



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



Doktora Tezi

**Web 3.0 Teknolojileri İle Sosyal Medya Veri Anlamlandırmasına
Yönelik Bir Model Geliştirme**

Vala GASHI ADIGÜZELLİ

Enformatik Anabilim Dalı

Enformatik Programı

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN**

Ekim, 2024

İSTANBUL

Bu alışma, 30.10.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Enformatik Anabilim Dalı, Enformatik Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Prof. Dr. Zümrüt ECEVİT SATI
İstanbul Üniversitesi
İşletme

Prof. Dr. Necmi Emel DİLMEN
Marmara Üniversitesi
Gazetecilik

Prof. Dr. Cem Sefa SÜTÇÜ
Marmara Üniversitesi
Gazetecilik

Doç. Dr. Murat GEZER
İstanbul Üniversitesi
Enformatik

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Proje Destekleri

Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Bu tez, ... numaralı projesi ile desteklenmiştir

Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri

--

ÖNSÖZ

Doktora sürecim boyunca bana destek olan her şeyden çok sevdiğim sevgili aileme, bana yol gösteren ve her zaman yanımda olan tez danışmanım Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN'e, değerli önerileri ve destekleri ile çalışmama rehberlik eden hocalarım Prof. Dr. Zümrüt ECEVİT SATI ile Prof. Dr. Necmi Emel DİLMEN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ekim 2024

Vala GASHI ADIGÜZELLİ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ.....	x
KISALTMA LİSTESİ.....	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI, SINIRLARI VE ÖNEMİ.....	3
1.2 ARAŞTIRMANIN AMACI	5
2. GENEL KISIMLAR.....	7
2.1 SOSYAL MEDYA, ANLIK MESAJLAŞMA.....	7
2.1.1 İş yerinde Sosyal Medya ve Anlık Mesajlaşma Kullanımı	10
2.1.2 Sosyal Medya ve Anlık Mesajlaşma Veri Paylaşımı	11
2.2 WEB TEKNOLOJİLERİ.....	12
2.2.1 Web 2.0	13
2.2.2 Web 3.0, Yapay Zeka, Veri Anlamlandırma	14
2.4 DOKÜMAN YAPAY ZEKASI, DOKÜMAN ANLAMLANDIRMA	15
2.4.1 İnce Detaylı Önceden Eğitilmiş Modeller (Sadece Kodlayıcı (Encoder)).....	17
2.4.1.1 Düzen Farkındalıklı Önceden Eğitilmiş Modeller (Layout-aware Pretrained Models)	17
2.4.1.2 Görsel Entegrasyonlu Önceden Eğitilmiş Modeller (Visual-integrated Pretrained Models)	19
2.4.2 Kaba ve Ortak Detaylı Önceden Eğitilmiş Modeller (Sadece Encoder)	20
2.4.2.1 Genel Düzeyde Modeller (Coarse-grained Models).....	20
2.4.2.2 Ortak Ayrıntılı Modeller (Joint-grained Models)	21
2.4.3 Kodlayıcı – Çözücü (Encoder-Decoder) Önceden Eğitilmiş Çerçeveler (Frameworks)	22
2.4.3.1 OCR Bağımlı Kodlayıcı-Çözücü Çerçeveler (OCR-dependent Encoder-Decoder Frameworks)	22
2.4.3.2 OCR Bağımsız Çerçeveler (OCR-independent Frameworks)	23

2.3.3 VDU Çerçevelerin Genel Değerlendirilmesi, Donut Modeli ile Karşılaştırılması.....	24
2.3.3.1 VDU - Donut Modelin Avantajları	25
2.3.3.2 VDU - Donut Modelin Dezavantajları	26
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	28
3.1 ARAŞTIRMA PROBLEMİN TANIMI	28
3.1.1 Literatür Araştırması.....	29
3.1.1.1 KOBİ Kavramının Tanımı ve Türkiye'deki Sınıflandırmalar	29
3.1.1.2 KOBİ'lerin Önemi	30
3.1.1.3 KOBİ'lerin Temel Sorunları ve Çözüm İmkanları	31
3.1.1.4 KOBİ'lerde Sosyal Medya Kullanımı ve Doküman Paylaşımı.....	34
3.1.2 Sosyal Medya Üzerinden Yapılan Veri Paylaşımının bir KOBİ'de İncelenmesi	35
3.1.2.1 Pilot KOBİ'de Mevcut Durum Analizi.....	36
3.1.2.2 Problem ve Gereksinimlerin Tanımı.....	39
3.2 PLANLAMA AŞAMASI.....	40
3.2.1 Scrum ile Gereksinim Analizi.....	40
3.2.1.1 Gereksinim Analizinde İşlevsel Gereksinimler.....	42
3.2.1.2 Gereksinim Analizinde İşlevsel Olmayan Gereksinimler	43
3.2.2 Scrum Adımları ile Planlama Sürecinin Detaylandırılması.....	43
3.3 SİSTEM TASARIMI	44
3.3.1 Modelin Sistem Mimarisi.....	44
3.3.1.1 Sunum Katmanı.....	45
3.3.1.2 Uygulama Katmanı.....	45
3.3.1.3 Veri Katmanı.....	46
3.3.1 Modelin İş Akış Şeması	46
3.3.2 Kullanılan Teknolojiler ve Çerçeveler.....	51
3.3.2.1 Programlama Dili ve Çerçeveler.....	51
3.3.2.2 Veritabanı Yönetim Sistemleri	53
3.4 UYGULAMA GELİŞTİRME.....	54
3.4.1 Veri Hazırlığı ve Model Eğitimi	54
3.4.1.1 Modelin Önceden Eğitilmiş Yapısı	54
3.4.1.2 Eğitim Verilerinin Hazırlanması	56
3.4.1.3 Eğitim Süreci	57
3.4.1.4 Eğitim Testleri	58

3.4.2	Prototip Modelin Arayüzü	60
3.4.3	Entegrasyon Süreci.....	63
3.4.3.1	VDU-Donut Modeli ile Entegrasyon	63
3.4.3.2	WhatsApp ve Diğer Uygulamalarla Entegrasyon	64
3.5	TEST VE DOĞRULAMA	65
3.5.1	Fonksiyonel Testler.....	65
3.5.2	Performans ve Kullanıcı Testleri	68
4.	BULGULAR.....	70
4.1	MODELİN TEST EDİLEN PERFORMANS ANALİZİ.....	70
4.1.1	Test Sonuçlarının Analizi.....	70
4.1.2	Kullanıcı Deneyimi	71
4.2	MODELİN ÖRNEK KOBİ’DE UYGULANMA SONRASI SÜRECİ.....	72
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	75
5.1	DOKÜMAN ANLAMLANDIRMADA ELDE EDİLEN SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	75
5.2	VDU MODELİ BAZINDA POTANSİYEL GELİŞTİRME ALANLARI VE ÖNERİLER.....	78
5.3	UYGULAMA MODELİ BAZINDA POTANSİYEL GELİŞTİRME ALANLARI VE ÖNERİLER.....	80
	KAYNAKLAR.....	82
	ÖZGEÇMİŞ	100

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1: En popüler sosyal ağların Nisan 2024 itibariyle aylık aktif kullanıcı sayısı (Statista, 2024a).....	8
Şekil 2: En popüler mobil anlık mesajlaşma uygulamaların Nisan 2024 itibariyle aylık aktif kullanıcı sayısı.....	10
Şekil 3: Çoklu görev görsel zengin doküman anlamlandırma çerçeveleri (Ding et al., 2024).....	18
Şekil 4: KOBİ’lerin katkılarına dair temel göstergeler (TÜİK, 2023)	31
Şekil 5: KOBİ mevcut durum anlık mesajlaşma fatura ayırım, kontrol, kayıt süreci	38
Şekil 6: Modelin sistem mimarisi	44
Şekil 7: Modelin Sistem Akışı.....	48
Şekil 8: “(a) Daha derin katmanlarda görüntü yamalarını (gri ile gösterilen) birleştirerek hiyerarşik özellik haritaları oluşturur ve kendi kendine dikkat hesaplamasının yalnızca her yerel pencere (kırmızı ile gösterilen) içinde yapılması sayesinde giriş görüntü boyutuna göre doğrusal hesaplama karmaşıklığına sahiptir. Bu özelliği sayesinde hem görüntü sınıflandırma hem de yoğun tanıma görevleri için genel amaçlı bir omurga olarak kullanılabilir. (b) Buna karşılık, önceki görsel dönüştürücüler, tek bir düşük çözünürlüklü özellik haritası üretir ve kendi kendine dikkat hesaplamasının küresel yapılması nedeniyle giriş görüntü boyutuna göre karesel hesaplama karmaşıklığına sahiptir.” (Liu et al., 2021, aktaran Dosovitsky, 2021).....	55
Şekil 9: Düşük öğrenme, aşırı öğrenme ve optimum eğitim örnekleri (Diukarev & Starukhin, 2024).	59
Şekil 10: Modelin arayüzü- Giriş Ekranı.....	61
Şekil 11: Modelin arayüzü- Anasayfa	61
Şekil 12: Modelin Arayüzü – Dosya yükleme ekranı.....	62
Şekil 13: Modelin Arayüzü – Fatura listeleme ekranı	63
Şekil 14: Accuracy For Each Field Test Sonucu	66
Şekil 15: F1-Score for Each Field	66

Şekil 16: Farklı etiketlere göre Confussion Matrisleri	67
Şekil 17: Her bir alan için Levenshtein Mesafesi.....	68



TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1: RVL-CDIP ve DocVQA veri setlerindeki sonuçlar (Davis et al., 2022)	26
Tablo 2. Türkiye’de KOBİ’lerin Sınıflandırılması (<i>T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023</i>).....	30
Tablo 3: İmalat sanayinde büyüklük grubu ve teknoloji düzeyine göre temel göstergeler (TÜİK, 2023)	36
Tablo 4: CC25’in içerdiği diller listesi (Y. Liu et al., 2020b)	56
Tablo 5: Uygulama öncesi ile sonrası örnek KOBİ’deki değerler	74

KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar	Açıklama
AI	: Artificial Intelligence
API	: Application Programming Interface
BERT	: Bidirectional Encoder Representations from Transformers
BROS	: BERT Relying On Spatiality
CNN	: Convolutional Neural Network
CSS	: Cascading Style Sheets
Donut	: Document Understanding Transformer
GNN	: Graph Neural Networks
HTML	: Hyper Text Markup Language
HTTP	: Hyper Text Transfer Protocol
ICQ	: Internet Chat Query
ICT	: Information and Communication Technology
IE	: Information Extraction
IM	: Instant Messaging
JPEG	: Joint Photographic Experts Group
JSON	: JavaScript Object Notation
LLM	: Large Language Model
LiLT	: Language-independent Layout Transformer
MSSQL	: Microsoft Structured Query Language
NLP	: Natural Language Processing
OCR	: Optic Character Recognition
OWL	: Web Ontology Language
PDF	: Portable Document Format
RAD	: Rapid Application Development
R-CNN	: Region-based Convolutional Neural Networks
RDF	: Resource Description Framework
RUP	: Rational Unified Process
SeRum	: Selective Region Understanding Model
SeqtoSeq	: Sequence to Sequence

SME	: Small and Medium-Sized Enterprises
UI	: User Interface
UDOP	: Universal Document Processing
URL	: Uniform Resource Locator
VDU	: Visual Document Understanding
VLA	: Visual Layout Analysis
VQA	: Visual Question Answering
XP	: Extreme Programming
Web	: Dünya Çapında Ağ
XML	: Extensible Markup Language



ÖZET

DOKTORA TEZİ

Web 3.0 Teknolojileri İle Sosyal Medya Veri Anlamlandırmasına Yönelik Bir Model Geliştirme

Vala GASHI ADIGÜZELLİ

**İstanbul Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Enformatik Anabilim Dalı**

Danışman : Prof. Dr. Sevinç Gülseçen

Teknolojinin hızlı gelişimi, iş dünyasında veri yönetimi ve süreç optimizasyonu gibi pek çok alanda köklü değişimlere yol açmıştır. Web 3.0 teknolojileri, merkezi olmayan veri yönetimi, yapay zekâ ve doğal dil işleme gibi yeniliklerle, işletmelerin iş süreçlerini daha verimli hale getirmelerine olanak tanımaktadır. Anlık mesajlaşma uygulamaları ve sosyal medya platformları, hem bireysel hem de kurumsal iletişimde önemli bir yer edinmiş; özellikle Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ'ler) için düşük maliyetli ve erişilebilir çözümler sunmuştur. Ancak, bu platformlar üzerinden gerçekleştirilen veri paylaşımı süreçleri, genellikle manuel yöntemlere dayandığından kontrol edilememekte ve verimlilik kayıplarına neden olmaktadır.

KOBİ'ler, ekonomik kalkınma ve istihdam yaratma açısından kritik bir role sahip olmalarına rağmen, dijitalleşme süreçlerinde büyük işletmelerin gerisinde kalmaktadır. Bilgi teknolojilerine yapılan yatırımların sınırlı olması, dijital altyapı eksiklikleri ve teknik uzmanlık gereksinimleri gibi zorluklar, KOBİ'lerin etkin veri yönetimi ve süreç optimizasyonu sağlamasını zorlaştırmaktadır. Bu durum, iş süreçlerinde bilgi kayıplarına, müşteri taleplerine geç yanıt verilmesine ve operasyonel verimsizliklere yol açmaktadır.

Bu tez kapsamında, KOBİ'lerin sosyal medya ve anlık mesajlaşma uygulamalarındaki veri yönetimi ve iletişim süreçlerini optimize etmeyi amaçlayan bir uygulama modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen uygulama modeli, sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarından alınan yapılandırılmamış verileri anlamlandırmak, dijital arşiv sistemine entegre etmek ve ilgili süreçlerdeki doküman yönetimini otomatikleştirmek için tasarlanmıştır. Uygulama modelin anlamlandırma bölümü, OCR (Optik Karakter Tanıma) teknolojisine bağımlı olmayan, Görsel Doküman Anlamlandırma (VDU) yöntemine dayalıdır. Metin, görsel, grafik ve tablo gibi farklı doküman bileşenlerini analiz edebilen dönüştürücü tabanlı bir mimari kullanılarak, yüksek maliyetli OCR çözümlerine alternatif bir yöntem sunulmuştur. Ayrıca, modeli Türkçe dokümanlar ile eğiterek yüksek doğruluk oranına ulaştığı gözlemlenmiştir.

Pilot bir KOBİ üzerinde gerçekleştirilen testlerde, modelin fatura süreçlerinde manuel işlemleri minimize ederek hem zaman tasarrufu sağladığı hem de sosyal medya ve anlık mesajlaşma uygulamaları üzerinden yapılan veri paylaşımındaki kontrol eksikliğini minimize ederek bu verilerin tek bir platform üzerinden düzenli bir şekilde takip edilmesine olanak tanıdığı gözlemlenmiştir.

Sistem, doküman sınıflandırma, bilgi çıkarımı ve arşivleme süreçlerinde başarılı bir performans göstermiş; muhasebeye iletilmeyen evraklar gibi sorunların önüne geçmiştir. Teklif süreçlerine entegrasyonu ile stratejik raporlama, satış personeli performans takibi ve fiyat analizleri gibi işlevler için de önemli bir potansiyel sunduğu gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak, geliştirilen model, KOBİ'lerin dijitalleşme süreçlerine katkı sağlamayı, veri kaybını azaltmayı ve operasyonel verimliliği artırmayı hedefleyen özgün bir çözüm sunmaktadır. Çalışma, yalnızca mevcut süreçlerin iyileştirilmesine yönelik bir yaklaşım değil, aynı zamanda farklı doküman türleri, diller ve sektörler için genişletilebilir bir altyapıya da temel oluşturmaktadır. Tezin literatüre katkısı, KOBİ'lerin dijitalleşme süreçlerinde görsel doküman anlamlandırma teknolojilerinin kullanımına dair yeni bir perspektif sunmasıdır.

Ekim 2024, 100 sayfa.

Anahtar kelimeler: KOBİ Dijitalleşmesi, Görsel Doküman Anlamlandırma (VDU), Web 3.0 Teknolojileri, Veri Yönetimi, Doküman Otomasyonu, Anlık Mesajlaşma Platformları, OCR'siz Doküman İşleme, Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ'ler), KOBİ'lerde Yapay Zekâ, Dijital Arşivleme, Süreç Optimizasyonu, Bilgi Çıkarımı, Sosyal Medya Veri Yönetimi, Stratejik Raporlama, Dönüştürücü Tabanlı Modeller

SUMMARY

DEVELOPING A MODEL FOR SOCIAL MEDIA DATA SEMANTICS WITH WEB 3.0 TECHNOLOGIES

Ph.D. THESIS

Vala GASHI ADIGÜZELLİ

**İstanbul University
Institute of Graduate Studies in Sciences
Department of Informatics**

Supervisor : Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN

The rapid advancement of technology has led to profound changes in areas such as data management and process optimization in the business world. Web 3.0 technologies, with innovations such as decentralized data management, artificial intelligence, and natural language processing, enable businesses to make their processes more efficient. Instant messaging applications and social media platforms have gained significant importance in both personal and corporate communication, offering cost-effective and accessible solutions, particularly for Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs). However, data sharing processes conducted via these platforms often rely on manual methods, leading to inefficiencies and a lack of control.

Despite their critical role in economic development and job creation, SMEs lag behind larger enterprises in digitalization. Limited investments in information technology, deficiencies in digital infrastructure, and the need for technical expertise hinder SMEs' ability to achieve effective data management and process optimization. These challenges result in information loss, delays in responding to customer demands, and operational inefficiencies.

Within the scope of this thesis, an application model was developed to optimize data management and communication processes for SMEs using social media and instant messaging

platforms. The proposed application model is designed to interpret unstructured data from social media and instant messaging platforms, integrate it into a digital archiving system, and automate document management processes. The model employs Visual Document Understanding (VDU) techniques, which do not depend on Optical Character Recognition (OCR) technology. By using a transformer-based architecture capable of analyzing text, visuals, graphics, and tables, the model provides a cost-effective alternative to expensive OCR solutions. Furthermore, the model achieved high accuracy rates when trained with Turkish documents.

Tests conducted on a pilot SME demonstrated that the model minimizes manual processes in invoice management, resulting in time savings. It also reduced the lack of control over data sharing via social media and instant messaging applications by enabling the systematic tracking of these data on a unified platform.

The system showed strong performance in document classification, information extraction, and archiving processes, successfully addressing issues such as missing documents in accounting workflows. Moreover, its integration into proposal management processes revealed potential for strategic reporting, sales personnel performance tracking, and pricing analysis.

In conclusion, the developed model offers an innovative solution aimed at contributing to SMEs' digitalization efforts, reducing data loss, and enhancing operational efficiency. The study not only provides an approach to improve existing processes but also lays the foundation for an extensible infrastructure adaptable to various document types, languages, and industries. The thesis contributes to the literature by presenting a novel perspective on the use of visual document understanding technologies in the digitalization processes of SMEs.

October 2024, 100 pages.

Keywords: SME Digitalization, Visual Document Understanding (VDU), Web 3.0 Technologies, Data Management, Document Automation, Instant Messaging Platforms, OCR-Free Document Processing, Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs), Artificial Intelligence in SMEs, Digital Archiving, Process Optimization, Information Extraction, Social Media Data Management, Strategic Reporting, Transformer-Based Models

1. GİRİŞ

Teknoloji, matbaanın icadından radyoya, televizyondan internete kadar her toplumsal değişimde kritik bir rol oynamış, (Khalik et al., 2021) özellikle internet teknolojileri, günümüzde birçok alanda yaygın olarak kullanılarak, iş süreçlerini kolaylaştırmış ve hızlandırmıştır (Hendrawan et al., 2018). Günümüzün bilgi hizmetlerindeki patlamanın temeli, yalnızca-okuma webi olarak bilinen Web 1.0 ile atılmış (Almeida & Lourenço, 2024), Dünya Çapında Ağ (Web) insan ilgi ve çabasının neredeyse her alanını kapsayan geniş ölçekli bir dijital bilgi hazinesine dönüşmüştür (Smart & Shadbolt, 2018).

2004 yılında, O'Reilly Media'dan Tim O'Reilly, internetin bir yayınlama platformundan kullanıcıların bilgi ve görselleri oluşturup paylaşabildiği ve dağıtabildiği katılımcı bir ortama dönüşmesini sağlayan "Web 2.0" terimini ortaya atmış ve bu sayede internet kullanımında sosyal bir devrimi başlatmıştır (Murugesan, 2010). Web 2.0, sosyal medya uygulamalarıyla bireysel ve kurumsal yaşam üzerinde derin etkiler yaratmış, eğitimden iş dünyasına kadar pek çok alanda yeni fırsatlar sunmuştur (Khalik et al., 2021).

Web teknolojilerin üçüncü evresi olan Web 3.0 ise daha akıllı, bağlantılı ve etkileşimli bir internet deneyimi sunarak karmaşık görevlerin otomasyonunu artırmış ve insan müdahalesine olan ihtiyacı azaltmıştır (W. Zhu et al., 2024). Shen et al., (2023). Web 3.0, yapay zeka, büyük veri analitiği ve doğal dil işleme gibi ileri teknolojilerin entegrasyonu ile e-ticaret, sosyal medya ve işletme süreçlerine yeni çözümler sunulduğunu belirtmişlerdir. Suryavanshi et al., (2023)'ı, bu dönüşüm sürecini veri ve bilginin günlük yaşamda artan önemiyle yönlendirilen daha akıllı ve anlamsal bir web yapısına doğru bir ilerleme olarak tanımlamışlardır.

Bu teknolojik gelişmeler, işletmelerin rekabet gücünü artırmasında önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle KOBİ'ler, ekonomilerin temel yapı taşları olarak istihdam yaratma, yerel ekonomileri canlandırma ve piyasa değişimlerine hızlı uyum sağlama gibi katkılarıyla ön plana çıkmaktadır. Ancak, KOBİ'lerin dijitalleşme seviyeleri genellikle büyük ölçekli işletmelerin gerisinde kalmakta ve bu durum, iş süreçlerinin verimliliğini ve rekabet gücünü olumsuz yönde etkilemektedir.

Satı (2024), teknolojik gelişmelerin KOBİ'ler için önemli fırsatlar yaratmasının yanı sıra iş modeli değişiklikleri gibi zorlukları da beraberinde getirdiğini belirtmektedir. Bu zorluklarla başa çıkmak ve dijital dönüşümün sunduğu fırsatları değerlendirebilmek, KOBİ'lerin atacağı stratejik adımlara bağlıdır (Satı, 2024, aktaran Hess et al., 2016). TÜRKONFED (2021) raporuna göre, dijitalleşme ve finansal kaynaklara erişim arasında güçlü bir ilişki olduğu, dijital altyapıya sahip olmayan KOBİ'ler için finansman bulmak zorlaşırken, dijitalleşen işletmelerin büyüme süreçlerinde finansal sağlığın dijitalleşme ile desteklendiği vurgulanmaktadır. Bu durum, KOBİ'lerin dijitalleşmeye yatırım yapmalarının yalnızca işletme performanslarını artırmakla kalmayıp, ekonomik kalkınma süreçlerine de katkı sağlayacağını göstermektedir.

Sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformları, düşük maliyetli yapıları ve geniş kitlelere ulaşma imkanıyla KOBİ'lerin dijitalleşme süreçlerinde önemli bir araç haline gelmiştir (Ghazwani & Alzahrani, 2023). Günümüzde birçok şirket, iş dokümanlarından veri çıkarmak için zaman alıcı, maliyetli ve manuel özelleştirme veya yapılandırma gerektiren yöntemler kullanmaktadır, her doküman türü için kurallar ve iş akışları genellikle sabit kodlanır ve belirli formatlardaki değişiklikler veya birden fazla formatla çalışıldığında güncellenmesi gerekir (Xu et al., 2020). Bu yönde dokümanların etkin bir şekilde yönetilememesi, kurumsal hafızaya dahil edilememesi ve iş süreçlerine entegre edilememesi gibi sorunlar, veri kaybı ve süreç verimsizliğine yol açmaktadır. Bununla birlikte, yapay zeka ve görsel doküman anlamlandırma teknolojilerindeki yenilikler, işletmelerin dijitalleşme süreçlerinde bu tür sorunların üstesinden gelmelerine yardımcı olabilecek önemli fırsatlar sunmaktadır.

Bu tez çalışması, OCR - Optical Character Recognition (Optik Karakter Tanıma) teknolojisine ihtiyaç duymadan dokümanları işleyebilen ve Türkçe dilinde yüksek doğrulukla çalışabilen dönüştürücü tabanlı VDU –Visual Document Understanding (Görsel Doküman Anlamlandırma) modeline dayalı bir uygulama modeli geliştirmeyi hedeflemektedir. Model, sosyal medya platformlarından alınan dokümanların otomatik sınıflandırılması, işlenmesi ve arşivlenmesi gibi süreçleri optimize ederek, KOBİ'lerin dijitalleşme sürecine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, tezin ikinci bölümünde, dijital dönüşüm, görsel doküman anlamlandırma (VDU) ve KOBİ'lerin dijitalleşme süreçleri ile ilgili literatür incelenmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmanın yöntemi, kullanılan teknolojiler ve geliştirilen model detaylandırılmıştır. Dördüncü bölümde ise uygulama ve analiz sonuçları sunulurken KOBİ'ler için sağlanan katkılar tartışılmıştır. Son olarak, beşinci bölümde, araştırmanın genel sonuçları ve gelecekteki çalışmalara yönelik öneriler yer almaktadır.

1.1 ARAŞTIRMANIN KAPSAMI, SINIRLARI VE ÖNEMİ

Günümüzde sosyal medya platformları ve anlık mesajlaşma uygulamaları, bireyler ve işletmeler için bilgi paylaşımının, etkileşimin ve iş birliğinin temel araçları haline gelmiştir. Sosyal medya, bilgi kaynağı ve bilginin yayılma aracı olarak kullanılırken, kullanıcılar arasındaki iletişimi güçlendirmekte ve işletmeler için yeni fırsatlar sunmaktadır (Kalinová & Kovaříková, 2023). Moathen & Almaktoom (2023), sosyal medyanın iş süreçlerinde sipariş işleme, müşteri hizmetleri yönetimi ve geniş kitlelere ulaşma gibi pek çok avantaj sağladığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda, sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformları, KOBİ'lerin dijitalleşme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. KOBİ'ler, Türkiye ekonomisinin bel kemiğini oluşturmakta ve toplam girişimlerin %99,8'ini, istihdamın ise %73,8'ini sağlamaktadır (TÜİK, 2023). Bu işletmeler, hem yerel ekonomileri desteklemekte hem de istihdam yaratarak toplumsal refaha katkıda bulunmaktadır. Ancak, yoğun küresel rekabet ortamında KOBİ'lerin sürdürülebilir büyüme sağlayabilmesi için yenilikçi teknolojilere uyum sağlamaları ve dijital dönüşüm süreçlerine entegre olmaları büyük önem taşımaktadır.

Bilgi teknolojileri, KOBİ'lerin dijital dönüşüm süreçlerini desteklemede güçlü bir araç sunmakta; özellikle e-ticaret ve sosyal medya platformları, düşük maliyetle geniş kitlelere ulaşma imkanı tanımaktadır (Hendrawan et al., 2018). Ancak, birçok KOBİ, bu teknolojilerden yararlanırken maliyet, teknik bilgi ekiskliği ve veri yönetimi sorunları gibi engellerle karşılaşmaktadır. Bu çalışmanın önemi, KOBİ'lerin dijital dönüşüm süreçlerinde bu engelleri aşmalarına yardımcı olacak etkili ve düşük maliyetli bir çözüm sunmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırmanın Kapsamı: Web 3.0 teknolojilerinin sunduğu yapay zeka çözümlerinden faydalanılarak, mevcut bir VDU modelinin Türkçe verilerle eğitilip uyarlanması ve OCR teknolojisine bağımlı olmadan, görsel verilerden metin ve anlam çıkarımı yapabilen ve yapılandırılmış verilerin arşivlendiği, sonrasında hızlıca ulaşılabilirdiği bir uygulama modeli geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu model, KOBİ'lerin doküman yönetimi süreçlerini kolaylaştırmak, müşteri taleplerine daha hızlı yanıt vermelerini sağlamak ve kurumsal hafızalarını güçlendirmek amacıyla bir pilot uygulama olarak tasarlanmıştır.

Araştırmanın Sınırları: Çalışma, aşağıdaki sınırlarla tanımlanmıştır:

Doküman Türleri: İlk aşamada model yalnızca fatura gibi sınırlı türde dokümanlarla uyarlanıp, test edilmiştir. İlerleyen aşamalarda teklif, kartvizit, sözleşme ve diğer doküman türlerinin entegrasyonu planlanmaktadır.

Anlık Mesajlaşma Platformları: Uygulama, başlangıçta yalnızca WhatsApp dosyalarını işleyebilecek şekilde tasarlanmıştır. Gelecekte, diğer anlık mesajlaşma platformlarının (örneğin, Telegram, Viber) da entegre edilmesi hedeflenmektedir.

Dosya Formatları: Sistem, şu anda yalnızca JPEG formatındaki dokümanları işleyebilmektedir. İleride PDF, PNG gibi farklı formatların da işlenmesi için geliştirme yapılacaktır.

Dil Desteği: Model, başlangıçta yalnızca Türkçe dokümanları anlamlandıracak şekilde eğitilmiştir. Gelecekte diğer dillerin de desteklenmesi planlanabilir.

API ve Otomasyon Eksikliği: İlk etapta sistem, sosyal medya ve anlık mesajlaşma uygulamalarından otomatik veri çekme (API entegrasyonu) özelliğine sahip değildir. Bu özelliğin ileriki aşamalarda geliştirilmesi öngörülmektedir.

Araştırmanın Önemi: Bu çalışmanın önemi, KOBİ'lerin dijital dönüşüm süreçlerine entegrasyonu kolaylaştırarak onların rekabet gücünü artırma potansiyelinden kaynaklanmaktadır. Önerilen model, dokümanların anlamlandırılması, dijital arşivleme ile organize edilmesi ve kolay erişilebilir hale getirilmesi gibi işlevler sunarak, KOBİ'lerin müşteri taleplerine daha etkin yanıt vermesine ve iş süreçlerinde verimlilik sağlamasına katkıda bulunacaktır. Ayrıca, sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarının etkili bir şekilde kullanımı, KOBİ'lerin yalnızca yerel pazarlarda değil, uluslararası arenada da rekabet gücünü artırmalarına yardımcı olacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, yalnızca pratik bir çözüm sunmayı değil, aynı zamanda sosyal medya, Web 3.0 ve doküman anlamlandırma teknolojilerinin KOBİ'ler bağlamındaki uygulanabilirliğine dair literatürdeki eksikliği doldurmayı amaçlamaktadır. Araştırmanın bulguları, gelecekteki çalışmalara ışık tutacak ve hem teorik hem de uygulamalı katkılar sunma potansiyeline sahiptir.

1.2 ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu tezin amacı, sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformları üzerinden paylaşılan yapılandırılmamış doküman verilerinin, Web 3.0 teknolojilerinin sunduğu yapay zeka çözümleriyle anlamlandırılmasını sağlayarak, bu verilerin hızlı ve kolay erişilebilen bir arşivleme modeliyle organize edilmesini sağlamaktır. Tez çalışması kapsamında KOBİ'ler dikkate alınarak, dijital dönüşüm süreçlerinde karşılaştıkları veri yönetimi zorluklarına düşük maliyetli ve verimli bir çözüm sunulması hedeflenmiştir.

