

2 İlişkili Çalışmalar ve Araçlar

Tablo 1. İlişkili Çalışmalar

Çalışma	Konu	Açıklama
Overview of Indoor Positioning Technologies for Context Aware AAL (Ambient Assisted Living) Applications [3]	İç mekân pozisyon belirleme ve halihazırda bulunan daha çok bilgi edinmek ve pozisyonlamada başarıya ulaşmak için ek sensör bilgileri içeren ek araştırma trendleri sunulmuştur.	Makalede AAL (Ambient Assisted Living) örneği olarak demans hastaları örnek verilmiş ve herhangi bir kaza olmadan önce ocakta unutulmuş tencere veya kül tablasında unutulmuş sigara tespiti hedeflenmiştir. Alzheimer teşhisinden sonra davranışların izlenmesiyle birlikte hastalığın gidişatıyla ilgili bilgi sahibi olunabilmektedir. Doğruluk oranını arttırmak için günümüz araştırmaları birçok kablosuz pozisyonlama teknolojisini kullanarak hibrit bir sistem oluşturma eğilimindedir.
Wearable Tracking Device for Alzheimer's Patients: A Survey [4]	Alzheimer hastalarının takibinde ve görüntülenmesinde algılayıcı aygıtlar ve giyilebilir teknolojiler kullanarak en güvenli yolun bulunmasını amaçlar. Ayrıca günümüzde iç ve dış mekânda kullanılan çeşitli takip mekanizmalarının zayıf ve kuvvetli yönlerini, alternatif teknik önerilerini detaylandırır.	Bugünün cihazları takip etmede GPS modülü kullanarak hasta kendi sınırları dışına çıktığında bakıcısına haber vermesi üzerine yoğunlaşır. Ama bu sistem iç mekân için hastanın yerini belirlemede çok doğru sonuçlar vermez. Şu anki iç mekân takip sistemleri Wi-Fi teknolojisi ya da ışık sensörü tabanlıdır. Hem iç hem dış mekân için aynı çözümleri kullanacağımız zaman takip problemi için kesin çözüm bulunmuş olacaktır. Makalede iç mekânda ışık sensörü ve baz istasyon gücünü kullanmanın doğru pozisyonu vereceğinden bahsedilmektedir. Bu yaklaşımların muhtemel sıkıntısı cihazların büyüklüğü ve farklı donanımların maliyetleridir.

Tablo 2. İlişkili Araçlar

Araç	Kapsam	Özellikler
Design and Implementation of Android Based Wearable Smart Locator Band for People with Autism, Dementia, and Alzheimer [5]	Android tabanlı giyilebilir akıllı yer bulucu demans, alzheimer ve otizm hastaları için önerilmiştir.	Mimarisinde AVR mikrokontrolör, GPS ve GSM teknolojilerini ve ayrıca görüntüleme birimi olarak kullanılan mobil cihazdaki Android uygulamasını içerir. Hesaplanan koordinatlar SMS ile görüntüleme uygulamasına gönderilir. GSM telefon ile giyen kişinin otomatik yer işareti ve giriş-çıkış sanal yarıçap bilgisi SMS mesajı olarak alınır.
Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network [6]	Tasarlanmış ve geliştirmiş oldukları hayati belirti sensörleri, yer bulma sensörleri, özel ağ, elektronik hasta kaydı ve web portal teknolojisi entegrasyonu ile gerçek zamanlı hasta görüntüleme sisteminden bahsetmektedir.	Bir giyilebilir bilgisayar (Mote) hastanın göğsüne takılır. Ve birçok periferik cihazlar ve yer sensörü, nabız oksimetresi, kan basıncı sensörü ve elektronik triyaj etiketi entegre edilmiştir. Bu Mote sürekli olarak ilk sorumlunun tablet bilgisayarına hasta ile ilgili bilgileri iletir. İletim sırasında TinyOS Active Messages Protocol kullanılır. Az güç kullanan, etkili maliyete sahip ve kablosuz ağ kullanıldığı için akademik ve endüstri tarafından ilgi alanlarına girmektedir. Ayrıca projede hasta veri tabanına ulaşabilmek için bir web portal yapılandırılmıştır. Gerçekleştirminden bahsedilirse, giyilebilir sensörlerin 4 işlevi vardır.

