

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**MY FRIDGE APP: MARKET FİŞLERİNDEN OCR VE YAPAY ZEKÂ İLE AKILLI TARİF VE GIDA YÖNETİM SİSTEMİ**



**BİTİRME PROJESİ**

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

**DANIŞMAN**

Dr. Öğr. Üyesi Serhat Özekes

İSTANBUL, 2025

logo, yazı tipi, simge, sembol, grafik içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**MY FRIDGE APP: MARKET FİŞLERİNDEN OCR VE YAPAY ZEKÂ İLE AKILLI TARİF VE GIDA YÖNETİM SİSTEMİ**



**BİTİRME PROJESİ**

Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

**DANIŞMAN**

Dr. Öğr. Üyesi Serhat Özekes

İSTANBUL, 2025

**MARMARA ÜNİVERSİTESİ**

**TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ**

**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Öğrencileri Özgür Uylaş,Raoof Agh,Taylan Başar Duyğun tarafından “**MARKET FİŞLERİNDEN VERİ ELDE EDEREK YAPAY ZEKÂ DESTEKLİ YEMEK TARİFİ VE SİSTEM ANALİZİ**” başlıklı proje çalışması, 24.03.2025 tarihinde savunulmuş ve jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Dr. Öğr. Üyesi xxx xxx  Marmara Üniversitesi | **(Danışman)** | (İMZA)………….. |
| Prof. Dr. Xxx xxx  Marmara Üniversitesi | (Üye) | (İMZA)………….. |
| Prof. Dr. Xxx xxx  Marmara Üniversitesi | (Üye) | (İMZA)………….. |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**ÖNSÖZ**

Proje çalışmamız süresince karşılaştığım bütün problemlerde, sabırla yardım ve bilgilerini esirgemeyen, tüm desteğini sonuna kadar yanımda hissettiğim değerli hocalarım, sayın Doç. Dr. Buket Doğan ve sayın Prof. Dr. Serhat Özekes’ e en içten teşekkürlerimizi sunarız.

Bu proje çalışması fikrinin oluşması ve ortaya çıkmasındaki önerisi ve desteğinden dolayı değerli hocam Prof. Dr. Serhat Özekes’ e teşekkür ederiz.

Proje çalışmam sırasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen okul içerisinde ve okul dışında her zaman yanımda olan değerli çalışma arkadaşlarım ve hocalarım Doç. Dr. Buket Doğan ve Prof. Dr. Serhat Özekes’e sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

**ÖZET**

**MY FRIDGE APP: MARKET FİŞLERİNDEN OCR VE YAPAY ZEKÂ İLE AKILLI TARİF VE GIDA YÖNETİM SİSTEMİ**

Bu çalışma, market fişlerinden veri çıkararak yapay zekâ destekli bir yemek tarifi öneri ve gıda yönetim sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Günümüzde gıda israfı hem ekonomik hem de çevresel açıdan ciddi bir sorun haline gelmiştir. İnsanlar, satın aldıkları ürünlerin son kullanma tarihlerini takip edememekte ve mutfaktaki mevcut malzemeleri verimli kullanamamaktadır. Bu sorunlara çözüm üretmek amacıyla, Optik Karakter Tanıma (OCR) teknolojisi ile market fişlerinden ürün adları, fiyatlar ve son kullanma tarihleri okunmuş, bu veriler JSON formatında yapılandırılarak Spring Framework aracılığıyla geliştirilen Uygulama Programlama Arabirimini (API) kullanarak veri tabanına kaydedilmiştir.

Elde edilen veriler, farklı bir API aracılığıyla Büyük Dil Modellerine (LLM) iletilmiş ve bu modelde analiz edilerek kullanıcılara satın aldıkları ürünlere uygun yemek tarifleri önerilmiştir. Ayrıca son kullanma tarihi yaklaşan ürünler için bildirimler oluşturulmuştur. Son dönemlerde öne çıkan ‘Topping Economy’ adı altında ürünlere kişiselleştirme öğelerinin eklenmesi trendini izleyerek kullanıcıya besin değeri analizi ile kullanıcının vegan, vejetaryen veya normal beslenme tercihlerine göre özel öneriler sunulmuştur.

Sistem, OpenAI, Hugging Face ve Google Gemini API’leri ile entegre edilerek farklı dil modelleri test edilmiş ve en iyi performans gösteren model belirlenmiştir. Bu işlemlerin tamamının entegre çalışması için arka planda farklı API’ lar geliştirilmiş ancak son düzenlemeler için LLM ve OCR modellerini beklemektedir.

Potansiyel veri tabanı Spring Framework’ ün sunduğu H2 veri tabanında oluşturulmuş olup ileri düzenlemelere ihtiyaç duymaktadır. Ancak kullanıcı verilerinin tutulacağı yer Amazon’ un AWS Cloud Servisi olarak seçilmiştir. Arayüz denemeleri için Web altyapısı oluşturulmuş basit Postman komutları hazırlanmıştır.

Bu çalışma, mutfakta verimliliği artırmayı, sağlıklı beslenmeyi teşvik etmeyi, gıda israfını azaltmayı amaçlayan yenilikçi ve kişiselleştirilebilen bir sistem ortaya koymaktadır. Gelecekte, sistemin mobil platformlara entegre edilmesi ve öneri algoritmalarının daha kişiselleştirilmiş hale getirilmesi planlanmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Optik Karakter Tanıma (OCR), Büyük Dil Modelleri (LLM), Spring Framework, Amazon AWS, Market Fişi Analizi, Yapay Zekâ Destekli Tarif Önerisi, Gıda İsrafını Önleme, API Entegrasyonu.

