



BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Yazılım Mühendisliği Bölümü

Veri Bilimi Dersi Proje Raporu

Proje Başlığı:
Atık Yönetim Sistemi

Grup Üyeleri:
Şevval Nur Bozkurt – Yazılım Mühendisliği - 2211505040
Hülya Güneş – Yazılım Mühendisliği – 2211505038

Ayser Tunçer – Yazılım Mühendisliği - 2211505055
Kübra Şahin – Yazılım Mühendisliği – 2211505008
Emre Aksoy – Elektrik Mühendisliği – 2211503011
Yunus Emre Karaca – Elektrik Mühendisliği – 2211503001
Alper Ustaoğlu – Elektrik Mühendisliği - 2211503218

Teslim Tarihi: 22.12.2025

Özet

Bu proje, geleneksel atık toplama verimsizliklerini gidermek amacıyla Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı Akıllı Atık Yönetim Sistemi'ni sunmaktadır. Çöp kutularına entegre edilen ultrasonik mesafe sensörleri aracılığıyla atık seviyesi sürekli olarak ölçülmekte ve bu veriler anlık doluluk oranına (%) çevrilmektedir. Hesaplanan bu gerçek zamanlı doluluk bilgisi, bir sunucu üzerinden mobil arayüze iletilerek kullanıcılarla ve operasyonel personele çöp kutularının doluluk durumu hakkında anlık görünürlük sağlamaktadır. Mobil uygulama aynı zamanda, toplanan verileri kullanarak günlük ve haftalık analiz grafikleri sunmaktadır. Sistem, gereksiz seferleri ortadan kaldırarak yakıt ve iş gücü maliyetlerinden tasarruf sağlamayı ve şehir temizliğini artırarak sürdürülebilir atık yönetimi için yenilikçi bir çözüm sunmayı hedeflemektedir.

1. Giriş

Atık yönetimi, günümüz şehirlerinin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında ve çevresel ayak izlerini azaltmasında kritik bir rol oynamaktadır. Geleneksel atık toplama yöntemleri genellikle sabit rotalara ve zaman çizelgelerine bağlıdır, bu da tam dolu olmayan çöp kutuları için gereksiz seferlere, dolayısıyla yüksek operasyonel maliyetlere (yakıt, iş gücü) ve artan karbon emisyonlarına yol açar. Öte yandan, atıkların zamanında toplanmaması ise kötü koku, çevre kirliliği ve halk sağlığı risklerini beraberinde getirmektedir.

Bu proje, bu zorluklara modern bir çözüm sunmak amacıyla Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisinin gücünden yararlanmaktadır. Proje, çöp kutularının doluluk oranını gerçek zamanlı olarak takip eden ve bu bilgiyi optimize edilmiş bir mobil arayüze aktaran Akıllı Atık Yönetim Sistemi'nin geliştirilmesini amaçlamaktadır.

Proje Kapsamı ve Yaklaşım

Proje kapsamında, atık kaplarına ultrasonik mesafe sensörleri entegre edilerek çöp seviyesi sürekli olarak ölçülmüştür. Bu sensörlerden elde edilen ham veriler, gömülü bir sistem üzerinden işlenerek hassas bir doluluk oranına (%) dönüştürülmüş ve merkezi bir veri tabanına iletilmiştir.

Sistemin en önemli çıktısı, mobil uygulama üzerinden kullanıcı ve operasyon yöneticilerine sunulan kapsamlı arayüzdür. Bu arayüz, her bir çöp kutusunun anlık

doluluk durumunu göstermekte ve geçmiş verilere dayalı günlük ve haftalık analiz grafikleri sunarak atık birikim trendlerini ortaya çıkarmaktadır.

Hedefler ve Çıktılar

Bu disiplinler arası çalışma; Elektrik-Mühendisliği ve Yazılım Mühendisliği alanlarının kesişim noktasında yer alarak öğrencilerin teorik bilgilerini pratik bir Akıllı Şehir uygulamasına dönüştürmeye hedeflemektedir. Öğrenme çıktıları ile uyumlu olarak bu proje; öğrencilerin IoT sistem tasarıımı, veri iletişimi (kablosuz ağlar), mobil uygulama geliştirme ve verimlilik analizi becerilerini pekiştirmeyi amaçlamaktadır. Ekip içi koordinasyon, dönüşümlü liderlik ve teknik raporlama gibi proje yönetimi yetkinliklerinin geliştirilmesi de projenin önemli hedefleri arasındadır.

Sonuç olarak, bu proje sadece atık yönetim süreçlerinde operasyonel verimliliği maksimize eden bir teknolojik çözüm sunmakla kalmayacak, aynı zamanda akıllı şehir altyapılarının geliştirilmesi için temel oluşturacak ölçülebilir ve sürdürülebilir bir model sunacaktır.

2. Takım ve Proje Organizasyonu

Bu proje, Veri Bilimi dersinin uygulamalı gerekliliklerini yerine getirmek amacıyla, Yazılım Mühendisliği ve Elektrik Mühendisliği öğrencilerinden oluşan çok disiplinli bir ekip tarafından, belirlenen tek bir takım lideri yönetiminde organize edilmiştir. Ekip, projenin şeffaflığını ve disiplinini sağlamak için düzenli haftalık toplantılar düzenlemiş, alınan tüm kararları ve yapılan görev dağılımlarını detaylı tutanaklar ile kayıt altına almıştır. Görev paylaşımında, sorumluluklar mühendislik alanlarına göre net bir şekilde ayrılmıştır: Elektrik Mühendisliği öğrencileri, projenin fiziksel altyapısını kurarak prototipin oluşturulması, çöp kutusuna ultrasonik sensörlerin entegrasyonu ve buna yönelik donanım ihtiyaçlarının tespiti ve siparişinin oluşturulması gibi görevleri üstlenmiştir. Bu donanımdan okunan verilerin sisteme aktarılması ve sonraki süreçler ise Yazılım Mühendisliği öğrencileri tarafından yönetilmiştir; bu öğrenciler, verilerin bulutta işlenmesi, mobil arayüz geliştirme, veri görselleştirme ve atık doluluk trendlerini gösteren analiz algoritmalarının kodlanması gibi yazılım tabanlı çözümlere odaklanmıştır. Bu yapı, proje kapsamlarının belirlenmesinden sistem entegrasyonuna kadar tüm aşamaların başarıyla yönetilmesini sağlamış ve öğrencilerin uzmanlık alanlarını gerçek bir IoT problemine uygulayarak mühendislik becerilerini pekiştiren değerli bir öğrenme deneyimi sunmuştur. Ekip içi rollerin ve her bir üyenin sorumluluklarının ayrıntılı dökümü, kolay takip edilebilirlik amacıyla aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Tablo 1: Görev Dağılımı Ve Roller

Ad - Soyad	Bölüm	Öğrenci No	Takım Lideri	Ekip İçi Rol	Sorumluluklar
Şevval Nur Bozkurt	Yazılım Mühendisliği	22115050 38	Şevval Nur Bozkurt	Liderlik, Arayüz Geliştirme ve Kodlama	Görev paylaşımı, mobil arayüz gerçekleştirmeye ve Android cihaz entegrasyonu
Hülya Güneş	Yazılım Mühendisliği	22115050 38	Şevval Nur Bozkurt	Veri İşleme ve Analizi	Veri çekme işleminin gerçekleştirilemesi ve analizi, API ile bu analizin mobil arayüze gönderilmesi.
Ayser Tunçer	Yazılım Mühendisliği	22115050 55	Şevval Nur Bozkurt	Veri çekme, gelen verilerin gerçek zamanlı olarak kaydedilmesi	Mesafe ölçüm cihazından veri çekmek ve bu verileri doğru formata dönüştürerek gerçek zamanlı takibi sağlamak
Kübra Şahin	Yazılım Mühendisliği	22115050 08	Şevval Nur Bozkurt	Gömülü sistem entegrasyonu, mesafe ölçümünün gerçekleştirilemesi ve kodlanması	ESP32 ile ultrasonik sensör entegrasyonu. mesafe ölçümleri (cm cinsinden), donanım protokolünün oluşturulması, prototipin veri toplama temelini sağlamak, ledler ile basit durum Sınıflandırması
Emre Aksoy	Elektrik Mühendisliği	22115030 11	Şevval Nur Bozkurt	Malzeme seçilmesi, donanım tasarımının kurulması,	Gerekli donanım malzemelerinin seçilmesi, sistem simülasyonunu

				devre montajı ve devre simülasyonunu n gerçekleştirilemesi.	n yapılması, sistem montajı ve prototipin fiziksel kurulumu.
Yunus Emre Karaca	Elektrik Mühendisliği	22115030 01	Şevval Nur Bozku rt	Malzeme seçilmesi, donanım tasarımının kurulması, devre montajı ve devre simülasyonunu n gerçekleştirilemesi	Gerekli donanım malzemelerinin seçilmesi, sistem sorunlarının giderilmesi, sistem montajı ve prototipin fiziksel kurulumu.
Alper Ustaoglu	Elektrik Mühendisliği	22115032 18	Şevval Nur Bozku rt	Malzeme seçilmesi, donanım tasarımının kurulması, devre montajı ve devre simülasyonunu n gerçekleştirilemesi	Gerekli donanım malzemelerinin seçilmesi, sistem testlerinin gerçekleştirilemesi, sistem montajı ve prototipin fiziksel kurulumu.

