası 3B Görünüşü.

Çalışmada 5 farklı model telefon kullanılmıştır. Modellerin özellikleri Çizelge 5.1'de verilmiştir. Bu modellerden A ve B modelleri 2012 senesinde piyasaya çıkmış modellerdir. C ve D modelleri ise 2013 senesinde piyasaya çıkmış modellerdir. Donanım olarak C ve D model telefonların A ve B model telefonlara göre üstünlükleri bulunmaktadır. C ve D model cihazlarda A ve B model telefonlara

kıyasla fazladan sıcaklık ve nem sensörleri de bulunmaktadır. E modeli ise farklı bir üretici tarafından geliştirilen 2012 yılında piyasaya sürülen bir akıllı telefondur. Tüm kullanıcılardan sadece biri bu modele sahiptir.

Toplam 14 kullanıcıdan, geliştirilen uygulamayı gün içerisinde kullanılması istenmiştir. Gün içerisinde tüm kullanıcılar yaklaşık 7 saat boyunca izlenmiştir. Kullanıcılar çalışma şartlarına bağlı olarak bulundukları katları hiç terk etmemiş olabilir veya katlar arasında zaman zaman gezmiş olabilirler. Ancak tüm kullanıcılar 12:30 – 13:30 saatleri arasında -1. katta bulunan yemek katına inmiştir. Bu süre zarfında bina dışına da çıkmış olabilirler.

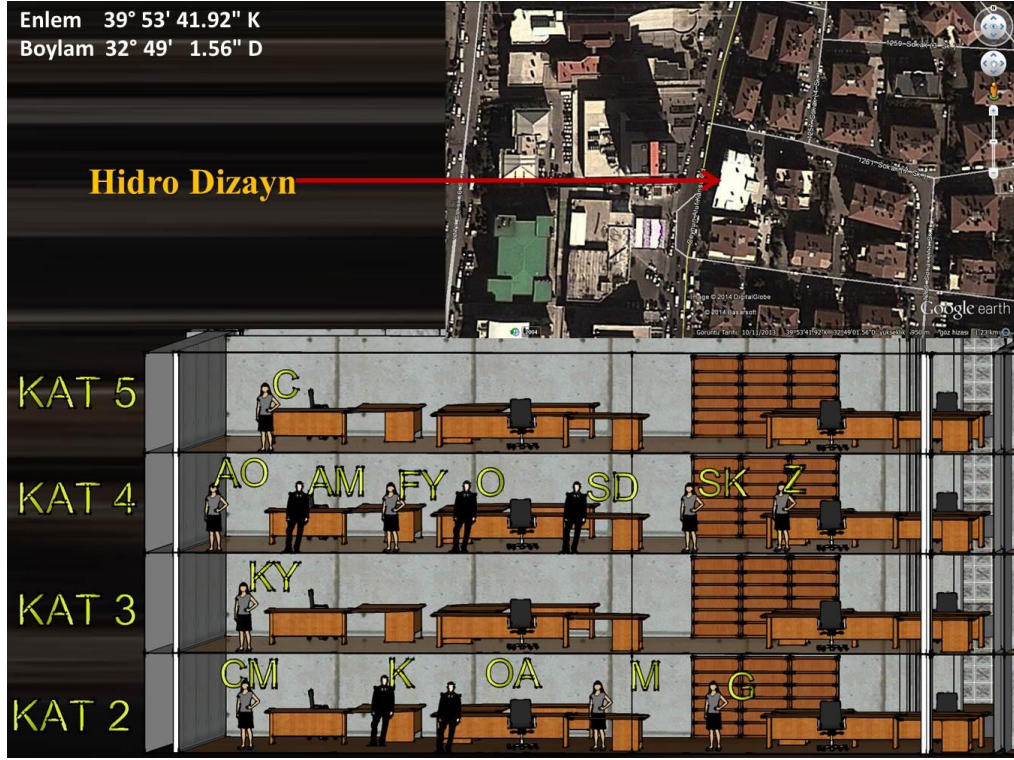
Kullanılan cihazlar üretildikleri yıl ve ülkeye bağlı olarak aynı model olsalar dahi farklı donanımlara sahip olabilirler. Bu nedenle tüm cihazlar arasında bir standart bulunmamaktadır.

Şekil 5.11’de görüldüğü gibi 4 katta toplam 14 kullanıcı ile bir test gerçekleştirilmiştir. Her bir kullanıcı binanın farklı bir konumunda oturmaktadır. Şekil 5.12, Şekil 5.13, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15’de kişilerin binada oturduğu odalar gösterilmiştir.

Şekillerde görüldüğü üzere kullanıcılar binanın farklı katlarında, farklı konumlarında bulunmaktadır. Bazıları tek başlarına iken bazıları ise beraber oturmaktadır. Kullanıcılar aynı zamanda günün farklı saatinde farklı oranlarda güneş ışığına maruz kalmaktadırlar.

Kullanıcıların kulanmış olduğu akıllı telefonların özellikleri Çizelge 5.2’de listelenmiştir. Çizelge 5.3 ve Şekil 5.11’de kullanıcıların bulunduğu katlar görülmektedir. Yapılan testin amacı kullanıcıların bulunduğu katlar ile basınç değişimi hakkında bilgi alınıp alınamayacağı, aynı zamanda kullanılan farklı model ve özellikteki telefonların basınç değişimlerine etkisinin araştırılmasıdır.

Çizelge 5.1’de ifade edilen Model A Samsung S3, Model B Samsung Note 2, Model C Samsung S4, Model D Samsung Note 3 ve Model E Google Nexus telefonu ifade etmektedir.



Şekil 5.11 : Kullanıcıların bulunduğu kat durumları.

Çizelge 5.1 : Modellerde yer alan sensörler.

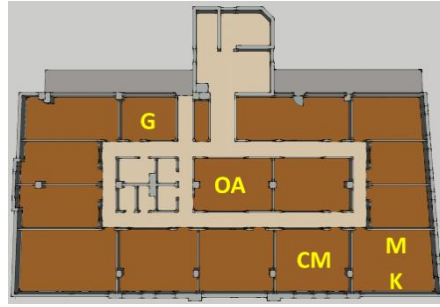
	Model A	Model B	Model C	Model D	Model E
Basınç Sensörü	+	+	+	+	+
Sıcaklık Sensörü	-	-	+	+	-
Nem Sensörü	-	-	+	+	-

Çizelge 5.2 : Kişilerin kullanmış olduğu telefon modelleri.

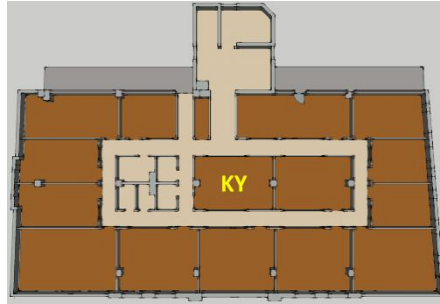
Kişi	Telefon Modeli	Kişi	Telefon Modeli
AO	Model B	KY	Model C
AM	Model D	M	Model B
C	Model B	O	Model D
CM	Model B	OA	Model E
FY	Model A	SD	Model D
G	Model C	SK	Model D
K	Model A	Z	Model C

Çizelge 5.3 : Kişilerin bulunduğu katlar.

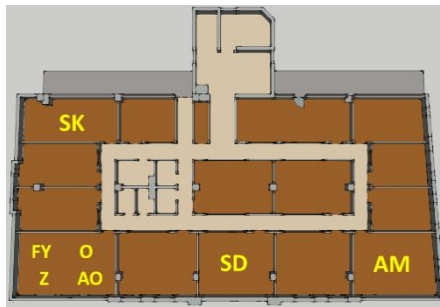
Kişi	Kat	Kişi	Kat
AO	4	KY	3
AM	4	M	2
C	5	O	4
CM	2	OA	2
FY	4	SD	4
G	2	SK	4
K	2	Z	4



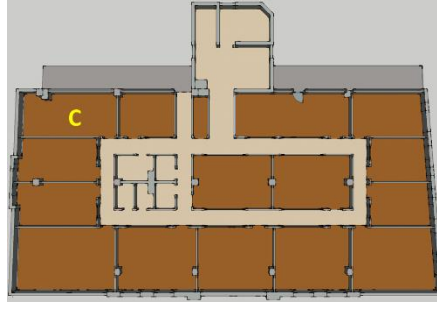
Şekil 5.12 : 2. Kat kullanıcı oturum planı.



Şekil 5.13 : 3. Kat kullanıcı oturum planı.



Şekil 5.14 : 4. Kat kullanıcı oturum planı.



Şekil 5.15 : 5. Kat kullanıcı oturum planı.

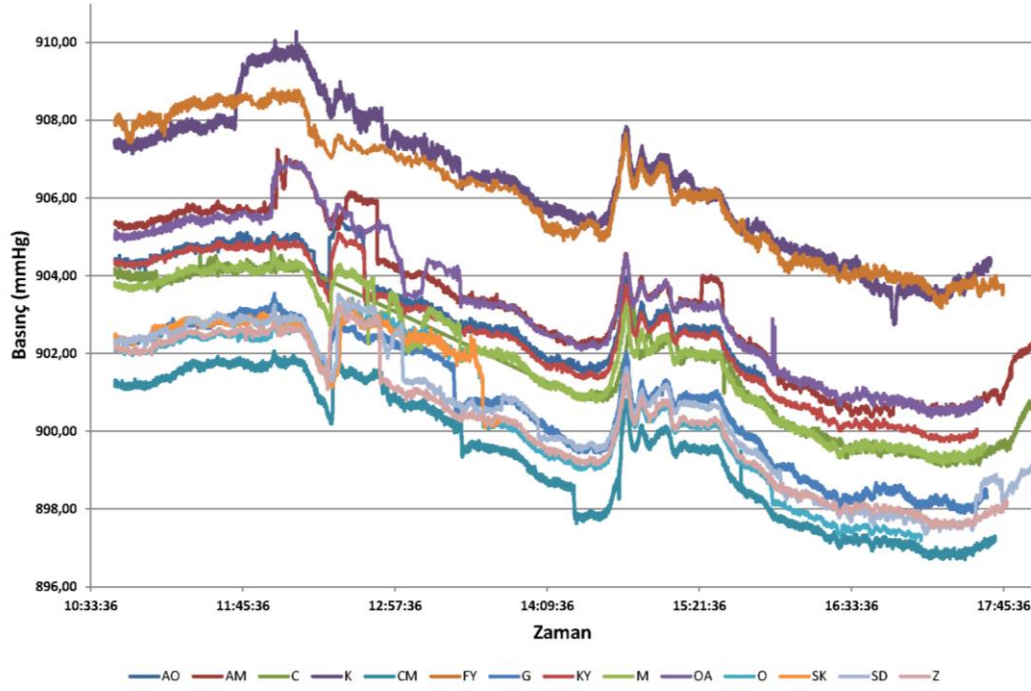
Yapılan ölçmelerde farklı modellerdeki telefonların bulundukları kat gözetildiğinde aynı değerlerde değer vermeleri beklenmektedir.

Şekil 5.16’da tüm kullanıcıların gün içerisindeki ölçme kayıtları gösterilmiştir. Kayıtlar incelendiğinde en üst katta bulunan Kullanıcı C’nin en düşük basınç seviyesine sahip olması, Kullanıcı OA, K, M, CM ve G’lerin ise en yüksek basınç seviyesine sahip olması beklenmektedir. Teorik olarak kat sayısı arttıkça ters orantılı olarak basınç değerinin düşmesi gerekmektedir. Ancak pratikte Kullanıcı C’nin kayıtları incelendiğinde basınç değerlerinin teoriye uygun olmadığı görülmektedir. Şekil 5.16 incelendiğinde en yüksek basınç değeri Kullanıcı FY’de en düşük basınç değeri ise Kullanıcı CM’de görülmüştür. Aynı zamanda Kullanıcı CM’ye ait basınç okumalarında anlık yüksek değişimler gözlenmektedir.

Yine Şekil 5.16 incelendiğinde en yüksek değer okumasına sahip olan kullanıcıların K ve FY olduğu ve bu kişilerin A modeli telefon kullandığı görülmektedir.

Şekil 5.16’dan anlaşıldığı üzere bina içerisinde basınç okumaları farklı modellerde farklılık göstermektedir.

Farklı modellere ait basınç değerlerinin kullanılabilmesi için model gözetilerek basınç okumalarına düzeltme getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla veritabanına cihazlara ait model bilgileri de kaydedilmektedir. İlerleyen çalışmalarda harici bir basınç ölçme cihazı ile akıllı telefonlar aynı anda çalıştırılarak modele bağlı olarak düzeltme katsayısı bulunmaya çalışılacaktır.



Şekil 5.16 : Tüm kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.

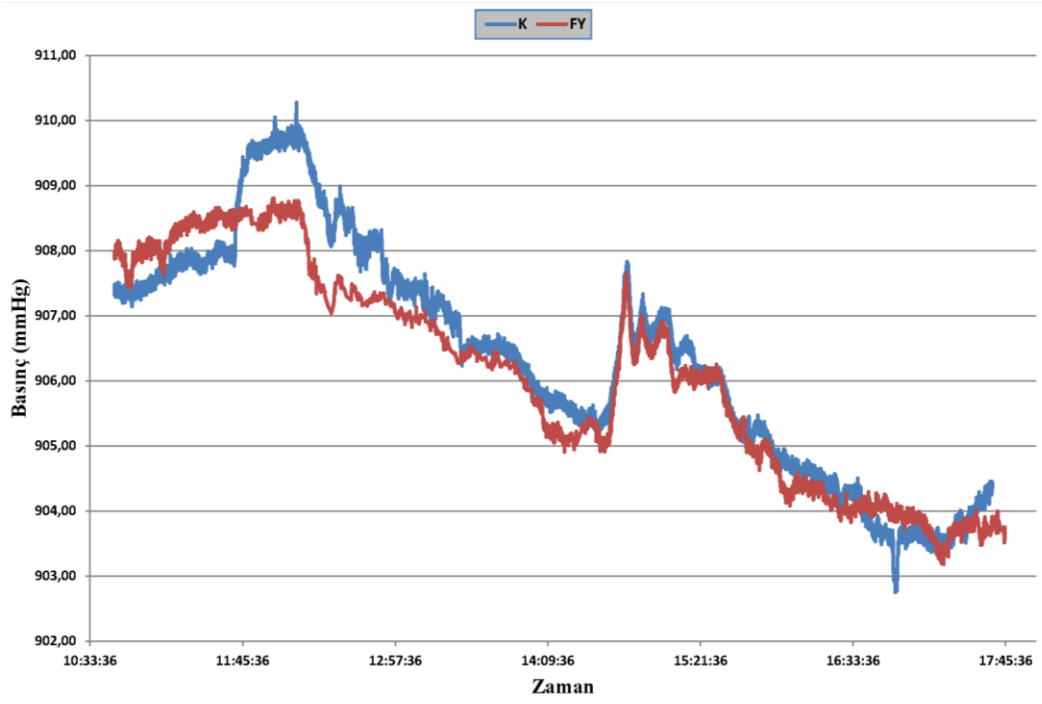
Şekil 5.16'daki durum nedeniyle aynı modeldeki cihazların kendi aralarındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu amaçla Şekil 5.17-20 hazırlanmıştır.

Şekil 5.17'de Model A cihazını kullanan kullanıcılar incelenmiştir. Kullanıcı K 2. katta, Kullanıcı FY ise 4. katta bulunmaktadır. Başlangıç değerleri incelendiğinde Kullanıcı K'nın üst katta olduğu görülmektedir. İlerleyen zaman diliminde Kullanıcı FY'nin üst katta olduğu görülmektedir. 12:30 – 13:30 saatleri arasındaki farklılıkların kullanıcıların yemeğe farklı zamanlarda inmesi ve bu zaman diliminde bulunduğu yerler nedeniyle olduğu düşünülmektedir.

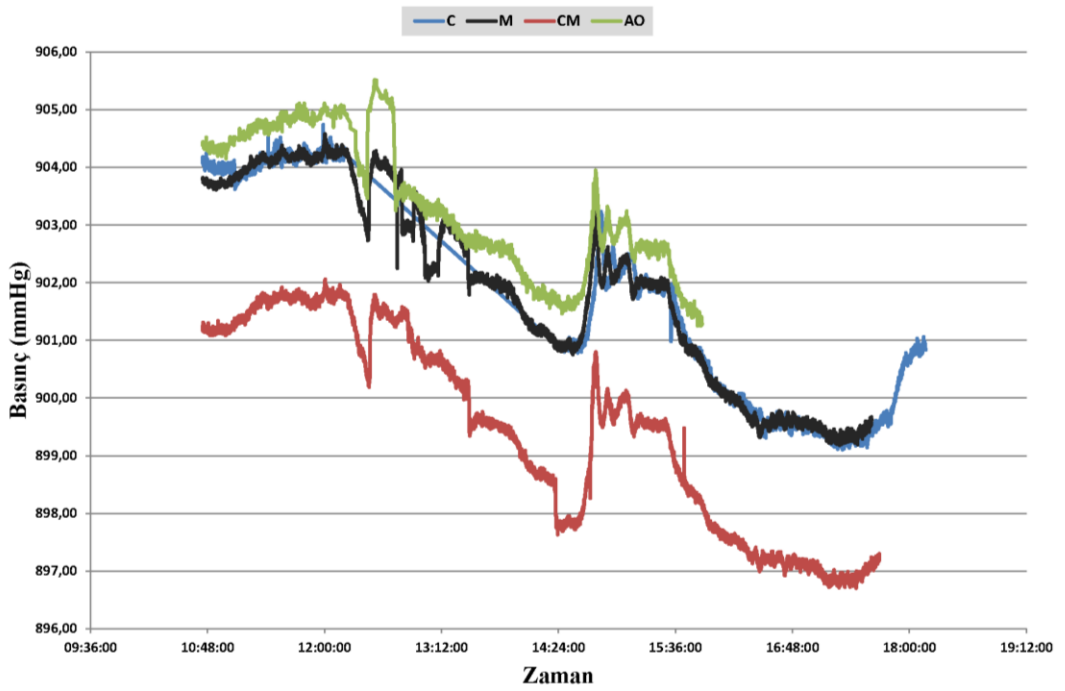
Model B kullanan kişiler incelendiğinde Kullanıcı CM'ye ait cihazda yüksek basınç değişimleri gözlenmiştir. Ancak bu değişim sonrası süreklilik olmadığı için bu ölçülerin kaba hata olduğu düşünülmektedir. Kaba hatalı veriler seriden temizlenmiştir. Bu kaba hataların bir cihazda görülmesi bu cihazın doğru çalışmadığı şüphesini doğurmuştur.

Bu modelde Kullanıcı C'nin en düşük basınç okumasına, CM ve M'nin ise hem en yüksek okumaya hem de birbirleri ile aynı okumalara sahip olması beklenmektedir. Şekil 5.18 incelendiğinde ise bu tablo ile karşılaşılmamaktadır. CM'ye ait cihazın doğru çalışmadığı düşünüldüğünde dahi diğer cihazların birbirleri arasındaki ilişkinin

doğru olmadığı görülmektedir. Ancak Şekil 5.18 dikkatle incelendiğinde okuma değerlerinin kendi içerisinde tutarlılık gösterdiği görülmektedir.



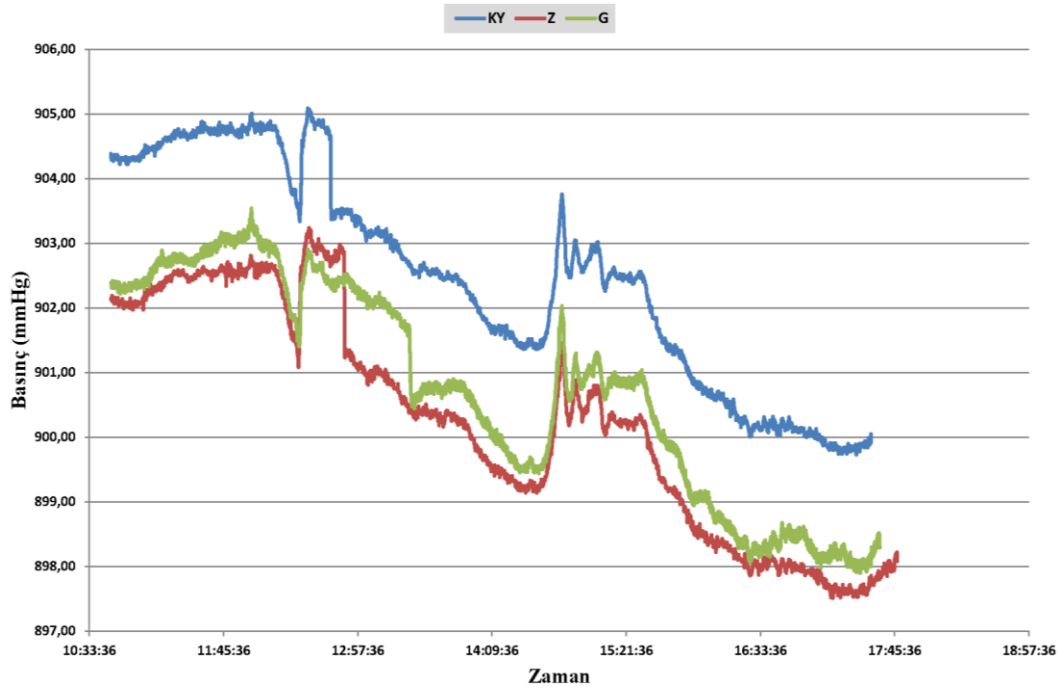
Şekil 5.17 : Model A kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.



Şekil 5.18 : Model B kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.

Model C ve Model D daha üst modeller olduğu için bu cihazlardan elde edilecek sonuçların daha iyi olacağı beklenmektedir. Çünkü bu cihazlar A ve B modeline kıyasla sıcaklık ve nem sensörlerine de sahiptir. C ve D modelleri de A ve B modellerine benzer bir trend gösterebilirler dahi sahip oldukları diğer sensörler ile basınç okumaları düzeltilebilir.

Şekil 5.19 ve Şekil 5.20 incelendiğinde Şekil 5.17 ve Şekil 5.18' ye benzer bir durum görülmektedir. Kullanıcıların bulunduğu katlar incelendiğinde basınç okumalarının birbirlerine kıyasla yanlış olduğu görülmektedir.



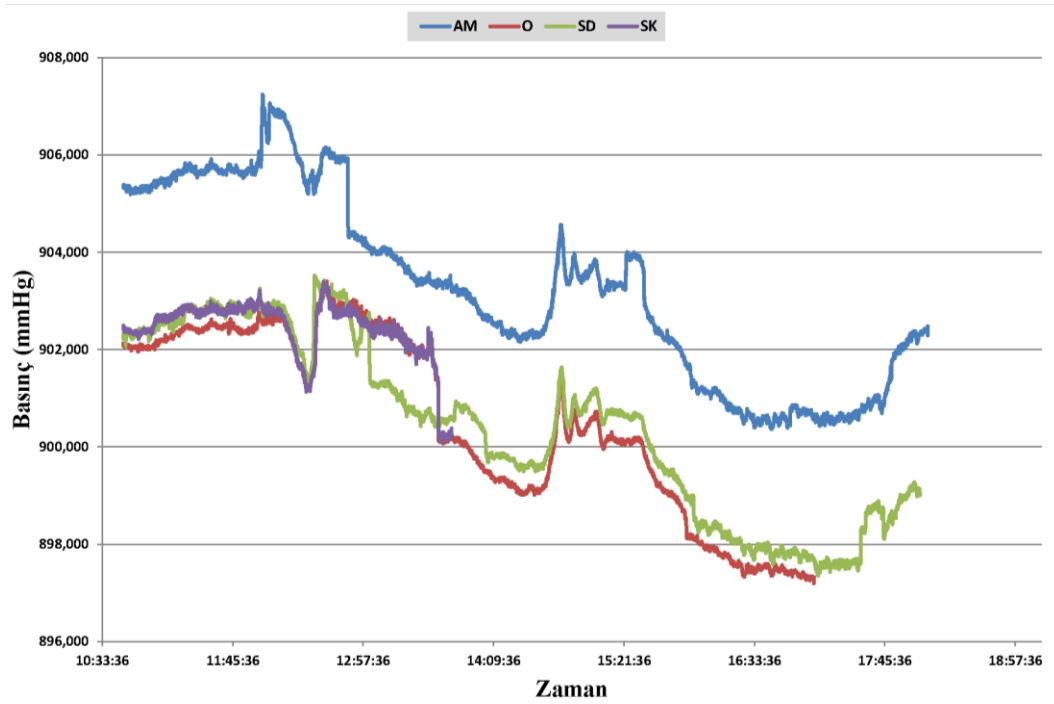
Şekil 5.19 : Model C kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.

Şekil 5.20' de yer alan modeller en teknolojik cihazlardır. Bu şekil incelendiğinde aynı katta bulunan Kullanıcılardan sadece AM'nin diğerlerine oranla daha yüksek basınç değerine sahip olduğu görülmektedir. Diğer kullanıcıların ise birbirlerine yakın basınç değerli bulunmaktadır. Zaman aralığındaki değişimlerin kat değişiminden kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

Sıcaklık ile basınç arasındaki doğru ilişki bulunmaktadır. Kapalı bir alanda sıcaklık arttıkça basınçta da artış olur. Kullanıcı AM'nin bulunduğu konumun pencere önünde olması nedeniyle daha sıcak bir ortam olması ya da klimadan dolayı bu farklılığın olduğu düşünülmektedir.

Sıcaklık ve basınç değişimleri arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesi için aynı odada bulunan kullanıcılara ait değerler ilerleyen bölümlerde karşılaştırılmıştır.

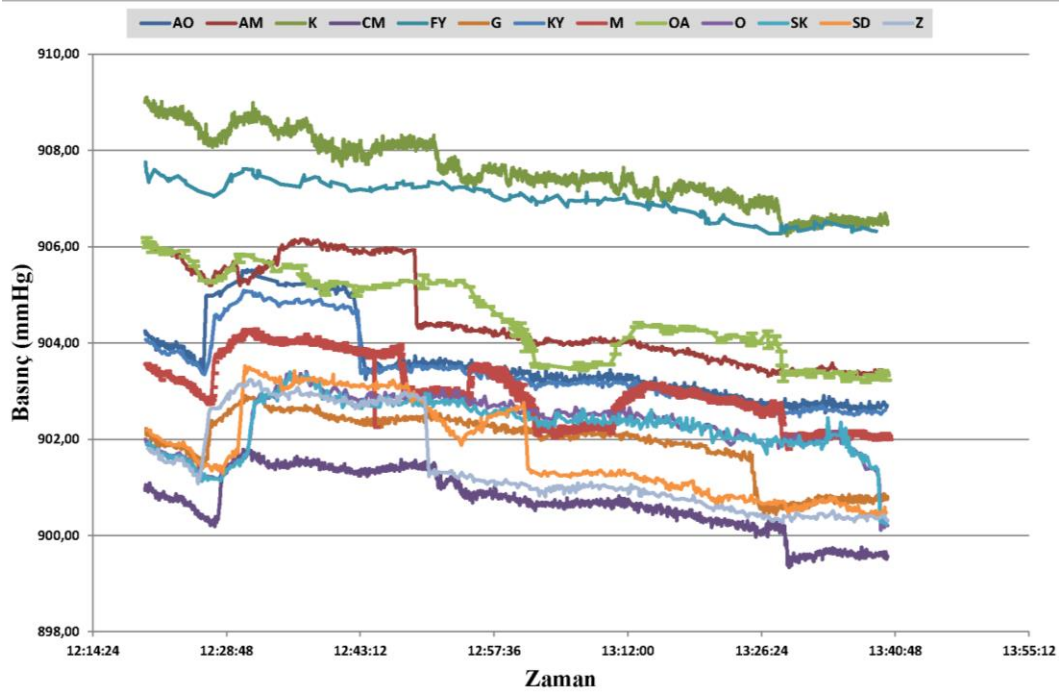
Tüm kullanıcıların basınç değerlerinde öğle tatili öncesi ve sonrası önemli değişiklikler görülmektedir. Bu nedenle bu zaman dilimindeki değişimler Şekil 5.21’de incelenmiştir.



Şekil 5.20 : Model D kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.

Şekil 5.21 incelendiğinde 12.30 civarında tüm kullanıcılarda hızlı bir basınç artışı görülmektedir. Aynı şekilde 13.30 civarında ise hızlı bir basınç azalışı görülmektedir. Bu da bize basınç değişimi ile kat değişiminin tahmin edilebileceğini göstermektedir.

Şekil 5.17, Şekil 5.18, Şekil 5.19, Şekil 5.20 ve Şekil 5.21 incelendiğinde özellikle öğle yemeğine gidildiğinde ve öğle yemeğinden dönüldüğünde olması gereken basınç değişimleri açıkça görülmektedir. Basınç değişiminin modele bağlı değil cihaza bağlı olduğu ya da kişinin bulunduğu ortamın etkisinde olduğu sonucu çıkarılabilir. Yani kişinin odasında klima çalışıp çalışmaması, klima sıcaklığı ve ya pencerelerinin açık olup olmaması basınç değerlerini etkilemektedir.

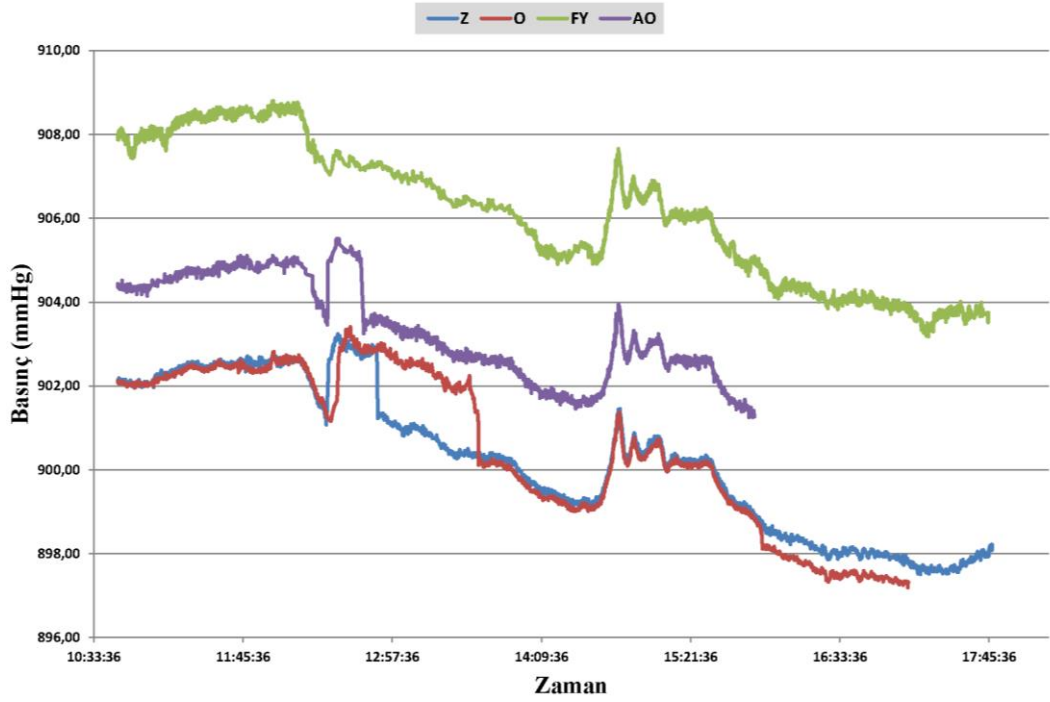


Şekil 5.21 : Tüm kullanıcıların öğle tatili içerisindeki basınç değişimleri.

Bulunulan konumda sensör hassasiyetine bağlı olarak basınç değişimleri gözlenmektedir. Bu değişimin kat değişimine bir etkisi bulunmamaktadır. Bu nedenle bu değerler ortalama alınarak ya da bu değişimler göz ardı edilerek veriler temizlenebilir.

Ortam koşullarının okumaları ne ölçüde etkilediğini görmek için Şekil 5.22 ve Şekil 5.23 incelenmesi gerekir. Şekil 5.22 aynı odada bulunan 4 farklı modelin basınç değişimini göstermektedir.

Kullanıcı AO ve FY'ye ait cihazlar Model A ve B'dir. Önceki şekillerde de gözlemlenen basınç okumalarında görülen değişim ve kişinin kat değişimleri burada da görülmektedir. Bu modeldeki cihazlar kendi içerisinde tutarlı olmalarına karşın diğer modellerle uyum sağlamamaktadır. Model C ve D ye ait cihazlar ise hem kendi içlerinde hem de diğer cihazlar ile benzer sonuçlar vermektedir. Öğle tatili incelendiğinde Kullanıcı O ve Z'nin farklı zamanlarda yemeğe indiği ve döndüğü görülmektedir.



Şekil 5.22 : Farklı model kullanan kullanıcıların aynı odadaki basınç değişimleri.

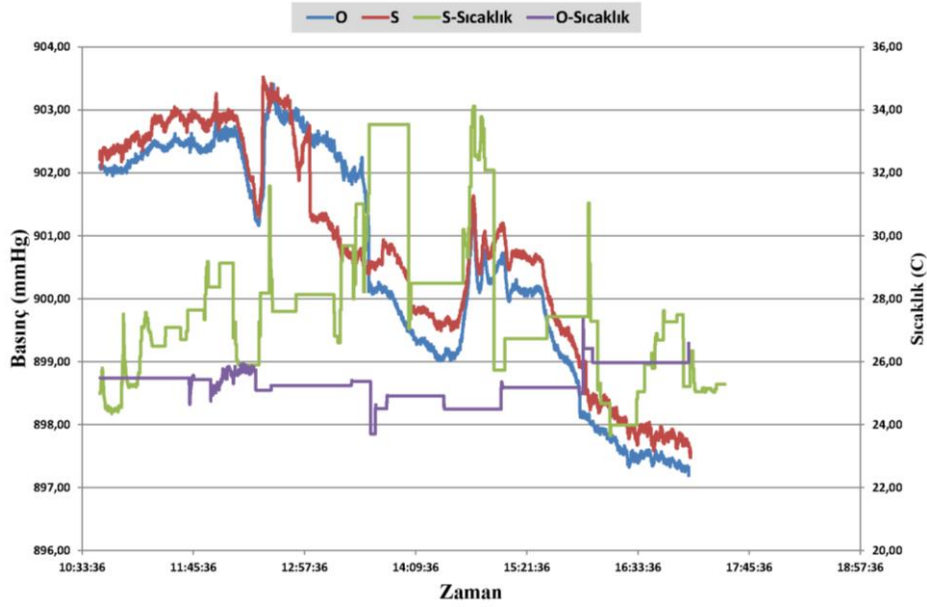
Şekil 5.23’de Kullanıcı O ve SD’ye ait basınç ve sıcaklık değişimleri görülmektedir. Şekilde görüldüğü üzere Kullanıcı O’ya ait sıcaklık stabil görünmekte; ancak SD’ye ait sıcaklık okumaları doğru görünmemektedir. Sıcaklık bazen 34°C’ye kadar çıkmaktadır. Bu aşırı sıcaklık değişiminin telefonun taşınma şekline bağlı olduğu düşünülmektedir. Kullanıcı O telefonunu sürekli masasında tutmuş, Kullanıcı SD ise cebinde taşımış olabilir ya da telefon şarjda olabilir.