**Mart, 2025 Öğrenciler**

**ABSTRACT**

**MY FRIDGE APP: AN INTELLIGENT RECIPE AND FOOD MANAGEMENT SYSTEM USING OCR AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE BASED ON SUPERMARKET RECEIPTS**

This study aims to develop an AI-assisted recipe recommendation and food management system by extracting data from grocery receipts. Today, food waste has become a serious issue both economically and environmentally. People often fail to track the expiration dates of the products they purchase and are unable to efficiently utilize the ingredients available in their kitchens. To address these issues, product names, prices, and expiration dates are extracted from grocery receipts using Optical Character Recognition (OCR) technology. These data are structured in JSON format and stored in a database via an Application Programming Interface (API) developed using the Spring Framework.

The obtained data is then sent to Large Language Models (LLMs) through a separate API, where it is analyzed to suggest recipes based on the purchased products. Additionally, notifications are generated for items nearing their expiration dates. In line with the recent trend of the "Topping Economy," where products are personalized, the system provides nutritional analysis and personalized suggestions based on users' dietary preferences such as vegan, vegetarian, or regular diets.

The system is integrated with APIs from OpenAI, Hugging Face, and Google Gemini to test different language models, and the best-performing model is selected. To ensure the smooth integration of all these processes, various backend APIs have been developed; however, final adjustments are pending the completion of the LLM and OCR model integrations.

The potential database is built using the H2 database provided by the Spring Framework, though further improvements are required. Amazon's AWS Cloud Service has been chosen to store user data. For frontend testing purposes, a basic web infrastructure has been developed and simple Postman commands have been prepared.

This project presents an innovative and customizable system that aims to increase efficiency in the kitchen, encourage healthy eating habits, and reduce food waste. In the future, it is planned to integrate the system into mobile platforms and further personalize the recommendation algorithms.

**Keywords:** Optical Character Recognition (OCR), Large Language Models (LLM), Spring Framework, Amazon AWS, Grocery Receipt Analysis, AI-Assisted Recipe Recommendation, Food Waste Prevention, API Integration.

**March, 2025 Students**

**SEMBOLLER**

𝑃 : Ürün fiyatı (TL)

𝑁 : Ürün adı

𝑡ₑ : Son kullanma tarihi (Tarih formatında)

𝐽(𝑁,𝑃,𝑡ₑ) : JSON formatında saklanan veri

𝑂(𝑁,𝑃,𝑡ₑ) : OCR tarafından çıkarılan ürün bilgileri

𝐹(𝑂) : OCR çıktılarının veritabanına işlenmesi

𝑇𝑟(𝑁,𝑡ₑ) : LLM modeli tarafından önerilen yemek tarifleri

𝑆𝑈(𝑡ₑ) : Son kullanma tarihi yaklaşan ürünler için uyarılar

𝐵(𝑁) : Besin değeri hesaplaması

𝐷(𝑁,𝑃,𝑡ₑ,𝑇𝑟,𝐵) : Kullanıcıya sunulan öneriler

⊕ : API çağrısı operatörü

𝐹𝐹 : Fiş fotoğrafı

𝐹𝐹(𝑛,𝑙,𝑎) : Farklı açılardan çekilen fiş görüntüleri (n: fiş sayısı, l: ışık koşulları, a: açı)

𝑃𝐷𝐵 : PostgreSQL veritabanı

𝐿𝐿𝑀(𝑂,𝑡ₑ) : Büyük Dil Modeli tarafından analiz edilen fiş verileri

∑ : Toplam ürün sayısı

𝑉(𝑁) : Vegan uyumluluğu

𝑊(𝑁) : Vejetaryen uyumluluğu

𝑅(𝑁,𝑃,𝑡ₑ,𝑉,𝑊) : Yapay zeka destekli tarif öneri fonksiyonu

**KISALTMALAR**

OCR : Optical Character Recognition (Optik Karakter Tanıma)

LLM : Large Language Model (Büyük Dil Modeli)

API : Application Programming Interface (Uygulama Programlama Arayüzü)

AI : Artificial Intelligence (Yapay Zeka)

JSON : JavaScript Object Notation (Veri Depolama Formatı)

SQL : Structured Query Language (Yapısal Sorgulama Dili)

DB : Database (Veritabanı)

AWS : Amazon AWS Cloud Database (Amazon AWS Bulut Veri Tabanı Servisleri)

ML : Machine Learning (Makine Öğrenmesi)

DL : Deep Learning (Derin Öğrenme)

NLP : Natural Language Processing (Doğal Dil İşleme)

UI : User Interface (Kullanıcı Arayüzü)

UX : User Experience (Kullanıcı Deneyimi)

PY : Python (Programlama Dili)

JS : JavaScript (Programlama Dili)

FE : Frontend (Ön Yüz Geliştirme)

BE : Backend (Arka Yüz Geliştirme)

TF : TensorFlow (Derin Öğrenme Kütüphanesi)

HF : Hugging Face (Açık Kaynak NLP Platformu)

GPT : Generative Pre-trained Transformer (Önceden Eğitilmiş Üretici Dönüştürücü)

CV : Computer Vision (Bilgisayarla Görü)

YOLO : You Only Look Once (Gerçek Zamanlı Nesne Tanıma Algoritması)

FTR : Feature Extraction (Özellik Çıkarımı)

REC : Recommendation System (Öneri Sistemi)

TL : Transfer Learning (Transfer Öğrenmesi)

CLI : Command Line Interface (Komut Satırı Arayüzü)