Bu çalışma, dokümanların yapısal olarak anlaşılmasını sağlamak için OCR teknolojisine bağımlı olmayan ve görsel verilerden doğrudan metin çıkarımı yapabilen yenilikçi bir model önermektedir. Bu model, KOBİ'lerin sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarında paylaşılan dosyaları daha etkin yönetmelerine ve bu verileri kurumsal hafızalarının bir parçası haline getirmelerine olanak sağlayacaktır. Ayrıca, doküman yönetimi süreçlerini dijitalleştirme ve optimize etme amacıyla aşağıdaki hedeflere odaklanılmıştır:

OCR Bağımsız Model Geliştirme: OCR araçların maliyetine ve ekipman ile uzmanlık gereksinimine ihtiyaç duymadan dokümanların işlenmesini sağlayan bir sistem geliştirmek.

Dijitalleşme Süreçlerine Katkı: Manuel doküman işleme süreçlerini optimize ederek zaman ve maliyet tasarrufu sağlamak.

Kurumsal Hafıza Oluşturma: Sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarından alınan dokümanları merkezi bir dijital arşive entegre ederek kurumsal hafıza oluşturmak.

Türkçe Veri Üzerinde Çalışabilirlik: Modeli Türkçe dil özellikleri ve karakterleriyle uyumlu hale getirerek yerel işletmelerin ihtiyaçlarını karşılamak.

Kullanıcı Dostu Sistem Tasarımı: KOBİ çalışanlarının doküman yönetimi süreçlerini kolaylaştıracak sade ve anlaşılır bir arayüz geliştirmek.

Genel Kullanıcı Kapsayıcılığı: Bireysel satıcılar, mikro işletmeler ve sosyal medya platformları üzerinden satış yapan işletmeler için uygulanabilir bir çözüm sunmak.

Tez çalışmasında geliştirilen prototip model, yalnızca fatura işlemleriyle sınırlı kalmayıp, teklif ve diğer dokümanlar üzerinde de uygulanabilir bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte, modelin temelinde herhangi bir yapısal sınırlama bulunmamaktadır ve ilerleyen çalışmalarda farklı sektörlerde ve daha geniş kapsamlı uygulamalarda kullanılabilecek şekilde geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Önerilen sistem, dosyaların anlamlandırılması, dijital arşivleme ile organize edilmesi ve kolay erişilebilir hale getirilmesi gibi işlevler sunarak KOBİ'lerin müşteri taleplerini daha etkin karşılamasına, iş süreçlerinde verimlilik sağlamasına ve rekabet gücünü artırmaya katkıda bulunacaktır. Ayrıca, bu anlamda literatürde yeterli çalışma olmamasından dolayı, çalışmanın literatüre de önemli bir katkı sunması beklenmektedir.



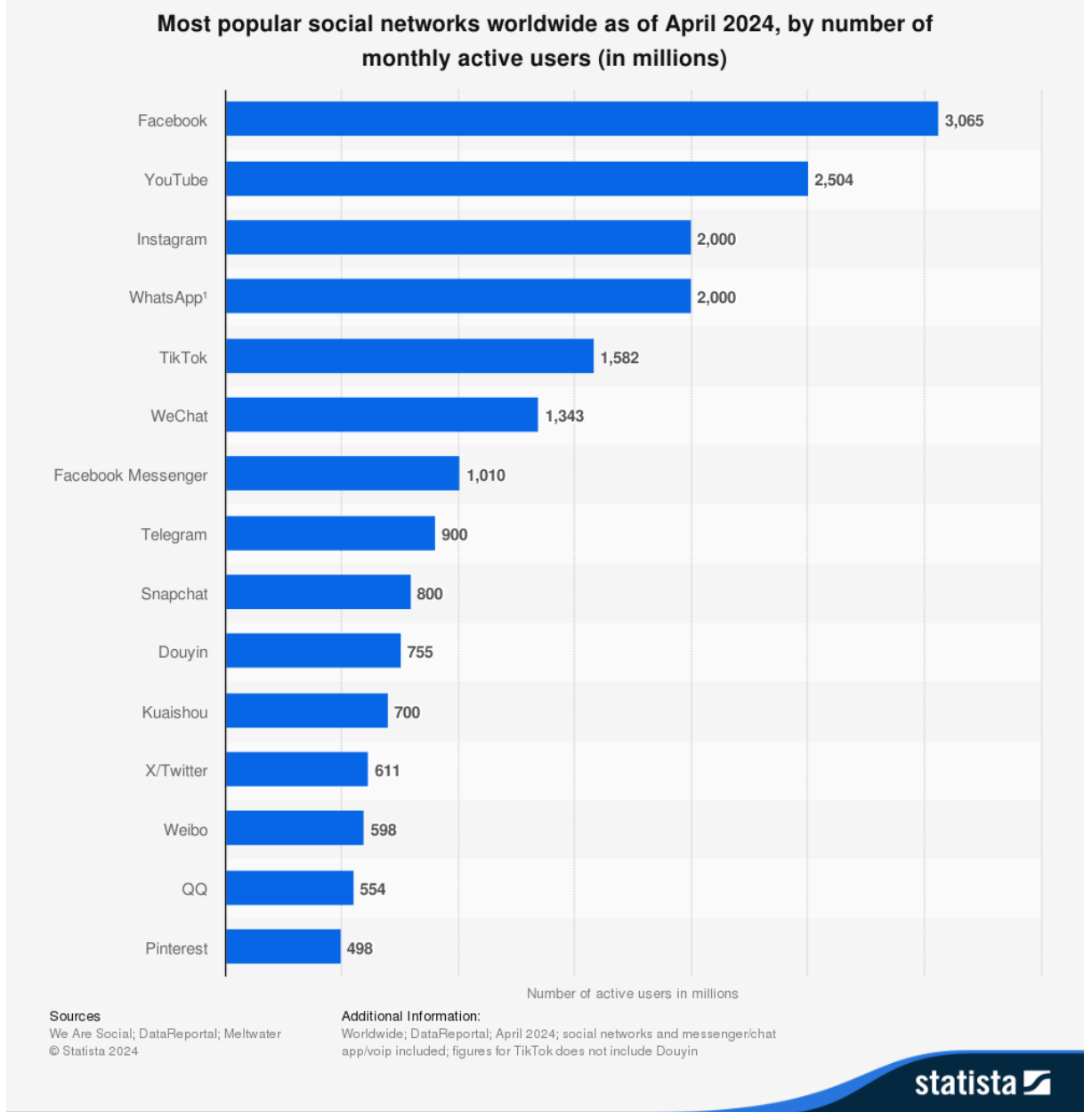
2. GENEL KISIMLAR

Sosyal medyanın popülaritesi ve kullanıcı tarafından üretilen içerik, insanların dünya genelindeki geniş kitlelerle çevrimiçi etkileşim kurmasını olanaklı kılmıştır (Greenwood et al., 2013). Öyle ki sosyal medya kullanımı, dünya genelinde kullanıcıların %53'ünden fazlasını kapsayarak, neredeyse hayatın her alanında olduğu gibi, çalışanlar arasındaki etkileşimlerde de hızla artmaktadır (Permana et al., 2023). Yeni medya teknolojilerinin iş dünyasındaki artan önemi ve sunduğu yeteneklerin çeşitliliği sayesinde, organizasyonlar bu araçları stratejik olarak kullanarak hem müşterilerinin çeşitli ihtiyaçlarını karşılamakta hem de onlara birçok yeni hizmet sunmaktadır (Go & You, 2016). Bilgi teknolojisi altyapılarının iyileşmesi ve akıllı telefon kullanıcılarının sayısındaki artışla birlikte, mobil ticaret işlem hacmi ve büyümesi de her yıl düzenli olarak artmaktadır (Nisafani et al., 2017).

2.1 SOSYAL MEDYA, ANLIK MESAJLAŞMA

Sosyal medya, kullanıcıların iletişim kurup çeşitli içerikleri paylaşabileceği akıllı telefon uygulamaları veya web tabanlı teknoloji araçlarından oluşan bir ağıdır (Permana et al., 2023, aktaran Olanrewaju, 2020). Li et al., (2021, aktaran Kaplan ve Haelein, 2010)'na göre, pazarlama bağlamında sosyal medya, insanların ağlar kurduğu ve bilgi ve/veya duygular paylaştığı platformlar olarak kabul edilmektedir. Greenwood et al., (2013, aktaran Kaplan, 2010)'na göre, Facebook ve Google gibi sosyal ağ siteleri, YouTube ve Instagram gibi içerik toplulukları, Wikipedia gibi iş birliğine dayalı projeler ve Blogger ile Wordpress gibi blog platformları dahil olmak üzere, kullanıcıların çevrimiçi içerik oluşturup paylaşmasını sağlayan çok çeşitli sosyal medya platformları bulunmaktadır. Haythornthwaite, (2024), sosyal medya platformlarının dünya genelinde tanınmış ve tanınmadık çok sayıda katılımcıyı bir araya getirdiğini belirtirken; Facebook, YouTube, Instagram ve WeChat gibi platformların aylık aktif kullanıcı sayıları milyarlarla ifade edilmiştir, X (eski adıyla Twitter), Reddit ve LinkedIn gibi platformların milyonlarca kullanıcıya sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, Quora gibi soru-cevap siteleri veya Stack Exchange gibi programlama destek siteleri gibi birçok platformun kullanıcı sayısının 100 milyonu aştığını da eklemiştirlerdir. Güncel (Statista, 2024b) verilere bakıldığında; mevcut mobil anlık mesajlaşma uygulamaları arasında WhatsApp, 2024 yılı itibarıyla yaklaşık 2 milyar aylık aktif kullanıcıya ulaşarak dünya çapında en popüler küresel mobil mesajlaşma

uygulaması olmuştur. Şekil 1’de dünyadaki anlık mesajlaşma uygulamaların aylık aktif kullanıcı sayıları yer almakta, Şekil 2’de ise sosyal ağların aktif kullanıcı sayısına yer verilmiştir.



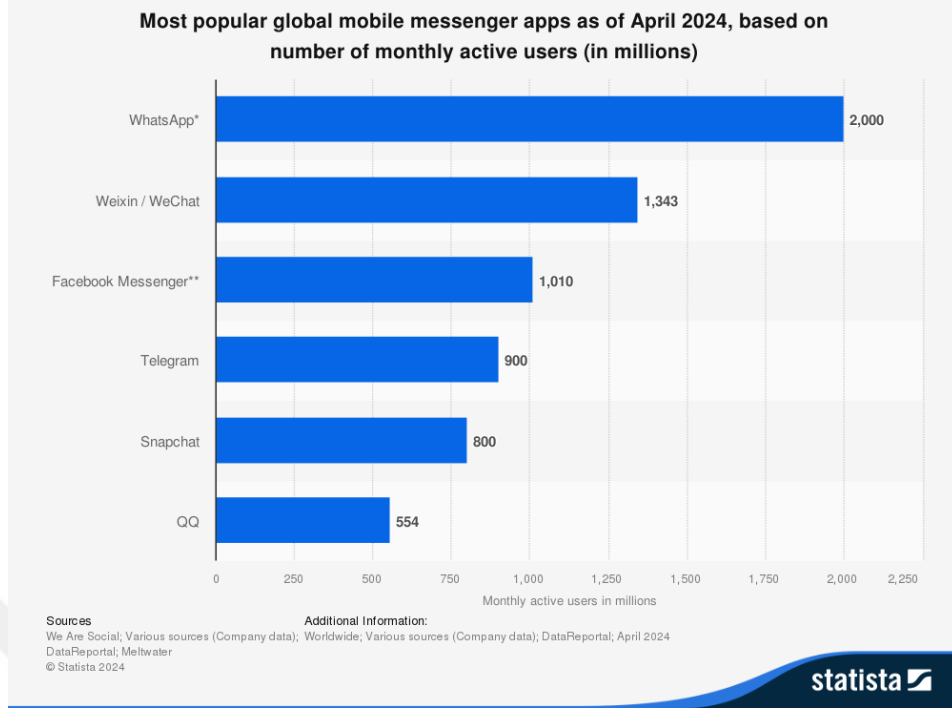
Şekil 1: En popüler sosyal ağların Nisan 2024 itibariyle aylık aktif kullanıcı sayısı (Statista, 2024a).

Rana et al., (2015, aktaran Piccard et al., 2005)’na göre, anlık mesajlaşmanın (IM) gerçek başlangıcı, "I seek you" ifadesinin kısaltması olan Mirabilis tarafından geliştirilen ICQ’nun internet üzerinden kullanıma sunulmasıyla gerçekleşmiştir. ICQ, ilk modern ve ücretsiz anlık mesajlaşma uygulaması olarak kabul edilmektedir. İnternet bağlantılı kullanıcılar arasında metin tabanlı iletişimi sağlayan bir iletişim teknoloji türü olan anlık mesajlaşma, 2000’li yılların

başında popülaritenin artmasıyla, hem sıkça yapılan telefon görüşmelerinin sayısını azaltmanın bir yolu hem de genel olarak iletişimi geliştiren bir araç olarak görülmesine yol açmıştır (Chang, Hui-Jung, 2014, aktaran Cameron & Webster, 2005). H. Zhu et al., (2018), ICQ ve MSN gibi birinci nesil sosyal ağ araçların kullanıma sunulduktan dört yıldan kısa bir sürede yüz milyondan fazla kullanıcı kazandığına dikkat çekmiştir.

Günümüzde popülerliği olan ve Türkiyede birinci anlık mesajlaşma uygulaması olan “WhatsApp , 2009 yılında Yahoo eski çalışanları olan Amerikalı bilgisayar bilimciler Jan Koum ve Brian Acton tarafından geliştirilen, sonrasında Facebook'un kurucusu Mark Zuckerberg tarafından satın alınan, ücretsiz bir anlık mesajlaşma uygulaması olup, ismi, ingilizce "What's up?" (Naber?) ifadesi ile "App" (uygulama) teriminin birleşiminden türetilmiştir” (Papapicco, 2019). WhatsApp, 2023 yılı itibarıyla Türkiye’de yaklaşık 60 milyon aktif kullanıcıya ulaşmış (WorldPopulationReview, 2024), Türkiye’nin toplam nüfusunun önemli bir kısmını kapsayarak WhatsApp’ın ülkedeki yaygın kullanımını göstermektedir. Facebook Messenger ise Türkiye’de 15.75 milyon aktif kullanıcıya sahip ikinci en popüler uygulama konumunda olup (Datareportal, 2023), bu iki platform, özellikle pandemi sonrası dönemde hem kişisel hem de iş amaçlı yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Türkiye’deki diğer popüler sosyal medya platformları arasında Instagram ve Tiktok ta bulunmaktadır. 2023 yılı itibarıyla Instagram’ın Türkiye’deki kullanıcı sayısı 52 milyon civarındayken, TikTok yaklaşık 30.8 milyon kullanıcıya ulaşmıştır (OOSGA, 2023). Özellikle genç nüfus arasında yoğun kullanım gösteren bu platformlar işletmelerin dijital pazarlama stratejilerinde de önemli bir yer edinmiştir.



Şekil 2: En popüler mobil anlık mesajlaşma uygulamaların Nisan 2024 itibariyle aylık aktif kullanıcı sayısı

2.1.1 İş yerinde Sosyal Medya ve Anlık Mesajlaşma Kullanımı

Moathen & Almaktoom, (2023, aktaran Khanal & Setzer, 2021), yüksek teknoloji benimseme oranı sayesinde sosyal medya ile işletmeler arasındaki ilişkinin dünya genelinde hızla büyümekte olduğunu; günümüzde birçok işletmenin sosyal medyayı iş süreçlerine entegre ettiğini, Daud & Othman (2019)'da sosyal medyanın ürün ve hizmetlerin pazarlanmasında da yaygın olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir. Li et al., (2021), bunun temel sebeplerinin sosyal medya, firmalar ile müşteriler arasında geçmişte mümkün olmayan bağlantılar kurmayı sağlayabilmesinden, firmalar ile müşterilerin birbirleriyle iletişim ve etkileşim yollarını dönüştürmesinden kaynaklı olduğunu belirtmişlerdir. Go & You, (2016, aktaran Pavlik, 2007) da sosyal medya teknolojilerinin sunduğu artan yetenekler, organizasyonların müşterilerine birçok yeni hizmet sunmasını sağlarken, bu avantajları fark eden birçok organizasyon bu teknolojileri iç yapı, yönetim sistemleri, reklamcılık ve halkla ilişkiler gibi alanlarda uygulamaya başladığını ifade etmişlerdir. Daud & Othman (2019, aktaran Jeffrey & Leonardi, 2016), sosyal medyanın organizasyonlarda görünürlük, kalıcılık, düzenlenebilirlik ve ilişkilendirme olmak üzere dört temel işlevini ortaya koyduğunu ve bu işlevlerin sosyalleşme, bilgi paylaşımı ve organizasyonlardaki güç dinamikleri üzerinde önemli etkiler yarattığını dile

getirmişlerdir. Sosyal medyanın iş yerinde kullanım faydalarını Moathen & Almaktoom (2023), sipariş işleme, müşteri hizmetleri yönetimi, iş ortaklarıyla ilişkiler kurma, müşterilerle veri alışverişi yapma ve minimum reklam maliyetiyle geniş bir hedef kitleye ulaşma gibi değer zinciri süreçlerini kolaylaştırma olarak saymıştır.

Bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler, satış süreçlerini destekleyen anlık mesajlaşma gibi hiper kanalların ortaya çıkmasını sağlamıştır (Nisafani et al., 2017). İşletmelerin dijital iletişim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla anlık mesajlaşma uygulamalarının özel “business” sürümleri de yaygınlaşmaktadır. WhatsApp Business, dünya genelinde 200 milyondan fazla kullanıcıya ulaşmış olup, küçük ve orta ölçekli işletmelerin müşteri ilişkilerini yönetme sürecini kolaylaştırmaktadır (WorldPopulationReview, 2024). Benzer şekilde WeChat Official Accounts özelliği, Çin’deki işletmelere profesyonel bir platform sunarak hem müşteri ilişkileri hem de iş süreçlerini optimize etme imkanı sağlamaktadır (OOSGA, 2023).

Go & You (2016, aktaran Barnes 2008)’e göre, kurumlar, sosyal medyanın müşterilere haberler hakkında güncel kalma, şikayet ve taleplerde bulunma, sohbet işlevlerine erişim sağlama gibi olanaklar sunarak kurumların kolayca iletişim kurmalarını sağlaması nedeniyle, sosyal medyayı olağanüstü bir hızla benimsemişlerdir. Psaila & Toccu (2019)’ya göre, son birkaç yılda sosyal medya, seyahat edenler, araştırmacılar, kamu yöneticileri ve şirket yöneticileri gibi birçok farklı grup için bilgi kaynağı olarak giderek daha önemli bir rol oynamıştır. Ayrıca, sosyal medya verilerinin artışı, şirketlerin müşteri ilişkilerini daha iyi yönetmesini ve iş kararlarını geliştirmesini giderek daha mümkün hale getirmiştir Li et al., (2021, aktaran Libai et al., 2010).

2.1.2 Sosyal Medya ve Anlık Mesajlaşma Veri Paylaşımı

Sosyal medyanın günlük büyümesi ve hizmetler ile uygulama sayısındaki artış, bilgi paylaşımında önemli bir dönüşüm yaratarak dikkat çekici bir değişim ortaya koymaktadır (Yen et al., 2015). Özellikle günümüz çevrim içi mağazalarında sıkça tercih edilen anlık mesajlaşma, kolay kurulumu ve müşteriye özel etkileşim sağlama kapasitesi nedeniyle öne çıkmaktadır (Nisafani et al., 2017). Zhang & Fjermestad (2008, aktaran Rennecker & Godwin, 2003) anlık mesajlaşmanın, metin, dosya ve grafik simgelerin gerçek zamanlı değiş tokuşuna imkan vermesi, bir kişi listesi sunması, durum farkındalığı bilgisinin vermesi, "pop-up" alıcı bildirimleri ve aynı anda birden fazla sohbetle ilgilenmeyi mümkün kılması çoklu kronik

iletişim gibi benzersiz özelliklere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Permana et al., (2023, aktaran Koch et al., 2013, Leonardi, 2014), günümüzde sosyal medyanın, çalışanların şirket içindeki yeteneklerini bulmalarına ve geliştirmelerine yardımcı olmak amacıyla iş materyalleri üreterek veya dağıtarak iş ile ilgili verilerin dağıtılması ve saklanması için bir araç olarak kullanıldığını ifade etmişlerdir. Anlık mesajlaşmanın, mevcut SMS mesajlaşmasına göre daha ekonomik bir seçenek olduğu yaygın bir görüş olarak öne çıkarken, bazı anlık mesajlaşma sağlayıcılarının grup sohbeti, video-görüntü-ses paylaşımı ve renkli ifadeler gibi SMS'ten daha geniş olanaklar sunması bu tercihleri desteklemektedir (Nisafani et al., 2017). Hurbean et al., (2023, aktaran Millard, 2020) 2020'lerden itibaren anlık mesajlaşma, iş yerinde anlık iletişim için fiili bir standart haline geldiğini belirtmişlerdir. Sosyal medya iletişimi i  ve dış olarak ikiye ayrılmaktadır, Permana et al., (2023, aktaran Song et al., 2019)'ın ifade ettiği gibi i  sosyal medya, işler ve etkinlikler hakkında bilgi paylaşımını, projeleri yönetmeyi, çalışanlarla resmi etkileşimler kurmayı ve kaynaklar oluşturmayı kolaylaştırırken, dış sosyal medya, aile, arkadaşlar, hatta müşteriler ve iş ortakları gibi iş ortamı dışındaki kişilerle etkileşim kurmayı sağlamaktadır (Permana et al., 2023, aktaran Davison, 2014).

2.2 WEB TEKNOLOJ LER 

Lang & Baehr, (2023), 1980'ler ve 1990'larda hipermetinin,  ağdaş eleştirel teorinin büyük bir kısmını somutlaştırabilecek devrim niteliğinde bir kavram olarak görüldüğünü, ancak tanımı üzerinde tam bir uzlaşma sağlanamadığını belirtmişlerdir. Ta ki Sir Tim Berners-Lee tarafından, içerik ve işlemleri analiz edebilen akıllı bir ağ olarak tasarlanmasıyla; Web 1.0, statik "Hyper Text Markup Language (HTML)" web sayfaları, "Uniform Resource Identifier (URL)" ve "Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)" ile tanımlanarak, 21. yüzyıl sonrası tüm web teknolojilerinin temelini oluşturan (Tayal & Rajagopal, 2023) birincil yöntem haline gelmiştir (Lang & Baehr, 2023).

"Web'in gelişimi dört aşamadan oluşmaktadır: Web 1.0, Web 2.0, Web 3.0 ve Web3, kimi kaynaklarda Web 4 (Murugesan, 2010) olarak ta yer almaktadır. Bilimsel ve teknolojik yeniliklerin etkisiyle, Web 1.0 dönemi geride kalmış; "günümüzde Web 2.0, Web 3.0 ve Web3' n bir arada bulunduğu bir dönem yaşanmaktadır" (Gan et al., 2023). Web 1.0'dan Web 3.0'a geçişi, Suryavanshi et al., (2023), basit sayfalardan oluşan bir yapıdan, hem insanlar hem

de makineler tarafından kolayca işlenip analiz edilebilen karmaşık bir bilgi ve veri ağına doğru bir evrim olarak tanımlamıştır.

Web 1.0, kullanıcıların tarayıcılar aracılığıyla doğrudan erişebildiği veya arama motorlarıyla keşfettiği, statik web sitelerinde yayımlanan sürekli büyüyen bir bilgi kütüphanesini ifade ederken (Almeida & Lourenço, 2024); Yen et al., (2015) okuma-yazma Web" veya "Sosyal Web" olarak bilinen Web 2.0'nin, günlük kullanıcıların etkileşimde bulunmasını kolaylaştırarak, aynı zamanda bilgi oluşturma ve yayımlama süreçlerine katılımı teşvik ettiğini kayıt etmiştir.

2.2.1 Web 2.0

Web 2.0 ile ilgili ilk fikir, 2004 yılında O'Reilly Media ve MediaLive tarafından düzenlenen ilk Web 2.0 konferansında, webin bir platform olarak kullanılmasıyla ortaya atılmıştır (Shen et al., 2023, aktaran Toledano, 2013). Web 2.0, Sosyal Web olarak adlandırılan, kullanıcıların içerik taramanın ötesine geçerek içerik ürettiği, paylaştığı ve web içeriğiyle etkileşim kurduğu bir dönemi ifade etmekte (W. Zhu et al., 2024), ağ oluşturma, blog yazma, sosyal medyada varlık gösterme ve çevrim içi alışveriş gibi yaygın kullanım alanlarıyla öne çıkmaktadır (Tayal & Rajagopal, 2023).

Mobil internet erişiminin yaygınlaşmasıyla da her an web içeriğine erişim sağlayarak (W. Zhu et al., 2024), Almeida & Lourenço'nun (2004, aktaran Hogg et, al., 2006) belirttikleri gibi, Web 2.0, hayatın ve iş dünyasının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir, bu da şirketlerin, devlet kurumlarının ve diğer organizasyonların, hem iç hem de dış ihtiyaçlarına yönelik yeni uygulamalar ve iş modelleri geliştirmesine olanak tanımıştır.

Facebook, Google, Instagram ve YouTube gibi küresel çok uluslu şirketler, dünyanın yavaş yavaş Web 1.0'ın statik yapısından Web 2.0'in etkileşimli sayfalarına geçiş yapmasında ve Web 2.0'in dünya çapında gelişiminde önemli bir rol oynarken aynı zamanda kullanıcı verilerine erişimi paylaşarak piyasa tekellerine yol açmış ve bu durum Web 3.0'a olan ihtiyacı tetiklemiştir (Tayal & Rajagopal, 2023). Tim Berners-Lee, belirtilen bu gizlilik ihlallerini ve büyük şirketlerin tekelleşme sorunlarını çözmek için, merkezi webin sınılamalarını aşmayı hedefleyen Web 3.0'ın prototipi sayılan Solid adlı sistemi geliştirmiştir (Shen et al., 2023,

aktaran Berners-Lee, 2022). Gatomatis et al., (2022, aktaran Snae & Brueckner, 2007) belirttiğine göre, Web 3.0 teknolojilerinin kesin tanımı ve web deneyimini nasıl etkileyeceği tam olarak net olmamakla beraber, kaynakların çoğunda "Anlamsal Web" olarak da bilinen Web 3.0'ün, Suryavanshi et al., (2023) tarafından internetin evriminde bir sonraki aşamayı temsil ettiğini ve veri ile bilgiyi daha bağlantılı ve erişilebilir hale getirmeyi amaçladığını belirtmişlerdir.

2.2.2 Web 3.0, Yapay Zeka, Veri Anlamlandırma

Minić & Njeguš (2014, aktaran Gretzel, 2011), akıllı sistemleri diğerlerinden ayıran temel bileşenleri, çevreyi algılama yeteneği ile belirli hedeflere ulaşmadaki başarıyı artırmak için eylemlerden öğrenme kapasitesi olduğunu ifade etmişlerdir. D & Rastogi, (2023)'ye göre ise yapay zekâ, makine öğrenimi, veri madenciliği, doğal dil işleme, bilgisayarla görme ve robotik gibi alanlardaki gelişmelerle web dokümanlarının sürekli artışı, bilgi yayılımında benzersiz bir dönemi başlatırken, dijital dünyanın hızla genişlemesi geleneksel bilgi erişim yöntemlerini ciddi zorluklarla karşı karşıya bırakmaktadır.

Anlamsal web" olarak da bilinen Web 3.0, Web 2.0'ın geleceğe yönelik bir uzantısı olarak, makineler tarafından anlaşılabilir bir şekilde veri hakkında açıklamalar üretmeyi (D & Rastogi, 2023), Web 2.0'ın sınırlamalarını ele alarak "zeki web" olarak evrilmiş ve farklı kaynaklardan bilgileri bağlayarak yapı eksikliklerini gidermeyi, içerikleri semantik olarak yorumlayarak kullanıcılara daha ilgili içerikler sunmayı, webi daha kullanışlı ve verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır (Almeida & Lourenço, 2024; Yen et al., 2015).

Suryavanshi et al., (2023, aktaran Aoun et al., 2021)'a göre, Web 3.0, yapay zekâ, blok zinciri ve nesnelerin interneti gibi ileri teknolojilerin entegrasyonu ile tanımlanan internetin evriminde yeni bir aşamayı temsil etmektedir. Balaji et al., (2018) Web 3.0'ı, kolektif zekâ için bir etkileşim platformu olarak, veri madenciliği, makine öğrenimi ve kitle kaynaklı içerik gibi araçlarla makinelerin insan isteklerini anlayarak bağlamsal ve ilgili sonuçlar sunmayı hedefleyen bir yapı olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde (Gupta et al., 2023)Gupta et al., (2023) Web 3.0'ü, daha merkeziyetsiz, güvenli ve akıllı bir interneti hedefleyen yeni nesil bir web mimarisi olarak tanımlarken, e-ticaret, sosyal ağlar, finans, sağlık ve eğitim gibi birçok araştırma alanını etkileyebilecek geniş bir etki potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Balaji et al., (2018, aktaran Berners-Lee & O'Hara, 2013)'a göre, Web 3.0, XML (Extensible Markup Language), RDF (Resource Description Framework) ve OWL (Web Ontology Language) gibi standartlarla veri okuma, yazma, yürütme ve bağlantı kurmayı sağlayarak "veri ağı" oluşturmayı hedefleyen, ortak veri formatlarını ve değişim protokollerini teşvik eden bir sonraki nesil web standartlarını tanımlar.

Web 3.0 dünyasında, makineler insan davranışlarını daha derinlemesine analiz edebilir hale gelerek daha akıllı ve kişiselleştirilmiş hizmetler sunarken (Gan et al., 2023), bilgi sınıflandırma ve anlamlandırma yeteneği sayesinde süreçler daha otomatik hale gelip, bilginin daha hızlı, daha doğru ve daha erişilebilir bir şekilde oluşturulmasını sağlayarak yeni fırsatların ortaya çıkmasına zemin hazırlayacaktır (Gatomatis et al., 2022, aktaran Glazier, 2011). Bu yönde Doküman Yapay Zekası (Document AI) veya Doküman Zekası gibi kavramlar ortaya çıkmış, Cui et al., (2021)'na göre, son yıllarda artan endüstriyel talep nedeniyle hızla büyüyen bir araştırma konusu olup yapay zekâ teknolojisi kullanılarak web sayfaları, dijital dokümanlar veya taranmış dokümanlardan zengin mizanpaj formatlarında bilgi anlamlandırma, sınıflandırma ve çıkarma sürecini ifade etmektedir. Tang et al., (2023)'de Doküman AI'nin iş faturaları, vergi formları, akademik makaleler gibi dijital dokümanlardan bilgi çıkarımı, anlama ve analiz süreçlerini incelediğini ifade ederek; metnin dokümanlarda semboller, şekiller ve stil gibi diğer görsel bilgilerle birlikte yapısal olarak gömülü olduğu çok modellenli bir görev ve klasik görsel-dil araştırmalardan farklı olarak, doküman verileri 2D mekansal bir düzene sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bir sonraki bölümde, doküman verisi ve doküman anlamlandırma konuları daha ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

2.4 DOKÜMAN YAPAY ZEKASI, DOKÜMAN ANLAMLANDIRMA

Doküman Yapay Zekâsı ya da Doküman Zekâsı, iş dokümanlarını otomatik olarak okuma, anlama ve analiz etme tekniklerini ifade eden, nispeten yeni bir araştırma konusudur (Xu et al., 2020). Görsel Zenginlikteki Doküman Anlamlandırma (VrDU), formlar, makbuzlar ve posterler gibi çeşitli doküman türlerini anlamayı hedefleyen ve hem akademik hem de endüstriyel alanda büyük ilgi gören önemli bir araştırma alanıdır (Tu et al., 2023).