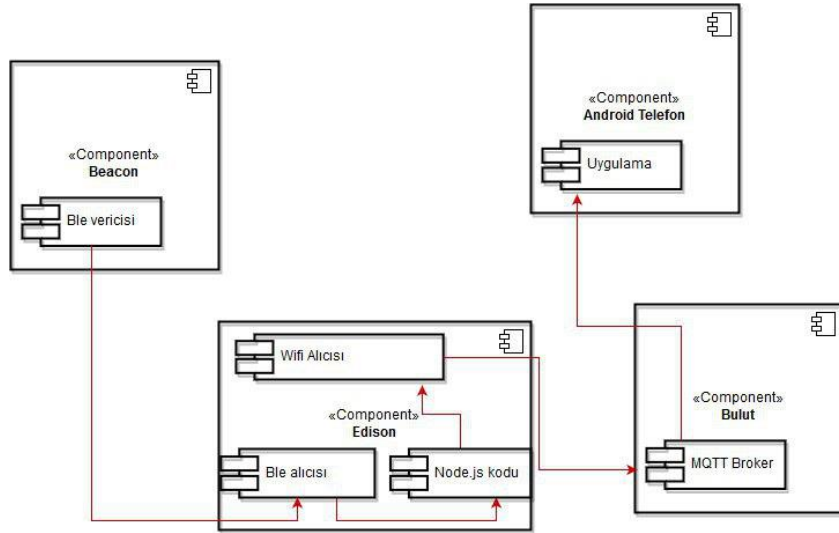
	Bu sistem Harward Üniversitesindeki CodeBlue projesi üzerine genişletilmiştir. CodeBlue hayati belirtileri ve konumu iletmek için dağıtık wireless sensör ağını kullanır.	Bunlar; hayati belirti görüntüleme, yer takibi, medikal kayıt saklanması ve triyaj durum takibidir. Hayati durum sensörlerinden nabız oksimetresi hastanın parmağına, kan basınç sensörü kolun üst kısmına yerleştirilmelidir. Ayrıca 2 tip lokasyon duyarlılık yeteneği entegre edilmiştir. Bunlar yer bulunması için GPS ve iç mekân tespit sistemidir. İç mekân sistemi birden fazla Beacon içermektedir.
An integrated system based on wireless sensor networks for patient [7]	LAURA adlı wireless sensör ağı yoluyla hemşirelik enstitüsünde hasta yer tespiti, takibi ve izleme servisi tanıtılmaktadır.	Sistem 3 fonksiyonel bloktan oluşmaktadır. Bunlardan ilki alınan sinyal gücü numuneleri yer belirleme ve partikül filtresi boyunca takip eden yer belirleme ve takip motoru, ikincisi hastaların hareketinden tehlikeli durumları tespit eden iki eksenle ivme ölçer tabanlı kişi izleme modülü ve üçüncüsü uzağa veriyi iletmek için kullanılan wireless iletişim altyapısıdır. Bu çalışma hemşire enstitülerindeki hastaların otomatik denetlenmesi için Wireless sensör ağı tabanlı sistemin optimizasyonunu, gerçekleştirimini ve tasarımını tanımlar. LAURA 2 temel işlev sağlar. Biri hasta yer belirlenmesi ve takibi, ikincisi ise hasta durumu görüntülenmesidir. Hasta yer belirlenmesi ve takibinde az bir kurulum maliyeti gerektiren ve 2 metreden aşağısında ortalama doğrulukla hareket eden hastaların yerini belirleyip takip eden RSS üzerine temelli bir algoritma kullanılmaktadır.
Towards Personalized and Context-Aware Reminder Service for People with Dementia [8]	Demanslı hastalara yardımcı olmak için bir dizi hatırlatma sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler insan- makine etkileşimi konusunda yeterli esnekliğe sahip değildir. Karşılaşılan kısıtların üstesinden gelebilmek için bu makalede yeni bir hatırlatma servisi üzerinde çalışılmıştır.	BLE (Bluetooth Low Energy) tabanlı bir konumlandırma sistemi ile gerçekleştirilen bu çalışma ile hastanın mevcut konumunun alınması ve bağımlılığının azaltılması hedeflenmektedir. Web ara yüzüne sahip bir API kullanılarak zamana bağlı süreçte bireylerin takip edilmesi yönünde çalışma gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen sistemde gerekli görevler servislere ayrılmıştır. Her bir servisin görevi birbirinden farklıdır. Geliştirilen sistemde hatırlatma işlemleri bireye özgü olarak gerçekleştirilmiştir. Bu kişiye özgü olarak geliştirilen hatırlatma sistemi Memory-PAL (kişileştirme, destek, konum) olarak adlandırılmıştır. Kişiyi özel olarak gerçekleştirilen hatırlatma yöntemleri deney grubu üzerinde uygulanmış ve uzun vadeli olarak sonuç vereceğine makalede yer verilmiştir.
İç Ortamlarda Uzaktan Takip Amaçlı Konumlandırma Sistemi [9]	Geniş alanlara yayılmış iç mekânlarda konum tabanlı takip sistemi ve servisleri konusuna değinilmiştir. Gerçekleştirilen takip sistemi U-Takip olarak adlandırılmıştır.	U-Takip sisteminde ortama kurulan algılayıcı ağı ile K-NN algoritması kullanılarak merkezi sunucu üzerinde uzaktan takip (kişi/nesne) sistemi geliştirilmiştir. Etiket olarak giyilebilir veya taşınabilir Bluetooth Low Energy (BLE) etiketler kullanılmaktadır. U-Takip iç ortamlarda personel takibi, hasta takibi ve lojistik takibi için kullanılabilir. BLE etiketler sinyaller yaymakta, algılayıcı düğümler üzerinde bulunan Raspberry Pi B+ sinyalleri toplayarak RSSI bilgisini ve sinyal kaynağına ait bilgileri elde etmekte ve mikrotik noktaları ile kurulan kablosuz algılayıcı ağı üzerinden U-takip sunucusuna iletmektedir. Sunucu üzerinden alınan bilgiler ile hesaplanan konum, kullanıcı arayüzü üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır. Sistem kullanım alanları; personel takibi, hasta takibi, çocuk takibi, lojistik takibi olarak belirlenmiştir.

