



**ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ**  
**ÇOK DİSİPLİNLİ TASARIM PROJESİ YÖNETİM PLANI**

**Not: Formun Arial 10 yazı tipinde doldurulması ve toplam 10 sayfayı geçmemesi gerekmektedir.**

Proje Başlığı: Giyilebilir Sensör Tabanlı Akıllı Güvenlik Sistemi			
Proje Yönetim Planı Teslim Tarihi: 7 Kasım 2025			
No	Proje Ekibi Ad, Soyad	Bölüm (ELM/EHM/BLM/KOM)	İmza
1	Ekrem Ünal	BLM	
2	Bora İlci	BLM	
3	Esmanur Çakır	EHM	
4	Kaan Çakırer	ELM	
5	Yağmur Kolyozoğlu	KOM	
6	Seyfettin Eren Karagöz	KOM	
Danışman	Ercan İzgi	ELM	

**ÖZET**

Özetin projenin yöntemi ve yönetimini ana hatlarını kapsaması beklenir. Özet 450 kelime veya bir sayfa ile sınırlandırılmalıdır. Projede yapılan tasarımda gerçekçi kısıtlar ve koşullar gözetilmelidir. Tasarımın niteliğine göre, ekonomi, çevre sorunları, sürdürülebilirlik, üretilebilirlik, etik, sağlık, güvenlik, sosyal ve politik sorunlar gibi öğeler de irdelenmelidir.

**Proje Özeti**

Bu projenin temel amacı, bireylerin kişisel güvenliğini sağlamak amacıyla giyilebilir sensörlerden veri toplayan bir akıllı güvenlik sistemi geliştirmektir. Sistem, kritik acil durum senaryolarını otonom olarak tespit etmek ve bu durumları önceden tanımlanmış bakıcılara veya acil durum hizmetlerine bildirmek üzere tasarlanmıştır.

### 1. Temel Donanım ve Prototip

Projenin çekirdeğini, bir bileklik veya kol bandı formunda geliştirilecek giyilebilir bir cihaz prototipi oluşturmaktadır. Bu prototip, minimumda aşağıdaki sensörleri entegre edecektir:

- **Hareket Algılama (IMU):** Düşme ve uzun süreli hareketsizlik senaryolarını tespit etmek için bir ivmeölçer ve jiroskop (MPU-6050 gibi) kullanılacaktır.
- **Fizyolojik İzleme (PPG):** Anormal kalp atış hızı değerlerini izlemek için bir nabız sensörü (MAX30102 gibi) entegre edilecektir.
- **Manuel Çağrı:** Kullanıcının bilinçli olarak yardım isteyebilmesi için fiziksel bir acil durum butonu bulunacaktır.

Bu bileşenler, düşük güç tüketimi ve entegre Bluetooth LE (BLE) yetenekleri nedeniyle tercih edilen ESP32 mikrodenetleyicisi tarafından yönetilecektir.

### 2. Çekirdek Tespit Algoritmaları ve Senaryolar

Sistem, temel algoritmalar kullanarak aşağıdaki minimum senaryoları tespit edecektir<sup>8</sup>:

- **Düşme Tespiti:** İvmeölçerden gelen veride ani ve yüksek bir ivme değerinin (darbe) algılanması ve bunu takiben cihazın yere yakın bir pozisyonda belirli bir süre hareketsiz kalması durumunda "düşme alarmı" üretilir.
- **Uzun Süreli Hareketsizlik:** Bayılma veya felç olasılığına karşı, sensör verilerinde belirli bir süre boyunca hiçbir değişiklik algılanmazsa hareketsizlik alarmı tetiklenir.
- **Anormal Nabız:** PPG sensöründen alınan nabız verisinin, bakıcı tarafından ayarlanabilen eşik değerlerin (örn. 40 BPM altı veya 120 BPM üstü) dışına çıkması durumunda "sağlık riski" alarmı verilir.
- **Manuel Alarm:** Kullanıcının acil durum butonuna basmasıyla sistem yardım çağrısı gönderir.

