

Sensörlerin Kat Değişiminde Kullanılabilirliklerinin Araştırılması

Semih Dalğın^{1,*}, A. Özgür Doğru²

¹Netcad Yazılım A.Ş., Ankara.

²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Özet

Bu çalışmada kapalı mekanlarda üçüncü boyutta gerçekleşen konum değişimlerinin sensör teknolojilerini kullanan cep telefonları ile belirlenmesi için kullanılabilecek sensörlerin tespiti ve söz konusu sensörler ile elde edilen bilgilerin doğruluklarının değerlendirilmesi üzerine bir araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda 7 katlı bir binada 16 farklı mobil cihaz, 3 farklı harici sensör ve bir profesyonel ölçüm cihazı ile testler yapılmıştır. Yapılan testler ile sensör çeşit ve türlerinin kapalı mekân coğrafi bilgi sistemlerinde (Indoor GIS) kullanılıp kullanılamayacağı tespit edilirken elde edilecek sonuçların geliştirilecek mobil uygulamada kullanılması için gerekli öncül şartların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yapılan testlerde sensörlerin kapalı mekanlarda konum belirlenmesinde kullanılabileceği görülmüştür. Ancak sensör kullanımında mutlak değişimin göz önünde bulundurulmaması gerektiği, bağıl değişimin göz önünde bulundurulmasının değişimin tespit edilmesinde daha sağlıklı sonuçlar doğurduğu gözlenmiştir.

Sensörler ile elde edilen veriler gürültü içermektedir. Sağlıklı kat değişiminin hesaplanabilmesi için bu gürültülerin tespit edilerek verilerden arındırılması gerekmektedir. Bu nedenle akıllı telefonlarda yer alan sensörlerin doğruluk testleri yapılmıştır. Bu yöntemle sensörlerin düşey yöndeki hareketinin belirlenebilmesi amacıyla kullanılabilirlikleri araştırılmıştır. Sensör doğruluklarının belirlenebilmesi için profesyonel bir ölçme aleti ile 5 farklı model akıllı telefon ve harici bluetooth sensör kullanılmıştır. Aynı model sensör ile farklı model sensörlerin birbirleri ile olan doğruluk ilişkileri incelenerek, kapalı mekânın farklı konumlarında, günün farklı saat dilimlerinde davranışları incelenerek kat değişimlerinin belirlenmesinde kullanılıp kullanılamayacağı ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler

IoT, Kapalı Mekân CBS, MEMS, Basınç Sensörü, Mobil Cihazlar

Abstract

In this study, an investigation is performed to detect the sensors to be used for determination of the location changes at the third dimension indoors with the mobile phones utilizing sensor technologies and to evaluate the accuracy of the information derived from those sensors.

In this context, tests are carried out with 16 different mobile devices, 3 different external sensor and 1 professional measuring device in a 7-storey building.

It is intended to specify the necessary primary conditions for the use of the results for the mobile application to be developed while determining whether the types of the sensors can be utilized in indoor geographic information systems (Indoor GIS) with the performed tests.

As a result of the tests, it is observed that the sensors can be used for the indoor location determination. However, as it is inspected that the relative change results in finer solutions by the detection of the change, the relative change shall be considered rather than the absolute change while using the sensors.

The data collected with the sensors includes noise. To calculate the floor change properly, the noise in the data shall be identified and eliminated. For that reason, the accuracy tests of the sensors in the mobile phones are executed. With this method, the usability of the sensors in the mobile phones is investigated for detection of the vertical movement of the sensors.

To assess the accuracy of the sensors, 1 professional measuring device and 5 different kinds of smart phones and an external Bluetooth sensor are utilized.

The results are obtained to decide whether the sensors can be used for the assessment of the floor changes, by analyzing the accuracy correlation between the same and different types of sensors and their behaviors at different indoor locations at different time periods.

Keywords

IOT, Indoor GIS, MEMS, Pressure Sensors, Mobile Devices

1. Giriş

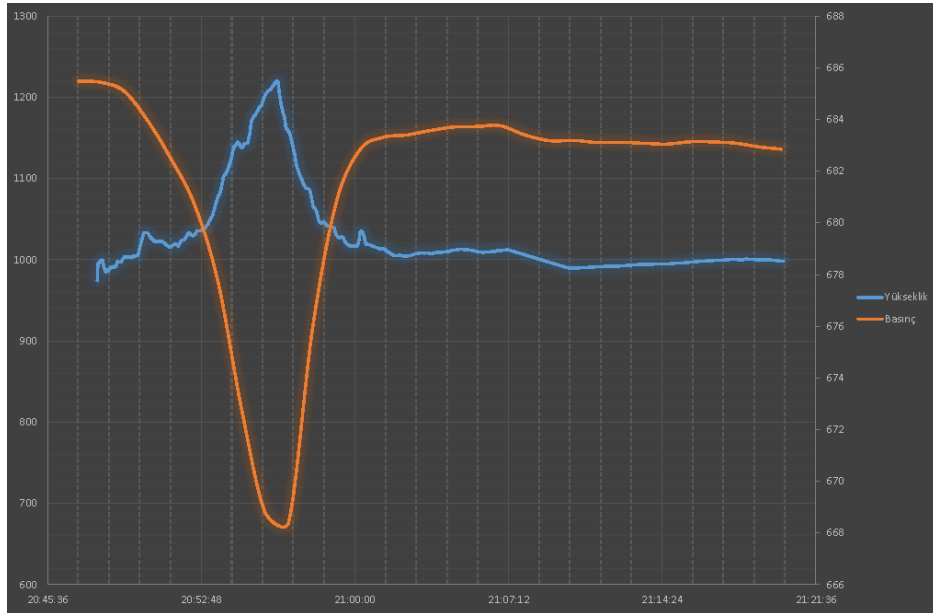
Endüstri 4.0 ile birlikte hayatımızda sıkça duymaya başladığımız IoT (Nesnelerin İnterneti – Internet of Things) teknolojisi ile birlikte ölçme kavramı algımız da değişime uğramış ve farklı bir vizyonda gelişmeye başlamıştır. Bu gelişmeler kapsamında cihazların kendi kendilerine, birbirleri ile haberleşerek bilgiyi paylaşması ve elde edilen bu girdiler ile yeni bilgilerin üretilmesi gündeme gelmiştir. Teknolojinin bizlere sunduğu mobilite kavramının ilk ürünleri olan cep telefonları hızlıca teknolojiye ayak uydurmuş ve farklı amaçlar için tasarlanmış mikro sensörler ile donatılmışlardır. Cep telefonlarından giyilebilir cihazlara kadar hayatımıza dahil olan sensörlerin kapalı mekanlarda konum belirlenmesinde kullanılabileceği farklı bilim insanları tarafından test edilmiştir. Kapalı mekanlarda konum değişimi sadece iki boyutta değil üçüncü boyutta da araştırılmalıdır. Kapalı mekanlarda Küresel Navigasyon Uydu Sistemleri'nin (GNSS)