SDK : Software Development Kit (Yazılım Geliştirme Kiti)

SVM : Support Vector Machine (Destek Vektör Makineleri)

KNN : K-Nearest Neighbors (K-En Yakın Komşu Algoritması)

GAN : Generative Adversarial Networks (Üretici Çekişmeli Ağlar)

CNN : Convolutional Neural Network (Evrilimli Sinir Ağları)

RNN : Recurrent Neural Network (Tekrarlayan Sinir Ağları)

LSTM : Long Short-Term Memory (Uzun Kısa Süreli Bellek)

**ŞEKİL LİSTESİ (Gelecek Raporlarda Eklenecek Şekil Listesi)**

Şekil 1.1 Market fişlerinden veri çıkarma sürecinin genel akış diyagramı

Şekil 2.1 Fişlerin farklı açılardan ve ışık koşullarında fotoğraflanması

Şekil 2.2 Görüntü İşleme Teknikleri ile fiş verilerinin arttırılması ve gürültü eklenmesi

Şekil 2.3 YOLOv8 ile tespit edilen fişler ve normal halleri

Şekil 3.1 LLM tarafından önerilen yemek tarifleri örneği

Şekil 3.3 Besin değeri ve diyet tercihlerine göre öneri süreci

Şekil 4.1 API entegrasyonu ve veri işleme sürecinin genel mimarisi

Şekil 4.2 OpenAI, Hugging Face ve Google Gemini API’lerinin entegrasyonu

**İÇİNDEKİLER**

[1. GİRİŞ 1](#_Toc193727345)

[**1.1 Proje Amacı ve Önemi** 2](#_Toc193727346)

[**1.2 Literatür Taraması** 2](#_Toc193727347)

[2. VERİ SETİ TOPLAMA VE İŞLEME SÜRECİ 4](#_Toc193727348)

[**2.1 Marketlerden Fiş Toplama** 4](#_Toc193727349)

[**2.2 Toplanan Fişlerin Dijital Ortama Geçirilmesi ve Görüntü İşleme Teknikleri ile Yeni Verilerin Oluşturulması** 4](#_Toc193727350)

[**2.3 OCR Kullanılarak Fişlerden Gerekli Verilerin Elde Edilmesi** 5](#_Toc193727351)

[3. VERİLERİN VERİ TABANINA KAYDEDİLMESİ VE API ALTYAPISININ OLUŞTURULMASI 6](#_Toc193727352)

[**3.1 JSON Formunda Gelen Verilerin Kaydedilmesi** 6](#_Toc193727353)

[**3.2 Katmanlı Altyapının Oluşturulması** 6](#_Toc193727354)

[**3.3 Son Verilerin Veri Tabanına Kaydedilmesi** 7](#_Toc193727355)

[4. LLM Modelinin Geliştirilmesi 7](#_Toc193727356)

[**4.1 LLM Modelinden Tarif Çıktısının Alınması** 7](#_Toc193727357)

[5. KULLANICI ARAYÜZÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ 8](#_Toc193727358)

[**5.1 Kullanıcı Arayüzüne Karar Verilmesi** 8](#_Toc193727359)

[6. BULGULAR VE SONUÇLAR 8](#_Toc193727360)

[**6.1 Yapılan Çalışmalar** 8](#_Toc193727361)

[**6.2 Sonraki Adımlar** 9](#_Toc193727362)

[7. KAYNAKLAR 10](#_Toc193727363)

1. **GİRİŞ**

Günümüzde hızlı tüketim alışkanlıklarının artması, bireylerin satın aldıkları gıda ürünlerini etkin şekilde takip edememesi ve plansız mutfak yönetimi, gıda israfının temel nedenleri arasında yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, dünya genelinde her yıl milyarlarca ton gıda israf edilmekte; bu durum yalnızca ekonomik kayıplara yol açmakla kalmamakta, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de tehdit etmektedir. Özellikle son kullanma tarihi geçmiş ürünlerin fark edilmeden tüketilmesi ya da çöpe atılması, hem sağlık açısından risk teşkil etmekte hem de kaynak israfına neden olmaktadır.Bu bağlamda, teknolojik çözümlerle gıda israfının önüne geçilmesi gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Gelişen yapay zekâ teknolojileri, kullanıcı alışkanlıklarının analiz edilmesi, veri odaklı öneri sistemlerinin oluşturulması ve bireylere özel içeriklerin sunulması gibi pek çok alanda etkin şekilde kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin mutfak yönetimine entegre edilmesi, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde gıda israfını azaltma potansiyeline sahiptir.Bu çalışmada, bireylerin günlük yaşamlarında sıklıkla karşılaştıkları market fişlerinden elde edilen veriler üzerinden geliştirilen, yapay zekâ destekli bir yemek tarifi öneri ve gıda yönetim sistemi tasarlanmıştır. Söz konusu sistem, market fişlerinden ürün bilgilerini ve son kullanma tarihlerini otomatik olarak okuyabilen bir Optik Karakter Tanıma (OCR) modülü ile donatılmış; elde edilen veriler, yapılandırılmış biçimde bir veri tabanına aktarılmıştır. Daha sonra bu veriler Büyük Dil Modelleri (LLM) kullanılarak analiz edilmiş ve kullanıcıya mevcut ürünlerine uygun yemek tarifleri önerilmiştir. Ayrıca, son kullanma tarihi yaklaşan ürünler için uyarı sistemi geliştirilmiş ve kullanıcının beslenme tercihlerine göre kişiselleştirilmiş öneriler sunulmuştur.Uygulama sürecinde OpenAI, Hugging Face ve Google Gemini gibi çeşitli yapay zekâ platformlarının API’leri entegre edilerek farklı dil modelleri karşılaştırmalı olarak test edilmiştir. Sistem mimarisi, Python tabanlı programlama diliyle oluşturulan API’ler, Amazon bulut altyapısına sahip veri tabanı ve kullanıcı dostu bir arayüzle desteklenmiştir. Bu projenin temel amacı, kullanıcıların mutfak içerisindeki verimliliğini artırmak, sağlıklı ve dengeli beslenme alışkanlıklarını teşvik etmek ve aynı zamanda gıda israfını önlemeye katkı sunacak bütüncül bir dijital çözüm geliştirmektir.