### 3. Sistem Mimarisi ve Uyarı Sistemi

Sistem mimarisi, üç temel katmandan oluşur: Giyilebilir Cihaz (Veri Toplama), Akıllı Telefon (Ağ Geçidi) ve Bakıcı (Uygulama).

- **Veri İletişimi:** Giyilebilir cihaz (ESP32), topladığı sensör verilerini düşük güç tüketimi sağlayan Bluetooth Low Energy (BLE) protokolü aracılığıyla kullanıcının akıllı telefonundaki mobil uygulamaya aktarır.
- **Uyarı Gönderimi:** Akıllı telefon uygulaması, cihazdan bir acil durum sinyali aldığı anda, bakıcıya veya acil servise SMS, anlık bildirim veya çağrı yoluyla uyarı gönderir.

### 4. Minimum Çıktılar ve Kullanıcı Arayüzü

Projenin başarıyla tamamlanması için aşağıdaki minimum çıktılar hedeflenmektedir:

- Tüm temel sensörleri (IMU, PPG, buton) içeren giyilebilir cihaz prototipinin geliştirilmesi.
- Belirlenen dört temel senaryonun (düşme, hareketsizlik, nabız, manuel alarm) başarılı bir şekilde simüle edilmesi.
- Uyarıların mobil uygulama ile başarılı bir şekilde entegre edilmesi.
- Bakıcıların yaşlı bireyin sağlık durumunu gerçek zamanlı izlemesine ve anormal nabız gibi uyarı parametrelerini özelleştirmesine olanak tanıyan bir kullanıcı arayüzünün sunulması.
- Cihazın pil ömrünü artırmak için sensörlerin düşük güç modunda çalışması ve uyku modlu veri toplama stratejilerinin uygulanması.

**Anahtar Kelimeler:** Giyilebilir Sensör Sistemi, Düşme Tespiti, Nesnelerin İnterneti (IoT), ESP32, İvmeölçer & Jiroskop (IMU), PPG (Kalp Atış Hızı Sensörü), Bluetooth Low Energy (BLE), Mobil Uygulama (Ağ Geçidi), Acil Durum Uyarısı, Güç Yönetimi.

## 1. AMAÇ VE HEDEFLER

Proje önerisinin amacı ve hedefleri açık, ölçülebilir, gerçekçi ve proje süresince ulaşılabilir nitelikte olacak şekilde yazılır.

Bu projenin temel amacı, bireylerin kişisel güvenliğini sağlamak amacıyla giyilebilir sensörlerden (ivmeölçer, jiroskop, PPG) veri toplayarak acil durumları otonom olarak tespit eden bir akıllı güvenlik sistemi geliştirmektir. Sistem; düşme tespiti, uzun süreli hareketsizlik takibi, anormal kardiyovasküler değerlerin (nabız) izlenmesi ve manuel yardım çağrıları gibi kritik senaryolara odaklanacaktır. Proje, tespit edilen acil durumlarda, önceden

tanımlanmış bakıcılara veya acil durum hizmetlerine bir mobil uygulama aracılığıyla uyarı (SMS, anlık bildirim vb.) göndermeyi hedeflemektedir.

Projenin temel amacına ulaşmak için belirlenen spesifik hedefler şunlardır:

- **Prototip Geliştirme:** İvmeölçer, jiroskop, nabız (PPG) sensörü ve manuel acil durum butonunu entegre eden, bileklik veya kol bandı formunda giyilebilir bir cihaz prototipi geliştirmek.
- **Algoritma Uygulaması:** Dört temel acil durum senaryosunu (ani düşme, uzun süreli hareketsizlik, anormal nabız ve manuel alarm) tespit edebilen temel eşik tabanlı algoritmaları gömülü yazılıma (ESP32) uygulamak.
- **İletişim Altyapısı:** Giyilebilir cihaz ile akıllı telefon arasında Bluetooth Low Energy (BLE) üzerinden güvenilir ve düşük güç tüketimli bir iletişim altyapısı kurmak.
- **Mobil Uygulama ve Uyarı Entegrasyonu:** Acil durum uyarılarının (SMS, anlık bildirim veya çağrı) mobil uygulama üzerinden bakıcılara başarılı bir şekilde iletilmesini sağlamak.
- **Kullanıcı Arayüzü:** Bakıcıların, kullanıcının sağlık verilerini (nabız gibi) gerçek zamanlı izlemesine ve uyarı parametreleri için (örn. nabız eşikleri, hareketsizlik süresi) eşik değerlerini özelleştirmesine olanak tanıyan bir mobil kullanıcı arayüzü tasarlamak.
- **Güç Optimizasyonu:** Cihazın pil ömrünü maksimize etmek için ESP32'nin derin uyku (Deep Sleep) modları gibi düşük güç tüketim stratejilerini ve uyku modlu veri toplama yöntemlerini uygulamak.