* Sorumlu Yazar: Tel: (0538)6465897

E-posta: semihdalgin@gmail.com (DalğınS)

kullanılamaması nedeniyle konum bilgisinin elde edilmesi mümkün değildir. Bu nedenle araştırmalar tarafından iki boyutlu (2B) konum belirlenebilmesi için farklı yöntemler (Wi-Fi, Bluetooth, Manyetik konumlama, Mantıklı çıkarım navigasyonu, Görsel konumlama vb.) denenerek konum bilgisi elde edilmeye çalışılmıştır. (Chiou vd., 2010; Curran vd., 2011; Reza ve Geok, 2009). Konuma Dayalı Sistem (LBS) uygulamalarının kullanımında kapalı ve açık mekanlarda üçüncü boyut bilgisi de önem arz etmektedir. Üçüncü boyut bilgisinin elde edilebilmesi için çeşitli araştırmalar da yapılmıştır (He vd., 2012, Abdelrahman, 2013; Zihajehzdeh vd., 2015).

Teknoloji ile beraber ufalan elektronik cihazların en çok kullanıldığı cep telefonları neredeyse artık her insanın vaz geçilmez bir parçası olmuştur. Her gelişme ile yeni özellikler kazanan cihazlar, özellikle konum ve sensör bilgilerinin önemi nedeniyle çeşitli sensörlerle donatılmışlardır. İvme ölçer, gyroscope (Cihaz Yönelimi 3 Eksen), pusula, sıcaklık, nem, barometre, yakınlık ve konum sensörleri hem uygulamaların gelişiminde önemli rol oynamakta hem de insanların ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Bu sensörlerin kapalı mekanlarda konum bilgisinin elde edilmesinde kullanılması ile ilgili birçok araştırma bulunmaktadır (Goodchild, 2009; Küpper, 2005, Retscher, 2006; Esfandyari vd., 2010, Dalğın ve Doğru, 2015). Çalışmalar göstermiştir ki basınç sensörleri kat değişiminin hesaplanmasında kullanılabilir. Basınç ile yükseklik değişimi arasında bir ilişki bulunmaktadır (Şekil 1). Bu ilişkinin kullanılması ile kat değişimi belirlenebilir. Yapılan araştırmalarda gecikme problemleri (Li vd., 2013), doğruluk problemleri (Muralidharan vd., 2014) ve gürültü problemleri (Dalğın ve Doğru, 2015) nedeniyle üçüncü boyut değişimlerinin belirlenmesinde doğrulukların düşük olduğu vurgulanmaktadır. Telefonlarda kullanılan sensörlerde gürültüye neden olan faktörleri iç ve dış faktörler olarak tanımlayabiliriz. İç faktörler fabrikasyon kaynaklıyken, dış faktörler sıcaklık, kullanıcının konumu, cihazın taşınma şekli vb. nedenler olarak tanımlanabilir (Dalğın ve Doğru, 2016).



Şekil 1: Yükseklik ile Basınç Arasındaki İlişki

Bu çalışmada, iç ve dış etkenlerin sensör değerlerine etkileri tespit edilirken kat değişiminin tespitinde sensörlerin kullanılıp kullanılmayacağı araştırılacaktır. Bu amaçla 7 katlı kapalı bir binada 16 farklı mobil cihaz, 3 farklı harici sensör ve 1 profesyonel ölçüm cihazı kullanılmıştır. İç ve dış faktörlerin etkilerinin tespiti için aynı katlarda benzer ve farklı özelliklere sahip sensörler ile farklı katlarda benzer ve farklı özelliklere sahip sensörler konumlandırılırken gün içerisinde bu sensörlerin konum değişimleri de takip edilmiştir.