Şekil 5.23’de basınç değerleri karşılaştırıldığında Kullanıcı SD’ye ait basınç değerlerinin Kullanıcı O’ya ait basınç değerlerinden çok az daha fazla olduğu görülmektedir. Bu farkın da sıcaklıktaki değişiklikten kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı duruma Şekil 5.19’da da rastlanmıştır. Buradan yola çıkıldığında sıcaklık değişimi ile basınç değişimi arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu etkinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

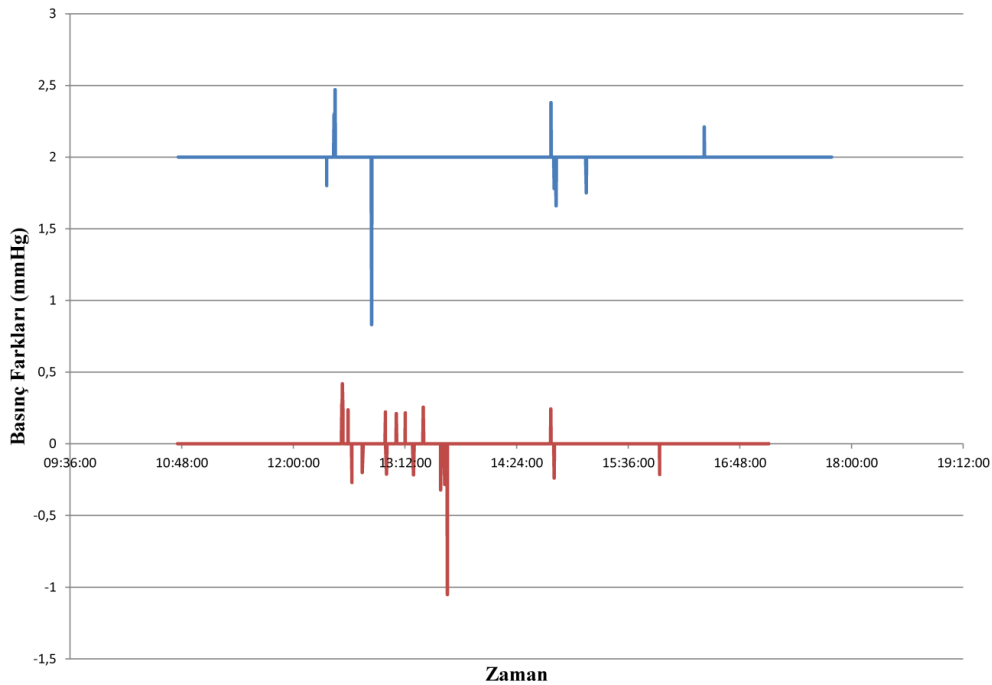
Şekil 5.24’de Kullanıcı Z ve O’nun basınç değişimleri görülmektedir. Farkların rahat görülebilmesi için Z’nin basınç değişimlerine sabit 2 değeri eklenmiştir. Şekil incelendiğinde kişilerin kat değişikliklerinin belirlenebildiği görülmektedir.

Bu testte sensör okumaları 5 saniyede bir yapılmıştır. Bu okumaların ne sıklıkla yapılması gerektiği de araştırılmalıdır. Çünkü hızlı sensör okumaları kat değişikliğini

yanlış verebilir. Ancak toplam değişim aynı olacaktır. Sık okuma yapılacaksa değişimlerin gösterimde ve veritabanında saklanmasında düzenleme yapılması düşünülebilir.



Şekil 5.23 : Kullanıcı O ve SD'ye ait sıcaklık ve basınç değişimleri.

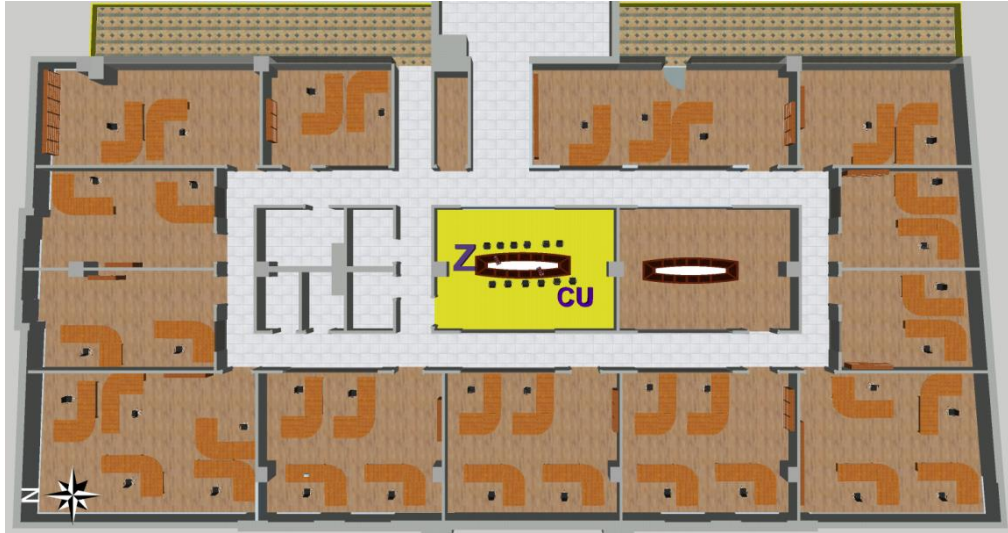


Şekil 5.24 : Kullanıcı O ve Z'ye ait basınç farkları.

Kat içerisindeki konumun ve kullanılan telefon modelinin kontrol edilmesi için 4. Katta toplantı odasında iki deneğe ait sonuçlar değerlendirilmiştir (Şekil 5.25).

Kullanıcı Z ve CU'nun telefonları Model C'dir. Şekil 5.26 incelendiğinde Z ve CU'nun aynı odada olması, aynı model cihaza sahip olması, Güneş'in etkisinden uzak olması sonucu çok etkilememektedir.

Z ve CU'nun sıcaklık değerleri değişim göstermekte sadece 15:00 - 15:30 saatleri arasında sıcaklık değerleri aynı görünmektedir. Bu zaman diliminde dahi iki deneğe ait değerler sabit bir farka sahiptirler. Bu değer tespit edilebilir ancak bu değişimin neye bağlı olduğunun belirlenmesi daha önemlidir. Ya da bu değer herhangi bir standart çerçevesinde mi oluşmaktadır. Eğer bir standart dahilinde ise ya da bu değer hata payı içerisinde ise bu değerın elimine edilmesi daha kolay olacaktır. Ancak her modelde her telefonda farklılık göstermekte ise belirlenmesi ve elimine edilmesi zor olacaktır.

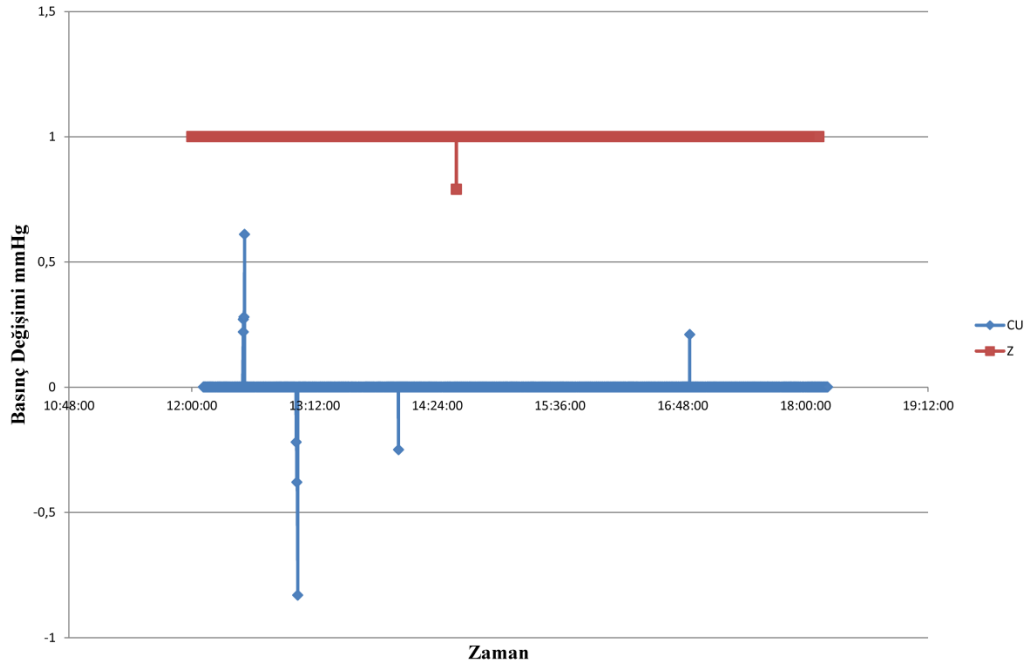


Şekil 5.25 : Kullanıcı Z ve CU'nun Kattaki Konumları.



Şekil 5.26 : Kullanıcı Z ve CU'nun Basınç ve Sıcaklık Değişimleri.

Şekil 5.27'de Kullanıcı Z ve CU'nun kat değişimleri görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde kişinin kat değişimini asansör ile mi yoksa yürüyerek mi yaptığı anlaşılabilmektedir. Bu noktada cihazların ölçme sıklığı önem taşımaktadır. Yeterli sıklıkta ölçme yapılırsa kat değişiminin hangi yöntemle yapıldığı da belirlenebilir.



Şekil 5.27 : Asansör ve Merdiven Kullanımının Fark Edilmesi.

Uygulama 5 saniye aralıklarla sensör okuması yaptığı durumda uygulama 3 ile 22 Nisan arasında sürekli olarak çalıştırılmıştır. Bu süreçte toplam 513 159 okuma yapılmış oluşan veritabanının boyutu ise yaklaşık 44 MB olmuştur. Bir senede boyut yaklaşık 850 MB olacaktır. Çalışılan modellerde en düşük dâhili hafızanın 16 GB olduğu düşünülürse bu boyut büyük görünmemektedir. Ancak kişinin diğer uygulamaları kullandığında dolduracağı alan düşünüldüğünde okuma sıklığının azaltılması ya da belli süre sonra verilerin silinmesi gerekecektir.

Bu test ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde kapalı bir alanda hava basıncındaki değişimlerin ölçümü ile kat değişimi hesaplanabilmektedir. Ancak bu hesaplamaların yapılabilmesi için uygulamaya bazı girdi bilgilerinin verilmesi gerekmektedir. Bu bilgiler, bulunulan binanın kat yükseklikleri ve binaya giriş yapılan yerin kat bilgisidir. Her bina farklı kat yüksekliklerine hatta her kat için farklı yüksekliklere sahip olabilir. Bununla beraber, bir binaya birden fazla giriş olabilir. Bu nedenlerle, bilgilerin sisteme başlangıç girdi değeri olarak verilmesi gerekmektedir.

Uygulamanın otomatik olarak çalışabilmesi için ihtiyaç duyulan en önemli veriler bu değerlerdir. Bu değerlerin sisteme girilebilmesi için farklı yöntemler kullanılabilir.

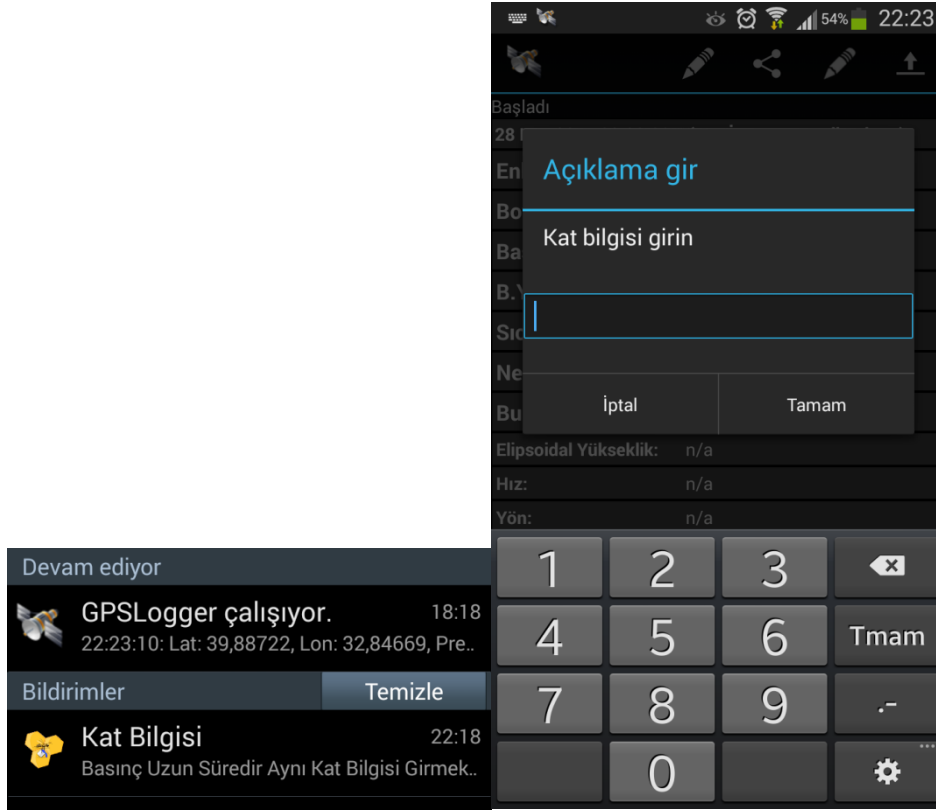
5.6 Başlangıç Değerlerinin Uygulamaya Tanıtılması

Uygulamaya başlangıç değerlerinin verilebilmesi için farklı yöntemler düşünülebilir. Bu başlangıç değerleri kapalı alana girilen girişin bina içerisindeki bulunduğu kat ve binaya ait her bir katın kat yüksekliğidir. Başlangıç değerinin belirlenmesi için farklı alternatifler düşünülmüştür. Yöntemlerin bazıları kişiye özel konumlar için uygun olmasına rağmen, rutin dışına çıkıldığında çalışmayacaktır. Yöntem seçilirken bu parametrenin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu yöntemler şunlardır:

1. Kullanıcı tabanlı
2. Konum tabanlı
3. Wi Fi tabanlı
4. NFC Tag kullanılarak
5. Geoid ve Konum tabanlı
6. Zamana bağlı

5.6.1 Kullanıcı tabanlı başlangıç değerlerinin verilmesi

Bu yöntemde başlangıç bilgileri kullanıcıdan manuel istenmektedir. Uzun süre aynı konumda bulunduğunu algılayan uygulama kullanıcıyı uyarmakta ve kat bilgisi girmesini istemektedir. Uygulama içine yerleştirilen menü ile sıfırın altındaki katlar dahil olmak üzere kat bilgisi girilebilmektedir (Şekil 5.28).



Şekil 5.28 : Kullanıcı Bazlı Veri Girişi.

Baz istasyonu kullanımından kaynaklı konum değişimlerinin önüne geçilebilmesi için basınç değişimi kontrol edilerek doğruluk artırılmaktadır.

5.6.2 Konum tabanlı başlangıç değerlerinin verilmesi

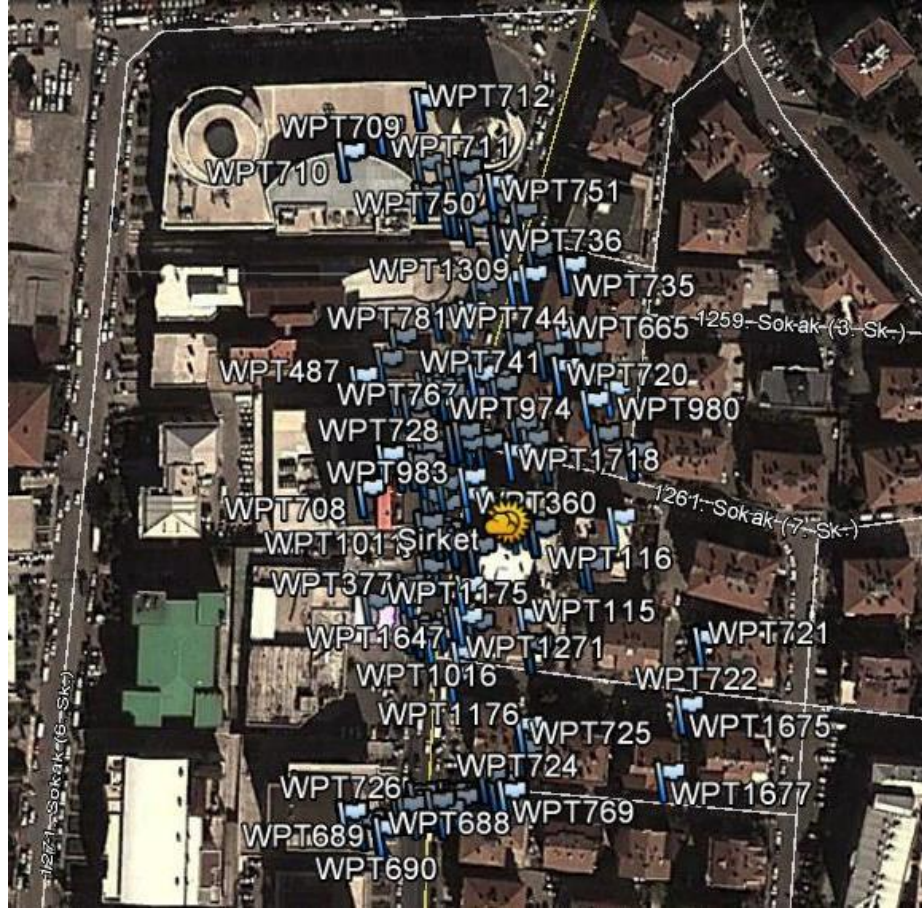
Başlangıç değerinin verilmesi için konum tabanlı bir yöntem kullanılabilir. Konum sensörlerinden elde edilecek bilgi ile konuma bağlı olarak önceden tanımlanan binalarda kat bilgisi otomatik olarak uygulamaya girilebilir. Yöntemin çalışabilirliğinin kontrol edilebilmesi için iki farklı konumda yöntem denenmiştir. Ev ve iş yeri konumuna bağlı olarak başlangıç değerleri şu şekilde belirlenmiştir.

```
double homelat = 39.88728;  
double homelong = 32.84679;  
int homefloor = 1;  
double comlat = 39.89500;
```

```
double comlong = 32.81600;  
int comfloor = 4;
```

Bu yöntem ile amaçlanan her zaman bulunulan konumlarda başlangıç değerinin otomatik olarak elde edilmesidir.

Ancak Şekil 5.29'da görüldüğü gibi gün içerisinde baz istasyonundan elde edilen konum, yaklaşık 125 metre yarıçaplı bir daire içinde değişiklik göstermektedir (Şekil 5.29).



Şekil 5.29 : Gün içerisindeki konum değişimi.

Bu değişim iş yerinde yaklaşık 125 metre olmasına rağmen evde yaklaşık 20 metrelik bir yarıçapa sahiptir (Şekil 5.30). Bu nedenle bu yöntem ev civarında iyi çalışmakta ancak iş yerinde çalışmamaktadır. Bunun nedeninin iş yerlerindeki baz istasyonlarının fazlalığından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 5.30 : Gün içerisindeki konum değişimi.

Aynı zamanda konum değişiminde kat bilgisi verilmemesi ve basınç değişim farkından dolayı yanlış bilgi verilmesini önlemek için, konuma bağlı ön koşul kullanılmaktadır. İki konum arasındaki uzaklığın hesaplanması için Haversine yöntemi kullanılmıştır. Haversine yöntemi, iki noktaya ait enlem ve boylam değerlerinin kullanılması ile iki nokta arasındaki uzaklığın hesaplanmasına yarar. Bu yöntemle ait formüller ile yazılmış kodlar aşağıdaki gibidir.

```
double RR= 6371*1000;
double dLat = Math.toRadians(Lat3 - Lat2);
double dLon = Math.toRadians(Long3 - Long2);
double lat11 = Math.toRadians(Lat3);
double lat12 = Math.toRadians(Lat2);
double a = (Math.sin(dLat / 2) * Math.sin(dLat / 2)) + (Math.sin(dLon / 2) *
Math.sin(dLon / 2) * Math.cos(lat11) * Math.cos(lat12));
double c = 2 * Math.asin(Math.sqrt(a));
mesafe= RR * c;
```

5.6.3 Wi Fi kullanarak başlangıç değerlerinin verilmesi

Özellikle işyerlerinde internet, kablosuz veri iletişimi ile kullanılmaktadır. Hemen hemen her katta bir Wi Fi modem bulunmaktadır. Uygulamanın bu modemlerle iletişime geçmesiyle bulunulan katın bilgisi başlangıç değeri olarak alınabilir. Ancak WiFi'nin devamlı açık tutulması şarj problemini ortaya çıkaracaktır.

Kablosuz modemlerin kullanılırken, kablosuz modemin kapalı olması ya da telefonun kablosuz iletişiminin kapalı olması uygulamanın çalışmasını engelleyecektir.

5.6.4 NFC tag kullanarak başlangıç değerlerinin verilmesi

NFC Near Field Communication teknolojisinin kısaltılmışıdır. Türkçeye Yakın Alan İletişimi olarak çevrilebilir. Bu teknolojiye benzer teknolojiler farklı isimler altında kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak RFID ve Barkod okuyucular verilebilir. Ancak özellikle gelişen akıllı telefon teknolojisi ile birlikte NFC okuyucuları telefonların bir parçası olmuştur. Bir NFC tag örneği Şekil 5.31’de gösterilmiştir. Bu ve benzer nedenlerle bu teknoloji farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bunlar;

- *Ödemeler*; NFC'nin en önemli uygulamalarından biri Google Wallet’dir. Bu uygulama ile kişinin tanımlı kredi kartını yanında taşımasına gerek yoktur. Bu teknolojiyi kullanarak ödeme yapılabilir. Bir telekomünikasyon firmasının da bu kapsamda çalışmaları bulunmaktadır. Yapılan ödemeler telefon faturasına yansıtacaktır. Ancak bu sistem hala ülkemizde kullanılmamaktadır.
- *Etiketler*; marketlerde barkodlar yerine kullanılabilir. Bu sayede çipi okuduğunuzda ürünün son kullanma tarihi, fiyatı, üretim yeri, üreten firmanın sitesi, üreten firmanın varsa Gıda Tarım Bakanlığı tarafından ya da diğer yetkili kurumlar tarafından verilmiş onay ve sertifikaları okunabilir. Hatta şikayet hattına direk ulaşarak fotoğraf destekli şikayet de oluşturulabilir.
- *Dosya paylaşımı*; NFC'li telefonların çoğu birbirine dokundurarak dosya paylaşabilmektedir. Sadece telefondan telefona değil, bilgisayara, televizyona ya da ses sistemine bile veri aktarılması mümkün olmaktadır.
- *Cihazlara bağlanma*; önceden tanımlı cihazlara bağlanarak donanımları kullanmak mümkündür. Örneğin ses sistemi, klavye veya fare.
- *Bilgi Edinme*; Örneğin bir müzede dolaşırken sesli ya da metin tabanlı kılavuzlar ile bilgilendirmeler yapılabilir. Başka bir örnek verilecek olursa; yaralanma ve konuşulamayacak durumlarda, gelen yardım ekipleri kişiye ait etiketi okuyarak sağlık bilgilerinize ulaşabilir, acil durumda ulaşılması gereken kişiye otomatik mesaj atabilir, kan grubundan alerjiye kadar sağlık bilgilerine ulaşabilir ve tüm bunların özel kalması yani bilgi güvenliğinin sağlanması olanaklıdır.

- *Otomatik Ayarlar*; bulunulan konuma göre farklı telefon ayarları olduğu düşünülürse; örneğin şirkete gelindiğinde WiFi'nin kapatılıp, telefonun sessize alınması, sosyal ağlarda konum bildirimleri ya da eve gelindiğinde WiFi nin açılması, mobil ağın kapatılması telefonun sesinin açılması gibi.
- *Kişisel ve kişisel olmayan bilgileri okuma*; Bina girişlerinde kullanılan kartlar yerine telefonların kullanılması ile çalışan giriş çıkışının izlenmesi sağlanabilir. Aynı zamanda bu okuma ile uygulamamıza girdi bilgileri de verilebilir. Örneğin bir alışveriş merkezine girildiğinde okuma yapılarak bulunulan katın ve bina kat yüksekliklerinin sisteme girdi olarak alınması ya da şirkete girildiğinde aynı şekilde kat yükseklik ve giriş katı bilgilerinin sisteme girilmesi düşünülebilir.
- *Hayal gücü*



Şekil 5.31 : Tez Kapsamında Kullanılan NFC etiketinin arka yüzü.

Bu araştırmayı ilgilendiren kısım sondan üçüncü maddedir. Son yıllarda cep telefonu kullanımında ve özellikle akıllı telefon teknolojilerinde ve kullanımında önemli gelişmeler olmuştur. 2002 yılında 1 milyar olan telefon kullanımının 2007 yılında 4.1 milyar olmasını beklenirken (Url-19), 2013 yılı itibarı ile Url-20'ye göre bu rakam 6.8 milyar ile Dünya nüfusunun % 87'sine denk gelmektedir. Bu rakamlar ışığında bina girişinde (Şekil 5.32) bu tarz bir sistemin kullanılması maliyet getirmeyecektir. Aksine şirketler açısından maliyeti düşürecektir.

Şirket girişinde ya da binalarda NFC kullanımının uygulamamız açısından aşağıdaki gibi avantajları bulunmaktadır.

- Her bina farklı kat yüksekliklerine sahiptir. Basınç sensörleri ile algılanabilecek kısım sadece değişimin metre bazında miktarıdır. Tüm

binalarının kat yüksekliklerinin bir veritabanına girilmesi hem bir veri yükü doğuracak, hem de her zaman ulaşım nedeni ile zorluklara yol açacaktır. Her bina için ayrı uygulama geliştirmek için binaya özel bilgilerin sisteme otomatik girilebilmesi için NFC taglerin kullanılması en uygun çözümlerden biridir.

- Her bina farklı kat yüksekliklerine sahip olduğu gibi birden fazla girişe de sahip olabilir. Yükseklik farklarından dolayı hangi kattan giriş yapıldığı her zaman etkin bir şekilde belirlenemeyebilir. Bu nedenle de NFC tag kullanımı pratik bir çözümdür.

Bu tagler farklı renk ve şekillerde de tanımlanabilir. Taglere istenen verilerin girilebilmesi için bir uygulama geliştirilmiştir. Şekil 5.33’da ara yüzü görülen uygulama ile NFC tag e giriş kat bilgisi ve kat yükseklikleri girilebilmektedir.

Bu taglere farklı nitelikte bilgiler girilebilir. Girilecek verilere göre uygulama geliştirilebilir.



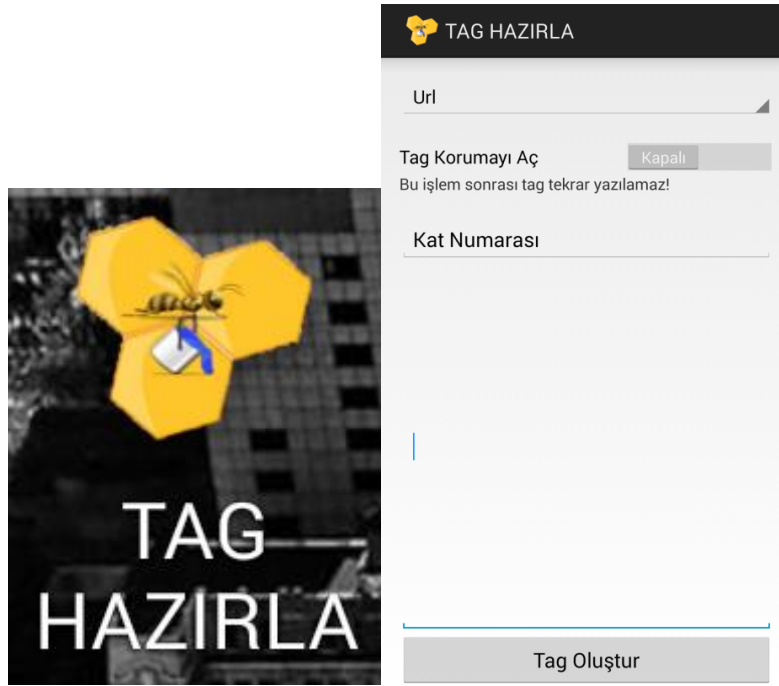
Şekil 5.32 : Turnike girişinde NFC Tag Kullanımı.

Uygulama geliştirilirken kat bilgisi girişinin nasıl yapıldığı ile ilgili veritabanına bir kontrol numarası girilmesi sağlanmıştır. Bu kontrol verilerinin anlamları Çizelge 5.4’de verilmiştir. NFC etiket ile yapılan bilgi girişleri 7 numarası ile kontrol edilebilir.

5.6.5 Geoid ve konum bazlı başlangıç değerlerinin verilmesi

Hava basıncı değişimine göre yükseklik farkı hesaplamak mümkündür. Bu yöntemden yola çıkarak yaklaşık basınç hesaplanabilir. Konuma ait geoid yüksekliği hesaplanarak bulunan konumun olması gereken basıncı hesaplanır. Bina giriş

katının yüksekliği bilindiği takdirde, GPS'den elde edilen elipsoit yüksekliğini de kullanarak girdi bilgisi uygulamaya verilebilir.



Şekil 5.33 : NFC Tag Hazırlama Uygulaması Ara yüzü.

Çizelge 5.4 : Başlangıç Değerleri Girdi Kontrol Açıklamaları.

Kontrol Numarası	Yöntem
1	Kullanıcı Tabanlı
2	Konuma Tabanlı Bilgi Girişi
3	Hesaplama – Kat azalımı
4	Hesaplama – Kat artışı
5	Konum Değişikliği - Azalım
6	Konum Değişikliği - Artım
7	NFC tag

5.6.6 Zamana Bağlı Başlangıç Değerlerinin Verilmesi

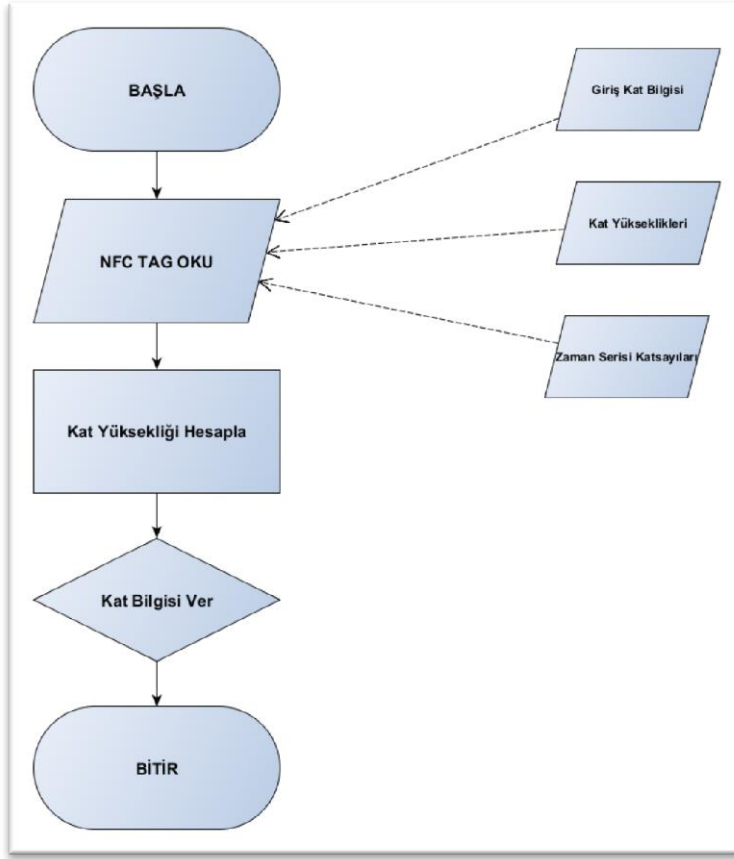
İnsanların çalışırken rutinleri vardır. Bu rutinler belirlenerek girdi bilgisi verilebilir. Örneğin çalışma saatleri içerisinde kişinin çalıştığı kat bilgisi otomatik olarak sisteme girdi olarak kullanılabilir.

Yukarıda bahsedilen yöntemlerin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Kullanıcı bazlı giriş her zaman en doğru sonucu verse de, kullanıcının gün içerisindeki yoğunluğu göz önünde bulundurulduğunda unutulması sonucunda uygulama çalışmayacaktır. Bu nedenle mümkün oldukça otomatik sistemleri kullanmak gerekir. Ancak kişinin rutininin dışına çıkması, seyahate ya da tatile çıkması durumunda kullanıcı bazlı sistemin daha uygun olduğu görülebilir. Bu nedenle konuma bağlı sorgulama yapıp, zaman faktörü göz önünde bulundurulduğunda kullanıcı rutininde ise bilgiler otomatik olarak kullanılmalı, bu sorgulamalar sonucu rutininde olmadığı anlaşılırsa veri girişinin kullanıcı bazlı olması istenmelidir. Şirket içerisinde ve mağazalarda kullanıcıların takibi ve sistemin performansının artırılabilmesi için NFC taglerin kullanılmasının daha avantajlı olacağı düşünülmektedir. Bu sayede bina idarecisi tarafından tanımlanan kat yükseklikleri doğru bir şekilde uygulamaya aktarılabilir. Şekil 5.34’de NFC tag kullanıldığı takdirde uygulama algoritmasının nasıl olması gerektiği gösterilmiştir. NFC tag kullanımında “Giriş Kat Bilgisi” ve “Kat Yükseklikleri” dışında *Zaman Serisi Katsayıları* da uygulamaya girdi olarak verilebilir.

5.7 Geliştirilen Mobil Uygulama Algoritması

Hava basıncı kullanılarak kat değişiminin hesaplanabilmesi için basınç değerlerini etkileyen sonuçların elemine edilmesi gerekmektedir. Bilim insanları tarafından yapılan çalışmalarda dış etkenlerin ve gecikme probleminin giderilmesi gerekliliği vurgulanmıştır (Abdelrahman ve El-Sheimy, 2013, Retscher, 2006, Esfandyari ve diğ., 2010, Li ve diğ., 2013). Şekil 5.1’de basit anlamı ile verilen algoritmanın geliştirilmiş hali Şekil 5.35’deki algorithmada gösterilmiştir. Şekil 5.35’de önerilen algoritma ile ölçme değerlerindeki gürültülerin ve dış etmenlerin etkilerinin minimize edilmesi planlanmıştır.

Bu tez kapsamında, öncelikle Şekil 5.35 geliştirilmiştir. Daha sonra algoritma eksiklikleri tespit edilerek algoritma Şekil 5.36’da olduğu gibi geliştirilmiştir. İlk olarak uygulamanın başlayabilmesi için konum sorgulaması yapılması gerekmektedir. Bu nedenle akıllı telefonlarda yer alan konum sağlayıcılar kullanılarak “Konum Bilgisi” alınmaktadır. Konum Bilgisi kaba (Baz İstasyonu Kullanılarak) ya da hassas doğruluklu (GPS, GLONASS kullanılarak) temin edilebilir.



Şekil 5.34 : NFC Tag Kullanımında Uygulama Algoritması.

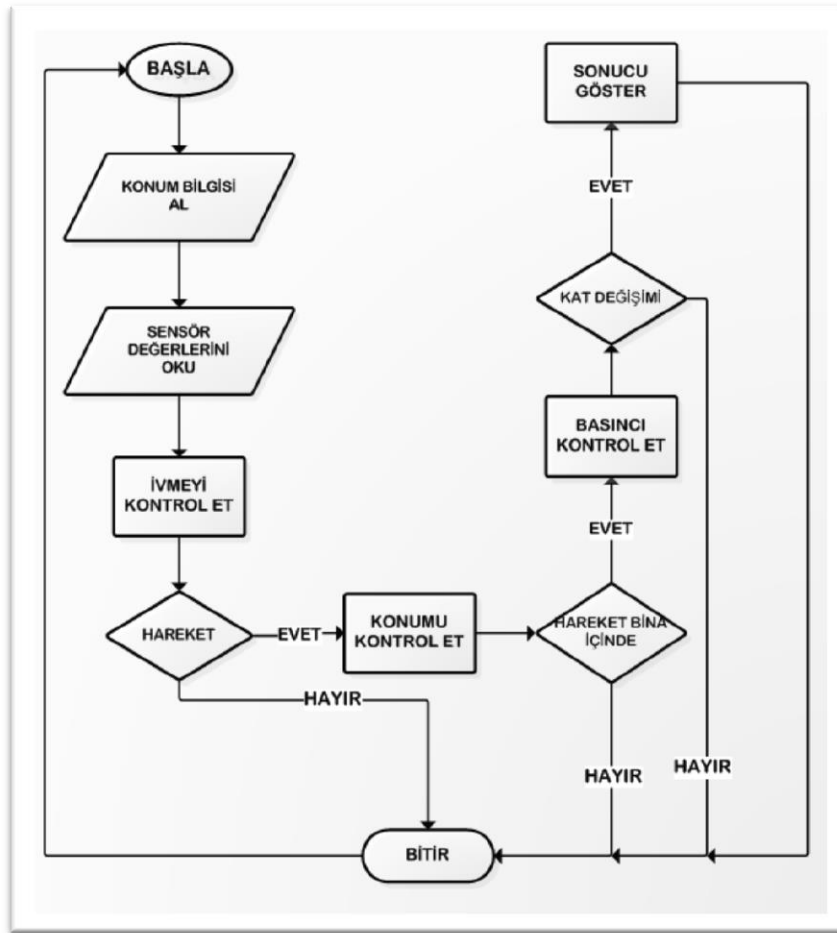
Kapalı bir alanda uygulamanın çalışmaya başlayabilmesi için başlangıç değerlerinin sisteme girilmesi gerekmektedir. Bu başlangıç değerleri çalışmalarımızda kat yükseklikleri ve giriş yapılan katın bilgileridir. Bu bilgilerin sisteme nasıl dahil edileceği bölüm 5.6.6’da ve Şekil 5.34’de verilmiştir.