Tablo 1 ve Tablo 2’de yer alan ilişkili çalışmalar ve araçlar ayrıntılı incelendiğinde, genel olarak, hastanın belli bir alan dışına çıktığında uyarı veren sistemlerin var olduğu görülmektedir. Ek olarak bazı sistemlerde bazı sensörler yardımıyla uzaktan hayati belirtilerin kontrol edilebilirliğinin sağlandığı görülür. Fakat bu gibi işlemler hastaya takılan cihazın büyüklüğünü ve enerji harcanmasını arttıracığından, demanslı hastalar için tercih edilmez. Çünkü demans hastaları düzenli olarak yanlarında bu tarz büyük bir şey taşımayı kabul etmeyecektir. Ayrıca bizim sistemimizde, kullandığımız Beacon cihazının altı ay boyunca herhangi bir enerji ihtiyacı bulunmamaktadır. Bazı yeni sistemlerde ise Bluetooth Beacon kullanıldığı görülmektedir. Beacon kullanımı bizim projemizin yenilikçi yönünü ortaya koymaktadır. Ayrıca programlanabilir geliştirme kiti kullanımı sayesinde çoğu sisteme göre çözümümüz daha esneklerdir.

3 Prototip ve Özellikleri

Geliştirdiğimiz sistem prototipi iki kısımdan oluşmaktadır; iç mekân içerisine yerleştirilen donanımlar ilk kısmı, takipçi bireyin kullandığı mobil uygulama ikinci kısmı oluşturmaktadır (Şekil-2).

İç mekânda takibi hedeflenen alan (ör. oda) sayısı kadar alıcılardan yerleştirilmelidir. Bu alıcılardan biri yönetici olarak tanımlanır. İç mekânda bulunan Edison kitleri içerisinde gerekli görevlerin gerçekleşmesi için ilgili kodlar Node.js dilinde gerçekleştirilmiştir. Beacon tarafından yayılan sinyaller alıcı tarafından alındıktan sonra node.js dilinde yazılmış kod bloğunda yorumlanarak bireyin alan içerisindeki konumu belirlenmektedir. Beacon tarafından sinyallerin yayılabilmesi için açık durumda olduğu, sistem kurulurken kontrol edilmelidir. Alıcıların çalıştıkları süre zarfında güç kaynağı ile bağlantısının kesilmemesi gerekmektedir.