Doküman anlamlandırma, Subramani et al., (2021) tarafından doküman sayfalarında yer alan yazılı metin ve görsel şekillerden bilgi okuma, yorumlama ve çıkarma sürecin otomasyonu

olarak tanımlanmaktadır. Doküman anlamlandırma ile ilgili bir diğer benzer tanım Appalaraju et al., (2024) tarafından yapılmıştır, PDF veya görüntü gibi taranmış dokümanları anlamak amacıyla makine öğrenimi tekniklerinden yararlanmayı hedefleyen bir görev olduğunu belirtmişlerdir.

Geçmişte bakıldığında ise doküman işleme, dokümanların düzen bilgilerini manuel olarak gözlemleyerek bazı sezgisel kurallar geliştirmiş sabit düzen bilgisine sahip dokümanları kural tabanlı algoritmalarla gerçekleştirilirken (Cui et al., 2021; Subramani et al., 2021), derin öğrenmenin yaygınlaşmasıyla Bilgisayarla görme (Computer Vision -CV) ve doğal dil işleme (NLP) tabanlı yöntemler ön plana çıkarak, nesne algılama ve görüntü segmentasyonunda ilerlemeler sağlayarak çeşitli görevlerde insan performansına yakın sistemler geliştirilmesini sağlamıştır (Subramani et al., 2021, aktaran Lebourgeois et al., 1992, Ha et al., 1995, Amin and Shiu, 2001; Collobert and Weston, 2008; Krizhevsky et al., 2012; Sutskever et al., 2014; Redmon et al., 2016; Lin et al., 2017).

Cui et al., (2021)'na göre, 2000 yılından itibaren makine öğrenimi teknolojisinin gelişimiyle birlikte, etiketlenmiş verilere dayalı makine öğrenimi modelleri doküman işleme alanında ana yöntem haline gelmiştir. Bu modeller, dokümanın içerik ve düzenini anlamak ve analiz etmek için yapay olarak tasarlanmış özellik şablonlarını kullanarak farklı özelliklerin ağırlıklarını öğrenmektedir.

Satın alma siparişleri, finansal raporlar, iş e-postaları, satış anlaşmaları, tedarikçi sözleşmeleri, mektuplar, faturalar, makbuzlar, özgeçmişler gibi dijital olarak oluşturulmuş veya kağıt üzerine yazılmış, basılmış veya taranmış olabilen iş dokümanları, bir şirketin verimliliği ve üretkenliği açısından kritik öneme sahiptir (Xu et al., 2020). Çalışma ortamında çokça bulunan bu doküman görsellerinden faydalı bilgiler çıkarmak, VDU alanını hem endüstri için vazgeçilmez bir görev hem de araştırmacılar için zorlu bir konu haline getirmiştir (Kim et al., 2022). Modern OCR motorları dokümanlardan metin tahmin etmede başarılı olsa da, VDU teknolojileri, dokümanların yapısını ve düzenini anlamayı gerektirmekte ve bu doğrultuda varlık gruplama, sıra etiketleme ve doküman sınıflandırma gibi çeşitli görevlere odaklanmaktadır (Appalaraju et al., 2021, aktaran Litman et al., 2020).

VDU teknolojileri, doküman görsellerini kullanarak doküman sınıflandırma, görsel soru cevaplama (VQA), doküman düzen analizi (VLA) ve anahtar bilgi çıkarımı (KIE) gibi

endüstrilerde çeşitli iş süreçlerinin optimize edilmesi ve otomatikleştirilmesinde kritik bir rol oynayan alt görevleri gerçekleştirmek için geliştirilmektedir (Shaikh et al., 2023).

Salman & AI-Jawher, (2023, Ahmet et al, 2017), her gün üretilen büyük miktardaki dijital doküman, manuel ve kural tabanlı doküman sınıflandırma tekniklerin zaman alıcı ve hataya açık yapıları nedeniyle yetersiz kaldığını ifade etmiştir. Cui et al., (2021) derin öğrenmenin, özellikle Evrişimsel Sinir Ağları (CNN), Grafik Sinir Ağları (GNN) ve Dönüştürücü (Transformer) mimarisi (Vaswani ve ark., 2017) ile temsil edilen ön-eğitim tekniğinin ortaya çıkışı, manuel etiketlemeye dayalı geleneksel makine öğrenimi paradigmasını tamamen değiştirdiğini; bunun yerine, etiketsiz veriye dayalı kendi kendine denetimli öğrenme ve "ön-eğitim ve ince ayar" paradigmasıyla alt görevleri çözerek Doküman Yapay Zekâsı görevlerinde önemli bir ilerleme sağladığını belirtmişlerdir.

Son yıllarda, Doğal Dil İşleme alanında, karmaşık dokümanlardan Bilgi Çıkarımı (IE) problemini ele alan birçok çalışma yayımlanmıştır (Xu et al., 2021), Ding et al., (2024)'ın yapmış olduğu araştırmada VDU anlamında yer alan yöntemleri tekli ve çoklu görev bazlı modellere dayalı olarak gruplandırmıştır. Tez kapsamında Şekil 3'te yer aldığı gibi çoklu görev bazlı yöntemlere yer verilmiştir. Bölümün devamında bu yöntemlerin detaylı sınıflandırması ve her bir kategoride kullanılan çerçeveler sunulmuştur. LLM'ye dayalı çerçeveler ve Önden eğitilmemiş çerçeveler çalışma kapsamı dışında tutulmuştur.

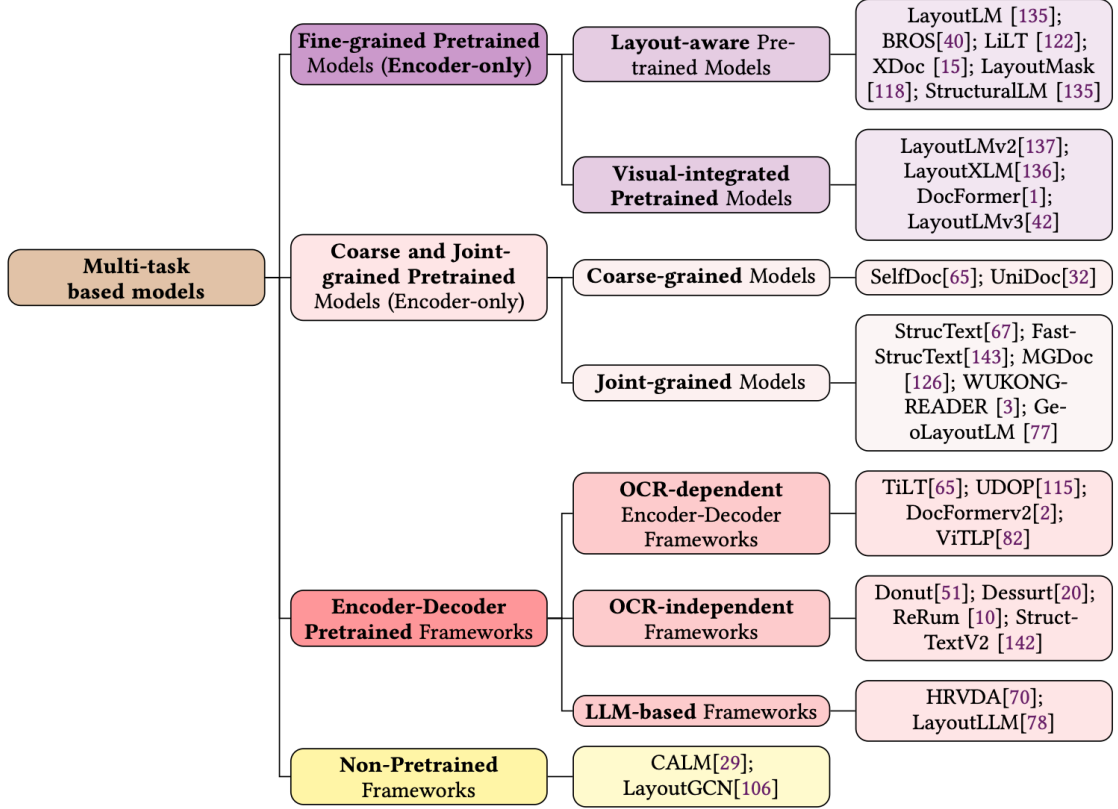
2.4.1 İnce Detaylı Önceden Eğitilmiş Modeller (Sadece Kodlayıcı (Encoder))

İnce detaylı önceden eğitilmiş modeller arasında düzen ve görsel bilgileri modele dahil ederek sadece kodlayıcı içeren çeşitli yöntemler önerilmiştir, bunlardan bazılarına aşağıda yer verilmiştir.

2.4.1.1 Düzen Farkındalıklı Önceden Eğitilmiş Modeller (Layout-aware Pretrained Models)

Dokümanların daha kapsamlı bir şekilde temsil edilebilmesi amacıyla, metinsel ve düzen özelliklerini kodlayan çeşitli yöntemler önerilmiş; bu sayede, düz metin girişlerinin sunduğu

sınırlı bilginin ötesine geçilerek doküman düzen yapısı ve metinsel tokenler arasındaki mekânsal ilişkiler anlaşılmalı çalışılmıştır (Ding et al., 2024).



Şekil 3: Çoklu görev görsel zengin doküman anlamlandırma çerçeveleri (Ding et al., 2024).

LayoutLM: Ön eğitim aşamasında metinsel ve düzen bilgilerini kullanarak geliştirilmiş ilk önceden eğitilmiş doküman anlama modeli olarak öne çıkan LayoutLM, geniş ölçekli etiketsiz taranmış doküman görselleri üzerinde kendi kendine denetimli bir şekilde kolayca eğitilebilen, dönüştürücü mimarisini temel alan LayoutLM, metin ve düzen bilgilerini tek bir çerçevede birleştiren basit fakat etkili bir ön eğitim tekniği olarak sunulmaktadır (Xu et al., 2020).

BROS: BROS (“BERT Relying On Spatiality”), yarı yapılandırılmış dokümanları anlamak için 2D metin temsili sağlayan mekansal kodlama metriğini entegre eden ve metin segmentleri arasındaki ilişkileri grafik tabanlı bir çözücü ile yakalayan önceden eğitilmiş bir dil modelidir (Hong et al., 2022).

LiLT: Wang et al., (2022) tarafından önerilen LiLT (Language-independent Layout Transformer), metin ve düzen bilgisi arasındaki etkileşimi sağlamak için çift yönlü dikkat

tamamlama mekanizması (BiACM) kullanarak, tek dilli dokümanlardan düzen bilgisini öğrenip bunu çok dilli bağlamlara genelleterek doküman işleme süreçlerinde dil engellerini aşmayı sağlama amacı taşımaktadır.

XDoc: Chen et al., (2022)'nin belirttiği gibi XDoc, farklı doküman formatlarını anlamak için temel parametreleri paylaşırken, format ayrımını geliştirmek amacıyla hafif uyarlanabilir katmanlar kullanan ve mevcut modellerin sınırlamalarını aşmayı hedefleyen birleştirilmiş bir önceden eğitilmiş modeldir.

LayoutMask ve StructuralLM: LayoutMask, Tu et al., (2023) tarafından küresel 1D konumlar yerine yerel 1D konum girişleri kullanan, Maskeleye Dil Modellemesi (Masked Language Modeling) ve Maskeleye Konum Modellemesi (Masked Position Modeling) olmak üzere iki ön eğitim hedefi içeren görsel zenginlikteki doküman anlamlandırma (VrDU) alanında metin-düzen etkileşimlerini geliştirmek için tasarlanmış yeni bir çok modlu ön eğitim modeli olarak tanımlanmıştır. LayoutMask, form anlama, makbuz anlama ve doküman görseli sınıflandırma gibi çeşitli VrDU görevlerinde son teknoloji sonuçlar elde etmektedir. StructuralLM ise C. Li et al., (2021) tarafından tanımlandığı gibi her hücreyi bir anlamsal birim olarak ele alarak, hücre konumlarını sınıflandırarak öğeler arasındaki etkileşimleri iyileştirerek taranmış dokümanlardan hücre ve düzen bilgilerini entegre ederek form anlama yeteneğini geliştirmeyi amaçlayan bir ön eğitim yaklaşımıdır.

2.4.1.2 Görsel Entegrasyonlu Önceden Eğitilmiş Modeller (Visual-integrated Pretrained Models)

Bu modellerde metin ve düzen bilgilerine ek olarak görsel ipuçların da ön eğitim aşamasında eklenmiştir.

LayoutLMv2 ve LayoutLMv3: Maskeleye görsel-dil modellemesi, metin-görsel hizalama ve metin-görsel eşleştirme gibi yeni model mimarileri ve ön eğitim görevlerini kullanan, Xu et al., (2022) tarafından önerilen LayoutLMv2, görsel zenginlikteki doküman anlamlandırma için metin, düzen ve görsel verileri birleştiren çok modlu bir ön eğitim modelidir. LayoutLMv3, doküman yapay zeka için tasarlanmış çok modellenli bir dönüştürücü modelidir. Huang et al., (2022)'in çalışmasında yer aldığı gibi, mevcut çok modellenli doküman yapay zeka modellerinden farklı olarak, görsel özellikleri çıkarmak için önceden eğitilmiş bir CNN veya Faster R-CNN altyapısına dayanmadan, ön eğitim sırasında birleşik metin ve görsel maskeleye yöntemlerini

kullanarak, metin kelimelerine karşılık gelen maskelenmiş görsel yamaları tahmin etme yoluyla çapraz modlu hizalamayı güçlendiren bir kelime-yama hizalama hedefini de bünyesinde barındırmaktadır (Ding et al., 2024). Bu şekilde, parametrelerden önemli ölçüde tasarruf sağlamakta ve bölge anotasyonlarını ortadan kaldırmaktadır.

LayoutXLM: LayoutXLM, XLM-RoBERTa dil modelini kullanan LayoutLMv2'nin çok dilli bir versiyonu olup (Déjean et al., 2022), farklı dillerdeki performansı artırma hedefiyle çok dilli görsel zenginlikteki doküman anlamlandırma için tasarlanmış çok modlu bir ön eğitim modelidir (Xu et al., 2021).

DocFormer: Appalaraju et al., (2021) tarafından sunulan DocFormer, görsel doküman anlamlandırma (VDU) için tasarlanmış çok modlu, sadece kodlayıcı transformer mimarisine sahip, metin, görsel ve mekânsal özellikleri bir araya getirerek bu modlar arasında derin etkileşim sağlayan yenilikçi bir yaklaşım sunar.

2.4.2 Kaba ve Ortak Detaylı Önceden Eğitilmiş Modeller (Sadece Encoder)

İnce ayrıntılı önceden eğitilmiş modellerin belli başarıları yakalamasına karşın, doküman görüntüsü düzenini ve mantıksal düzenlemeyi yakalama konusunda karşılaştıkları zorluklar nedeniyle doküman üzerindeki anlamsal öğelerden gelen çok modlu bilgileri kullanan genel düzeyde ve birleşik ayrıntılı çerçeveler ortaya çıkartılmıştır (Ding et al., 2024).

2.4.2.1 Genel Düzeyde Modeller (Coarse-grained Models)

SelfDoc: P. Li et al., (2021) tarafından önerilen SelfDoc, doküman görseli anlamlandırmaya yönelik olarak tasarlanmış kendi kendine denetimli bir ön eğitim çerçevesidir ve pozisyonel, metinsel ve görsel verileri entegre ederek bireysel kelimeler yerine anlamsal açıdan anlamlı bileşenlere odaklanır. Çerçeve, etkili özellik birleşimi için çapraz modlu öğrenme ve mod uyarlanabilir dikkat mekanizmasını kullanır.

UniDoc: Feng et al., (2023) çalışmalarında yer aldığı gibi, büyük önceden eğitilmiş modellerin güçlü temsil yeteneklerinden yararlanarak ve metin açısından zengin senaryolarda görevler arasındaki etkileşimleri teşvik ederek mevcut algoritmaların sınırlamalarını aşan UniDoc,

eşzamanlı olarak metin algılama, tanıma, belirleme ve anlamlandırma görevlerini yerine getirmek üzere tasarlanmış yenilikçi bir büyük çok modelli modeldir.

2.4.2.2 Ortak Ayrıntılı Modeller (Joint-grained Models)

StrucText ve FastStrucText: VRD'ler için yapılandırılmış metin anlamaya yönelik bir çerçeve olup, segment-token uyumlu bir kodlayıcı kullanarak, metin, görseller ve düzen bilgilerini birleştirerek, farklı ayrıntı düzeylerinde varlık etiketleme ve bağlantı görevlerini etkin bir şekilde gerçekleştirir (Y. Li et al., 2021). FastStrucText ise saat camı (hourglass) mimarisi ve mod yönlendirmeli dinamik token birleştirme yöntemini kullanarak işlem maliyetlerini azaltan ve performansı artıran doküman anlama için tasarlanmış, verimli bir çok modlu transformer modelidir (Zhai et al., 2023)

MGDoc, WUKONG-READER ve GeoLayoutLM: Z. Wang et al., (2022), metin-görsel kodlayıcı kullanarak sayfa, bölge ve kelime seviyesi anlamlandırma özellikleri barındıran MGDoc çerçevesini, doküman görüntüsü anlama için tasarlanmış çok modlu ve çok granüler bir ön eğitim çerçevesi olarak tanımlarken, bu modelin, dokümanlardaki bilgileri farklı düzeylerde eş zamanlı olarak kodlayarak daha kapsamlı bir anlayış sunduğunu ifade etmişlerdir. WUKONG-READER, ortak ayrıntılı görsel doküman anlama (VDU) için geliştirilmiş, çok modlu bir ön eğitim modelidir. Bai et al., (2023)'nın çalışmalarında modelin, dokümandaki metin satırları ve görsel düzenler arasındaki ilişkileri anlamak için metin satırı bölge karşıt öğrenimi (textline-region contrastive learning), maskeleme tabanlı bölge modellemesi (masked region modeling), ve metin satırı kare eşleme (textline-grid matching) gibi yenilikçi yöntemler kullandığını, bu sayede, metinsel ve görsel bileşenleri entegre ederek karmaşık doküman yapılarında daha hassas analiz ve bilgi çıkarımı sağladığını ifade etmişlerdir. Bir diğer model olan GeoLayoutLM ise görsel bilgi çıkarımı (VIE) için tasarlanmış çok modlu bir çerçevedir ve semantik varlık tanıma (SER) ile ilişki çıkarımına (RE) odaklanır (Luo et al., 2023). Yazarlar ayrıca modelin, geometrik ilişkileri açıkça modellemek için özel olarak tasarlanmış ön eğitim görevlerini kullanarak özellik temsiliğini güçlendirdiğini, bu da dokümanlardaki görsel ve semantik ilişkilerin daha doğru bir şekilde anlaşılmasını sağladığını öne sürmüşlerdir.

2.4.3 Kodlayıcı – Çözücü (Encoder-Decoder) Önceden Eğitilmiş Çerçeveler (Frameworks)

Sadece kodlayıcı (encoder) kullanan dönüştürücü modelleri ile ilgili Davis et al., (2022), OCR modelinin metin segmentasyonu eksik ya da hatalı olduğunda yeni metin dizileri ekleyemediklerini, OCR ile yanlış tanınan bir karakter, yanlış bir kelime gömme (word embedding) kullanılmasına veya kelimenin sözlük dışı kalmasına yol açabileceğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda aşağıda yer alan OCR bağımlı ve OCR bağımsız olmak üzere iki gruba ayrılan kodlayıcı ve çözücü içeren VDU çerçeveleri sunulmuştur.

2.4.3.1 OCR Bağımlı Kodlayıcı-Çözücü Çerçeveler (OCR-dependent Encoder-Decoder Frameworks)

TiLT: Düz metin dokümanlarının ötesinde doğal dil anlama (Natural Language Comprehension) sorununa yönelik olarak Powalski et al., (2021) tarafından önceki yaklaşımlardan farklı olarak, doğal dili içeren, çeşitli problemleri birleştirme yeteneğine sahip bir kod çözücü (decoder) kullanan TiLT sinir ağı mimarisi sunulmuştur. Yine aynı çalışmalarında belirttikleri gibi, Modelin çekirdeği önceden eğitilmiş bir kodlayıcı-kod çözücü içeren model çekirdeğine sahip bu mimari, düzen bilgilerini, görsel özellikleri ve metinsel anlamsal özellikleri eşzamanlı olarak öğrendiğini belirtmişlerdir.

UDOP ve DocFormerv2: Tang et al., (2023) metinsel içerik ile doküman görüntüsü arasındaki mekânsal ilişkiden yararlanarak, metin, görsel ve düzen modlarını tek bir temsil üzerinden modelleyen, yenilikçi Görsel-Metin-Düzen (Vision-Text-Layout - VTL) dönüştürücüsü ile ön eğitim ve çok alanlı son görevleri bir isteme (prompt)'ye dayalı dizi oluşturma şemasında birleştiren, Universal Document Processing (UDOP) adlı temel bir doküman AI modeli önermişlerdir. Aynı çalışmada yazarlar, AI alanında ilk kez bir modelin yüksek kaliteli sinirsel doküman düzenleme ve içerik özelleştirme görevlerini eşzamanlı olarak başarıyla gerçekleştirdiğini iddia etmişlerdir.

Appalaraju et al., (2024), VDU için tasarlanan ve görsel, dilsel ve mekânsal özellikleri entegre eden çok modelli bir dönüştürücü olan DocFormerv2'yi tanıtmışlardır. Çalışmada, yerel özelliklerin modlar arasında hizalanmasını teşvik eden, yenilikçi bir kodlayıcı-kod çözücü

mimarisi kullanılmıştır. Yazarlar, modelin kodlayıcı kısmında iki, kod çözücü kısmında ise bir adet yeni denetimsiz görevle önceden eğitildiğini belirtmişlerdir.

ViTLP: Mao et al., (2024), Görsel Rehberli Üretken Metin-Düzen Ön Eğitimi (Visually Guided Generative Text-Layout Pre-training - ViTLP) yönteminin, doküman görüntülerinden metin ve düzen dizilerini bir arada üreterek hiyerarşik dil ve düzen modelleme hedeflerini optimize ederek görsel doküman anlamlandırmayı geliştirdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada, uzun dokümanları verimli bir şekilde işlemek için çok segmentli bir ön eğitim şeması kullanıldığı ifade edilmektedir. Ayrıca aynı çalışmada ViTLP'nin, metin yerelleştirme ve tanıma için bir OCR modeli olarak işlev gördüğü ve çeşitli son görevlerde rekabetçi bir performans sergilediği vurgulanmıştır.

2.4.3.2 OCR Bağımsız Çerçeveler (OCR-independent Frameworks)

Donut: OCR'siz doküman anlamlandırma için öncü bir model olan Donut modeli, Kim et al., (2022) tarafından OCR kullanımına ihtiyaç duymadan doküman görüntülerini doğrudan yapılandırılmış çıktılara dönüştüren bir Görsel Doküman Anlamlandırma (Visual Document Understanding - VDU) modeli olarak literatürde geçmektedir. Donut, yalnızca dönüştürücü mimarisini kullanmakta ve doküman görüntülerinden metin okuma üzerine odaklanan bir ön eğitim yöntemi içermektedir. Yazarlar, bu yaklaşımın, geleneksel OCR yöntemleriyle ilişkilendirilen yüksek hesaplama maliyetleri, esneksizlik ve hata yayılımı gibi sorunları ele aldığını belirtmektedir.

Dessurt, SeRum ve StructTextV2: Davis et al., (2022)'nin çalışmasında, doküman görüntülerini ve görev dizilerini işleyerek metinleri otomatik olarak üreten uçtan uca bir doküman anlamlandırma dönüştürücü modeli olan Dessurt tanıtılmaktadır. Bu model, önceki yöntemlerden farklı olarak, harici bir tanıma modeline ihtiyaç duymaksızın metin tanıma ve doküman anlamlandırmayı bir araya getirmektedir, ayrıca OCR'a ihtiyaç duymamaktadır.

Doküman görüntülerinden anlamlı bilgileri çıkarmaya odaklanarak, yenilikçi bir uçtan uca model olarak SeRum (Selective Region Understanding Model) Cao et al., (2023) tarafından tanıtılmıştır. Geleneksel yöntemlerden farklı olarak, SeRum, dikkat mekanizmasını ilgi alanı bölgelerine yoğunlaştıran ve böylece etkinliği ve çözümleme hızını artıran içerik duyarlı bir

token birleştirme modülü kullanmaktadır. Çalışmada ayrıca, yerel farkındalığı ve anlamayı artırmak için ön eğitim görevlerinin modele entegre edildiği de ifade edilmektedir.

Yu et al., (2023) çalışmalarında, metin bölgesi düzeyinde görüntü maskeleye temeline dayanan maskeli görsel-metinsel tahmin yöntemiyle etkili bir doküman görüntüsü ön eğitim çerçevesi olan StrucTexTv2'yi tanıtmaktadır. Çerçeve, maskeli görüntü modelleme ve maskeli dil modelleme olarak iki özdenetimli ön eğitim görevinden oluşmaktadır.

2.3.3 VDU Çerçevelerin Genel Değerlendirilmesi, Donut Modeli ile Karşılaştırılması

Xu et al., (2022)'ı tarafından farklı doküman türlerinde, ilgi duyulan metin alanlarının konumları genellikle dokümanın stili, formatı ve içeriğine bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini bu nedenle, metin alanlarını doğru bir şekilde tanıyabilmek için, metinsel, görsel ve düzen bilgilerini bir arada modelleyip uçtan uca öğrenen tek bir çerçeveden yararlanmak gerektiği ifade edilmiştir

Davis et al., (2022)'in çalışmasında belirtildiği gibi, LayoutLM modelleri, BERT benzeri dönüştürücü mimarileri olarak geliştirilmiş ve mekânsal/düzen bilgilerini, sonrasında ise görsel özellikleri içerecek şekilde genişletilmiştir. LayoutLM ailesi, yalnızca kodlayıcı (encoder) kullanan transformer modellerinden oluşmakta olup, tahminler yalnızca giriş metin dizileri için yapılmaktadır (Ding et al., 2024). Bu modeller, iki aşamalı bir yapıya sahiptir; ilk aşamada metin tanıma, harici bir OCR modeli aracılığıyla gerçekleştirilmekte ve dönüştürücü için giriş metin dizileri elde edilmektedir (Xu et al., 2020).

Literatürde doküman anlamlandırmada geleneksel OCR araçların maliyetli olduğu (Kim et al., 2022), mimarilerinde OCR kullanan modellerin de bölümün ilerisinde yer aldığı gibi OCR'dan kaynaklı birçok sorunun olduğundan bahsetmişlerdir. Davis et al., (2022)'in çalışmasında belirtildiği üzere, OCR modelleri tahminlerinde belirsizlik taşıyabilse de, bu belirsizlik giriş metin dizilerinde yeterince temsil edilememektedir. OCR modellerin oldukça sağlam olmasından modern ve temiz dokümanlarda bu genellikle bir sorun teşkil etmemektedir; ancak, el yazısı veya bozulmuş tarihi dokümanlar gibi durumlarda OCR kalitesinin düşük olması, tahmin hatalarına neden olabilmektedir.

Kim et al., (2022)'in bahsetmiş oldukları, mevcut OCR kullanan VDU metodların dezavantajları aşağıda yer almaktadır:

*OCR'ı bir ön işleme yöntemi olarak kullanmanın maliyetli olduğunu,

*Hazır eğitilmiş OCR motorların kullanılması durumunda da yüksek kaliteli OCR sonuçları için çıkarım maliyetlerin oldukça yüksek olduğunu,

*Farklı diller veya alan değişiklikleriyle esneklik sağlamakta başarı sağlayamadıklarını ifade etmişlerdir.

*Davis et al., (2022), LayoutLM modelleri yalnızca bireysel giriş metin dizileri için tahmin yapabildiklerini, ek çıktılar (örneğin, rastgele metinler veya token ilişkileri) üretilmediğini. Bu tür çıktıların ek alt modüller gerektirdiğini belirtmişlerdir.

2.3.3.1 VDU - Donut Modelin Avantajları

Donut modeli, uçtan uca işleme yapısıyla, OCR kullanmayan bir çözüm sunarak aşağıdaki avantajları sağlamıştır:

OCR Modülüne Olan İhtiyacın Ortadan Kaldırılması: Donut, tamamen OCR'siz çalışan bir model olarak dokümanların doğrudan görüntü formatından işlenmesini sağlar. OCR'nin üç ayrı modül gerektiren yapısını atlayarak, işlem süresini ve maliyetini azaltır (Kim et al., 2022). Bu özellik, özellikle Türkçe gibi daha az çalışılmış dillerde esneklik sunabilir.

Görsel Doküman Anlamlandırma (VDU) Görevlerinde Gelişmiş Performans: Shaikh et al., (2023)'nın çalışmasında belirtildiği gibi, model, görsel doküman anlamlandırma görevlerini etkili bir şekilde gerçekleştirmek üzere özel olarak tasarlanmıştır. Bu yetenek, özellikle doküman görüntülerinden anahtar bilgi çıkarımı (Key Information Extraction - KIE) gibi uygulamalar için faydalı olup, dokümanların hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesinin gerektiği sektörler için değerli bir araç sağlamaktadır. Davis et al., (2022) de çalışmasında Donut modelin dokümanlardaki görsel bilgileri işleme ve anlamlandırma yeteneğine değinerek, güçlü bir görsel modelden yararlandığını, bu da karmaşık doküman düzenleri ve görsel öğeler içeren görevler için önemli bir avantaj sağladığını ifade etmişlerdir.

Düşük Maliyet ve Uygulama Kolaylığı: Geleneksel OCR tabanlı sistemlere kıyasla daha düşük işlem maliyetleri ile entegre edilebilir bir çözüm sunmuştur. Bu durum, özellikle KOBİ'ler için maliyet etkin bir çözüm sunar. Ek olarak, modelin kaynak kodları <https://github.com/clovaai/donut> adresinde açık bir şekilde sunulmakta olup herhangi

bir lisans kısıtlamasına tabi değildir. Bu durum, geliştiricilerin milyonlarca örnekle önceden eğitilmiş bu modeli alıp üzerinde çalışmasını ve uyarlamalar yapmasını serbest kılmaktadır.

Dil Desteği ve Uyum: Donut'ın İngilizce dışında farklı dillerde (Çince, Japonca, Korece gibi) veri ile eğitilmiş olması, modeli çok yönlü bir hale getirmiştir. Bu, modelin dil bağımsız olarak farklı sektörlerde uygulanabilirliğini artırmaktadır (Kim et al., 2022).