**1.1 Proje Amacı ve Önemi**

Bu projenin temel amacı, market fişlerinden elde edilen veriler aracılığıyla kullanıcıların mutfaktaki mevcut malzemelerini daha verimli kullanabilmesini sağlayacak, yapay zekâ destekli bir yemek tarifi öneri ve gıda yönetim sistemi geliştirmektir. Özellikle son kullanma tarihi yaklaşan gıda ürünlerinin tespiti, bu ürünlerin israf edilmeden değerlendirilmesi ve bireylerin beslenme tercihlerine uygun tariflerin sunulması, sistemin odaklandığı başlıca işlevlerdir. Geliştirilen bu sistem ile kullanıcıların alışveriş sonrasında elde ettikleri ürünleri daha bilinçli şekilde takip etmeleri, plansız tüketimin önüne geçmeleri ve sağlıklı beslenme alışkanlıkları kazanmaları hedeflenmektedir. Projenin önemi, yalnızca bireysel mutfak yönetimine katkı sunmasından değil, aynı zamanda küresel ölçekte giderek artan gıda israfı sorununa karşı yenilikçi ve uygulanabilir bir çözüm önerisi sunmasından kaynaklanmaktadır. Gıda israfı, sadece ekonomik kaynakların boşa harcanmasına değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliğin zedelenmesine neden olmaktadır. Bu bağlamda, geliştirilen sistemin bireysel kullanıcılar nezdinde farkındalık oluşturması ve israfı azaltma yönünde davranış değişikliğine katkı sunması beklenmektedir. Ayrıca bu proje, yapay zekâ teknolojilerinin günlük yaşam problemlerine entegre edilebilmesinin somut bir örneğini teşkil etmektedir. Optik Karakter Tanıma (OCR) ve Büyük Dil Modelleri (LLM) gibi ileri teknolojilerin birlikte kullanılması, hem yazılım geliştirme açısından disiplinler arası bir yaklaşımın ürünüdür hem de gelecekte benzer amaçlarla geliştirilecek sistemler için temel bir model oluşturma potansiyeline sahiptir.

**1.2 Literatür Taraması**

OCR teknolojisi, özellikle market fişleri, ürün etiketleri ve ambalajlar üzerindeki metinlerin dijital ortama aktarılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Pettersson ve arkadaşları [1] ürün ambalajları üzerindeki metinleri OCR ile çıkararak görsel tanıma sistemleriyle entegre bir şekilde çalışan çok modlu bir sınıflandırma modeli geliştirmiştir. Bu yaklaşım sayesinde, özellikle görsel olarak benzer ürünlerin daha doğru sınıflandırılabildiği ortaya konmuştur. Benzer şekilde Gong ve çalışma arkadaşları [2], gıda ambalajları üzerindeki son kullanma tarihlerini tanımlamak üzere çift yapılı bir derin öğrenme modeli tasarlamış ve düşük ışık koşullarında dahi %95'in üzerinde doğruluk elde etmiştir. Kim ve ark. [3] ise bebek maması ürünleri üzerinde yaptıkları çalışmada, OCR teknolojisiyle ürün etiketlerinden besin içeriklerini ve sağlıkla ilgili iddiaları başarıyla çıkarmış ve bu verileri ağ analizine tabi tutarak sektördeki yaygınlıklarını ortaya koymuştur.OCR'nin bir diğer uygulama alanı, market fişlerinden gıda tüketimi verisi elde etmeye yöneliktir. Kaderabek [4], süpermarket fişlerinden OCR teknolojisi aracılığıyla ürün adı, fiyat ve miktar bilgilerini otomatik olarak çıkararak bu bilgileri veri tabanına aktaran bir sistem geliştirmiştir. Bu tür otomasyon uygulamaları, manuel veri girişine olan ihtiyacı azaltmakta ve daha büyük örneklemli tüketim analizlerine olanak sağlamaktadır.Büyük dil modelleri (LLM), özellikle yemek tariflerinin kişiselleştirilmesi ve sağlık yönünden iyileştirilmesinde yeni fırsatlar sunmaktadır. Nguyen ve arkadaşları [5] GPT-3.5 tabanlı bir modeli kullanarak geleneksel tariflerdeki malzemeleri daha sağlıklı alternatiflerle değiştiren bir sistem geliştirmiştir. Model, besin değeri açısından zengin ikameler önererek, otomatik şekilde yeni tarifler türetebilmiş ve bu sayede beslenme kalitesini artıracak çıktılar üretmiştir. LLM’lerin diyete dayalı içerik üretme kabiliyeti, kişisel sağlık yönetimi açısından da incelenmiştir. Zhou ve arkadaşları [6], ChatGPT'nin kişisel beslenme planlamasında kullanılabilirliğini test etmiş; modelin önerdiği tariflerin kalori ve besin değerleri açısından bilimsel standartlarla uyumlu olduğunu, hatta kısa vadede kullanıcıların kilo kontrolüne katkı sağladığını rapor etmiştir. Bununla birlikte, veri güvenliği ve kullanıcı mahremiyetine dair kaygıların sürdüğü, kullanıcıların yapay zekâ önerilerine karşı temkinli olabildiği de aynı çalışmada vurgulanmıştır.Gıda israfının önlenmesi konusunda ise özellikle büyük mutfak sistemlerinde yapay zekâ destekli atık yönetimi sistemleri dikkat çekmektedir. Clark ve arkadaşları [7], ticari mutfaklarda kullanılan atık izleme sistemlerinin ev ortamına uyarlanabilirliğini incelemiş ve bu teknolojilerin ev kullanıcıları için de potansiyel faydalar sunduğunu belirtmiştir. Mastorakis ve arkadaşlarının geliştirdiği FoodSaveShare adlı mobil uygulama, süpermarket alışveriş verilerini kullanıcıların telefonlarına entegre ederek ürünlerin son kullanma tarihine göre bildirimler göndermekte ve israfı azaltmayı hedeflemektedir [8]. Bütünleşik sistem çözümleri açısından literatürdeki örnekler sınırlı sayıdadır. Tiwari ve arkadaşları [9], hem ev kullanıcıları hem de restoranlar için geçerli olacak uçtan uca bir sistem önerisi geliştirmiştir. Bu sistemde, OCR ile ürün tanıma, LLM ile tarif önerisi ve yapay zekâ destekli talep tahmini bir arada çalışmakta; böylece tüm gıda yaşam döngüsü boyunca israfın önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca, bu tür sistemlerin veri tabanı yönetiminde bulut altyapılarının kullanılması yaygınlaşmaktadır. Chen ve Zhao [10], yapay zekâ destekli sistemlerde Amazon Web Services (AWS) gibi bulut servislerinin hızlı veri işleme, ölçeklenebilirlik ve güvenlik açısından sunduğu avantajları detaylı şekilde incelemiştir.Mevcut literatür incelendiğinde, OCR, LLM ve yapay zekâ destekli veri işleme yaklaşımlarının gıda sektöründe çeşitli uygulamaları bulunduğu görülmektedir. Ancak bu teknolojilerin tümünü entegre biçimde kullanan ve gerçek zamanlı çalışan bütüncül sistemlerin henüz yeterince gelişmediği; bu alanın yeni çalışmalara açık olduğu tespit edilmiştir.