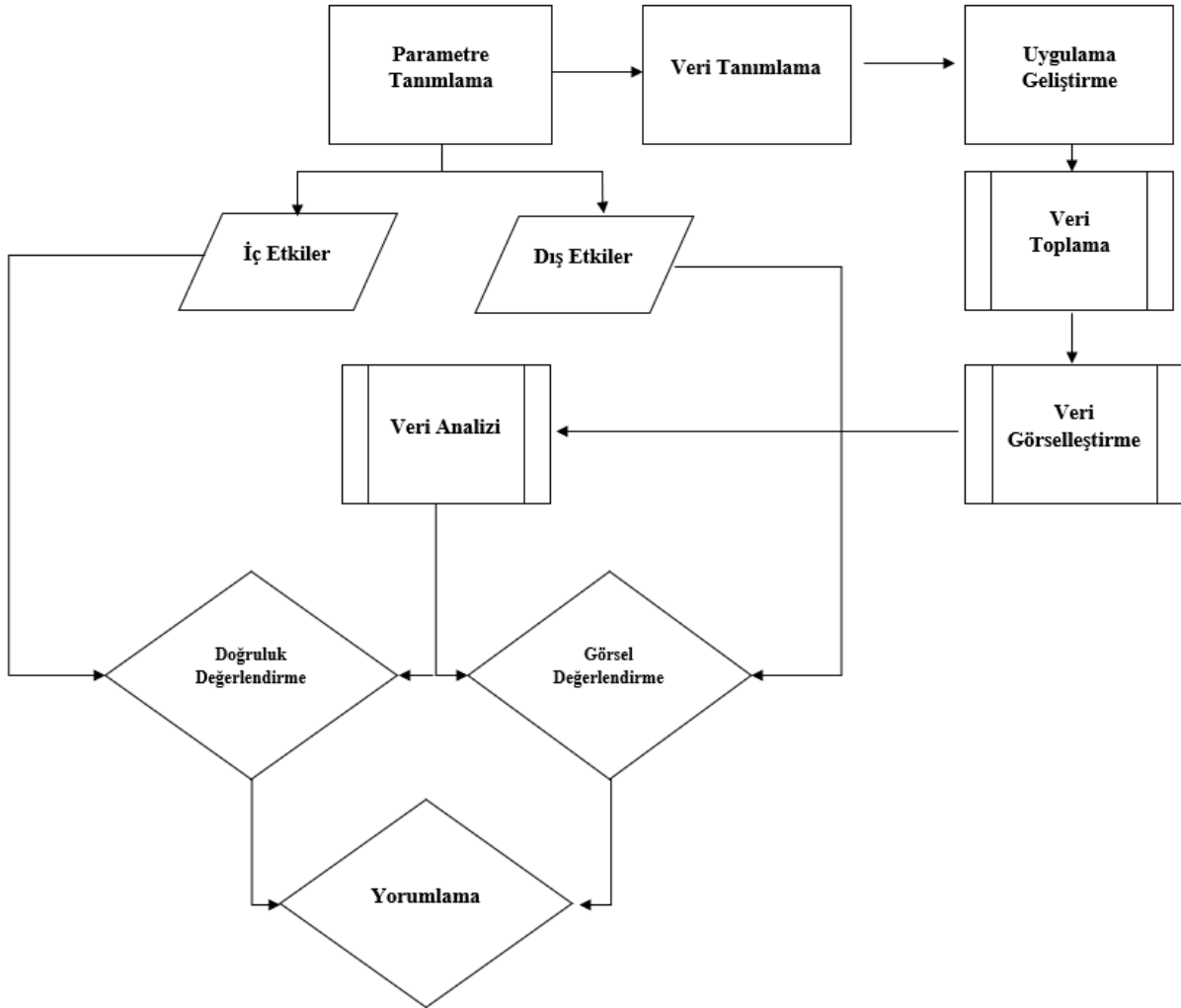
2. Malzeme ve Yöntemler

İç ve dış parametrelerin tespitine yönelik verilerin analiz edilmesi için 7 adımlı bir metodoloji geliştirilmiştir (Şekil 2). İlk adımda iç ve dış parametreler tanımlanmaktadır. Bulunulan konum, havalandırma (sıcaklık değişimi) ve kullanıcıların mobil cihazları taşınma şekli dış etkenler olarak belirlenirken, sensör tipleri ve telefon modeli iç etkenler olarak belirlenmiştir. Veri tanımlama adımında etkileri anlamlandırabilmek adına verilerin meta verileri oluşturulmuştur. Bu kapsamda:

- Farklı türdeki sensörler farklı kat ve odalara (iç ve dış etkenlerin tespiti, genel değerlendirme)
- Aynı türdeki sensörler aynı oda ve/veya katlara (dış etkenler) yerleştirilmiş.
- Farklı sensörlerin benzer konum değişimleri (iç etkenler) tanımlanarak incelenmiştir.

Bunlara ek olarak sıcaklık ve nem sensör bilgileri de değerlendirme için toplanmıştır.

Üçüncü adımda, mobil cihazlardan sensör değerlerini toplayabilmek adına android işletim sistemlerinde çalışan bir uygulama geliştirilmiştir. Bunun için açık kaynak kodlu bir uygulama olan GPSLogger uygulaması modifiye edilmiştir. Bu uygulamaya NFC etiketinden bilgi okuma, bluetooth ile bağlı sensör ve iç sensör değerlerini okuma ve kaydetme yetenekleri eklenmiştir.