Uçtan Uca İşleme Kapasitesi: Görüntü ve metin verilerini bütüncül olarak işleme kapasitesiyle, farklı formatlardaki dokümanlarda yüksek doğruluk oranları sağlamıştır. Donut'ın kodlayıcı-çözücü tabanlı mimarisi, doküman düzenini anlamlandırmada ve metin çıkarımında oldukça başarılı olmuştur (Cao et al., 2023; Shaikh et al., 2023, 2023). Model, görsel düzen (layout) ve metin içeriği arasındaki ilişkileri yakalamada etkili bir çözüm sunar. Cao et al., (2023) Donut modelin, doküman anlamlandırma görevlerini uçtan uca gerçekleştirmek üzere tasarlanmasından dolayı, işlem hattını sadeleştirerek çok aşamalı süreçlere olan ihtiyacı ortadan kaldırarak daha düzenli ve verimli bir işlem süreci sağlama potansiyeline sahip olduğunu belirtmişlerdir. Davis et al., (2022)'i de çalışmalarında Donut modelin, dokümanları bütüncül bir şekilde anlamlandırmak üzere tasarladığını, özellikle dokümanın genel bağlamının anlaşılmasının kritik önem taşıdığı doküman sınıflandırma gibi görevler için oldukça faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada yazarların yaptığı deneylerde Tablo 1'de yer aldığı gibi Donut uygulamasının yüksek doğrulukta sonuç verdiğini belirtmiştir.

	use OCR	# params	RVL-CDIP accuracy	DocVQA ANLS
BERT _{BASE} [8]	✓	110M + OCR	89.8	63.5
LayoutLM _{BASE} (w/ img) [35]	✓	160M + OCR	94.4	-
LayoutLM _{BASE} [35]	✓	113M + OCR	-	69.8
LayoutLMv2 _{BASE} [34]	✓	200M + OCR	95.3	78.1
LayoutLMv2 _{BASE} w/ Tesseract OCR	✓	200M + OCR	-	48.2
DocFormer _{BASE} [1]	✓	183M + OCR	96.2	-
TILT _{BASE} [24]	✓	230M + OCR	93.5	83.9
Donut [15]		156M	94.5	47.1
Donut +10k trainset images [15]		156M	-	53.1
Dessurt (ours)		127M	93.6	63.2

Tablo 1: RVL-CDIP ve DocVQA veri setlerindeki sonuçlar (Davis et al., 2022)

2.3.3.2 VDU - Donut Modelin Dezavantajları

Literatürde yer alan Donut modelini çeşitli veri setleriyle inceleyen yayınlara göre, modelin dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

Karmaşık Dokümanlarda Performans Azalması: Donut'ın karmaşık yapıları dokümanlar (örneğin, çoklu tablo veya el yazısı içeren dokümanlar) üzerinde tahmin doğruluğu düşmektedir. FUNSD veri setinde yapılan testlerde, bu zayıflık açıkça görülmüştür. Modelin Levenshtein mesafesi, karmaşık verilerle çalışırken sürekli yüksek kalmıştır.

Bölge seçimine bağımlılık: Donut modelinin etkinliği, büyük ölçüde ilgi alanı bölgelerinin doğru bir şekilde seçilmesine bağlıdır. Cao et al., (2023) çalışmalarında belirttikleri gibi, model bu bölgeleri doğru bir şekilde tespit edemezse, sonuçların optimal olmamasıyla karşılaşılabilir.

Sonraki Görevlerde Dolaylı Denetim: Cao et al., (2023)'in çalışmasında belirtildiği gibi, model, sonraki görevlerin eğitimi sırasında dolaylı denetim altında çalışmaktadır. Bu durum, farklı doküman türleri veya görevler arasında genelleme yapma yeteneğini sınırlayabilir.

Alternatif OCR Modellerine Göre Eksiklikler: OCR tabanlı modeller, doğruluk ve hassasiyet açısından daha güçlü performans gösterebilir. Örneğin, Doc2Graph ve Tesseract gibi modeller, özellikle metin tanımlama görevlerinde Donut'a göre daha düşük hata oranlarına sahiptir (Quaresma, 2024).

Hiperparametre Ayarlarına Hassasiyet: Modelin performansı, eğitim sırasında seçilen hiperparametrelere büyük ölçüde bağlıdır. Hatalı ayarlar, overfitting veya underfitting gibi sorunlara yol açabilir (Quaresma, 2024). Cao et al., (2023)'nin çalışmasında da yer aldığı gibi, modelin belirli bölgelere odaklanması, özellikle veri seti çeşitli doküman türleri ve düzenlerini kapsamıyorsa, eğitim verisine aşırı uyum sağlama riskini artırabilir.

Yüksek Kaynak İhtiyacı: Shaikh et al., (2023)'nin çalışmasında vurgulandığı üzere, Donut modelinin önemli dezavantajlarından biri, yüksek bellek ve hesaplama gereksinimleridir. Bu durum, modelin üretim ortamlarında, özellikle uç cihazlarda veya büyük ölçekli istek hizmetlerinin bulunduğu senaryolarda kullanılmasını zorlaştırabilir. Davis et al., (2022)'de Donut'ın derin ve geniş bir Swin mimarisi kullanmasından dolayı, artan karmaşıklık, daha yüksek hesaplama gereksinimlerine ve daha uzun eğitim sürelerine yol açabileceğini, bu da her uygulama için ideal olmayabileceğini ifade etmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölüm, tez çalışmasının temellerini oluşturan yöntem ve kullanılan araçları açıklamak amacıyla hazırlanmıştır. Literatürde Türkiye’deki KOBİ’lerin mevcut iş süreçlerine yönelik yapılan değerlendirmelerden yola çıkarak, özellikle iş süreçlerinde dijital dönüşümü ve sosyal medya ile anlık mesajlaşma platformları üzerinden gerçekleştirilen veri (doküman) paylaşımının ele alınması hedeflenmiştir. Bu kapsamda, örnek bir KOBİ üzerinden anlık mesajlaşma uygulamaları aracılığıyla alınan dokümanların (örneğin fatura gibi) işlenmesi, raporlanması gibi manuel süreçlerde karşılaşılan zorluklar analiz edilmiş ve bu problemlerin çözümünde Web 3.0 teknolojilerinin sunduğu semantik veri yönetimi ve VDU gibi ileri teknolojiler kullanılarak anlık mesajlaşma platformlarında paylaşılan dokümanların anlamlandırmasına yönelik bir model geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Modelin geliştirilmesi sürecinde, Yazılım Geliştirme Yaşam Döngüsü olarak da bilinen yazılım geliştirme metodolojileri, geliştirme sürecinin temel bileşenlerini oluşturarak gereksinim tespiti, tasarım, geliştirme, test etme ve uygulama gibi bir dizi adımdan oluşmaktadır (Krishna & Gopinath, 2024; Poornima & Priya, 2022). Bu tez çalışması kapsamında geliştirilmesi planlanan modelde ise yazılım geliştirme sürecinin temelini, çevik yazılım geliştirme modelleri arasında yer alan Scrum metodolojisi oluşturmuştur. Gurianov et al., (2023)’in çalışmalarında belirtildiği gibi, Scrum modeli; hızlı geliştirme süresi, prototip oluşturma sürecindeki etkinliği, kullanıcı katılımını teşvik etmesi, gereksinim yönetimi ve parçalı teslimata uygunluğu gibi avantajlarıyla bu çalışma kapsamındaki değerlendirmede öne çıkmıştır. Bu metodoloji, özellikle küçük ekiplerin geliştirme uygunluğu nedeniyle seçilmiş ve tez boyunca yazılım geliştirme süreçlerine uygulanmıştır.

Yöntem bölümünde öncelikle problem tanımı yapılmış, literatürdeki boşluklar değerlendirilmiş ve örnek bir KOBİ üzerinden saha analizi gerçekleştirilmiştir. Gereksinim analizi, sistem tasarımı, uygulama geliştirme ve test süreçleri de metodolojik bir yaklaşımla detaylandırılmıştır.

3.1 ARAŞTIRMA PROBLEMİN TANIMI

Bu bölümde, öncelikle literatür araştırması yapılmış, ardından örnek bir KOBİ üzerinden iş süreçlerinde karşılaşılan zorluklar ve iyileştirme gereksinimleri detaylandırılmıştır. Literatür araştırmasında, öncelikle KOBİ'lerin öneminden, ardından KOBİ'lerin dijitalleşme sorunlarından, dijitalleşme ile elde edecek kazançlar, manuel iş süreçlerinin neden olduğu zaman kaybı, hata riski ve maliyet artışı gibi unsurların teorik arka planı incelenmiştir. Daha sonra, örnek KOBİ'nin genel yapısı ve faaliyet alanları tanıtılmış; mevcut işleyişi dikkate alınarak manuel süreçlerdeki sorunlar analiz edilmiştir. Son olarak, bu problemlerin literatürdeki yeri ve mevcut teknolojilerle olan bağlantısı ele alınmış, problemin hedef kitlesi ve çözüm gereksinimleri net bir şekilde tanımlanmıştır. Bu analizler, geliştirme süreci için sağlam bir temel oluşturmuştur.

3.1.1 Literatür Araştırması

Literatürde, geleneksel iş süreçlerinde manuel işlemlerin yol açtığı zaman kaybı ve hata risklerinin yanı sıra, özellikle dijital dönüşüm ve otomasyon çözümlerinin bu sorunlara etkili çözümler sunduğu belirtilmektedir. Sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformları üzerinden gerçekleştirilen doküman paylaşımı gibi yeni iletişim yöntemleri, işletmelerde operasyonel verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. Bununla birlikte, bu araçların kontrolsüz kullanımı veri yönetimi ve izlenebilirlik açısından önemli zorluklar doğurmaktadır.

3.1.1.1 KOBİ Kavramının Tanımı ve Türkiye'deki Sınıflandırmalar

KOBİ'ler, hem Türkiye'de hem de dünya genelinde ekonomik büyümenin ana unsurlarından biri olarak görülmektedir. Türkiye'de özellikle 1980 sonrası serbest piyasa ekonomisine geçişle birlikte, özel sektör girişimlerinin sayısında hızlı bir artış yaşanmış ve KOBİ'ler, imalat ve hizmet sektörlerinde istihdam oluşturma, ihracata destek sağlama ve teknolojik ilerlemelere katkıda bulunma gibi birçok alanda önemli roller üstlenmiştir (Aydın & Süygün, 2021). Bununla beraber, Özdemir, (2013 aktaran Özdemir, 2012), KOBİ kavramının ülkelerin yasal düzenlemeleri, nicel kriterleri ve nitel özelliklerine bağlı olarak farklılık gösterdiğini, dünya genelinde bir uzlaşma bulunmadığını, Türkiye'de ise KOBİ'lerin, yasal düzenlemelerle sınıflandırıldıkları belirtmiştir. “25 Mayıs 2023 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Yeni KOBİ Tanımı Yönetmeliği’ne göre yıllık net satış hasılatı veya mali bilanço limiti 500 milyon

TL'ye kadar olan işletmeler KOBİ olarak tanımlanmıştır". "KOBİ'ler mikro, küçük ve orta ölçekli işletmeler olarak üç gruba ayrılmaktadır" (*T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023*). Tablo 2'de Türkiye'de KOBİ sınıflandırmasının detayları sunulmaktadır. Bu sınıflandırmada mali kriterin yanı sıra çalışan sayısı da dikkate alınmaktadır.

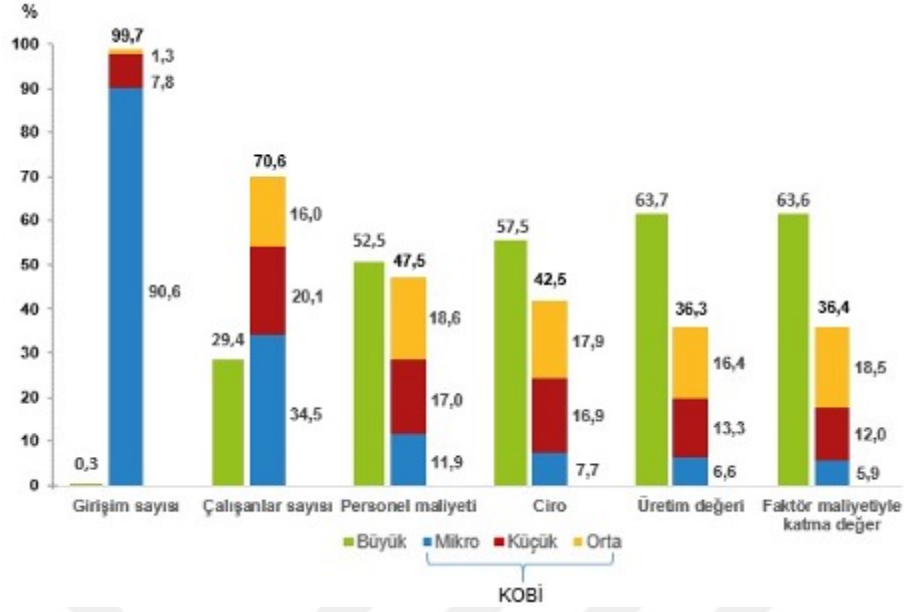
KOBİ	ÇALIŞAN SAYISI	MALİ KRİTER
MIKRO İŞLETME:	10'dan az çalışan	10 milyon TL
KÜÇÜK İŞLETME:	50'den az çalışan	100 milyon TL
ORTA BÜYÜKLÜKTEKİ İŞLETME:	250'den az çalışan	500 milyon TL

Tablo 2. Türkiye'de KOBİ'lerin Sınıflandırılması (*T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2023*)

3.1.1.2 KOBİ'lerin Önemi

KOBİ'ler, ekonominin temel taşlarından biri olarak, sayısal üstünlükleriyle ekonomiye yön veren bir yapıya sahip olduğunu belirten Günaydin & Gözen, (2020), istihdam yaratmaları, yenilikçiliği desteklemeleri ve ekonomik büyümeye katkı sağlamaları, bu işletmelerin önemini artırdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca, değişen piyasa koşullarına hızlı uyum yetenekleri ve esnek üretim yapılarıyla kamu politikalarının uygulanmasında etkili bir araç olarak öne çıkmaktadırlar (Erdem & Duru, 2010). KOBİ'ler, ekonomik ve sosyal kalkınmaya olan katkılarıyla da uluslararası ekonomilerde önemli bir role sahiptir. Esnek yapıları, adaptasyon kabiliyetleri ve düşük maliyetli üretim avantajlarıyla iş dünyasında öne çıkmaktadır (Ghazwani & Alzahrani, 2023 aktaran Pilar et al., 2018; Kutlu & Demirci, 2007, aktaran Uludağ et al., 1990).

"2022 yılında KOBİ'ler, Türkiye'deki toplam işletme sayısının %99,7'sini oluşturarak ekonomideki yerini ortaya koymuştur. İstihdamın %70,6'sını, personel maliyetlerinin %47,5'ini ve toplam ihracatın %31,6'sını karşılamış, aynı zamanda Ar-Ge harcamalarının %28,8'ini gerçekleştirmiştir" (TÜİK, 2023). KOBİ'lerin katkılarına dair temel göstergelerin oransal dağılımı Şekil 4'de sunulmaktadır.



Şekil 4: KOBİ'lerin katkılarına dair temel göstergeler (TÜİK, 2023)

3.1.1.3 KOBİ'lerin Temel Sorunları ve Çözüm İmkanları

Ürün çeşitliliği, düşük yatırım maliyetleri ve talebe hızlı uyum sağlama gibi avantajlara sahip olmalarına rağmen, KOBİ'ler genellikle kurumsallaşma eksikliği ve finansal sıkıntılar nedeniyle teknolojik altyapı yatırımlarında zorluklarla karşılaşmaktadır (Taşkin, 2022). Bu işletmeler, finansmana erişimde yaşanan kısıtlar, altyapı eksiklikleri ve düzenleyici engeller gibi çok yönlü problemlerle mücadele etmektedir (Yapar et al., 2023 aktaran Ghak, T.E., ve Zaroul, H. 2022). Finansal problemlerin yanı sıra, pazarda kalıcı bir yer edinme, kredi sağlama zorlukları ve pazarlama faaliyetlerindeki eksiklikler, KOBİ'lerin büyüme ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını güçleştiren temel engeller olarak öne çıkmaktadır (Yerdelen Kaygin & İkinci, 2019).

Günaydin & Gözen, (2020), KOBİ'lerin karşılaştıkları sorunları şu başlıklar altında sınıflandırmıştır:

- Örgütlenme ve yönetim eksiklikleri,
- Üretim süreçlerinde yaşanan sorunlar,
- Tedarik süreçlerindeki zorluklar,

- Pazarlama faaliyetlerinde yetersizlikler,
- Teknoloji ve Ar-Ge alanındaki eksiklikler,
- İnsan kaynakları yönetimi ile ilgili problemler,
- Öz sermaye ve kredi erişimi sıkıntıları,
- Finansal yönetim eksiklikleri ve finansal okuryazarlık sorunları,
- Enflasyonun işletmeler üzerindeki olumsuz etkileri,
- Tedarik ve stok yönetimi problemleri.

Tez kapsamında bu sorunlardan özellikle teknoloji yatırımlarıyla ilişkili olan yönetim, finansman ve teknoloji sorunları ele alınmış ve bu alanlara yönelik analizlere yer verilmiştir.

Örgütlenme ve Yönetim Sorunları: KOBİ'lerde genellikle işletme sahibi aynı zamanda yöneticilik görevini üstlenmekte ve profesyonel yöneticilerden yararlanılmaması nedeniyle işletmenin geleceği büyük ölçüde bu kişinin başarısına bağlı hale gelmektedir (Bakir & Koncuk, 2020 aktaran Sarıkaya, 1995). Günaydin & Gözen, (2020) tarafından işletme sahiplerinin teknik bilgiye dayalı katkı sağlarken, artan iş hacmi ve karmaşık süreçlerle başa çıkmakta yönetsel beceriler geliştirmekte zorlandıklarını belirterek, profesyonel yönetimden çekinme veya tam kontrol arzusu gibi tutumlar, stratejik karar alma süreçlerini olumsuz etkileyebildiğini eklemiştir. Özellikle hızla değişen piyasa koşullarına hızlı yanıt verebilmek ve bu fırsatları değerlendirmek, rekabet avantajı sağlamak açısından kritik bir öneme sahip olduğu Ürü & Ünsal, (2022) tarafından vurgulanmıştır. Ancak bu hedeflere ulaşmak için gerekli beceri ve teknolojilere dair doğru stratejilerin belirlenmesi ve zamanında uygulanması gerektiği de eklenmiştir.

Finansman ve İhracat Sorunları: KOBİ'ler, öz kaynak yetersizliği, hammadde temininde zorluklar, yüksek maliyetler ve enflasyon gibi faktörlerle birleşen finansal sıkıntılar nedeniyle ciddi sorunlar yaşamaktadır (Sari, 2023; Shufaiyan Al Musallami & Al Balushi, 2024). Ayrıca, finansal danışmanlık eksikliği ve piyasa bilgilerindeki yetersizlik, bu işletmelerin hatalı kararlar almasına yol açabilmektedir (Yerdelen Kaygin & İkinci, 2019). Nakit yönetimi ve stok kontrolünün yetersiz olduğu durumlarda, işletmelerin sermaye yetersizliğinden iflas riskiyle karşı karşıya kalabileceği vurgulanmaktadır (Uluyol, 2013 aktaran Peel & Wilson, 1995).

Finansman konusundaki bir diğer sorun ise, KOBİ'lerin genellikle yatırım ve işletme sermayesi sağlama konusunda uzmanlaşmış bankalara erişimde yaşadığı zorluklardır. Bunun sonucunda yüksek faiz oranları, bürokratik engeller ve yetersiz kredi olanakları gibi sorunlarla karşı karşıya kalmaları, sermaye piyasalarından faydalanamamalarına neden olmaktadır (Emir et al., 2012). KOBİ'lerin ihracatta karşılaştığı zorluklar, bilgi yetersizliği ve pazarlama engelleri gibi içsel faktörler ile prosedürler ve hükümet politikaları gibi dışsal faktörlerden kaynaklanmaktadır (Aydin & Süygün, 2021 aktaran Leonidou, 2004).

Teknoloji ve Ar-Ge Sorunları: KOBİ'ler, rekabet ortamında varlıklarını sürdürebilmek için yeni teknolojilere uyum sağlamak ve araştırma-geliştirme faaliyetlerine katılmak zorunda olmalarına rağmen, sermaye yetersizliği ve finansman desteği eksikliği nedeniyle bu alanlarda güçlükler yaşamaktadır (Günaydin & Gözen, 2020). Teknolojik bilgi eksikliği, rekabet gücünü düşüren bir unsur olarak ön plana çıkarken, doğru bilgiye erişim ve belirsizliğin azaltılması işletmeler için stratejik önem taşımaktadır (Atlı, 2024 aktaran Akalın & Dilek, 2007).

Satı, (2024) çalışmasında, bilgi ve iletişim teknolojilerinin benimsenmesinin KOBİ'lerin karlılık, büyüme, pazar değeri, sosyal ve çevresel performans gibi unsurlar üzerinde olumlu etkiler yarattığı vurgulanmıştır. Çalışmada ayrıca, Avrupa'da dijital teknolojilere yatırım yapan işletmelerin %53'ünün yıllık cirolarında artış kaydettiği belirtilmiştir. Nurqamarani et al.,(2024, aktaran Granić, 2022) teknoloji benimsemeyi, en son teknolojiyi kabul etme, entegre etme ve kullanmayı içeren bir süreç olarak tanımlayıp, çeşitli faktörlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Alhamami et al., (2024, aktaran Omotosho, 2023; Suryantini et al., 2023) KOBİ'lerin iş performanslarını artırmak ve mevcut ekonomik koşullarda başarılı olmak için teknolojiyi kullanmaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Dijitalleşme süreçleri, KOBİ'ler için karmaşık ve maliyetli olarak algılanmakta, bu da yapay zeka ve dijital çözümlerin benimsenmesini sınırlamaktadır. Makine öğrenimi gibi ileri teknolojilerin potansiyeline rağmen, birçok KOBİ bu dönüşümü gerçekleştirecek insan kaynağından ve altyapıdan yoksundur (Atlı, 2024, aktaran Willenbacher, 2021). OECD (2023) raporuna göre, KOBİ'ler temel dijital bağlantılara genellikle sahip olmalarına rağmen, ileri teknolojilere entegrasyon konusunda yetersiz kalmaktadır. Dijitalleşme süreçleri çoğunlukla temel idari uygulamalarla sınırlı kalırken, KOBİ'ler karmaşık teknolojilerin kullanımında büyük işletmelerin gerisinde kalmaktadır.

Pandemi dönemi, KOBİ'lerin dijital teknolojilere yönelimini artırmış olsa da bu süreçteki farkındalık ve beceri eksiklikleri, sermaye yetersizliği ve dijital altyapıya erişim gibi sorunlar nedeniyle küçük işletmelerin dijitalleşmede geri kaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, dijital güvenlik, gizlilik ve dijital altyapı eksiklikleri, bu süreçte aşılması gereken önemli engeller arasında yer almaktadır (OECD, 2023). KOBİ'lerin %70'inin dijital dönüşüm uygulamalarında zorluk yaşamaktadır, değişimi yakalama ve topluma yaymada öncü rol oynama potansiyellerine dikkat çekilmiştir (Ürü & Ünsal, 2022 aktaran McKinsey, 2021). Aygün, (2021)'ün çalışmasında yer verdiği bir araştırmaya göre KOBİ'lerdeki pek çok yönetici mevcut teknolojiler ile ilgili yeterli bilgiye sahip değildir. Diğer bir çalışmada ise 193 KOBİ'den 66'sı teknoloji kullanım seviyesi olarak 4 üzerinden 2 puanın altında kaldığı tespit edilmiştir.

3.1.1.4 KOBİ'lerde Sosyal Medya Kullanımı ve Doküman Paylaşımı

İnternetin hızlı büyümesi ve tescilli olmaması nedeniyle internet tabanlı iletişim teknolojilerini, küçük işletmeler için etkili bir iletişim platformu haline getirmiş, teknolojiler arasında, anlık mesajlaşma önde gelen iletişim biçimlerinden biri olmuştur (Zhang & Fjermestad, 2008). Nurqamarani et al., (2024)'na göre, Mikro KOBİ'ler, genellikle yüksek teknolojiye yatırım yapmakta zorlandıklarını, bu nedenle, düşük maliyetli sosyal medya kullanımına başlamak, KOBİ'lerin teknolojiye uyum sağlamaları için iyi bir başlangıç olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı şekilde Alhamami et al., (2024)'ı da KOBİ'lerin kullanabileceği faydalı teknolojilerden birinin, sosyal medyanın kullanımı olduğunu belirtmişlerdir.

Dokümanlar, kurumsal bilgilerin saklanması ve organizasyonel hafızanın oluşturulmasında kritik bir role sahip olup, doküman yönetimi; bu dokümanların üretilmesi, işlenmesi, depolanması ve imha edilmesi gibi bir dizi faaliyeti kapsamaktadır (Macías-Jiménez et al., 2019, aktaran Forbes-Pitt, 2006). Coşkun (2022)'a göre, çalışmaların sanatsal ve yaratıcı enerjisini koruyarak bir arşiv oluşturmak, geçmiş projelere geri dönmeyi ve bu projelerden öğrenmeyi mümkün kılar. Etkili bir arşiv kaydının oluşturulması planlama ve düzenli bir çaba gerektirse de, bu süreç dokümantasyonun önemini ortaya koyarak kariyer gelişimine anlamlı katkılar sağlayabileceğini ifade etmiştir.

Fitriani & Setiawan, (2023)'a göre, teknoloji benimseme, işletmelerin rekabetçiliğini ve performansını artırmak için önemlidir. Ancak, ürün veya hizmetlerin elektronik ortamda alınıp

satılması süreci olarak tanımlanabilen E-Ticaret (Fitriani & Setiawan, 2023, aktaran Costa & Castro, 2021) yapan işletmeler bile genellikle anlık mesajlaşma ve sosyal medya gibi basit teknolojiler kullanmakta, pazar yerleri ile web siteleri gibi satışa daha uygun özelliklere sahip teknolojileri yeterince etkin kullanmamaktadır.

3.1.2 Sosyal Medya Üzerinden Yapılan Veri Paylaşımının bir KOBİ’de İncelenmesi

Bu çalışma kapsamında ele alınan KOBİ, Türkiye’de imalat sektöründe faaliyet göstermekte olup, KOBİ kategorisinde orta ölçekli işletme olarak değerlendirilmektedir. Şirketin 2023 yılı toplam cirosu 74.000.000 TL (küsurlar hariç) olarak gerçekleşmiş, 2024 yılının ilk altı ayında ise 75.000.000 TL ciroya ulaşmıştır. İşletme toplamda 60 kişilik bir çalışan kadrosuna sahiptir.

Personel dağılımı ve görevlendirme açısından, şirketin satın alma, satış ve muhasebe departmanlarında yalnızca birer kişi görev yapmakta olup, bu kişiler tüm süreçleri kendileri yürütmektedir. Firmanın ana faaliyet alanı imalat sektörü olup, müşteri ilişkileri ve teklif süreçlerin yönetiminde sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarından yoğun bir şekilde yararlanmaktadır. Şirket ayrıca bir e-ticaret web sitesine sahip olup, bu platformda WhatsApp Business entegrasyonu aracılığıyla müşterilerine hizmet sunmaktadır. E-fatura mükellefi olan işletme, fatura süreçlerinde özel entegratör ile çalışmaktadır. Bununla birlikte, şirket CRM ve ERP gibi sistemleri kullanmamakta, yalnızca temel düzeyde bir muhasebe programı ile süreçlerini yürütmektedir.

TÜİK, 2022 verilerine göre; “2022 yılında KOBİ’lerin ihracatında, giyim eşyası sektörü %12,7 pay alırken, başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman %10,2, gıda ürünleri ise %7,9 paya sahip olmuştur. İthalatta ise KOBİ’lerin öne çıkan ürünleri %24,3 ile ana metaller, %15,1 ile kimyasallar ve kimyasal ürünler, %12,3 ile başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipmanlar olarak belirlenmiştir” (TÜİK, 2023).

İmalat sanayinde faaliyet gösteren KOBİ’ler teknoloji düzeyine göre incelendiğinde, “%56,4’ü düşük teknoloji sınıfında üretim yaparken, bu oran büyük ölçekli işletmelerde %44,9 olarak kaydedilmiştir; ayrıca mikro ölçekli işletmelerin %57,5’i, küçük ölçekli işletmelerin %51’i ve orta ölçekli işletmelerin %51’i düşük teknoloji sınıfında üretim yapmıştır” (TÜİK, 2023). Yine TÜİK, (2023) verilerine bakıldığında, Tablo 3’te de yer aldığı gibi, “toplam 464.800 adet imalat girişiminin, 460.539’unu KOBİ’ler oluşturmaktadır. İmalat sanayindeki KOBİ’ler, toplamda

2.963.992 kişiye istihdam sağlamış olup, toplamda 3.132.602.683.006 TL’lik ciro gerçekleştirmişlerdir”.

İmalat sanayinde büyüklük grubu ve teknoloji düzeyine göre temel göstergeler
Basic indicators in manufacturing industry by size class and technology level

(Değer: TL / Value: TL)

Yıl Year	Büyük grubu Size class	Girişim sayısı Number of enterprises	Ciro Turnover	Üretim değeri Production value	Faktör maliyetiyle katma değer Value added at factor costs	Mal ve hizmetlerin toplam satın alışları Total purchases of goods and services	Mal ve hizmet stoğundaki değişimler Change in stocks of goods and services	Personel maliyeti Personnel costs	Çalışanlar sayısı Number of persons employed	Ücretli çalışanlar sayısı Number of employees	Çalışan başına faktör maliyetiyle katma değer Value added at factor cost per employee	
2022	Türkiye	Toplam / Total	464 800	10 822 752 854 922	10 277 523 968 445	2 269 092 001 518	9 437 248 038 041	844 877 313 859	654 926 939 337	5 000 193	4 667 043	453 801
	KOBİ SMEs	Toplam / Total	460 539	3 132 602 683 006	2 849 886 521 410	571 527 252 428	2 790 105 182 853	221 045 650 607	256 910 204 325	2 963 992	2 630 885	192 823
	Büyük Large	Toplam / Total	4 261	7 690 150 171 916	7 427 637 447 035	1 697 564 749 090	6 647 142 855 188	623 831 663 252	398 016 735 012	2 036 201	2 036 158	833 692

Tablo 3: İmalat sanayinde büyüklük grubu ve teknoloji düzeyine göre temel göstergeler (TÜİK, 2023)

Sahip olduğu işletme ölçeği ve mevcut personel yapısı itibarıyla pilot olarak seçilen KOBİ, imalat sektöründe yer alan, dijital dönüşüm ihtiyacı duyan tipik bir örnek teşkil etmektedir. İş süreçlerini iyileştirmek, veri yönetiminde etkinliği artırmak ve operasyonel verimliliği geliştirmek amacıyla bu çalışmada geliştirilen model prototipini pilot olarak denemeyi kabul etmiştir. Modelin fayda sağlayabileceği birçok alan arasından yalnızca bir alan dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Şirket gizlilik politikaları gereği adının gizli kalmasını talep etmiştir.