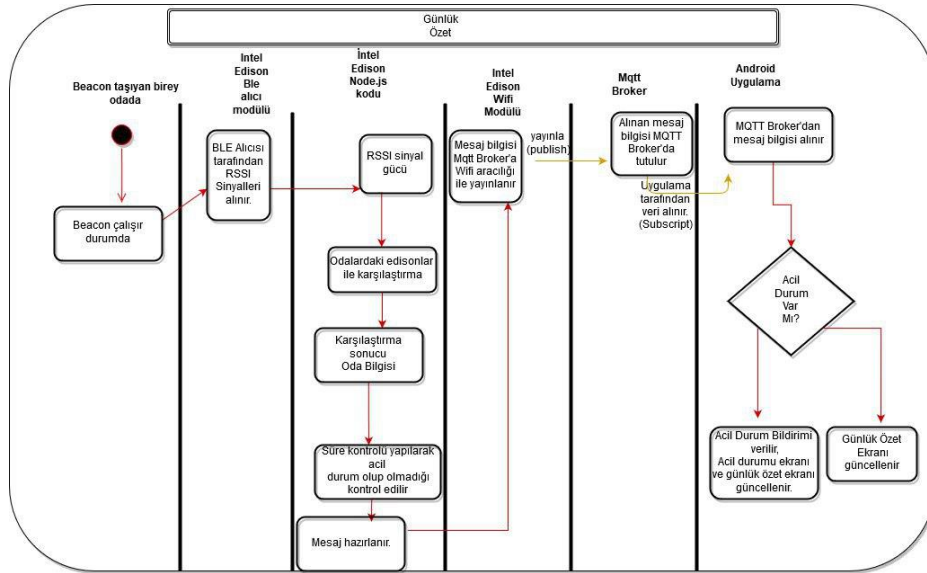
Şekil-2. Sistem UML Bileşen Diyagramı

Alıcılar tarafından okunan sinyal gücü değerleri hesaplandıktan sonra, yönetici alıcıya MQTT protokolü kullanılarak gönderilir. MQTT protokolü bulut tabanlı donanımsal iletişim protokolüdür. Yönetici tarafından MQTT protokolleri ile alınan veriler birbirleri arasında ilgili kod bloğu içerisinde yorumlanır. En yakın değerin ölçüldüğü alıcının bulunduğu alan içerisine dâhil edilir.

Sürekli olarak bu işlem gerçekleştirilir ve bireyin alan içerisindeki konumu gerçek zamanlı olarak saptanır. Edison kitlerinin birbirleriyle haberleşebilmesi amacıyla kullandığı bulut tabanlı iletişim protokolü için, kitlerin bir ağa bağlı olmaları gerekir. Edison kitleri üzerinde bulunan Wi-fi alıcıları ile herhangi bir ağa bağlantı gerçekleştirilir. Bu bağlara ilişkin şifre ve ağ bilgileri sistem kurulduğu aşamada kurulumu yapan birey tarafından gerçekleştirilir.

Alınan konum bilgisinin takipçi bireye iletilebilmesi için, ana Edison MQTT protokolünü kullanarak konum bilgisini buluta (Cloud) yönlendirir. Takipçi bireyin telefonunda Android için geliştirdiğimiz mobil uygulama bulunmalıdır. Mobil uygulama Java dilinde yazılmıştır. Kullanıcı için kullanımı kolay ve anlaşılır bir arayüz tasarımı gerçekleştirmeyi hedefledik. Gelecekte gerçekleştireceğimiz ilerlemeler ile arayüzün işlevselliğini arttırmayı planlamaktayız.

Yönetici tarafından buluta gönderilen konum bilgisi takipçi bireyin telefonundan izlenebilmesi için mobil ve yönetici aygıtın aynı ağa bağlı olması gerekmektedir. Her takip edilecek birey için farklı bir bulut kanalı tanımlanmıştır. Bu sayede bireylere ait veriler güvenli bir şekilde takipçi bireye iletir. Android uygulama bileşeni ile iç mekândaki donanım kısımları arasında gerçekleşen işlemlerin aktivite diyagramı Şekil-3'deki gibidir.