Şekil 2: Çalışma Metodolojisi

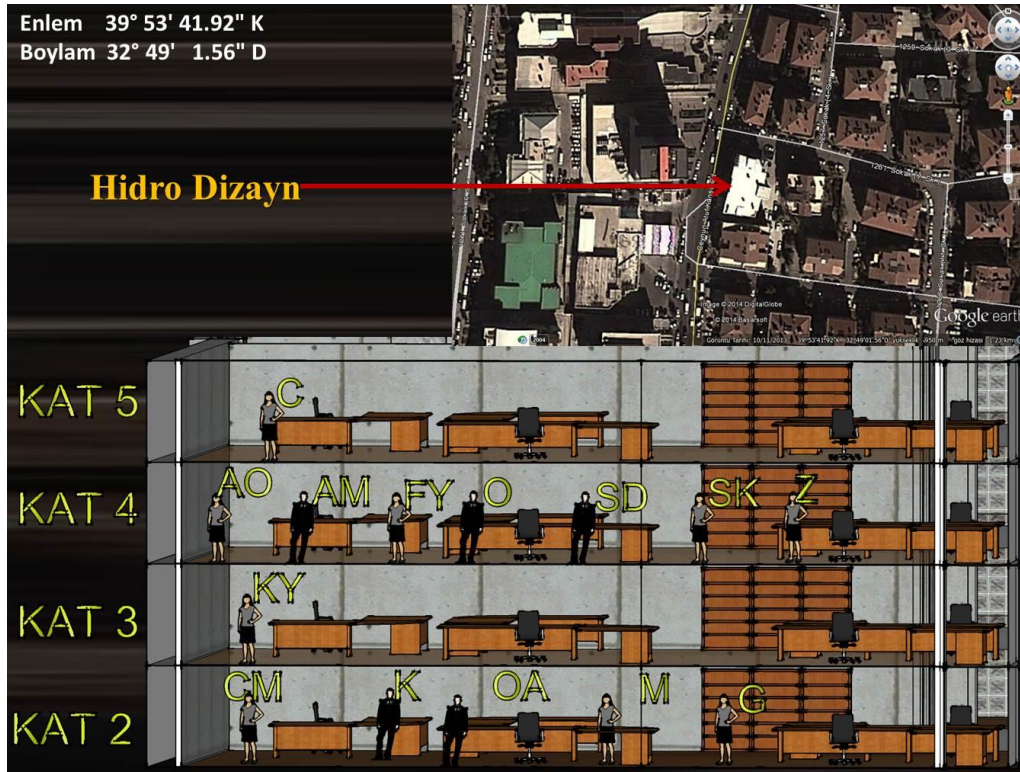
Dördüncü adımda geliştirilen uygulama ile veri toplanması için 16 farklı android cihaza uygulama kurulmuş ve çalıştırılmıştır. Uygulamaların çalışma saatleri içerisinde çalışması takip edilmiş ve gün içerisinde değişimleri takip edilmiştir (Şekil 3). Tablo 1 de gösterildiği üzere 5 farklı model cihaz çalışmada kullanılmıştır. A, B ve E olarak tanımlanan mobil cihazlarda sadece basınç sensörü bulunurken, Model C ve D’de sıcaklık ve nem sensörü de bulunmaktadır.

Tablo 1. Mobil cihazlar ve sensör kabiliyetleri.

Sensor Türü	Model A	Model B	Model C	Model D	Model E
Basınç Sensörü	+	+	+	+	+
Sıcaklık Sensörü	-	-	+	+	-

Beş farklı mobil cihazda dört farklı basınç sensörü bulunmaktadır. Bu sensörlerin özellikleri Tablo 2’de tanımlanmıştır. Kişilerin kullanmış oldukları cihazlar da Tablo 3’de belirtilmiştir. Şekil 3’de görüldüğü üzere kullanıcılar farklı katlarda ve katlarda farklı konumlarda çalışmaktadırlar.

Beşinci adımda cihazlardan toplanan veriler ve profesyonel ölçüm cihazı ile bluetooth sensör değerlerine ait grafikler oluşturulmuştur. Veriler hem grafikler üzerinden hem de görsel yorumlama teknikleri ile değerlendirilmiştir. Profesyonel ölçüm cihazından elde edilen basınç değerleri baz alınarak mobil cihazların sensör değerlerinin doğrulukları tespit edilmiştir.



Şekil 3: Kullanıcıların bulunduğu kat durumları

Table 2. Mobil cihazlardaki sensörlerin karakteristikleri

Mobil Cihaz Modeli	Sensör Türü	Maks. Aralık	Min. Ert.	Güç	Çözünürlük	Üretici	Doğruluk (hPa)
A	LPS331AP	1260	40000	0.045	2,4 * 10-4	STMicroelectronics	± 2.6–3.2
B	BMP182	1100	5000	0.05	0,01	Bosch	- 4 - 2
C	BMP182	1000	66700	1	1	Bosch	- 4 - 2
D	LPS25H	1100	66700	1	1	STMicroelectronics	± 0.2 - 1
E	BMP180	1013.25	20000	0.67	0,01	Bosch	- 4 - 2

1 P = 260 to 1260 hPa, T = 0+80 °C.

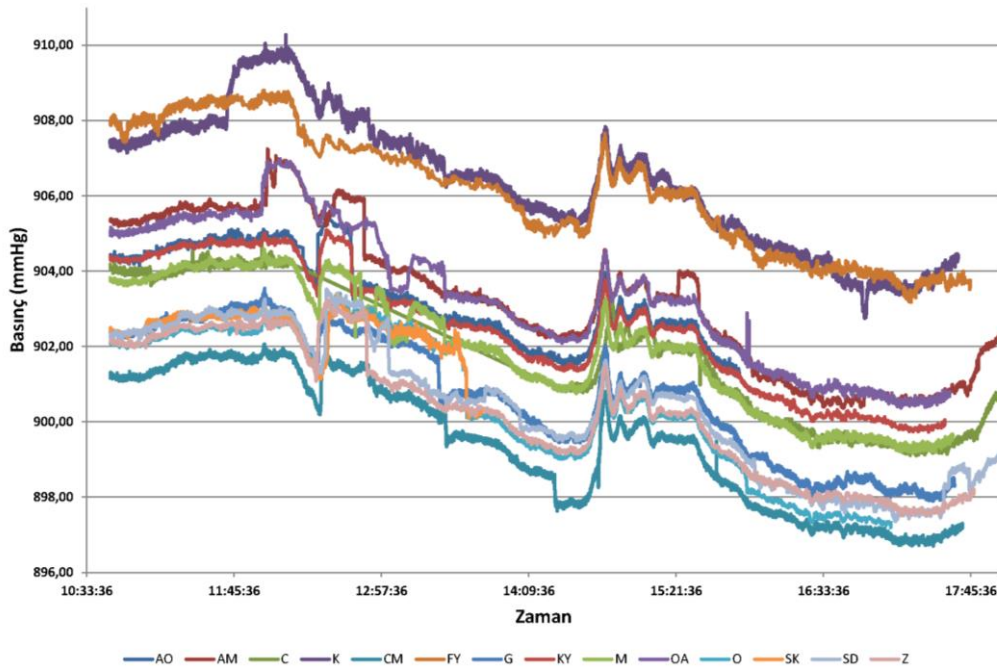
Tablo 3 :Kişilerin kullanmış olduğu telefon modelleri.