Konum Bilgisi ve başlangıç değerleri alındığında “İvme Sensörü” kullanılarak kişinin kapalı alanda hareket edip etmediği anlaşılmaya çalışılmaktadır. Eğer hareket yok ise uygulama diğer işlem adımlarına devam etmeden servisi durdurmaktadır. Eğer hareket var ise bu sefer elde edilen Konum Bilgisi ile veritabanında saklanan bir önceki Konum Bilgisi karşılaştırılarak, konum değişiminin kapalı bir alanda olup olmadığı kontrol edilmektedir. Eğer konum değişimi bir kapalı alanda olamayacak kadar fazla ise uygulama kat değişim kontrolü yapmamaktadır. Bu sayede gereksiz batarya harcanmasının önüne geçilmektedir.

Hareket olayının algılanması bizi gün içerisinde hava olaylarına bağlı olarak ya da diğer etmenler nedeniyle yaşanabilecek basınç değişimlerinden kaynaklı hataların

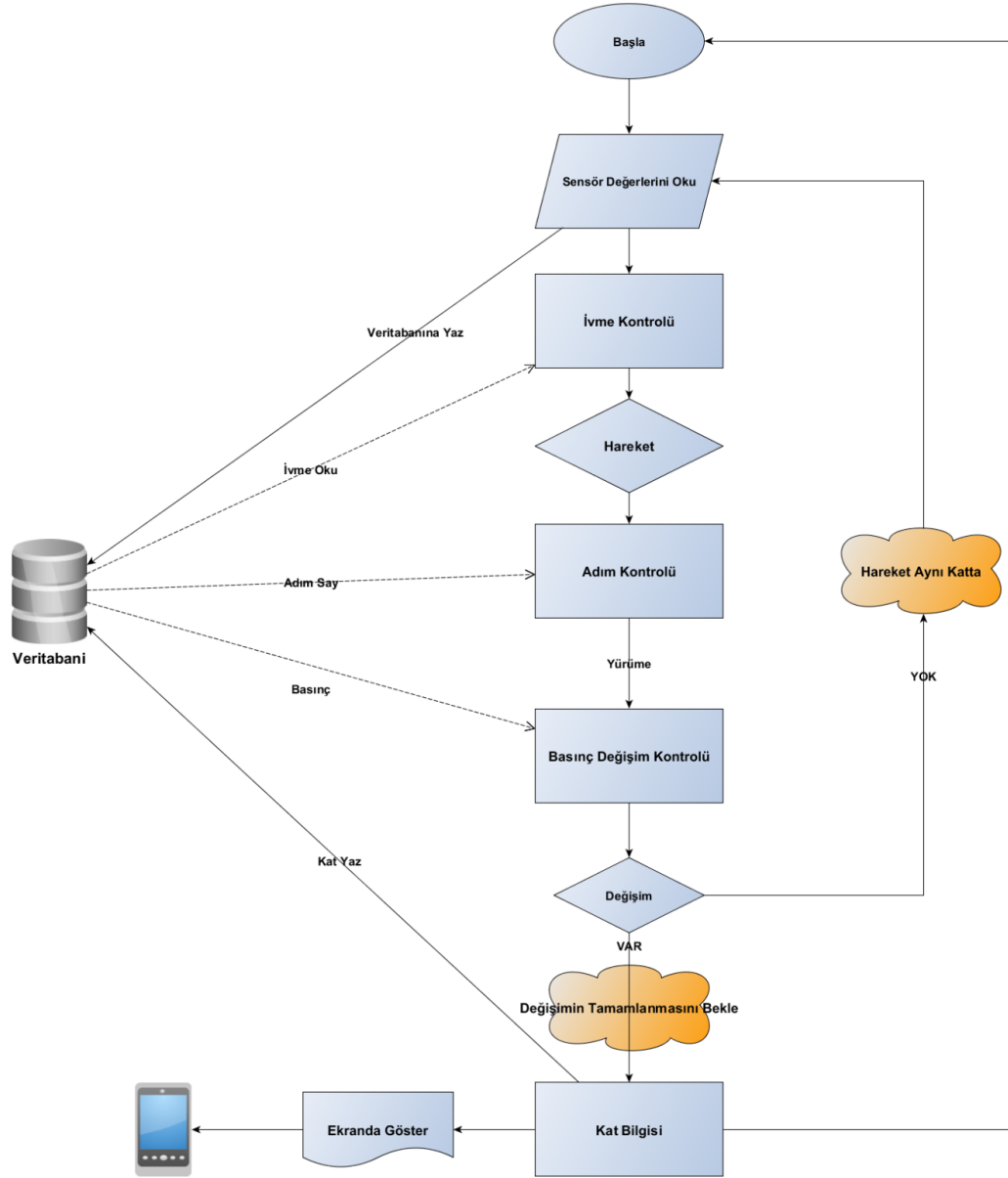
önüne geçmemizi sağlayacaktır. Aynı zamanda bu sayede uygulamanın gereksiz çalışmasının önüne geçerek enerji tasarrufunda bulunmaktadır.

Konum değişimi bina içerisinde ise; “Basınç Sensörü” kullanılarak hava basıncı ölçülmektedir. Elde edilen basınç değeri veritabanında saklanan basınç değeri ile karşılaştırılarak kat değişiminin olup olmadığı hesaplanmaktadır.



Şekil 5.35 : Uygulama Algoritması.

Uygulama kontrollerinde hareket olgusunun yanlış düşünüldüğü, uygulamanın gereksiz çalıştırıldığı gözlenmiştir. Çünkü hareket algılanması yanlış yorumlanabilmektedir. Kullanıcı yerinde oturduğu sırada telefonla oynayabilir ya da telefon bulunduğu konumda sarsıntıya bağlı olarak hareket edebilir. Bu nedenle, adım sayımı yapılarak konum değişiminin yapılıp yapılmadığı sorgulanmaktadır. Atılacak adımların eşik değerinin üzerinde olduğu hesaplandığında kat değişiminin olup olmadığı kontrol edilmektedir.



Şekil 5.36 : Geliştirilmiş Uygulama Algoritması.

Kat değişiminin hesaplanması için hareketin bitmesi de beklenebilir. Bu sayede kat değişiminin hesaplanmasında hata yapılmasının önüne de geçilebilir. Kat değişimi hesaplandığında değişim, telefon ekranında gösterilmekte ve veritabanında saklanmaktadır. Kat değişiminin hesaplanmasında farklı yöntemler denenebilir. Bu yöntemlere bölüm 5.8.3’de değinilecektir.

5.8 Uygulamanın Geliştirilmesi

Uygulamanın geliştirilmesi sırasında GPSLOGGER uygulaması kodları kullanıldığından bahsedilmişti. GpsLogger uygulaması açık kaynak kodlara sahip konum izleme uygulamasıdır.

Uygulamanın geliştirilmesi sırasında GpsLogger uygulamasının konum takip ve ana menü arayüzü kodları kullanılmıştır. Uygulamaya verilerin saklanacağı bir veritabanı ve sensör değerlerinin okunmasına imkan veren bir servis eklenmiştir. Eklenen servis telefon sensör değerlerini ve Bluetooth ile bağlanan sensör değerlerini, oluşturulan veritabanına saklamakta; veritabanından okuduğu değerleri analizlemekte; ayrıca kat değişimini hesaplayarak arayüzde gösterimini sağlamaktadır. Şekil 5.36'da gösterilen algorithmada yer alan tüm adımları bu servis sağlamaktadır.

Bu kodlar dışında, bluetooth sensör değerlerinin okunması, EKK ve Kalman Filtrelemesinin yapılabilmesi, NFC etiketlerinin okunması, SMS atılması, matris işlemlerinin yapılması ve ayrıca görselliğin geliştirilmesi için yazılan kodlar uygulama kaynak kodlarına eklenmiştir.

Kodlar incelendiğinde GpsLogger uygulamasının ana işlevinin tamamen değiştirildiği görülebilir. GpsLogger'ın kullanılmasındaki ana etken temel uygulama arayüzü için vakit kaybedilmesinin önüne geçmektir.

5.8.1 İvme - Hareket Kontrolü

İvme sensörlerinin kullanılmasının nedeni kullanıcının hareketinin olup olmadığını algılamaktır. Sensör değerlerinden t zamanında okunan ve $t-1$ zamanında okunan değerler karşılaştırılarak değişimin verilen sınır değerlerde olup olmadığı kontrol edilmektedir.

Bu aşamada hareket ve adım sayaçları koda eklenmiştir. Böylelikle belirlenen eşik değerlerinin aşılp aşılmadığı kontrol edilmektedir. Bu kontrolün yapılmasının asıl nedeni hareketin sabit bir konumda yapılıp yapılmadığının algılanmasıdır. Telefonun normal amaçlar içinde kullanımı sırasında oluşabilecek hatalar bu sayede giderilebilmektedir.

5.8.2 Konum Değişimi Kontrolü

Konum değişimi yapılırken değişimin bina içerisinde olup olmadığının kontrolü de yapılmaktadır. Buradaki asıl amaç değişim bina dışında ise işlemi sonlandırarak yanlış bilgi edinilmesinin önüne geçmektir.

Bu kontrolün yapılabilmesi için Haversine yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile iki konuma ait coğrafi koordinatlar kullanılarak konum değişim miktarı hesaplanmaktadır. Kod yazımının kolay olması bu yöntemin kullanılmasının seçiminde katkıda bulunmuştur.

$$d=2.r.\arcsin\left(\sqrt{\sin^2\left(\frac{\phi_2-\phi_1}{2}\right)+\cos(\phi_1).\cos(\phi_2).\sin^2\left(\frac{\lambda_2-\lambda_1}{2}\right)}\right) \quad (5.1)$$

Burada;

d = Mesafe farkını

r = Küre yarıçapını

ϕ_1, ϕ_2 = 1. ve 2. Konumun enlem değerlerini

λ_1, λ_2 = 1. ve 2. Konumun boylam değerlerini ifade eder.

Buradan elde edilen konum değişim miktarı eşik değerlerinin üstünde ise uygulama hareketin bina dışında olduğunu anlayarak hesaplamalara ara vermektedir.

5.8.3 Zaman Serileri Analizleri – Filtrelemeler ile Kat Değişiminin Tespiti

Basınç değişimlerinin kontrolleri zaman serileri analizleri, filtrelemeler ile yapılmaktadır. Veritabanında yer alan basınç değerleri kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır. Bu aşamada kullanılan veriler bir önceki kat değişiminden sonra kaydedilen verilerdir. Bu sayede eski verilerin sonuçları etkilemesi önlenmektedir.

Analizlerde iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, EKK ve Kalman Filtrelemesidir. İki yöntemle amaçlanan dış etkenlerin basınç değerleri üzerindeki etkisini minimize ederek, kat değişimin doğru saptanmasıdır.

İki yöntem de basınç serisinin t zamanına kadar olan eğilimini öğrenmekte ve t+1. zamanda olması gereken değeri hesaplamaktadır. Hesaplanan bu değer ile basınç okuması karşılaştırılmakta ve kişinin kat değiştirip değiştirmediği hesaplanmaktadır. Hesaplanan değişimin eşik değerlerin altında kalması kat değişiminin yapılmadığını göstermektedir.

5.8.3.1 EKK ile kat değişiminin hesaplanması

Bu yöntemin kullanılabilmesi için aşağıda verilen kodlar kullanılmıştır. Verilen kodlar kısaltılarak yazılmıştır. Kodlar ile öncelikle bir zaman serisinin bileşenleri hesaplanmaktadır. Daha sonra bu bileşenlere ait katsayılar kullanılarak $t+1$. zamandaki basınç değeri hesaplanmaktadır.

```
for (int i = ekksatir; i < saykalman; i++) {
    t[j][0] = db.getTime(i);
    p[j][0] = db.getPressure(i);
    NNN[j][0] = 1;
    NNN[j][1] = db.getTime(i);
    j = j + 1;
}
// EKK parametreler

double A[][] = zeros(matris,12);
for (int i = 0; i < matris; i++) {

    double yys = Math.sin(yy * t[i][0]);
    double yyc = Math.cos(yy * t[i][0]);

    double ass4s = Math.sin(ass4 * t[i][0]);
    double ass4c = Math.cos(ass4 * t[i][0]);

    A[i][0] = yyc;
    A[i][1] = yys;

    A[i][2] = ass4c;
    A[i][3] = ass4s;

}

for (int i = 0; i < matris; i++) {
    double xdp = dp[i][0];
    PP[i][i] = 1 / Math.pow(xdp, 2);
}

// Lineer bileşen

double lin[][] = new double[matris][1];
int ikk = 0;

for (int ij = ekksatir; ij < saykalman; ij++) {
    lin[ikk][0] = c3[0][0] + c3[1][0] * t[i][0];
    ikk = ikk + 1;
}

double ll[][] = new double[matris][1];
int ikk2 = 0;
for (int ij = ekksatir; ij < saykalman; ij++) {

    ll[i][0] = p[i][0] - lin[i][0];
    ikk2 = ikk2 + 1;
}

// Mevsimsel - Dönemsel Bileşen

double ATP[][] = transpose(A);
double n1[][] = carp(ATP, PP);
double N1[][] = carp(n1, A);
double N12[][] = carp(n1, A);
double n2[][] = carp(n1, ll);
double N11[][] = inversem(N12);

double E[][]=carp(N12,N11);
```

```

double kats[][] = carp(N11, n2);

ck1 = kats[0][0];
ck2 = kats[1][0];

double dal=Math.cos(yy*fa);
double da2=Math.sin(yy*fa);

Tahmin = (cc1) + (cc2*fa)
          + (ck1*dal) + (ck2*da2)
          + (ck3*da3) + (ck4*da4);

```

5.8.3.2 Kalman filtrelemesi ile değişimin hesaplanması

Kalman filtrelemesi için bir çok sınıf ve java dosyası yazılmıştır. Servis içerisinde kullanılan kodlar aşağıda verilmiştir. EKK'da olduğu gibi Kalman Filtrelemesi de aynı mantıkla çalışmaktadır. Amaç t zamanına kadar kullanılan veriler ile t+1. zamandaki basıncı tahmin etmektir.

```

try {
    JKalman kalman = new JKalman(2, matris);
    Matrix s = new Matrix(2, 1);
    Matrix c = new Matrix(2, 1);
    Matrix m = new Matrix(matris, 1);
    int jj=0;
    for (int ik=ekksatir; ik<saykalman; ik++){
        m.set(jj, 0, db.getPressure(ik) );
        jj=jj+1;
    }
    double aa= Math.exp(0);
    double bb=Math.exp(0.01);
    double[][] tr = { {aa, 0}, {0, bb}};
    kalman.setTransition_matrix(new Matrix(tr));

    kalman.setError_cov_post(kalman.getError_cov_post().identity());
    for (int i = 0; i < matris+1; ++i) {
        s = kalman.Predict();
        c = kalman.Correct(m);

        KahTahmin=s.get(0, 0);
        KahDuz=c.get(0, 0);
    }
} catch (Exception ex) {
    System.out.println(ex.getMessage());
}

```

5.9 Sensör Doğruluk Analizleri

5.9.1 Sensör doğruluk analizlerinde kullanılan cihazlar ve özellikleri

14 kullanıcı ile yapılan testte, teoride görülmesi gereken sonuçların bazılarının pratikte alınamadığı görülmüştür. Bu sonuçların nedenlerini anlayabilmek için sensör değerlerinin doğruluklarının belirlenmesi gerekliliği anlaşılmıştır. Doğruluk analizlerinin yapılabilmesi için farklı donanımlar kullanılmıştır. Üç mobil cihaz, profesyonel sektörde kullanılan bir basınç, sıcaklık ve nem sensörü temin edilmiştir. Çizelge 5.1'de sensör kabiliyetlerinin araştırılmasında kullanılan modeller

gösterilmişti. Bu modellerden A, C ve D modeli ile testlere devam edilmiştir. Ayrıca 4 adet bluetooth ile iletişim sağlayan sensör de çalışmalarda kullanılmıştır.

Bluetooth ile kullanılan sensörler piyasada yaygın bir şekilde bulunmaktadır. Şekil 5.37’de görülen sensörden 4 adet alınmış ve uygulama bu sensörlerden aynı zamanda veri okuyabilecek şekilde geliştirilmiştir. Aynı zamanda veritabanı da geliştirilerek veriler saklanmıştır.

Bu dört adet sensöre sırası ile TI-1,2,3,4 isimleri verilmiştir. İlerleyen bölümlerde ve tablolarda sensörler bu isimler ile anılacaktır. Şekil 5.38’de belirtildiği gibi sensör üzerinde basınç, sıcaklık, nem, manyetik alan ölçer, ivme ve yer çekim ivmesi ölçer bulunmaktadır. Sensör aynı zamanda anlık sıcaklık ve ortam sıcaklığı da ayrı ayrı ölçebilmektedir.



Şekil 5.37 : Bluetooth Sensör.



Şekil 5.38 : Bluetooth Sensörün yapısında bulunan sensörler.

Doğruluk analizleri için kullanılacak cihaz bundan sonra TST olarak adlandırılacaktır. Donanıma ait teknik bilgiler Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Bluetooth sensörlere ait teknik özellikler Çizelge 5.6 ve bu sensör için geliştirilen uygulama arayüzü de Şekil 5.40’da verilmiştir.

Doğruluk Analizleri sırasında TST verileri doğru olarak kabul edilmiş ve doğruluklar bu cihaza göre belirlenmiştir.



Şekil 5.39 : Testo Basınç, Sıcaklık ve Nem Ölçer.

Çizelge 5.5 : Testo Teknik Özellikler.

Sensör Bilgileri		Nem Sensörü	
Hafıza	2 000 000	Ölçüm Aralığı	0 ... 100 %RH
Depolama Sıcaklığı	-40 ... +85 °C	Çözünürlük	0.1 %RH
Çalışma Sıcaklığı	-20 ... +70 °C	Basınç Probu	
NTC		Ölçüm Aralığı	600 ... 1100 mbar
Ölçüm Aralığı	-20 ... +70 °C	Doğruluk	± 3 mbar (0 ... +50 °C)
Doğruluk	± 0.2 °C (-20 ... +70 °C) ± 0.4 °C (kalan aralık)	Çözünürlük	1 mbar
Çözünürlük	0.1 °C		

Çizelge 5.6 : Bluetooth Sensör Teknik Özellikleri.

Basınç Sensörü	
Basınç Ölçüm Aralığı	300 ... 1100 hPa
Relatif Doğruluk	± 0.15 (p= 950 hPa ... 1050 hPa T=25 °C) ± 0.14 (p= 500 hPa ... 1100 hPa T=25 °C ... 40 °C)
Mutlak Doğruluk	± 3 mbar (0 ... +65 °C)
Nem Sensörü	
Ölçüm Aralığı	0 ... 100 %RH
Doğruluk	$\pm$ %3 RH
Sıcaklık Sensörü	
Ölçüm Aralığı	0 ... +60 °C
Doğruluk	± 3 °C

Başladı	
20 Ara 2014 13:41:12	(Baz İstasyonu Kullanılıyor)
Enlem:	39° 53' 13,8" K
Boylam:	32° 50' 48,1" D
Basınç:	899,51 mbar
B.Yükseklik:	993,2 m
Sıcaklık:	27,2 °C
Nem:	46,9 %
BLE Basınç:	904,36 mbar
BLE Sıcaklık:	22,52 °C
BLE Nem:	53,06 %
Bulunduğunuz Kat:	0
Kat Değişimi:	-,3
Elipsoidal Yükseklik:	n/a
Hız:	n/a
Yön:	n/a
Uydu Sayısı:	n/a
Doğruluk:	30.0 metre
Katedilen Mesafe:	0 metre (0 points)

Şekil 5.40 : Bluetooth Sensörler için geliştirilen uygulama arayüzü.

5.9.2 Sensör doğruluk testleri

Doğruluk analizleri sırasında yapılacak analize göre cihazların konumları değiştirilmiştir. Bu sayede farklı etmenlerin sensörler üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalara başlamadan önce tüm sensörler aynı konumda tutularak

doğruluklar hesaplanmıştır. Buradan elde edilen sonuçlar ilerideki testlerde kullanılacaktır.

İlerleyen testlerde kullanılan cihazlar farklı kat ve konumlara konularak, konumun ve kat değişiminin sensör değerleri üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

06-07 Kasım 2014 Günü gün içerisinde yapılan ölçmelere ait sonuçlar 0'de gösterilmiştir. Cihazlardan kontrol ölçmeleri yapılan cihaz (TST), Model A, Model C ve bunlarla ilişkilendirilen bluetooth cihazlar aynı odada bulunmaktadır. Model D ise yine aynı odada bulunmasına rağmen günün değişik saatlerinde farklı konumlarda bulunmaktadır.

Çizelge 5.7 : 06-07 Kasım Sensör Doğrulukları.

		Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata
Model A	Basınç	814	0.21
	Basınç	814	3.11
Model C	Basınç Düzeltme	814	0.12
	Sıcaklık	814	0.84
	Nem	814	1.55
	Basınç	814	3.60
Model D	Basınç Düzeltme	814	0.60
	Sıcaklık	814	2.05
	Nem	814	7.04
	Basınç	814	0.38
TI-1 Model A	Sıcaklık	814	0.69
	Nem	814	2.19
	Basınç	814	0.27
TI-2 Model A	Sıcaklık	814	0.68
	Nem	814	1.96
	Basınç	814	0.27

06-07 Kasım 2014 Günü Model D'nin verilerinden algılanan konum değişiklikleri çıkarıldığında Model D'ye ait karesel ortalama hata Çizelge 5.8'deki gibi olmuştur.

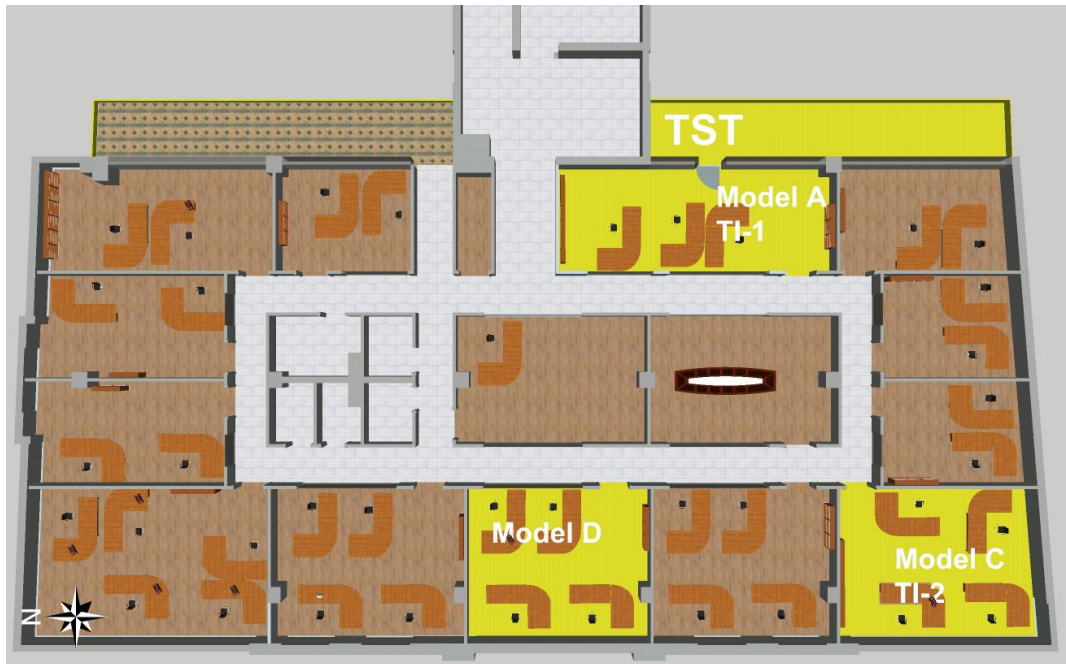
Çizelge 5.8 : Model D Sensör Doğrulukları.

		Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata
Model D	Basınç	733	3.67
	Basınç Düzeltme	733	0.54
	Sıcaklık	733	1.66
	Nem	733	6.79

Yapılan analiz sonucu Model C ve D'de basınç doğruluklarının olması gerekenden çok farklı olduğu tespit edilmiştir. Model A ve TI-1 ve TI-2'ye ait basınç

doğrulukları tatmin edici seviyededir. Model C ve D de karşılaşılan bu farkın sabit bir hata payı içerdiği gözlemlendiğinden Çizelge 5.7 ve Çizelge 5.8’de görüleceği üzere ‘Basınç Düzeltme’ değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama sırasında Model C ve Model D’den 3.0 değeri tüm değerlerden çıkarılarak karesel ortalama hata tekrar hesaplanmıştır. Bu değerlerin düzeltme katsayısı olabileceği düşünüldüğünden testlerde bu durum göz önünde bulundurulmuştur. Dikkat edilirse bu düzeltme katsayıları denkleme dahil edildiğinde hata payının kabul edilebilir bir seviyede olduğu görülebilir. Bu katsayılar Model C için 3.1 ve de Model D için 3.6 olarak alınabilir.

İkinci olarak aynı katta farklı konumlara sensörler yerleştirilmiştir. Bu sayede ortam sıcaklığı ve neminin basınç üzerindeki etkileri tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu testlerden ilki 14 Kasım 2014 günü gerçekleştirilmiştir. Tüm cihazlar aynı katın farklı konumlarına yerleştirilmiştir. TST aynı katın balkonuna, Model A ve bağlı cihaz TI-1 balkona açılan odaya, Model C, TI-2 ve D ise farklı odalara konulmuştur. Cihaz konumları Şekil 5.41’de gösterilmiştir. 14 Kasım’a ait doğruluk sonuçları ise Çizelge 5.9’da gösterilmiştir.



Şekil 5.41 : 14 Kasım 2014 günü cihazların konumları.

06-07 Kasım günleri Model A ve TST aynı odada ve konumda bulunmaktayken Model A’nın karesel ortalama hatası 0.21 olmuştur. 14 Kasım’da farklı ortam koşullarına sahip bu iki cihazdan Model A’nın karesel ortalama hatası 0.23 olmuştur.

Aynı şekilde Model C'nin hatası 3.11 iken ikinci testte 3.14 olmuştur. Sensörlerin 14 Kasım, gün içerisindeki ortalama sıcaklıkları TST, Model A ve C sırası ile 21.34, 23.79 ve 24.09 olmuştur (Model A sıcaklık sensörüne sahip olmadığı için değeri TI'dan okunmuştur). Sıcaklıklar incelendiğinde TST ile mobil sensörlerin sıcaklık farklarının ortalama 3 derece olduğu görülmektedir. Ancak 14 Kasım günü elde edilen bu değerler şüphe uyandırmaktadır. TST'ye ait sıcaklık değerlerinden şüphenelinmektedir. Cihaz cam kenarına yakın olduğu için camın sıcaklığı ile yüksek değer sergilemiş, birisi tarafından değerleri oynanmış ya da güneş ışığına maruz kaldığı için değerlerinde bir hata söz konusu olmuş olabilir. Bu nedenle farklı iki konumda 2 test daha yapılmıştır.

Çizelge 5.9 : 14 Kasım 2014 Sensör Doğrulukları.

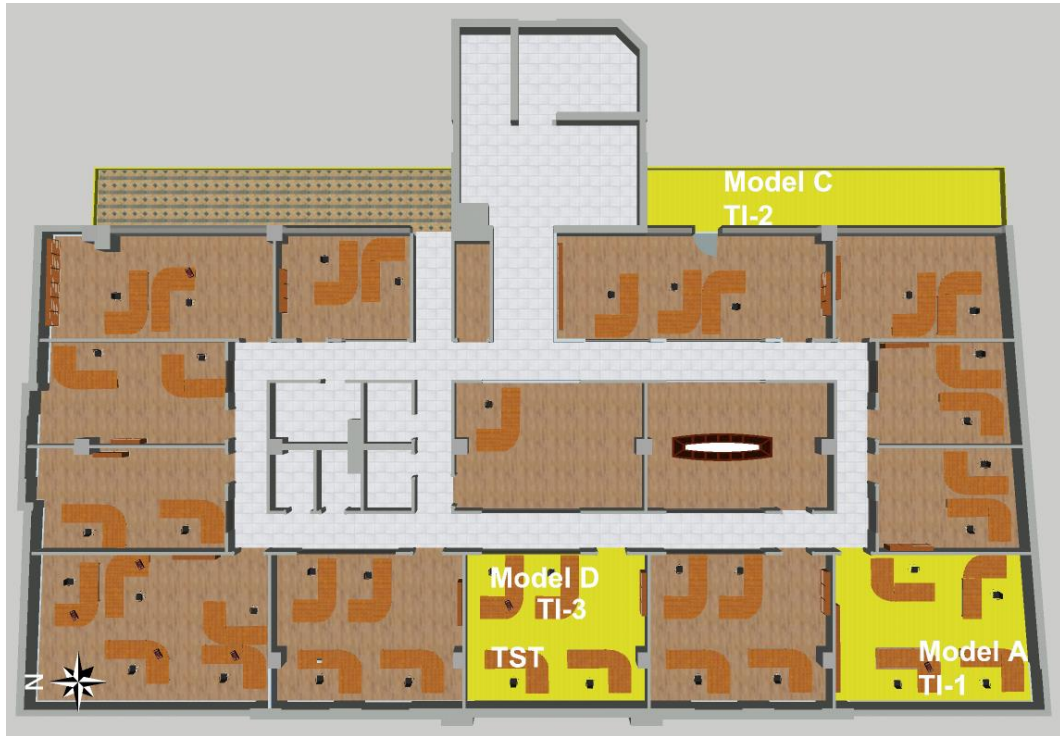
		Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Nem
Model A	Basınç	356	0.23	-	-
Model C	Basınç	356	3.14	24.09	33.76
	Basınç Düzeltme	356	0.15		
	Sıcaklık	356	8.00		
	Nem	356	11.53		
Model D	Basınç	356	3.55	24.44	45.80
	Basınç Düzeltme	356	0.67		
	Sıcaklık	356	7.46		
	Nem	356	17.26		
TI-1 Model A	Basınç	356	0.38	23.79	36.54
	Sıcaklık	356	6.87		
	Nem	356	8.58		
TI-2 Model A	Basınç	356	0.23	23.99	24.23
	Sıcaklık	356	9.85		
	Nem	356	7.92		
TST				21.34	31.32

Model D'nin kat değişimleri çıkarılarak elde edilen Karesel ortalama hatalar da Çizelge 5.10'daki gibi olmuştur.

Çizelge 5.10 : 14 Kasım 2014 Model D Karesel Ortalama Hataları.

		Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata
Model D	Basınç	321	3.56
	Basınç Düzeltme	321	0.57
	Sıcaklık	321	7.53
	Nem	321	17.52

Yenilenen testlerden ilki 09 Aralık 2014 günü gerçekleştirilmiştir. 14 Kasım'da gerçekleştirilen testte ortalama sıcaklık güvenilir görünmese de sıcaklığa ait karesel ortalama hatalar incelendiğinde bariz bir sıcaklık farkı gözlenmektedir. Çünkü 06-07 Kasım günlerinde yapılan testte sıcaklığa ait karesel ortalama hatalar 0.65 ile 2.05 arasında değişmiştir. Ancak 14 Kasım'da bu değerler 6.87 ile 9.85 arasında değişmiştir. 09 Aralık 2014 günü yapılan testte kullanılan sensörlerin konumları Şekil 5.42'de verilmiştir.



Şekil 5.42 : 09 Aralık 2014 günü cihazların konumları.

09 Aralık 2014 günü yapılan testlere ait doğruluk değerleri Çizelge 5.11'de verilmiştir. Aynı balkona bu sefer Model C ve TI-2 konulurken diğer sensörler şirketin diğer konumlarına konulmuştur. Bu testler sırasında özellikle güney batı cephesinde bulunan odanın kullanılmasının nedeni binada bulunan konumun; yani

güneş ışığının geliş şeklinin de göz önünde bulundurulmaya çalışılmasından kaynaklanmıştır.

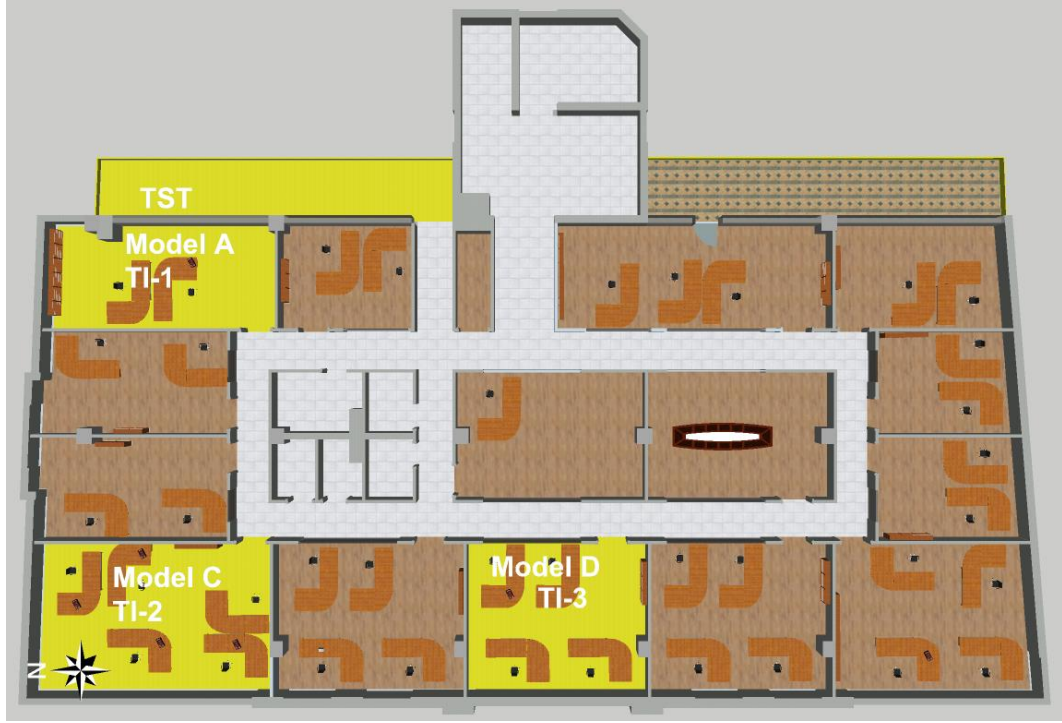
Model C ve bağlı bulunan sensörün ortalama sıcaklıkları mantıklı bir değerde görülmektedir. Dış ortam sıcaklığı ile kapalı mekan ortam sıcaklığı arasında yaklaşık 10°C'lik bir fark bulunmaktadır. Tüm sensörler aynı katta bulunduğundan elde edilen basınç değerlerine sıcaklığın etkisinin görülmesi beklenmektedir. Model C'nin karesel ortalama hatası ± 3.11 'den ± 3.18 çıkmışken, Model A ve TI-1'in daha doğru değerlere yaklaştığı görülmektedir. Model A ve TST arasındaki ortalama sıcaklık farkı yaklaşık 2°C'dir.

Çizelge 5.11 : 09 Aralık 2014 Sensör Doğrulukları.

		Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Nem
Model A	Basınç	579	0.10	-	-
	Basınç	579	3.18		
Model C	Basınç Düzeltme	579	0.18		
	Sıcaklık	579	13.94	10.79	70.35
	Nem	579	28.16		
Model D	Basınç	356	3.80		
	Basınç Düzeltme	356	0.29		
	Sıcaklık	356	0.77	24.54	46.43
	Nem	356	3.85		
TI-1	Basınç	579	0.24		
Model A	Sıcaklık	579	2.57	22.24	49.35
	Nem	579	7.24		
TI-2	Basınç	579	0.21		
Model A	Sıcaklık	579	11.60	13.17	57.13
	Nem	579	14.98		
TI-3	Basınç	336	1.10		
	Basınç Düzeltme	336	0.11		
	Sıcaklık	336	0.37	24.53	41.55
Model D	Nem	336	1.95		
	TST			24.66	42.77

Benzer bir test 10 Aralık 2014 tarihinde farklı konumlarda gerçekleştirilmiştir. Bu teste ait sensör konumları Şekil 5.43’de verilmiştir.

10 Aralık günü TST aynı katın diğer balkonuna, diğer sensörler ise Şekil 5.43’de gösterilen farklı konumlara konulmuştur. Bu güne ait doğruluk sonuçları Çizelge 5.12’de verilmiştir.



Şekil 5.43 : 10 Aralık 2014 tarihli sensör konumları.

10 Aralık günü Model A’ya bağlı sensörden bağlantı hatası nedeniyle veri alınamamıştır. Diğer sensörler incelendiğinde Model C ile TST arasındaki hatanın ± 3.10 olduğu görülmüştür. 10 Aralık günü ortalama sıcaklıktaki fark yaklaşık 10°C derece olmuştur. Model A’nın doğruluğu ise 09 Aralık’ın aksine artmıştır.

Basınç ölçümündeki yaklaşık 0.01hPa ’lık bir hata yükseklikte yaklaşık 0.087 metrelik bir hataya neden olmaktadır. 10 Aralık günü Model A’da tespit edilen 0.48 hPa’lık hata yaklaşık 4.2 metre hata payı içermektedir. Bu hata 09 Aralık günü yaklaşık 0.87 metre, 06-07 Kasım günü 1.83 metredir. Bu değerler incelendiğinde Model A baz alındığında sıcaklığın önemli bir etki yaptığı görülmektedir. Yaklaşık 10°C ’lik fark 2 katlık bir hata yapılmasına neden olmaktadır.

Model A için yapılan karşılaştırma, Model C ile yapıldığında karşımıza biraz farklı bir sonuç ortaya çıkmaktadır. 06-07 Kasım günü tespit edilen hata ± 3.11 , 09 Aralık

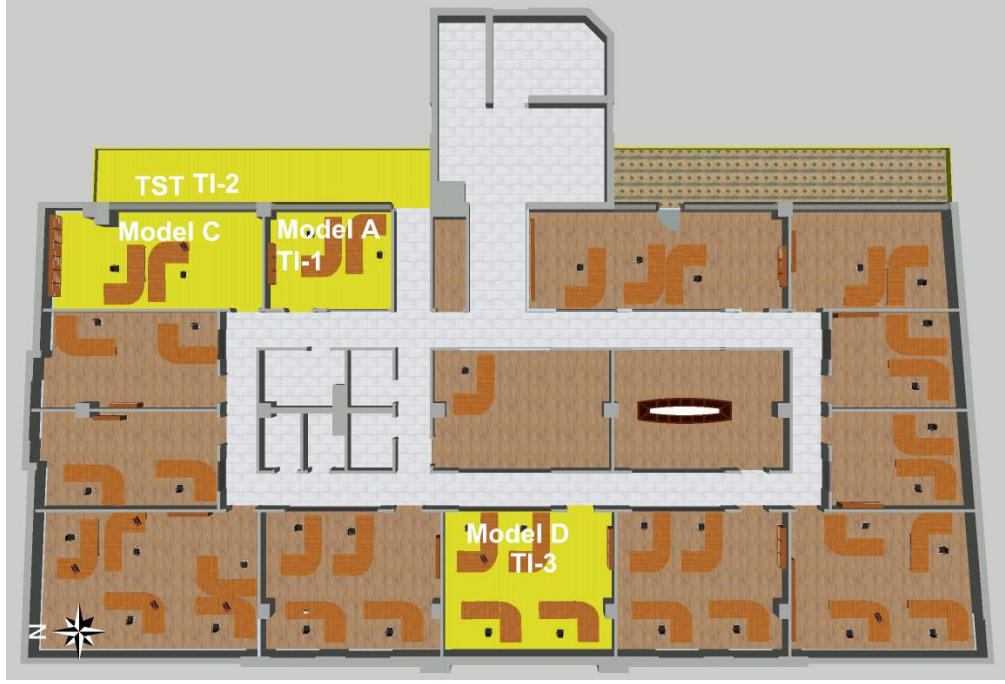
günü ± 3.18 , 10 Aralık günü ise ± 3.10 'dur. TST baz alındığından Model C basınç değerleri'ne 3.11 düzeltme katsayısı getirilmesi gerekmektedir. Bu değer getirildiği takdirde yaklaşık 10°C 'lik sıcaklık farkı yaklaşık 0.7 metre hataya neden olmaktadır.

Buradan şu sonuç çıkarılabilir; telefonlarda kullanılan basınç sensörleri sıcaklığa farklı tepkiler vermektedir. Benzer test 24 Aralık 2014 günü tekrar yapılmıştır. 24 Aralık'taki sensör durumları Şekil 5.44'de verilmiştir.

Çizelge 5.12 : 10 Aralık 2014 Sensör Doğrulukları.

		Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Nem
Model A	Basınç	586	0.48	-	-
	Basınç	586	3.10		
Model C	Basınç	586	0.11		
	Düzeltilme Sıcaklık	586	10.61	23.49	45.47
	Nem	586	11.22		
Model D	Basınç	475	3.80		
	Basınç	475	0.39		
	Düzeltilme Sıcaklık	475	12.66	25.41	47.38
	Nem	475	10.90		
TI-1 Model A	Basınç	586	Bağlantı Hatası		
	Sıcaklık	586	Bağlantı Hatası	Bağlantı Hatası	Bağlantı Hatası
	Nem	586	Bağlantı Hatası		
TI-2 Model A	Basınç	586	0.27	23.48	45.42
	Sıcaklık	586	10.58		
	Nem	586	11.33		
TI-3	Basınç	475	1.12	24.86	40.58
	Basınç	475	0.29		
Model D	Düzeltilme Sıcaklık	475	12.03		
	Nem	475	16.55		
TST				13.00	56.03

Çizelge 5.12 incelendiğinde Model A ve C basınç sensörü değerleri 06-07 Kasımda gerçekleştirilen sonuçlara yakın doğruluklar vermektedir. Doğruluklar 06-07 Kasım'a göre düzeltildiği takdirde ortalamada yaklaşık 10 ve 7 derecelik farklar 1 kattan daha az fark yaratmaktadır. Model A için 10 derecelik bir fark basınçta 0.13 hPa, Model C için 7 derecelik fark 0.15 hPa'lık hata payı içermektedir. Bu sırada ortalama Nem değerleri incelendiğinde yakın sonuçlar görülmektedir.



Şekil 5.44 : 24 Aralık 2014 günü sensör konumları.

Çizelge 5.13 : 24 Aralık 2014 Sensör Doğrulukları.

		Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Nem
Model A	Basınç	169	0.24	-	-
	Basınç Düzeltme	169	0.13		
Model C	Basınç	169	3.21	18.83	39.28
	Basınç Düzeltme	169	0.15		
	Sıcaklık	169	8.49		
	Nem	169	11.68		
TI-1	Basınç	169	0.25	21.03	36.10
	Basınç Düzeltme	169	0.18		
Model A	Sıcaklık	169	10.52	14.43	32.95
	Nem	169	11.82		
TI-2	Basınç	169	0.24	14.43	32.95
	Basınç Düzeltme	169	0.18		
Model A	Sıcaklık	169	4.68	11.27	39.58
	Nem	169	9.14		
TST				11.27	39.58

Sonuçlar göstermektedir ki sıcaklık değişimi büyük bir basınç değişimine neden olmasa da bir miktar basınç değişimine neden olmaktadır. Kat değişimi sırasında bina içi sıcaklıklarda görülecek farklar basıncı etkileyecektir. Bu da hesaplamaları etkileyecektir. 1 katlık değişim yapılmamış gibi görülebilir. Hesaplamalara sıcaklık

etkisinin katılması gerekir. İlerleyen bölümlerde sıcaklık etkisi ile ilgili ayrıntılı bir çalışmaya tekrar değinilecektir.

5.10 Model Doğruluk Analizleri

Sensör doğruluk analizleri yapılırken Model C ve Model D’de sabit bir hata olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.7, Çizelge 5.8, Çizelge 5.9, Çizelge 5.10, Çizelge 5.11, Çizelge 5.12, Çizelge 5.13). Çizelgelerde görüldüğü gibi bu katsayılar model okumalarına eklenerek gerçek basınç değerlerine ulaşılabilir. Aynı zamanda modeller arası ilişkiler kurulurken doğru analizlerin yapılması sağlanacaktır. Katsayı düzeltmeleri için 14 kullanıcı ile yapılan teste ait sonuçlar bu kapsamda düzeltilerek hipotez desteklenmeye çalışılmıştır. Yapılan analizlerde Model A,C ve D için düzeltme katsayıları belirlenmiştir. Model B için eksik olan verilerin sağlanması için yapılan analiz sonucu Model B düzeltme katsayısının 5.8 olduğu tespit edilmiştir. Model A için bu katsayı 0.2, Model C için 3.1 ve Model D için, 3.6 olarak alınmıştır.

Elde edilen düzeltmeler 28 Mart’ta elde edilen basınç değerlerine eklendiğinde kişilerin katlarının bire bir saptanabilmesi beklenmekteydi. Ancak Şekil 5.45 incelendiğinde bazı sonuçların tutarlılık göstermediği görülmektedir. Buradan anlaşılabileceği üzere her model için sabit bir düzeltme katsayısı getirilemez ya da dönemsel etkilerin ve/veya sıcaklığın basınç sensör düzeltmelerine etkisi bulunabilir ve bunların göz önünde bulundurulması ile düzeltmeler yapılabilir.

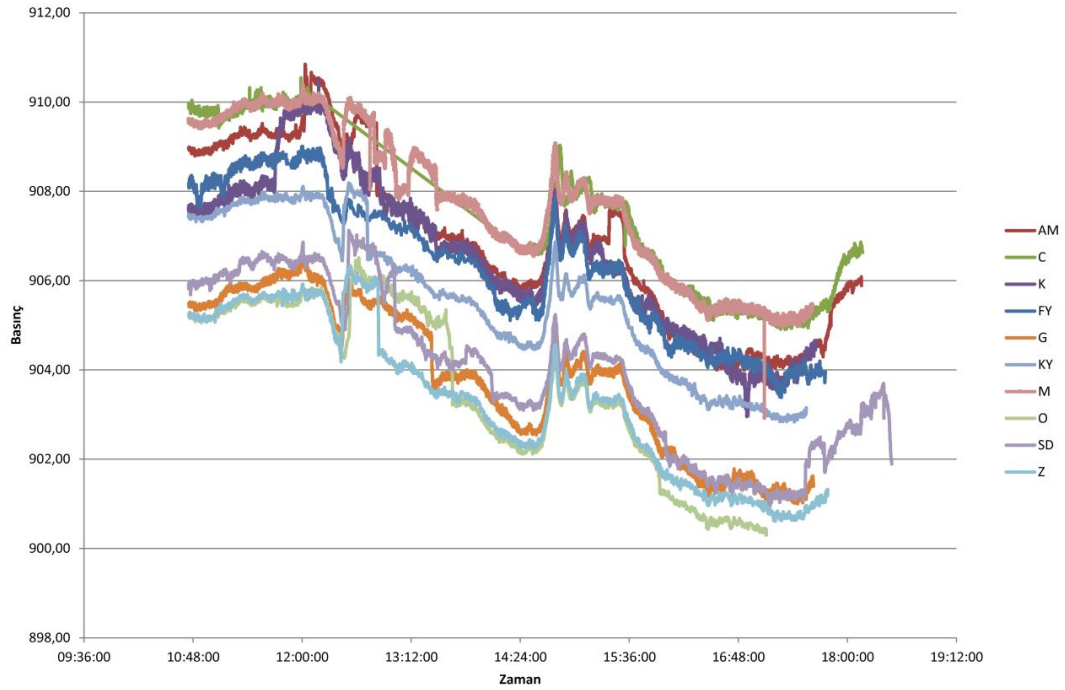
Bu sonucu irdelemek için 19 Aralık’ta uygulama aynı modele sahip farklı cihazlara (Model B,C ve D) yüklenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları Çizelge 5.14’de gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere Model C-2 çalışmalarında kullanılan Model C ile aynı düzeltme değerine sahip değildir. Aynı şekilde Model D-2 de çalışmalarda kullanılan Model D’nin düzeltme değerine sahip değildir.

Benzer bir sonuç Şekil 5.26’da da görülmektedir. Aynı odada bulunan aynı model iki cihaz (Model C) arasında sabit bir basınç farkı görülmektedir. Bu fark iki model arasındaki düzeltme katsayısı farkını göstermektedir.

Bu çalışmalarda telefon kılıflarının sonuçları etkileyebileceği düşünülmüştür. Konu ile ilgili olarak ilerleyen bölümlerde (Taşıma Yönteminin Basınca Etkileri) bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 5.14 : 19 Aralık 2014 Günlü Sensör Doğrulukları.

Karesel Ortalama Hata		
Model C - 1	Basınç	3.19
	Sıcaklık	1.28
	Nem	2.93
Model C - 2	Basınç	4.57
	Sıcaklık	2.64
	Nem	3.89
Model D - 2	Basınç	1.99
	Sıcaklık	2.76
	Nem	5.86



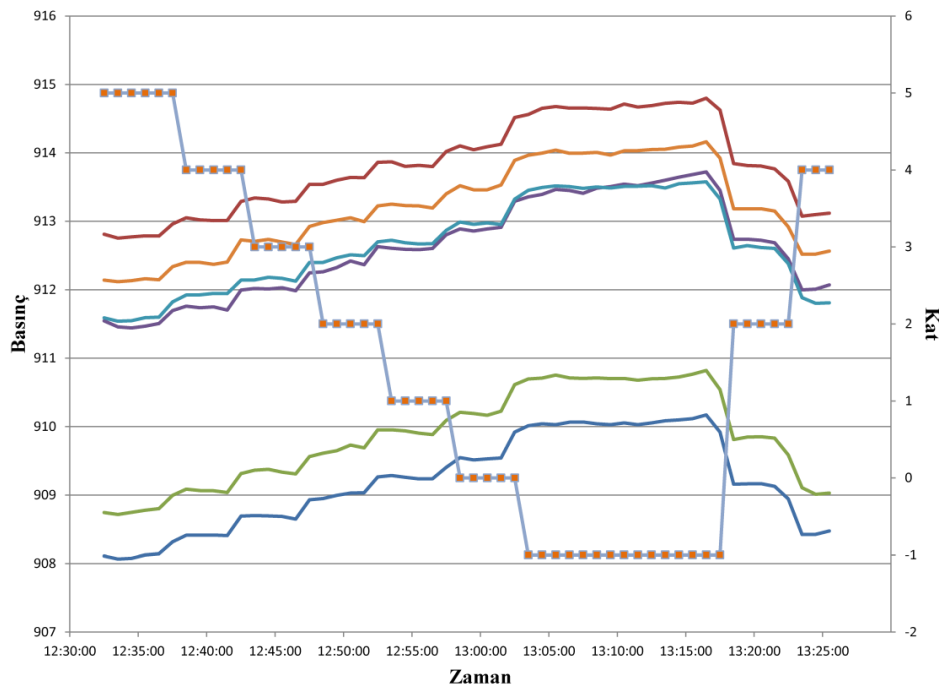
Şekil 5.45 : 28 Mart 2014 Sonuçlarının Düzeltilmesi.

5.11 Kat Yüksekliği İle Basınç Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

Şimdiye kadar basınç değerlerinin düzeltilmesi için gereken doğrulukların ne olması gerektiği araştırılmıştı. Bu bölümde bir katlık değişiminin ne kadarlık bir basınç değişimine karşılık geldiği belirlemek için bir test yapılmıştır. Çalışmada 3 farklı model ve 3 Bluetooth sensör kullanılmıştır. Test sırasında tüm sensörler ile 5. kattan -1. kata doğru 5 dakikada bir iniş gerçekleştirilmiş daha sonra -1'den 4. Kata çıkılmıştır.

Veri toplanmasına 12:32'de başlanmış, 13:24'de test bitirilmiştir. Şekil 5.46'da tüm sensörlerin basınç değişimleri görülebilir. Bu değerlere elde edilen düzeltme değerleri eklenmemiştir. Düzeltme değerleri ve 4. Katta bulunan TST değerleri eklendiğinde grafik Şekil 5.47'deki gibi olmuştur. TST değerleri incelendiğinde test aralığında sabit bir basınç görünmemektedir. Bu değişim diğer sensörlerde de görülmektedir. 60 dakika içerisinde bile basınç sabit kalmamaktadır. Buradan yola çıkarak bir basınca karşılık yükseklik belirlemesinin yapılamayacağı aşıkardır. Bu nedenle dönemsel etkilerin göz önünde bulundurularak analiz yapılması gerekmektedir.

Yapılan test değerleri baz alınarak 1 metrelik değişime karşılık gelen basınç değişimi aynı zamanda 0.01 hpa basınca karşılık gelen yükseklik değişim değeri tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Çizelge 5.15'de gösterilmiştir.



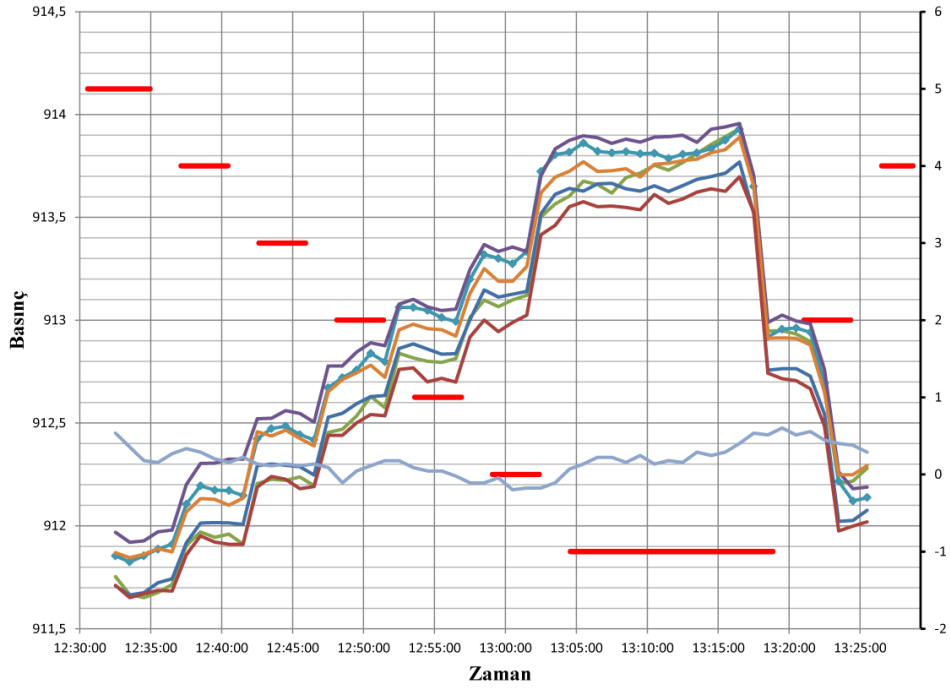
Şekil 5.46 : 23 Aralık Kat Farkına Karşılık Gelen Basıncın Bulunması.

Çizelge 5.15' de yer alan sarı ile işaretlenmiş alan diğer sonuçlara göre farklılık gösterdiği için ortalamaya dahil edilmemiştir. -1. katta diğer katlara nazaran daha fazla durulmuştur. Bu farkın araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle 26 Aralık 2014 günü test tekrarlanmıştır.

26 Aralık günü aşağıdan yukarıya doğru çıkılmıştır. 12:30 öncesi 4. Katta bulunmaktadır. 12:30 - 12:50 arası -1. katta bulunulmuş sonrasında 5 dakikalık

zamanlarda katlarda durarak yukarı çıkmış; 5. kata gelindiğinde 2 kat aşağıya inilerek önce 3, sonra 1. kata inilmiş ve en son 4. kata çıkmıştır.

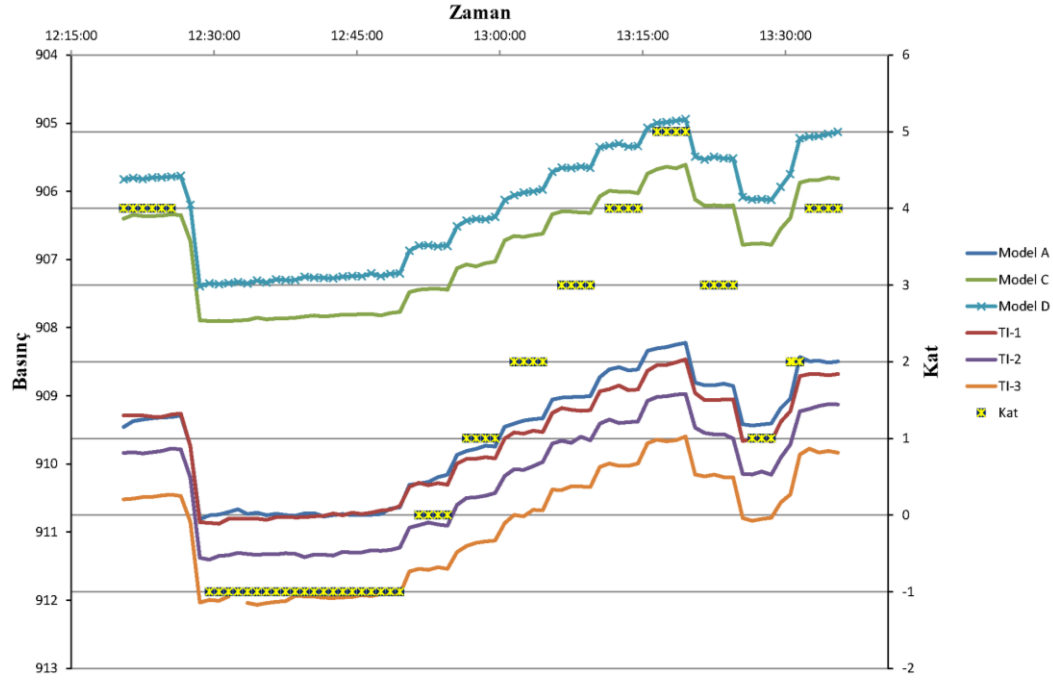
Şekil 5.48, Şekil 5.49, Şekil 5.50, Şekil 5.51’de bu testte elde edilen sonuçlar gösterilmektedir. Şekil 5.48’de yukarıda bahsedilen zaman aralığında kat değişimine bağlı olarak okunan basınçlar gösterilmektedir. Bu basınç değerlerinin elde edilen düzeltme değerleri ile düzenlendiği durum Şekil 5.49’dadır.



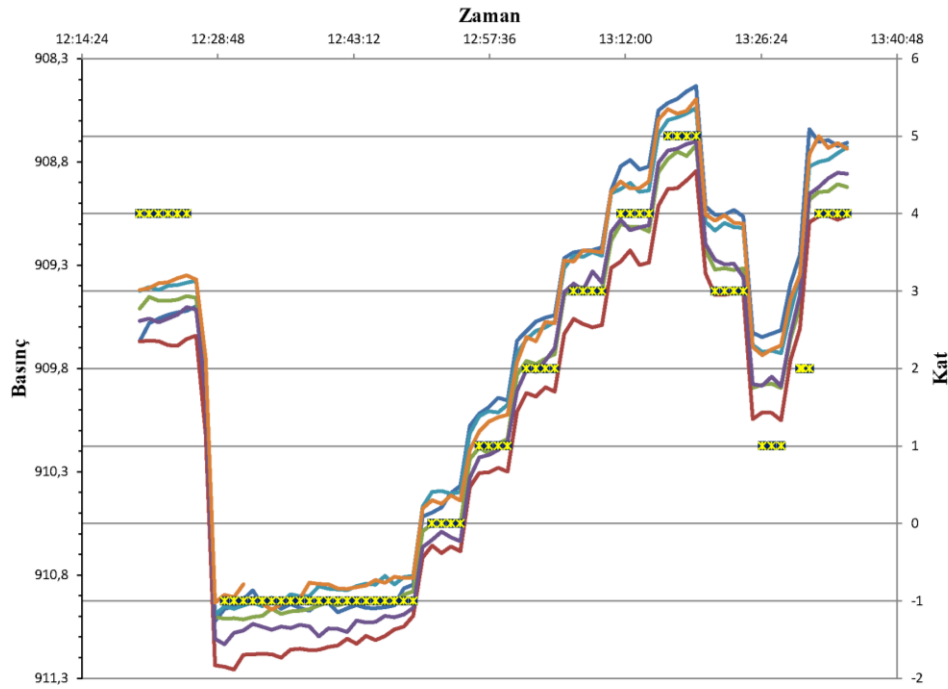
Şekil 5.47 : 23 Aralık Düzeltme Sonrası Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki.

Çizelge 5.15 : 1 metreye karşılık gelen basınç değişimi.

Kat	Model A dP	Model C dP	Model D dP	TI-1 dP	TI-2 dP	TI-3 dP	Ortalama	Kat Yüksekliği	1 m ye karşılık gelen basınç (hPa)	0,01 hPa karşılık gelen yükseklik (m)
5										
4	0,2453	0,2918	0,2902	0,3381	0,2442	0,2298	0,2732	2,8500	0,096	0,104
3	0,2794	0,2900	0,2907	0,2395	0,3219	0,2948	0,2861	2,8500	0,100	0,100
2	0,3153	0,3088	0,3022	0,3023	0,2880	0,2859	0,3004	2,8500	0,105	0,095
1	0,2800	0,2785	0,2695	0,2359	0,2313	0,2376	0,2555	2,8500	0,090	0,112
0	0,2666	0,2498	0,2499	0,2585	0,2501	0,2462	0,2535	3,1500	0,080	0,124
-1	0,6390	0,5363	0,5388	0,5504	0,5498	0,5858	0,5667	3,0000	0,189	0,053
2	-0,7869	-0,7358	-0,8913	-0,8801	-0,6998	-0,6900	-0,7806	9,0000	0,087	0,115
4	-0,5903	-0,7940	-0,7125	-0,6504	-0,6943	-0,8735	-0,7192	5,7000	0,126	0,079
								ORT	0,098	0,104



Şekil 5.48 : 26 Aralık Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki.

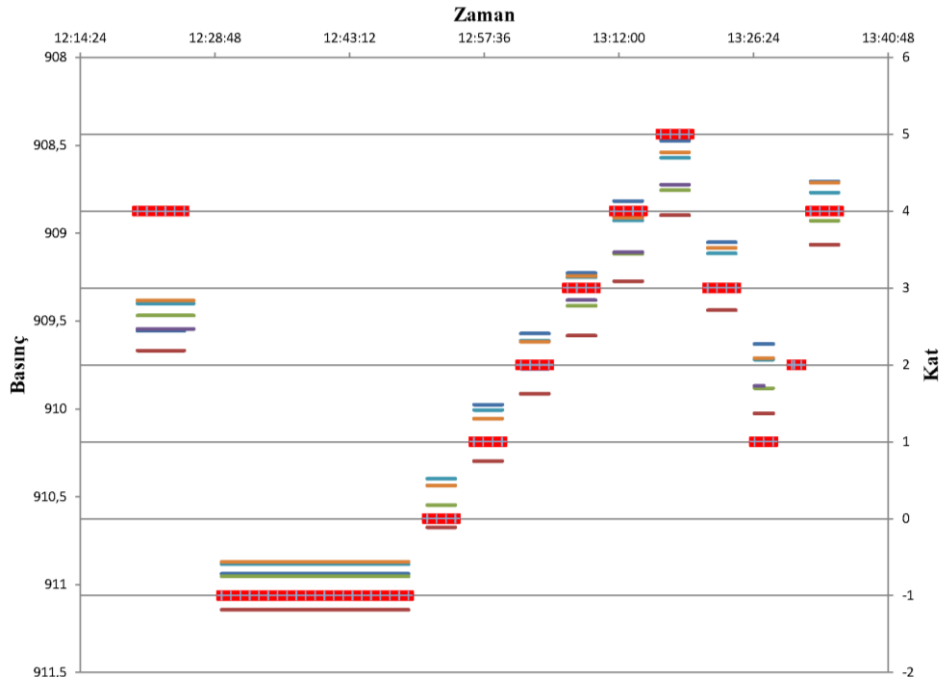


Şekil 5.49 : 26 Aralık Düzeltme Sonrası Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki.

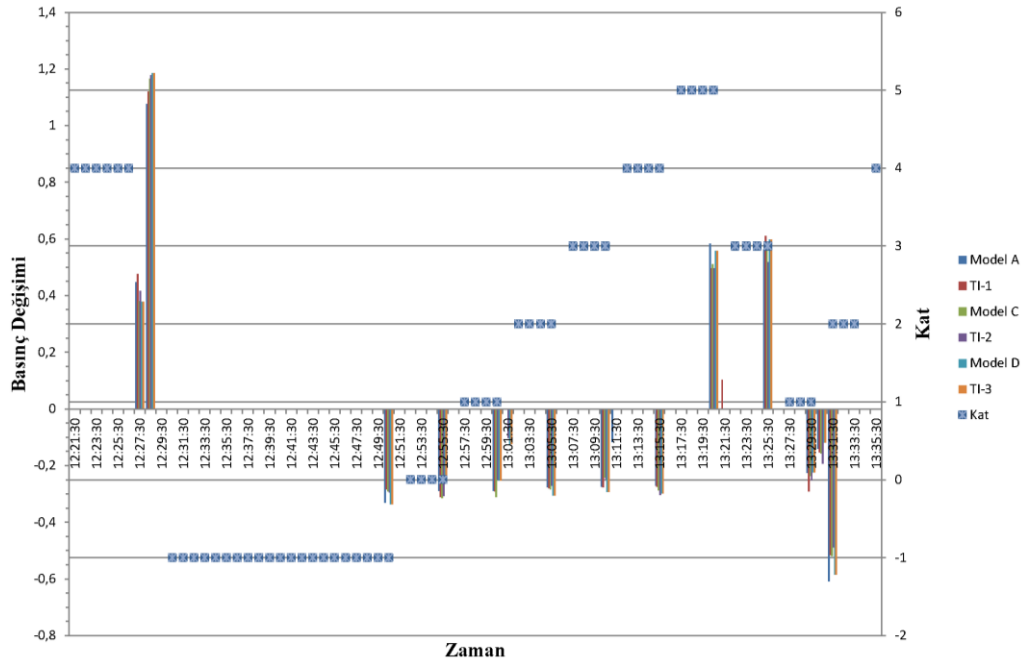
Şekil 5.49 incelendiğinde elde edilen düzeltme değerleri eklense dahi aynı değerler elde edilememekte ve de sabit bulunulan alanda salınımlar olduğu gözlenmektedir. Bu salınımı ortadan kaldırmak için belirlenen zaman aralığında ortalama alınmış ve

kat değişimine bağlı olarak ortalama basınçlar Şekil 5.50’de gösterilmiştir. Veriler incelendiğinde salınımların ± 0.1 hPa’nın altında olduğu gözlenmiştir. Bu salınının tespit edilebilmesi için t-1 ile t zaman aralığında okunan basınç farkları alınarak basınç değişimleri elde edilmiş ve bu değişimin ± 0.1 hPa’dan fazla olup olmadığı sorgulanmıştır. Bu sorgulama yapıldığında ± 0.1 hPa’lık basınç değişiminin altında kalan salınım 0 olarak belirtilmiş, fazla olan basınç Şekil 5.51’deki gibi gösterilmiştir. Şekil 5.51’de değişimler çok iyi görülemese de fark değerleri tablodan incelendiğinde çok az bir fark bulunduğu gözlenmiştir.

Yapılan testlerde görüldüğü üzere ± 0.1 hPa tüm modeller için ölçme duyarlılığıdır. Yani günümüzde kullanılan sensör teknolojisi ile 1 metrenin altındaki değişimler algılanamaz sonucu çıkarılabilir. Önceki bölümlerde verilen tablolar incelendiğinde ± 0.1 hPa lık altında doğruluk da elde edilememiştir. Bu konu ile ilgili tespitler ileriki bölümlerde yapılan değişik testlerle de vurgulanacaktır (Bknz. Bölüm 5.11.1).



Şekil 5.50 : 26 Aralık Salınım Düzeltme Sonrası Kat Değişimi ile Basınç Arasındaki İlişki.



Şekil 5.51 : 26 Aralık Kat ile Basınç Değişimi Arasındaki İlişki.

23 ve 26 Aralık tarihlerinde yapılan bu testler ile 1 metre değişimine karşılık gelen basınç; aynı zamanda 0.01 hPa değişime karşılık gelen yükseklik bulunmuştur. Bu sonuçlar Çizelge 5.16, Çizelge 5.17, Çizelge 5.18 ve Çizelge 5.19’da gösterilmiştir.

Çizelge 5.16 : 1 metreye karşılık gelen ortalama basınç değişimi – 23 Aralık.

Kat	Model A dP	Model C dP	Model D dP	TI-1 dP	TI-2 dP	TI-3 dP	Ortalama	Kat Yüksekliği	1 m ye karşılık gelen basınç (hPa)	0,01 hPa karşılık gelen yükseklik (cm)
5										
4	0,2453	0,2918	0,2902	0,3381	0,2442	0,2298	0,2732	2,8500	0,096	10,431
3	0,2794	0,2900	0,2907	0,2395	0,3219	0,2948	0,2861	2,8500	0,100	9,963
2	0,3153	0,3088	0,3022	0,3023	0,2880	0,2859	0,3004	2,8500	0,105	9,486
1	0,2800	0,2785	0,2695	0,2359	0,2313	0,2376	0,2555	2,8500	0,090	11,155
0	0,2666	0,2498	0,2499	0,2585	0,2501	0,2462	0,2535	3,1500	0,080	12,425
-1	0,6390	0,5363	0,5388	0,5504	0,5498	0,5858	0,5667	3,0000	0,189	5,294
2	-0,7869	-0,7358	-0,8913	-0,8801	-0,6998	-0,6900	-0,7806	9,0000	0,087	11,529
4	-0,5903	-0,7940	-0,7125	-0,6504	-0,6943	-0,8735	-0,7192	5,7000	0,126	7,926
								ORT	0,109	9,776

Çizelge 5.17 : 1 metreye karşılık gelen ortalama basınç değişimi – 26 Aralık.

Kat	Model A dP	Model C dP	Model D dP	TI-1 dP	TI-2 dP	TI-3 dP	Ortalama	AdPOrt	CdPOrt	DdPOrt	TI1dPOrt	TI2dPOrt	TI3dPOrt	Kat Yüksekliği	1 m ye karşılık gelen basınç (hPa)	0,01 hPa karşılık gelen yükseklik (cm)
4																
-1	1,382	1,485	1,483	1,476	1,500	1,487	1,469	-0,087	0,016	0,014	0,007	0,031	0,018	14,70	0,100	10,009
0	-0,503	-0,407	-0,485	-0,470	-0,427	-0,433	-0,454	-0,049	0,047	-0,031	-0,016	0,027	0,021	3,00	0,151	6,605
1	-0,459	-0,372	-0,392	-0,377	-0,418	-0,381	-0,400	-0,059	0,028	0,008	0,023	-0,018	0,019	3,15	0,127	7,875
2	-0,404	-0,419	-0,393	-0,383	-0,429	-0,438	-0,411	0,007	-0,008	0,018	0,028	-0,018	-0,027	2,85	0,144	6,936
3	-0,345	-0,343	-0,362	-0,330	-0,390	-0,373	-0,357	0,012	0,014	-0,005	0,027	-0,033	-0,016	2,85	0,125	7,980
4	-0,409	-0,296	-0,322	-0,310	-0,273	-0,334	-0,324	-0,085	0,028	0,002	0,014	0,051	-0,010	2,85	0,114	8,792
5	-0,343	-0,361	-0,357	-0,376	-0,385	-0,371	-0,365	0,023	0,004	0,008	-0,011	-0,019	-0,005	2,85	0,128	7,801
3	0,577	0,562	0,544	0,541	0,582	0,544	0,558	0,019	0,004	-0,014	-0,017	0,023	-0,014	5,70	0,098	10,208
1	0,579	0,564	0,604	0,587	0,564	0,627	0,588	-0,008	-0,024	0,017	-0,001	-0,023	0,039	5,70	0,103	9,702
4	-0,924	-0,953	-0,951	-0,960	-0,992	-0,998	-0,963	0,039	0,010	0,012	0,003	-0,030	-0,035	8,55	0,113	8,879
														ORT	0,120	8,479

Çizelge 5.16 ve Çizelge 5.17’de kat değişiminin yapıldığı zaman aralığında basınç değerlerinin ortalaması alınmıştır. Sayfa yetersizliği nedeni ile bu ortalamalar tablolarda gösterilmemiştir. Daha sonra ortalamaların farkları dP ile gösterilen sütunlarda gösterilmiştir. Tüm sensörlerin ortalaması alınarak kat yüksekliği ile ilişki incelenerek 1 metreye karşılık gelen basınç değişimi bulunmuştur.