## 2. YÖNTEM

Projede uygulanacak yöntem ve araştırma teknikleri açıklanır. Yöntem ve tekniklerin projede öngörülen amaç ve hedeflere ulaşmaya elverişli olduğu ortaya konulur. Ayrıca yapılan ön çalışmalar ve fizibilite çalışmaları sunulur. Yöntemlerin iş paketleri ile ilişkilendirilmesi gerekir.

Proje, standart bir Nesnelerin İnterneti (IoT) sağlık izleme modelini takip ederek; donanım prototiplemesi, gömülü yazılım geliştirme, algoritmik tasarım, mobil uygulama entegrasyonu ve güç optimizasyonu aşamalarını içeren modüler bir yaklaşımla gerçekleştirilecektir.

### 1. Uçtan Uca Sistem Mimarisi

Sistem mimarisi, hesaplama yükünü **on-prem** bir mimari üzerinde merkezi bir bilgisayarda toplayan üç ana katmandan oluşacaktır:

1. **Giyilebilir Cihaz (Kenar Katmanı):** ESP32 mikrodenetleyicisi ile MPU-6050 (IMU) ve MAX30102 (PPG) sensörlerinden oluşan prototiptir. Bu katmanın temel sorumluluğu, ham fizyolojik ve kinematik verileri (ivme, jiroskop, nabız) sürekli olarak toplamak ve Bluetooth Low Energy (BLE) üzerinden akıllı telefona iletmektir.
2. **Ağ Geçidi Cihazı (Akıllı Telefon):** Giyilebilir cihaz ile on-prem sunucu katmanı arasında bir köprü (gateway) görevi görür. Cihazdan BLE aracılığıyla aldığı ham sensör verilerini, üzerinde **hiçbir hesaplama yapmadan** doğrudan **on-prem** mimarideki sunucuya aktarır. Bu katman aynı zamanda, sunucudan gönderilen acil durum uyarılarını anlık bildirim (push notification) olarak alan son kullanıcı (bakıcı) arayüzünü de barındırır.
3. **On-Prem Sunucu Katmanı (Lokal Backend):** Bu katman, **bulutta değil, kullanıcının fiziksel lokasyonunda (on-prem) bulunan bir bilgisayarda** çalışır. Projenin tüm zekâsı ve yönetim mantığı bu bilgisayarda yer alacaktır. Ağ geçidinden (akıllı telefon) gelen ham verileri alır. **Tüm tespit algoritmaları** (düşme, hareketsizlik, anormal nabız), servis yönetimi, kullanıcı veritabanı (database) ve diğer backend işlemleri burada yürütülür. Tüm bu sistem, ölçeklenebilirlik ve kolay dağıtım için **Docker konteynerleri** içinde bu bilgisayarda çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bir acil durum tespit edildiğinde, on-prem sunucu katmanı bakıcının mobil uygulamasına (ağ geçidi cihazı) anlık bildirim göndererek uyarıyı tetikler.

### 2. Donanım Prototiplemesi ve Entegrasyon

Prototip, seçilen bileşenlerin entegrasyonu ile oluşturulacaktır:

- **Çekirdek Mikrodenetleyici (MCU):** Entegre Wi-Fi, Bluetooth LE (BLE) yetenekleri ve ultra düşük güç tüketim modları nedeniyle **ESP32** seçilmiştir.