Kişi	Telefon Modeli	Kişi	Telefon Modeli
AO – U8	Model B	KY - U6	Model C
AM – U13	Model D	M – U3	Model B
C – U14	Model B	O – U10	Model D
CM – U2	Model B	OA – U5	Model E
FY – U7	Model A	SD – U12	Model D
G – U4	Model C	SK – U11	Model D
K – U1	Model A	Z – U9	Model C

3. Değerlendirme

Farklı karakteristikteki ve fiziksel özellikteki 16 farklı cihazdan toplanan basınç verileri Şekil 3’te gösterilmektedir. Şekil 3’te görüldüğü üzere tüm veriler benzer trendi sergilemektedir. Ancak her bir eğri incelendiğinde farklı basınç değerlerinde konumlanmaktadır. Farklı bir ifade ile benzer basınç değerlerinin görülmesi gereken konumlarda farklı değerler gözlenmiştir.

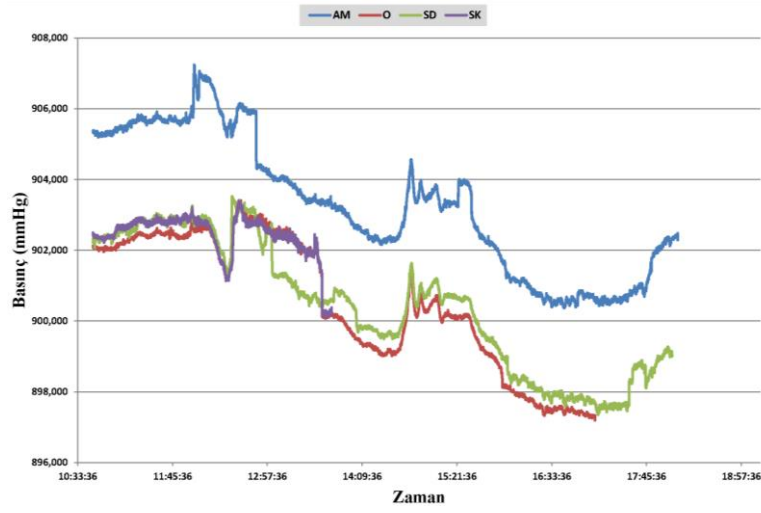
Mutlak basıncın kat değişiminde kullanılamamasının asıl nedeni hava olaylarına bağlı olarak basıncın aynı konumda sürekli değişmesidir. Şekil 3’te de açıkça görüleceği üzere bir trende bağlı gürültüler içeren bir değişim gözlenmektedir. Bu veriler zaman serileri analizleri ile bileşenlerine ayrılabilir.



Şekil 3: Tüm kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri

3.1. Sensör konumlarının etkileri

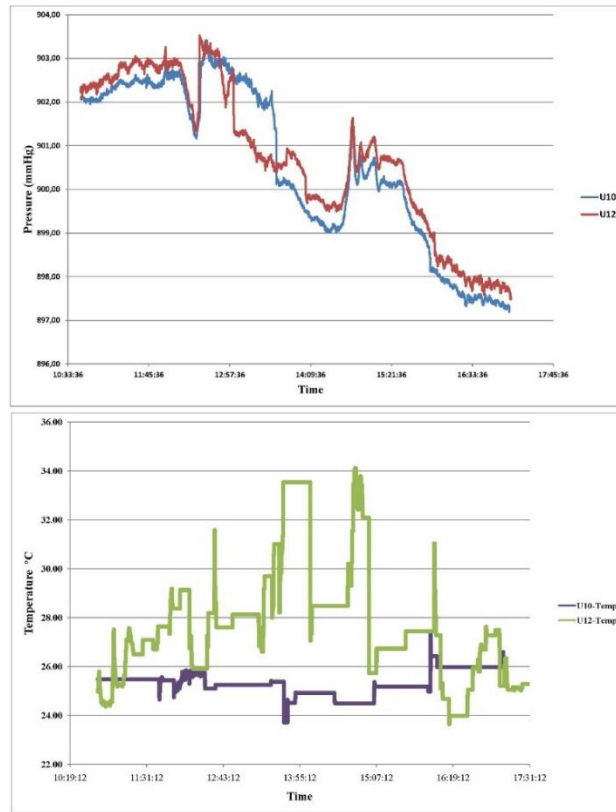
Dış faktörlerin tespiti için aynı model cihazı kullanan (Model D) ve aynı katta çalışan U10, U11, U12 ve U13 kullanıcı sonuçları değerlendirilmiştir. Bu dört cihazda da aynı firmada üretilmiş sensörler kullanıldığından iç faktörlerin benzer olması beklenmektedir (Şekil 4). Şekil 4’te görüldüğü üzere U13’e ait basınç değerleri diğer basınç değerlerine göre önemli derece farklıdır. U10, 11 ve 12 ise birbirlerine yakın değerler ve trend sergilemektedir. Bu değerlerin sadece 13:00 ve 13:30 arası konum değişiminden kaynaklı farklılıklar gösterdiği görülmektedir. U12’nin konum değişiminin ise U10 ve U11’den belli bir süre farklılık gösterdiği görülmektedir. U13’ün bulunduğu konum güney cephede olduğundan gün boyu güneş ışığına diğer kullanıcılara nazaran daha çok maruz kalmaktadır. Aynı zamanda U13 telefon kılıfı kullanmaktadır. Telefon kılıfı ve güneş ışıkları nedeniyle ısınan telefonun, basınç değerlerini etkilediği düşünülmektedir. Ancak burada bir gürültü bulunsada trendin diğer kullanıcılarla benzer olması etkilerin tespit edildiğinde düzeltmelerin yapılabileceğini, yapılmada dahi sensörlerin kat değişiminde kullanılabileceğini göstermektedir.