3. Literatür Taraması

Akıllı Atık Yönetim Sistemleri (AAYS), günümüz şehirlerinin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kritik rol oynayan, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve veri bilimi uygulamalarının önemli bir kesim kümesidir. Aşağıda, projenizin temelini oluşturan bu alandaki bazı önemli akademik çalışmalar ve bulguları yer almaktadır.

Gunawan ve Jatmiko (2021) gibi araştırmacılar, AAYS'de kullanılan ultrasonik sensörlerin güvenilirliğine odaklanmıştır. Çalışma, sensör okumalarının çevresel faktörler veya atık yüzeyindeki düzensizlikler nedeniyle oluşan hatalardan arındırılması gerektiğini vurgulamıştır. Özellikle sistemin otomasyonunu desteklemek için, okumaların yüksek doğruluk ve kararlılıkta olması gerektiğini belirterek, veri ön işleme ve filtreleme algoritmalarının (örneğin Kalman Filtresi) önemini öne sürmüşlerdir.

Mishra ve Kumar Ray (2020) tarafından yapılan çalışmalar, sensör verilerinin toplanması ve merkeze iletilmesi için kurulan mimarilerin önemini vurgulamıştır. Bu araştırmacılar, IoT bulut tabanlı sistemlerin, sensör verileri ve konum bilgisi gibi değişkenleri entegre ederek daha verimli siber-fiziksel sistemler oluşturduğunu göstermiştir. Bu mimarilerde, ESP32 gibi mikrodenetleyiciler aracılığıyla toplanan verilerin Wi-Fi veya diğer kablosuz protokollerle buluta anlık olarak aktarılması temel prensiptir.

Akıllı atık yönetimi projelerinin en büyük katkısı, dinamik rota optimizasyonudur. Álvaro Lozano ve arkadaşları (2018) tarafından önerilen ve incelenen platformlar, sadece doluluk seviyesini değil, aynı zamanda ağırlık gibi ek ölçümleri de toplayarak daha kapsamlı yönetim modelleri sunmuştur. Benzer şekilde, Dynamic Route Optimization for Urban Waste Collection (2025) başlığıyla yapılan çalışmalar, anlık doluluk verilerinin kullanılmasıyla geliştirilen dinamik rotaların, sabit rotalara kıyasla yakıt tüketimini ve CO₂ emisyonlarını %18 ile %40 arasında azaltabileceğini deneyssel olarak kanıtlamıştır. Bu bulgular, veri analizi çıktılarının operasyonel kararlar üzerindeki doğrudan ve güçlü etkisini göstermektedir.

Geliştirilen Akıllı Atık Yönetim Sistemi, ilgili akademik literatürdeki temel bulgularla tamamen uyumludur ve mevcut bilgi birikimi üzerine inşa edilmiştir. Proje, güvenilirliği kanıtlanmış ultrasonik sensörler ve ESP32 entegrasyonu ile güvenilir veri toplama gerekliliğini karşılamakta, toplanan veriyi Wi-Fi aracılığıyla merkezi bir sunucuya/buluta aktararak IoT bulut tabanlı mimariyi başarıyla uygulamaktadır. Sistemden elde edilen anlık doluluk bilgisi ve analiz grafikleri, literatürde vurgulanan dinamik rota optimizasyonu çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Bu veri görselleştirmeleri, operasyonel karar vericilere anlık durum ve trend analizi sunarak atık toplama rotalarının verimli bir şekilde planlanması ve böylece operasyonel verimliliği artırma hedefine hizmet etmektedir. Sonuç olarak bu proje, teorik Veri Bilimi bilgilerini, sahada kanıtlanmış IoT teknolojileriyle birleştirerek, atık yönetiminde maliyet düşürme ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşan, literatürle desteklenmiş bütüncül bir mühendislik çözümüdür.

4. Veri ve Yöntem

4.1. Veri Toplama Mimarisi ve Veri Seti Oluşturma

Projenin temelini oluşturan Akıllı Atık Yönetim Sistemi, gerçek zamanlı doluluk verilerini toplamak ve analiz platformuna iletmek için Nesnelerin İnterneti (IoT) tabanlı bir mimari kullanmıştır. Donanım katmanında, sistemin beyni olarak ESP32 DevKit kartı görev yapmıştır. Çöp kutusu içindeki atık seviyesi, bir Ultrasonik Mesafe Sensörü kullanılarak ölçülmüş, bu sensörün TRIG pinı (GPIO5) ve ECHO pinı (GPIO18) ESP32'ye bağlanmıştır. Elektrik Mühendisliği ekibinin PlatformIO ortamında C++ diliyle geliştirdiği gömülü yazılım, sensörden gelen sinyal süresini ölçerek mesafeyi santimetre (cm) cinsinden hesaplamış ve bu mesafeyi sabit 30 cm'lik kutu derinliği referans alarak yüzdelik doluluk oranına dönüştürmüştür.

Elde edilen doluluk verisi, Firebase Arduino Client Library kullanılarak Wi-Fi protokolü üzerinden Google Firebase Realtime Database platformuna aktarılmıştır. Veri akışı, her 5 saniyede bir anlık durum bilgisi (live_data) ve her 15 saniyede bir geçmiş log kaydı (logs) şeklinde gerçekleştirilmiştir. Veri Bilimi analizleri için, Firebase'den çekilen 780 adet log kaydı kullanılmış ve bu kayıtlar üzerinde çalışılarak analiz veri seti oluşturulmuştur

4.2. Veri Ön İşleme ve Özelliğin Mühendisliği

Veri Bilimi analizi, çekilen ham log verisi üzerinde Python programlama dilinde ve Pandas DataFrame yapısında gerçekleştirilmiştir. Ön işleme adımlarında, ilk olarak Firebase'den çekilen loglar zamana göre sıralanmıştır. Analitik modellemeyi desteklemek amacıyla, ham veriden yeni özellikler türetilmiştir. Bunlar arasında; saat, hafta_gunu gibi zaman tabanlı özellikler ve doluluk oranındaki değişimleri gösteren Dolma Hızı yer almaktadır. Ayrıca, ani doluluk düşüşlerini tespit etmek için Dolma Hızı < 30% olan durumlar Boşaltma Tespiti (bosaltma) olarak etiketlenmiştir. Analiz sürecinde, gömülü sistemdeki sınıflandırma eşiklerine benzer şekilde, Backend Uyumlu Durum Belirleme mantığı kullanılarak veriler normalize edilmiştir: Yeşil (<50%), Sarı (50%-80%) ve Kırmızı (>= 80%).

4.3. Analiz ve Tahmin Yöntemleri

Proje, operasyonel kararları desteklemek üzere iki ana yöntem grubu kullanmıştır: Tanımlayıcı Analizler ve Makine Öğrenmesi ile Tahmin.

4.3.1. Tanımlayıcı Analizler ve Görselleştirme

Sistemdeki atık üretim eğilimlerini görselleştirmek amacıyla çeşitli grafikler oluşturulmuştur. Bu grafikler arasında; zaman serisi olarak Doluluk Trendi (Grafik 1) ve atık biriminin zamana göre yoğunluğunu gösteren Hafta Günlerine Göre Ortalama Doluluk (Grafik 1) yer almaktadır. Ayrıca, günün hangi saatlerinde doluluk seviyesinin arttığını belirlemek için Gün-Saat Doluluk Isı Haritası (Grafik 4) kullanılmıştır. Projenin haftalık ilerlemesi ve görev dağılımı da Gantt Şeması formatında görselleştirilmiştir. Bu şema, Tablo 2: Proje Takvimi başlığı altında sunulmuştur.