Çizelge 5.17’de Çizelge 5.16’ya ek olarak bir sensörün değişim ortalaması tüm ortalamalardan çıkarılmış ve salınım gözlenmiştir. Bu tablolar incelendiğinde zaman aralığı fazla olan katlarda, yani diğerlerine oranla daha fazla bulunan katlarda farklar diğer katlara nazaran daha farklı olmaktadır. Ayrıca her bir sensörün kendi içerisindeki ortalaması birbirlerinden farklılık göstermektedir.

Çizelge 5.16 ve Çizelge 5.17 incelendiğinde 1 metreye karşılık gelen basınç sırasıyla 0.109, 0.120 ve 0.01 hPa’ya karşılık gelen yükseklik cm cinsinden 9.78 ve 8.48 olmuştur. Bu değerler arasında fark görüldüğünden ortalama almak yerine yukarıda anlatılan şekilde ± 0.1 hPa’lık salınımın altında kalan basınç değişimi 0 olarak alınmıştır. Sıfır olmayan alanlarda elde edilen basınç farkları elde edilerek Çizelge 5.18 ve Çizelge 5.19 hazırlanmıştır.

Bu tablolarda “X” dp olarak tanımlanan kolonlarda bahsedilen toplam değişim yazılmıştır. Daha sonra bunların ortalaması alınarak bir metreye karşılık gelen basınç hesaplanmıştır.

Çizelge 5.18 : 1 metreye karşılık gelen basınç değişimi – 23 Aralık.

Kat	Model A dP	Model C dP	Model D dP	TI-1 dP	TI-2 dP	TI-3 dP	Ortalama	Kat Yüksekliği	1 m ye karşılık gelen basınç (hPa)	0,01 hPa karşılık gelen yükseklik (cm)
5										
4	-0,189	-0,195	-0,174	-0,324	-0,193	-0,176	-0,209	2,85	0,073	13,667
3	-0,295	-0,276	-0,286	-0,197	-0,323	-0,278	-0,276	2,85	0,097	10,341
2	-0,259	-0,253	-0,282	-0,273	-0,264	-0,248	-0,263	2,85	0,092	10,821
1	-0,264	-0,265	-0,229	-0,202	-0,230	-0,225	-0,236	2,85	0,083	12,081
0	-0,200	-0,326	-0,309	-0,313	-0,328	-0,219	-0,283	3,15	0,090	11,147
-1	-0,382	-0,388	-0,379	-0,499	-0,359	-0,391	-0,400	3,00	0,133	7,505
2	0,984	1,009	1,011	0,967	0,978	0,955	0,984	9,00	0,109	9,146
4	0,689	0,725	0,706	0,719	0,632	0,691	0,694	5,70	0,122	8,217
								ORT	0,100	10,366

Bu tablolar incelendiğinde Çizelge 5.16 ve Çizelge 5.17’ ye göre sensörler arası benzer sonuçlar elde edildiği ve Çizelge 5.18 ve Çizelge 5.19 arasındaki sonuçların benzer olduğu görülmüştür. Bu iyileşmenin zaman aralığındaki dönemsel etkilerden ve/veya sensör duyarlılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu hesaplamalardan sonra 1 metreye karşılık gelen basınç değeri 0.1 hPa, 0.01 hPa'ya karşılık gelen yükseklik 9.9 ve 10.4 cm'dir.

Çizelge 5.19 : 1 metreye karşılık gelen basınç değişimi – 26 Aralık.

Kat	Model A dP	Model C dP	Model D dP	TI-1 dP	TI-2 dP	TI-3 dP	Ortalama	Kat Yüksekliği	1 m ye karşılık gelen basınç (hPa)	0,01 hPa karşılık gelen yükseklik (cm)
4										
-1	1,525	1,545	1,620	1,596	1,593	1,564	1,574	14,70	0,107	9,341
0	-0,330	-0,291	-0,335	-0,283	-0,295	-0,335	-0,311	3,00	0,104	9,633
1	-0,290	-0,315	-0,284	-0,311	-0,307	-0,245	-0,292	3,15	0,093	10,788
2	-0,289	-0,310	-0,248	-0,291	-0,350	-0,376	-0,311	2,85	0,109	9,173
3	-0,276	-0,284	-0,260	-0,279	-0,270	-0,304	-0,279	2,85	0,098	10,215
4	-0,391	-0,243	-0,303	-0,277	-0,246	-0,293	-0,292	2,85	0,102	9,757
5	-0,270	-0,288	-0,272	-0,274	-0,303	-0,298	-0,284	2,85	0,100	10,029
3	0,583	0,511	0,552	0,495	0,496	0,558	0,532	5,70	0,093	10,706
1	0,562	0,578	0,567	0,611	0,518	0,597	0,572	5,70	0,100	9,961
4	-0,974	-0,912	-0,904	-0,959	-0,931	-0,926	-0,934	8,55	0,109	9,151
								ORT	0,102	9,875

5.11.1 Kat yüksekliğinin altındaki yüksekliklerin belirlenmesinde basınç kullanımı

Önceki bölümlerde yapılan testlerde ± 0.1 hPa'lık basınç değişiminin yani yaklaşık 1 metrelik yüksekliğin altındaki değişimin algılanamayacağı belirlenmişti. Bu tespitin kontrolü için 4 farklı test yapılmıştır.

İlk testte sensörler kütüphanelikte denenmiştir. TI-1 ve TST kütüphanenin en altına TI-1, Model A ve C ise en üstüne konulmuştur. Kullanılan kütüphanenin gözleri açıktır. Beş gözlü kütüphanenin raf yüksekliği 35 cm'dir. Sensörler arası yükseklik farkı 175 cm'dir. Test yapılan oda klimanın kullanılmadığı ve güneş almayan bir odadır. Odanın ortalama sıcaklığı 21°C'dir.

Tüm sensörlerin TST ile olan farkları hesaplanmış ve bunların ortalamaları alınmıştır. Ortalamalar Çizelge 5.20'de gösterilmiştir. Bu ortalamalar TST ile sensörler arasındaki farkları göstermektedir. Bu basınç farkları ile sensörlerin TST'den olan yükseklikleri bulunabilir. Bir önceki bölümde 1 metreye karşılık gelen basıncın 0.1 hPa olduğu belirlenmiştir. Bu değer kullanılarak Çizelge 5.20'de yükseklik farkları hesaplanmıştır. 175 cm olması gereken fark Model C ve TI-1'de 168 cm olarak hesaplanmıştır. Ancak aynı farkın görülmesi gereken Model A'dan beklenen sonuç alınamamıştır. TST ile aynı yükseklikte bulunan TI-2 arasında fark olmaması beklenirken 0.99 metrelik fark hesaplanmıştır. Bu hatanın sensör duyarlılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Buradan yine bir önceki bölümde tespit edilen 1 metrelik hata payı tespit edilmiştir.

Çizelge 5.20 : Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi.

	Ortalama Basınç Farkı (hPa)	Yükseklik Farkı (m)
Model A	0.105	1.05
Model C	0.168	1.68
TI-1	0.168	1.68
TI-2	0.099	0.99

Benzer test aynı odada sensörlerin farklı konuma yerleştirilmesi ile tekrar edilmiştir. Yapılan testte sensörler kütüphaneye aşağıdan yukarıya TST, TI-1, Model A, Boş, Model C ve TI-2 sırasıyla konulmuştur. Sensörler arası fark 0.35 metredir. Odadaki ortalama sıcaklık 20.7°C’dir.

Çizelge 5.21 : Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi – Test 2.

	Ortalama Basınç Farkı (hPa)	Yükseklik Farkı (m)	Olması Gereken Yükseklik (m)
Model A	0.12	1.16	0.70
Model C	0.11	1.10	1.40
TI-1	0.02	0.16	0.35
TI-2	0.11	1.13	1.75

Test 3. tekrarda bu sefer klimalı bir odada denenmiştir. Bu odada benzer özellikteki bir kütüphanede en üste TST altına da sırasıyla Model A, TI-2, Model C, TI-1, TI-3 konulmuştur (Çizelge 5.22). Odadaki ortalama sıcaklık 24.8°C’dir.

Çizelge 5.22 : Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi – Test 3.

	Ortalama Basınç Farkı (hPa)	Yükseklik Farkı (m)	Olması Gereken Yükseklik (m)
Model A	0.09	0.91	0.35
TI-2	0.12	0.74	0.70
Model C	0.07	1.16	1.05
TI-1	0.10	1.01	1.40
TI-3	0.16	1.64	1.75

Aynı testin benzeri TST kullanılmadan yapılmıştır. Bu testte bluetooth sensörlerden biri çekmece üstüne diğeri ise dolap üzerine yerleştirilmiştir. İki sensörün arasındaki yükseklik farkı 125 cm odanın ortalama sıcaklığı 21.58°C’dir. Bu testten elde edilen sonuçlar Çizelge 5.23’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.23 : Basınç Farkı ile Yükseklik Farkının Temin Edilmesi – Test 4.

	Ortalama Basınç Farkı (hPa)	Yükseklik Farkı (m)	Olması Gereken Yükseklik (m)
TI-1	0.12	1.24	1.25
TI-2			

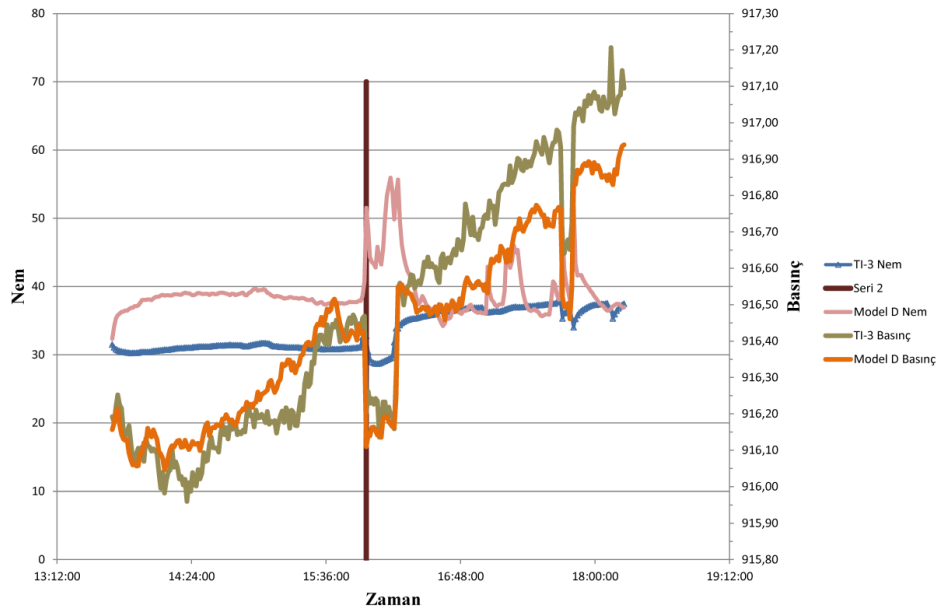
Çizelge 5.20, Çizelge 5.21, Çizelge 5.22 ve Çizelge 5.23 incelendiğinde anlamlı sonuçların elde edilebildiği görülmüştür. Ancak bu değerler her zaman tutarlı değildir. Test sonuçları incelendiğinde ve önceki sonuçlar da göz önünde bulundurulduğunda 1 metrenin üzerindeki değişimlerin algılanabileceği, ancak basınç sensörünün yükseklik farkı temininde doğruluk payının az olduğu düşünülmektedir. Bu tarz uygulamada özellikle ortalama ile sonuç aranırken dönemsel etkilerin muhakkak göz önünde bulundurulması gerektiği düşünülmektedir.

Kullanılan sensörler ve duyarlılıkları ilerleyen teknoloji ile birlikte geliştirildiği takdirde daha doğru sonuçlar alınabilecektir.

5.12 Taşıma Yönteminin Basınca Etkisinin Belirlenmesi

Yapılan test ve gözlemlerde telefonların cepte taşınmasının basınca etkileri olduğu görülmüştür. Bu etkinin test edilebilmesi için telefon elde taşınırken bluetooth sensör cebe konulmuştur. Böylece nem, basınç ve sıcaklık arasındaki ilişki irdelenecektir. Elde edilen sonuçlara ait grafikler Şekil 5.52, Şekil 5.53 ve Şekil 5.54’de gösterilmiştir.

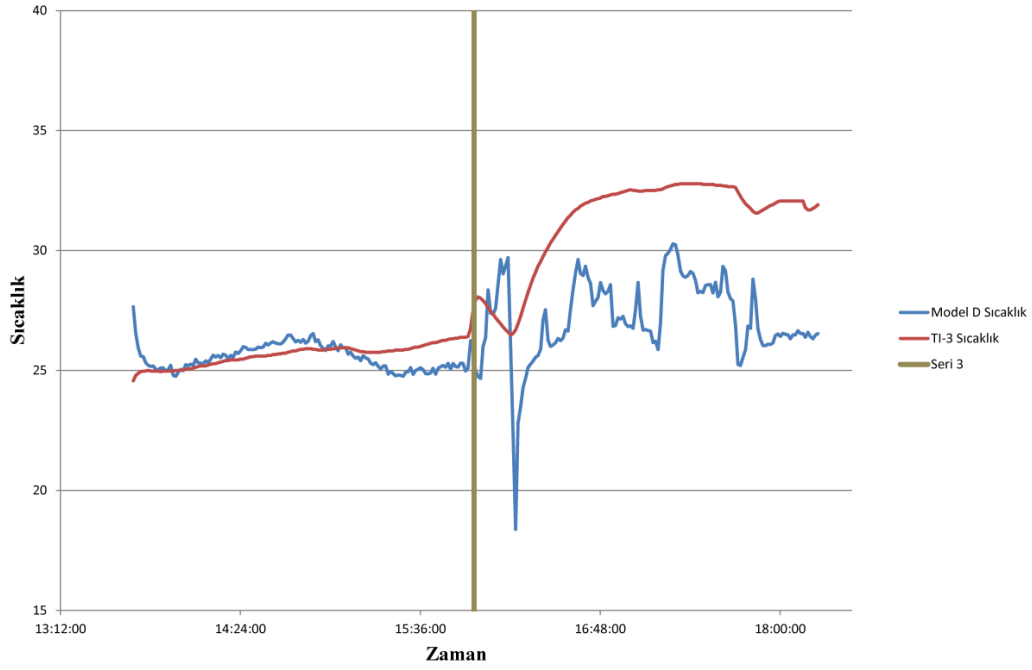
Şekillerde bulunan düz çizgi bluetooth sensörün cebe konulduğu anı göstermektedir. Öncesinde telefon ve sensör masa üzerinde durmaktadır. Sonrasında telefon elle sensör ise cepte taşınmıştır. Bu sırada 17:43 – 17:49 arası kat değişikliği yapılmıştır.



Şekil 5.52 : Taşıma Yönteminin Neme Etkileri.

Şekil 5.53’de Nem değişimleri ve basınç değişimleri gösterilmiştir. Sensör cebe konduğunda ilginç bir şekilde telefon nem sensörü ani bir artış göstermiştir. Bluetooth sensöre ait nem sensörü ise düşüşe geçmiştir. Sonrasında telefonun sensöründe salınım olmasına rağmen bluetooth sensörün değerleri sabit gitmektedir.

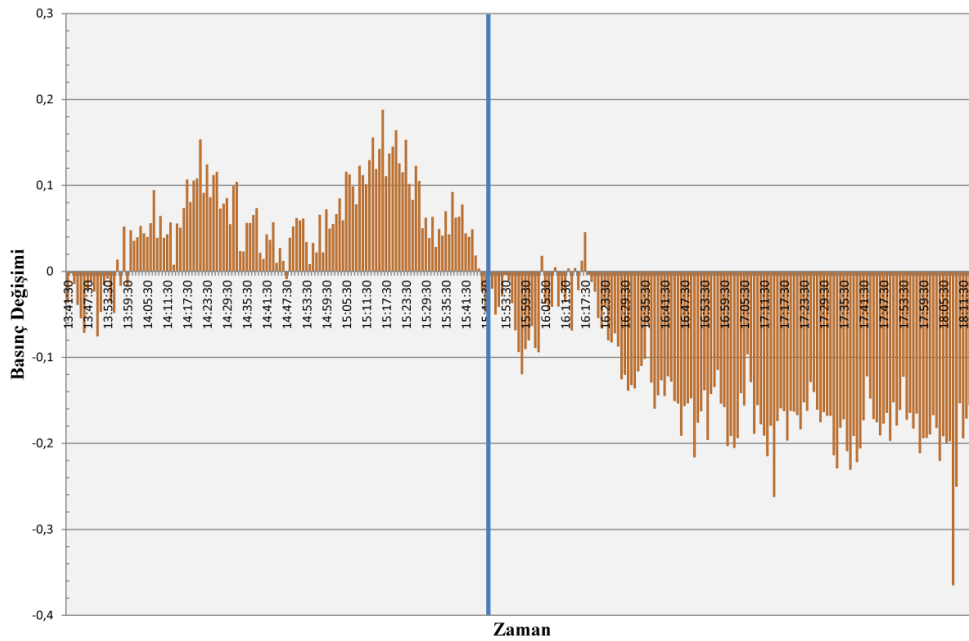
Şekil 5.53 incelendiğinde iki cihaza ait sıcaklığın zaman içerisindeki değişimi görülmektedir. Sensör cebe konulduğu anda sıcaklığın 30°C’nin üzerine çıktığı görülmektedir. Normal şartlarda sıcaklığın bu sınırın üstüne çıkmaması gerekir. Sıcaklıktaki bu artışın basınç değerlerini etkilemesi beklenmektedir.



Şekil 5.53 : Taşıma Yönteminin Sıcaklığa Etkileri.

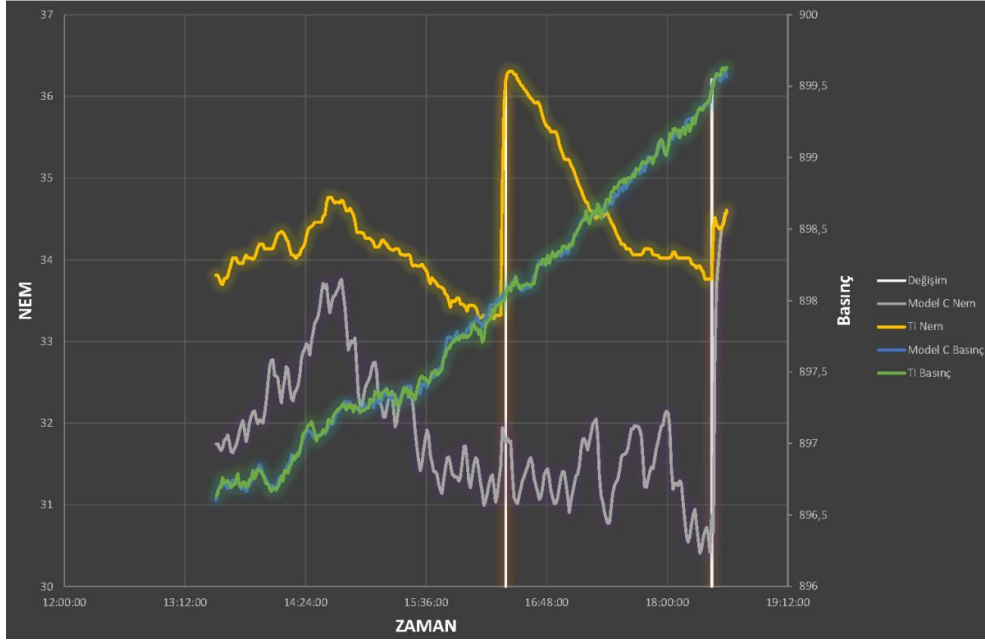
Şekil 5.52’de yer alan basınçlar incelendiğinde iki değer arasındaki farkın açıldığı gözlenmektedir. Bu değişimi iyi gözlemleyebilmek için iki basınç farkı alınarak zamana bağlı değişimleri Şekil 5.54’de gösterilmiştir.

Şekil 5.54 incelendiğinde 16:17:30’dan sonra basınç değişim miktarının arttığı hatta bu değer bazen bir katlık değişime karşılık geldiği görülmektedir.



Şekil 5.54 : Taşıma Yönteminin Basınç Değişimine Etkileri.

Bu testte yapılan kontrolde kat değişimi olduğu için doğru değerlerin elde edilip edilmediğinin anlaşılabilmesi için test Model C ile tekrarlanmıştır. Bu testte Bluetooth sensör bir giysi içerisine konulmuş, telefon ise masa üzerine bırakılmıştır. şekil 5.55’te yer alan beyaz çizgiler Bluetooth sensörün giysi içerisine konuğu ve çıkarıldığı zamanları göstermektedir. şekilde görüldüğü üzere değişimin başladığı an nem değerleri hemen farklılık göstermiş, bittiği an ise yakın değerlere dnmştir.

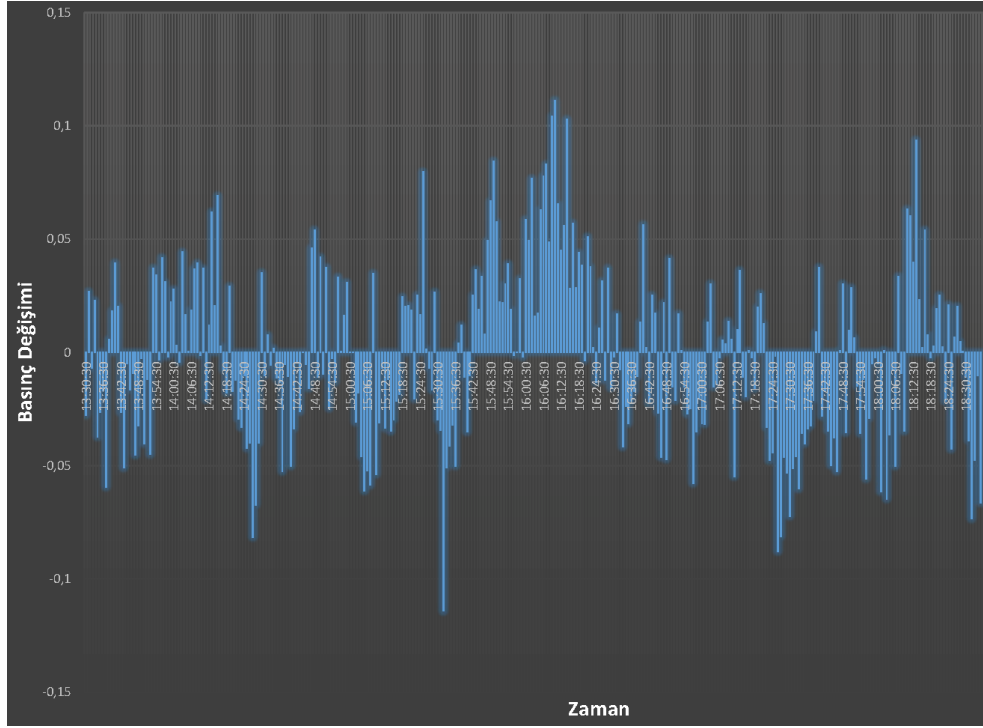


şekil 5.55 : Taşıma Yönteminin Nem ve Basınc Değişimine Etkileri – Test 2.

Bu değişimin basınc üzerindeki etkisinin görülebilmesi için telefon ve Bluetooth sensör değerlerinin farkları alınmış ve şekil 5.56’da gösterilmiştir.

şekil 5.56 incelendiğinde, şekil 5.54’n aksine değişimin basınc değerlerini etkilemediği grlmştir. Buradan ıkarılan sonuç sensör taşıma şeklinin “Nem” değerlerine etkisi olmasına rağmen “Basınc” değerlerine etkisi olmadığını göstermiştir. Bu durumun ilk test ile çelişmesi üzerine benzer test bir kez daha denenmiştir.

Yapılan nc testte Bluetooth sensör yine pantolon cebine konmuş telefon ise masa üzerine konmuştur. Elde edilen verilere ait grafik şekil 5.57’de verilmiştir. şekil 5.57’te “Nem” değerlerindeki değişim yine açıkça görülmektedir.

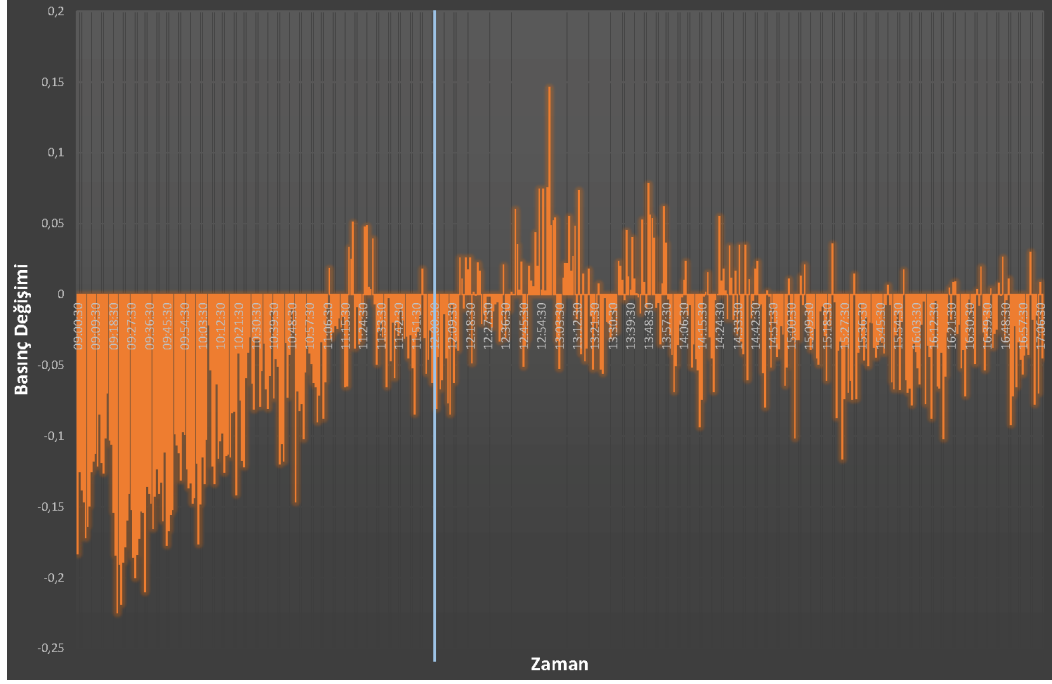


Şekil 5.56 : Taşıma Yönteminin Basınç Değişimine Etkileri – Test 2.



Şekil 5.57 : Taşıma Yönteminin Nem ve Basınç Değişimine Etkileri – Test 3.

Test 3’de elde edilen basınç farkları Şekil 5.58’de gösterilmiştir. Mavi çizgi ile gösterilen değişim anının öncesi incelendiğinde “Basınç” değişiminin ilk testteki gibi fazla olduğu görülmektedir. Değişim sonrası “Basınç” değişimi farkı olması gereken fark değerlerine geri dönmektedir.



Şekil 5.58 : Taşıma Yönteminin Basınç Değişimine Etkileri – Test 3.

Bu üç testi yorumlamak gerekirse, taşıma yöntemi sensör değerlerini etkilemektedir. Ancak sensörün bulunduğu kılıf, çanta veya giysi sensör değerlerini farklı etkilemektedir.

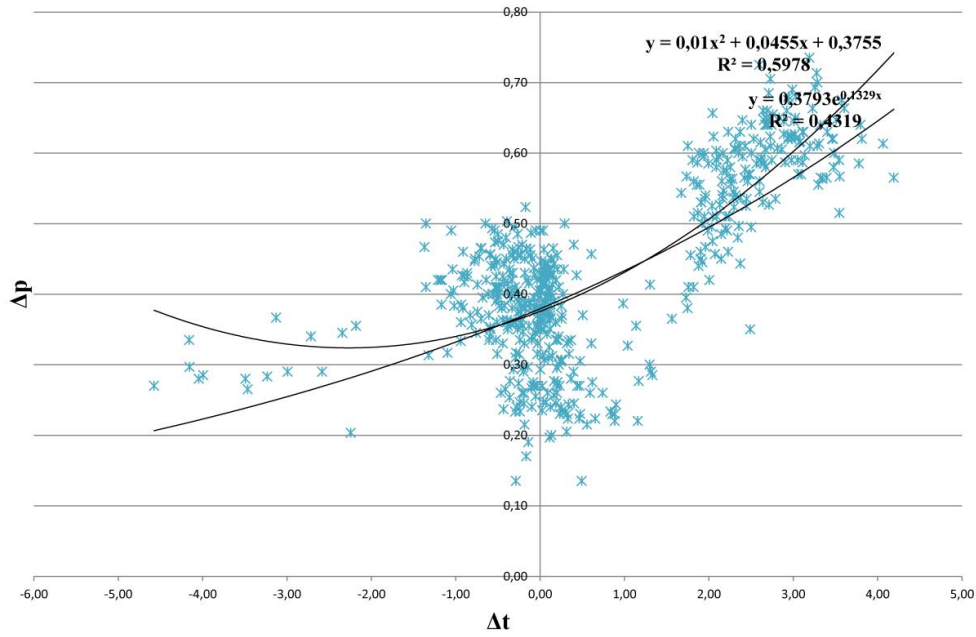
Buradan yola çıkarak telefonun cepte kullanılması ya da kılıf ile kullanılmasının basıncı etkilediği görüşüne varabiliriz. Bu nedenle sensörlerin giyilebilir cihazlarla kullanılması daha kullanışlı olacaktır. Önceden de vurgulandığı gibi sensörlerin bileklikte kullanılması acil durumda ve/veya herhangi bir telaş durumunda sensörlerin kaybolmasını ve/veya unutulmasını engelleyecektir. Bu sayede kalp atışı ölçen sensörlerin de kullanılması ile bir afet anında yaşayan kişi sayısı hakkında da bilgi almak mümkün olacaktır.

5.13 Sıcaklık ile Basınç Arasındaki İlişkinin İrdelenmesi

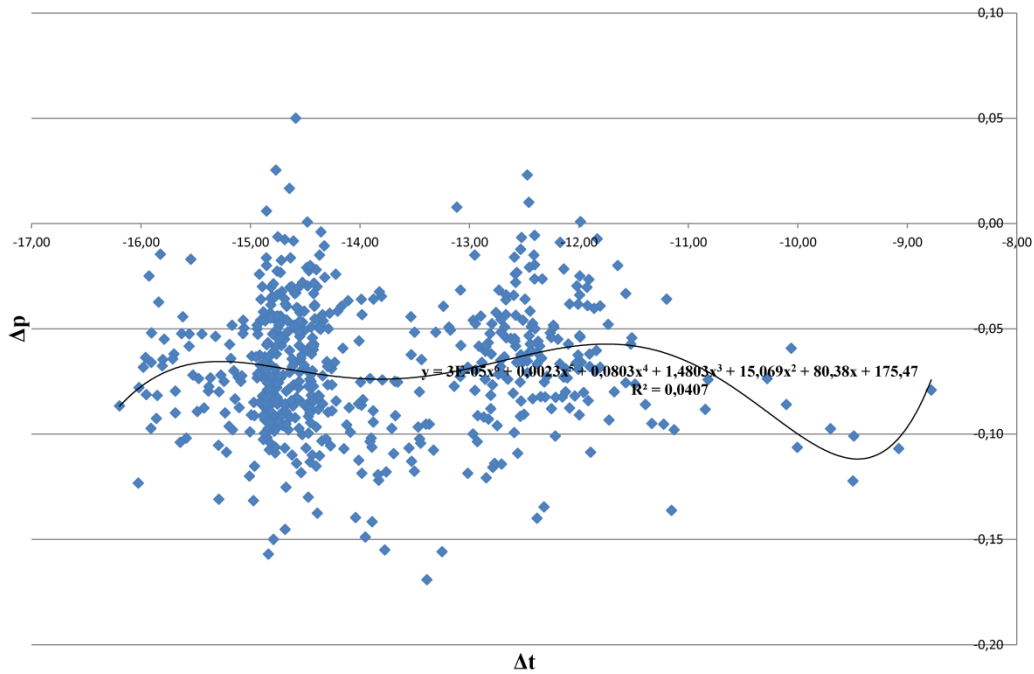
Önceki bölümlerde sıcaklığın basınca etkisi olduğu belirlenmişti. Sıcaklık ve basınç değişiminin arasındaki matematiksel ilişki Şekil 5.59, Şekil 5.60 , Şekil 5.61 ve Şekil 5.62’de verilmiştir. Buradaki ilişki fizikte ideal gaz yasası ile tanımlanmaktadır.

Dört farklı günde yapılmış olan test verileri ile sıcaklık değişiminin basınç değişimi üzerine etkisini belirlemek için grafiklerde matematiksel ilişkiler araştırılmıştır.

Logaritmik, üstsel, lineer ve polinomal gibi farklı ilişkiler korelasyonlarına göre analiz edilmiştir.



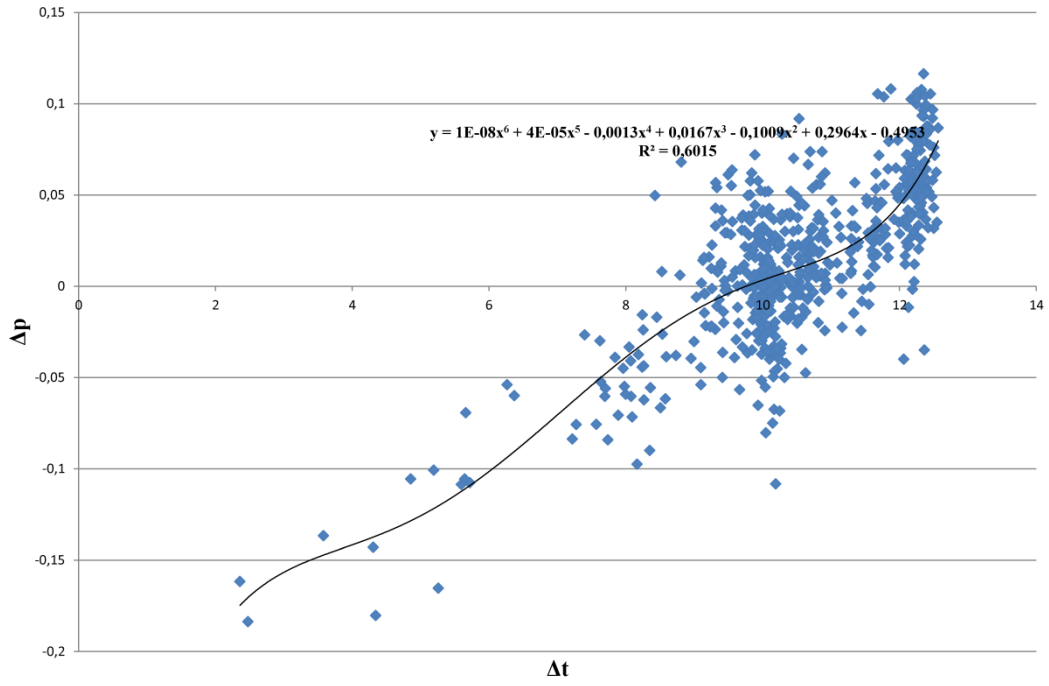
Şekil 5.59 : 17 Kasım Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.