Şekil 4: Model D kullanan kullanıcıların gün içerisindeki basınç değişimleri.

3.2. Sıcaklık ve taşınma durumunun etkileri

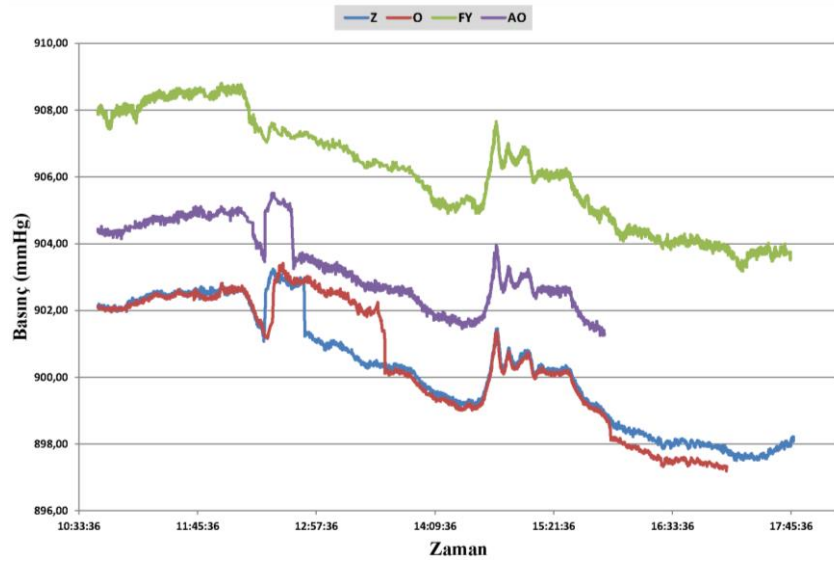
Sıcaklık ve taşınma durumunun etkilerinin tespit edilebilmesi için aynı katta farklı odalarda bulunan iki kullanıcının verileri incelenmiştir. İki kullanıcıdan alınan sonuçlar Şekil 5'te gösterilmiştir. Şekil 5'te sonuçları sergilenen U12 erkek bir kullanıcı iken U10 kadın bir kullanıcıdır. Şekil 5 incelendiğinde U12'ye ait sıcaklıkların gün içerisinde 34°C'ye kadar çıktığı gözlenmektedir. Gün içerisinde normal şartlar altında sıcaklığın bu seviyelere çıkması beklenmemektedir. Bu beklenmeyen durumun erkek kullanıcıların telefonlarını ceplerinde taşımamasından ya da telefon görüşmeleri sırasında cihazın ısınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer durumunun kadın kullanıcıda olmaması durumun cihazın ısınmasından kaynaklanmadığını göstermektedir. Grafikler incelendiğinde telefonun taşınma şeklinin basınç değerlerini etkilediğini göstermektedir. Bu yan etkilerin giderilebilmesi için sensörlerin medikal ve endüstri sektöründe (Bloss, 2015) olduğu gibi giyilebilir cihazlarda kullanılması gerekmektedir. Burada sıcaklık sensörlerinin kullanımının sonuç değer düzeltmelerinde kullanılamayacağı görülmektedir.



Şekil 5: Aynı kat ve farklı odadaki kullanıcıların basınç ve sıcaklık değişimleri

3.3. Sensör türlerinin etkileri

Türlerin etkilerinin belirlenmesi için dört farklı model cihaz aynı odada konumlandırılmıştır (Şekil 3). Bu sayede iç etkilerin basınç değerleri üzerindeki etkileri incelenebilecektir. Beklenildiği üzere aynı ortam koşullarına sahip (benzer dış etkenler) cihazların sensör değerlerinin aynı olması gerekmektedir. Değerlerde gözlenecek farklılıkların iç etkilerden kaynaklanması beklenmektedir.



Şekil 6: Farklı model kullanan kullanıcıların aynı odadaki basınç değişimleri.

Öğle tatilinde (12:30 – 13:30) konum değişimine bağlı olarak kullanıcıların kat değişimleri olduğu için bu zaman aralığında basınç değerleri farklılık göstermektedir. Örneğin U8, U9 ve U10 öğle yemeğine 12:30'da çıkarken U7 odasında kalmayı tercih etmiştir. Ek olarak U8 ve U10 yemeklerini 20 dakikada tamamlamış, U10 ofise 13:30'dan sonra dönmüştür. Bu değerler göz ardı edilerek değerlendirme yapıldığında trendin yine aynı olduğu görülmektedir. Kullanıcıların hareketleri ve grafik incelendiğinde sensör değerlerinin kullanıcıların kapalı mekanlarda konumlarının belirlenmesinde kullanılabileceği görülmektedir.

Doğrulukların tespit edilebilmesi için mobil cihaz sonuçları profesyonel ölçüm cihazı ile karşılaştırılmıştır. Aynı zaman diliminde 4 farklı cihazın ölçüm aralıkları sabit tutularak modellerin karesel ortalama hataları hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 4: Basınç sensörlerinin doğruluk değerleri

Mobil Cihaz	Değerlendirme	KOH (hPa)
Model A	Ölçme Değeri	0.21
Model C	Ölçme Değeri	3.11
	Düzeltilmiş Değer	0.12
Model D	Ölçme Değeri	3.60
	Düzeltilmiş Değer	0.60

Tablo 4 incelendiğinde karesel ortalama değerlerinin Model C ve Model D için büyük değerler olduğu görülmektedir. Şekil 6'da gözlenen basınç değerlerindeki farkların kaynağının fabrika koşullarından kaynaklı sabit katsayıların olduğu düşünülmektedir. Bu cihazlardan Model C ve D için bu sabit katsayıların 3 olduğu düşünülerek bu değer elemine edildiğinde düzeltilmiş sonuçlar Tablo 4'e işlenmiştir. Bu sabit değerlerin modeller için tespit edilerek mutlak okumaların kat değişiminde kullanılıp kullanılamayacağı farklı bir test ile kontrol edilmelidir.