**2. VERİ SETİ TOPLAMA VE İŞLEME SÜRECİ**

**2.1 Marketlerden Fiş Toplama**

Market fişlerinden oluşan veri seti, uzun süreli bir saha çalışması ile oluşturulmuştur. Fişlerin toplanması sürecinde çeşitli marketlerden farklı dönemlerde alışverişler yapılmış, farklı ürün kategorilerini kapsayacak şekilde geniş bir veri seti oluşturulmasına özen gösterilmiştir. Veri çeşitliliğini artırmak adına hem büyük zincir marketlerden hem de küçük bakkal ve yerel mağazalardan fişler toplanmıştır.

Fişlerin toplanması sürecinde yaşanan zorluklar ve detaylar şunlardır:

* Farklı marketlerden alışveriş yapılarak geniş bir ürün yelpazesi oluşturulmuştur.
* Fişlerin okunaklı olması için farklı kâğıt türlerinden ve baskı kalitesinden kaynaklanan sorunlar dikkate alınmıştır.
* Kullanıcı deneyimini gerçekçi hale getirmek için hem yıpranmış hem de düzgün fişler toplanarak veri seti çeşitlendirilmiştir.

**2.2 Toplanan Fişlerin Dijital Ortama Geçirilmesi ve Görüntü İşleme Teknikleri ile Yeni Verilerin Oluşturulması**

Toplanmış Fişler öncelikle geliştiriciler tarafından bireysel telefonlar kullanarak farklı stillerde (tamamen temiz ve masada, kötü ışıklandırma altında, havada tutulurken vb.) fotoğrafları çekilmiş ardından OCR modelinin daha iyi eğitilebilmesi adına Görüntü İşleme teknikleri kullanılmıştır. Kullanılan Görüntü İşleme Teknikleri şu şekildedir:

* Gri tonlamaya çevirme: Fişlerin renk bilgisi gereksiz olduğundan, görüntüler gri tonlamaya çevrilerek işleme süreci hızlandırılmıştır.
* Döndürme ve eğrilik ekleme: Modelin farklı açılardan çekilmiş fişleri algılayabilmesi için belirli açılarda rastgele döndürme ve eğrilik (skew) eklenmiştir.
* Bulanıklık ekleme: Kameranın odaklanmadığı senaryoları simüle edebilmek için belirli seviyelerde bulanıklık uygulanmıştır.
* Gürültü ekleme: Gerçek dünya koşullarında oluşabilecek düşük çözünürlüklü veya düşük kaliteli fiş görüntülerini simüle etmek adına Gaussian ve salt & pepper türünde gürültü eklenmiştir.

Bu görüntü işleme teknikleri sayesinde veri kümesinin çeşitliliği arttırılmış, bozulan veriler sayesinde gerçek hayat senaryolarında karşılaşılabilecek problemlere önlem alınmış ve modelin genelleştirilmesi sağlanmıştır.