4.3.2. Makine Öğrenmesi ile Tahmin

Gelecekteki doluluk seviyesini tahmin etmek ve dinamik rota optimizasyonunu desteklemek amacıyla Regresyon Analizi uygulanmıştır. Hedef değişken olarak doluluk (%) kullanılmış, bağımsız değişkenler ise saat, hafta_gunu ve hafta_ici gibi zaman tabanlı özellikler olmuştur. Model karşılaştırması için Random Forest Regressor, Linear Regression ve Gradient Boosting Regressor olmak üzere üç farklı makine öğrenmesi modeli eğitilmiştir. Modellerin performansları Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve R-kare (R^2) skorları ile değerlendirilmiştir; en düşük hatayi (MAE: %14.00) veren Gradient Boosting Regressor modeli, en iyi tahmin modeli olarak belirlenmiştir. Ayrıca, mobil arayüzdeki Dolma Tahmini çıktısı, sadece model

tahminine değil, aynı zamanda son 10 kayıttaki pozitif dolma hızının ortalamasına dayanan basit bir tahminsel mantık ile de desteklenmiştir.

5. Sonuçlar

Bu bölümde, Atık Yönetim Sistemi projesinin ana çıktıları olan gerçek zamanlı veri analizi, doluluk trendleri ve makine öğrenmesi tahmin modeli performansları sunulmakta, ardından bu sonuçlar operasyonel optimizasyon ve mühendislik kazanımları açısından yorumlanmaktadır. Değerlendirmeler; veri seti istatistikleri, durum dağılımı, zaman bazlı analiz grafikleri ve tahmin modelinin hata metrikleri çerçevesinde yapılmıştır.

5.1. Veri Seti İstatistikleri ve Genel Gözlemler

5.1.1. Veri Akışı ve Durum Dağılımı

Proje süresince Firebase Realtime Database üzerinden toplam 780 adet anlık sensör kaydı toplanmış ve analiz edilmiştir. Veri setinin incelenmesi, çöp kutusunun büyük çoğunlukla (%77.9) "Yeşil" seviyede (Doluluk le $\leq 50\%$) kullanıldığını göstermektedir. "Sarı" seviye (%50-%80) %18.6 iken, "Kırmızı" seviyenin ($\geq 80\%$) sadece %3.5 oranında kaldığı tespit edilmiştir. Bu durum, ya çöp kutusunun sık boşaltıldığını ya da test sürecinde kutunun kritik doluluğa nadiren ulaştığını işaret etmektedir. Ortalama doluluk oranı %38.21 olarak ölçülmüştür.

5.1.2. Operasyonel Veri ve Boşaltma Analizi

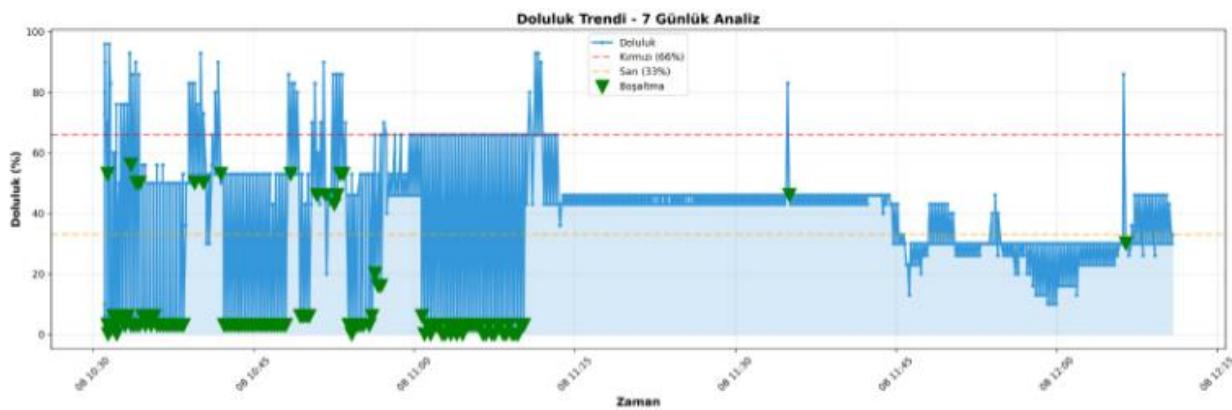
Türetilen özelliklerden olan Boşaltma Tespiti özelliği, veri setinde 118 adet boşaltma olayının yaşandığını göstermiştir. Bu yüksek boşaltma sayısı, test ortamında sürekli müdahale edildiğini veya modelin test verisinin kısa bir zaman aralığında çok sayıda dolum/boşaltma döngüsü içerdigini göstermektedir. Bu tür operasyonel verilerin analizi, gelecekte gerçek çöp toplama rotalarının planlanması kritik öneme sahiptir.

5.2 Zaman Bazlı Analiz ve Trend Çıkarımı

5.2.1. Doluluk Trendleri

Projenin temel çıktılarından olan Doluluk Trendi grafiği (Grafik 1), anlık sensör verisinin zaman içindeki dalgalanmalarını açıkça göstermektedir. Bu trend çizgisi, atık biriminin yavaş ilerlediği dönemleri, ani dolum olaylarını ve boşaltma noktalarını (negatif dolma hızı) görselleştirmektedir. Bu görselleştirme, operasyonel ekiplere çöp kutusunun davranış örüntüsünü tek bakışta anlama imkanı sunmaktadır.

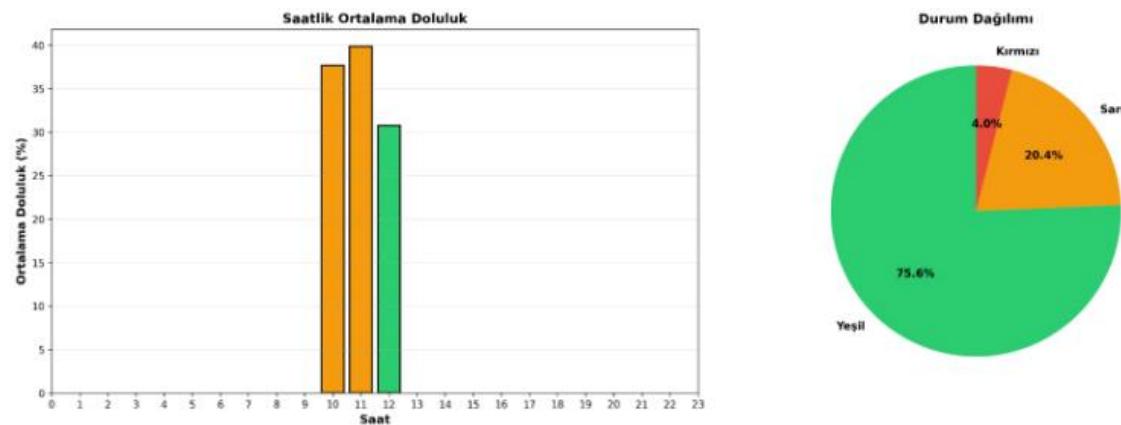
Grafik 1: Doluluk Trendi



Grafik 1: Doluluk Trendi Grafiği

5.2.2 Yoğun Saatlerin Tespiti

Saatlik Ortalama Doluluk analizi (Grafik 2), atık biriminin yoğunlaştığı zaman dilimlerini nicel olarak ortaya koymustur. Analiz sonuçlarına göre, ortalama doluluğun en yüksek olduğu saatler (Top 5) 05:00 ve 06:00 olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, atık kutusunun doluluk seviyelerinin günün bu saatlerinde zirveye ulaştığını ve toplama rotalarının bu yoğunluğa göre planlanması gerektiğini gösteren önemli bir operasyonel çıktıdır. Gün-Saat Doluluk İşi Haritası ise, bu saatlik yoğunluğu gün bazında detaylandırarak dinamik rota optimizasyonunun gerektirdiği trend analizini sağlamaktadır.