3.4. Telefon modelinin etkileri

Basınç sensör değerlerinin kat değişiminde kullanılabilmesi için Tablo 4'te bahsi geçen değerlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle fabrikadan çıkan sensörlerin doğruluklarının belirlenmesi gerekmektedir. Modellerin tümünün benzer doğruluk değerlerine sahip olup olmadığının kontrol edilmesi için araştırmada kullanılan

diğer cihazların KOH'ları hesaplanmıştır. Tablo 5 incelendiğinde aynı modele ait cihazların birbirlerinden bağımsız sonuçlar gösterdiği görülmektedir. Bu sonuçlar bize benzer fabrikada üretilen aynı model cihazların aynı KOH'ya sahip olmadığını göstermektedir. Bu nedenle mutlak basınç değerlerinin kat değişimlerinde kullanılamayacağı anlaşılmaktadır.

KOH değerlerinin gün içerisinde tekrarlı değişiminin olup olmadığının kontrolü için benzer cihazlar farklı günlerde teste tabi tutulmuştur. Tablo 6'da görüldüğü üzere sıcaklık sensörünün KOH'sı farklı günlerde farklı değerdedir. Bu da bize klimanın ya da güneş ışığının sonuçları etkilediğini göstermektedir. Açıkça görüldüğü üzere tüm sonuçlar baz alındığında sıcaklık ve basınç sensörlerin stabil sonuçlar doğurmadığından kat değişimlerinde sensörlerin mutlak ölçme değerlerinin kullanılamayacağı görülmektedir.

Tablo 5: Model C ve Model D Cihazlarının doğruluk değerleri.

Mobil Cihaz	KOH (hPa)
Model C – 1	3.19
Model C – 2	4.57
Model D – 1	3.60
Model D – 2	1.99

Tablo 6. Farklı ortam koşullarında sensör doğrulukları

		14 Kasım		10 Aralık	
		KOH	Ortalama Sıcaklık	KOH	Ortalama Sıcaklık
MODEL C	Basınç	3.14		3.10	
	Düzeltilmiş KOH	0.15	24.09	0.11	23.49
	Sıcaklık	8		10.61	
MODEL D	Basınç	3.75		3.80	
	Düzeltilmiş KOH	0.32	24.44	0.34	25.41
	Sıcaklık	7.46		12.66	

Son olarak 3 farklı model cihaza ait konum değişimi anlık olarak gözlenmiştir (Şekil 7). Bu sırada profesyonel cihaz (TST) dördüncü katta sabit tutulurken mobil cihazlar ile önce beşinci kata ve sırasıyla iki, dört, sıfır ve üçüncü kat arasında gezilmiştir. Şekil 7'de görüldüğü üzere mobil cihazların basınç sensör değerlerinin zaman serileri analizleri ile bileşenlerine ayrıldığında kat değişimi ile basınç değerlerinin değişiminde bir ilişki kurulabileceği görülmektedir. Ancak rölatif değerlerde önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu testler göstermektedir ki, mobil cihazların kullanılmasıyla kat değişimi belirlenebilir ancak mutlak basınç değerleri iç ve dış etkenlerden etkilenmektedir. Bu nedenle kat değişiminin belirlenebilmesi için iç ve dış etkilerin elemine edilmesi ya da bağıl basınç değerlerinin kullanılması gerekmektedir.