- **Hareket Algılama (IMU):** 3 eksenli ivmeölçer ve 3 eksenli jiroskopu birleştiren **MPU-6050** modülü, düşme ve hareketsizlik tespiti için kullanılacaktır. ESP32 ile I2C protokolü üzerinden haberleşecektir.
- **Kalp Atış Hızı (PPG):** Yüksek hassasiyetli **MAX30102** nabız oksimetresi, anormal kalp atış hızı tespiti için kullanılacaktır. Bu sensör de I2C arayüzü üzerinden ESP32'ye bağlanacaktır.

### 3. Çekirdek Tespit Algoritmaları (Eşik Tabanlı)

Projenin minimum çıktıları için basit, düşük hesaplama maliyetli ve hızlı prototiplemeye uygun eşik tabanlı algoritmalar kullanılacaktır:

1. **Düşme Tespiti:** Algoritma, ivmeölçer verilerini kullanarak Sinyal Büyüklük Vektörü (SMV) hesaplamasına dayanır.
  - **Aşama 1 (Darbe):** SMV değeri, önceden belirlenmiş yüksek bir eşiği (örn. 3g) aştığında bir darbe şüphesi oluşur.
  - **Aşama 2 (Hareketsizlik):** Darbe tespit edildikten sonra, cihazın oryantasyonu ve ivme verileri belirli bir süre (örn. 30-60 saniye) boyunca sabit kalırsa, bu durum bir düşme olarak onaylanır.
2. **Anormal Kalp Atış Hızı Tespiti:** Bu algoritma, ham PPG verilerini anlamlı bir BPM (Dakikadaki Vuruş Sayısı) değerine dönüştürür.
  - **Ön İşleme:** Ham PPG sinyali, hareket artefaktlarını ve gürültüyü gidermek için bir bant geçiren filtreden (örn. 0.5 Hz - 4 Hz) geçirilir.
  - **Tepe Tespiti:** Filtrelenmiş sinyaldeki sistolik tepe noktaları (her kalp atışı) tespit edilir.
  - **Hesaplama ve Uyarı:** Ardışık tepe noktaları arasındaki zaman farkı (BBI) kullanılarak BPM hesaplanır. Bu değer, kullanıcı tarafından özelleştirilebilen eşiklerle (örn. < 40 BPM veya > 120 BPM) karşılaştırılarak anomali uyarısı üretilir.
  - **Gürültü Azaltma:** Yanlış alarmları önlemek için, IMU verileri kullanılarak yüksek hareketli periyotlar tanımlanacak ve bu sırada PPG verileri güvenilir olarak işaretlenecektir.

### 4. Yazılım Geliştirme (Gömülü ve Mobil)

Projenin işlevselliği, iki ana yazılım bileşeni ile sağlanacaktır:

- **Gömülü Yazılım (ESP32):**
  - **Ortam:** Hızlı prototipleme için Arduino IDE kullanılacaktır.
  - **Mantık:** Kod; sensör sürücülerini (I2C), periyodik veri toplama döngüsünü (IMU için ~50-100 Hz, PPG için ~25-50 Hz), Bölüm 3'teki eşik tabanlı algoritmaları ve bir BLE sunucusunu içerecektir.
  - **Durum Makinesi:** Cihazın çalışması (IDLE, MONITORING, ALERT\_TRIGGERED vb.) basit bir durum makinesi ile yönetilecektir.
- **Mobil Uygulama (Android):**
  - **Ortam:** Hızlı prototipleme için MIT App Inventor veya profesyonel geliştirme için Android Studio kullanılacaktır.
  - **Özellikler:** Uygulama, bir BLE istemcisi olarak arka planda çalışacak; gerçek zamanlı verileri gösteren bir gösterge paneli, acil durum kişilerini ve uyarı eşiklerini yapılandırmak için bir ayarlar menüsü sunacaktır.
  - **Uyarı Dağıtıcısı:** Cihazdan uyarı alındığında SMS gönderme veya bildirim tetikleme mantığını yürütecektir.

