

**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.

**Mayıs, 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.

**May, 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 2.4.1 Adaptive threshold kodunu gösteren şekil.

Şekil 2.2.2 Segmentasyon işleminin kodunu gösteren şekil.

Şekil 2.5.5.1 OCR modelinin çıktısından json dosyasının oluşumunu gösteren şekil.

Şekil 2.5.5.2 Tüm OCR sürecini gösteren şekil.

Şekil 3.3.1 My Fridge uygulamasının işleyiş şemasını gösteren şekil.

Şekil 3.3.2 My Fridge uygulamasının örneklenmiş bir iş akışını gösteren şekil.

Şekil 4.3.1 LLM modelinin terminal üzerinde test edilmesini gösteren şekil.

Şekil 4.3.2 Haftalık alışveriş listesinin ve alışveriş listesinden yola çıkarak oluşturulan yemek listesinin test edildiğini gösteren şekil.

Şekil 6.1.1 Bazı örnek fişlerde OCR modelinin sonuçlarını gösteren şekil.

**İÇİNDEKİLER**

[1. GİRİŞ 1](#_Toc199176654)

[**1.1 Proje Amacı ve Önemi** 2](#_Toc199176655)

[**1.2 Literatür Taraması** 2](#_Toc199176656)

[2. VERİ SETİ TOPLAMA VE İŞLEME SÜRECİ 4](#_Toc199176657)

[**2.1 Marketlerden Fiş Toplama** 4](#_Toc199176658)

[**2.2 Toplanan Fişlerin Dijital Ortama Geçirilmesi ve Görüntü İşleme Teknikleri ile Yeni Verilerin Oluşturulması** 4](#_Toc199176659)

[**2.3 OCR Kullanılarak Fişlerden Gerekli Verilerin Elde Edilmesi** 5](#_Toc199176660)

[**2.4 Görüntü Üzerinden Otomatik Segmentasyon ve Veri Yapılandırma Süreci** 6](#_Toc199176666)

[**2.5 Aşamalarla Görsel İşleme ve OCR Süreci** 7](#_Toc199176667)

[**2.6 Alternatif Yöntemler ve Karşılaşılan Sorunlar** 9](#_Toc199176668)

[3. VERİLERİN VERİ TABANINA KAYDEDİLMESİ VE API ALTYAPISININ OLUŞTURULMASI 9](#_Toc199176669)

[**3.1 JSON Formunda Gelen Verilerin Kaydedilmesi** 9](#_Toc199176670)

[**3.2 Katmanlı Altyapının Oluşturulması** 10](#_Toc199176671)

[**3.3 Son Verilerin Veri Tabanına Kaydedilmesi** 11](#_Toc199176672)

[4. LLM Modelinin Geliştirilmesi 12](#_Toc199176673)

[**4.1 LLM Modelinden Tarif Çıktısının Alınması** 12](#_Toc199176674)

[**4.2 LLM Modeline Yönlendirilecek Prompt’ un oluşturulması** 13](#_Toc199176675)

[**4.3 LLM Modelinin Çalışma Sürecinden Bir Örnek** 13](#_Toc199176676)

[5. KULLANICI ARAYÜZÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ 15](#_Toc199176677)

[**5.1 Kullanıcı Arayüzüne Karar Verilmesi** 15](#_Toc199176678)

[6. BULGULAR VE SONUÇLAR 15](#_Toc199176679)

[**6.1 Yapılan Çalışmalar** 15](#_Toc199176680)

[**6.2 Sonraki Adımlar** 17](#_Toc199176681)

[7. KAYNAKLAR 17](#_Toc199176682)

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. Eğitim sürecinde kullanılan veri seti, toplamda 1000 adet fiş görüntüsünden oluşturulmuştur. Bu veri seti, modelin gerçek dünya koşullarında karşılaşabileceği tüm senaryolara karşı dayanıklı olması amacıyla genişletilmiş ve çeşitlendirilmiştir. Uygulanan veri artırma (data augmentation) teknikleri şu şekildedir:

* **Görüntü döndürme (rotation)**
* **Bulanıklık (blurring) ekleme**
* **Gauss ve tuz-biber tipi gürültü (noise) ekleme**
* **Rastgele ölçekleme (scaling)**
* **Merkez dışına kaydırma (translation)**
* **Yatay çevirme (horizontal flip)**

Bu çeşitlendirme teknikleri sayesinde modelin genelleme yeteneği artırılarak farklı açılardan, bozuk ışıkta veya düşük kaliteyle çekilmiş fişleri dahi tespit etme kabiliyeti kazandırılmış ve veri kümesinin çeşitliliği arttırılmış, bozulan veriler sayesinde gerçek hayat senaryolarında karşılaşılabilecek problemlere önlem alınmış, 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. 2500’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.