3.1.2.1 Pilot KOBİ’de Mevcut Durum Analizi

Çalışma kapsamında Nisan 2024 ve Ağustos 2024 dönemlerinde 3.1.1 maddesinde tanıtilen KOBİ’de beş aylık bir süreçte yürütülen çalışmalar çerçevesinde, öncelikle mevcut fatura işleme süreçleri analiz edilmiştir. Aşağıda ve Şekil 5’te yer alan iş akışı bu süreçlerin detaylarını özetlemektedir.

1.Adım Anlık Mesajlaşma Uygulamaları Üzerinden Doküman Alımı/Gönderimi: KOBİ’ye, müşteriler veya tedarikçiler tarafından gelen doküman talepleri telefon ve e-posta gibi geleneksel kanalların yanı sıra, ağırlıklı olarak anlık mesajlaşma uygulamaları aracılığıyla iletilmekte ve bu uygulamalar üzerinden doküman alımı ve gönderimi gerçekleştirilmektedir.

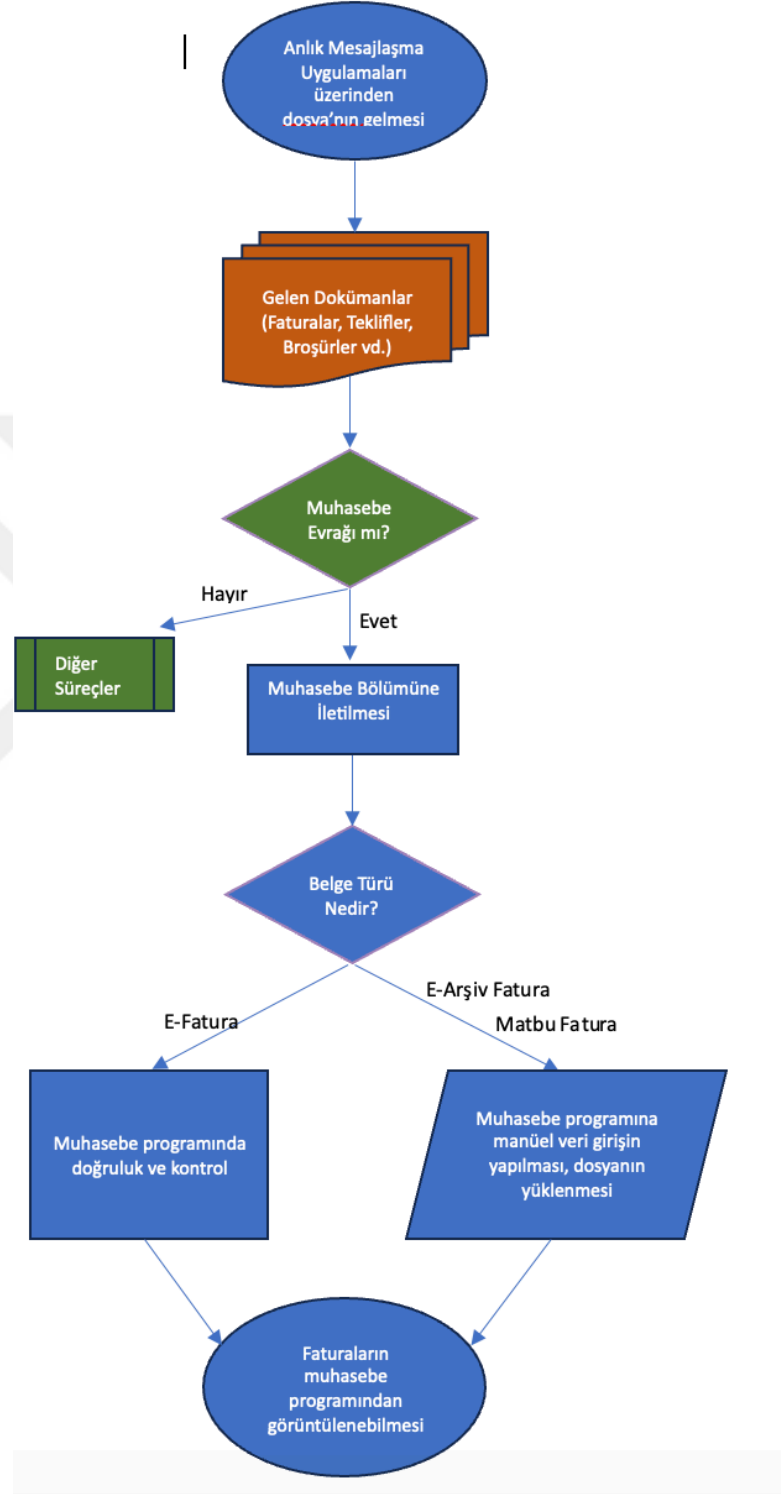
Ancak, anlık mesajlaşma uygulamaları üzerinden yapılan veri paylaşımının takibi ve kontrolü sağlanamamaktadır. Bu durum, tamamen kullanıcının insiyatifine bağlı olarak gelişmekte ve kontrolsüz bir süreç ortaya çıkarmaktadır.

2.Adım Doküman Türünün Belirlenmesi: Alınan ve gönderilen dokümanlar, türlerine bağlı olarak farklı süreçlerden geçmektedir. Çalışma kapsamında incelenen gelen fatura sürecinde, ilgili dokümanın fatura olması durumunda muhasebe bölümüne iletilmesi gerekmektedir. Bu iletim, WhatsApp uygulaması veya e-posta aracılığıyla gerçekleştirilmekte, ancak süreç standart ve kontrol edilebilir bir yapıya sahip değildir. Evrak, muhasebe evrakları dışında teklif, broşür gibi dokümanlardan biri ise farklı bir süreç izlenmekte olup, bu çalışmada bu süreçlere yer verilmemiştir. Bu aşamada, gelen dokümanların muhasebeye zamanında iletilmemesi veya hiç iletilmemesi gibi durumların yaşanabileceği tespit edilmiştir.

3.Adım Fatura Kontrolü ve Manuel Fatura Girişi: Muhasebe bölümüne anlık mesajlaşma uygulamaları veya e-posta yoluyla ulaşan muhasebe evrakları, türlerine göre işleme alınmaktadır. Örneğin, gelen doküman bir e-fatura ise KOBİ'nin kullandığı muhasebe programına giriş yapılarak kontrolü sağlanmaktadır. Eğer doküman e-arşiv evrağı ya da matbu bir fatura ise sisteme manuel olarak giriş yapılmaktadır. Bu süreç, zaman alıcı olmakla birlikte veri girişine bağlı hata riskleri barındırmaktadır.

Çalışma kapsamında odaklanılan alanın dışında kalan teklif ve satın alma gibi süreçlerde de çeşitli sorunlar tespit edilmiştir. Teklif süreçlerinde, müşterilere gönderilen tekliflerin sistem üzerinden oluşturulmaması, tekliflerin kayıt edildiği ortamın standart bir yapıya sahip olmaması ve genellikle klasik bir klasörde saklanması dikkat çekmiştir. Ayrıca, teklif bilgileri herhangi bir sisteme kaydedilmediği için bu süreçlerin raporlanması mümkün olmamakta ve tekliflerin genellikle anlık mesajlaşma uygulamaları aracılığıyla gönderilmesi, üst yönetimin bu süreçleri takip etmesini ve raporlara erişimini zorlaştırmaktadır. Benzer şekilde, satın alma süreçlerinde tedarikçilerden gelen tekliflerin de anlık mesajlaşma uygulamaları üzerinden alındığı, bu tekliflerin değerlendirilebilmesi için manuel olarak Excel'e aktarılması gerektiği gibi birçok sorunun mevcut olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada, yalnızca fatura alım süreçleri örnek alınarak prototip model bu alan için eğitilmiştir. Fatura aktarım ve kayıt sürecinde, faturaların geç ulaşması veya hiç ulaşmaması gibi sorunlar gözlemlenmiştir. KOBİ'de yapılan değerlendirmelerde, e-arşiv sistemine düşmüş ancak KOBİ'ye iletilmemiş aylık 1-3 arasında değişen, ortalama 2 adet e-arşiv faturası tespit edilmiştir. Mevcut durumda, KOBİ'nin

kullandığı muhasebe programı e-arşiv faturaların görüntülenmesine imkan tanımamaktadır. Bu faturalar, mali müşavirlik tarafından farklı bir kanaldan kontrol edilerek tespit edilmiştir.



Şekil 5: KOBİ mevcut durum anlık mesajlaşma fatura ayırım, kontrol, kayıt süreci

Aylık 20-30 adet arasında (ortalama 25 adet) e-arşiv, 3-5 adet arasında (ortalama 4 adet) basılı faturanın sisteme manuel olarak girildiği görülmüştür. Her bir faturanın dijital olmaması durumunda taranması, uygun formata çevrilmesi ve muhasebe programına ilgili alanlara manuel olarak girilmesi işlemleri fatura başına yaklaşık 5-8 dakika sürmektedir. Ortalama 7 dakika üzerinden hesaplandığında, bu işlemler için aylık toplamda 203 dakika harcadığı tespit edilmiştir. İncelenen dönemde manuel fatura girişlerinde herhangi bir hata kaydedilmemiştir. Ancak önceki dönemlerde manuel giriş hatalarının olduğu, bu hataların daha sonra dönüp düzeltmek zorunda kalındığı öğrenilmiştir.

E-fatura entegrasyonu sayesinde, KOBİ'nin muhasebe programında manuel fatura girişlerin tamamlanmasının ardından, fatura arama ve bulma sürelerinin oldukça kısa olduğu kaydedilmiştir. Bu nedenle, bu alanda herhangi bir iyileştirme hedeflenmemiştir.

Fatura aktarım ve kayıt süreçlerindeki sorunlar, ilk bakışta muhasebe bölümünü doğrudan etkileyen, zaman alıcı manuel işlemler olarak görünmektedir. Ancak, sosyal medya ve anlık mesajlaşma uygulamaları üzerinden gerçekleştirilen iletişimlerin, veri akışlarının ve dosya paylaşımlarının takip edilebilir, kontrol edilebilir ve gerektiğinde müdahale edilebilir bir yapıya sahip olmaması, kurumu daha geniş bir perspektifte olumsuz etkilemektedir. Bu durum, hem kurumsallaşma hem de kurumsal hafıza oluşturma açısından zorluklar yaratmakta; yöneticilerin gerek operasyonel gerekse stratejik kararlar almasını zorlaştırmaktadır. Bu sorunlar, kurumsal süreçlerin bütünlüğünü ve verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

3.1.2.2 Problem ve Gereksinimlerin Tanımı

Bu çalışma kapsamında, incelenen KOBİ'nin mevcut iş süreçlerinde yaşanan problemler ve bu süreçleri iyileştirmek için gereken gereksinimler değerlendirilmiştir. Literatürden elde edilen bulgular ve KOBİ'lerde gözlemlenen ihtiyaçlar birlikte değerlendirilerek, sosyal medya ve anlık mesajlaşma uygulamaları üzerinden kontrolsüz ve sistematik bir kayda dayanmayan veri (doküman) paylaşım süreçlerinin temel problem alanları olduğu tespit edilmiştir.

Geleneksel iş süreçlerinde, özellikle anlık mesajlaşma ve sosyal medya platformları üzerinden gerçekleştirilen doküman paylaşımının takip edilebilir olmaması, kurumlar için ciddi verimlilik kayıplarına ve yönetim zorluklarına yol açabilir. Bu sorun, sadece çalışma kapsamında

incelenen orta işletmeler ile sınırlı olmayıp bireysel kullanıcılar ve mikro işletmeler gibi daha geniş bir kullanıcı kitlesini de kapsamaktadır. Mikro işletmelerin instagram üzerinden yaptığı satışlar, yine çeşitli sosyal medya kanallarından yaptığı doküman paylaşımlarının tümü bu çalışmanın kapsamı içerisine dahil edilebilir.

Önerilen model, yalnızca bir sürecin iyileştirilmesiyle sınırlı kalmayıp, sistematik ve kontrol edilebilir bir veri paylaşım mekanizması oluşturarak literatürdeki eksikliklere de yanıt vermeyi hedeflemektedir. Web 3.0, doküman yapay zeka teknolojilerden yararlanılarak geliştirilecek bu model, hem kullanıcı odaklı bir çözüm sunacak hem de dokümanların sistematik bir şekilde işlenmesini sağlayarak operasyonel ve stratejik karar süreçlerini destekleyecektir.

3.2 PLANLAMA AŞAMASI

Krishna & Gopinath (2024), yazılım uygulaması geliştirme metodolojilerini, gereksinim tespiti, tasarım, geliştirme, test ve bakım adımlarından oluşan bir yapı olarak tanımlamaktadır. Literatürde yazılım geliştirme metodolojileri incelendiğinde, şelale modeli, modifiye şelale modeli, V modeli, artırımı model ve yinelemeli model gibi geleneksel yaklaşımlar ile RUP, RAD ve spiral gibi hibrit modellerin yanı sıra Scrum, Kanban ve Extreme Programming (XP) gibi çevik metodolojilerin öne çıktığı görülmektedir (Gurianov et al., 2023; Tetteh, 2024; Yakovyna et al., 2020). Bu tez çalışmasında, yazılım geliştirme süreci boyunca çevik metodolojilerinden Scrum tercih edilmiştir. Yazarlar çalışmalarında, Scrum metodolojisinin hızlı geliştirme süresi, kullanıcı katılımını artırması, gereksinim yönetimindeki esnekliği ve parçalı teslimat yaklaşımıyla özellikle küçük ekipler için ideal bir model olduğu belirtilmiştir. Bu metodolojinin seçilmesi, hem geliştirilen prototipin literatürdeki boşlukları doldurmasını hem de KOBİ'nin mevcut süreçlerini verimli bir şekilde iyileştirmesini sağlamayı amaçlamaktadır.

Projenin planlama aşaması, gereksinim analizi, proje hedeflerinin tanımlanması ve Çevik Scrum'a dayalı bir çalışma planının geliştirilmesini içerir (Rindell et al., 2015).

3.2.1 Scrum ile Gereksinim Analizi

Gereksinim analizi, literatür araştırmadan edinilen bilgilerden ve incelenen KOBİ'nin iş süreçlerinden yola çıkılarak, mevcut problemleri çözmek, diğer KOBİ'lere genellenebilecek önerilerde bulunmak ve önerilen modelin geliştirilerek daha geniş kapsamlı bir ürün haline gelebilmesi için gerekli olan unsurları belirlemek amacıyla yapılmıştır. Literatürde, KOBİ'lerin iş süreçlerini dijitalleştirme ve optimize etme gerekliliği sıkça vurgulanmaktadır (Bharadwaj et al., 2013).

Bu aşamada, Scrum'ın "User Stories (Kullanıcı Hikayeleri)" adımı uygulanmıştır. Kullanıcı hikayeleri, tamamlanmış bir iletişim eylemi olarak hizmet eden karmaşık yapılar olup, organizasyonel dokümanlardan veya paydaşlarla yapılan tartışmalardan elde edilen gereksinimleri temsil etmektedir (Krishna & Gopinath, 2024).

Kullanıcı gereksinimlerini tanımlamak ve model işlevselliğini yapılandırmak için, sistemin kullanıcıları ve ihtiyaç duyulan özellikler detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Kullanıcı hikayeleri, aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

*Kullanıcıların dokümanları unutmadan, kaybetmeden hızlı ve doğru bir şekilde işleyebileceği bir sistem

*Raporlama ve arama yeteneklerin geliştirilmesi.

*Dokümanların güvenli bir şekilde saklanması ve izlenmesi.

Tez kapsamında yalnızca fatura sürecine odaklanılmış, diğer süreçler temsili olarak ele alınmıştır. Ancak analiz sırasında, modelin kapsamını genişleterek farklı süreçleri de karşılayabilecek bir ürün haline gelebileceği öngörülmüştür. Önerilen model alınan ve gönderilen dokümanların içeriğini okuyup ayrıştırarak veritabanına kaydetmekte ve bu dokümanlarla ilgili tüm meta verileri (gönderen, alan kişi, tarih, saat vb.) saklamaktadır. Böylece, kullanıcılar dilediklerinde detaylı raporlar oluşturabilir, iş süreçlerini analiz edebilir ve stratejik kararlar alabilir.

Tez kapsamında geliştirilen model, odak noktasını fatura süreçlerine yoğunlaştırmış olmakla birlikte, ilerleyen zamanlarda modele dahil edilmesi planlanan bazı ek işlevler aşağıda belirtilmiştir. Bu işlevler, özellikle KOBİ'ler için stratejik öneme sahip analiz ve raporlama yeteneklerini genişletmeyi hedeflemektedir:

Satış performansı analizi; satış temsilcilerinin gönderdikleri teklif sayısı, tekliflerin hangi ürün gruplarında yoğunlaştığı, sonuçlanan teklifler gibi performans verileri izlenebilir, satış ekibin performansı ölçülebilir ve daha verimli satış stratejileri geliştirilebilir.

Satın alma analizi; Satın alma süreçlerinde alınan teklif sayısı, içerikleri ve farklı tedarikçilerden gelen tekliflerin dağılımı analiz edilebilir. Bu analizler, satın alma süreçlerinde karar verme sürecini destekleyebilir ve tedarikçi performansının değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

Fiyat trend analizleri: zamana göre alınan malzeme ve verilen tekliflerin fiyat değişimlerini raporlayarak piyasa trendleri değerlendirilebilir. Bu tür analizler, maliyet yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine ve rekabet avantajının artırılmasına yardımcı olabilir.

3.2.1.1 Gereksinim Analizinde İşlevsel Gereksinimler

Scrumda, bir projede tamamlanması gereken iş maddeleri veya özelliklerin önceliklendirilmiş listesi Product Backlog olarak tanımlanmaktadır (Rola & Kuchta, 2019). Ürün Sahibi bu listeyi iş değerine göre sıralayarak en önemli görevlerin öncelikli olarak ele alınmasını sağlar (Rindell et al., 2015). Çalışmanın bu aşamasında, burada bahsedilen Scrum'ın "Product Backlog" adımı uygulanmıştır. Kullanıcı hikayelerinden yola çıkarak, modelin karşılaması gereken işlevler önceliklendirilmiş ve aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

*Doküman Güvenliği ve zamanında işlemi: Gelen dokümanların kaybolmaması, zamanında ilgili birimlere iletilmesi.

*Doküman İşleme ve Kayıt: Alınan ve gönderilen dokümanların içeriğinin okunarak veritabanına kaydedilmesi, doküman türüne göre sınıflandırılması.

*Meta Veri Kaydı: Gönderen/alan kişi, tarih, saat gibi dokümanlarla ilgili meta verilerin saklanması.

*Raporlama: Doküman ve süreç verilerinin detaylı bir şekilde raporlanması

*Doküman Takibi: Dokümanların ne zaman ve kim tarafından gönderildiği/alındığının izlenebilmesi.

*Arama ve Erişim: Dokümanlar ve ilgili veriler üzerinde hızlı arama yapılması, hızlı bir şekilde erişilmesi, anlık mesajlaşma uygulamadaki yazışmaların silinmesi halinde de dosyaların bulunabilirliği.

*Entegrasyon: Sosyal medya ve anlık mesajlaşma uygulamaları, Donut modeli, muhasebe ve benzeri uygulamalar ile entegrasyon.

3.2.1.2 Gereksinim Analizinde İşlevsel Olmayan Gereksinimler

Bu aşamada da Scrum'ın "Product Backlog" yapısı kullanılarak işlevsel olmayan gereksinimler belirlenmiştir:

*Performans: Dokümanların hızlı işlenmesi ve meta verilerin kayıt edilmesi

*Güvenlik: Dokümanların ve kullanıcı verilerinin güvenli bir şekilde saklanması ve gizliliğin sağlanması

*Türkçe Dil Desteği: Türkçe dokümanların doğru anlamlandırılması ve işlenmesi

*Kullanıcı Dostu Arayüz: Farklı kullanıcı profillerine uygun, kolay kullanımlı bir arayüz sunulması.

*Esneklik: Farklı büyüklükteki işletmeler ve doküman türlerine uyum sağlayabilecek bir yapı.

3.2.2 Scrum Adımları ile Planlama Sürecinin Detaylandırılması

Scrum metodolojisinin diğer adımları da planlama aşamasının ilerleyen süreçlerinde uygulanmıştır:

Sprint Backlog: Product Backlog'da belirlenen görevler, sprintlere ayrılmış ve her bir sprint için hedefler tanımlanmıştır.

Sprint Süreci: Geliştirme süresi boyunca sprintler düzenli olarak gerçekleştirilmiş ve her bir sprintin sonunda model prototipin demo ve incelemeleri yapılmıştır.

Sprint İncelenmesi ve Retrospektif: Her sprint sonunda süreç değerlendirilmiş ve geliştirme yöntemleri iyileştirilmiştir.

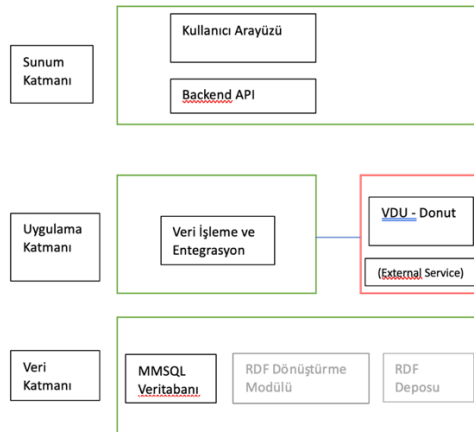
3.3 SİSTEM TASARIMI

Yazılım geliştirme yaşam döngüsünün en yaratıcı bölümü olarak kabul edilen tasarım aşamasında gereksinim spesifikasyonları bir plan veya tasarıma dönüştürülerek yazılım tasarım dokümanı ortaya çıkartılır (Sasmoko et al., 2022).

Bu bölümde, önerilen modelin sistem tasarımı ele alınmakta ve sistemin katmanlı mimarisi ile bu mimariyi oluşturan bileşenler detaylandırılmaktadır. Model, katmanlı bir yapı benimseyerek, farklı işlevlerin birbirinden bağımsız olarak çalışabilmesini sağlamış ve sistemin modüler, ölçeklenebilir ve bakımı kolay bir yapıda olmasına olanak tanımıştır. Bu mimari, iş süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi, verilerin doğru bir şekilde işlenmesi ve anlamlı bilgilere dönüştürülmesi için optimize edilmiştir.

3.3.1 Modelin Sistem Mimarisi

Modelin sistem mimarisi, Sunum katmanı, uygulama katmanı ve veri katmanı olmak üzere üç temel katmandan oluşmaktadır. Her bir katman, iş süreçlerinin farklı aşamalarını ele alacak şekilde Scrum metodolojisinin User Stories ve Product Backlog adımları ile uyumlu olarak tasarlanmıştır ve detayları Şekil 6’da sunulmuştur.



Şekil 6: Modelin sistem mimarisi

3.3.1.1 Sunum Katmanı

Sunum katmanı sistemin kullanıcılarla doğrudan etkileşimde bulunduğu bölümdür. Bu katman, kullanıcı deneyimini iyileştirmek ve veri akışını yönetmek için aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

*Kullanıcı Arayüzü (UI): Kullanıcıların sisteme giriş yapmasını, dosyaları yüklemesini ve sonuçları görüntülemesini sağlayan görsel bir bileşendir. Raporlama ve dosya yükleme işlemleri bu arayüz üzerinden gerçekleştirilir.

*Giriş ve Dosya Yönetimi: Kullanıcıların sosyal medya ve/veya anlık mesajlaşma platformlarından dışa aktardıkları dosyaları yüklemesi ve bu dosyaların uyumluluğunun kontrol edilmesi işlemini içerir.

*Rapor Görüntüleme: İşlenmiş dokümanlardan elde edilen verilerin analiz edilerek kullanıcıya anlamlı bilgiler sunulmasını sağlar.

Bu katman, kullanıcıların sisteme kolay erişimini ve veri yönetimini optimize edecek şekilde tasarlanmıştır ve sistemin diğer katmanlarıyla veri akışını sağlamaktadır.

3.3.1.2 Uygulama Katmanı

Uygulama katmanı, sistemin mantıksal süreçlerini ve veri işleme fonksiyonlarını yöneten temel katmandır. Bu katman, aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

*Backend API: kullanıcı arayüzünden alınan taleplerin işlenmesini, veritabanına veri aktarımını ve diğer sistem bileşenleriyle entegrasyonu sağlar. Aynı zamanda, VDU-Donut gibi dış hizmetlerden alınan işlenmiş verileri alır ve MSSQL veritabanına veya RDF modülüne kaydederek sistemi çift yönlü veri akışına uygun hale getirir. Bu API, sistemin veri iletişimindeki anahtar noktası olup, dokümanların doğru şekilde işlenmesini ve tüm bileşenler arasında kesintisiz bir bilgi sağlanmasını mümkün kılar.

*VDU-Donut (Dış Servis): Dokümanların görsel doküman anlamlandırması işlemleri için kullanılan dış bir servis olarak çalışır. Dokümanlardan tarih, fatura numarası gibi bilgileri ayırıştırır ve bu bilgileri anlamlandırılmış bilgileri sistemin diğer bileşenlerine iletir.

*Veri İşleme ve Entegrasyon: Donut API üzerinden işlenen dokümanların çıktılarının MSSQL veri tabanına ve RDF modülüne yönlendirilmesini sağlar. RDF modülü, verilerin semantik olarak ifade edilmesini mümkün kılar.

Bu katman sistemin mantıksal tutarlılığını ve esnekliğini sağlayarak, doküman işleme süreçlerinin hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak tanır.

3.3.1.3 Veri Katmanı

Veri katmanı, sistemin veri depolama, sorgulama ve anlamlandırma süreçlerini yönetir. Aşağıdaki bileşenlerden oluşmaktadır:

*MMSQL Veri Tabanı: Dokümanlardan çıkarılan verilerin merkezi olarak saklandığı alan

*RDF Dönüştürme Modülü: Verileri RDF formatına dönüştürerek RDF Deposu'na aktarır

*RDF Deposu: RDF ölçüleri şeklinde ifade edilen semantik verilerin depolandığı alan. RDF yapısı, ilişkisel sorgulama ve analiz yetenekleri sunar.

Veri katmanı, sistemin veri güvenliğini ve doğruluğunu sağlarken, gelecekte yapılacak semantik analizlere temel oluşturur. RDF Dönüştürme Modülü ve RDF Deposu, bu tez çalışması kapsamında aktif bir şekilde uygulanmamış olsa da, ileride yapılacak çalışmalara örnek teşkil etmesi amacıyla sisteme dahil edilmiştir.

3.3.1 Modelin İş Akış Şeması

Sistem tasarımının Sprint Backlog ve Sprint Süreci adımlarına dayalı olarak oluşturulan iş akış şeması, sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarından alınan dokümanların işlenmesi, depolanması ve anlamlandırılması süreçlerini kapsamaktadır.

Sosyal medya platformlarında özellikle WhatsApp gibi anlık mesajlaşma araçlarında yer alan iletişimlerin, işletmeler için önemli ticari bilgiler ve dokümanlar barındırdığı göz önüne alındığında, bu iş akışı, kullanıcıların veri yönetimi süreçlerini kolaylaştırmayı ve optimize etmeyi hedeflemektedir. Sistem, kullanıcıların platform üzerinden giriş yaparak sosyal medya

mesajlaşma uygulamalarından dışa aktardıkları dosyaları yüklemesine, bu dosyalardaki dokümanların işlenmesine ve anlamlı bilgilere dönüştürülmesine olanak tanıyacağı şekilde oluşturulmuştur.

Sistemin iş akışında, kullanıcılar Kullanıcı Arayüzü üzerinden sisteme giriş yapabilir, dosya yükleyebilir ve raporları görüntüleyebilir. Bu etkileşimler, Backend API aracılığıyla işlenerek hem MMSQL Veritabanı hem de RDF Deposu gibi veri kaynaklarına yönlendirilir. MSSQL Veritabanı, yapılandırılmış verilerin depolanmasından sorumlu olup, RDF Dönüştürme Modülü aracılığıyla veriler RDF formatına dönüştürülerek RDF Deposu'na aktarılır. Bu dönüşüm süreci, verilerin semantik olarak işlenmesini ve RDF üçlüleri şeklinde saklanmasını sağlar, böylece ileriki aşamalarda daha zengin ve anlamlı veri sorgulamaları yapılabilir.

Modelde VDU - Donut modülü entegre edilmiştir. Bu modül, kullanıcı tarafından yüklenen dokümanlar üzerinde görsel veri işleme gerçekleştirir ve doküman içeriğinden tarih, fatura numarası, fatura tutarı gibi kritik bilgileri çıkararak sistem veritabanına aktarır. Bu süreç, dokümanların hızlı ve doğru bir şekilde analiz edilmesine katkı sağlamaktadır.

İş akış şemasında yer alan adımlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir;

Harici Kullanıcı (External User): Sistemi kullanan harici kullanıcıları temsil eder. Kullanıcılar, platform üzerinden giriş yapabilir, dosya yükleyebilir ve raporları görüntüleyebilir.

Giriş Yap: Harici kullanıcıların sisteme giriş yapabilmesi için oluşturulmuş bir adımdır. Kullanıcı, kimlik doğrulama süreçlerinden geçerek sisteme erişim sağlar.

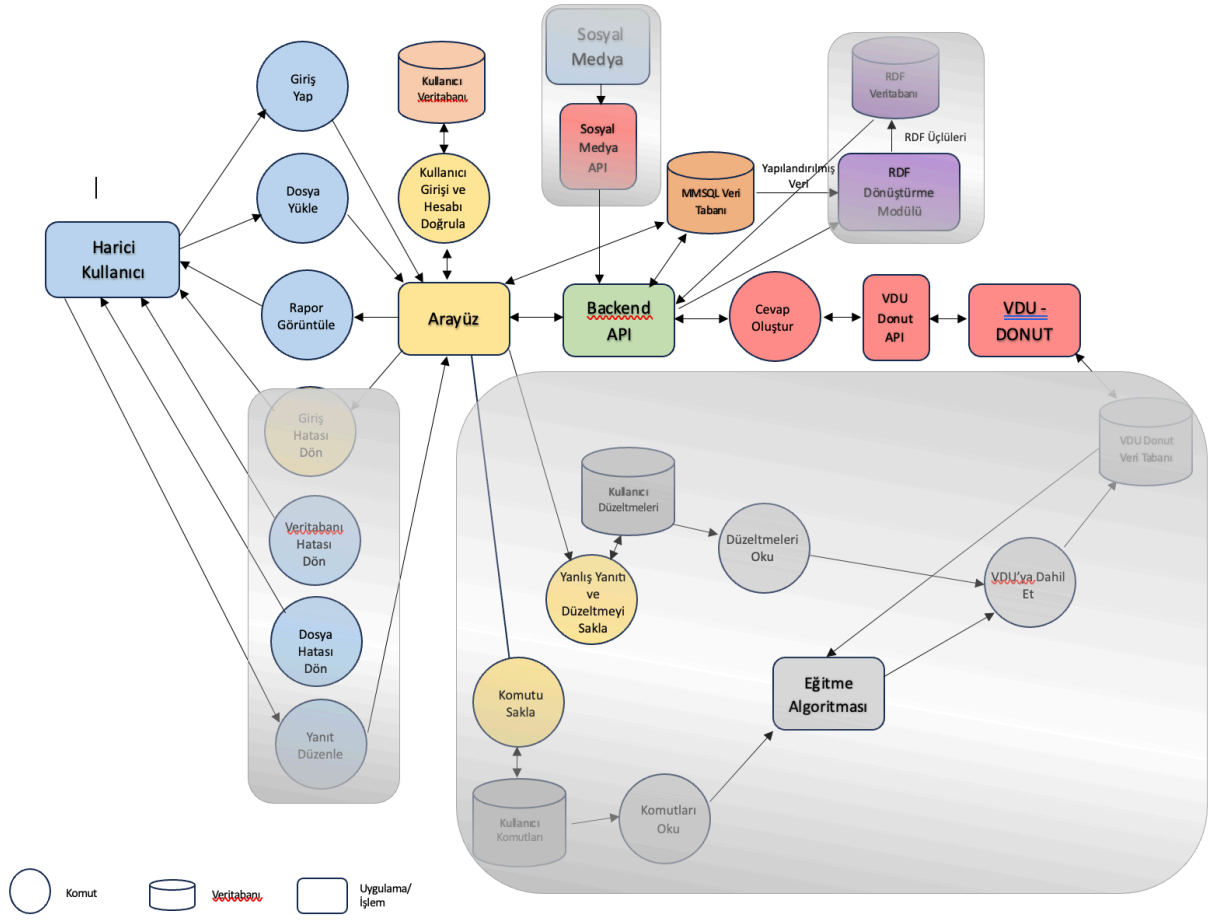
Dosya Yükle: Kullanıcının sosyal medya anlık mesajlaşma WhatsApp uygulamasından dışa aktarmış olduğu görüşmelerin dosyalarını sisteme yüklenmesini sağlar. Yüklenen dosyalar daha sonra işleme alınmak üzere sisteme aktarılır.