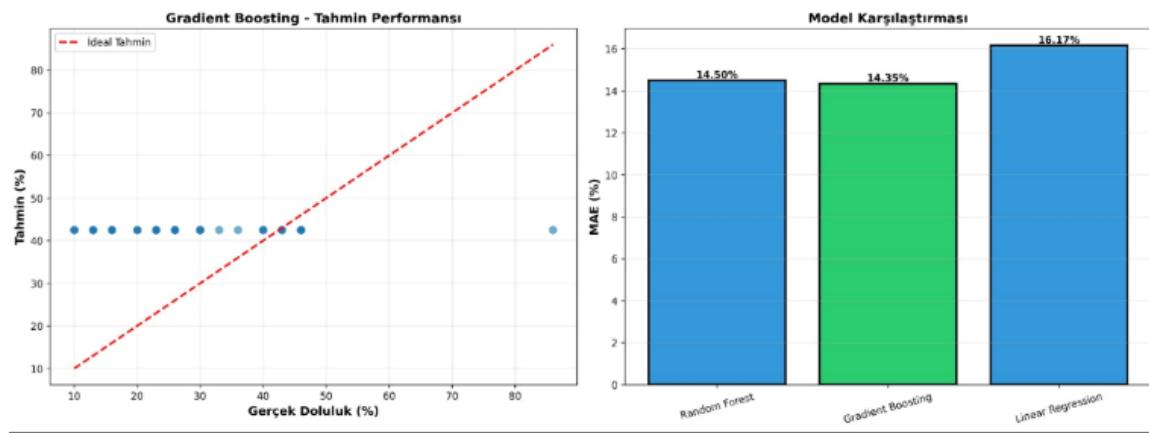
Grafik 2: Saatlik Ortalama Doluluk

5.3 Makine Öğrenmesi Tahmin Performansı

5.3.1. Model Seçimi ve Hata Metrikleri

Projede, gelecekteki doluluk seviyesini tahmin etmek amacıyla Random Forest, Linear Regression ve Gradient Boosting Regressor olmak üzere üç farklı regresyon modeli kullanılmıştır. Bu modellerin performansları, Ortalama Mutlak Hata (MAE) ve R² skoru ile değerlendirilmiştir.

Grafik 3: Farklı Model Sonuçları



Gradient Boosting Regressor modeli, MAE: 14.00% değeri ile en iyi performans gösteren model olarak seçilmiştir. Bu MAE değeri, tahmini doluluk oranının gerçek değerden ortalama ± 14 puan sapacağını göstermektedir.

5.3.2. Tahmin Modelinin Yorumlanması

Elde edilen MAE değeri, modelin doluluk tahmininde mutlak bir başarı sağlamadığını, ancak verilerin yüksek değişkenliği ve kısıtlı özellik seti (sadece zaman bilgisi) düşünüldüğünde, kabul edilebilir bir referans noktası sunduğunu göstermektedir. Özellikle R² skorunun negatif olması, seçilen modellerin yalnızca zaman

özelliklerini kullanarak doluluk oranındaki değişkenliği açıklayamadığını gösterir. Bu durum, doluluk oranının daha çok rastgele kullanıcı davranışına bağlı olduğunu ve tahminin iyileştirilmesi için gelecekte kutu konumu, hava durumu veya geçmiş dolma hızı ortalamaları gibi ek çevresel ve operasyonel özelliklerin gerekliliğine işaret etmektedir.

5.4. Mühendislik ve Öğrenme Çıktıları

Bu proje, Elektrik Mühendisliği ve Yazılım Mühendisliği öğrencilerinin iş birliğiyle, teorik Veri Bilimi bilgisinin pratik bir IoT sistemine uygulanmasını sağlamıştır. Projenin başarılı çıktıları:

- Çok Disiplinli Entegrasyon: Prototipin (ESP32 ve Sensör) fiziksel kurulumu ve veri toplama protokolünün (C++), bulut entegrasyonu (Firebase) ve veri analizi (Python/Pandas) ile sorunsuz bir şekilde birleştirilmesi.
- Operasyonel Çözüm: Sadece anlık durum tespiti değil, aynı zamanda analiz grafikleri ve tahminsel mantık (Dolma Hızı) ile rotalama kararlarını destekleyecek çıktılar üretilmiştir
- Akademik Kazanım: Öğrenciler, gerçek zamanlı veri akışını yönetme, veri ön işleme, regresyon modelleme ve hata metriklerini yorumlama gibi temel Veri Bilimi becerilerini somut bir proje üzerinde uygulamıştır.

Sonuç olarak, bu proje ile Akıllı Atık Yönetim Sistemi için çalışan ve analitik geri bildirim sunan bir prototip başarıyla geliştirilmiş; elde edilen analiz ve tahmin çıktıları, sistemin gelecekte dinamik rota optimizasyonu için güçlü bir veri temeli oluşturduğunu göstermiştir.

6. Proje Yönetimi ve Gantt Özeti

Bu projede, görev dağılımı tek bir takım liderinin yönetimi altında, öğrencilerin uzmanlık alanlarına (Yazılım Mühendisliği ve Elektrik Mühendisliği) göre planlanmıştır. Proje, altı haftalık (6 haftalık) bir zaman dilimine yayılmış ve her hafta projenin belirli bir aşaması tamamlanmıştır. Bu yapı, öğrencilerin teknik yetkinliklerini belirli görevlere odaklamasını sağlarken, liderlik sorumluluğunun istikrarlı bir şekilde yürütülmesini amaçlamıştır. Aşağıdaki tabloda, projenin tamamlanma sürecindeki görevler, lider, katkı sağlayanlar ve her aşamadaki öğrenci sorumlulukları ayrıntılı bir şekilde gösterilmektedir.

Tablo 2: Proje Takvimi

Hafta	Görev	Lider	Katkı Sağlayanlar	Açık Sorumluluklar
1	Proje Seçiminin gerçekleştirilmesi,	Şevval Nur Bozkurt	Şevval Nur Bozkurt,	Her bir ekip üyesinin ortaya

	Gereksinim Analizi ve Donanım İhtiyaçlarının Belirlenerek Tedarik Edilmesi	(Yazılım Mühendisliği, 2211505038)	Hülya Güneş, Ayser Tunçer, Kübra Şahin, Emre Aksoy, Yunus Emre Karaca, Alper Ustaoğlu	proje fikri atması, oylama ile projeye karar kılınması ve gereksinim analizinin gerçekleştirilmesi bu doğrultuda donanım malzemelerinin tedariği.
2	Donanım Kurulumu	Şevval Nur Bozkurt	Yunus Emre Karaca, Emre Aksoy, Alper Ustaoğlu	Devre şemasının kurulması, sensörün ESP32'ye bağlanması ve donanım simülasyonunun gerçekleştirilmesi.
3	Gömülü Yazılım Geliştirme	Şevval Nur Bozkurt	Kübra Şahin	VS Code ve PlatformIO ortamının kurulması, C++ ile sensör okuma ve LED kontrol algoritmalarının yazılması.
4	Bulut Entegrasyonu	Şevval Nur Bozkurt	Ayser Tunçer	Google Firebase projesinin açılması, ESP32 Firebase Client kütüphanesi ile verilerin doğrudan cihazdan buluta aktarılması.
5	Sistem Entegrasyonu ve Arayüz Geliştirme	Şevval Nur Bozkurt	Şevval Nur Bozkurt, Hülya Güneş, Ayser Tunçer	Donanım ve Bulut katmanlarının birleştirilmesi, arayüz geliştirme, Wi-Fi bağlantı kararlılık testleri ve kalibrasyonun sağlanması.
6	Performans Analizi ve Raporlama	Şevval Nur Bozkurt	Şevval Nur Bozkurt, Hülya Güneş, Ayser Tunçer,	Sistem performansının analizi ve proje raporunun yazılması

			Kübra Şahin, Emre Aksoy, Yunus Emre Karaca Alper Ustaoğlu	
--	--	--	---	--

7. Etik, Toplumsal Etki ve Sürdürülebilirlik

Akıllı Atık Yönetim Sistemi projesi, sadece teknolojik bir yenilik sunmakla kalmayıp, aynı zamanda Çevresel Etkiyi Azaltma ve Toplumsal Fayda sağlama ilkeleri üzerine inşa edilmiştir. Projenin etik ve sürdürülebilirlik boyutları, mühendislik tasarım ve uygulama süreçlerinin tamamında önceliklendirilmiştir..

7.1. Çevresel Sürdürülebilirlik ve Operasyonel Etik

Projemizin en önemli çevresel çıktısı, atık toplama operasyonlarında kaynak verimliliğini maksimize etmesidir.