Optik Karakter Tanıma (OCR) işleminin sağlıklı çalışabilmesi için kullanılan görüntünün belirli bir kalite düzeyinde olması gerekmektedir. OCR’nin doğruluğu, fişin görüntüde net ve hizalanmış olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, OCR modeline görüntü gönderilmeden önce fişin yerini tespit etmek ve görüntüyü yalnızca fiş alanı ile sınırlamak oldukça kritiktir. Bu amaçla, gerçek zamanlı nesne tespiti konusunda yüksek başarı sağlayan YOLOv8 modeli kullanılmıştır. Bu model, market fişlerinin görüntü içerisindeki konumunu otomatik olarak tespit etmek üzere eğitilmiştir.

**2.4 Görüntü Üzerinden Otomatik Segmentasyon ve Veri Yapılandırma Süreci**

Market fişlerinden daha sağlıklı veri elde edebilmek amacıyla görüntü işleme tekniklerine ek olarak segmentasyon tabanlı bir analiz süreci uygulanmıştır. Bu süreç, özellikle fişlerdeki ürün isimleri ve fiyatları doğru eşleştirmek için geliştirilmiştir. Aşağıda işlem adımları detaylı biçimde açıklanmıştır:

**Görüntünün İşlenmesi ve Eşikleme**

İlk olarak, fiş görüntüleri gri tonlamaya çevrilmiş ve adaptif eşikleme yöntemi (adaptive thresholding) kullanılarak ikili görüntü formatına dönüştürülmüştür. Bu sayede fişin üzerindeki yazılar ve boşluklar daha belirgin hale getirilmiş ve OCR işleminin doğruluğu artırılmıştır.

metin, yazı tipi, ekran görüntüsü içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.

**Yatay Segmentasyon**

Fişlerdeki metin bloklarını daha sağlıklı OCR ile analiz edebilmek için yatay eksende segmentasyon uygulanmıştır. Bu işlem, art arda gelen beyaz (boş) satırların bir blok bitişi olarak algılanması esasına dayanmaktadır. Belirlenen minimum boşluk yüksekliği (min\_gap\_height=6) ile segmentasyon hassasiyeti ayarlanmıştır.

if np.mean(row == 255) > 0.99

**"ETTN" ve "TOPLAM" Etiketlerinin Tespiti**

Fişteki ürün listesinin başlangıcını ve bitişini tespit edebilmek için "ETTN", "Belge No" gibi kelimeler içeren segmentler başlangıç noktası olarak; "TOPLAM" kelimesi içeren segmentler ise bitiş noktası olarak belirlenmiştir. Bu kelimelerin bulunduğu segmentlerin tespiti pytesseract kullanılarak yapılmıştır. OCR için daha iyi sonuç elde etmek amacıyla segmentlere beyaz kenarlık eklenmiştir.

**metin, ekran görüntüsü, siyah, yazı tipi içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.**

**Dikey Segmentasyon**

"ETTN" ile "TOPLAM" arasında kalan segmentler birleştirilmiş ve ürün bilgilerinin yan yana yazıldığı kolonlar dikey olarak segmentlere ayrılmıştır. Bu işlemde min\_gap\_width=50 değerine sahip beyaz kolonlar boşluk olarak değerlendirilmiştir.

if np.mean(col == 255) > 0.99

**Ürün Adı ve Fiyatlarının Eşleştirilmesi**

Dikey segmentler üzerinde OCR işlemi tekrar uygulanarak ürün adları ve fiyatları ayrı ayrı çıkartılmıştır. Ardından bu iki liste birbirine eşlenmiş ve anahtar-değer çiftleri olarak yapılandırılmıştır. OCR'dan gelen metin satırları filtrelenmiş ve anlamlı eşleşmeler oluşturulmuştur:



**JSON Formatında Kaydetme**

Oluşturulan ürün-fiyat sözlüğü, sistemin diğer katmanlarıyla uyumlu olacak şekilde JSON formatında kaydedilmiştir. Bu JSON dosyası daha sonra LLM modellerine gönderilmek üzere API’ a iletilmiştir. Model uyumlulukları denenmesi adına verilen çıktılar POSTMAN kullanılarak API üzerinde test edilmiş ve kayıt işleminin tamamlandığı gözlemlenmiştir.