Rapor Görüntüle: Kullanıcıların, yüklenen konuşma içeriği ile dokümanlardan ve yapılan işlemlerden elde edilen bilgileri görüntülemesini sağlar. Bu raporlar, kullanıcıya dokümanların işlenmiş bilgilerini sunar.

Giriş Hatası Dön: Kullanıcı girişi sırasında bir hata oluşması durumunda devreye girer ve kullanıcının karşılaştığı giriş hatası hakkında bilgi verir.

Veritabanı Hatası Dön: Veritabanına erişim veya veri işleme sırasında bir hata olduğunda bu hata mesajı döner. Veritabanı bağlantısı veya veri bütünlüğü sorunları bu adımda kullanıcıya bildirilir

Dosya Hatası Dön: Dosya yükleme sırasında bir hata meydana gelirse, kullanıcının bu hatadan haberdar olmasını sağlar. Dosya formatı, boyutu veya sistemle uyumluluğu gibi sorunlar bu adımda yer almaktadır.



Şekil 7: Modelin Sistem Akışı

Yanıt Düzenle: Kullanıcının, sistem tarafından üretilen yanıtlarda değişiklik yapmasına olanak tanıyan bir modüldür. Bu özellik, kullanıcıların hatalı yanıtları düzeltmesine veya eksik bilgileri tamamlamasına imkan tanır. Şu an tez kapsamında geliştirilmeyen bu modül, gelecekteki çalışmalar için bir potansiyel alan olarak değerlendirilmektedir. İleride bu özellik hayata geçirildiğinde, kullanıcı geri bildirimleri ve düzenlemeleri hem kullanıcıya sistemin hatalarını

düzeltilme imkanı sunup hem de sistemin öğrenme mekanizmasını besleyerek doğruluk oranını artırmasında fayda sağlayabilecektir.

Kullanıcı Veritabanı: Kullanıcı bilgilerini ve hesap doğrulama verilerini içeren veritabanıdır. Kullanıcı kimlik doğrulaması ve hesap bilgilerinin yönetimi bu veritabanında gerçekleştirilir. Bu yaklaşım, kullanıcı verilerinin güvenli bir şekilde yönetilmesi ve hassas bilgiler ile diğer verilerin birbirinden ayrılarak sistemin veri güvenliği ve performansının artırılması amacıyla tercih edilmiştir.

Arayüz: Kullanıcı ile sistem arasındaki etkileşimi sağlayan ana bileşendir. Kullanıcıların veri giriş ve çıkış işlemlerini gerçekleştirebileceği, raporlama alabileceği, sistem ile etkileşime geçebileceği arayüzdür.

Backend API: Uygulamanın arka planda çalışan ve veritabanı ile diğer bileşenler arasındaki veri iletişimini yöneten modüldür. Bu API, kullanıcı arayüzünden alınan talepleri işler ve diğer bileşenlerden gerekli verileri toplar.

MSSQL Veri Tabanı (Structured Data): Doküman bilgileri ve diğer yapılandırılmış verilerin saklandığı ana veritabanıdır. Bu veritabanı, kullanıcı doğrulama bilgilerini içermemekle birlikte, sistem tarafından işlenen dokümanların ve RDF dönüşümüne temel teşkil eden yapılandırılmış bilgilerin saklanması ve işlenmesinden sorumludur.

RDF Dönüştürme Modülü (RDF Conversion Module): Yapılandırılmış verileri RDF (Resource Description Framework) formatına dönüştüren modüldür. Bu modül, verileri RDF üçlülere olarak RDF Veritabanı'na aktarır ve veriyi semantik hale getirir.

RDF Veritabanı (RDF Database): RDF üçlülere olarak ifade edilen semantik verilerin saklandığı veritabanıdır. Bu veritabanı, veriler arasındaki ilişkilerin sorgulanabilir ve analiz edilebilir bir şekilde tutulmasını sağlar.

Cevap Oluştur: Backend API, kullanıcının yüklediği dokümanları ve girilen verileri işleyerek bir yanıt oluşturur. Bu süreçte, dokümanlar VDU - Donut API aracılığıyla anlamlandırılır ve ilgili bilgiler çıkarılır. Elde edilen bu yanıt, kullanıcının sorgularına yönelik sonuçları içerebilir.

ve Arayüz API'sine iletilerek kullanıcıya sunulur. Bu süreç, verilerin doğru bir şekilde işlenmesini ve kullanıcıya anlamlı bilgiler sağlanmasını hedefler.

VDU Donut API: Görsel Doküman Anlamlandırma (VDU) işlemleri için Donut modeliyle iletişimi sağlayan bir API'dir. Bu API, sistemin yüklenen dokümanları Donut modeline iletmesini ve model tarafından işlenen verilerin sisteme geri dönmesini sağlar. Donut API, diğer sistem bileşenleriyle entegrasyonu kolaylaştırarak doküman işleme sürecinin akıcı bir şekilde gerçekleşmesini mümkün kılar.

VDU – DONUT: Görsel Doküman Anlamlandırma işlemlerini gerçekleştiren temel bileşendir. Donut modeli, dokümanları metinsel ve görsel özellikleriyle analiz ederek tarih, fatura numarası, ürün listesi gibi bilgileri ayrıştırır. Transformer tabanlı bir doküman anlamlandırma modeli olan Donut, dokümanlardaki metin ve görselleri bir arada anlamlandırarak yapılandırılmış bir veri formatına dönüştürür. Elde edilen işlenmiş veriler, sistemin diğer bileşenlerine iletmek üzere uygun formata getirilir. Bu yapı, özellikle karmaşık dokümanların hızlı ve doğru bir şekilde işlenmesini sağlar.

VDU Donut Veri Tabanı: Donut tarafından işlenen verilerin saklandığı veritabanıdır. Bu proje kapsamında şu anda Donut tarafından işlenen verilerin ayrı bir veritabanında saklanmasına ihtiyaç duyulmamaktadır. Ancak, ilerleyen aşamalarda kullanıcı geri bildirimleri ve öğrenme mekanizmasından elde edilecek veriler doğrultusunda, işlenen verilerin saklanması için özel bir veritabanı oluşturulmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir. Bu potansiyel yapı, modelin sürekli olarak güncellenmesi ve iyileştirilmesi adına işlenen verilerden yeniden öğrenme yapabilmesini sağlayabilir. Böyle bir veritabanı, geçmiş veri örneklerine erişim imkanı tanıyarak, modelin doğruluğunu ve performansını artırmak için geri dönük öğrenme süreçlerinde kullanılabilir. Bu yaklaşım, veri yönetimini daha esnek hale getirecek ve uygulamanın gelişen ihtiyaçlara uyum sağlamasını destekleyecektir.

Komutu Sakla: Bu bölüm, kullanıcı tarafından iletilen komutların ve taleplerin saklandığı yapıdır. Kullanıcıların uygulama ile etkileşimleri sırasında gerçekleştirdikleri komutlar kaydedilerek, daha sonra analiz edilmek üzere saklanır. Bu yapı, sistemin kullanıcı etkileşimlerini anlamasına ve gelecekte yapılacak optimizasyonlar için gerekli verileri

toplamasına olanak tanır. Tez kapsamına dahil edilmemiştir, sonraki çalışmalarda dahil edilebilmesi için yazılmıştır.

Kullanıcı Komutları: Kullanıcıların sistemde gerçekleştirdiği tüm eylemlerin kaydedildiği veritabanıdır. Bu komutlar, ilerleyen aşamalarda analiz edilerek kullanıcı davranışlarına dair raporlar oluşturulabilir ve sistemin performansını artırmak amacıyla kullanılabilir.

Yanlış Yanıt ve Düzeltmeyi Sakla: Kullanıcı tarafından yanlış olarak işaretlenen yanıtlar ve yapılan düzeltmeler burada saklanır. Bu bilgiler, sistemin yanıt doğruluğunu artırmak ve hata oranını minimize etmek amacıyla ilerideki güncellemelerde değerlendirilecektir.

Kullanıcı Düzeltmeleri: Kullanıcıların sağladığı geri bildirim ve düzeltmelerin saklandığı bir veri tabanıdır. Kullanıcı tarafından yapılan bu düzeltmeler, sistemin daha doğru sonuçlar üretmesi amacıyla modelin eğitim algoritmasına dahil edilmek üzere kullanılabilir.

Düzeltmeleri Oku: Eğitim algoritması, kullanıcı tarafından sağlanan düzeltmeleri analiz etmek ve anlamlandırmak amacıyla bu adımı kullanır. Bu adım, modelin eğitimi sırasında dikkate alınarak modelin doğruluğunu artırmayı hedeflemektedir.

Komutları Oku: Kullanıcı komutları, modelin eğitim algoritmasına dahil edilmeden önce analiz edilmek üzere okunur. Bu adım, kullanıcı davranışlarını daha iyi anlamak ve modelin performansını optimize etmek için önem taşımaktadır.

Eğitime Dahil Et: Kullanıcı tarafından sağlanan geri bildirimler ve komutlar, modelin performansını artırmak amacıyla eğitime dahil edilir. Bu süreç, modelin gelecekte daha doğru ve güvenilir yanıtlar üretmesini sağlamak üzere önerilmiştir.

Eğitim Algoritması: Bu aşamada, kullanıcıdan gelen geri bildirim ve düzeltmeler doğrultusunda model yeniden eğitilir. Bu eğitim algoritması, sistemin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırarak kullanıcı deneyimini optimize etmeyi amaçlamaktadır.

3.3.2 Kullanılan Teknolojiler ve Çerçeveler

3.3.2.1 Programlama Dili ve Çerçeveler

Sistem, kullanıcı dostu bir arayüz ve güçlü bir backend altyapısı sunmak amacıyla modern yazılım teknolojilerinden yararlanılarak geliştirilmiştir. Geliştirme sürecinde Python ve .NET MVC dilleri birlikte kullanılmıştır. Bu iki dilin tercih edilmesinin temel nedenleri, her birinin kendi alanlarında sunduğu güçlü özelliklerdir. Python, makine öğrenimi projeleri ve veri işleme süreçlerindeki esnekliği ile öne çıkarken; .NET MVC, yapılandırılmış ve modüler bir yaklaşımla kullanıcı arayüzü ve backend entegrasyonlarının gerçekleştirilmesini kolaylaştırmıştır. Ayrıca, HTML/CSS ve JavaScript gibi teknolojiler de kullanıcı deneyimi ve görsel tasarım açısından tamamlayıcı roller üstlenmiştir.

Python: Python, Guido van Rossum tarafından geliştirilen sadeliği ve uyarlanabilirliği ile tanınan üst düzey, yorumlanmış bir programlama dili olup, nesne yönelimli, işlevsel ve prosedürel programlama gibi çoklu programlama paradigmalarını kapsar ve bu da onu web geliştirmeden veri bilimine kadar geniş bir uygulama yelpazesine uygulanabilir kılar (Dyer & Chauhan, 2022; Kumar et al., 2024). Geliştirilen modelde Python temel iki nedenden dolayı tercih edilmiştir, bunlardan biri Donut modeli Python ile geliştirilmiş olup, modelin eğitilmesi ve veri işleme süreçleri bu dil ile gerçekleştirilmiştir. Python'un güçlü kütüphane desteği, özellikle makine öğrenimi projelerinde büyük avantaj sağlamaktadır. İkinci neden ise Python'un doküman işleme, veri analizi ve API entegrasyonları için esnek bir yapı sunmasıdır. Özellikle veri setlerinin işlenmesi ve model çıktılarının yönetimi Python ile etkin bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

.NET MVC (Model-View-Controller) Çerçevesi: Bir uygulamayı model, görünüm ve denetleyici olmak üzere üç temel bileşene ayıran gelişmiş bir yazılım mimari modeli olup; kodun yapılandırılmış bir şekilde geliştirilmesini destekleyerek ve bileşenlerin yeniden kullanılabilirliğini teşvik ederek, web uygulamalarının geliştirilmesi sürecine önemli katkılar sunmaktadır (Gining et al., 2018). .NET MVC Çerçevesi mevcut işlemlerin bütünlüğünü korurken yeni özelliklerin kolayca entegre edilmesine olanak tanıyan yapısı sayesinde (Troelsen & Japiske, 2017), Scrum metodolojisi ile geliştirilen modül prototipin geliştirilmesinde esnekliyet sağlamıştır, ek olarak bireysel bileşenlerin birim testi için sağladığı gelişmiş özelliklerden de yararlanılmıştır. Kullanıcı arayüzü ve backend entegrasyonları tümünde .NET MVC çerçevesi kullanılmıştır. Bu çerçeve, güçlü bir yapılandırma ve modülerlik sunarak, yazılımın bakım ve ölçeklenebilirliğini kolaylaştıracağı düşünüldüğünden çalışmada kullanılması tercih edilmiştir.

JavaScript ve HTML/CSS: Castro & Hyslop, (2013)'ın belirtmiş oldukları gibi HTML, İnternet'teki başlıklar, paragraflar, köprüler ve multimedya öğeleri gibi bileşenleri tanımlayan, içeriğin düzenlenmesi için kullanılan biçimlendirme dili olarak tanınır. Geliştirilen modelin kullanıcı arayüzünün geliştirilmesinde JavaScript, dinamik bileşenlerin geliştirilmesi için kullanılmış; HTML ve CSS ise görsel tasarım ve kullanıcı deneyimi odaklı düzenlemeler için tercih edilmiştir.

3.3.2.2 Veritabanı Yönetim Sistemleri

Tasarım aşamasında, veri yönetimi için iki farklı veritabanı sistemi belirlenmiştir:

MSSQL (Microsoft SQL Server): Microsoft tarafından geliştirilen ve verilerin organize bir biçimde yönetimini ve depolanmasını kolaylaştırmak için özel olarak tasarlanmış tescilli bir ilişkisel veritabanı yönetim sistemidir. Temel programlama dili olarak Yapılandırılmış Sorgu Dilini (SQL) kullanır ve kullanıcıların bildirimsel komutlar kullanarak veri alma, ekleme, değiştirme ve silme gibi işlemleri yürütmelerini sağlar (Langit et al., 2008). Tez kapsamında geliştirilen modelde de yapılandırılmış verilerin depolanması ve yönetimi için MSSQL kullanılmıştır. Güçlü sorgulama yetenekleri, veri bütünlüğünü sağlaması ve büyük ölçekli verilerle çalışma kapasitesi, tercih edilmesindeki temel unsurlardır. MSSQL, gizli bilgileri korumak için kullanıcı kimlik doğrulaması ve rol odaklı erişim yönetimi dahil olmak üzere kapsamlı güvenlik protokollerini de içerir (Horner & Hyslip, 2017). MSSQL, çeşitli uygulama ve sistemlerle arayüz oluşturma yeteneğine sahiptir, böylece birden fazla platformda veri alışverişini ve işbirliğine dayalı çabaları teşvik eder (Langit et al., 2008). Sistemde, kullanıcı komutları, doküman çıkarılan bilgiler ve raporlama verileri bu veritabanında saklanmaktadır. Kullanıcı bilgileri için ayrı, veriler için ayrı veritabanı kullanılması önerilmektedir, mimari yapı da o doğrultuda oluşturulmuştur.

RDF Deposu (Resource Description Framework): RDF, kaynaklarla ilgili bilgileri metodik bir biçimde tasvir etmek için kullanılan anlamsal bir web standardını oluşturur. Varlıklar arasındaki karşılıklı ilişkilerin kavramsallaştırılmasını teşvik eder, böylece bilginin çıkarılmasını ve yapılandırılmamış web kaynaklarından verilerin birleştirilmesini kolaylaştırır (Naik & Oza, 2023). Bu tez çalışması kapsamında RDF Deposu uygulaması gerçekleştirilmemiştir. Ancak, ileriki çalışmalara örnek teşkil etmesi amacıyla, RDF

Dönüştürme Modülü aracılığıyla MSSQL verilerinin RDF üçlülerine dönüştürülüp RDF Deposu'na aktarılması önerilmektedir. RDF Deposu, veriler arasındaki ilişkileri semantik olarak saklayarak daha anlamlı sorgulamalar yapılmasına olanak tanır. Bu yapı, verilerin semantik anlamlandırılmasını ve daha karmaşık analizlerin gerçekleştirilmesini mümkün kılma amacıyla gelecekte değerlendirilebilecek bir yaklaşım olarak sunulmuştur.

3.4 UYGULAMA GELİŞTİRME

3.4.1 Veri Hazırlığı ve Model Eğitimi

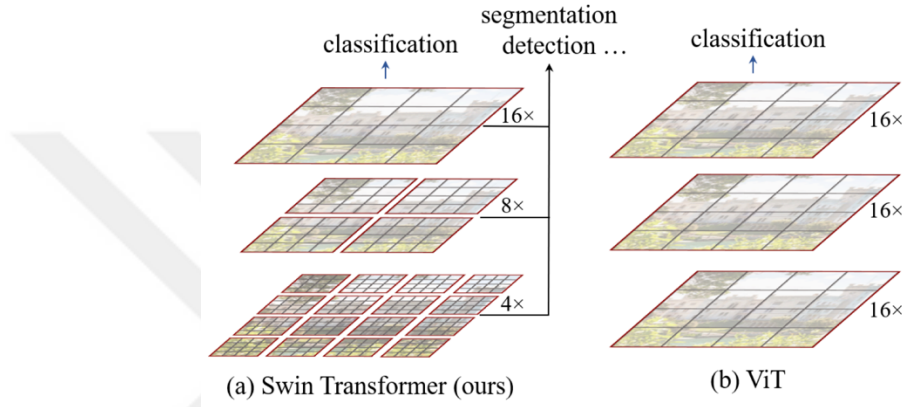
Scrum yöntemi, veri hazırlığı, modelleme, testlerin uygulanması gibi aşamaları içermekte olup, bu süreçler makine öğrenimi ile uyum içinde çalışmaktadır (Kim et al., 2022). Bu çalışmada da model eğitimi sürecinin ilk aşamasında veri hazırlığı büyük önem taşımaktadır. Verilerin temizlenmesi, düzenlenmesi ve modele uygun bir şekilde yapılandırılması için gerekli adımlar uygulanmıştır. Hazırlanan veriler, modelin eğitimi için temel oluşturmuştur.

Öğrenme, bilgi arayışı süreci olarak tanımlanır (Naser & Alavi, 2023, aktaran Mahdavi et al., 2018). Modelin bu aşamasında, eğitilecek verilerden maksimum performansı elde etmek için çeşitli ön işleme teknikleri kullanılmıştır. Heije et al., (2024)'I çalışmalarında belirttikleri gibi derin sinir ağları, çeşitli alanlarda olağanüstü başarılar elde etmesine rağmen etkili bir derin sinir ağı eğitmek hala zorluklar barındırmaktadır. Model eğitimi sırasında, bu zorlukların üstesinden gelmek için hiperparametre optimizasyonu ve erken durdurma gibi yöntemlerden yararlanılmıştır. Bu aşamada, modelin performansı düzenli olarak test edilerek öğrenme sürecinin doğruluğu ve kararlılığı izlenmiş; veri hazırlığı ve model eğitimi süreçlerinin uyumlu bir şekilde ilerlemesi sağlanmıştır.

3.4.1.1 Modelin Önceden Eğitilmiş Yapısı

Tez çalışması kapsamında kullanılan VDU modeli olan Donut, Kim et al., (2022, aktaran Vaswani et al., 2017, Dosovitsky et al., 2021)'ın çalışmasında belirttiği gibi dönüştürücü tabanlı bir görsel kodlayıcı ile metinsel bir çözümleyici modülünden oluşan basit bir mimariye sahip olup, metinsel çözümleyici, elde edilen özellikleri alt kelime dizilerine dönüştürerek istenilen yapılandırılmış formatı (örneğin JSON) oluşturmaktadır.

Kodlayıcı kısmında; (Y. Liu et al., 2020)’in makalesinde, dönüştürücüyü dilden görsel alana uyarlama zorluklarını ele almak için Şekil 8’de yer alan Shifted Windows (Kaydırılmış Pencere) ile temsil hesaplayan, hiyerarşik yapıda bilgisayarla görme alanında genel amaçlı bir omurga olarak hizmet edebilen yeni bir görsel dönüştürücü olarak tanımladıkları Swin Dönüştürücü tercih edilmiştir. Bu mimarinin tercih edilmesindeki temel sebepler, dokümanların görsel düzenlerini ve yapısını anlamada yüksek başarı sağlaması ve özellikle dil bağımsız bir yapı sunmasıdır.



Şekil 8: “(a) Daha derin katmanlarda görüntü yamalarını (gri ile gösterilen) birleştirerek hiyerarşik özellik haritaları oluşturur ve kendi kendine dikkat hesaplamasının yalnızca her yerel pencere (kırmızı ile gösterilen) içinde yapılması sayesinde giriş görüntü boyutuna göre doğrusal hesaplama karmaşıklığına sahiptir. Bu özelliği sayesinde hem görüntü sınıflandırma hem de yoğun tanıma görevleri için genel amaçlı bir omurga olarak kullanılabilir. (b) Buna karşılık, önceki görsel dönüştürücüler, tek bir düşük çözünürlüklü özellik haritası üretir ve kendi kendine dikkat hesaplamasının küresel yapılması nedeniyle giriş görüntü boyutuna göre karesel hesaplama karmaşıklığına sahiptir.” (Liu et al., 2021, aktaran Dosovitsky, 2021).

Çözümleyici kısmında Multi-Lingual BART (mBART) kullanılmıştır. (Z. Liu et al., 2023)’na göre, mBART, çok dilli bir sıralama-çözümleme (Seq2Seq) denoising otomatik kodlayıcısı olup, girdi metinler, ifadelerin maskelenmesi ve cümlelerin sırasının değiştirilmesiyle gürültülü hale getirilir ve bu metinleri geri kazanmak için tek bir dönüştürücü (Vaswani et al., 2017) modeli eğitilir. Bunu yaparken de diğer makine çevirisi ön eğitim yaklaşımlarından farklı olarak tam bir otomatik geriye dönük Seq2Seq modeli önceden eğitmektedir (Lample & Conneau, 2019; Y. Liu et al., 2020a; Song et al., 2019). Y. Liu et al., (2020) yine aynı çalışmada, BART modellerini önceden eğitmek için geniş ölçekli Common Crawl (CC) korpusu kullandıklarını belirtmişlerdir. Tablo 4’te CC25 korpusunun dilleri ve istatistikleri yer almaktadır. Görüldüğü gibi, Türkçe de bu korpusun bir parçasıdır ve toplamda 2736 milyon kelime token içeren bir

metin boyutuna sahiptir. Korpus, farklı dil ailelerinden 25 dili kapsamakta ve bu dillerin monolingual korpus büyüklüklerine göre sıralandığı görülmektedir. Ayrıca, CC25, BART modellerinin çok dilli ön eğitimi için kullanılan geniş ölçekli bir veri seti olup, dil çeşitliliği ve metin miktarları açısından dengeli bir yapı oluşturmayı hedeflemektedir.

Code	Language	Tokens/M	Size/GB
En	English	55608	300.8
Ru	Russian	23408	278.0
Vi	Vietnamese	24757	137.3
Ja	Japanese	530 (*)	69.3
De	German	10297	66.6
Ro	Romanian	10354	61.4
Fr	French	9780	56.8
Fi	Finnish	6730	54.3
Ko	Korean	5644	54.2
Es	Spanish	9374	53.3
Zh	Chinese (Sim)	259 (*)	46.9
It	Italian	4983	30.2
Nl	Dutch	5025	29.3
Ar	Arabic	2869	28.0
Tr	Turkish	2736	20.9
Hi	Hindi	1715	20.2
Cs	Czech	2498	16.3
Lt	Lithuanian	1835	13.7
Lv	Latvian	1198	8.8
Kk	Kazakh	476	6.4
Et	Estonian	843	6.1
Ne	Nepali	237	3.8
Si	Sinhala	243	3.6
Gu	Gujarati	140	1.9
My	Burmese	56	1.6

Tablo 4: CC25'in içerdği diller listesi (Y. Liu et al., 2020b)

Türkçeye özel özelleştirmeler: Modelin decoder kısmında türkçe karakterlerin (ç, ğ, ü, ş, ö, ı) doğru şekilde tokenize edilmesi sağlanmıştır. Fatura alanlarına yönelik özel prompt tasarımları yapılmıştır (ör., <fatura_no>, <fatura_tarihi>, <mal_hizmet>).

3.4.1.2 Eğitim Verilerinin Hazırlanması

Model, hem sentetik hem de gerçek Türkçe fatura verileriyle eğitilmiştir. Veri hazırlık süreci şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

Sentetik Veri: SynthDoG kullanılarak 1.000 adet Türkçe fatura örneği oluşturulmuştur. Bu sentetik veriler, farklı düzenler ve şablonlar oluşturularak (ağırlıklı e-fatura ve e-arşiv şablonları) modelin çeşitliliğe uyum sağlanması hedeflenmiştir.

Gerçek Veri: 200 adet gerçek fatura örneği veri setine eklenmiş ve modelin gerçek dünyadaki dokümanlar üzerinde test edilmesi sağlanmıştır.

Veri Ayrımı: Veri seti, genel dağılımı eğitim (%70), doğrulama (%20) ve test (%10) olacak şekilde bölünmüştür.

3.4.1.3 Eğitim Süreci

Model, hem verimli öğrenme yapması hem de genelleştirme yeteneğinin artırılması amacıyla dikkatle tasarlanmıştır.

Eğitim süreci, Apple MacBook Pro (M2, 2022) cihazında gerçekleştirilmiştir. Cihazın özellikleri şu şekildedir:

İşlemci: Apple M2 çipi

Bellek (RAM): 16 GB

Depolama Alanı: 2 TB SSD (645,51 GB kullanılabilir alan)

Ekran: Retina Ekran (2560 x 1600 çözünürlük)

İşletim Sistemi: macOS Ventura 13.0

Yazılım Altyapısı:

- Python 3.x
- PyTorch (Transformer tabanlı modellerin eğitimi için)
- Hugging Face kütüphaneleri
- SynthDoG (Synthetic Document Generator).

Epoch sayısı: Model, 50 epoch boyunca eğitilmiş, doğrulama kaybı sabit kaldığında erken durdurma (early stopping) uygulanmıştır. Early stopping mekanizması, doğrulama kaybının 5 epoch boyunca iyileşme gösterememesi durumunda devreye girmiştir ve ilk aşamada modelin eğitimi 9.epoch'ta durmuştur. Düzeltmeler yapıldıktan sonra 50 epocha kadar devam edilmiştir.

Batch boyutu : 32 olarak belirlenmiştir

Öğrenme oranı: Başlangıç öğrenme oranı $1e-4$ olarak ayarlanmış, her 10 epoch sonrasında 0,1 azaltılmıştır.

Modelin ince ayar tarafında, türkçe fatura verileri üzerinde JSON tabanlı bilgi çıkarımı yapacak şekilde optimize edilmiştir. Çıkarılacak alanlar (Örn. Fatura_no, fatura_tarihi, toplam_tutar) doğru şekilde etiketlenmiş ve modelin bu alanları öğrenmesi sağlanmıştır.

Eğitim sırasında, çapraz entropi kaybı (Cross-Entropy Loss), F1 Skoru, Levenshtein Benzerliği gibi değerlendirme metrikleri kullanılmıştır.

Eğitim sırasında karşılaşılan aşamalar şu şekilde gerçekleşmiştir:

İlk Eğitim Aşaması: Eğitim sürecinde ilk epoch'ta kayıp değeri 0.9072 olarak ölçülmüş, doğrulama kaybı ise 0.7877 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler eğitim ilerledikçe düşüş göstermiştir.

Ara Dönem Düzenlemeleri: Eğitim sırasında doğrulama kaybında dalgalanmalar gözlemlendiğinde, veri setinde düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler arasında yeni Türkçe doküman örneklerinin eklenmesi ve veri çeşitliliğinin artırılması yer almıştır.

Erken Durdurma ve Nihai Eğitim: Model, doğrulama kaybının uzun süre sabit kalmasıyla erken durdurma mekanizması devreye alınarak 9. epoch'ta eğitimi sonlandırmıştır.

Her epoch için işlem süresi ortalama 1,5 saat civarında sürmüş olup, eğitim 70-75 saat civarında tamamlanmıştır.

Eğitim süreci, kullanılan donanım ve yazılım altyapısına uygun şekilde başarıyla tamamlanmış ve model, Türkçe fatura verilerine yönelik bilgi çıkarımı görevinde belli doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Eğitim sırasında kullanılan parametreler ve test süreçleri, modelin genelleştirme yeteneğini artırmış ve farklı düzenlerdeki Türkçe faturalar üzerinde etkili bir şekilde çalışmasını sağlamıştır.

3.4.1.4 Eğitim Testleri

Makine öğrenmesi ve sinir ağları modellerinin eğitim sürecinde, modelin performansını ve öğrenme kapasitesini değerlendirmek için çeşitli yöntemler ve testler uygulanır.

Eğitim sonrası yapılan testlerde aşağıdaki metrikler ve sonuçlar elde edilmiştir:

Çapraz Entropi Kayıp (Cross-Entropy Loss): Model, test veri setinde ortalama 0.5074 doğrulama kaybı sergilemiştir.

F1 Skoru: Test veri setinde modelin F1 skoru 0.85 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, modelin bilgi çıkarımı görevinde dengeli bir performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

Levenshtein Benzerliği: Metin tahmin doğruluğunu ölçmek için kullanılan bu metrik, ortalama %90 seviyesinde bir doğruluk oranı sağlamıştır.