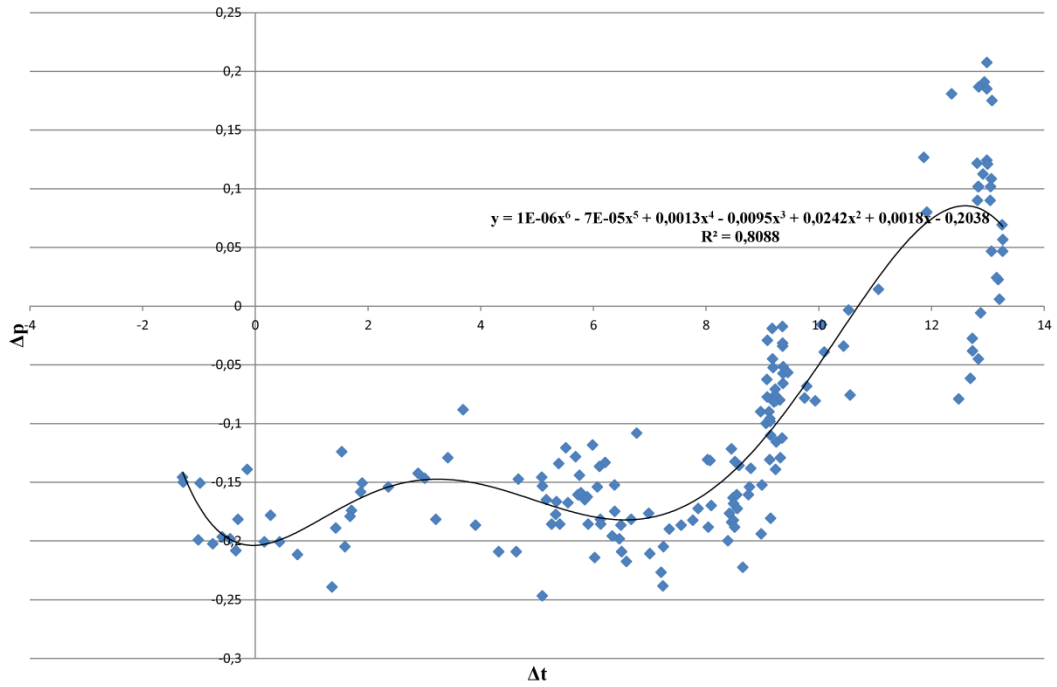
Şekil 5.60 : 09 Aralık Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.

Analiz sonucu elde edilen matematiksel denklemler ve korelasyonlar grafikler üzerine yazılmıştır.

En iyi korelasyon 24 Aralık günü 0.81 olarak elde edilmiştir. Ancak tüm denklemler incelendiğinde sabit bir değer ya da yakın değerler elde edilememiştir.



Şekil 5.61 : 10 Aralık Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.



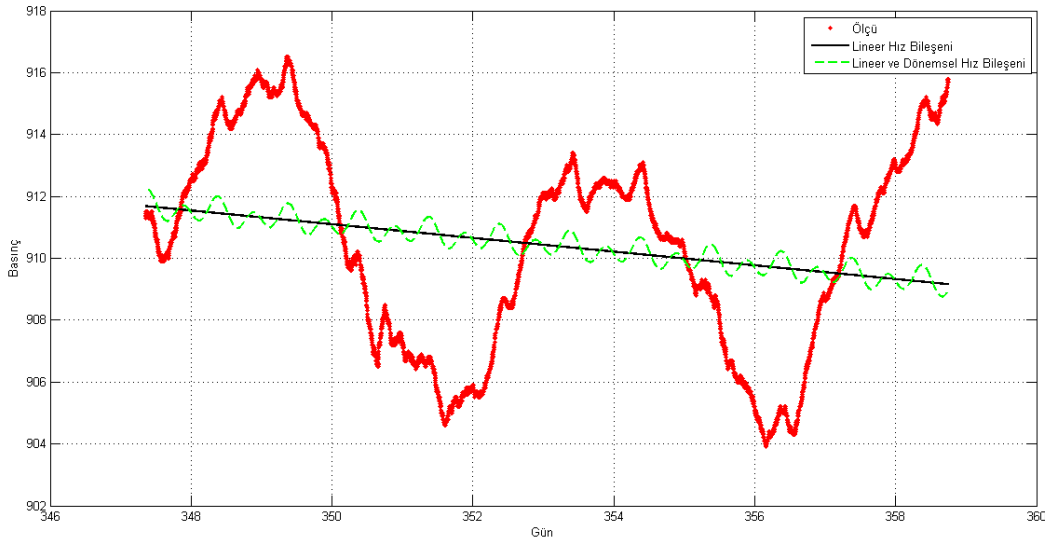
Şekil 5.62 : 24 Aralık Sıcaklık Farkı ile Basınç Farkı Arasındaki İlişki.

Şekiller incelendiğinde her ne kadar basınç ve sıcaklık arasında kesin bir bağıntı elde edilemese de, 0.2 hPa'a karşılık gelen basınç değişiminin, 13-14°C'lik sıcaklık değişimlerinde bile çok nadir geçtiği görülmektedir.

Buradan yola çıkarak her ne kadar ilişki kurulamasa da, sıcaklık değişiminin bir bina içerisinde bir hareket sırasında maksimum 3 – 4 °C olabileceği düşünülürse bu etkenin göz ardı edilebileceği düşünülmektedir.

5.14 Sensör Değerlerinin EKK ile Analizi

Bu analizin yapılması için TST ile uzun süreli veri toplanmış ve Matlab uygulamasında analiz edilmiştir. 6 aylık ve senelik etkenleri göz önünde bulundurarak yapılan analiz sonucu Şekil 5.63'de gösterilmiştir.



Şekil 5.63 : Sensör Basınç Değerlerinin EKK ile Analiz.

Şekil 5.63 ve analiz sonuçları incelendiğinde, mevsimsel bileşenin çok az olduğu gözlenmiştir. Ayrıca elimizdeki verinin zamansal değişiminin daha küçük zaman aralığında olduğu düşünüldüğünden etken sayısı artırılarak araştırma yapılmıştır. Bu analiz sırasında mümkün olan en doğru sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

Analiz sonucu t zamanına kadar kaydedilen veri ile t+1. zamanda olması gereken basınç değeri hesaplanacak; bu değer ile t+1 zamanında ölçülen basınç değeri karşılaştırılarak kat değişimi olup olmadığı hesaplanacaktır.

Mevsimsel etkinin belirlenmesi için EKK ile 110 farklı analiz yapılmıştır. Bu analizler sonucu elde edilen sonuçların doğrulukları Çizelge 5.24'de verilmiştir.

Yapılan analizlerde en doğru sonuç 330-19 kodu ile bulunmuştur. Bu koda ait karesel ortalama hata ± 0.16 hPa olarak bulunmuştur. Yapılan testlerden varılan sonuca göre bu hata 1.60 metrelik bir hataya denk gelmektedir.

Çizelge 5.24 : EKK Analiz Sonuçları.

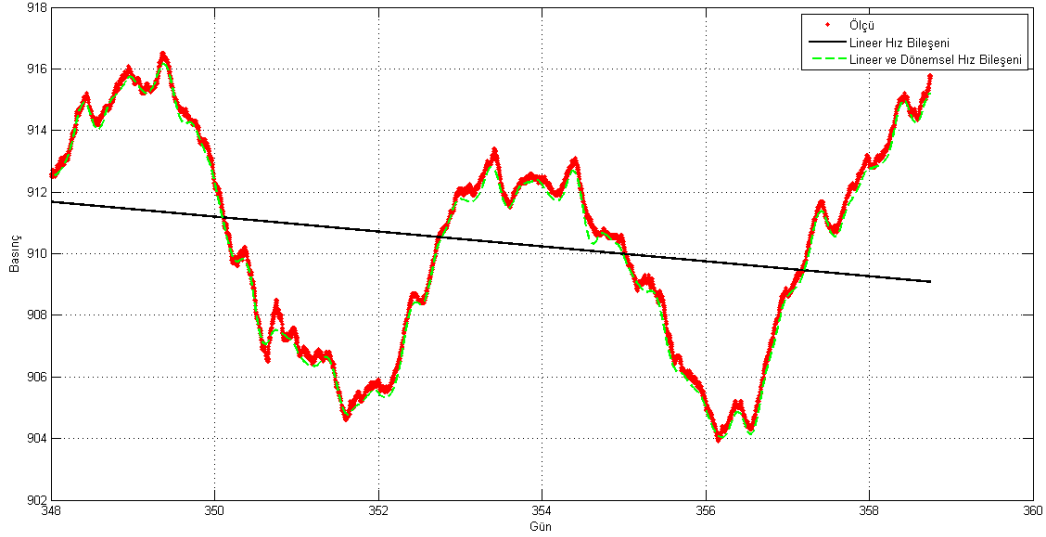
Kodu	Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata	Ortalama Kat Tahmin Hatası (0,01hPa $\approx$ 0,085 m)	Kodu	Ölçü Sayısı	Karesel Ortalama Hata	Ortalama Kat Tahmin Hatası (0,01hPa $\approx$ 0,085 m)
2	16411	3,22	27,37	317	16411	0,55	4,68
3	16411	3,22	27,37	318	16411	2,74	23,29
3a-1	16411	3,21	27,29	319	16411	3,03	25,76
3a-2	16411	3,21	27,29	320	16411	1,33	11,31
3a-3	16411	2,36	20,06	321	16411	0,49	4,17
3a-4	16411	2,35	19,98	322	16411	0,88	7,48
3a-5	16411	2,35	19,98	323	16411	30,16	256,36
3a-6	16411	2,20	18,70	324	16411	1,17	9,95
3a-9	16411	2,20	18,70	325	16411	0,34	2,89
3a-10	16411	2,19	18,62	326	16411	0,24	2,04
3a-11	16411	1,82	15,47	327	16411	1,61	13,69
4	16411	2,37	20,15	328	16411	0,42	3,57
5	16411	2,22	18,87	329	16411	0,30	2,55
6	16411	1,85	15,73	330	16411	0,22	1,87
7	16411	0,60	5,10	331	16411	0,82	6,97
8	16411	0,45	3,83	332	16411	1,00	8,50
9	16411	0,41	3,49	401	16411	2,39	20,32
10	16411	0,41	3,49	402	16411	3,23	27,46
11	16411	0,46	3,91	403	16411	3,24	27,54
12	16411	0,43	3,66	404	16411	3,24	27,54
13	16411	1,44	12,24	405	16411	0,70	5,95
14	16411	5,98	50,83	406	16411	3,21	27,29
15	16411	5,52	46,92	407	16411	3,24	27,54
16	16411	0,80	6,80	408	16411	3,23	27,46
17	16411	0,49	4,17	409	16411	3,24	27,54
18	16411	0,88	7,48	410	16411	3,24	27,54
19	16411	2,99	25,42	411	16411	3,24	27,54
20	16411	2,35	19,98	412	16411	3,24	27,54
21	16411	0,50	4,25	413	16411	3,24	27,54
22	16411	0,93	7,91	414	16411	1,85	15,73
23	16411	1,37	11,65	415	16411	1,65	14,03
24	16411	0,94	7,99	500	16411	2,81	23,89
25	16411	1,02	8,67	501	16411	0,45	3,83
26	16411	12,40	105,40	502	16411	0,64	5,44
27	16411	0,58	4,93	503	16411	0,48	4,08
28	16411	4,93	41,91	504	16411	1,89	16,07
29	16411	0,78	6,63	505	16411	2,37	20,15
30	16411	0,97	8,25	506	16411	0,60	5,10
301	16411	1,56	13,26	507	16411	1,85	15,73
302	16411	1,55	13,18	508	16411	2,34	19,89
303	16411	1,36	11,56	509	16411	2,78	23,63
304	16411	2,67	22,70	510	16411	41,53	353,01
305	16411	5,71	48,54	511	16411	0,87	7,40
306	16411	6,65	56,53	512	16411	0,81	6,89
308	16411	11,24	95,54	513	16411	0,58	4,93
309	16411	12,38	105,23	514	16411	2,91	24,74
310	16411	2,82	23,97	330-15	16411	0,21	1,79
311	16411	3,60	30,60	330-16	16411	0,17	1,45
312	16411	19,07	162,10	330-17	16411	0,16	1,39
313	16411	6,08	51,68	330-18	16411	0,17	1,45
314	16411	2,03	17,26	330-19	16411	0,16	1,32
315	16411	4,95	42,08	330-20	16411	0,17	1,45
316	16411	0,53	4,51	330-21	16411	0,16	1,34
317	16411	0,55	4,68	330-22	16411	0,17	1,46
318	16411	2,74	23,29	330-23	16411	0,16	1,36
En Küçük						0,155	1,32

Bu kodların kullanılmasında her kodda bir değişken değiştirilerek denemeler yapılmıştır. 6 aylık ve senelik etkiler belirlenirken 2π ve 4π kullanılmaktaydı. Buradan yola çıkarak π önüne gelecek olan katsayılar öncelikle ikinin katları olarak sonrasında ikinin katları olmayacak şekilde denenmiştir. Bu kodlarda kullanılan katsayılar Çizelge 5.25’de gösterilmiştir.

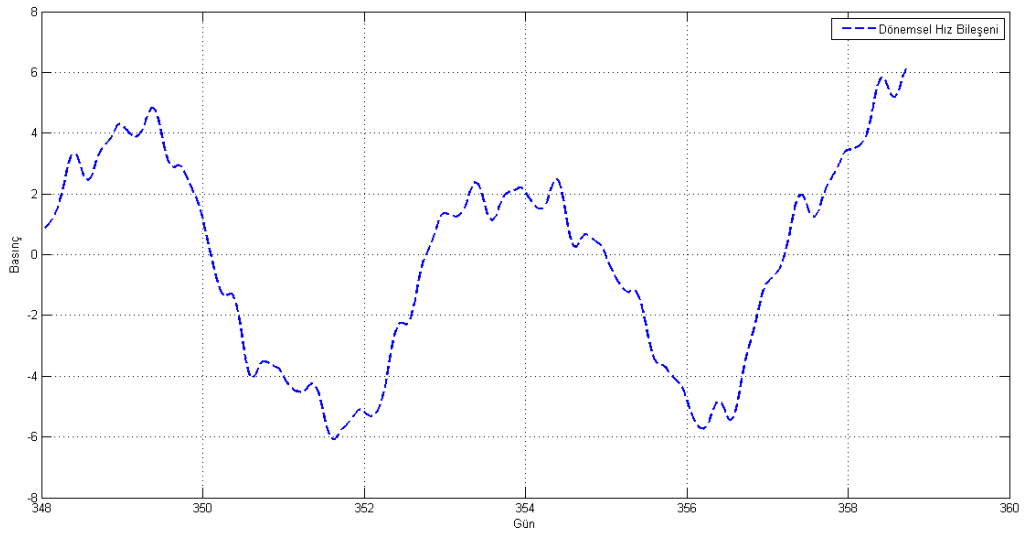
Çizelge 5.25 : Kodlar ve kullanılan katsayılar.

[illegible]

Çizelge 5.25’de kırmızı ile işaretlenmiş satır 330-19 koda sahip analizi göstermektedir. Bu analize ait grafikler Şekil 5.64, Şekil 5.65 ve Şekil 5.66’da gösterilmiştir.



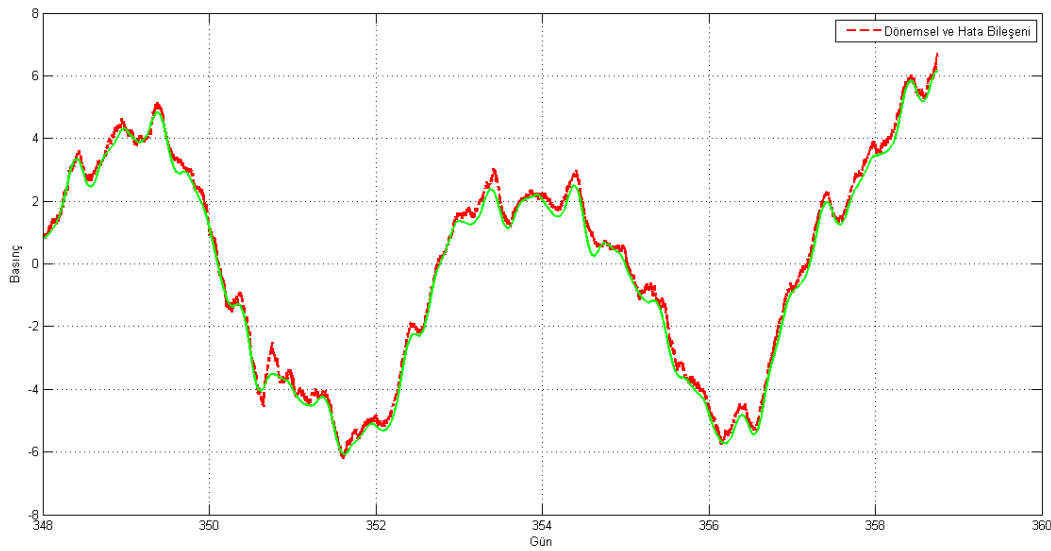
Şekil 5.64 : EKK Analizi sonucu 330-19 ile Elde Edilen Analiz Sonucu.



Şekil 5.65 : 330-19 ile Elde Edilen Dönemsel Etkiler.

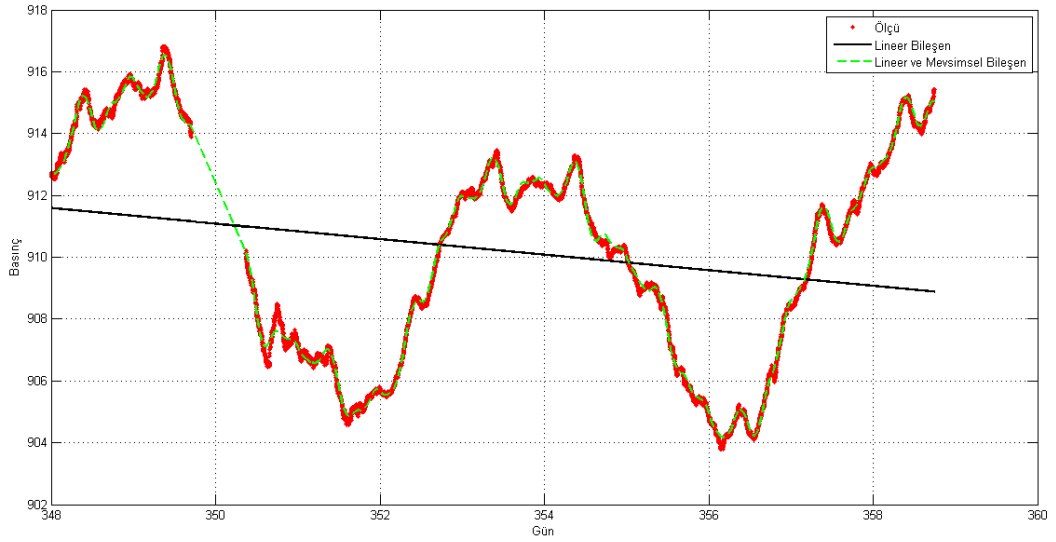
Zamansal veri analize sokulduğunda öncelikle serinin trendi belirlenmektedir. Bu eğilim seriden çıkarıldıktan sonra mevsimsel etkiler belirlenmektedir. Mevsimsel etkiler belirlendiğinde kalan değerler anlık değişimler ve gürültü bileşenlerinden oluşmaktadır. Şekil 5.64, Şekil 5.65 ve Şekil 5.66’da görüldüğü üzere dönemsel etkiler belirlenmiştir. Bu etkilerin içerisinde sıcaklık ve nem gibi etkenlerin

bulundurulmadığı düşünülmektedir. Bu değişimin atmosfer kaynaklı olduğu ve basınç değişimine karşılık geldiği düşünülmektedir. Odada gözlemlenen sıcaklık değişimleri ya da kat değişimleri sırasında karşılaşılabilecek sıcaklık değişimleri bu kapsamda analiz edilmemektedir. Şekil 5.66’da kırmızı kesik çizgi ile yeşil çizgi arasındaki farkın bahsedilen sıcaklık, nem, klima ve kat değişiminden kaynaklanması gerekmektedir. Verilerin temin edildiği sensör sabit bir katta durduğundan kat değişimi ile ilgili değişim bu şekillerde görülmemektedir. Bu değişimin algılanabilmesi için testin mobil cihaza ait zaman serisine de uygulanarak kontrol edilmiştir.

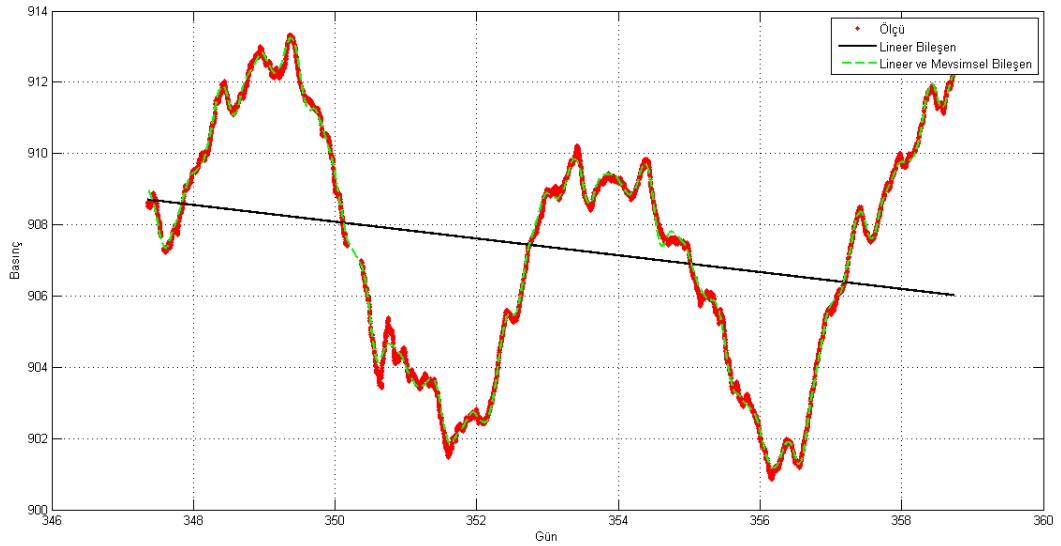


Şekil 5.66 : Dönemsel Etkiler Analiz sonuçları ile Dönemsel Etkiler ve Diğer Etkilerin Gösterimi.

Hareketli mobil cihaza ait zaman serileri ile çalışmadan önce sabit mobil cihazlar analize sokulmuştur. Bunun için Model A ve Model C’ye ait zaman serileri Kod 330-19 ile test edilmiştir. Model A 330-19 ile analiz edildiğinde sonuçlar Şekil 5.67’deki gibi olmuştur. Şekil 5.67’de görüldüğü üzere verinin bir kısmında eksiklik de bulunmaktadır. Bu analizden elde edilen karesel ortalama hata ± 0.16 hPa olmuştur. Aynı analiz Model C ile de yapılmış ve sonuçlar Şekil 5.68’de gösterilmiştir. Bu analiz sonucu karesel ortalama hata ± 0.16 olarak bulunmuştur.



Şekil 5.67 : Model A'nın 330-19 ile Analizi.



Şekil 5.68 : Model C'nin 330-19 ile Analizi.

Yapılan analizler uzun süreli ölçüm sonuçlarına göre yapılmıştır. Ancak bu verilerin her zaman bu kadar uzun süreli temin edilebilme olasılıkları olmayabilir. Bu nedenle gün sayısı azaltılarak analizler yapılmış bu sayede ne kadarlık veri ile tahmin yapılabileceği ve bu tahminlerin karesel ortalama hataları hesaplanmıştır.

5.14.1 Zaman serisi genişliğinin doğruluğa etkisi

Zaman serisi analizi yapılırken 347. gün ile 359. gün arasındaki veriler kullanılarak analiz yapılmıştır. Bu zaman aralığının, analiz miktarına etkisini araştırmak için

veriler gün gün silinerek 330-19 ile analiz yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçları Çizelge 5.26’da gösterilmiştir.

Sırasıyla günlük veriler silindikten sonra analizler gerçekleştirilmiştir. Çizelgede yer alan Gün kolonu zaman serisinin başlangıcını ifade etmektedir. Bu günden 359. güne kadar olan veriler kullanılmıştır.

Çizelge incelendiğinde son bir haftalık veri kalana kadar doğruluğun 1 katın altında olduğu hatta bazı gün aralıklarında daha iyi sonuç verdiği görülmektedir.

Çizelge 5.26 : Zaman Serisi Genişliğinin Doğruluğa Etkisi.

Gün	Karesel Ortalama Hata (hPa)	Yükseklik Farkı (m)
347	0.155	1.55
348	0.187	1.87
349	0.174	1.74
350	0.151	1.51
351	0.109	1.09
352	0.220	2.20
353	5.145	51.45

353. gündeki hata incelendiğinde bir haftalık verinin altında veri olduğu zaman bu analizin yapılamayacağı sonucuna varılmaktadır.

5.14.2 Mobil sensörlerin EKK ile analizi

Önceki bölümlerde sabit bir sensör ve mobil sensörler ile EKK doğruluk analizleri yapılmıştır. Elde edilen doğruluğun mobil sensörde de sağlanıp sağlanamayacağı araştırılmalıdır. Çünkü analiz yaparken her zaman yeteri kadar veriye sahip olunamayabilir. Veri eksikliğinin etkileri Çizelge 5.26’da görülmektedir. Zaman serisi bir haftanın altındayken doğruluk önemli derecede azalmaktadır. Bu sonuç yöntemin tek başına mobil cihazda kullanılamayacağını göstermektedir.

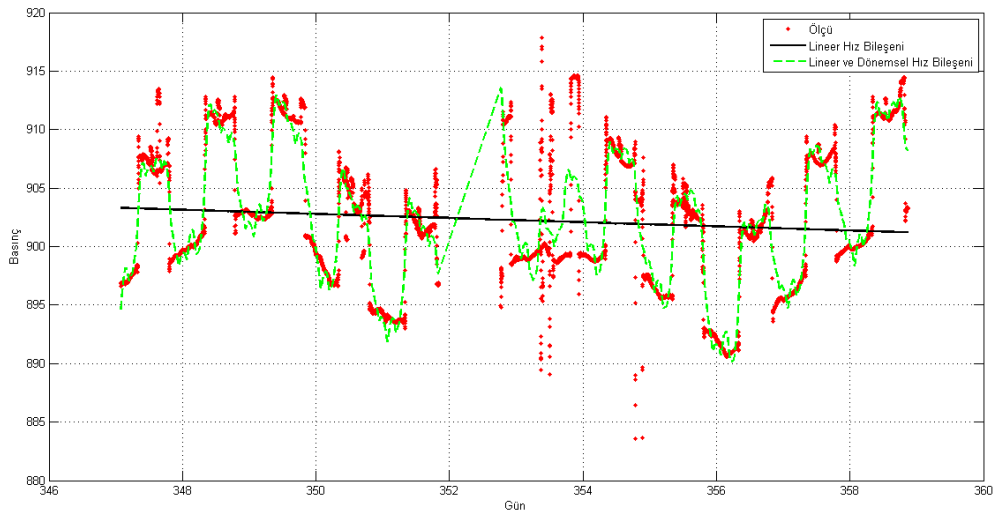
Son kullanıcı bir binaya ilk defa giriyor olabilir. Örneğin alışveriş merkezine giren bir kişi uygulamayı çalıştırmaya başladığı anda elinde hiç veri olmayacak bu nedenle bu kullanıcıya bu katsayılar önceden verilmek zorundadır. Yani bulunulan kapalı ortamın etki değişiminin öğrenilip uygulama tarafından değerlendirilmesi sağlanmalıdır.

Bu değerlendirme için çalışılacak kapalı alanda önceden seri analizi yapılarak sensörleri eğitmek ve bu eğitim sonucu mobil uygulamanın bunu öğrenmesini sağlamak gerekmektedir. Konu başında bahsedilen başlangıç ayarlarında NFC kullanımı bu konuda bize yardımcı olabilir. Uygulamayı başlatırken eğittiğimiz katsayıları uygulamaya ğretebiliriz. Kapalı alanlarda bu nedenle sabit sensörlere ve bu değerleri işleyip etiketlere aktarabilecek bir sisteme ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu alternatif çözüm dışında devamlı aynı kapalı alanda bulunan hareketli bir sensörün tepkisini değerlendirmek için hareketli cihaz ile analizler gerçekleştirilmiştir.İlk analizde mobil cihazın farklı kapalı alanlarda ve açık alanlarda hareket halinde bulunması durumu iki haftalık veri ile test edilmiştir. Bu alışmalarda Model D’den elde edilen veriler kullanılmıştır.

İki haftalık sonuçlar 176 718 veri içermektedir. Matlab ile yapılan analizde elde bulunan İ5 işlemcili 4 GB RAM’a sahip cihaz analiz yapamamıştır. Bu nedenle veri dakikalık ortalama alınarak analize sokulmuştur. Bu şekilde veri sayısı 16 164 adete indirilmiştir.

Zaman Serisi iki haftalık gündüz ve gece verisine, ev, işyeri ve dolaşılan yerlere aittir. 330-19 ile yapılan analiz sonucu doğruluk ± 0.303 hPa olarak belirlenmiştir (şekil 5.69).



şekil 5.69 : Model D’nin 330-19 ile 17 – 28 Kasım Arası Analizi.

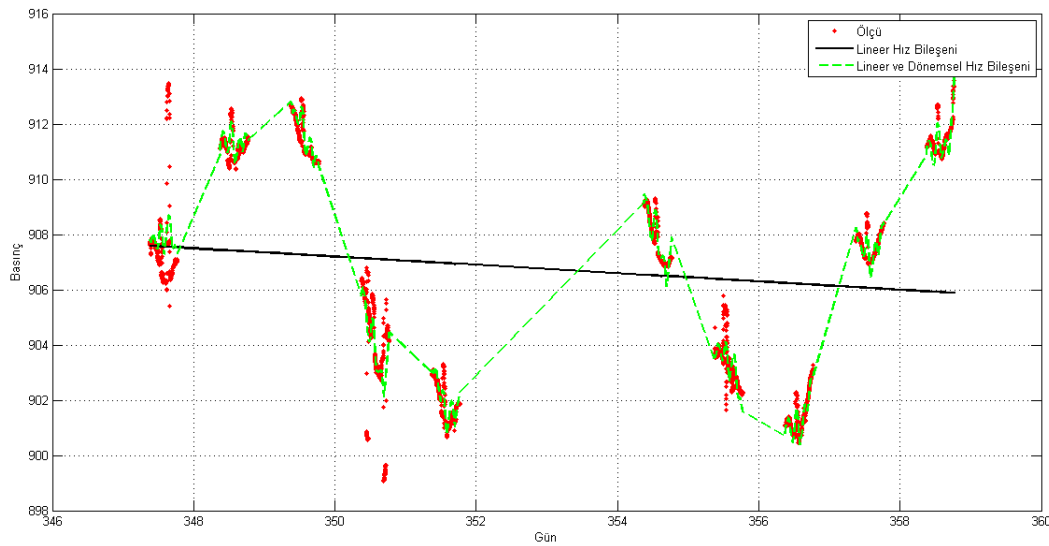
Elde edilen doğruluk tatmin edici gibi görünmemektedir. Ancak mobil cihaz gezinimi dşnldğnde elde edilen bu doğruluğun iyi olduğu düşünülmektedir.

Buradan elde edilen katsayılar ile ± 1 kat hata yapma olasılığı bulunmaktadır. Bu performansın gün içerisindeki kat değişiminde nasıl olacağı test edilmelidir.

Model D'den elde edilen sonuçların sadece bir kapalı alanda test edilebilmesi için sadece hafta içi çalışma saatleri içerisindeki veriler analize sokulmuştur. Analiz sonuçları Şekil 5.70'de gösterilmiştir. Bu analizden elde edilen karesel ortalama hata ± 0.749 hPa olarak bulunmuştur.

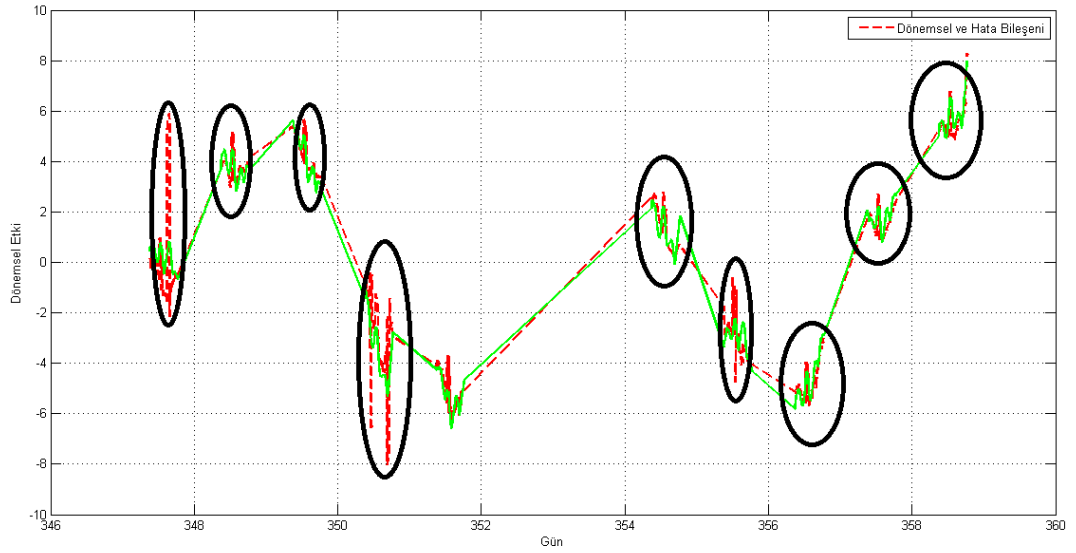
Bulunan doğruluk beklenenden kötü elde edilmiştir. Veri eksikliğinin bu hataya neden olduğu düşünülmektedir. Bu bölümün giriş kısmında bahsedildiği gibi zaman serisi analizinde verinin devamlılığı esastır.

Şekil 5.71'de yapılan analiz sonucu elde edilen dönemsel etkilerdeki değişimde tespit edilen kat değişimleri işaretlenmiştir. Serideki kat değişimleri tahmini dönemsel etkinin dışında atlamalara neden olmaktadır.



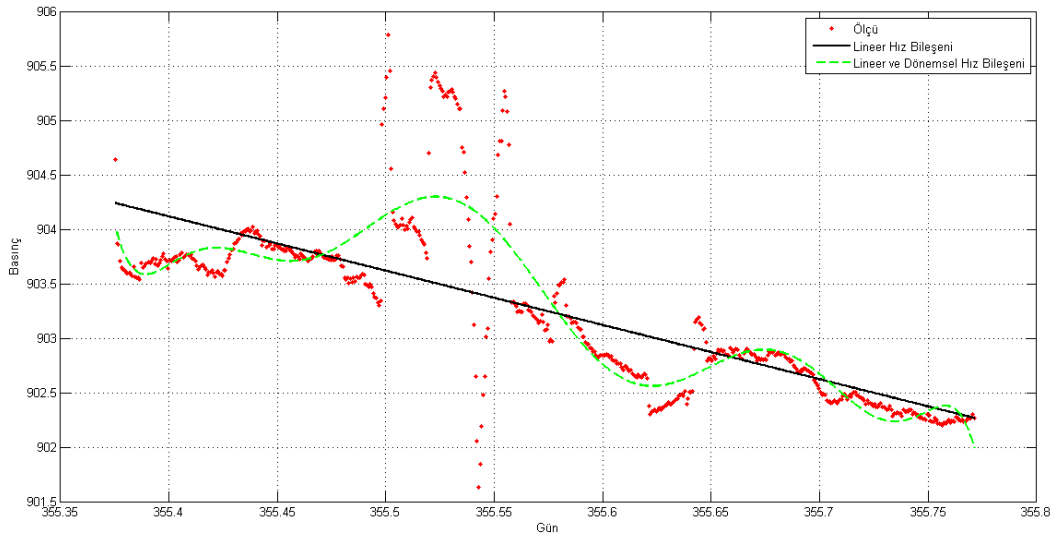
Şekil 5.70 : Model D'nin 330-19 ile 17 – 28 Kasım Arası Bir Kapalı Alanda Analizi.

Haftalık sonuçta elde edilen doğruluğun az olması günlük olarak verinin test edilmesini, bir sonraki aşamada ise kat değişimine kadar olan verinin analize sokulup değişimin tahmin edilip edilemeyeceğinin test edilmesi gerekliliğini doğurmuştur. Bu nedenle mevcutta bulunan 2 haftalık veriden bir gün seçilerek 330-19 ile analiz edilmiştir.