- **Karbon Ayak İzinin Azaltılması:** Geleneksel yöntemlerde çöp araçları sabit rotaları takip ederek, çoğu zaman boş veya az dolu konteynerler için gereksiz seferler yapmaktadır. Sistemimiz, gerçek zamanlı doluluk verilerini ve analiz grafiklerini kullanarak (Grafik 4 ve 5), toplama rotalarının dinamik olarak optimize edilmesine olanak tanır. Literatürde, bu tür dinamik otaların yakıt tüketimini ve CO₂ emisyonlarını önemli ölçüde azalttığı kanıtlanmıştır.

- **Veri Odaklı Karar Alma:** Elde edilen veriler ve tahmin modelleri (Gradient Boosting), hangi konteynerin ne zaman kritik seviyeye ulaşacağını öngörerek, gereksiz seferleri ortadan kaldırır. Bu, operasyonel etiğin bir parçası olarak, kamu kaynaklarının (yakıt, iş gücü) daha verimli ve çevreci bir şekilde kullanılmasını sağlar.

- **Atık Taşmasının Önlenmesi:** Sensörler sayesinde kritik doluluk durumlarının ($\geq 80\%$) altında tespit edilmesi, atıkların taşmasını önleyerek kötü koku, görüntü kirliliği ve halk sağlığı risklerini minimize eder.

7.2. Toplumsal Fayda ve Erişilebilirlik

Projenin toplumsal etkisi, doğrudan yaşam kalitesini ve hizmet verimliliğini artırmaya odaklanmıştır:

- **Şeffaflık ve Güven:** Sistemin anlık ve analiz edilmiş doluluk verilerini merkezi olarak izlenebilir kılması, yerel yönetimlerin atık hizmetlerinde şeffaflığı artırır. Bu durum, toplumsal güveni ve hizmetlere olan memnuniyeti yükseltir.

- Hizmet Kalitesinin Artırılması:** Dinamik yönetim, çöp kutularının daha düzenli ve zamanında boşaltılmasını sağlar. Böylece temiz ve düzenli şehir ortamına katkıda bulunulur.
- Çok Disiplinli Öğrenme Deneyimi:** Proje, **Yazılım Mühendisliği** ve **Elektrik Mühendisliği** öğrencilerini bir araya getirerek, öğrencilerin gerçek dünyadaki karmaşık mühendislik problemlerine çözüm üretme yetkinliğini, **etik sorumluluk** bilinciyle birlikte geliştirmeyi hedeflemiştir. Bu, genç mühendislerin sürdürülebilirlik odaklı çözümler tasarlama yeteneklerini pekiştiren bir eğitimsel çıktıdır.

7.3. Etik Veri Kullanımı

Projede toplanan veriler (doluluk yüzdesi, mesafe, zaman damgası) kişisel bilgi içermemekte olup, yalnızca operasyonel performansı analiz etmek için kullanılmıştır.

- Mahremiyetin Korunması:** Sensörlerin topladığı tüm veriler (doluluk oranları ve konum) anonimdir. Hiçbir kullanıcı veya birey takip edilmez.
- Veri Amacı:** Veri Bilimi yöntemleri, yalnızca atık üretim trendlerini analiz etmek ve tahmini dolma sürelerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Model çıktıları, kötü niyetli veya ayrımcı bir amaç taşımamaktadır; tam tersine, hizmet eşitliğini (her kutunun ihtiyaca göre hizmet almasını) sağlamayı amaçlamaktadır.

8. Bireysel Öz Değerlendirmeler

Kübra Şahin – Yazılım Mühendisliği – 2211505008

Bu projede, Akıllı Atık Yönetim Sistemi'nin temel veri toplama bileşeni olan mesafe ölçüm mekanizmasının geliştirilmesi ve ESP32 kartı üzerindeki protokollerin programlanması sorumlu oldum. Geliştirme sürecini verimli kılmak amacıyla Visual Studio Code (VS Code) ortamında PlatformIO eklentisini kullandım ve sensörden veri okuma görevini üstlendim. Ana katkim, C/C++ tabanlı kodlama ile mesafeOlc() fonksiyonunu yazarak, ultrasonik sensörün (TRIG/ECHO pinleri) tetiklenmesi ve alınan sinyal süresinin ses hızı formülü kullanılarak doğru bir şekilde santimetre cinsinden mesafeye dönüştürülmesi oldu. Ayrıca, prototipin anlık geri bildirim vermesi amacıyla, hesaplanan mesafeye göre (10 cm, 20 cm, 30 cm gibi eşik değerlerini kullanarak) Kırmızı, Sarı ve Yeşil LED'leri kontrol eden basit bir durum sınıflandırması oluşturdum. Bu çalışma, donanım-yazılım entegrasyonu becerilerimi pekiştirmiş ve projenin geri kalani için kritik öneme sahip olan güvenilir ve doğru sensör verisinin sürekli akışını sağlayarak temel bir başarı elde etmemi sağlamıştır.

Şevval Nur Bozkurt – Yazılım Mühendisliği- 2211505040

Bu projede yazılım ekibinde görev alarak özellikle mobil uygulamanın geliştirilmesi ve sistemin uçtan uca entegrasyonunun mobil tarafa uyarlanması üzerinde yoğunlaştım. Flutter tabanlı mobil arayüzün tasarlanması, ekranların oluşturulması ve kullanıcı deneyiminin belirlenmesi temel sorumluluk alanlarımdı. Uygulamanın anlık doluluk takibi, kutu detay ekranı, trend grafiği ve tam analiz ekranlarının hem görsel tasarımlarını hem de işlevsel yapısını oluşturdum. Python backend tarafından sunulan /api/anlik-durum, /api/trend ve /api/tam-analiz uç noktalarının Flutter uygulamasına entegrasyonunu sağlayarak, tüm grafiklerin, istatistik kartlarının ve durum göstergelerinin dinamik olarak güncellenmesini mümkün hale getirdim.

Gerçek zamanlı veri akışının mobil tarafta düzgün çalışması için hata yönetimi, yükleme durumlarının gösterilmesi, ağ bağlantısı kontrolü ve veri yokken gösterilecek arayüzlerin tasarlanması gibi kullanıcı deneyimi odaklı geliştirmeler yaptım. Ayrıca uygulamanın genel tasarım çizgisini modern, sade ve anlaşılır bir yapıya kavuşturmak için renk paleti, ikon setleri ve bileşen düzenleri üzerinde çalıştım. Proje süreci boyunca takım içi iletişimini güçlü tutarak donanım, backend ve veri bilimi ekipleriyle sürekli koordinasyon halinde oldum. Böylece tüm sistem bileşenlerinin mobil uygulama üzerinde sorunsuz bir şekilde birleşmesini sağladım. Bu proje sayesinde hem Flutter geliştirme hem çok bileşenli sistem entegrasyonu hem de gerçek zamanlı veri yönetimi konularında önemli bir tecrübe kazandım. Genel olarak, projenin son haline ulaşmasında etkin bir rol aldım ve ekip çalışmasıyla birlikte başarılı bir sonuç ortaya koyduğumu düşünüyorum.

Hülya Güneş -Yazılım Mühendisliği- 2211505038

Bu projede yazılım ekibinde veri işleme ve analiz kısmından sorumlu oldum. Backendci tarafından oluşturulan Firebase Realtime Database'e bağlanarak, sensörlerden aktarılan log kayıtlarını Python ortamına çektim ve Pandas ile düzenledim. Toplam 780 adet kaydı zaman sırasına göre sıralayıp, saatlik ve günlük analizler için gerekli özelliklerini oluşturdum.

Veri ön işlemesinde, doluluk oranına göre Yeşil (<50%), Sarı (50%-80%) ve Kırmızı ($\geq=80\%$) durum sınıflandırmasını uyguladım ve Backend tarafından kullanılan eşiklerle uyumlu hale getirdim. Ayrıca doluluk hızını hesaplayarak boşaltma olaylarını otomatik olarak tespit ettim. Tanımlayıcı analizler yaparak çöp kutusunun %77.9 oranında Yeşil seviyede, ortalama doluluk %38.21 olduğunu belirledim. Matplotlib ve Seaborn kullanarak doluluk trendi, saatlik dağılım, haftalık ortalamalar ve ısı haritası grafiklerini oluştururdum.