Fişlerin dijitalleştirilmesi sürecinde yaşanan zorluklar ve detaylar şunlardır:

* Gerçekçilik nedeniyle tarayıcı yerine telefon kamerası kullanılmıştır. Yüksek sayıda fiş nedeniyle de yüksek efor ihtiyacı ortaya çıkmıştır.
* Elde edilen her bir fiş fotoğrafından görüntü işleme sonrası birçok fotoğraf elde edildiğinden hafıza kullanımı artmıştır. Gri tonlama kullanılarak kontrol altına alınmaya çalışılmıştır.

**2.3 OCR Kullanılarak Fişlerden Gerekli Verilerin Elde Edilmesi**

OCR teknolojisi, fişler üzerindeki metinleri okunabilir dijital veriye dönüştürmek için kullanılmıştır. Google Vision API Tesseract OCR, YOLOv8 gibi farklı teknolojiler test edilmiş YOLOv8 modeli bireysel olarak geliştirilmiştir. Model, fişleri tespit etmek amacıyla nesne tespiti üzerine optimize edilmiştir. OCR süreci şu aşamalardan oluşmaktadır:

* **Metin Tanıma:** OCR modeli, fiş üzerindeki metni tarayarak ürün adlarını, fiyatları ve tarih bilgilerini ayrıştırmaktadır.
* **Veri Yapılandırma:** OCR çıktıları JSON formatına çevrilerek sistemin diğer bileşenleriyle uyumlu hale getirilmiştir.
* **Hata Ayıklama:** Fişlerde yer alan eksik veya yanlış okunan verilerin düzeltilmesi için bir doğrulama algoritması geliştirilmiştir.

Bu süreçlerin sonunda, veri seti sistemin ihtiyaçlarına uygun hale getirilmiş ve modelin eğitimi için kapsamlı bir temel oluşturulmuştur. 1500’den fazla market fişi, farklı marketlerden toplanarak geniş bir veri seti oluşturulmuştur. Bu fişler, gıda ürünlerini çeşitlendirmek ve sistemin doğruluğunu artırmak için manuel olarak kategorize edilmiştir.

OCR kullanılarak fişler üzerindeki metinler analiz edilmiş ve ürün isimleri, fiyatlar ve tarih bilgileri çıkarılarak veri tabanına kaydedilmiştir. Ancak eğitim süreci sırasında bazı zorluklar tespit edilmiştir:

* Modelin fişlere benzer şekle sahip nesneleri de tespit etmesi: Eğitilen model, fişleri başarılı bir şekilde tespit edebilmesine rağmen, benzer dikdörtgen şekle sahip nesneleri de fiş olarak algılama eğiliminde olmuştur. Bu durum, eğitim verisinin iyileştirilmesi ve daha fazla çeşitlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.
* Elde tutulan fişlerin tespit edilmesindeki zorluklar: Model, düz bir zeminde bulunan fişleri yüksek doğrulukla tespit edebilirken, elde tutulan fişleri algılamakta zorlanmıştır. Bunun temel sebebi, ilk oluşturulan veri setinde yalnızca masaya düz bir şekilde yerleştirilmiş fiş görüntülerinin bulunmasıdır.

Bu sorunları gidermek adına, veri kümesinin daha da genişletilmesi ve farklı açılardan çekilmiş fiş görüntülerinin de modele dahil edilmesi gerekmektedir. Gelecek çalışmalar kapsamında, elde tutulan fişlerin sayısını artırarak modele yeni veri çeşitleri kazandırmak, farklı ışıklandırma koşullarında çekilmiş görüntüler eklemek ve modelin yanlış tespit ettiği nesneler için negatif örnekler kullanarak eğitimi iyileştirmek planlanmaktadır.

**3. VERİLERİN VERİ TABANINA KAYDEDİLMESİ VE API ALTYAPISININ OLUŞTURULMASI**

**3.1 JSON Formunda Gelen Verilerin Kaydedilmesi**

Özel olarak OCR modeli için Spring Framework kullanılarak bir API geliştirilmiş, bu API’a bağlı olarak H2 veri tabanı oluşturulmuş ve json tipinde verilerin tutulması için gereken kütüphane, extension vb. öğeler implemente edilip test edilmiştir. Birincil API’ ın geliştirilmesi OCR modelinin tamamlanıp çıktısının finalize edilmesiyle başlayacak ve var olan prototipten uyarlanacaktır.

**3.2 Katmanlı Altyapının Oluşturulması**

Birden fazla yapay zekâ modeli, veri tabanı ve potansiyel front-end bulunduğundan her bir sistemin ayrı API’ ı olmasının hata tespiti, işlem yükü, güvenlik katmanı göz önüne alındığında daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. Bu bağlamda yer alacak toplam API’lar ve veri tabanları şu şekildedir:

* OCR modeline ait API: Görevi OCR modeli ile iletişim sağlamak ve çıktısı olan json verilerini kaydetmek, işlemek ve işlenen verileri Merkezi API’ a iletmektir.
* Veri Tabanına ait API: Görevi ana verilerin bulunduğu Cloud sistemi ile iletişim kurmaktır. Yazılması veya okunması gereken verilerle ilgili Merkezi API ile iletişim halindedir.
* Kullanıcı Girişi Sistemine ait API: Sadece kullanıcı girişi ve temel güvenlik sistemlerinin bulunduğu ardından da kullanıcıyı Ana uygulamaya yönlendirmek için görevli Merkezi API ile iletişim halindedir.
* LLM modeline ait API: LLM modeline yönlendirilmesi gereken veriler için Merkezi API ile iletişim kurar. Ayrıca modelin çıktılarının da Android veya Web arayüzüne iletilmesi için Merkezi API ile iletişim halindedir.
* Front-end’ e ait API: Uygulamanın front-end’ inden gelen talepleri karşılayan ve kullanıcıyla direkt ilgilenen API sistemidir. Tüm ihtiyaçları ve işlemleri için Merkezi API ile iletişim halindedir.
* Merkezi API: Tek görevi tüm API’ ların senkronize ve optimize çalışmasını sağlamaktır. Tüm API’ lar ile iletişim halindedir.
* Log API: Modelde ve uygulamada yapılan tüm işlerin loglarının tutulduğu bir API sistemidir. Özel olarak tüm API’ lar ile iletişim halindedir ve geri dönütsüz çalışır. Yani tek görevi yapılan tüm işlemleri (hata alınması, giriş yapılması, tarif çıkarılması, fotoğraf yüklenmesi vb.) kendine ait veri tabanına ve dosyaya kaydetmektir.