Şekil 5.71 : Model D'nin 330-19 ile 17 – 28 Kasım Arası Bir Kapalı Alanda Analizi Dönemsel Etkiler.

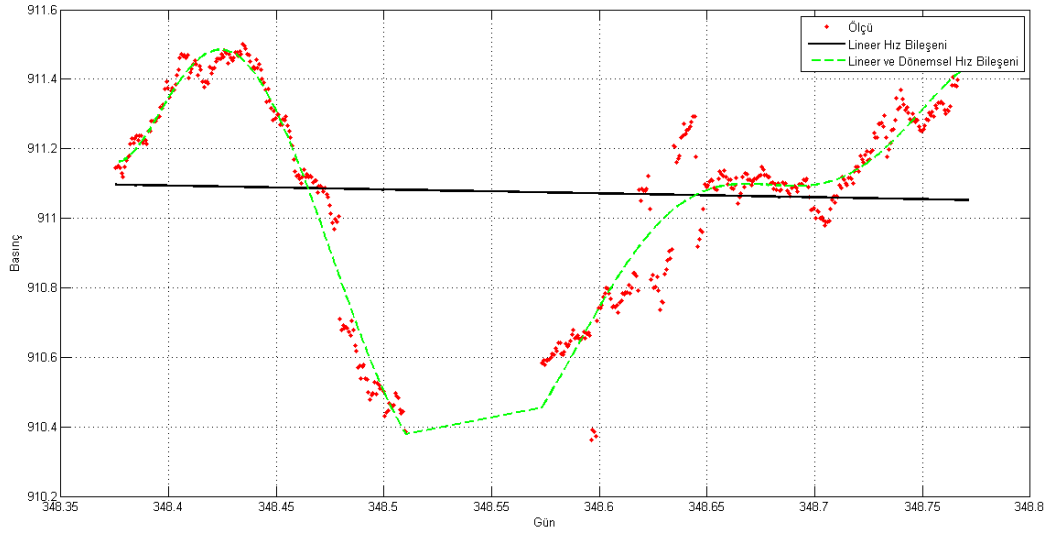
355. günde yapılan analizde karesel ortalama hata ± 0.535 hPa olarak bulunmuştur. Burada elde edilen doğrulukların istenen seviyede olmaması nedeniyle Çizelge 5.25'de bahsedilen kodlar ile 355. güne ait veri tekrar analize sokulmuştur. Bu analizler sonucu en iyi karesel ortalama ± 0.400 hPa ile 3-2 kodlu analiz ile bulunmuştur.



Şekil 5.72 : Model D'nin 3-2 ile 25 Kasım Analizi.

Günlük bir analiz yapılarak kat değişiminin hesaplanıp hesaplanamayacağı test edilmiştir. Öncelikle 348. güne ait tüm veriler 3-2 ile analiz edilmiştir. Şekil 5.74'de analiz sonuçları görülebilir. Bu analize ait karesel ortalama hata ± 0.078 hPa'dır. Bu analizden elde edilen lineer ve dönemsel bileşenler ile 8-13 saatleri arası kat değişimi

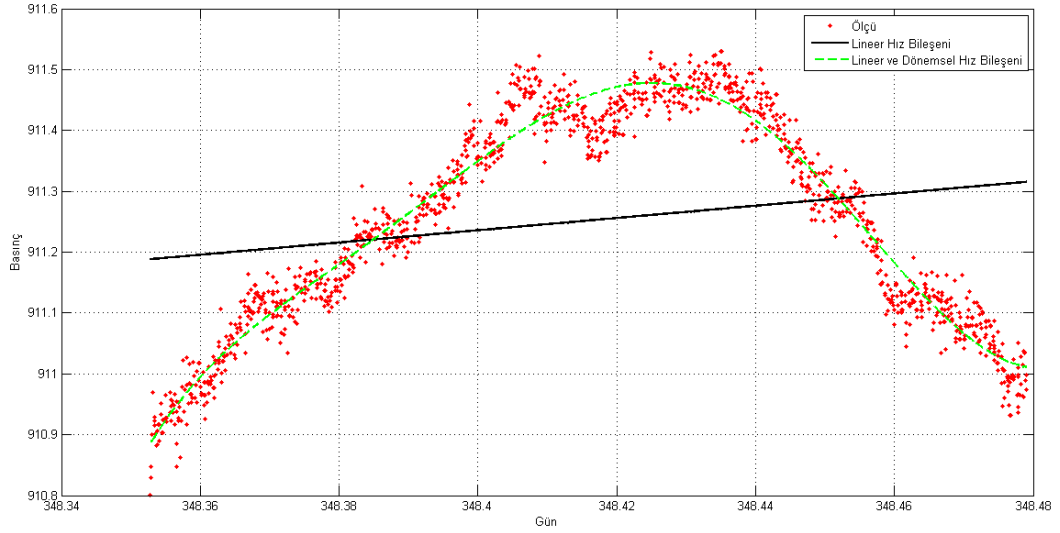
bulunmaya çalışılmıştır. Ancak tatmin edici bir sonuç alınamamıştır. 1 katlık değişimin hesaplanması gereken yerde analiz ile 1.62 metre, klasik yöntem ile 2.42 metre fark hesaplanmıştır. Kat yüksekliği 2.85 metredir. İki hesaplada da kat yüksekliği elde edilememiştir. İkinci kat değişimi birincinin aksine iniş yönündedir.



Şekil 5.73 : Model D'nin 3-2 ile 18 Kasım Analizi.

İniş yönünde yapılan kontrolde klasik yöntemle 3.45 metre, zaman serisi analizi ile 3.26 metrelik değişim algılanmıştır. İki yöntemde de kat değişimi algılanmıştır. İki yönlü değişimde sıcaklık değişimi yaklaşık 1°C olarak gözlenmiştir.

Analize sokulan veri tüm güne ait olduğundan değişim öncesi yapılan analizin değişimi algılanabilirliğinin kontrolü için yukarı yönlü kat değişimine kadar kaydedilen veri ile analiz yapılmıştır. Analiz sonuçları Şekil 5.74'de görülebilir. Bu analiz sonucu elde edilen karesel ortalama hata ± 0.078 hPa'dır. Analize sokulan ölçü sayısı 491'dir. Kat değişiminin olduğu an tespit edilen değişim 2.55 metredir. Ancak 9 saniye sonra kat değişimi 3.30 metredir. Yani kat değişimi algılanmıştır. Klasik yöntemde ilk andaki değişim olan 2.42 metrelik değişimden sonraki 9 saniye içerisinde tespit edilen değişim maksimum 60 cm olarak hesaplanmıştır. Klasik yöntemde analiz sırasında kat değişimi algılanmadığından sonraki zaman diliminde de değişim algılanamamaktadır. Zaman serisi analizinde ise öğrenilmiş bir durum söz konusudur. Yani uygulama, bu örnek için 4. katı öğrenmiş ve analizini bu kata göre yapmaktadır. Konum değiştiği için artık kat değişimi de algılanabilmektedir.



Şekil 5.74 : Model D'nin 3-2 ile 18 Kasım 08:00 – 12:00 Arası Çıkış Analizi.

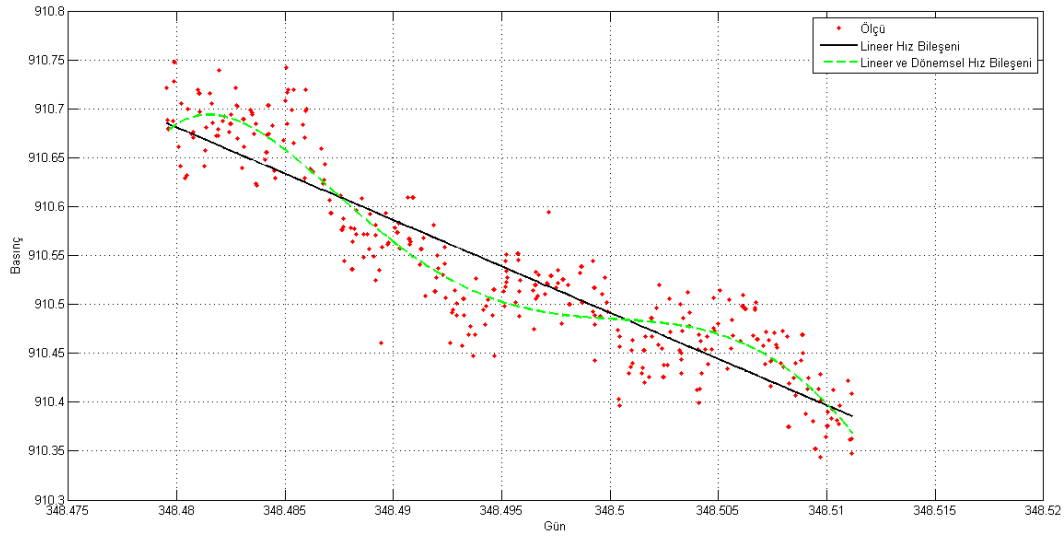
Bu tarz bir öğrenmede önceden hesaplanmış değerleri NFC ile öğrenmeye gerek duyulmamaktadır. Uygulama için gerekli olan, yeterli sürenin öğrenmeye ayrılmasıdır.

Çıkış sırasında elde edilen analiz sonuçları iniş için değerlendirildiğinde 7.88 metrelik değişim gözlenmiştir. Çünkü analiz ile elde edilen öğrenme verileri bu kümeye ait veri içermemektedir. Bunu sağlayabilmek için kat değişiminden sonra yeni değişime kadar olan veri tekrar öğrenmeye sokulmalıdır. Bunun için 3-2 kodu ile tekrar analiz yapılmış ve sonuçlar Şekil 5.75’de gösterilmiştir.

İniş sırasında 3-2 ile yapılan analiz sonucu 440 ölçü ile ± 0.034 hPa karesel ortalama hata hesaplanmıştır. İniş sırasındaki yükseklik değişimi 3.29 metre olarak hesaplanmıştır. İniş sırasında yükseklik değişimi, değişim sırasında algılanmıştır.

Yapılması gereken öğrenme için gereken minimum sürenin ve ölçüm aralığının belirlenmesidir. Bu konu ile ilgili ilerleyen bölümlerde bir test yapılacaktır (Bknz. Bölüm 5.18).

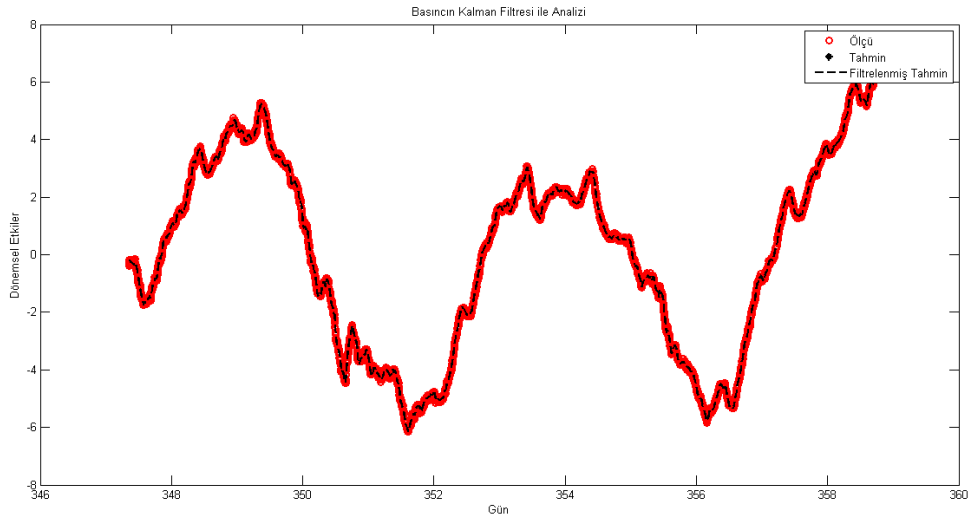
Bu analiz sırasında uygulanan EKK yerine farklı analiz yöntemleri de kullanılabilir. Bunlar arasında Kalman Filtrelemesi, Dalgacık dönüşümü, Yapay Sinir Ağları ve Bulanık Mantık yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemlerden Kalman Filtrelemesi sabit sensör için kullanılmıştır.



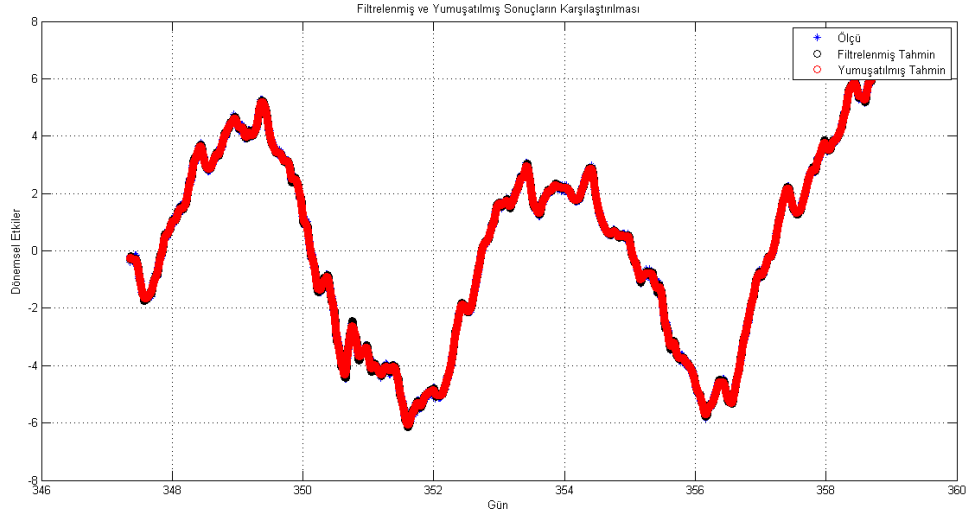
Şekil 5.75 : Model D'nin 3-2 ile 18 Kasım 08:00 – 12:00 Arası İniş Analizi.

5.15 Sensör Verilerinin Kalman Filtrelemesi ile Analizi

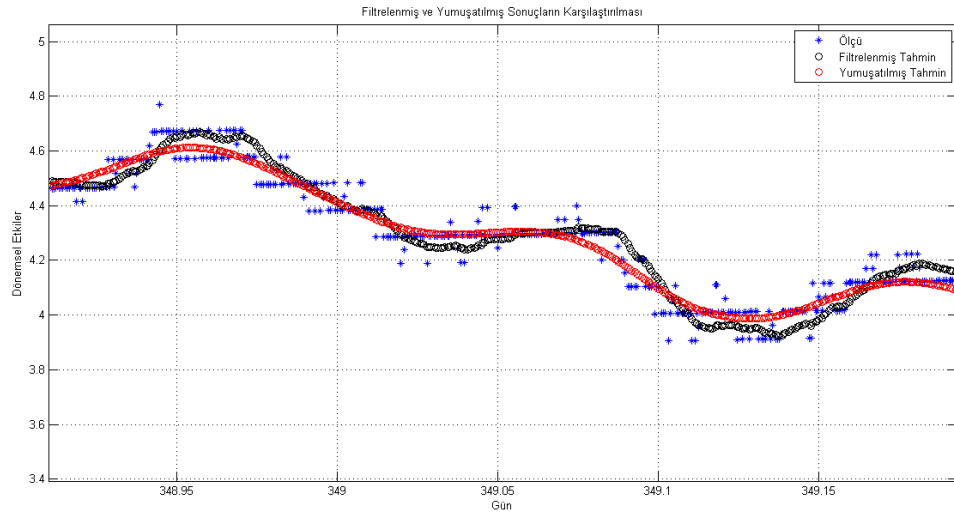
TST ile elde edilen zamansal veri kalman filtresi ile de analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucu EKK ile elde edilen karesel ortalama ± 0.155 hPa iken Kalman filtrelemesi ile karesel ortalama hata ± 0.03 hPa olarak hesaplanmıştır. Bu analiz sonuçları Şekil 5.76, Şekil 5.77 ve Şekil 5.78'de gösterilmiştir.



Şekil 5.76 : TST Verilerinin Kalman Filtrelemesi ile Analizi.



Şekil 5.77 : Filtrelenmiş ve Yumuşatılmış Sonuçların Karşılaştırılması.



Şekil 5.78 : Filtrelenmiş ve Yumuşatılmış Sonuçların Karşılaştırılması.

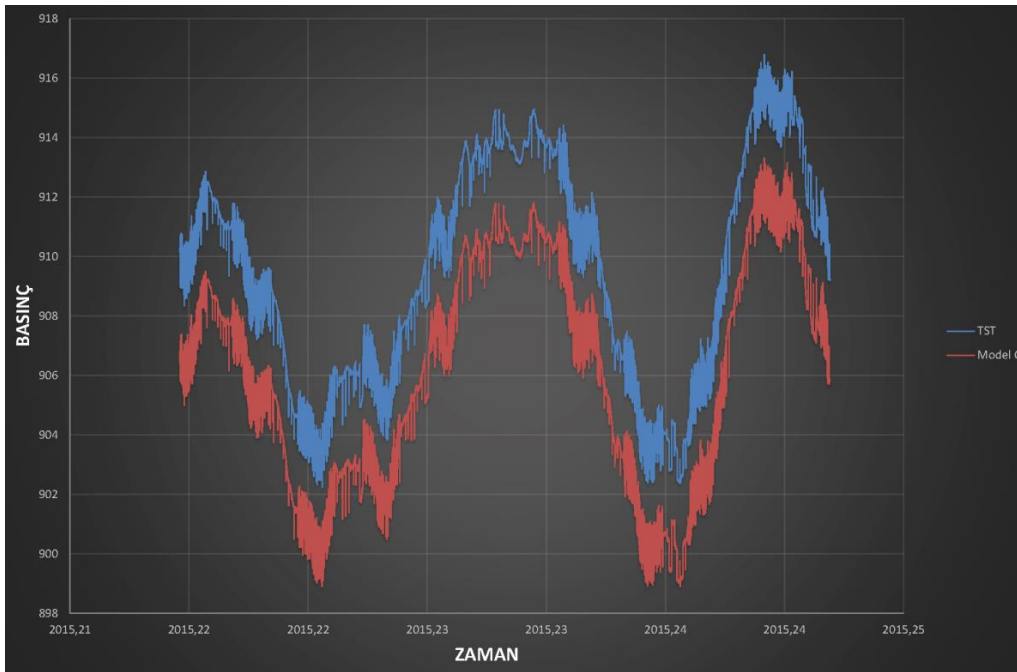
Şekil 5.76’da analiz sonuçları gösterilmektedir. Şekil 5.77’de ise Filtrelenmiş ve yumuşatılmış değerlerin karşılaştırması bulunmaktadır. Şekil 5.78, Şekil 5.77’nin bir bölgesinin yakınlaştırılmış halidir.

Yapılan analizler Matlab ortamında gerçekleştirilmiştir. Seri değerleri önce filtrelenmiş daha sonra yumuşatılmıştır. Analiz sonuçları EKK yöntemine göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Uygulamada bu yöntem de kullanılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus işlem süresi, performans ve doğruluktur.

5.16 Hızlı Kat Değişimlerinin Sonuçlara Etkisi

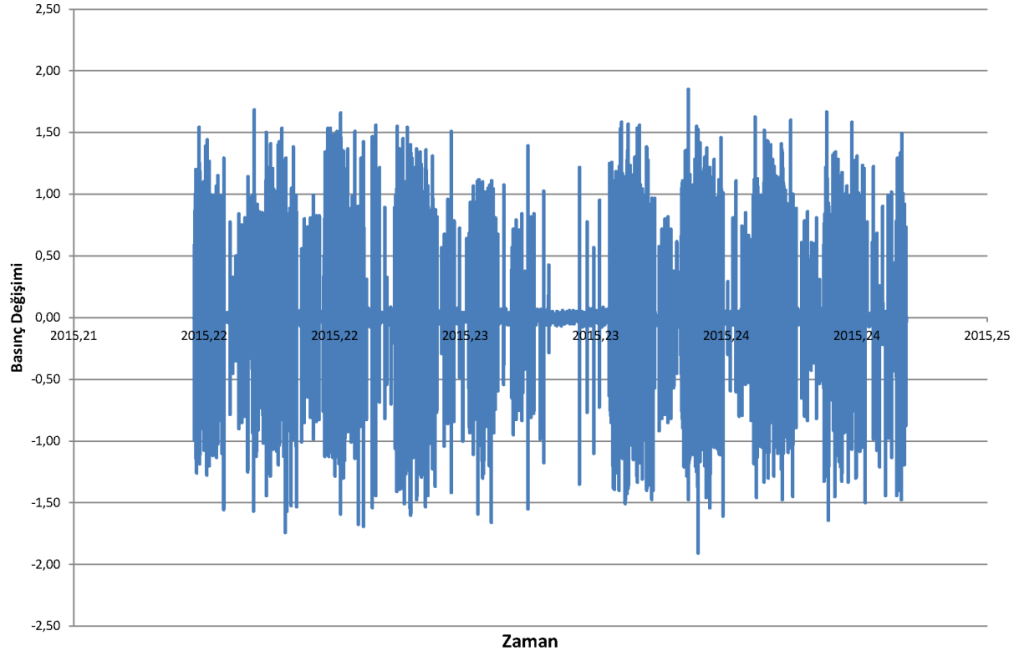
Yapılan testlerde kat değişiminin algılanabildiği görülmüştür. Ancak sensör ölçme hassasiyetinin hızlı kat değişimlerine etkisinin olup olmadığının anlamak için bir test gerçekleştirilmiştir.

Testin gerçekleştirilmesi için TST ve Model C 10 gün boyunca asansörün üzerine konulmuştur. 10 gün boyunca sensör değerlerinden elde edilen sonuçlar Şekil 5.79’da gösterilmiştir. Önceki bölümlerde bahsedilen düzeltme katsayısı Şekil 5.79’da kullanılmamıştır. Şekil incelendiğinde iki sensör değerinde de aynı eğilim görülmektedir.

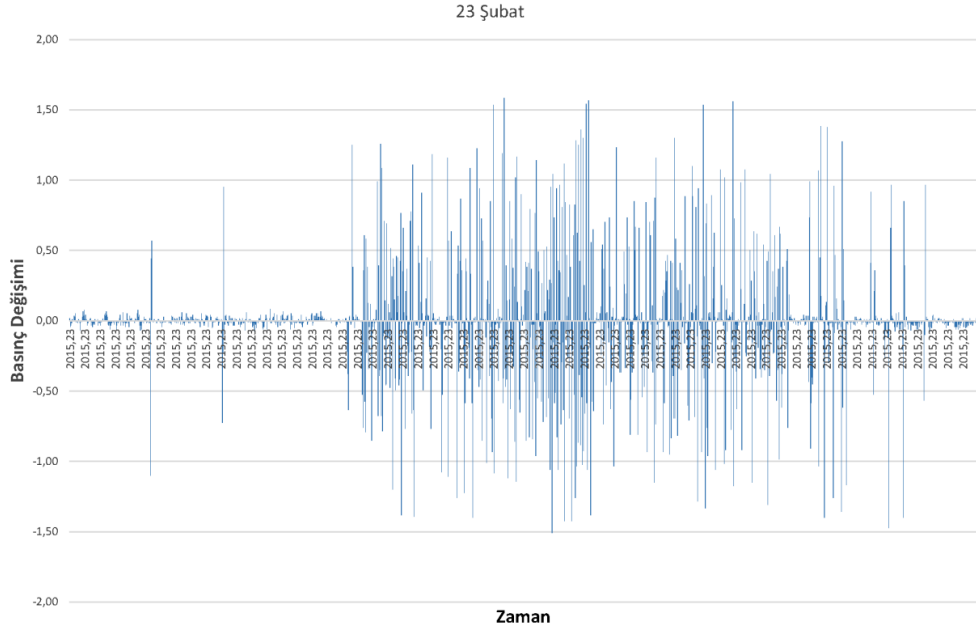


Şekil 5.79 : Asansörde uzun süreli basınç değişiminin takip edilmesi.

İki sensör değeri benzer değişimler görüldüğü için TST’den elde edilen sonuçlar ile anlık basınç değişimi hesaplanmıştır. Şekil 5.80’de 10 güne ait basınç değerlerindeki değişimler görülmektedir. Ancak verinin çok olması nedeniyle bir günlük basınç değişimi incelenmiştir (Şekil 5.81). 24 saatlik veri incelendiğinde asansörün iş saatlerinde daha yoğun kullanıldığı görülmektedir. Bu kullanım sırasında ne kadarlık bir kat değişimin yapıldığı Şekil 5.82’de gösterilmiştir.



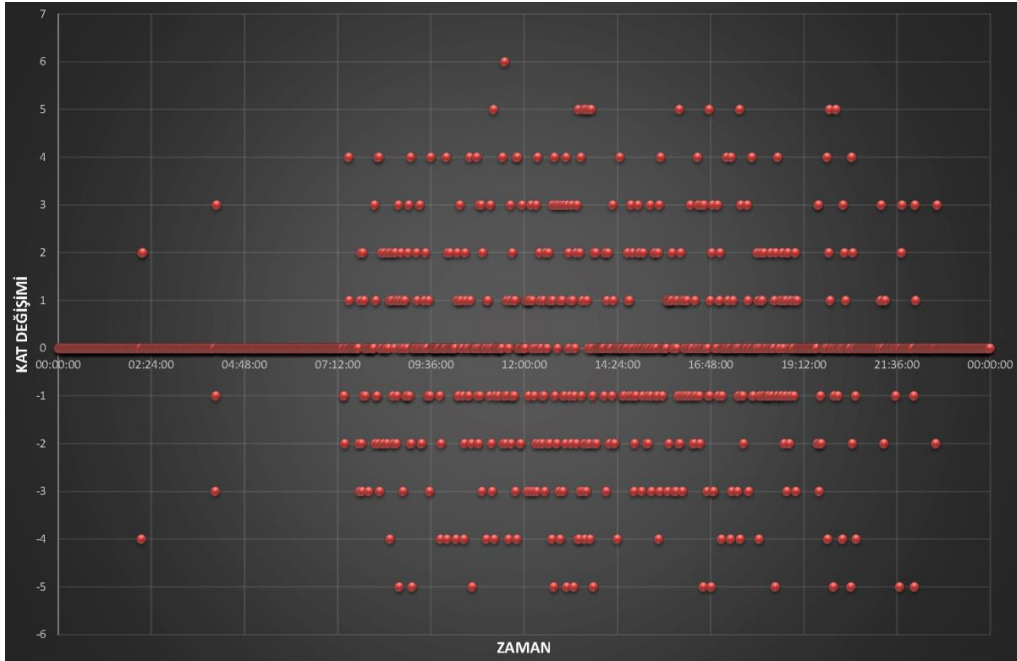
Şekil 5.80 : TST'ye ait zamana bağlı basınç değişimi.



Şekil 5.81 : TST'ye ait bir günlük basınç değişimi.

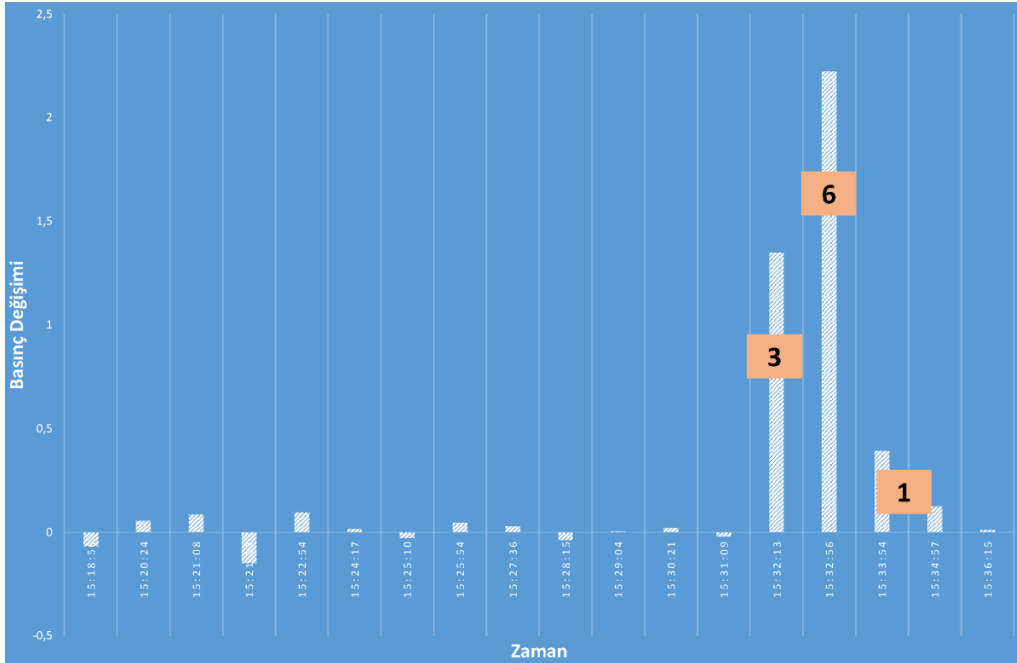
Şekil 5.82 incelendiğinde en fazla 6 katlık değişim olduğu görülmektedir. Testlerin yapıldığı bina zemin üstü beş ve zemin altı iki kattan oluşmaktadır. Ancak -2. katta kapalı otopark bulunmakta ve personel tarafından bu kat kullanılmamaktadır. En fazla altı katlık değişimin olması bu kat adedine sahip binalarda sensör değerlerinin hatalı kat değişimi hesaplamadığını göstermektedir. Ancak bu kat değişiminden fazla

olan değişimlerde sensör kabiliyetlerini görebilmek için uygulama iki farklı binada test edilmiştir.



Şekil 5.82 : Bir günlük asansör kat değişimi.

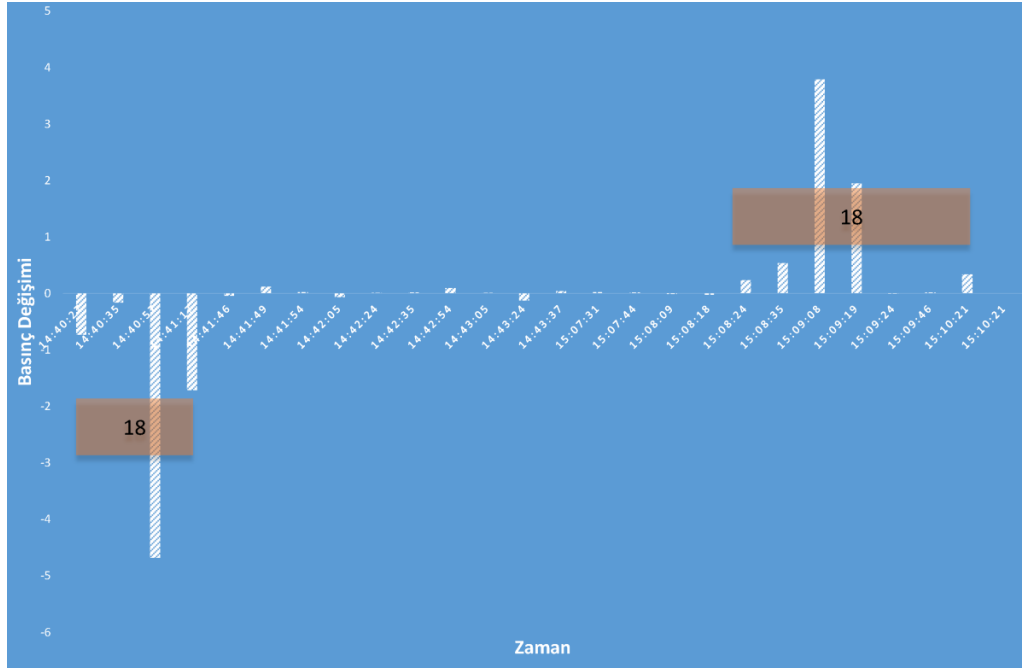
DSİ Genel Müdürlüğü ve Eti Maden Genel Müdürlük binalarında yapılan testlere ait basınç değişimleri Şekil 5.83 ve Şekil 5.84’de verilmiştir.



Şekil 5.83 : DSİ Genel Müdürlük binası 10 katlık değişim.

DSİ Genel Müdürlüğü'nde 10. kattan giriş kata inilmiştir. Eti Maden Genel Müdürlüğü'nde ise -1. kattaki otoparktan 17. kata çıkılmış ve bir süre sonra aşağı inilmiştir.

DSİ Genel Müdürlük binasına ait kat yüksekliği bilinmemektedir. Bu nedenle yaklaşık bir yükseklik başlangıç değeri olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.84 : Etimaden Genel Müdürlük Binası 18 katlık değişim.

Eti Maden Genel Müdürlük binası Antares Ofis Kulelerindedir. Bina 100 metre yüksekliğinde ve 26 kattan oluşmaktadır. Yaklaşık kat yüksekliği olarak 3.85 m alınmıştır. Bu veriler kullanılarak binaya girildiğinde ve çıkıldığında yapılan hesaplamalarda 18 katlık değişim görülebilmektedir.

Bu testlerden yola çıkılarak sensör hassasiyetlerin test yapılabilen en fazla 18 katlık değişimler için yeterli olduğu kanısına varılmıştır. Teknolojideki gelişmeler ile ilerleyen zamanlarda daha doğru sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir.

5.17 Uygulamanın GeoSMS Altyapısına Uygun Düzenlenmesi

Uygulamadan elde edilen sonuçların yardım ekiplerine sağlıklı bir şekilde iletilmesi için uygulamaya GeoSMS altyapısı göz önünde bulundurularak “Yardım” butonu eklenmiştir (Şekil 5.85). Yardım çağrısının SMS ile aktarılması bir

afet anında veri akışının düzenlenmesine, önem derecesine göre sıralanmasına imkan sağlar. Bu nedenle yardım çağrılarının “Data” kanalı ile aktarılması önem arzeder.

Yardım çağrısına acil durum niteliğine göre bilgi aktarılması sağlanabilir. Örneğin; acil durumun niteliği, yangın, deprem gibi ya da yardım ihtiyacının niteliği yaralı sayısı, aciliyeti gibi.



Şekil 5.85 : Yardım Çağrı Butonu Eklenmiş Uygulama Ara yüzü.

Şekil 5.85’de görülen ara yüz ile istenen yardım çağrısı iletildiğinde ve iletilen mesaj yardım ekibine ulaştığında Şekil 5.86’daki gibi uyarı mesajları çıkmaktadır. Bu sayede yardım çağrısında bulunan kullanıcı mesajın durumu hakkında bilgi sahibi olabilmektedir.

Son kullanıcı servis sağlayıcısına ulaşamadığı durumlar hakkında da bilgi sahibi olabilmektedir (Şekil 5.87).

Şekil 5.88’de acil durumda yardım ekiplerine gönderilebilecek bir yardım mesajı gösterilmektedir. Bu yardım mesajı GeoSMS altyapısı kullanılarak oluşturulmuştur.

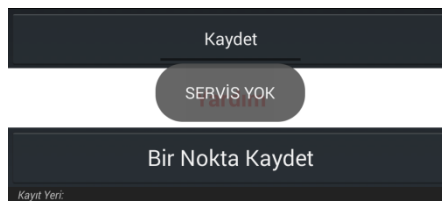
Oluştulan mesaj ile yardım ekipleri hem kullanıcının 2 boyutlu konumuna hem de üçüncü konum olan kat bilgisine erişebilecektir.