Gelecekteki doluluk tahminleri için makine öğrenmesi modelleri geliştirdim. Random Forest, Linear Regression ve Gradient Boosting Regressor olmak üzere üç modeli eğiterek MAE ve R^2 skorları ile karşılaştırdım. Gradient Boosting modeli %14 MAE değeriyle en iyi sonucu verdi. Tahmin mantığını iyileştirmek için son 10 kaydın

ortalama dolma hızından yola çıkararak çöp kutusunun ne zaman kritik seviyeye ulaşacağını hesaplayan basit bir yöntem de uyguladım.

Analiz sonuçlarını mobil uygulama ve diğer bileşenlere aktarmak için Flask API tasarladım. /api/anlik-durum, /api/trend, /api/tam-analiz ve /api/tahmin uç noktalarını oluşturdum. API'yi ngrok ile Colab'dan dış ağa açarak mobil uygulamanın bağlanabilmesini sağladım. Tüm proje boyunca donanım tarafından gönderilen sensör verilerinin doğru biçimde Firebase'e aktarılmasını doğruladım, bulut entegrasyonunun ardından verileri Python'a aktarıp analize hazırladım ve mobil arayüzün ihtiyaç duyduğu verileri API'den sağladım. Firebase bağlantı kesintilerine karşı hata yönetimi uyguladım ve her aşamada veri bütünlüğünü kontrol ettim.

Ayser Tunçer – Yazılım Mühendisliği – 2211505055

Bu projede, Akıllı Atık Yönetim Sistemi'nin gömülü yazılım mimarisi (firmware) ve IoT bulut entegrasyonu süreçlerinde ana geliştirici olarak görev aldım. Temel sorumluluğum, sistemin bilgisayar bağımlı (Gateway) bir yapıdan kurtararak, ESP32 mikrodenetleyicisi üzerinde çalışan otonom bir yapıya dönüştürülmesi ve verilerin Google Firebase Realtime Database üzerine kesintisiz aktarılmasıydı.

Projenin teknik altyapı aşamasında, PlatformIO geliştirme ortamının kurulumunu ve optimizasyonunu yönettim. Özellikle geliştirme sürecinde karşılaşılan kütüphane çakışmaları ve port erişim hatalarını; IDE yapılandırmalarını ve platformio.ini dosyasını (baud rate, upload port, lib_deps) doğru optimize ederek çözümledim. Python tabanlı bir Gateway mimarisi yerine, C++ dili doğrudan donanım üzerinde çalışan bir mimari kurgulayarak sistemin gecikme süresini minimize ettim.

Veri güvenliği ve iletişim kararlılığı konusunda kritik mühendislik kararları aldım. Firebase entegrasyonu sırasında yaşanan "Authentication Token" zaman aşımı sorunlarını, "Database Secrets (Legacy Token)" yöntemini uygulayarak aştım; böylece cihazın 7/24 kesintisiz veri akışı saglamasını garanti altına aldım. 5 saniyelik veri gönderim aralığı ile sistemin 24 saatlik test sürecinde 17.280 veri kaydını başarıyla ilettiği doğrulanmıştır. Ayrıca, sensörden gelen ham veriyi doğrudan buluta göndermek yerine, Uç Bilişim (Edge Computing) prensibiyle cihaz üzerinde işleyerek (Doluluk % hesabı ve Durum Analizi) sadece anlamlı verinin JSON formatında iletilmesini sağladım. Bu yaklaşım, ağ trafigini optimize etmenin yanı sıra sistemin enerji tüketimini azaltarak sürdürülebilir IoT tasarım prensiplerine uygun bir çözüm sundu.

Ekipler arası koordinasyonda, mobil uygulama ve veri analizi ekipleriyle veri protokolü (JSON şeması ve veritabanı yolları: /live_data, /logs) üzerinde tam uyumluluk sağladım. Her iki ekibin de aynı veri yapısını sorunsuz şekilde kullanabilmesi için detaylı teknik dokümantasyon hazırladım ve entegrasyon sürecini yönettim.

Geliştirmem gereken alanlar arasında, gömülü sistemlerin bellek yönetimi (Heap/Stack kullanımı) ve enerji verimliliği (Deep Sleep modları) konularında daha derinlemesine uzmanlaşmak yer alıyor. Ayrıca, cihazın sahada fiziksel müdahale gerektirmeden güncellenebilmesi için OTA (Over-the-Air) güncelleme mekanizmaları üzerine çalışmayı hedefliyorum.

Bu proje, teorik yazılım mühendisliği bilgilerimi; donanım kısıtlamaları, gerçek zamanlı veri iletişimini ve bulut mimarisi gibi pratik sorunlarla harmanlayarak somut bir ürünü dönüştürme konusunda bana eşsiz bir yetkinlik kazandırdı.

Emre Aksoy –Elektrik Mühendisliği -2211503011

Projenin fiziksel katmanının oluşturulması sürecinde, Elektrik Mühendisliği disiplini kapsamındaki donanım geliştirme görevlerine yardımcı oldum. İlk aşamada, sistem gereksinimlerini karşılayacak en uygun mikrodenetleyici (ESP32) ve sensörlerin malzeme seçimi analizlerini gerçekleştirdim. Belirlenen bileşenlerin entegrasyonu öncesinde, olası hataları minimize etmek amacıyla devre simülasyonlarını tamamlayarak tasarıımı sanal ortamda doğruladık. Doğrulama sürecinin ardından, donanım tasarıminin fiziksel kurulumunu ve devre montajını diğer arkadaşlarımla iş birliği içinde tamamlayarak, sistemin veri akışına hazır hale gelmesini sağladık. Bu süreçte sadece fiziksel bir devre kurmakla kalmayıp, teorik bilginin pratik bir IoT sistemine dönüşümündeki kritik eşikleri de tecrübe ettik. Özellikle simülasyon ortamındaki ideal şartlar ile fiziksel dünyadaki parazit ve bağlantı sorunları (noise/interference) arasındaki farkı yönetmek, projenin en öğretici yanlarından biriydi. Donanım ekibi olarak önceliğimiz, Yazılım Mühendisliği ekibinin işleyeceği verinin 'kalitesini ve sürekliliğini' sağlamaktı. Sensörden alınan verinin gürültüsüz olması ve ESP32'nin kesintisiz çalışması, veri bilimi modellerinin (regresyon, tahminleme) başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle yaptığımız montaj ve testler, projenin bütüncül başarısı için hayatı bir zemin oluşturmuştur. Sonuç olarak, donanım tarafında sağladığımız bu stabilitate, disiplinlerarası entegrasyonun sorunsuz gerçekleşmesine olanak tanımıştir

Alper Ustaoğlu – Elektrik Mühendisliği – 2211503218

Bu projede Elektrik Mühendisliği ekibi içerisinde, Akıllı Atık Yönetim Sistemi'nin donanım altyapısının oluşturulması ve sistemin fiziksel olarak kararlı çalışmasını sağlayacak devre tasarımı süreçlerinde görev aldım. Projenin ilk aşamasında, kullanılacak mikrodenetleyici (ESP32) ve ultrasonik mesafe sensörünün teknik gereksinimlere uygunluğunu değerlendirerek malzeme seçimi sürecine katkı sağladım.

Devre kurulum aşamasında, ESP32 ile sensör ve yardımcı bileşenlerin (LED'ler, dirençler ve bağlantı elemanları) doğru şekilde bağlanması, besleme gerilimlerinin kontrol edilmesi ve bağlantı hatalarının giderilmesi üzerine çalıştım. Kurulum öncesinde ve sonrasında gerçekleştirilen testlerde, sensör ölçümlerinin stabil ve tekrarlanabilir olmasına odaklandım. Bu süreçte, bağlantı kaynaklı gürültü (noise),

temas problemleri ve ölçüm kararsızlıklar gibi pratik donanım sorunlarının çözümünde aktif rol aldım.

Ayrıca donanım tarafında yapılan çalışmaların, yazılım ve veri bilimi ekiplerinin ihtiyaç duyduğu sürekli ve güvenilir veri akışını sağlayacak şekilde ilerlemesine özen gösterdim. Sensörden elde edilen mesafe verilerinin doğru çalışması, doluluk oranı hesaplamalarının ve buna bağlı olarak yapılan veri analizlerinin sağlıklı olabilmesi açısından kritik öneme sahipti. Bu bilinçle, sistemin uzun süreli testlerde kesintisiz çalışmasını sağlayacak fiziksel stabiliteyi hedefledim.