**Ara Sonuçlar ve Gözlemler**

* OCR öncesi segmentasyon işlemi, modelin hata oranını büyük ölçüde azaltmıştır.
* "ETTN" ve "TOPLAM" gibi anahtar kelimelerin tespiti sayesinde yalnızca ilgili veri blokları OCR işlemine tabi tutulmuştur.
* Görüntü işleme ve segmentasyon birleşimi ile farklı yapıya sahip fişlerde dahi okunabilir veri elde edilmiştir.

**2.5 Aşamalarla Görsel İşleme ve OCR Süreci**

Bu bölümde, bir market fişi üzerinde gerçekleştirilen tüm OCR tabanlı veri çıkarım süreci adım adım gösterilmiştir. Her adım, karşılık gelen görsel çıktılarla birlikte açıklanmış ve sistemin nasıl çalıştığı net biçimde sunulmuştur.

**2.5.1 Orijinal Görüntü – Fişin Kameradan Alınmış Hali**

İlk olarak kullanıcı tarafından çekilmiş orijinal fiş görüntüsü işlenmeye başlanır. Görüntüde katlanma, ışık yansıması ve farklı hizalama problemleri bulunabilir. Bu nedenle görüntü doğrudan OCR’ye gönderilmeden önce çeşitli ön işlemlerden geçirilir.

**2.5.2 Görüntü İşleme ve Thresholding**

Görüntü gri tonlamaya çevrilir ve ardından adaptif thresholding yöntemi uygulanarak ikili (siyah-beyaz) bir görüntü elde edilir. Bu adım, metinleri arka plandan ayırmak ve OCR başarısını artırmak için oldukça kritiktir.

**2.5.3 Yatay Segmentasyon**

Fiş görüntüsü, satır bazlı analizle parçalara ayrılır. Bu işlem, ardışık beyaz satırlar (boşluk) kullanılarak yapılır. Böylece her metin bloğu (örneğin “Fiş No”, “Tarih”, “Toplam”) ayrı ayrı bölümlere ayrılır. OCR bu bloklar üzerinde çok daha başarılı çalışır.

**2.5.4 Dikey Segmentasyon – Ürün ve Fiyat Ayırımı**

Segmentler birleştirildikten sonra, bu blok dikey olarak da kesilerek ürün isimleri, vergi yüzdeleri ve fiyatlar farklı alt segmentlere ayrılır. Böylece fiyatların hangi ürüne ait olduğu daha net belirlenebilir.

**2.5.5 OCR Uygulaması ve Veri Eşleştirme**

metin, ekran görüntüsü, yazı tipi, çizgi içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.

OCR işlemi her alt segment üzerinde ayrı ayrı uygulanır. İlk segmentten ürün isimleri, üçüncü segmentten fiyatlar çıkarılır. Bu veriler doğru sıralamayla eşleştirilerek bir sözlük (dictionary) yapısında birleştirilir. Bu proses bir örnek üzerinde şu şekilde gözükmektedir:

metin, ekran görüntüsü, tasarım içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.

**2.6 Alternatif Yöntemler ve Karşılaşılan Sorunlar**

OCR tabanlı ürün-fiyat eşleşme sistemini geliştirme sürecinde, farklı yöntemler test edilmiş fakat bazıları beklendiği gibi sonuç vermemiştir. Bu bölümde, uygulanmış fakat başarısızlıkla sonuçlanmış iki temel yöntem ve neden işe yaramadıkları detaylı biçimde açıklanmıştır.

**2.6.1 Doğrudan OCR ile Tüm Fişin Okunması**

İlk denemede, tüm fiş görüntüsü doğrudan OCR sistemine verilmiş ve çıkan uzun metin içerisinden ürün isimleri ile fiyatların ayrıştırılması hedeflenmiştir. Ancak bu yöntem aşağıdaki nedenlerle başarısız olmuştur:

* OCR doğruluğu, fişin tamamında tek seferde uygulandığında ciddi şekilde düşmüştür.
* Metinler iç içe geçmiş olarak çıktı ve satır hizalamaları bozulduğundan ürün-fiyat eşleşmeleri yapılamamıştır.
* Fişlerin farklı yapıda olması (font, hizalama, sayfa boyutu) metin ayıklamayı genel geçer bir kurala bağlamayı zorlaştırmıştır.

Bu gözlemler doğrultusunda, OCR işlemini daha küçük ve anlamlı segmentler üzerinde yapmak gerektiği anlaşılmıştır. Bu da segmentasyon tabanlı yaklaşımın geliştirilmesine öncülük etmiştir.