Bu katmanlı yapı sayesinde hangi sistemde hata alındığının daha hızlı tespit edilmesi, bir API’ a yüklenen işlem yükünün hafiflemesi, güvenlik aşamalarının arttırılması hedeflenmektedir.

**3.3 Son Verilerin Veri Tabanına Kaydedilmesi**

Bahsedilmiş olan API’ lar aracılığıyla elde edilen içerik, kullanıcı, tarif bilgilerinin atanmış olan veri tabanlarına kaydedilmesi aşamasıdır. OCR ve LLM modellerinin oluşturulması sonrasında şekillenen veri tabanları şematize edilecek ve en uygun ortamlarda (H2, dosya, AWS vb.) oluşturulacaktır. Oluşturulan veri tabanlarına veriler kaydedilecek ve veri kopyalaması gibi problemler olmaması adına gerekli normalizasyon işlemleri yapılacaktır. Hedeflenen son durumda güvenli, modüler, adaptif ve normalize bir veri tabanı sistemine sahip olmaktır. Güncel süreçte sahip olunan veri tabanları şu şekildedir:

* Kullanıcılar Veri Tabanı: Kullanıcı temel bilgilerini, şifre gibi gizlenmesi gereken bilgileri tutan veri tabanıdır.
* OCR Veri Tabanı: OCR’ dan gelen json dosyaları tutan veri tabanıdır.
* LLM Veri Tabanı: İşlenmiş ve çıkarılmış asıl verilerin bulunduğu veri tabanıdır. Tarif üretmek için kullanılacaktır.
* Log Veri Tabanı: Loglama sisteminin çıktılarını tutacak olan veri tabanıdır.

Bu çoklu ve ayrışık veri tabanları ilerleyen zamanlarda optimize ve şematize edilecektir. Her biri kendi içerisinde farklı tablolar bulundurabilecek ve tek bir API ile iletişim halinde olacaktır. Bu sayede veri tabanının güvenliğinin de bir kademe daha arttırılması hedeflenmektedir.

**4. LLM Modelinin Geliştirilmesi**

**4.1 LLM Modelinden Tarif Çıktısının Alınması**

**Kullanılacak LLM modelinin verimli olması adına farklı API’ lar test edilmiştir. Bu API’ lar** OpenAI API, Hugging Face API ve Google Gemini API şeklindedir. Her bir API’ ın sonuçları alınmış ve üzerlerinde doğruluk, maliyet ve performans analizleri yapılmıştır. Performans analizi içeriğinde iki farklı analiz bulunmaktadır. Birincisi API’ ın hızının ve kotasının bulunduğu yazılımsal performans olurken ikincisi ise modelin çıktısının kullanıcının bir yemek tarifinden ihtiyacını ne seviyede karşıladığının incelendiği işlevsel performans şeklindedir. İşlevsel Performans incelenirken dikkat edilen maddeler şu aşağıdaki gibidir:

* Veri tabanında bulunan malzemeler dışında bir malzeme kullanıldı mı,
* Kullanıcının içerisinde olmaması için işaretlediği ancak veri tabanında var olan bir ürün tarife eklendi mi,
* Tarif anlaşılır bir dilde mi,
* Tarifte verilen adımları takip etmek kolay mı,
* Verilen tarifler var olan tarifler mi,

**Bu soruların cevabına göre modeller incelenmiş aralarından projenin hedeflerine ve ihtiyaçlarına en iyi şekilde cevap verebilecek olanı tercih edilmiştir. Gelecek aşamalarda da bu sorular test sürecinde kullanıcılara verilecek ve puanlama sistemiyle bir not verilmesi istenecektir. Bu sayede geliştirici bakış açısı dışında kullanıcı bakış açısını da dahil ederek daha tarafsız bir şekilde LLM modellerinin karşılaştırılması yapılacaktır.**

**Tariflerin üretilmesi aşamasında API çağrıları** asenkron olarak işlenerek sistemin hızlandırılması planlanmaktadır. Özellikle fiş yükleme sonrası OCR ve LLM süreçlerinin paralel olarak yürütülmesinin, kullanıcı deneyimini olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir.

**5. KULLANICI ARAYÜZÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ**

**5.1 Kullanıcı Arayüzüne Karar Verilmesi**

Güncel geliştirmeler ve bulgular ele alındığında projenin Android ortamda geliştirilmesinin en yüksek verime yol açacağı gözlemlenmiştir. Ancak modellerin geliştirmesi esnasında ortaya çıkan hatalar sebebiyle kullanıcı arayüzünün geliştirilmesine ayrılan zamanın azalması durumunda web arayüzü geliştirilebilmesi için gereken ön işlemler yapılmıştır. Modellerin stabil bir versiyona gelmesi halinde arayüzlerin geliştirilmesine başlanılacak olup geliştirilme esnasında potansiyel kullanıcı grubu ile aktif iletişim halinde kalınacaktır. Basit işlemlerin ve fonksiyonların kullanılabileceği en minimal versiyon başta olmak üzere kullanıcılara sunulacak ve devamlı olarak hem yeni özellikler eklenecek hem de kullanıcı dönütleri göz önüne alınarak geliştirmeler yapılacaktır. Proje takviminde çok ileri bir tarihte yer aldığından sadece web arayüzünün olup olmama ihtimali test edilmiştir.