Aşırı öğrenme (overfitting), bir modelin eğitim verilerini gereğinden fazla öğrenip yeni verilere genellemede başarısız olması durumudur (Diukarev & Starukhin, 2024). Eksik öğrenme (underfitting) ise, bir makine öğrenimi modelinin, verilerdeki temel desenleri yakalayamayacak kadar basit olması nedeniyle hem eğitim hem de test veri setlerinde düşük performans göstermesi durumunu ifade etmektedir (Z. Li et al., 2020). Rabin et al., (2024) de aşırı öğrenmenin sinir ağlarında yaygın bir şekilde gözlemlendiğinin ve bir ağı ne kadar süreyle eğitileceğini belirlemede kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Bu yönde aşırı öğrenim gerçekleşene kadar eğitmeye devam etmek şeklinde bir yöntemin izlenebileceğini ekleyerek (Diukarev & Starukhin, 2024), bunun nedeninin de eğitim hatası azalırken doğrulama hatasının artmaya başlaması ve eğitim hatasından uzaklaşmasıyla tespit edilebilmesi olarak açıklamışlardır. Z. Liu et al., (2023)'nin önerdikleri çalışmada, dropout yönteminin eğitim sürecinin başlangıcında kullanıldığında yetersiz öğrenmeyi (underfitting) de azaltılabileceğini göstermişlerdir.

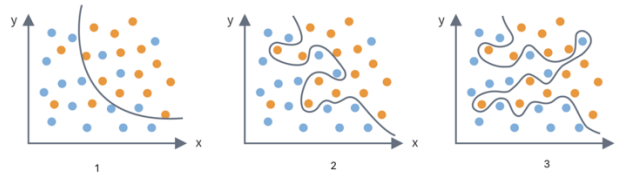


Fig. 1. Training examples
1 - Underfitting; 2 - Optimum; 3 - Overfitting

Şekil 9: Düşük öğrenme, aşırı öğrenme ve optimum eğitim örnekleri (Diukarev & Starukhin, 2024).

Şekil 9'da düşük öğrenme, aşırı öğrenme ve optimum eğitim örneklerine ilişkin örnekler yer almaktadır. Bu çalışmada erken durdurma (early stopping) mekanizması ile aşırı öğrenme

engellenmiş ve modelin genelleme yeteneği korunmuştur. Dropout gibi teknikler başlangıç aşamasında kullanılarak eksik öğrenme (underfitting) de önlenmiştir.

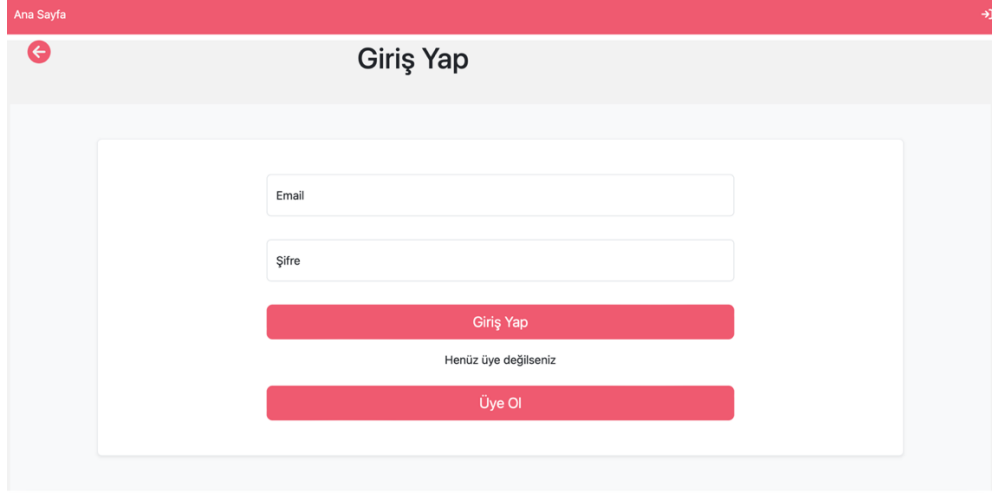
3.4.2 Prototip Modelin Arayüzü

Bu bölümde, geliştirilmiş modelin arayüzü ve işlevselliği açıklanmaktadır. Prototip uygulama, kullanıcı dostu bir tasarım anlayışıyla KOBİ'lerin iş süreçlerini kolaylaştırmayı hedeflemiştir. Bununla birlikte, uygulamanın henüz Teknoloji Hazırlık Seviyesi (THS) 3-4 düzeyinde olduğu, yani tamamen geliştirilmiş bir ürün olarak değerlendirilmediği belirtilmelidir. Bu prototip, temel işlevlerin nasıl bir yapıda oluşturulabileceğine dair bir örnek sunmayı amaçlamakta ve nihai ürün geliştirme sürecine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Uygulamanın testinde, örnek bir KOBİ üzerinde test edilerek, doküman paylaşımı ve yönetimi gibi süreçlerde sağlayabileceği katkılara değinilmiştir. Prototipin arayüzü, bu aşamada yalnızca temel gereksinimlere odaklanarak basit ve işlevsel bir yapıda tasarlanmıştır. Nihai bir ürün haline getirildiğinde, sistemin kapsamlı işlevsellik sunacak şekilde genişletileceği öngörülmektedir. Bu doğrultuda, HTML, CSS ve JavaScript kullanılarak responsive (duyarlı) bir web arayüzü geliştirilmiştir. Modelin front-end (ön yüz) kısmı Bootstrap çerçevesi kullanılarak tasarlanmış, böylece modüler ve esnek bir yapı elde edilmiştir. Back-end (arka yüz) kısmında ise veri işleme ve arka uç işlemleri için ASP.NET MVC kullanılmıştır. Aşağıda, prototipin mevcut durumu üzerinden sunulan işlevler ve özellikler detaylandırılmaktadır.

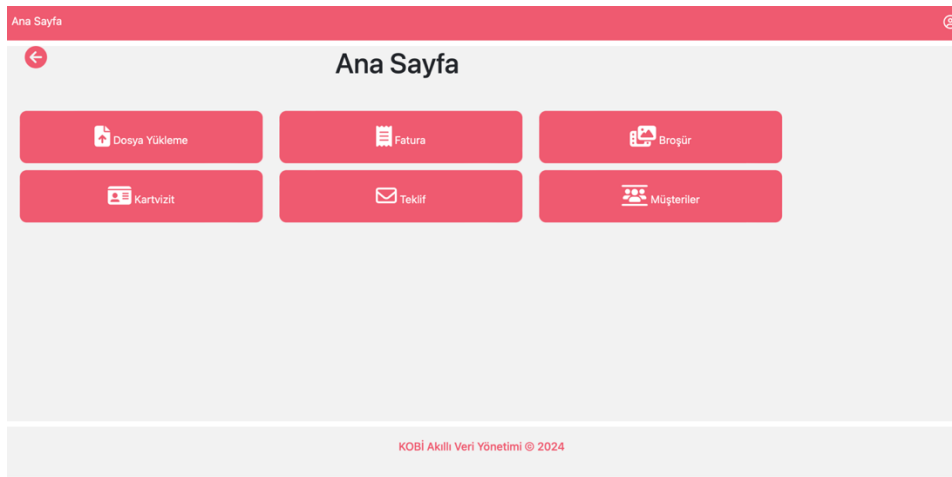
Modelin ara yüzünden giriş ekranına, ana sayfaya, dosya yükleme ekranına ve doküman tipi bazında raporlama (mevcu halde fatura raporlama) bölümümlerine ulaşılmaktadır.

Modelin giriş ekranı: Giriş ekranı, kullanıcıların sisteme erişimini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Şekil 10'da ye aldığı gibi, kullanıcılar, e-posta ve şifre bilgilerini girerek sisteme giriş yapabilir veya "Üye Ol" seçeneğiyle yeni bir hesap oluşturabilir. Bu arayüz, veri güvenliği ve kullanıcı erişim kontrolünü sağlamaya yönelik temel bir yapıya sahiptir.



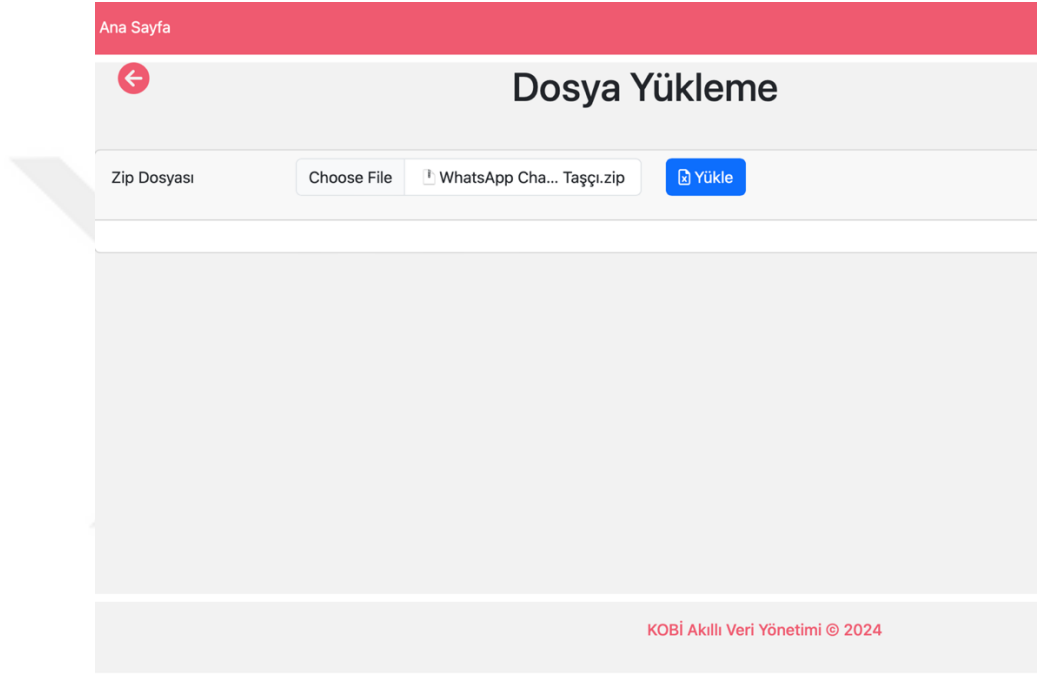
Şekil 10: Modelin arayüzü- Giriş Ekranı

Modelin ana sayfası: Ana sayfa, prototipin mevcut işlevlerine hızlı erişim sağlayan bir kontrol paneli olarak tasarlanmıştır. Şekil 11’de yer aldığı gibi kullanıcılar, dosya yükleme, fatura yönetimi, teklif, kartvizit ve müşteri bilgilerine yönelik modüllere bu ekran üzerinden ulaşabilmektedir. Ancak, geliştirme sürecinde şu anda yalnızca **Fatura Yönetimi** modülü işlevsel olarak tamamlanmıştır. Diğer modüller prototipin kapsamını göstermek amacıyla arayüzde yer almakta, ancak henüz işlevsellik kazandırılmamıştır.



Şekil 11: Modelin arayüzü- Anasayfa

Dosya Yükleme Ekranı: Şekil 12’de yer alan bu ekran, API ile otomatik veri alımının henüz uygulanmamış olması nedeniyle, manuel dosya yükleme işlemleri için tasarlanmıştır. Mevcut tasarım, özellikle WhatsApp üzerinden gerçekleştirilen doküman paylaşımlarının sisteme entegre edilmesini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Kullanıcılar, ZIP formatındaki dosyaları seçerek yükleme işlemini gerçekleştirebilmekte; ardından sistem, bu dosyaları işleyerek arşivleme işlemini otomatik olarak gerçekleştirmektedir. Bu özellik, manuel yükleme sürecinin kullanıcı dostu bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 12: Modelin Arayüzü – Dosya yükleme ekranı

Fatura Yönetim Ekranı: Prototipin şu anda en işlevsel bölümü olan Fatura Yönetimi, kullanıcılara fatura kayıtlarını detaylı bir şekilde görüntüleme, filtreleme ve yönetme imkanı sunmaktadır. Şekil 13’te yer alan bu ekran, müşteri seçimi, düzenleyen ve düzenlenen bilgilerinin yanı sıra tarih ve fatura türü gibi kriterlere göre arama yapılmasını sağlamaktadır. Kullanıcılar ayrıca toplam tutar, ürün detayları ve açıklamalar gibi fatura bilgilerini bu ekran üzerinden görüntüleyebilmektedir. Bunun yanı sıra, WhatsApp üzerinden gelen fatura yazışmalarına ilişkin meta veriler de sistemde saklanmaktadır. Bu meta veriler arasında, mesajın gönderildiği ve alındığı WhatsApp numaraları, mesajın gönderildiği tarih ve saat bilgileri, mesajın geldiği platform (örneğin, WhatsApp) gibi bilgiler bulunmaktadır. Bu bilgiler, yazışmaların izlenebilirliğini artırmak, dokümanların kaynağı hakkında daha detaylı bilgi

sunmak ve raporlamaları desteklemek (satışçı bazında performans vb.) amacıyla kaydedilmektedir.

Şekil 13: Modelin Arayüzü – Fatura listeleme ekranı

3.4.3 Entegrasyon Süreci

Modelin geliştirilmesinde, VDU-Donut modelinin arayüz ile entegrasyonu temel bir adım olarak gerçekleştirilmiştir. Bu süreç, kullanıcıların fatura gibi dokümanları sisteme yüklemeleri ve bu dokümanlar üzerinden gerekli bilgilerin otomatik olarak çıkarılmasını sağlamayı amaçlamıştır.

Entegrasyon sürecinde, hata geri bildirimleri ve hata düzeltmelerinden öğrenme yapısının güçlendirilmesi, WhatsApp API ile otomatik veri alınması gibi iyileştirme fırsatları bulunmakta olup, bu adımlar tamamlandığında entegrasyonun nihai bir ürün seviyesine ulaşacağı öngörülmektedir.

3.4.3.1 VDU-Donut Modeli ile Entegrasyon

VDU-Donut modeli ile web arayüzü arasında bir bağlantı kurulması için bir API geliştirilmiştir. Bu API, kullanıcıların yüklediği dokümanları alır, bu dokümanları VDU-Donut modeline

ileterek gerekli bilgi çıkarma işlemlerini gerçekleştirir ve sonuçları tekrar arayüze gönderir. API, ASP.NET MVC çerçevesi kullanılarak geliştirilmiştir. Bu çerçeve, güçlü bir Model-View-Controller yapısıyla hem arayüz hem de veri işleme işlemlerini destekler. .NET platformunun sunduğu yüksek performans ve esneklik, API geliştirme sürecinde avantaj sağlamıştır.

Kullanılan temel adımlar şu şekildedir:

Doküman Yükleme ve API'ye Gönderim: Kullanıcılar, fatura gibi dokümanların içerisinde olduğu WhatsApp görüşme dosyalarını "Dosya Yükleme" ekranı aracılığıyla sisteme yükler.

Yüklenen dosyaların içerisindeki temel veriler alınarak, içerisindeki dokümanlar API üzerinden VDU-Donut modeline iletilir. Bu adımda dokümanlar JSON formatında düzenlenerek modelin işleyebileceği bir yapıya dönüştürülür.

Donut Modelinde Bilgi İşleme: Donut modeli, yüklenen dokümanlardan belirli bilgileri (örneğin, "fatura numarası," "tarih," "mal ve hizmet detayları") çıkarmak için eğitilmiştir.

Model çıktısı, işlenebilir veri formatında API aracılığıyla arayüze geri gönderilir.

Sonuçların Arayüze Aktarılması: Donut modelinden gelen bilgiler, kullanıcıların arayüzde görüntüleyebileceği ve filtreleyebileceği bir yapıda düzenlenir. Örneğin, fatura numarası, düzenleyen kişi, toplam tutar gibi bilgiler, fatura yönetim ekranında listelenir.

3.4.3.2 WhatsApp ve Diğer Uygulamalarla Entegrasyon

Tez kapsamında, WhatsApp ile doğrudan bir entegrasyon yapılmamıştır. Ancak ilerleyen süreçlerde bu entegrasyonun gerçekleştirilmesi planlanmaktadır. WhatsApp entegrasyonu sağlandığında, kullanıcıların WhatsApp sohbet geçmişlerinden paylaşılan dokümanların doğrudan sisteme aktarılması ve işlenmesi mümkün olacaktır. Bu sayede, KOBİ'lerin doküman yönetim süreçlerinde daha kapsamlı bir dijitalleşme sağlanabilecektir.

Ek olarak, şu anda muhasebe yazılımları gibi firmanın kullandığı diğer uygulamalarla bir bağlantı kurulmamıştır. Prototip modelin henüz nihai bir ürün olmaması nedeniyle bu tür entegrasyonlar geliştirme aşamasında bırakılmıştır. Ancak, nihai ürün aşamasında muhasebe

yazılımları ve KOBİ'nin kullandığı diğer iş yazılımlarıyla entegrasyonun gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

3.5 TEST VE DOĞRULAMA

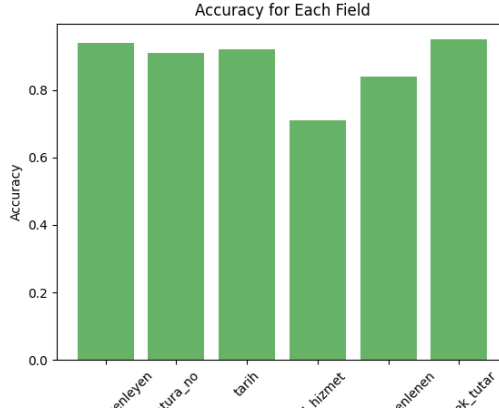
Yazılım testi, bir yazılım ürününün beklentilerine uygunluğunu ve hatalardan arınmış olduğunu belirlemek için kullanılan bir teknik olup manuel veya otomatik yöntemlerle yazılım bileşenlerinin çalıştırılması yoluyla belirli özellikler değerlendirilir ve gereksinimlere uyumsuzluk, hata veya eksiklikler tespit edilmeye çalışılır (Krishna & Gopinath, 2024). Scrum metodolojisi, test süreçlerini Sprint süreci ve geri bildirim döngüleri içinde sürekli bir şekilde ele alır. Her bir Sprint sonunda yapılan değerlendirme ve testlerle, sistemin gereksinimlere uygunluğu ve performansı kontrol edilmiştir. Bu bağlamda Fonksiyonel Testler, Entegrasyon Testleri, Performans Testleri ve Kullanıcı Kabul Testleri uygulanmıştır. Burada yer verilen test sonuçları son Sprintte uygulanan test sonuçlarını içermektedir.

3.5.1 Fonksiyonel Testler

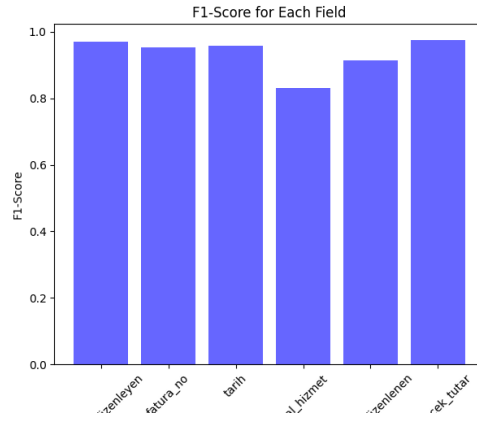
Bu aşamada, sistemin temel işlevlerini yerine getirme kapasitesi test edilmiştir. Kullanıcıların doküman yükleme, dokümanın anlamlandırılması, raporlama ve veri erişim işlemlerinde hata olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Bu testler için Accuracy ve F1 Score testleri uygulanmıştır. Doğruluk (pozitif öngörü değeri) ve geri çağırma (duyarlılık) değerlerinin harmonik ortalaması olarak tanımlanan F-1 skoru (Takahashi et al., 2023), hem yanlış pozitifleri hem de yanlış negatifleri dikkate alarak tek bir değer sağlar (Sitarz, 2023).

Şekil 14 ve Şekil 15'de yer alan test sonuçlarından elde edilen Accuracy ve F1 Score verileri, sistemin belirlenen alanlardaki doğruluk oranlarını göstermektedir:



Şekil 14: Accuracy For Each Field Test Sonucu

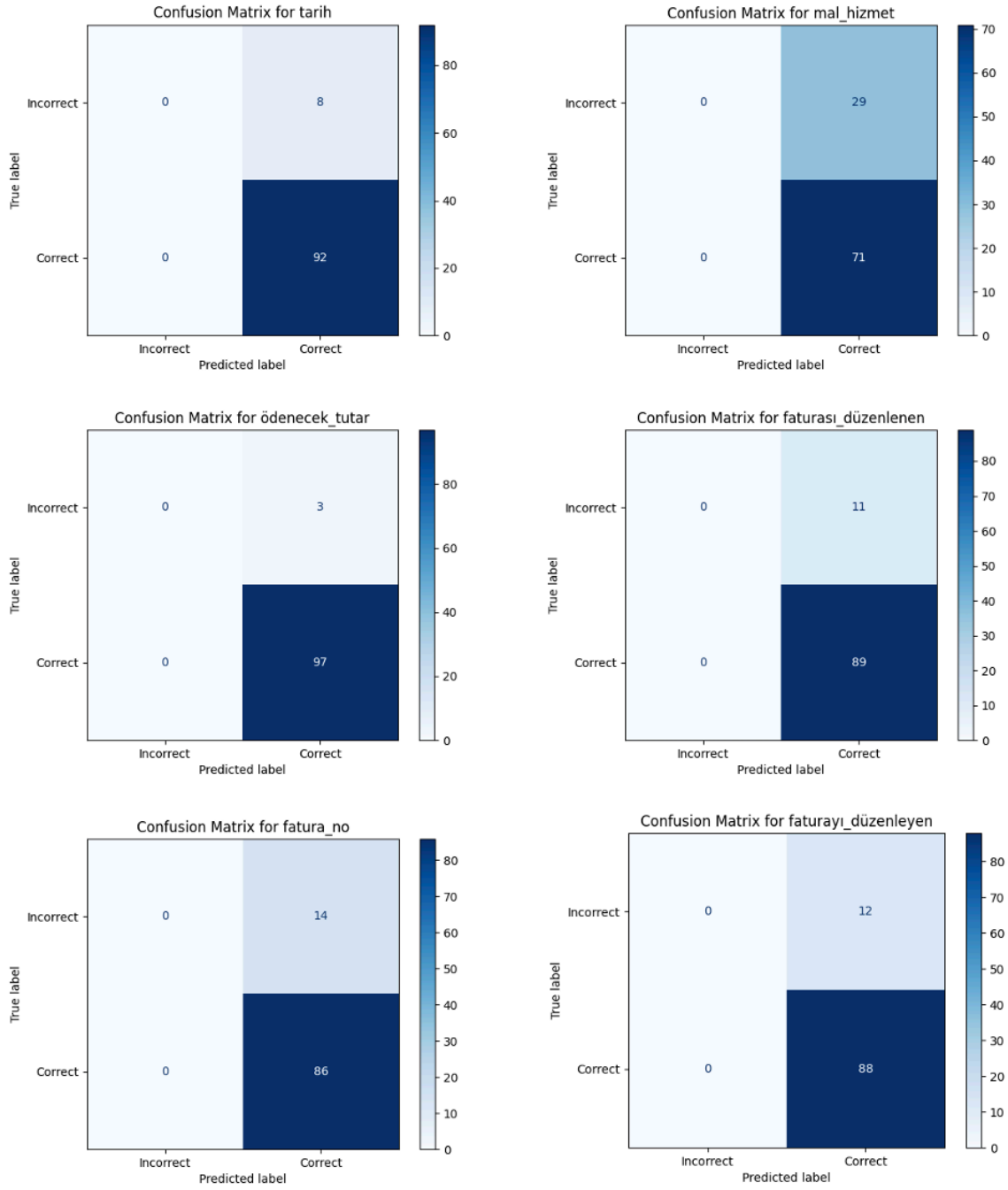


Şekil 15: F1-Score for Each Field

Şekil 13'te yer alan Accuracy for Each Field Test sonucundaki grafikte her alan için doğruluk oranları sunulmuş. Ödenecek Tutar ve Tarih alanları yüksek doğruluk göstermektedir, bu da modelin bu alanları doğru tanımlamada güçlü olduğunu göstermektedir. Ancak Mal Hizmet alanında görece daha düşük bir doğruluk oranı dikkat çekmektedir. Bu, modelin ürün detaylarını yorumlarken bazı hatalar yapabileceğini göstermektedir. Modelin performansı genel olarak başarılı olmakla birlikte, Mal Hizmet alanında ek eğitime ihtiyaç duyulabilir.

Şekil 16'da yer alan Confussion Matrisleri ile her bir alan için karışıklık matrisleri, doğru ve yanlış tahminleri açıkça gösteriyor:

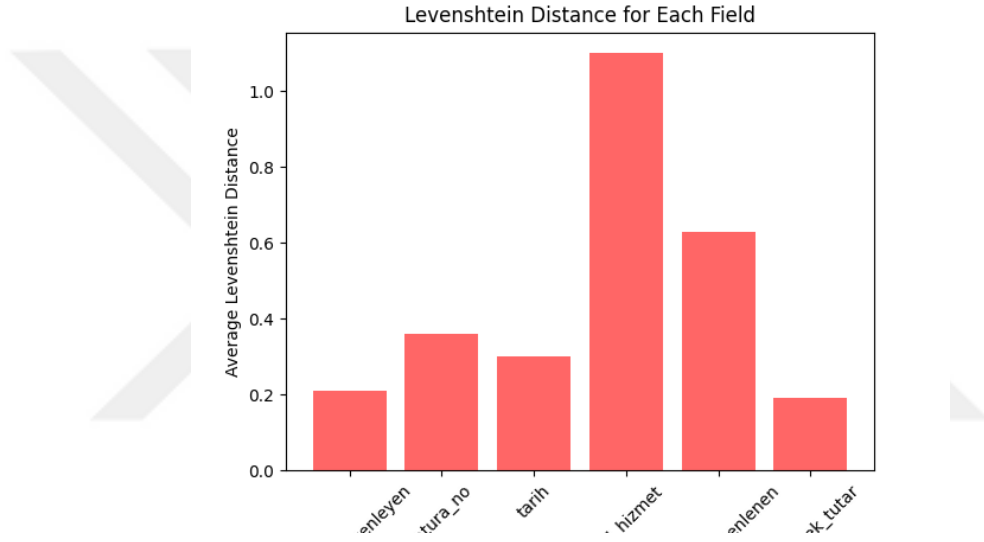
- **Fatura No:** Doğru tahmin sayısı yüksek (86), ancak yanlış tahmin (14) oranı da göze çarpmakta. Bu, bazı durumlarda modelin fatura numaralarını tanımlamakta zorluk yaşadığını gösterebilir.



Şekil 16: Farklı etiketlere göre Confussion Matrisleri

- **Faturası Düzenlenen ve Faturayı Düzenleyen:** Benzer şekilde, bu alanlarda doğru tahmin oranı oldukça yüksek, ancak az sayıda yanlış tahmin bulunmakta. Bu, modelin kişi/şirket bilgilerini çıkarma konusundaki güçlü performansını göstermektedir.

- **Mal Hizmet:** Bu alanda görece daha fazla hata yapılmış (29 yanlış tahmin). Detaylı metinlerin işlenmesi sırasında model performansı düşebildiğini göstermektedir.
- **Ödenecek Tutar:** Bu alanda neredeyse mükemmel bir sonuç elde edilmiş (97 doğru, 3 yanlış). Bu durum, modelin sayısal verileri tanımlamada oldukça yetkin olduğunu göstermektedir.
- **Tarih:** Yüksek bir doğru tahmin oranı (92), ancak az sayıda yanlış tahmin bulunmakta (8). Bu da tarih formatının model tarafından iyi öğrenildiğini göstermektedir.



Şekil 17: Her bir alan için Levenshtein Mesafesi

Levenshtein mesafesi, tahmin edilen ve gerçek metinler arasındaki farkları ölçmektedir. Şekil 17’de yer aldığı gibi Mal Hizmet alanında en yüksek mesafe gözlemlenmiş olup, bu alanda modelin detaylı verileri tanımlamada zorlandığı anlaşılmaktadır. Diğer alanlarda mesafeler oldukça düşüktür, bu da modelin doğruluğunu artırmaktadır.

3.5.2 Performans ve Kullanıcı Testleri

Sistemin performansı ve kullanıcı deneyimi, geliştirme sürecinde önemli bir odak noktası olmuştur. Bu kapsamda, uygulamanın işlem sırasında kaynak kullanımını analiz etmek için detaylı testler gerçekleştirilmiştir.

Resource Usage:

CPU Usage: Start - 3.4%, End - 80.9%

Memory Usage: Start - 59.0%, End - 89.0%

Fonksiyonel Testler: Genel olarak sistem, "fatura_no", "tarih", "ödenecek_tutar" gibi alanlarda yüksek doğruluk göstermiştir. Ancak "mal_hizmet" alanında Levenshtein mesafesine dayalı ölçümlerde hata oranının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Kullanıcı testlerinde de benzer bir durum görülmüştür, modelin hatalı olarak döndüğü alanlar çoğunlukla birden fazla satırlı olan mal_hizmet alanlarıdır.

Performans Testleri: 100 kullanıcıya kadar sistem, kabul edilebilir yanıt süreleri sunmuş, ancak daha yüksek kullanıcı yüklerinde performans düşüşü gözlemlenmiştir.

Kullanıcı Deneyimi:

Kullanıcılar genel olarak sistemden memnun olmakla birlikte, kullanıcı arayüzü için birkaç iyileştirme önerisinde bulunmuştur (örn. hata mesajlarının düzeltme yapabilecekleri ara yüzün olması).

Scrum Döngüsüyle Sürekli İyileştirme:

Bu testlerden elde edilen geri bildirimler, Scrum'ın iteratif yapısıyla bir sonraki Sprint Backlog'una eklenmiştir.

Özellikle "mal_hizmet" alanındaki doğruluk oranını artırmak için model iyileştirmeleri yapılacak ve performans sorunları için daha güçlü bir altyapı planlanacaktır.

4. BULGULAR

Bu bölüm, geliştirilen modelin performansını değerlendirmek ve iş süreçlerindeki iyileştirmeleri analiz etmek amacıyla oluşturulmuştur. Kapsamda, özellikle KOBİ'lerin manuel süreçlerden dijital dönüşüme geçişindeki etkiler ve geliştirilen modelin işlevselliği üzerinde durulmuştur.

4.1 MODELİN TEST EDİLEN PERFORMANS ANALİZİ

Tez kapsamında önerilen modelin performansı, doğruluk metrikleri ve sistem kaynak kullanımı üzerinden değerlendirilmiştir. Sonuçlar, modelin güçlü yönlerini ve iyileştirme alanlarını göstermektedir.

4.1.1 Test Sonuçlarının Analizi

Doğruluk ve F1 Skorundan ortaya çıkan sonuçlara göre ödenecek Tutar ve Tarih gibi alanlarda %90 üzeri doğruluk sağlanırken, Mal Hizmet alanında doğruluk oranı %70'lerde kalmıştır. Bu durum, modelin ürün detaylarını anlamada, yapılandırılmamış ürün açıklamalarından yapılandırılmış veriler çıkarmanın zorluğunu yansıtmaktadır, iyileştirmeye ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Levenshtein mesafesi analizi, basit alanların daha doğru tanındığını, ancak ürün/hizmet açıklamaları gibi karmaşık alanlarda hataların daha yüksek olduğunu göstermiştir. Bu da, tokenizasyon veya veri seti çeşitliliğinde iyileştirme yapılması gerektiğini işaret etmektedir.