**2.6.2 Noktalı Çizgilerin Kullanımıyla Segmentasyon**

Bir diğer deneme, fişlerde sıklıkla yer alan noktalı (punctuated) çizgiler üzerinden segmentasyon yapmaktı. Bu çizgiler genellikle ürün adı ile fiyat arasında ayırıcı olarak kullanılmaktadır ve tüm fişlerde ortak bir görsel özellik taşımaktadır. Ancak bu yöntem de aşağıdaki nedenlerle istenilen sonucu vermemiştir:

* OCR ya da görüntü işleme teknikleri, noktalı çizgiler ile metin içerisindeki harfler ya da tire karakterlerini ayırt edememiştir.
* Birçok durumda satır içindeki kesik harf çizgileri (örneğin “İ”, “-”, “:” gibi) noktalı çizgi olarak algılanmıştır.
* Bu durum segmentasyonun yanlış yerlerden yapılmasına ve verilerin bölünmesine neden olmuştur.

Bu sorunlar nedeniyle bu yöntem terk edilmiş ve daha kararlı sonuç veren **beyaz boşluk tabanlı yatay-dikey segmentasyon** yöntemi benimsenmiştir.

**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. OCR modelinden alınan örnek çıktılar kullanılarak H2 veri tabanına girdiler yapılmış ayrıca API aracılığıyla alınan her json dosyası projenin altında bulunan bir klasöre kaydedilmiştir. Bu çifte kayıt sisteminin kullanılma sebebi daha sonra json verileri kullanılması gerektiğinde veri tabanını aradan çıkartıp direkt klasörü kullanmak ve veri tabanında yapılan işlemler sonucu hata oluştuğunda veri tabanını tekrardan kolayca oluşturabilmektir.

**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. Bu veri tabanı ve API geliştirilmiştir. Postman aracılığıla test edilmiş ve ince ayarlamaların yapılması adına ikincil test örneklemleri beklenmektedir.
* Veri Tabanına ait API: Görevi ana verilerin bulunduğu Veri Tabanı sistemi ile iletişim kurmaktır. Yazılması veya okunması gereken verilerle ilgili Merkezi API ile iletişim halindedir. Veri tabanı üzerinde yapılan geliştirmeler nedeniyle temel API özellikleri tasarlanmış ancak finalize edilmemiştir.
* 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. Front-end’ i bulunmamakla birlikte back-end’ i oluşturulmuş ve H2 veri tabanına bağlılığı sağlanmıştır. Postman aracılığıyla test edilmiştir.
* 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. Merkezi API geliştirilmiş ve var olan 2 adet API ile iletişimi bağlanmıştır. Portları POSTMAN aracılığıyla test edilmiştir.
* 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. Gerekli API ve veri tabanı geliştirilmiş ancak kullanılabilmesi adına tüm projenin son aşamasına yaklaşması beklenmektedir. Bu nedenle daha merkezi API ile bağlanmamış ancak POSTMAN aracılığıyla test edilmiştir.

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. Bu veri tabanı H2 ortamında oluşturulmuş ve temel sorgularla test edilmiştir. Bir sonraki aşamada sorgular saklı yordam haline getirilecek veya JPSQL kullanılacağı şeklinde yön belirlenecektir.
* OCR Veri Tabanı: OCR’ dan gelen json dosyaları tutan veri tabanıdır. Bu veri tabanı H2 ortamında oluşturulmuş yedekleme adına klasörleme sistemi geliştirilmiştir.
* LLM Veri Tabanı: İşlenmiş ve çıkarılmış asıl verilerin bulunduğu veri tabanıdır. Tarif üretmek için kullanılacaktır. OCR sisteminden birden fazla çıktı aldıktan sonra geliştirilmeye devam etmek üzere duraksatılmış durumdadır.
* Log Veri Tabanı: Loglama sisteminin çıktılarını tutacak olan veri tabanıdır. Tüm sistemleri kapsayan bir veri tabanı olduğundan basit işlemler eklenmiş ancak finalize edilmemiştir.

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 olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede veri tabanının güvenliğinin de bir kademe daha arttırılması hedeflenmektedir. Aşağıda Veri Tabanları, API’ ler ve Yapay Zekâ Modelleri şematize edilmiş olup örnek bir iş akışı verilmiştir.

metin, ekran görüntüsü, yazı tipi, dikdörtgen içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.

metin, ekran görüntüsü, yazı tipi, tasarım içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.