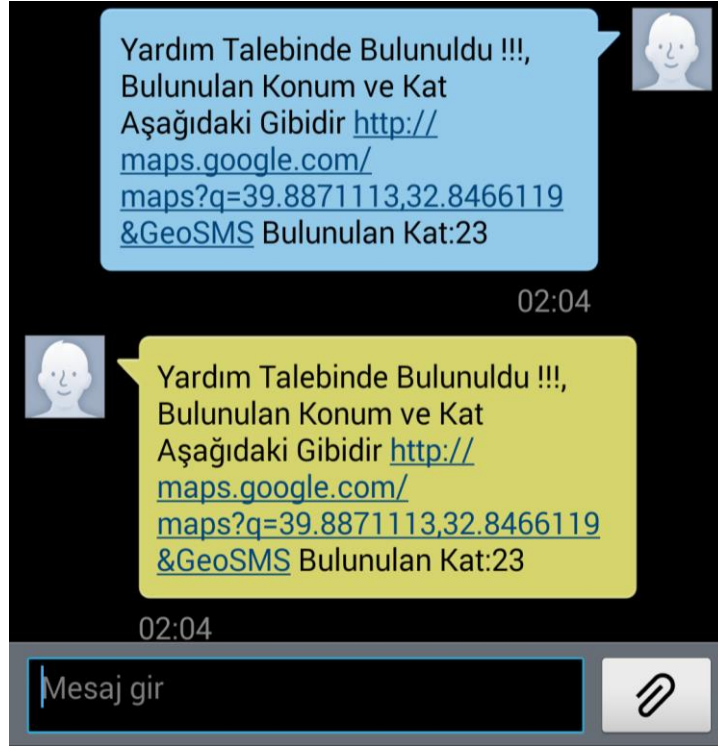
Şekil 5.86 : Son Kullanıcının Yardım Mesajı Hakkında Bilgilendirilmesi.

Kullanıcının kapalı bir alanda olmadığı durumlarda, uygulama tarafından konum bilgisi 2 boyutlu olarak verilmektedir. Bu durumlarda iletilen yardım mesajı Şekil 5.89’da görüldüğü gibi olacaktır.

Önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi kullanılacak harita servisinin URL’si değiştirilebilir. Bu servis URL’si için yardım ekibinin özel harita servisi de eklenebilir. Ayrıca mesaja önceden tanımlanmış yardım kodları da eklenebilir.



Şekil 5.87 : Servis Sağlayıcına Ulaşılamaması.



Şekil 5.88 : Kurtarma Ekiplerine Gönderilebilecek Örnek Mesaj.



Şekil 5.89 : Kapalı Alan Dışında Gönderilen Mesaj.

5.18 Uygulama Analiz Doğrulukları

EKK ve Kalman Filtrelemesi analizleri ile test edilen uygulama sonuçları değerlendirildiğinde, seçilen filtrelemelerin binalarda kat bilgisinin mobil sensörler yardımıyla acil durum ve yönetim amaçlı tahmininde kullanılabileceği görülmüştür.

EKK ile yapılan analiz sonuçlarına ait doğruluklar Çizelge 5.27’de gösterilmektedir. Elde edilen doğruluklar ile kat bilgisi doğru olarak tahmin edilebilmektedir.

Çizelge 5.27 incelendiğinde ölçü sayısı arttıkça doğruluğun azaldığı görülmektedir. Veri artışı, ölçme aralığının azaltılması ve/veya koda eklenecek bir kontrol ile çözülebilmektedir. Bu sonuç zaten veritabanında görülen veri yükünün önüne de geçeceğinden olumlu bir sonuçtur.

Kalman filtrelemesi ile yapılan analizlerde doğruluk ± 0.03 hPa olarak bulunmuştur. Elde edilen bu doğruluk da, bu analiz yönteminin uygulamada kat bilgisinin elde edilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Çizelge 5.27 : Uygulama Analiz Doğrulukları (EKK).

Ölçü Sayısı	Doğruluk (hPa)
5	0.000
10	0.019
20	0.018
30	0.029
40	0.028
52	0.056

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Zaman ve mevcut kaynaklardan, bir afet anında maksimum verimin alınması daha çok hayatın kurtarılması için önemlidir. Bu nedenle bu iki parametrenin en iyi şekilde yönetilebilmesi gerekmektedir. Risk yönetiminin en iyi şekilde yapılabilmesi, karar vericilere ve yardım ekiplerine zaman kazandırılabilmesi ve en uygun kaynak yönetiminin sağlanabilmesi için bilgiye en etkin ve hızlı şekilde ulaşılabilmelidir.

Afet anında yardım ekiplerinin sayısı ve konumu, afetin kapsamı, genişliği, etkilediği konum, donanım ve donatıların durumları hakkındaki bilgiler müdahale aşamasının en iyi şekilde atlatılmasına imkân sağlayacaktır.

Afet anında en önemli problemlerden biri yardım ekipleri ve karar vericiler arasındaki bilgi akışını sağlayacak olan haberleşmedir. Haberleşmenin sağlanması sırasında yaşanacak zorluklar, afetin büyüklüğü ve çapı düşünüldüğünde duruma göre farklılık gösterecektir.

Bir afet anında afetten etkilenen kazazedeler dışında afete maruz kalan ya da kaldığı düşünülen kişilerin yakınları da haberleşme sisteminin verimini düşürecektir.

Afetlerde karşılaşılabilecek güçlüklerin önüne geçmek, yardım ekiplerine mümkün olan en doğru bilgiyi sunmak ve mümkün olan en çok canı kurtarmak için teknolojinin sunmuş olduğu olanaklardan yararlanılması gerekmektedir.

Tez kapsamında; afet öncesinde, anında ve sonrasında kullanıcıların, karar vericilerin ve yardım ekiplerine bilgi aktarımının sağlanması amacıyla kullanılacak bir sistemin ortaya konulması amaçlanmıştır. Afet anında sağlanacak maksimum bilgi ile afetin nasıl minimum zarar ile atlatılabileceği, nasıl katkı sağlanabileceği araştırılmıştır.

Son yıllarda özellikle akıllı telefon teknolojisinde görülen gelişmelerin, afet anındaki haberleşme ve bilgi akışına nasıl etki edilebileceği araştırıldığında, bazı akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin kullanılması ile bir katma değer sağlanabileceği düşünülmüştür.

Özellikle kapalı alanlarda konum bilgisinin üçüncü boyutunun elde edilmesi için bilim insanları tarafından farklı araştırmalar yapılmaktadır. Özellikle son yıllarda

hava basıncının kat değişimlerinin tespitinde kullanılması ile ilgili araştırmalar hız kazanmıştır. Farklı yaklaşımlar bulunmasına rağmen kat değişimlerinin tespiti için bir sistem önerisi yapılmamıştır.

Binalarda kat bilgisinin mobil sensörler yardımıyla acil durum ve yönetim amaçlı tahmini için tez kapsamında bir sistem mimarisi önerisi yapılmış, bu mimari çerçevesinde bir uygulama geliştirilmiş ve doğruluk testleri gerçekleştirilmiştir.

Yapılan testlerde basınç değişimi kullanılarak kat değişiminin kapalı mekânlarda algılanabildiği görülmüştür. Ancak bu değişimin bazı dış faktörlerden etkilendiği saptanmıştır. Bulunulan ortamın sıcaklık, nem değişikliği, havalandırmada ya da klima sıcaklığında görülebilecek değişiklikler, durulan konumun ışık alma şiddeti ve ya telefonun taşınma şekli basınç sonuçlarını etkilemektedir.

Teknoloji ilerledikçe mevcut sensörlerin kullanım alanları arttırılabilir. Günümüzde bile bu sensörler yangın sensörü ya da ışık sensörü olarak farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu sensörler acil durumlarda kurtarma ekipleri için destek bilgi veya kullanıcısı için erken uyarı sistemi olarak kullanılabilir.

Yapılan testlerde dış etkenlerin basıncı etkilediği ancak bu etkilerin kat değişiminin belirlenmesini engellemediği görülmüştür. Klasik yöntem ile yapılan analizlerde ± 1 katlık doğrulukta tahmin yapılabildiği görülmüştür. Doğruluğun arttırılması için zaman serisi analizi yapılabileceği düşünülmüş ve bu yönde çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Diğer bilim insanları tarafından yapılan çalışmalarda mutlak basınç değeri kullanılarak analizlerin yapıldığı görülmüştür. Ancak yapılan doğruluk testleri göstermiştir ki dış etkenler nedeniyle mutlak basınç kullanılarak kat değişimi saptanamaz. Bu nedenle çalışmalarda rölatif basınç kullanılarak bir sistem önerilmesi gerekmektedir.

Vanini ve Giardano tarafından 2013 yılında yayınlanan makalede basınç değişiminin, kat değişiminde kullanılabileceği; ancak yapılacak çalışmalarda dış etkenlerin ve gürültü değerlerinin göz önünde bulundurulması, gecikme probleminin giderilmesi, gürültü değerleri ve zamanın göz önünde bulundurulmasının gerekliliğini belirtmişlerdir.

Mobil cihazların doğruluk analizlerinin yapılabilmesi için farklı konumlarda farklı model telefonların doğruluk analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucu akıllı

telefonlarda düzeltme katsayılarının kullanılması gerekliliği anlaşılmıştır. Aynı modele sahip farklı cihazlar analizlerde kullanıldığında, her cihazın farklı düzeltme katsayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Her cihazın farklı düzeltme değerine sahip olması nedeniyle düzeltme yapılarak tüm cihazlarla analiz yapılamayacağı görülmüştür. Yani gerçek hava basıncı değerine ulaşılması ve bu değerın çalışmalarında kullanılması günümüz teknoloji ile mümkün görülmemektedir. Ancak düzeltme değerleri farklı olsa dahi basınç eğilimlerinin aynı olduğu görülmüştür. Anlaşıldığı üzere mutlak olarak basınç ölçümünün günümüz teknolojisi ile gerçekleştirilemeyeceği; ancak rölatif basınç değişimlerinin tüm basınç sensörleri ile algılanabildiği görülmüştür. Bu bilgiden yola çıkarak kat değişiminin saptanabilmesi için rölatif basıncın kullanılması gerektiği anlaşılmış ve uygulamada bu esasa odaklanılmıştır.

Basınç ile yükseklik arasındaki ilişki incelenmiş ve 0.01 hPa basıncın 0.1 metrelik değişime karşılık geldiği tespit edilmiştir. Yapılan testlerde ortam sıcaklığı ve neminin basınç değerlerini etkilediği görülmüştür. 10 °C derecelik ani sıcaklık değişiminden sonra, basınç değişiminin kat bilgisi hesabını etkileyecek seviyede olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle kapalı alanlarda bu etkinin göz ardı edilebileceği görülmüştür. Bu nedenle kapalı alanlarda bu etkinin göz ardı edilebileceği görülmüştür. Nem ile yapılan testlerde nemin de kat değişiminin belirlenmesini etkileyemeyeceği görülmüştür.

Zaman serileri analizi için uygulama ile toplanan veriler Matlab ortamında değerlendirilmiştir. Öncelikle EKK ile analizler yapılmış ve doğruluk kontrolleri için 110 farklı senaryo kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucu 330-19 kodu verdiğimiz En Küçük Kareler Korelesyonu parametreleri ile yapılan analizler en doğru sonucu vermiştir. 330-19 kodu tarafımızdan tanımlanan frekans katsayılarını grubunu ifade etmektedir. Bu grupta Çizelge 5.25 ve Ek Çizelge A.1’de gösterilmiştir. Frekanslarda kullanılan bu katsayılar 32,16, 10, 8, 7, 6, 5.5, 5, 4.5, 4, 3.5, 3.25, 3.125, 3, 2.5, 2.25, 2.125, 2, 1.5, 1.25, 1.125, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.0625, 0.03125, 0.015625’ dir. Bu analizin karesel ortalama hatası ± 0.155 hPa olarak hesaplanmıştır.

Profesyonel sensör olan TST ile yapılan analizler sabit mobil sensörler ile de yapılmıştır. Model A Samsung S3, Model B Samsung Note 2, Model C Samsung S4, Model D Samsung Note 3 ve Model E Google Nexus olarak bilinen telefonlardır.

Model A ve Model C olarak tanımlanan akıllı telefonlar ile yapılan analizlerde doğruluk ± 0.16 hPa olarak hesaplanmıştır.

Zaman serileri analizi sabit sensörlerden sonra mobil sensör verilerine de uygulanmıştır. Model D olarak tanımlanan akıllı telefon ile yapılan analizlerde ± 0.30 hPa doğruluk 2 haftalık veride elde edilmiştir.

Klasik yöntemle algılayamadığımız kat değişimi, mobil sensörlerin iki kat değişimi sırasında ölçülen mutlak basınç değerlerinin analiz edilmesiyle hesaplanabilmektedir. Değişimin yukarı çıkışta değişimden 9 saniye sonra, aşağı inişte ise hemen algılanabildiği görülmüştür. Bu şekilde yapılan analizde Near Field Communication kullanımı azalacak ve veritabanına daha az veri depolanacaktır. Böylelikle uygulama çalışma tepki süresi kısılacak ve uygulama ağırlaşmayacak, takılmayacaktır.

Zaman serisi analizinde farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntemlerden ikisi bu çalışma kapsamında test edilmiştir. Yapılan analizlerde En Küçük Kareler Korelasyonu ve Kalman Filtrelemesi kullanılmıştır. İki analiz yönteminin de kullanılabileceği, Kalman Filtrelemesinin daha doğru sonuçlar verdiği görülmüştür. İki yöntemin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. En Küçük Kareler Korelasyonu ile yapılan analiz matris boyutlarının büyümesi nedeniyle işlemciyi yormakta ve telefonun ısınmasına neden olmaktadır. Bilinmeyen sayısının az olması, matrisin küçük boyutlarda olması durumlarında hızlı ve doğru sonuçlar vermektedir. Kalman filtrelemesi ile sağlanan doğrulukların En Küçük Kareler Korelasyonu ile elde edilen doğruluklardan daha iyi olduğu görülmüştür. Aynı zamanda hesaplama algoritması telefonu En Küçük Kareler korelasyonu kadar işlemciyi zorlamamaktadır.

Uygulamanın kullanılabilmesi için uygulamaya başlangıç değerlerinin verilmesi gerekmektedir. Başlangıç değerleri kapalı mekâna yapılan giriş katı ve binanın kat yüksekliği bilgileridir. Bu değerlerin sisteme verilebilmesi için Near Field Communication etiketleri kullanılması gerekmektedir. Near Field Communication etiketlerinin kullanılması, bu bilgilerin uygulamaya kolaylıkla verilebilmesini sağlayacaktır. Bu yönde uygulama geliştirilmiş ve de bir yardımcı uygulama yazılmıştır. Yazılan ve geliştirilen uygulama ile başlangıç değerleri sisteme verilebilmektedir. En Küçük Kareler Korelasyonu katsayıları sisteme girdi olarak

verilerek hızlı bir başlangıç yapılabilir ya da giriş algılandığı anda servisin çalışma sıklığı artırılarak analiz için yeterli veri sağlanabilir.

Yapılan analizlerle kat değişiminin mobil bir uygulama ile algılanabileceği görülmüştür. Bu uygulama ile kapalı alanlarda konum bilgisinin 3. boyutu elde edilebilmektedir. Bu özellik çeşitli alanlarda kullanılabilir. Örneğin alışveriş merkezlerinde durulan katta bulunan mağazalar otomatik olarak getirilebilir, bir yangın anında hangi katta kaç kişi olduğu bilgisi kurtarma ekiplerine verilebilir, bir taşkın anında riskli bölgede bulunan kişi uygulama ile uyandırılarak bölgeden uzaklaştırılabilir. Deprem sonrasında binada bulunan insanların son konumları hakkında bilgi sahibi olunabilir. Bir maden kazası sonrası kazazedelerin kaza öncesi son konumları ve/veya kaza sonrası yaklaşık konumları hakkında bilgi sahibi olunabilir. Doğa sporları ile ilgilenenlere ve kampçılara ani taşkınlarla ilgili bilgi verilebilirken, müdahale ekiplerine kişilerin konumları, acil müdahale ihtiyaçları hakkında bilgi verilebilir.

Sensörlerin telefon yerine giyilebilir cihazlarla kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Bu sayede nabız ölçer sensör de kullanılarak canlı sayısı hakkında da bilgi alınabilir. Deprem sonrası yıkılan binalarda hayatta bulunan canlı sayısı ve bunların son konumları hakkında bilgi alınabilir. Hatta sensör teknolojisinde görülebilecek iyileştirmeler ile yıkılan binada bulunan yükseklik hakkında bilgi alınması dahi mümkün olabilir.

Afetzedenin yardım çağrısını iletebilmesi için GeoSMS altyapısı kullanılarak uygulamaya “Yardım” butonu eklenmiştir. GeoSMS altyapısında bulunan iki boyutlu konum bilgisine, geliştirilen uygulama ile üçüncü boyutun eklenmesi sağlanmıştır.

Yardım çağrısının iletebilmesi için giyilebilir cihazlara tuş kombinasyonları getirilebilir. Tuşa basma sayısına göre ya da birden fazla tuşun kullanılmasıyla yardım çağrısı oluşturulabilir. Bu çağrı farklı afet senaryolarına göre şekillendirilebilir. Hatta bir başka kişinin yardımına muhtaç insanların kullanabilmesi için de bir sistem geliştirilebilir. Ancak bahsedildiği üzere bazı başlangıç değerlerinin sisteme girilebilmesi gerekmektedir. Bir başka kişinin yardımına muhtaç kişiler ya da olay anında baygınlık geçiren kişiler için sistemin iyileştirilmesi gerekmektedir. Her afet farklı dinamiklere sahip olduğundan, farklı afetler için farklı yaklaşımlar geliştirilmelidir. Ayrıca, kalp atışının durması, zayıflaması ya da sıcaklık artışının

beklenenden fazla olması durumunda farklı acil müdahale ekiplerine uygulamanın otomatik bilgi vermesi sağlanabilir. Belki de bu sayede kalp krizine bağlı ölümlerin azaltılması sağlanabilir.

Acil durum anında uygulamanın uyarı seçenekleri geliştirilebilir. Bu uyarılar için Led ışıkları, titreşim ve sesli uyarılar düşünülebilir.

Sensör teknolojilerindeki gelişmeler ışığında mobil cihazlarda yer alan sensörler meteorolojik olayların önceden tahmin edilmesinde kullanılabilir. Bu kapsamda bir çalışma gerçekleştirilebilir.

Geliştirilen uygulama afetlerin dışında, konum tabanlı bir çok uygulamanın içerisinde kullanılabilir. Örneğin bir alışveriş merkezi içerisinde bulunan kattaki mağazaların bilgisinin alınması, gökdelenler gibi yüksek katlı binalarda çalışanların bilgisinin öğrenilmesi, reklam ve pazarlama çalışmalarında kullanılabilir.

Tüm verilerin bir serviste tutulması durumunda, özellikle yüksek katlı binalarda çalışan insanların hangi katlarda çalıştığı gün içerisinde hangi katlarda bulunduğu bilgisi tutulursa, mahremiyet bilgileri saklı tutulmak kaydıyla, bir acil durumda hangi katta kaç kişinin olduğu bilgisinin kurtarma ekipleri tarafından bilinmesi kurtarma çalışmalarının performansının artmasına neden olacaktır. Tabii ki kurtarılan kişi sayısında artış da olacaktır. Afet anında kısıtlı zamanda kaynaklar daha verimli daha doğru kullanılacaktır. Nabız ölçen sensörlerin kullanılması binada yaşayan olup olmadığı, kaç kişinin hayatta olduğu bilgisi, bunların yaklaşık hangi yükseklikte olduğu bilgisi kurtarma ekiplerine verilebilir. Bu cihazların etkili bir şekilde kullanılabilmesi için bu cihazların giyilebilir cihazlarda olması gerekmektedir. Bir saate ya da bilekliğe konulacak sıcaklık, basınç ve nem sensörleri ile nabız ölçme sensörleri bir arada bulunursa, afet anında kurtarma ekipleri daha verimli kullanılabilir.

Yapılacak bu çalışmalar ile ülke ekonomisine ve kaynakların en uygun şekilde kullanılmasına, afetlerden minimum zarar ile çıkılmasına katkıda bulunulacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdelkhalek, A.** (2011). *Development of an Early Warning System for Flash Floods in Wadi Watier – Sinai Desert.* (Doktora tezi), Vrije Universiteit Brussel
- Abdelrahman, A. ve El-Sheimy, N.** (2013). Low-Cost MEMS – Based Pedestrian Navigation Technique for GPS – Denied Areas. Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Sensors*. Volume 2013, Article ID 197090, doi:http://dx.doi.org/10.1155/2013/197090
- Ahmed, A., Watling, D. ve Ngoduy, D.** (2014). Significance of sensor location in real-time traffic state estimation. *Procedia Engineering* 77 Sf. 114-122.
- Aksaraylı M. ve Tecim V.** (2004). İzmir İli Deprem Senaryolarının Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Analizi ve Acil Afet Yönetim Sistemi Amaçlı Kullanımı. Erişim: <http://www.jeodezi.ktu.edu.tr/tahsin/yayinlar/B39.pdf>
- Aliasgar, K.** (2010). *Developing a Geoinformatics based Early Warning System for Floods in the Caribbean, Trinidad and Tobago.* (Doktora tezi) Southern Cross University Lismore, NSW.
- Aydınöğlu, A.Ç.** (2009). Hollanda NEN360 Standardı Örneğiyle Coğrafi Veri Yönetiminde Ortak/Temel Model Yaklaşımı. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası. 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.* 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- Benelli, G., Bianchi, A., Marti, P., Not, E. ve Sennati D.** (1999). HIPS: Hyper-Interaction within *Physical Space*. *Multimedia Computing and Systems, 1999. IEEE International Conference* (Volume:2) Sf. 1075-1078 doi: 10.1109/MMCS.1999.778663
- Bing, W., Zhengdong, X., Yao, Z., Yan, P. ve Zhenjiang, Y.** (2014). Study on Coal Mine Safety Management System Based on “Hazard Latent Danger and Emergency Responses”. *Procedia Engineering* 86 Sf. 172-177 doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.423
- Cryer, J. D. ve Chan, K.S.** (2008). *Time Series Analysis with Applications in R.* Springer Texts in Statistics. Springer New York. ISBN: 978-0-387-75958-6. DOI: 10.1007/978-0-387-75959-3
- Demir, E., Yomralıoğlu, T. ve Aydınöğlu A.Ç.** (2011). Afet-Acil Durum Yönetimine Yönelik Coğrafi Veri Modelinin Tasarlanması: Yangın Örneği. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.* 18-22 Nisan 2011, Ankara.
- Demirci ve Karakuyu, (ty).** Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Rolü. *Doğu Coğrafya Dergisi* 12

- Erickson, P.A.** (1999). *Emergency Response Planning: For Corporate and Municipal Managers*. Academic Press. San Diego London Boston. International Standard Book Number: 0- 12-241 540-X
- Esfandyari, J., Mascotto, M. ve Xu, G.** (2010). *MEMS Pressure Sensors in Pedestrian Navigation*. *Sensors* Erişim: 20 Nisan 2015 <http://www.sensorsmag.com/electronics-computers/consumer/mems-pressure-sensors-pedestrian-navigation-7896>.
- FEMA** (2012). *FEMA's Risk Mapping, Assessment and Planning. Fiscal Year 2012 Report Congress*. Erişim: 23 şubat 2012 http://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1833-25045-1376/fy12_rm_report.pdf
- Fraden, J.** (2010). *Handbook of Modern Sensors. Physics, Designs, and Applications*. Springer Science Business Media LLC. New York doi: 10.1007/978-1-4419-6466-3
- Gamily, I.H., Selim, G. ve Hermas, E.A.** (2010). Wireless mobile field-based GIS science and technology for crisis management process: A case study of fire event, Cairo, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. Volume 13, Issue 1, Sf. 21-29* doi: 10.1016/j.ejrs.2010.07.003.
- Gibbs, B.P.** (2011). *Advanced Kalman Filtering, Least Squares and Modeling. A Practical Handbook*. Wiley, A John Wiley and Sons, Inc, Publication Hoboken, New Jersey
- GSM Association** (2005). *The Role of Mobiles in Disasters and Emergencies. Report*. Erişim: 1 Mart 2013 <http://www.gsma.com/publicpolicy/mobile-and-health/science-overview/reports-and-statements-index#2005>
- Göktaş, Ö.**, (2005). *Teorik ve Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*. Beşir Kitabevi, İstanbul
- Hitzeman, J., Mellish, C. ve Oberlander, J.** (1997). Dynamic Generation of Museum Web Pages: The Intelligent Labelling Explorer. *Archives and Museum Informatics 11* Sf. 107-11. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Hohl, F., Kubach, U., Leonhardi, A., Leonhardi, E., Rothermel, K. ve Schwehm, M.** (1999). Nexus – An Open Global Infrastructure for Spatial – Aware Applications. *Proceedings of the 5 th International Conference on Mobile Computing and Networking*
- Jung, Y.** (2011). *Uncertainty in Flood Inundation Mapping*. (Doktora tezi). Purdue University. West Lafayette, Indiana
- Kadioğlu, M.** (2008). Sel Risk Yönetimi. 5. *Dünya Su Forumu Türkiye Bölgesel Su Toplantıları Taşkın Konferansı*. 19-20 Haziran 2008. EDİRNE.
- Lazzari, M. ve Salvaneschi, P.** (1999). Embedding a geographic information system in a decision support system for landslide hazard monitoring. *Natural Hazards, 20* (2-3) Sf 185-195. doi: 10.1023/A:1008187024768
- Li, B., Harvey, B. ve Gallagher, T.** (2013). Using Barometers to Determine the Height for Indoor Positioning. *International Global Navigation Satellite Systems Society. IGNSS Symposium 2013*

- Lukac, M., Naik, V., Stubailo, I., Husker, A. ve Estrin, A.** (2007) In vivo characterization of a wide area 802.11b wireless seismic array. in: *Center for Embedded Networked Sensing*
- Mainwaring, A., Culler, D., Polastre, J., Szewczyk, R. ve Anderson J.** (2002). Wireless sensor networks for habitat monitoring. *Proc. of the 1st ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications*.
- Maybeck, P.S.** (1979). *Stochastic models, estimation, and control Volume 1*. Academic Press Inc. United Kingdom Editon. London.
- Muralidharan, K., Khan, A.J. ve Misra, A.** (2014). Barometric Phone Sensors – More Hype Than Hope!. *ACM HotMobile'14*, February 26–27, 2014, Santa Barbara, CA, USA
- Nashwa, E., Mohamed, M.M.F., Rabie, A.R., Soumya, B. ve Aboul, E.H.** (2013) *Smart environmental monitoring using wireless sensor networks*. Wireless Sensor Networks: From Theory to Applications, CRC Press
- Nason, G.P.** (2014). *Stationary and non stationary time series*. Erişim: 11 Kasım 2014 <http://www.cas.usf.edu/~cconnor/geolsoc/html/chapter11.pdf>
- Nikolaidis, R.**(2002). *Observation of geodetic and seismic deformation with the GPS*, (Doktora tezi). University of California, San Diego, CA.
- Niu, B. Zhu, X., Li, Q., Chen, J. ve Li, H.** (2015). A Novel Attack to Spatial Cloaking Schemes in Location-Based Services. *Future Generation Computer Systems* 49 Sf. 125-132 doi: 10.1016/j.future.2014.10.026
- Ragia,L., Deriaz,M. ve Seigneur, J. M.** (2010). Mobile Location Based Services for Trusted Information in Disaster Management, *Information Systems Development*, Sf. 747-75.
- Ramadan, R.A., Hagra, H., Nawito, M., ve Eldesouky, A.E.B.** (2010). The intelligent classroom: towards an educational ambient intelligence testbed. *Proc. of the 6th International Conference on Intelligent Environments*, Sf. 344–349
- Rechert, K.** (2009). MobIS: A Pragmatic Framework for Location Based Services. *Proceedings of the 6th Workshop on Positioning, Navigation and Communication*.
- Retscher, G.** (2006). An Intelligent Multi-sensor System for Pedestrian Navigation. *Journal of Global Positioning Systems*. Vol.5,No.1-2 Sf. 110-118.
- Retscher, G.** (2007). Altitude Determination of a Pedestrian in a Multistorey Building. *Location Based Services and TeleCartography Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Sf. 119-130. doi: 10.1007/978-3-540-36728-4_9. Online ISBN 978-3-540-36728-4
- Sadoun, B. ve Al-Bayari, O.** (2007). Location based services using geographical information systems. *Computer Communications* 30 Sf. 3154-3160
- Stevens, B.K.** (2009). *Increased Functionality of Floodplain Mapping Automation: Utah Inundation Mapping System (UTIMS)*. (Doktora tezi) Utah State University, Logan UTAH.

- Thevenaz, C. ve Resodihardjo, S.L.** (2010). All the best laid plans... conditions impeding proper emergency response. *Int. J. Production Economics* 126. Sf. 7–21
- Tsai, C., H., ve Chen, C. W.** (2010). An Earthquake Disaster Management Mechanism Based on Risk Assessment Information for The Tourism Industry – A Case Study From The Island of Taiwan. *Tourism Management* 31 Sf. 470-481 doi: 10.106/j.tourman.2009.05.08
- Uluğtekin, N. ve Doğru, A.Ö.** (2005). Coğrafi Bilgi Sistemi ve Harita: Kartografya. *Ege Üniversitesi CBS Sempozyumu*, 27-29 Nisan 2005, Sf. 209-215, İzmir.
- Url-1** <<http://irevolution.net/2012/02/26/mobile-technologies-crisis-mapping-disaster-response/>>, erişim tarihi 09.12.2012.
- Url-2** <<http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/2-3-sel-tahmin-ve-erkenuyar%C4%B1-sistemlerine-genel-bak%C4%B1%C5%9F---evren-tanr%C4%B1verdi.pdf?sfvrsn=2>> erişim tarihi 07.11.2012.
- Url-3** <<http://www.sabah.com.tr/Teknoloji/Haber/2011/12/25/28-milyon-akilli-telefona-915-milyon-euro-odedik>> erişim tarihi 25.12.2011.
- Url-4** <<http://www.technologic.com.tr/akilli-telefon-sayisi-2018de-3-3-milyara-cikacak.html>> erişim tarihi 29.06.2012.
- Url-5** <<http://think.withgoogle.com/mobileplanet/en/downloads/>> erişim tarihi 21.04.2015.
- Url-6** <<http://irevolution.net/2012/02/26/mobile-technologies-crisis-mapping-disaster-response/>> erişim tarihi 09.12.2012.
- Url-7** <https://docs.google.com/document/d/12meslH-Bo1WTnPP3Y9dye-rsNJmHC6BzqRIFILrzc3cE/edit?hl=en_US> erişim tarihi 10.12.2013.
- Url-8** <<http://balkans.aljazeera.net/makale/snjezna-oluj-a-nad-balkanom>> erişim tarihi 11.12.2013.
- Url-9** <https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:WYaG3tUQoR0J:ogs-sdk.googlecode.com/files/Open%2520GeoSMS%2520for%2520EDM.pdf+&hl=tr&gl=tr&pid=bl&srcid=ADGEEsGSIImX_VM-6YkYXUUztNzFx43UF3aVw1Kg5sAWZqJoOOZpClqDjq_Jd1npaA027Ko99MX119_d_pLoEhZTMHtleKzHVirtVlhwoa9vJ4NPf-tm7kVBgzleo6vAei03x2JwDIR&sig=AHIEtbShZp_mITd7FNuskquE9_oV289kRg> erişim tarihi 05.05.2011.
- Url-10** <<http://www.dsi.gov.tr/docs/sempozyumlar/2-3-sel-tahmin-ve-erkenuyar%C4%B1-sistemlerine-genel-bak%C4%B1%C5%9F---evren-tanr%C4%B1verdi.pdf?sfvrsn=2>> erişim tarihi 07.11.2012.
- Url-11** <<http://floods.jrc.ec.europa.eu/home.html>> erişim tarihi 07.11.2012.
- Url-12** <<http://pocasi.chmi.cz/en/>> erişim tarihi 20.11.2012.
- Url-13** <<http://www.meteoalarm.info/> 20.11.2012> erişim tarihi 20.11.2012.
- Url-14** <<http://www.rabis.itu.edu.tr/>> erişim tarihi 20.11.2012.
- Url-15** <<http://www.istabis.itu.edu.tr/>> erişim tarihi 20.11.2012.

- Url-16** < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:288:0027:0034:EN:PDF> > erişim tarihi 10.10.2012.
- Url-17** < <http://www.environment-agency.gov.uk/homeandleisure/floods/3days/125305.aspx> > erişim tarihi 01.01.2013.
- Url-18** < <http://developer.sonymobile.com/2011/07/26/get-your-apps-to-work-with-the-xperia-active-pressure-sensor/> > erişim tarihi 26.07.2011.
- Url-19** < <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1158758/Mobile-phone-use-explodes-60-worlds-population-signs-handset.html> > erişim tarihi 25.01.2013.
- Url-20** < http://tr.wikipedia.org/wiki/D%C3%BCnya_n%C3%BCfusu > erişim tarihi 10.10.2012.
- Url-21** < <http://www.usgs.gov/newsroom/article.asp?ID=4189#.VTaxsyHtmkr> > erişim tarihi 21.04.2015.
- Url-22** < http://www.baskent.edu.tr/~afet/dersler/genel_matematik_2/dersnotlari_listesi/DERS_%207.pdf > erişim tarihi 25.04.2015.
- Url-23** < <http://code.mendhak.com/gpslogger/> > erişim tarihi 25.01.2013.
- Url-24** < <http://www.hzscr.cz/hasicien/article/about-us-scope-of-activities-integrated-rescue-system.aspx> > erişim tarihi 01.01.2013.
- Url-25** < <http://inspire.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/42/list/7/id/7215> > erişim tarihi 01.01.2015.
- Url-26** < http://cordis.europa.eu/project/rcn/92923_en.html > erişim tarihi 01.01.2015.
- Url-27** < <http://www.nfpa.org/> > erişim tarihi 01.01.2015.
- Url-28** < http://www.esa.int/About_Us/Ministerial_Council_2012/Global_Monitoring_for_Environment_and_Security_GMES > erişim tarihi 01.01.2015.
- Vanini, S. ve Giordano, S.** (2013) Adaptive context-agnostic floor transition detection on smart mobile devices. *In Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), IEEE*, Sf. 2–7
- Wan H., Yang Q., Yu M. ve Fei Q.** (2008). Grid-based Platform for Disaster Response plan Simulation over Internet. *Simulation Modelling Practice and Theory* 16 Sf. 379-386.
- Welch, G. ve Bishop, G.** (2001). *An introduction to the Kalman Filter*. University of North Carolina at Chapel Hill Department of Computer Science. Chapel Hill, NC 27599 – 3175
- Wickramasinghe, K.,** (2011). Role of ICT s in EarlyWarning of Climate – Related Disasters: A Sri Lanka Case Study. Erişim: http://www.niccd.org/NICCD_Disasters_Case_Study_EarlyWarning.pdf
- Wieland, M. ve Kirchen, G.F.** (2012). Long-term dam safety monitoring of Punt dal Gallarch dam in Switzerland. *Front. Struct. Civ. Eng.* 6(1) Sf. 76–83.doi 10.1007/s11709-012-0144-z

- Xu, Y., Chen,X. ve Ma,L.** (2010). LBS Based Disaster and Emergency Management. *In proceeding of: The 18th International Conference on Geoinformatics: GIScience in Change, Geoinformatics 2010*, Peking University, Beijing, China, June, 18-20
- Yang, B., Li, X. ve Luo, J.** (2015). A Novel Multi-Human Location Method for Distributed Binary Pyroelectric Infrared Sensor Tracking System: Region Partition Using PNN and Bearing-Crossing Location. *Infrared Physics & Technology* 68 Sf. 35-43 doi:10.1016/j.infrared.2014.10.006
- Yus., R., Mena, E., Ilarri, S. ve Illarramendi, A.** (2014). SHERLOCK: Semantic Management of Location-Based Services in Wireless Environments. *Pervasive and Mobile Computing* 15 Sf. 87-99 doi: 10.1016/j.pmcj.2013.07.018

EKLER

EK A: Çizelge 5.25 Kodlar ve Kullanılan Katsayılar

Çizelge A.1 : Kodlar ve Kullanılan Katsayılar

[illegible]

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Semih DALĞIN
Doğum Yeri ve Tarihi : Aydın, 23.11.1984
E-Posta : semihdalgin@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2007, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği
- **Lisans** : 2008, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2009, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, Geomatik Mühendisliği Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- Yapı Merkezi – Ar&Ge Mühendisi 2007-2008
- Sampaş Bilişim ve İletişim Sistemleri A.Ş. – CBS Eğitim ve Destek Uzmanı 2010-2012
- Hidro Dizayn Müh. Müş. ve Tic. A.Ş. – Proje Mühendisi

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Dalğın, S.** ve Doğru, A. Ö., 2015. Mobil Sensörlerin Afet Anında Kullanım Alanları. *15. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultay*, Mart 25-28, 2015 Ankara, Türkiye.