**6. BULGULAR VE SONUÇLAR**

Bu bölümde, projenin mevcut durumu, elde edilen bulgular ve bundan sonraki adımlara ilişkin değerlendirmeler sunulacaktır. Gerçekleştirilen çalışmalar kapsamında fiş toplama sürecinin tamamlanmış ve fotoğraflama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Şu ana kadar elde edilen verilerin bir kısmı dijital ortama aktarılmış ve altyapı temel olarak test edilmiştir. Sürecin sonraki aşamalarında veri işleme ve analiz çalışmalarına odaklanılacak olup kullanıcı geri dönütleri ışığında geliştirmeler yapılacaktır.

**6.1 Yapılan Çalışmalar**

**Veri Toplama ve Görüntüleme**

Market fişlerinin toplanması süreci başarıyla tamamlanmış, farklı perakende noktalarından temin edilen fişler yüksek çözünürlüklü biçimde dijital ortama aktarılmıştır. Fişlerin fotoğraflanmasında, OCR süreçlerini destekleyecek netlikte ve kalitede görüntülerin elde edilmesine özen gösterilmiştir.

**OCR Uygulamaları**

Fişlerde yer alan metin verilerinin dijitalleştirilmesi amacıyla çeşitli OCR teknolojileri üzerinde çalışmalar yürütülmüştür. Özellikle Google Vision API ve Tesseract OCR sistemleri test edilerek, her birinin farklı belge kaliteleri üzerindeki performansları karşılaştırılmaktadır. Doğruluk oranlarını artırmak için model optimizasyonlarına devam edilmektedir.

**LLM Tabanlı API Testleri**

Yapay zekâ destekli öneri sistemi geliştirmek üzere üç farklı Büyük Dil Modeli (LLM) API’si değerlendirmeye alınmıştır. Bu modeller, OCR çıktılarından elde edilen ürün bilgilerini analiz ederek kullanıcıya uygun tarifler önermeyi amaçlamaktadır. Her bir API'nin dil anlama kapasitesi, esneklik düzeyi ve içerik üretme başarımı test edilmiştir.

**Tarif Öneri Sisteminin Geliştirilmesi**

LLM API'leri aracılığıyla kişiselleştirilmiş yemek tarifi önerileri oluşturulmuştur. Özellikle vegan, vejetaryen ve haftalık planlayıcı gibi kullanıcı tercihleri dikkate alınarak özelleştirilmiş içerik üretimi sağlanmıştır. JSON formatında yapılandırılan veri setleri ile API performansları değerlendirilmekte ve önerilerin doğruluğu test edilmektedir.

**Spring Framework Çalışmaları**

Spring Framework üzerinde çoklu API ve AWS için uyumluluk araştırılmış basit örnek uygulamalar geliştirilip testler yapılmıştır. Aynı şekilde Web arayüzü içinde Spring Framework’ ün sunduğu özellikler incelenmiş ve test edilmiştir.

**6.2 Sonraki Adımlar**

OCR sisteminin doğruluk ve dayanıklılığını artırmak amacıyla model optimizasyon sürecinin sürdürülmesi, LLM API’ lerinin karşılaştırmalı analizleri sonucunda en yüksek verimlilik gösteren yapının belirlenmesi, Tarif öneri altyapısının genişletilerek daha fazla kullanıcı tercihine uygun hale getirilmesi ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi, Tüm sistem bileşenlerinin bir araya getirilerek uygulamanın entegre ve işlevsel hâle getirilmesi.

**7. KAYNAKLAR**

[1] Pettersson, L. et al. (2024). Multimodal product classification in retail using text and image features. Pattern Recognition Letters.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167865524000059?via%3Dihub>

[2] Gong, D. et al. (2023). Use-by date recognition in food packaging with dual deep neural network model. Expert Systems with Applications.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957417423022674?via%3Dihub>

[3] Kim, M. et al. (2024). Nutritional and health claims on baby food packages: A data extraction approach using OCR and graph analysis. Appetite.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698923002412?via%3Dihub>

[4] Kaderabek, M. (2023). Digitizing food shopping receipts using OCR for consumption research. Journal of Retailing and Consumer Services.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698923002412?via%3Dihub>

[5] Nguyen, L. et al. (2024). Improving recipe healthiness using large language models. Computational Gastronomy Journal.

[6] Zhou, Y. et al. (2023). Evaluating ChatGPT in personalized diet planning: A comparative study. Journal of Nutrition and AI.

[7] Clark, H. et al. (2024). Smart waste management systems in food services and their implications for households. Sustainable Technology and Society.

[8] Mastorakis, G. et al. (2023). FoodSaveShare: A mobile application to prevent household food waste. Journal of Cleaner Production. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652623031578?via%3Dihub>

[9] Tiwari, S. et al. (2024). Integrated AI frameworks for household and commercial food waste reduction. AI in Food Systems.

[10] Chen, Y. & Zhao, R. (2021). Cloud database architecture for AI-integrated applications. Future Generation Computer Systems.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167739X21000996?via%3Dihub>