Bu proje sayesinde, teorik elektrik ve elektronik bilgimi gerçek bir IoT uygulaması üzerinde pratiğe dökme fırsatı buldum. Özellikle donanım–yazılım–veri bilimi entegrasyonunun bir sistemin genel başarısı üzerindeki etkisini net bir şekilde gözlemedim. Disiplinler arası bir ekip içinde çalışmak, teknik iletişim becerilerimi geliştirdi ve mühendislik problemlerine daha bütüncül bir bakış açısıyla yaklaşmamı sağladı. Genel olarak, projenin donanım altyapısının oluşturulmasına anlamlı bir katkı sağladığımı ve bu süreçten önemli mühendislik deneyimleri kazandığımı düşünüyorum.

Yunus Emre Karaca – Elektrik Mühendisliği – 2211503001

Bu projede Elektrik Mühendisliği ekibi içerisinde, Akıllı Atık Yönetim Sistemi'nin donanım kurulum ve test süreçlerinde aktif rol aldım. Projenin ilk aşamalarında, sistemin ihtiyaç duyduğu donanım bileşenlerinin belirlenmesi ve uygun malzemelerin seçilmesi süreçlerine katkı sağladım. Özellikle ESP32 mikrodenetleyicisi ve ultrasonik mesafe sensörünün birlikte sorunsuz çalışabilmesi için gerekli bağlantı yapılarının oluşturulması üzerine çalıştım.

Devre montajı sürecinde, sensör bağlantıları, besleme hatları ve yardımcı devre elemanlarının (LED, direnç vb.) doğru ve güvenli şekilde kurulmasına odaklandım. Kurulan donanımın çalışırlığını doğrulamak amacıyla gerçekleştirilen testlerde, sensör okuma kararlılığı ve sistemin uzun süreli çalışmalardaki davranışını gözlemlendi. Bu aşamada karşılaşılan bağlantı kopmaları, ölçüm dalgalanmaları ve fiziksel temas sorunlarının giderilmesinde aktif olarak görev aldım.

Donanım tarafında elde edilen verinin güvenilirliği, yazılım ve veri bilimi ekiplerinin gerçekleştirdiği analizlerin doğruluğu açısından kritik öneme sahipti. Bu nedenle, sensör verilerinin tutarlı şekilde ESP32 üzerinden aktarılmasını sağlayacak fiziksel stabiliteyi korumaya özen gösterdim. Yapılan test ve iyileştirmeler sayesinde, sistemin veri toplama sürecinin kesintisiz bir şekilde sürdürülebilmesine katkıda bulundum.

Bu proje, teorik elektrik mühendisliği bilgilerimi pratik bir IoT sistemi üzerinde uygulama fırsatı sundu. Donanım, yazılım ve veri analizi bileşenlerinin birbirine olan bağımlılığını yakından görmek, mühendislik bakış açımı geliştirdi. Disiplinler arası bir ekip içerisinde çalışmak, teknik iletişim ve problem çözme becerilerimi

güçlendirdi. Genel olarak, projenin donanım altyapısının oluşturulmasında sorumluluk alarak süreçte katkı sağladığımı ve bu çalışmanın mesleki gelişimime önemli kazanımlar sunduğunu düşünüyorum.

Kaynakça

- [1] Gunawan, T., & Jatmiko, E. (2021). "Ultrasonic Sensor Data Reliability in IoT-Based Waste Management Systems."
- [2] Mishra, A., & Kumar Ray, B. (2020). "A Survey on IoT and Cloud-Based Smart Waste Management Systems."
- [3] Lozano, Á., et al. (2018). "Dynamic Routing Optimization for Urban Waste Collection using Real-Time Sensor Data."
- [4] Singh, A., & Gupta, A. (2021). "Real-time Data Acquisition and Analysis using Firebase for IoT Applications."
- [5] Friedman, J. H. (2001). "Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine."
- [6] Al-Fuqaha, A., et al. (2015). "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications." Narayana, S. A., & Narayanan, S. (2020). "Smart Waste Management Systems using IoT and Optimization Techniques: A Review."

Proje Kodu	P03
Proje Adı	Atık Yönetim Sistemi
Kısa Açıklama	Sensörler yardımıyla atık seviyesini ölçen, backend ile verileri işleyen ve Google Firebase üzerinden gerçek zamanlı takip sağlayan akıllı çöp kutosu sistemi.
Onerilen Süre(hafta)	4 - 6 hafta
4 - 6 Haftalık Takvimi	
1. Hafta	Planlama ve Tedarik: Proje belirlenmesi. ESP32, HC-SR04 sensör ve diğer donanımların temini. Gerekşim analizi. Donanım Kurulumu: Devre şemasının kurulması, sensörün ESP32'ye bağlanması ve ilk ölçüm testleri.
2. Hafta	Görmülü Yazılım Geliştirme: VS Code ve PlatformIO ortamının kurulması. C++ ile sensör okuma ve LED kontrol algoritmalarının yazılması.
3.Hafta	Bulut Entegrasyonu: Google Firebase projesinin açılması. ESP32 Firebase Client Kütüphanesi ile verilerin doğrudan cihazdan buluta aktarılması.
4.Hafta	Sistem Entegrasyonu: Donanım ve Bulut katmanlarının birleştirilmesi. Arayüz geliştirme. Wi-Fi bağlantı karanılık testleri ve kalibrasyon.
5. Hafta	Raporlama: Proje raporunun yazılması ve sunum hazırlığı.
6.Hafta	
Beklenen Çıktılar ve Değerlendirme Ölçütleri	
Beklenen Çıktı	Değerlendirme Ölçütü
1 Çalışan Donanım Prototipi	Sensörün 30cm derinlikte $\pm 1\text{cm}$ hata payı ile kararlı ölçüm yapması.
2 Görmülü Sistem Yazılımı (Firmware)	ESP32'nin sensör verisini hatalı okuması ve "Normal/Dolu" durumunu LED'ler ile göstermesi.
3 Canlı Bulut Veritabanı	Cihaz verilerinin (Mesafe, Doluluk) Firebase ekranına anlık olarak düşmesi.
4 Proje Raporu	Sistem mimarisinin, C++ kodlarının ve bulut yapısının teknik bir dille anlatılması.

Makine Öğrenmesi Deneyleri Karbon Ayak İzi Hesaplama Tablosu

Makine Öğrenmesine Giriş Projesi - Gantt Taslağı

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/1
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	08/10/2024 16:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DISİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Kafe

Toplantı Adı	Veri Bilimi Toplantı 1	
Toplantı Konusu	Projenin geleceği ve Görev dağılımı	
Gündem	1	Grup üyelerinin tanışması
	2	Grup üyeleri arasında fikir alışverişi yapıldı.
	3	Proje konusunun belirlenmesi
Gündem Dışı Talepler*		

Kararlar	1	Akıllı Atık yönetim sistemi
	2	
	3	

TOPLANTI FOTOĞRAFLARI	
	

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/1
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	08/10/2024 16:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DISİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Kafe

Adı-Soyadı	Görevi	İmza
Hülya Güneş	Üye	
Ayser Tunçer	Üye	
Şevval Nur Bozkurt	Üye	
Kübra Şahin	Üye	
Emre Aksoy	Üye	
Yunus Emre Karaca	Üye	
Alper Ustaoğlu	Üye	

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/1
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	15/10/2024 16:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DISİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Kafe

Toplantı Adı	Veri Bilimi Toplantı 2	
Toplantı Konusu	Görev Dağılımı ve Malzeme Listesi Çıkarma	
Gündem	1	Görevlerin Dağıtılması
	2	Malzemelerin belirlenmesi
	3	Proje planı çıkartıldı
Gündem Dışı Talepler*		

Kararlar	1	İş Bölümü yapıldı.
	2	HC-SR04 Ultrasonik Mesafe Sensörü alınmasına karar verildi.
	3	LCD Ekran -12C Lehimli Mavi Display alınmasına karar verildi.