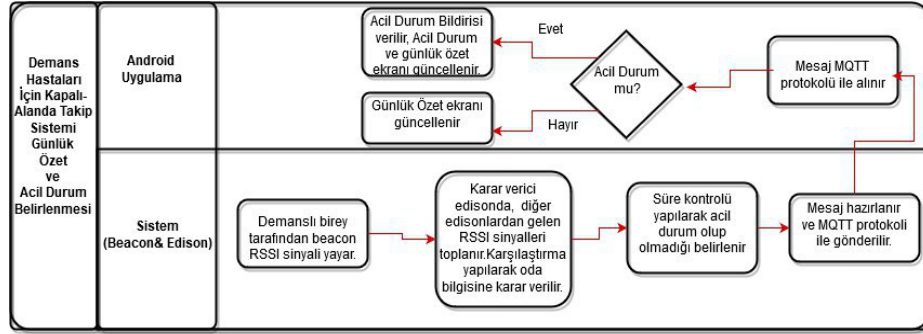


Şekil-3. Sistem UML Aktivite Diyagramı

Mobil uygulama içerisinde konum bilgisinin görüntülenmesinin yanı sıra; iç mekânda belirlenen noktalarda (banyo, lavabo vb.) beklenenden uzun müddet kalan

bireylerin takipçilerine uyarı mesajları da gerçek-zamanlı olarak iletilmektedir. Acil durum bildirimlerinin gerçekleşmesi ile ilgili senaryoya ait akış diyagramı Şekil-4'te gösterildiği gibidir.

Gerekli görüldüğü durumlarda istenilen sesli mesaj komutları mobil uygulama üzerinden iç mekânda bulunan hoparlör yardımıyla çalınabilmektedir. Böylece bakıma muhtaç bireyin takibi sırasında gerekli olan dış müdahaleler daha kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil-4. Acil Durum Bildirimi UML Aktivite Diyagramı

4 Prototipin Örnek Kullanımı

BMB'lerin takibini gerçekleştirecek bireylerin ne tür bilgilere ihtiyaç duyacağını belirlemek adına, bir hasta bakıcı ile görüşülmüş ve bu bilgiler ışığında gereksinimler belirlenmiştir. Prototipte acil durum bildirim, genel durum görüntülenmesi, BMB'ye sesli yönlendirme yapılması gibi ana gereksinimler üzerine yoğunlaşılsa da ilerleyen aşamalarda bazı sensörler (ör. düşme tespiti için ivme sensörü) ve işlevler (ör. tansiyon ölçme) yardımıyla daha zengin bir kullanım sunulabilecektir. Sistemimiz demanslı hastalar için tasarlanmıştır, fakat bakım ve huzur evlerinde demanslı ya da demanslı olmayan bireyler tarafından kullanılma durumu düşünülerek bu tarz sensörler ile işlevsel açıdan genişletilebilir. Çözümümüzün bir diğer işlevi olan ses ile yönlendirme konusunda demanslı hastalar için sesin rahat ve anlaşılır şekilde seçilmesine özen gösterilmelidir. Örneğin, demanslı hastalarının panik durumunda o bireye özgü onu rahatlatan aile bireyi sesi ya da rahatlatıcı bir müzik ile stresli durumla baş etme mümkün olabilir. Bu açıdan düşünüldüğünde demanslı bireyin dış bir yönlendiriciye tepki gösterme durumu önceden test edilmeli ve bireye anlatıldıktan sonra bu işlev ev içerisine yerleştirilmelidir.

Projemizin prototipi ilgili kişilere anlatıldığında genel anlamda BMB'ler için kullanılabilirliği hakkında öneriler alınmıştır. Bu öneriler ışığında uzaktan iç mekânda BMB takibi sağlayan belediyelere uyarlanabileceği konuşulmuş ve proje genişletilebilirliği açısından elde edilen bilgiler faydalı bulunmuştur. İlişkili çalışmalar incelendiğinde iç mekâna yerleştirilen sensörler ile yapılan sistemler demanslı hastalarının bulunduğu ortamlarda kullanıldığında birey farkında olmayacağı için faydalı olabilir, ayrıca bir başka ilişkili çalışmada bahsedilen vücuda yerleştirilen sensörler ile genel anlamda BMB'ler için fayda sağlanabilir.

Bu çalışmalar projemizin genişletilebilirliği açısından bilgi vermekte olup, beacon kullanımı kapalı ortamda hem etkili bir çözüm olması hem de demanslı bireyi vücudunda taşıırken rahatsız etmemesi açısından bizim gereksinimlerimizi karşılayabilmektedir.

Arayüz giriş ekranında Şekil-5’de görüldüğü üzere günlük özet bilgisinin görüntüleneceği, acil durumların liste halinde görüntüleneceği ve gerçek-zamanlı olarak bireyin hangi odada olduğu bilgisini bize sağlayan butonlar bulunmaktadır. BMB’in yönlendirilmesini amaçlayan (duymadığı kapı sesi ya da telefon sesi için) kullanılabilir yönlendirme mesajları (kapıyı aç ya da telefonu aç) ilgili butonlar vasıtasıyla uzaktan iç mekânda sesli mesaj olarak çalınabilir.