**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 (Google Gemini API) tercih edilmiştir. Gelecek aşamalarda da bu sorular test sürecinde kullanıcılara verilecek ve puanlama sistemiyle bir not verilmesi istenecektir. 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.

**4.2 LLM Modeline Yönlendirilecek Prompt’ un oluşturulması**

Kullanıcının seçim yaparak karar verebileceği bilgiler bir class özelinde toplanmıştır. Bu class aşağıda yer almaktadır:

class UserProfile:  
 def \_\_init\_\_(self):  
 self.beslenme\_tipi = None  
 self.sporcu\_mu = None  
 self.vki = None  
 self.sporcu\_hedefi = None  
 self.aktivite = None  
 self.malzeme\_listesi = []

Bu bilgiler elde edildikten sonra kullanıcının elinde bulunan malzemelere göre bir prompt oluşturulur ve Google Gemini API’ ye gönderilir. Promptun oluşturulduğu kod ve temel görünüşü aşağıdaki gibidir:

def tarif\_oner(self):  
 prompt = f"""  
 Kullanıcının beslenme tercihi: {self.user.beslenme\_tipi}.  
 Sporcu mu: {self.user.sporcu\_mu}.  
 VKİ: {self.user.vki:.2f} (eğer sporcuysa).  
 Hedef: {self.user.sporcu\_hedefi}.  
 Antrenman: {self.user.aktivite}.  
 Malzemeler: {', '.join(self.user.malzeme\_listesi)}.  
 """  
 cevap = self.ai.generate(prompt)  
 print("\n🍽️ Tarif Önerisi:\n", cevap)

**4.3 LLM Modelinin Çalışma Sürecinden Bir Örnek**

Anlık olarak arayüz geliştirilmediğinden terminal üzerinden testler yapılmıştır. Aşağıdaki görselde bulunan örnekte kullanıcının yemek tarifi için tercih ettiği özellikler alınmış, sporcu olma durumunda ek bilgiler sorulmuş sonrasında da veri tabanından örnek veriler alınmaya çalışılmış ancak buzdolabında ürün gözükmediğinden tercihlere en uygun tarif elde edilmiştir. Tarifin alt kısmında kullanım kolaylığı adına yapılış aşamaları da yer almaktadır. Uygulamanın veri tabanı bağlandıktan sonra buzdolabındaki malzemeleri girin kısmı kaldırılacak onun yerine yemek istenilen bir ürün veya tarifte mutlaka olması gerekenler gibi bir kısım eklenecektir.

A screenshot of a computer program

AI-generated content may be incorrect.

Model kişinin alışveriş alışkanlıkları karşılığında aşağıda bulunan şekilde bir alışveriş listesi çıkarabilmekte ve bu listedeki ürünlere bağlı kalarak bir yemek planı da oluşturabilmektedir.

metin, ekran görüntüsü, menü, yazı tipi içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.

**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 yürütülmüş YOLOv8 modeli bireysel olarak geliştirilmiştir.Model, normal veya hafif bozulmuş senaryolarda market fişlerini yüksek doğrulukla tespit edebilmiştir. Ancak aşağıdaki durumlarda modelin performansı sınırlı kalmıştır:

* Görüntünün aşırı bulanık olması durumunda tüm çerçeveyi fiş olarak algılama eğilimi,
* Fişin aşırı derecede döndürülmüş (eğik) şekilde olması hâlinde kenar çizgilerinin algılanamaması.

Bu eksikler ileriki dönemlerde daha fazla eğitim verisi ile giderilmeye çalışılacaktır. Modelin sonuçlarından yansıyan bazı sonuçlar aşağıdaki gibidir:  
metin, ekran görüntüsü içeren bir resim

Yapay zeka tarafından oluşturulan içerik yanlış olabilir.

**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 3 adet API geliştirilip testler yapılmıştır. Kalan API’ lerin temelleri atılmıştır. Aynı şekilde Web arayüzü içinde Spring Framework’ ün sunduğu özellikler incelenmiş ve test edilmiştir.

**Veri Tabanı Çalışmaları**

Users veri tabanı oluşturulmuş ve test edilmiştir. OCR modelinin ürettiği json dosyaları için bir veri tabanı oluşturulmuş ve test edilmiştir. LLM modeline ait veri tabanı şematize edilmiş ve geliştirme adına daha detaylı model çıktıları beklemektedir. Log veri tabanı oluşturulmuştur ve test edilmiştir ancak gelişen model ve uygulama ile değişikliklere ihtiyacı bulunmaktadır.

**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>