TOPLANTI FOTOĞRAFLARI		
		

Adı-Soyadı	Görevi	İmza
Emre Aksoy	Üye	
Alper Ustaoğlu	Üye	
Yunus Emre Karaca	Üye	

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/1
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	15/10/2024 16:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DISİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Kafe

Ayser Tunçer	Üye	
Hülya Güneş	Üye	
Şevval Nur Bozkurt	Üye	
Kübra Şahin	Üye	

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/3
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	22/10/2025 17:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Fakülte

Toplantı Adı	Veri Bilimi Toplantı 3	
Toplantı Konusu	Malzemelerin Sipariş edilmesi Ve Donanım araştırması	
Gündem	1	Literatür örneklerinin araştırılması
	2	Malzemelerin çalışma mantığının kavranması
	3	Malzemelere uygun çöp kutusu araştırılması
Gündem Dışı Talepler*		

Kararlar	1	Sektördeki projelerin incelenmesine karar verildi.
	2	İş bölümü sonucunda malzemelerin datasheetlerinin incelenmesine karar verildi.
	3	Malzemelerin fiziksel özelliklerine göre optimum çöp kutusunun belirlenmesi

TOPLANTI FOTOĞRAFLARI



 <p>BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ</p> <p>MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ</p> <p>VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ</p> <p>TOPLANTI TUTANAĞI</p>	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/3
	Toplantı Tarihi ve Saati	22/10/2025 17:00
	Toplantı Yeri	Fakülte

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/3
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	22/10/2025 17:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Fakülte

Adı-Soyadı	Görevi	İmza
Emre Aksoy	Üye	
Alper Ustaoğlu	Üye	
Yunus Emre Karaca	Üye	
Ayser Tuncer	Üye	
Hülya Güneş	Üye	
Şevval Nur Bozkurt	Üye	
Kübra Şahin	Üye	

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/4
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	05/11/2025 14:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Fakülte

Toplantı Adı	Veri Bilimi Toplantı 4	
Toplantı Konusu	Maket ve Donanımların Kurulumu	
Gündem	1	ESP 32 mikroişlemcisinin kurulumu
	2	Donanın kısmındaki malzemelerin konumlandırılması
	3	Ergonomik Ve kullanışlı bir model ortaya çıkarılması
Gündem Dış Talepler*		

Kararlar	1	Ledlerin,Dirençlerin,Mesafe sensörünün yerleştirilmesi
	2	Malzemelerin Sağlamlık kontrolünün yapılması
	3	ESP 32'nin giriş ve çıkış pinlerinin belirlenmesi

TOPLANTI FOTOĞRAFLARI	
	

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/4
	Toplantı Tarihi ve Saati	05/11/2025 14:00	
	Toplantı Yeri	Fakülte	

Adı-Soyadı	Görevi	İmza
Emre Aksoy	Üye	
Alper Ustaoğlu	Üye	
Yunus Emre Karaca	Üye	
Ayser Tuncer	Üye	
Hülya Güneş	Üye	
Şevval Nur Bozkurt	Kaptan	
Kübra Şahin	Üye	

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı No (Yıl-Sayı) Toplantı Tarihi ve Saati Toplantı Yeri	2025/5 26/11/2025 13:00 Kafe

Toplantı Adı	Veri Bilimi Toplantı 5	
Toplantı Konusu	Proje için Yazılım Tarafının Geliştirilmesi	
Gündem	1	Mesafe Sensörünün kodlanması.
	2	Mobil Uygulama Tarafında İlerleme sağlanması.
	3	Devre Simülasyonunun bilgisayar ortamında gerçekleştirilmesi
Gündem Dış Talepler*		

Kararlar	1	Mesafe sensörünün doluluk oranına göre kodlanması.
	2	Mobil uygulama arayüzü geliştirilmesi üzerine çalışılması.
	3	Verilerin işlenerek analiz edilmesi.

TOPLANTI FOTOĞRAFLARI

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/5
		Toplantı Tarihi ve Saati	26/11/2025 13:00
		Toplantı Yeri	Kafe



Adı-Soyadı	Görevi	İmza
Emre Aksoy	Üye	
Alper Ustaoğlu	Üye	
Yunus Emre Karaca	Üye	
Ayser Tuncer	Üye	
Hülya Güneş	Üye	
Şevval Nur Bozkurt	Kaptan	
Kübra Şahin	Üye	

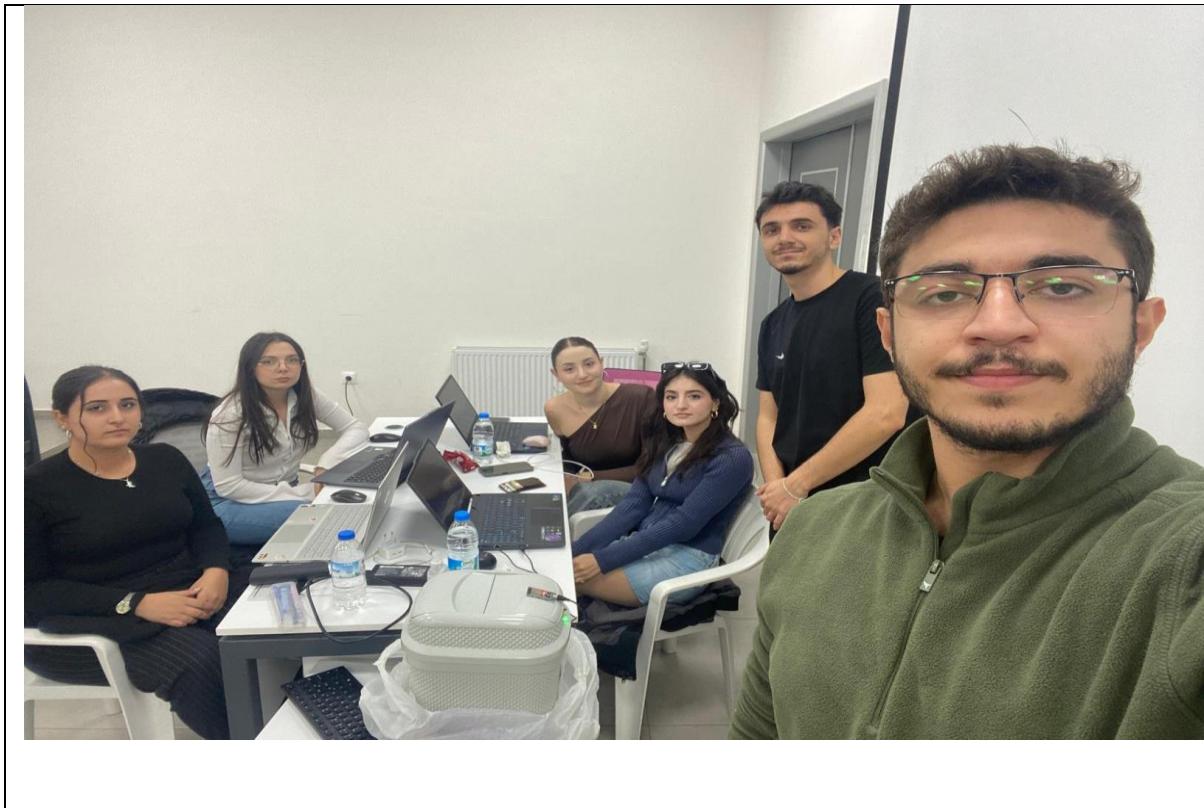
	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/6
	Toplantı Tarihi ve Saati	04/12/2025 14:00	
	Toplantı Yeri	Fakülte	

Toplantı Adı	Veri Bilimi Toplantı 6		
Toplantı Konusu	Raporların tamamlanması ve Modelin test edilmesi		
Gündem	1	Proje entegrasyonunun yapılması	
	2	Gerekli testlerin yapılması	
	3		
Gündem Dış Talepler*			

Kararlar	1	Yazılım kısmında güncellemelerin yapılması	
	2	Çöp kutusu uygulamasıyla verilerin test edilmesi	
	3	Raporların hazırlanması	

TOPLANTI FOTOĞRAFLARI

	BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	Toplantı No (Yıl-Sayı)	2025/6
	MÜHENDİSLİK VE DOĞA BİLİMLERİ FAKÜLTESİ YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ	Toplantı Tarihi ve Saati	04/12/2025 14:00
	VERİ BİLİMİ DERSİ DİSİPLİNLER ARASI ÖDEVİ TOPLANTI TUTANAĞI	Toplantı Yeri	Fakülte



Adı-Soyadı	Görevi	İmza
Emre Aksoy	Üye	
Alper Ustaoğlu	Üye	
Yunus Emre Karaca	Üye	
Ayser Tuncer	Üye	
Hülya Güneş	Üye	
Şevval Nur Bozkurt	Kaptan	
Kübra Şahin	Üye	