Örnek kullanım gerçekleştirilirken bir ev maketi hazırlanmış ve maket içerisindeki odalara Intel Edison yerleştirilmiştir. Öncelikle Android uygulamasının tanıtımı ile başlayacak olursak takip eden birey Android uygulamasını açtığında Şekil 5’deki ekran ile karşılaşır. BMB’yi uzaktan yönlendirmek için kapıyı aç veya telefonu aç butonuna basıldığında, bireyin bulunduğu iç mekânda hoparlör ile sesli yönlendirme yapılabilir. Şekil 5 kapıyı aç butonuna basıldığında, Şekil 6 ise telefonu aç butonuna basıldığında görüntülenen ekranı göstermektedir.



Şekil 5. Arayüz giriş ekranı
(kapı aç butonuna basıldığında)

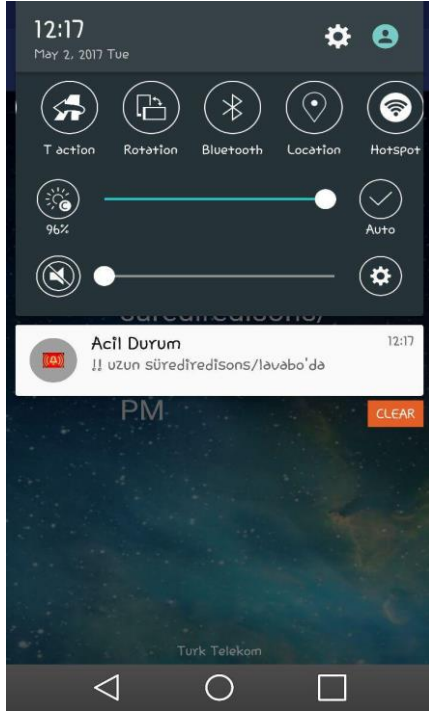


Şekil 6. Arayüz giriş ekranı
(telefon aç butonuna basıldığında)

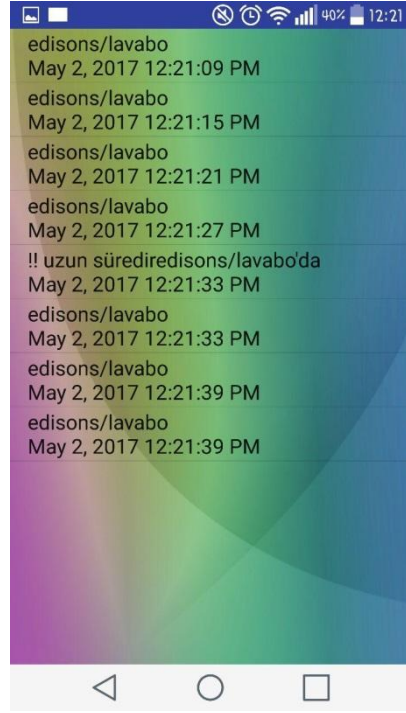
Şekil-7’de yer alan uygulamaya ait ekran görüntüsünde bireyin uzun süre lavabo da bulunması sıkıntılı bir durum olabileceğinden bu şekilde bir bildirim verilmektedir. Burada yine hazırlanan kartondan maket üzerinde odalara alıcılar yerleştirilmiştir. BMB lavaboda belli bir süre bekletildiğinde Şekil 7’deki ekran bireyi takip eden bireyin telefonunda görüntülenmektedir.

Şekil 8’de yer alan ekran görüntüsünde bireyin gün içerisindeki hareketleri saatiyle birlikte uygulama tarafından haber verilmektedir. Maket üzerinde hareket ettirilen BMB’in hareketleri Şekil 8’deki gibi görüntülenebilmektedir.

Şekil 9’da yer alan ekran görüntüsünde BMB hakkındaki acil durumlar saatiyle birlikte uygulama tarafından haber verilmektedir. Maket üzerinde gezdirilen bireyin uzun süre lavaboda beklemesiyle elde edilen bildirim yanında, Şekil 9’daki gibi ana ekrandaki bir butonla tüm acil durumlar görüntülenebilmektedir.