### 5. Güç Optimizasyonu Yöntemi

Giyelebilir bir cihaz için kritik öneme sahip olan pil ömrünü uzatmak amacıyla aşağıdaki stratejiler uygulanacaktır:

- **Derin Uyku Modu (Deep Sleep):** Cihaz, çalışma süresinin büyük çoğunluğunu ESP32'nin mikroamper düzeyinde akım tüketen derin uyku modunda geçirecektir.
- **Uyandırma Tetikleyicileri:** Cihaz, iki temel yöntemle uyanacaktır:
  1. **Zamanlayıcı ile Uyandırma:** Periyodik olarak (örn. her 1-5 saniyede bir) uyanarak hareketsizlik takibi yapmak.
  2. **Harici GPIO ile Uyandırma:** MPU-6050'nin "hareket algılama" (motion detection) kesme (interrupt) pini, ESP32'nin bir GPIO pinine bağlanacak. Bu sayede ESP32, yalnızca MPU-6050 önemli bir hareket algıladığında uyanacak, bu da maksimum enerji verimliliği sağlayacaktır.
- **Çalışma Döngüsü:** Cihazın temel mantığı "Uyan -> Sensörleri Oku -> Veriyi İşle -> Karar Ver (Uyu veya Uyar) -> Derin Uykuya Dön" döngüsüne göre yapılandırılacaktır.

## 3. PROJE YÖNETİMİ

Projede yer alacak başlıca iş paketleri, her bir iş paketinin kimler tarafından hangi sürede gerçekleştirileceği "İş-Zaman Çizelgesi" doldurularak verilir.

## İŞ-ZAMAN ÇİZELGESİ

İP No	İş Paketinin Adı	İş Paketinin Tanımı	Kim(ler) Tarafından Gerçekleştirileceği	HAFTALAR														Final Haftası
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Planlama	Görev dağılımı	Tüm ekip		X	X												
2	Ürün Temini ve Yöntemlerin belirlenmesi	Ürün Temini	Tüm ekip			X	X											
3	Mobil uygulama başlangıcı	Mobil uygulamanın gereksinim analizi ve ilk prototipin gerçekleştirilmesi	Bora,Ekrem				X	X										
4	Sensör kalibrasyonu	Sensörlerin bağlanması ve kalibrasyonu	Yağmur, Eren					X	X									
5	Controller'ın inşası	Devrelerin birleştirilmesi ve lehim	Kaan						X	X								
7	Sinyal Filtreleme	Sinyalin temizlenmesi işlemi	Yağmur,Eren, Esmanur							X	X							
8	Uygulama Geliştirilmesi	Konteyner Mimarısının ve Docker scriptlerinin geliştirilmesi	Bora,Ekrem					X	X	X								
9	Uygulama Geliştirilmesi	Arayüzün Geliştirilmesi ve Network Topolojisinin kurulması	Bora Ekrem					X	X	X								
10	Uygulama Geliştirilmesi	API interface'inin geliştirilmesi	Bora,Ekrem									X	X					
11	Uygulama geliştirilmesi	Uygulama veritabanlarının kurulması	Bora,Ekrem						X	X								
12	Uygulama Geliştirilmesi	Algoritmaların geliştirilmesi ve serverlarda deploy edilmesi	Bora,Ekrem									X	X					
13	Uygulama Geliştirilmesi	Network ve uygulama Testlerinin yapılması	Bora,Ekrem									X	X					
14	ESP32 geliştirmeleri	Gerekli kodların yazılması ve uygulama haberleşmesini sağlanması	Yağmur,Eren,Esmanur									X	X					

15	Pil tasarımı ve uyku modunun geliştirilmesi	Pilin sisteme entegrasyonu, Uyku modunun geliştirilmesi	Kaan							X	X								
16	3d model tasarım ve geliştirilmesi	Gövde için 3d baskı yapılması	Tüm Ekip											X	X				
17	Tüm Kontroller	Sistemin çalışması ile ilgili kontroller	Tüm Ekip													X	X		