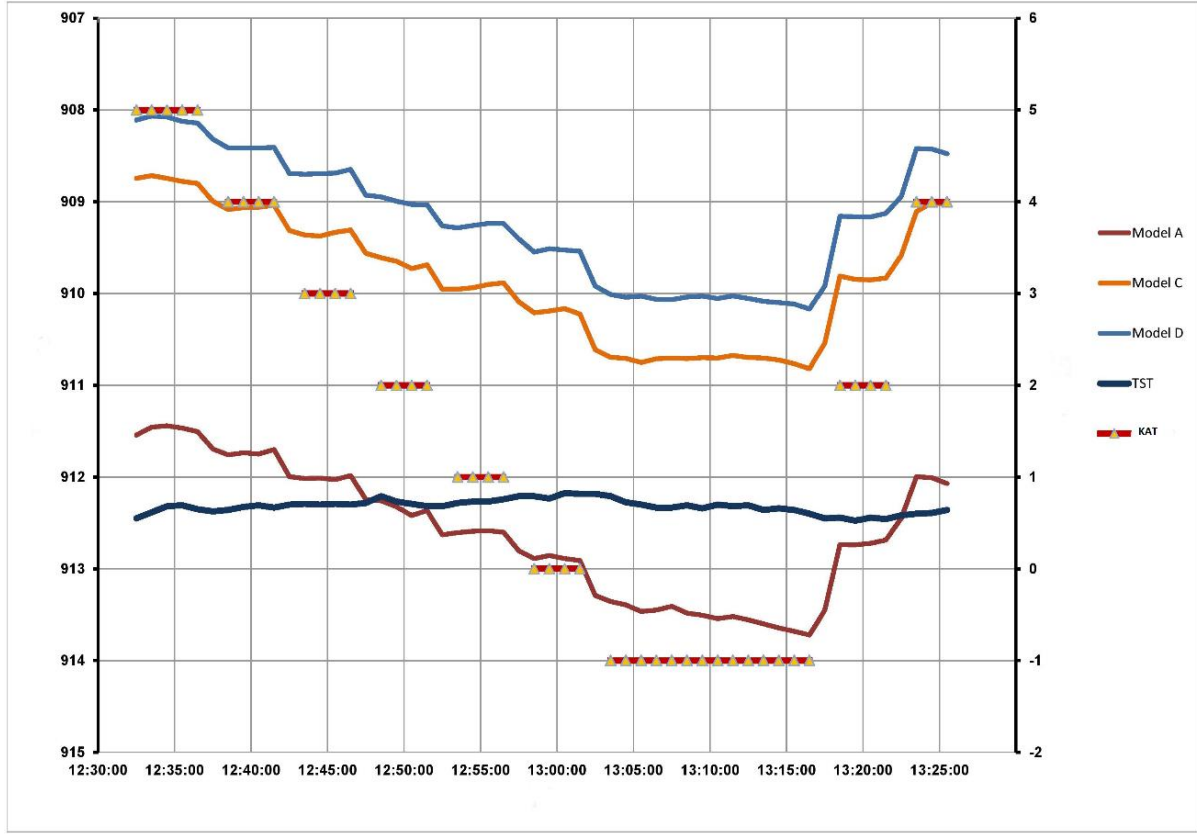
4. Sonuçlar

Test sonuçlarından görüldüğü üzere sensör değerleri iç ve dış etkenlerden etkilenmektedir. Testlerde kullanılan mobil cihazların sensör değerleri benzer trendleri göstermekteyken verilerin gürültü ve sabit değerler içerdiği görülmektedir. Bu değerlerin düzeltme parametreleri olarak belirlenebilmesi için iç ve dış etkenlerin belirlenerek modellenmesi gerekmektedir. Ancak her sensörün kendine has düzeltme parametresi bulunması genel bir yaklaşımı imkânsız kılmaktadır. Bu nedenle mutlak sensör değerlerinin kullanılarak kat değişiminin hesaplanması için genel bir yaklaşımın belirlenmesi mümkün değildir.

Mutlak sensör değerlerinin kullanılarak bir model geliştirilmesi mümkün olmamasına rağmen, sensörlerin göstermiş olduğu benzer eğilimler kullanılarak bir modelin geliştirilmesi mümkündür. Bunun için bağıl basınç değişimi ve filtreleme teknikleri kullanılarak bir model geliştirilebilir. Sensör verileri zaman serileri analizi ile modellenerek kat değişimi tespit edilebilmektedir (Dalğın, 2015).

Sensörlerin giyilebilir cihazlarda kullanılması ile özellikle dış etkenler minimize edilebileceğinden sensör değerleri kat değişiminin tespitinde kullanılabilir. Kat değişiminin tespiti sayesinde afet sonrasında son kullanıcıların gerçek konumları tespit edilebilir. Bu sayede yardım ekipleri hızlıca yardım çalışmalarını gerçekleştirebilir. Farklı sensörlerin de

yardımla hayatta olan/olmayan, riskli durumda olan vb. kullanıcıların tespiti mümkün olacak ve birçok hayat kurtarılabilecektir.



Şekil 7: TST ve 3 farklı modelin basınç değerleri

Kaynaklar

- Abdelrahman, A. ve El-Sheimy, N. (2013), "Low-Cost MEMS – Based Pedestrian Navigation Technique for GPS – Denied Areas", Journal of Sensors Vol., 2013, Article ID 197090, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/197090>, (accessed 5 April 2016).
- Bloss, R. (2013), "Wearable sensors bring new benefits to continuous medical monitoring, real time physical activity assessment, baby monitoring and industrial applications", Sensor Review, Vol. 35 (2), pp. 141-145.
- Chiou, Y.; Wang, C.; Yeh S. (2010), "An adaptive location estimator using tracking algorithms for indoor WLANs", Wireless Networks, Vol.16(7), pp. 1987-2012.
- Curran, K.;Furey, E.;Lunney, T.; Santos, J.; Woods, D.; Mc Caughey, A. (2011), "An Evaluation of Indoor Location Determination Technologies", Journal of Location Based Services Vol. 5(2), pp. 61-78.
- Dalğın, S.(2015), "Estimation of the Exact Floor Information for Emergency and Emergency Management on Buildings by Using Mobile Sensors", PhD dissertation, ITU, Institute of Science and Technology, Istanbul.
- Dalğın, S. ve Doğru, A.Ö. (2015), "Investigation of the Usability of MobileSensors for Weather Forecasting", International Journal of Environment and Geoinformatics, Vol. 2(2), pp. 46-55.
- Dalğın, S. ve Doğru, A.Ö. (2016) "Internal and external factors effect on the mobile pressure sensors' performance", Sensor Review, Vol. 36 Issue: 4, pp.405-413, <https://doi.org/10.1108/SR-04-2016-0075>
- Esfandyari, J.;Mascotto, M.; Xu, G. (2010), "MEMS Pressure Sensors in Pedestrian Navigation", Available at: <http://www.sensorsmag.com/electronics-computers/consumer/mems-pressure-sensors-pedestrian-navigation-7896>(accessed 5 April 2016).
- Goodchild, M.F. (2009), "Location Based Services", Madden M., Bethesda, M.D. (Ed.) "Manual of Geographic Information Systems", American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, pp. 779-786.
- Küpper, A. (2005), Location-Based Services: Fundamentals and Operation, Wiley, Newyork, USA.
- Muralidharan, K.; Khan, A.J.;Misra, A. (2014), "Barometric Phone Sensors – More Hype Than Hope!" ACM HotMobile'14, February 26-27, Santa Barbara, CA, USA.
- Retscher, G. (2006), "An Intelligent Multi-sensor System for Pedestrian Navigation", Journal of Global Positioning Systems, Vol. 5 (1-2), pp. 110-118.
- Reza, A.W. ve Geok, T.K. (2009), "Investigation of indoor location sensing via RFID reader network utilizing grid covering algorithm", Wireless Personal Communications, Vol.49(1), pp. 67-80.
- Zihajehzdeh, S.; Lee, T.J.; Lee, J.K.;Hoskinson, R.; Park, E.J. (2015), "Integration of MEMS Inertial and Pressure Sensors for Vertical Trajectory Determination", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol.64(3), pp. 804-414.