Şekil.7. Acil durum bildirimi



Şekil 8. Günlük Özet Ekranı



Şekil 9. Acil Durum Ekranı

5 Sonuç, Kısıtlar ve Gelecek Çalışmalar

Ülkemizde ve dünyada demanslı birey sayısı; bu alana yönelik yapılacak çalışmalara olan ihtiyacın önemini vurgular niteliktedir. Bu ihtiyaca yönelik uygulanacak çalışmalarda kullanıcı bireyler göz önüne alınarak bakım süreçleri uyum, verimlilik ve kullanım kolaylığı açısından iyileştirilmelidir. Bu alanda gerçekleştirilen çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda sağlık alanında gerçekleştirilen sistemlerin bazı kısıtları ve zorlukları olduğu görülmektedir. Gerçekleştirdiğimiz çalışma ile probleme yönelik fonksiyonel ve fonksiyonel olmayan kısıtları minimize etmeyi hedefledik.

Çalışmada, BMB'lere yönelik geliştirdiğimiz çözümün uygulamasından örnekleme yapılmış, bu amaçla geliştirilen sistemin parçaları ve prototipi tanıtılmış, benzer sistemler ve problemle ilgili yayınlanmış çalışmalar hakkında açıklamalara yer verilmiştir. Demans hastalarının iç mekânda takiplerinin gerçekleştirilmesinin önemi ve sistemin kullanılmasının olası faydaları tartışılmıştır. Önerdiğimiz çözüm hakkında BMB'lerin bakımından sorumlu olan kişiler ile görüşülmüş, sistemin kullanılabilirliği ve sonuçları ile ilgili olumlu geri bildirimler alınmıştır. Gelecekte, sistemin kullanılabilirliği ve yeni ihtiyaçlar doğrultusunda deneysel çalışmalar planlanmaktadır.

Gerçekleştirilen sistem ile hasta yakınları BMB'lerin takip verilerine kolaylıkla erişebilir. Bu veriler daha sonra BMB'lerin sağlık gelişimlerini yorumlanmak için kullanılabilir. Elde edilen veriler ile bireylerin takibine yönelik grafikler çıkarılarak süreç profilleri denetlenebilir. Önerdiğimiz çözüm ile bakıma muhtaç bireylerin takibi konusuna yeni bir vizyon getirmeyi amaçlamaktayız. Bu bağlamda sistem üzerinde yazılıma ve donanıma ilişkin iyileştirmeler devam etmektedir.

Referanslar

1. Demans hastalığı nedir?:
http://www.videnscenterfordemens.dk/media/910860/plakat_demenssygdomme%20-%20hvad%20er%20demens%20-%20tyrkisk.pdf, son erişim tarihi: 12.09.2017
2. Demans hastalığı genel bir araştırma:
<http://www.sagliginsesi.com/alzheimerhastaliginin-toplumdaki-tibbi-sosyal-ve-mali-yuku-4896yy.htm>, son erişim tarihi: 12.09.2017
3. Corina K. Schindhelm ve Asa MacWilliams. "Overview of Indoor Positioning Technologies for Context Aware AAL Applications", sf. 273-291, 2011.
4. Pradyumna Shenvi, Pulkit Baheria, Shan Jose, Sachit Kumar, Jyothi S. Nayak. "Wearable Tracking Device for Alzheimer's Patients: A Survey", sf. 147-151, 2016
5. Isha Goel, Dilip Kumar. "Design and Implementation of Android Based Wearable Smart Locator Band for People with Autism, Dementia, and Alzheimer", sf. 1-8, 2015
6. Tia Gao, D. Greenspan, M. Welsh, R. R. Juang, A. Alm. "Vital Signs Monitoring and Patient Tracking Over a Wireless Network", sf. 102-105, 2005

7. Alessandro Redondi, Marco Chirico, Luca Borsani, Matteo Cesana, Marco Tagliasacchi. "An integrated system based on wireless sensor networks for patient", sf. 39-53, 2012
8. Seiki Tokunaga, Hiroyasu Horiuchi, Hiroki Takatsuka, Sachio Saiki, Shinsuke Matsumoto, Masahide Nakamura, Kiyoshi Yasuda. "Towards Personalized and Context-Aware Reminder Service for People with Dementia ", sf. 2946-2953, 2016
9. Uğur Yayan, Fatih İnan, Furkan Güner, Ahmet Yazıcı. "İç Ortamlarda Uzaktan Takip Amaçlı Konumlandırma Sistemi", sf. 1-4, 2015.