Karmaşıklık Matrisi Analizinden elde edilen sonuçlara göre sınıflandırma ve bilgi çıkarımı hatalarına dair içgörüler sunmaktadır. Her bir alan için doğru ve yanlış tahminlerin dağılımı, belirli alanlarda güçlü performansı (Fatura No, Ödenecek Tutar) ve iyileştirme gereken alanları net bir şekilde ortaya koymuştur. Örneğin 'mal_hizmet' alanında 29 yanlış yapılmış ve bu, düşük doğruluk oranıyla uyumludur.

Buna karşın, 'ödenecek_tutar' alanında yanlış bilgi çıkarımı oldukça azdır, bu da sayısal alanların tanınmasındaki güvenilirliğini göstermektedir.

Sistem Kaynak Kullanımı testlerinde elde edilen sonuçlara göre, testin başlangıcında CPU kullanımı %3.4 seviyesindeyken, test sonunda %80.9'a yükselmiştir. Bu durum, modelin yoğun işlem gücü gerektiren işlemler sırasında sistem kaynaklarını etkin bir şekilde kullandığını göstermektedir. Ancak, bu yüksek kullanım oranı, büyük veri setleri veya uzun süreli kullanım durumlarında sistem performansı üzerinde baskı oluşturabileceğini işaret etmektedir.

Bellek kullanımında ise başlangıç seviyesi %59.0 olup, testin sonunda %89.0'a ulaşmıştır. Bellek kullanımındaki bu artış, veri setinin boyutu ve işlem yoğunluğuna bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bu durum, sistemin orta ve büyük ölçekli veri setlerinde verimli çalışabilmesi için bellek optimizasyonuna yönelik iyileştirmelerin yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu sonuçlar, geliştirilen modelin küçük ve orta ölçekli veri setleri için yeterli bir performans sunduğunu, ancak daha büyük veri işleme ihtiyaçlarında kaynak yönetimi ve ölçeklenebilirlik stratejilerinin değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

4.1.2 Kullanıcı Deneyimi

Geliştirilen sistem, kullanıcılar için kolaylık sağlamak amacıyla sade ve anlaşılır bir arayüze sahiptir. Kullanıcı deneyimi şu adımlarla gerçekleştirilmiştir:

Eğitim Süreci: Kullanıcılar, sistemi kullanmadan önce bir eğitim programına katılmıştır. Bu eğitim kapsamında, sistemin arayüzü, dosya yükleme işlemleri ve analiz sonuçlarının yorumlanması gibi temel bilgiler detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Eğitim sürecinde kullanıcıların sisteme alışması ve temel işlevleri hızlıca öğrenmesi sağlanmıştır.

Sistemin Kullanımı: Kullanıcılar, önce sisteme giriş yaparak hesaplarını aktif hale getirmiştir. Ardından, anlık mesajlaşma ile yapılan görüşmelerin dosyalarını yüklemişlerdir. Bu süreçte, her gün düzenli olarak günde bir kez yükleme yapılması gerektiği ifade edilmiştir.

Bu işlem sırasında herhangi bir teknik sorun yaşanmamıştır; ancak, yükleme işleminin manuel olması sebebiyle kullanıcılar tarafından 1 dakikadan az da olsa bir ek işlem yapılması gerekmiştir. İlerleyen çalışmalarda, bu manuel işlem, WhatsApp Business entegrasyonu ile bir API geliştirilerek otomatik hale getirilebilecektir. Yüklenen dokümanlar, sistem tarafından hızlı

bir şekilde işlenmiş ve analiz sonuçları kullanıcıların erişimine sunulmuştur. Kullanıcı testlerinde sadece matbu fatura işlemede hata oluşmuştur, e-arşiv faturalar hatasız işlenmiştir.

Geri Bildirim ve Değerlendirme: Kullanıcılar, sistemin kullanım kolaylığını ve sunduğu dijitalleşme avantajlarını genel olarak olumlu değerlendirmiştir. Bununla birlikte, dosyaların manuel olarak yüklenmesi ve hatalı işlenen faturalar için henüz bir düzeltme mekanizmasının bulunmaması kullanıcılar tarafından bildirilmiştir. Bu düzeltme mekanizması, uygulamanın iş akış şemasında yer almakla birlikte tez çalışması kapsamı dışında bırakılmış ve ileriki aşamalarda yapılması önerilmiştir.

Kullanıcılar, özellikle teklif süreçlerinde büyük bir manuel iş yükü olduğunu ifade etmiş ve bu alandaki süreçlerin de sistem tarafından dijitalleştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Sistemin fatura işlemlerinde sağladığı kolaylıkların, teklif süreçlerine de entegre edilmesinin, operasyonel süreçlere önemli bir katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

Bu deneyimlerin sonucunda, geliştirilen sistemin kullanıcı dostu olduğu, dokümanların işleme sürelerini azalttığı ve operasyonel verimliliği artırdığı görülmüştür. Sistem, kullanıcıların dokümanları yükleme ve analiz etme süreçlerini kolaylaştırmış ve manuel veri girişine olan ihtiyacı büyük ölçüde azaltmıştır.

4.2 MODELİN ÖRNEK KOBİ’de UYGULANMA SONRASI SÜRECİ

Bu bölümde, geliştirilmiş modelin örnek bir KOBİ’de uygulanmasından önceki süreçte yaşanan sorunlar ve bu sorunların iş süreçlerine etkileri ele alınmaktadır. Uygulama öncesi yapılan analizlerde, faturaların yönetiminde temel süreçlerde zaman kaybına ve hatalara yol açan çeşitli problemler tespit edilmiştir. Aşağıda, bu problemlerin detayları ve modelin uygulanmasının hedeflediği iyileştirme noktaları sunulmaktadır.

Önceki Süreçte Tespit Edilen Sorunlar:

- Faturaların geç ulaşması veya hiç ulaşmaması gibi problemler çok sık olmasa da yaşandığı görülmüştür.
- İncelenen süre içerisinde aylık ortalama 2 adet e-arşiv faturası KOBİ’ye iletilmemiş, bu faturalar ancak mali müşavirlik tarafından tespit edilmiştir.

- Manuel Fatura Girişi: Ortalama 29 adet e-arşiv fatura manuel olarak muhasebe programına girilmiştir.
- Dijital olmayan faturaların taranması, formata çevrilmesi ve ilgili alanlara girilmesi işlemi fatura başına ortalama 7 dakika sürmüştür. Bu da toplamda ayda yaklaşık 203 dakika zaman kaybına yol açmıştır.
- Manuel girişlerde önceki dönemlerde yapılan hatalar, sonradan düzeltilmek zorunda kalmıştır.
- Anlık mesajlaşma uygulamaları üzerinden paylaşılan dokümanların kontrol edilmesi ve takip edilmesi zorlu bir süreç olarak kalmıştır.

Uygulama Sonrası Süreç:

Modelin Uygulanması ile elde edilen kazanımlara aşağıda ve Tablo 5'te yer verilmiştir:

- Otomatik Fatura İşleme: Manuel giriş ihtiyacı büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Dokümanlar sistem tarafından otomatik olarak işlenmiş ve doğru bir şekilde sınıflandırılmıştır. E-arşiv ve matbu faturalar, model tarafından ayrılmış ve manuel giriş süresi büyük ölçüde azaltılmıştır. Ayda yaklaşık 200 dakika zaman tasarrufu sağlanmıştır.
- Hızlı Erişim ve Kurumsal Hafıza: Dokümanların dijital olarak arşivlenmesi ve sistem üzerinden erişimi, hem geçmiş dokümanların hızlıca bulunmasını hem de kurumsal hafızanın oluşturulmasını kolaylaştırmıştır. WhatsApp gibi anlık mesajlaşma platformlarından gelen veri ve dosyaların (örn. gelen/gönderen WhatsApp numaraları, mesajın gelme zamanı gibi meta verilerle birlikte) düzenli bir şekilde kontrol edilebilir hale gelmesi, yönetim süreçlerini desteklemiştir. Modelin sunduğu raporlama özelliği sayesinde yöneticiler, operasyonel süreçlerde daha hızlı ve etkin kararlar almalarında katkı sağlamıştır.
- Manuel İşlemlerde Azalma: Fatura girişlerindeki manuel süreçler büyük ölçüde kaldırılarak, personelin operasyonel iş yükü hafifletilmiş ve zaman verimliliği artırılmıştır. Özellikle günlük fatura işleme kapasitesi %1233 artış göstererek manuel sınırları aşmıştır.
- Maliyet Azalması: Manuel iş süreçlerinin azalmasıyla birlikte hem zamandan hem de maliyetlerden tasarruf edilmiştir. Özellikle personel iş yükünün hafiflemesi, insan kaynağının daha verimli kullanılmasıyla sonuçlanmıştır.

- Gelecek Geliştirmeler İçin Altyapı: Sistem, farklı belge türlerinin (örn. teklifler, broşürler, e-postalar) işlenmesine yönelik esnek bir altyapı sunarak, gelecekteki geliştirmeler için temel oluşturmuştur.

Metrik	Önceki Süreç	Uygulama Sonrası	Kazanım (%)
Fatura manuel giriş süresi	203 dakika/ay (personel manuel girişi)	3 dakika/ay (otomasyon)	99%
Fatura işlem süresi	Ortalama 7 dakika (personel)	<1 dakika/fatura (uygulama işleme süresi)	85%
Fatura kaybolma/ulaşmama sorunu	2 adet/ay kaybolma	0 adet/ay (tam izlenebilirlik)	100%
Kurumsal hafıza oluşturma	Anlık Mesajlaşma Sürecinde Mevcut Değil	Dijital arşivleme ve takip	-
Manuel iş yükü	Yüksek (manuel veri giriş işlemleri)	Minimum (uygulama otomasyonu sayesinde)	95%
Fatura doğruluk oranı	Yaklaşık %95 (manuel hatalar nedeniyle)	%100 (otomatik doğrulama)	5% artış (manuelden kaynaklı eksik giderildi)
Günlük fatura işleme kapasitesi	30 fatura/gün (manuel sınırlama)	480 fatura/gün (uygulama kapasitesi)	1233% artış (manuelden otomasyona geçiş)

Tablo 5: Uygulama öncesi ile sonrası örnek KOBİ'deki değerler

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Araştırma kapsamında geliştirilen uygulama modeli, sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarından alınan yapılandırılmamış verileri anlamlandırma, dijital arşivleme ve doküman yönetimi süreçlerini optimize etme amacıyla tasarlanmıştır. Çalışma, KOBİ'lerin dijitalleşme süreçlerinde karşılaştıkları temel zorluklara odaklanarak, düşük maliyetli ve etkili bir çözüm sunmayı hedeflemiştir. Model, test sonuçları ve uygulama bulguları ışığında, KOBİ'lerin dijitalleşme süreçlerine önemli katkılar sunmuş ve aynı zamanda geliştirilmesi gereken alanlara dair önemli ipuçları sağlamıştır.

Dijitalleşme, KOBİ'ler için sadece iş süreçlerini hızlandırmakla kalmamış, aynı zamanda rekabet avantajlarını koruma, değişen müşteri beklentilerine uyum sağlama ve küresel ekonomiye entegrasyon açısından da stratejik bir araç olarak ortaya çıkmıştır (Sirkintioğlu Yıldırım & Durukan, 2023). Ancak yüksek maliyetler, dijital altyapı eksiklikleri ve teknolojik bilgiye erişimdeki sınırlılıklar, KOBİ'lerin dijitalleşme yolunda karşılaştıkları temel zorluklar arasında yer almaktadır (Satı, 2024, aktaran Hess et al., 2016). Ayrıca, CRM ve ERP gibi gelişmiş bilgi yönetim sistemlerinin benimsenmesinin düşük seviyelerde olması (Aygün, 2021) (Aygün, 2022), KOBİ'lerin veri yönetimi süreçlerinde verimsizliklere, bilgi kayıplarına ve müşteri taleplerine zamanında yanıt vermeme gibi sorunlara yol açmaktadır (Yerdelen Kaygin & İkinci, 2019). Bu sorunlar, KOBİ'lerin büyüme potansiyelini kısıtlayan önemli faktörler olarak literatürde sıkça vurgulanmaktadır.

Araştırmanın bulguları, geliştirilen modelin pratik uygulamalarda sağladığı katkılar ve gelecekteki iyileştirme alanları açısından önem taşımaktadır. Bu model, sadece fatura gibi belirli doküman türlerini işlemekle sınırlı kalmayıp, ilerleyen çalışmalarda farklı doküman türleri, formatlar ve diller için genişletilebilecek bir altyapı sunmaktadır. Çalışmanın, düşük maliyetli ve kullanıcı dostu yapısıyla, KOBİ'lerin dijitalleşme süreçlerine katkıda bulunarak bu zorlukların aşılmasına önemli ölçüde yardımcı olabileceği öngörülmektedir.

5.1 DOKÜMAN ANLAMLANDIRMADA ELDE EDİLEN SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Web 3.0 teknolojileri, veri yönetimi ve anlamlandırma süreçlerini dönüştüren, merkezi olmayan bir yapı sunarak işletmelere yeni fırsatlar yaratmaktadır. Yapay zekâ, büyük veri analitiği ve

doğal dil işleme teknolojileriyle desteklenen bu yapı, iş süreçlerinde hem otomasyon hem de doğruluk oranını artırarak işletmelerin rekabet gücünü pekiştirmektedir (Shen et al., 2023; Suryavanshi et al., 2023). Özellikle anlık mesajlaşma platformları ve sosyal medya kanallarından gelen yapılandırılmamış verilerin işlenmesi, işletmelerin veri yönetimi ve kurumsal hafıza oluşturma süreçlerini optimize etmeleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Ancak, bu platformlardan alınan verilerin çoğu manuel süreçlerle işlenmekte, bu da zaman kaybına, insan hatalarına ve veri kaybına yol açmaktadır.

Bu bağlamda, tez çalışmasında KOBİ'ler için nispeten maliyetli olarak değerlendirilen ve aynı zamanda IT personel ve teknik yetkinlik gerektiren klasik OCR uygulamaları yerine Görsel Doküman Anlamlandırma (VDU) modeli tercih edilmiştir. Bu model, OCR teknolojisine bağımlı olmaksızın doğrudan görsel verilerden metin ve anlam çıkarımı yapabilmektedir. Daha önce eğitilmiş yapılarında Türkçe dil desteği olmamasına rağmen, tez çalışması kapsamında sınırlı Türkçe dokümanlarla eğitilmiş ve yüksek doğruluk oranı elde edilmiştir. Bu özellikleriyle model, manuel süreçlerde sıklıkla karşılaşılan hataları azaltabilecek ve yüksek maliyetli OCR çözümlerine etkili bir alternatif sunabilecektir.

Tez kapsamında geliştirilen uygulama modeli, doküman sınıflandırma, bilgi çıkarımı ve arşivleme süreçlerinde başarılı bir performans sergilemiştir. Şekil 2 ve Şekil 3'te sunulan test sonuçları, modelin performansını şu şekilde özetlemektedir:

Doğruluk ve F1 Skoru: “Ödenecek Tutar” ve “Tarih” gibi alanlarda %90’ın üzerinde doğruluk sağlanmış, bu da modelin sayısal ve tarihsel verileri tanımlamada güçlü olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, “Mal Hizmet” alanında doğruluk oranı %70 seviyelerde kalmıştır. Bu durum, modelin detaylı ürün açıklamalarını anlamada zorluk çektiğini ve bu alanda iyileştirme yapılması gerektiğini göstermektedir.

Manuel Süreçlerde Azalma ve Süreç İyileştirmeleri: Geliştirilen model, incelenen örnek KOBİ’de manuel süreçlerin dijitalleştirilmesine yönelik önemli kazanımlar sağlamıştır. Özellikle fatura işleme sürecinde, dokümanların manuel olarak işlenmesinden kaynaklanan zaman kayıplarını azaltmıştır. Örneğin, manuel fatura işleme süresi, incelenen örnek KOBİ’de aylık toplamda 203 dakikadan 1 dakikanın altına indirilmiştir. Bu, iş süreçlerinde verimlilik artışı sağlayarak çalışanların diğer operasyonel görevlere odaklanmasına olanak tanımıştır.

Ayrıca, muhasebeye iletilmeyen veya unutulmuş evrakların sistematik bir şekilde işlenmesi sağlanmış, bu durum doküman takibinde aksaklıkların önüne geçilmesine yardımcı olmuştur. Örneğin, öncesinde muhasebeye iletilmeyen faturalardan kaynaklanan hatalar tespit edilmiş ve modelin uygulanmasıyla birlikte bu hataların tamamen önüne geçilmiştir. Bunun yanı sıra, manuel girişlerden kaynaklanabilecek veri hataları, modelin otomatik işlem yetenekleri sayesinde ortadan kaldırılmıştır.

Ancak, modelin etkisi yalnızca fatura süreçleri ile sınırlı değildir. Örneğin, farklı doküman türleri (teklif, sözleşme, sevkiyat dokümanları gibi) üzerinde uygulanması durumunda modelin sağlayacağı katkılar, doküman türüne ve ilgili süreçlerin karmaşıklığına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bu da modelin, işletmenin doküman tipine ve iş süreçlerine göre özelleştirilebilecek bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, model, yalnızca incelenen örnek KOBİ’de değil, farklı sektörde faaliyet gösteren ve farklı doküman türlerini işleyen KOBİ’lerde de uygulandığında benzer veya farklı sonuçlar verebilecek bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle, modelin daha farklı doküman tiplerinde eğitilmesi, geniş bir kullanıcı kitlesinde test edilmesi, potansiyel iyileştirme alanlarının tespit edilmesine ve genel uygulanabilirliğinin değerlendirilmesine olanak sağlayacaktır.

Kurumsal Hafıza ve Veri Organizasyonu: Geliştirilen uygulama modeli, KOBİ’lerde sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformları üzerinden yapılan veri paylaşımının kontrol altına alınmasında ve dokümanların sistematik bir şekilde organize edilmesinde önemli bir adım sunmuştur. Özellikle, anlık mesajlaşma platformları üzerinden paylaşılan dokümanların düzenli bir şekilde arşivlenmesi sağlanarak, geçmiş dokümanlara hızlı erişim ve kurumsal hafıza oluşturma süreçleri desteklenmiştir. Önceki süreçte, anlık mesajlaşma platformlarından gelen dokümanların manuel olarak takip edilmesi zaman kaybına yol açmakta ve önemli dokümanların gözden kaçması gibi sorunlara neden olmaktaydı. Bu durum, iş süreçlerinin verimliliğini düşürmekte ve bilgi kaybı riskini artırmaktaydı (Sixto-García et al., 2021).

Fatura süreçlerine bakıldığında, incelenen örnek KOBİ’nin bir e-fatura mükellefi olması nedeniyle dokümanlar muhasebe programlarıyla bir şekilde kayıt altına alınmaktaydı. Ancak manuel giriş süreçleri ve hatalar nedeniyle zaman kaybı yaşanmakta ve süreçlerin izlenebilirliği sınırlı kalmaktaydı. Modelin uygulanmasıyla birlikte bu hataların büyük ölçüde önüne geçilmiş, süreçler daha verimli ve hatasız hale getirilmiştir.

Teklif süreçleri ise fatura süreçlerinden farklı olarak, çoğu KOBİ tarafından sistematik bir şekilde ele alınmamaktadır. Tekliflerin manuel olarak hazırlanması, takip edilmesi ve saklanması, hem verimlilik kaybına hem de izlenebilirlik sorunlarına yol açmaktadır (Safieddine & Nakhoul, 2021). Geliştirilen modelin teklif süreçlerine entegrasyonu şu faydaları sağlamaktadır:

Raporlama ve Performans Takibi: Teklif süreçleri dijitalleştirildiğinde, sistem üzerinden satış personelinin performansı değerlendirilebilir ve detaylı raporlar oluşturulabilir. Bu raporlar, yöneticilere operasyonel süreçleri daha etkin yönetme ve geliştirme olanağı tanır.

Daha Hızlı ve Etkin Süreçler: Tekliflerin sistem üzerinden hazırlanması ve arşivlenmesi, zaman kayıplarını önler ve süreçlerin daha etkin bir şekilde yönetilmesini sağlar.

Veri Organizasyonu: Teklif verilerinin dijital ortamda organize edilmesi, geçmiş tekliflerin kolayca erişilebilir hale gelmesine ve kurumsal hafızanın oluşturulmasına katkıda bulunur.

Stratejik Karar Alma: Dijitalleştirilmiş teklif süreçleri, fiyat trendleri, müşteri bazlı talepler, en çok teklif verilen ürünler gibi bilgilerin raporlanmasını mümkün kılar. Bu raporlar, stratejik karar alma süreçlerini destekler; örneğin, hangi ürünlerde daha agresif bir fiyat politikası izlenmesi gerektiği veya hangi müşterilere özel kampanyalar sunulması gerektiği gibi konulara ışık tutabilir (Permana et al., 2023).

Sonuç olarak, geliştirilen uygulama modeli, sadece fatura süreçleri için değil, teklif gibi diğer kritik iş süreçleri için de uygulanabilir bir altyapı sunmaktadır. Teklif süreçlerinin dijitalleştirilmesi, KOBİ'lerin operasyonel verimliliğini artırmanın yanı sıra, stratejik karar alma süreçlerini de destekleyebilecek önemli bir fırsat yaratmaktadır.

5.2 VDU MODELİ BAZINDA POTANSİYEL GELİŞTİRME ALANLARI VE ÖNERİLER

Görsel Doküman Anlamlandırma (VDU) teknolojileri, özellikle OCR bağımsız modellerin gelişimiyle doküman işleme süreçlerinde önemli ilerlemeler sağlamaktadır. Donut gibi yenilikçi modeller, doğrudan görsel verilerden metin ve anlam çıkarımı yaparak manuel

süreçleri azaltma potansiyeli sunmaktadır. Ancak, test sonuçları ve literatür ışığında, bu modellerin performansını daha da geliştirmek için bazı öneriler dikkate alınmalıdır:

Aşırı Öğrenme (Overfitting) Sorunlarının Azaltılması: Modelin eğitim verilerindeki sınırlı çeşitlilik nedeniyle aşırı öğrenme (overfitting) problemi yaşanabilmektedir. Bu durum, modelin yeni veri setleri üzerindeki performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Daha çeşitli veri setleriyle düzenli eğitim süreçlerinin uygulanması ve erken durdurma gibi düzenleme teknikleri ile bu sorunun önüne geçilmesi önerilmektedir (Rabin et al., 2024).

Çok Modlu ve Adaptif Eğitim: VDU modellerinin yalnızca metin ve görselleri değil, tablolar ve grafikler gibi dokümanların diğer öğelerini de işleyebilecek şekilde genişletilmesi, performansı artırabilir. Ayrıca adaptif öğrenme yöntemleri, modelin değişen doküman formatlarına ve sektörlere uyum sağlamasına olanak tanıyacaktır. Bu, modelin daha geniş bir uygulama yelpazesine sahip olmasını sağlayabilir.

Kaynak Kullanımı Optimizasyonu: Donut modeli, CPU ve bellek kullanımında yoğun kaynak tüketimi gerektirdiğini göstermiştir. Örneğin, CPU kullanımı test sırasında %3.4 seviyesinden %80.9'a yükselmiştir. Bu durum, büyük veri setleri üzerinde çalışırken kaynak yönetimi açısından sınırlamalara işaret etmektedir. Donut-Hole gibi modeller, kaynak kullanımını optimize etmek için bölgesel odaklanma gibi yenilikçi mekanizmalar sunmaktadır (Shaikh et al., 2023). Donut modelin özellikle Mal_Hizmet alanındaki performansının bu modelle karşılaştırılarak değerlendirilebileceği öne sürülmektedir.

Alternatif Modellerin Değerlendirilmesi: Alternatif olarak önerilen Serum modeli, dokümanların belirli bölgelerindeki önemli bilgilerin çıkarımını artırmaya odaklanmıştır. Görsel kodlamayı kullanıcı sorgusuna duyarlı hale getirerek, yalnızca kritik bilgilere odaklanmayı öğrenen bir yapı sunmaktadır. Bu yaklaşım, dokümandaki en ilgili metinlerin çıkarımında doğruluk oranını artırmakta ve karmaşık sorguların bulunduğu durumlarda üst düzey performans sağladığı belirtilmektedir (Abramovich et al., 2024). Donut modelin zorlandığı Mal_Hizmet alanında ki performansı değerlendirilebilir.

Serum'un yanı sıra, DocFormerV2 gibi modeller de değerlendirmeye alınabilir. Appalaraju et al., (2024) tarafından DocFormerV2, metin, görsel ve mekânsal özellikleri hizalayarak çok modlu girişlerin daha etkin işlenmesine olanak tanıdığı belirtilmektedir. Ancak, OCR

bağımlılığı tamamen ortadan kaldırmasa da, iyi performans gösteren bir model olarak ileriki çalışmalar için bir alternatif sunabilir.

5.3 UYGULAMA MODELİ BAZINDA POTANSİYEL GELİŞTİRME ALANLARI VE ÖNERİLER

Tez kapsamında geliştirilen uygulama modeli, dokümanların sınıflandırılması, bilgi çıkarımı ve dijital arşivleme süreçlerinde etkili sonuçlar elde etmiş, KOBİ'lerin dijitalleşme sürecine önemli bir katkı sağlamıştır. Bununla birlikte, mevcut prototipin sınırlılıkları ve gelecekteki gelişim alanları aşağıda detaylandırılmıştır:

Sektörel Kapsam ve Genel Geçerlilik: Sistem, bir pilot KOBİ üzerinde test edilmiş olup, farklı sektör ve işletme tiplerindeki uygulanabilirliği henüz değerlendirilememiştir.

Entegrasyon Eksiklikleri: Sosyal medya ve anlık mesajlaşma platformlarından otomatik veri aktarımı sağlanamamış, kullanıcıların manuel veri yükleme yapması gerekmiştir.

Hata Yönetimi: Kullanıcıların yanlış işlenen dokümanlar için hata bildirme veya düzeltme yapabileceği bir mekanizma bulunmamaktadır.

Gelecekteki Geliştirme Olanakları

Farklı Doküman Türlerinin Entegrasyonu: Sistem, teklif, sözleşme, bordro ve kartvizit gibi farklı doküman türlerini anlamlandırabilecek şekilde genişletilebilir.

API ve Gerçek Zamanlı Entegrasyon: WhatsApp, Telegram gibi platformlardan otomatik veri aktarımı için API desteği sağlanabilir. Bu, manuel veri girişini ortadan kaldırarak süreçleri daha hızlı ve etkin hale getirecektir.

Dosya Formatlarının Çeşitlendirilmesi: PDF, PNG gibi farklı formatların işlenmesi, özellikle çok sayfalı dokümanların analizi için modelin çok yönlülüğünü artıracaktır.

Prototipin Ürünleştirilmesi ve Ölçeklenebilirlik: Teknoloji Hazırlık Seviyesi'nin (THS) 3-4'ten 7-8 seviyelerine çıkarılarak SaaS (Hizmet Olarak Yazılım) modeliyle bulut tabanlı bir çözüm haline getirilmesi hedeflenebilir. Bu sayede bireysel satıcılar ve mikro işletmelere erişim sağlanabilir.

Geri Bildirim ve Hata Düzeltme Mekanizmaları: Kullanıcıların hatalı işlenen dokümanlar için hata bildirme ve düzeltme işlemleri yapabileceği bir sistem geliştirilmelidir.

Tez kapsamında geliştirilen model, dokümanların anlamlandırılması, dijital arşivleme ve doküman yönetimi süreçlerinde başarılı bir prototip olarak öne çıkmıştır. Model, mevcut dijitalleşme eksikliklerine yönelik önemli bir çözüm sunmakla birlikte, farklı sektörlerde ve doküman türlerinde uygulanabilirliği genişletilerek daha kapsamlı bir sistem haline getirilebilir. Uygulama modeli, incelenen pilot KOBİ’de manuel süreçleri azaltma, hata oranlarını düşürme ve doküman yönetim süreçlerini optimize etme gibi önemli kazanımlar sağlamış; aynı zamanda stratejik raporlama gibi ileri düzey işlevselliklerin temelini oluşturmuştur.

Bununla birlikte, modelin daha ileri aşamalarda geliştirilmesi, farklı kullanıcı kitlelerine hitap edebilecek şekilde ürünleştirilmesi ve dijital dönüşüm süreçlerine katkısının daha kapsamlı şekilde değerlendirilmesi, gelecekteki çalışmalara ışık tutacak önemli bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, modelin gelişmiş entegrasyon özellikleri, kullanıcı dostu mekanizmalar ve geniş veri formatları ile donatılması, KOBİ’lerin dijitalleşme süreçlerine olan katkısını artıracak ve iş dünyasında daha geniş bir etki yaratacaktır.

KAYNAKLAR

- Abramovich, O., Nayman, N., Fogel, S., Lavi, I., Litman, R., Tsiper, S., Tichauer, R., Appalaraju, S., Mazor, S., & Manmatha, R. (2024). *VisFocus: Prompt-Guided Vision Encoders for OCR-Free Dense Document Understanding* (arXiv:2407.12594). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2407.12594>
- Alhamami, A. A., Hashim, N. A., Abdul Hamid, R., & Ab. Hamid, S. N. (2024). The effect of external social media utilization on business performance of SMEs in Saudi Arabia: The mediating role of market orientation. *Cogent Business & Management*, 11(1), 2306974. <https://doi.org/10.1080/23311975.2024.2306974>
- Almeida, F. L. F., & Lourenço, J. M. R. (2024). *eCreation of value with Web 3.0 technologies*.
- Appalaraju, S., Jasani, B., Kota, B. U., Xie, Y., & Manmatha, R. (2021). *DocFormer: End-to-End Transformer for Document Understanding* (arXiv:2106.11539). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.11539>
- Appalaraju, S., Tang, P., Dong, Q., Sankaran, N., Zhou, Y., & Manmatha, R. (2024). DocFormerv2: Local Features for Document Understanding. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 38(2), Article 2. <https://doi.org/10.1609/aaai.v38i2.27828>
- Atlı, H. F. (2024). Tarım & Gıda Pazarlamasında KOBİ'lerin Yeni Teknolojiler (Yapay Zeka, Blokzincir, Makine Öğrenmesi ve Nesnelerin İnterneti) ile Dijital Dönüşümü ve Başarı Faktörleri. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 13(3), 1192–1218. <https://doi.org/10.15869/itobiad.1400182>

- Aydin, A. C., & Süygün, M. S. (2021). Küçük ve orta ölçekli işletmelerin ihracat sorunları: Mersin ilinde bir uygulama. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(4), 1411–1430. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.890510>
- Aygün, D. (2021). *Türkiye’deki KOBİ’lerin Endüstri 4.0 Faaliyetleri Açısından ERP Kullanım Düzeylerini Etkileyen Faktörlerin Analizi* [Phd Thesis, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enformatik]. <https://typeset.io/library/untitled-collection-1riu5vp3/676347-1-pdf-2uku49up>
- Bai, H., Liu, Z., Meng, X., Wentao, L., Liu, S., Luo, Y., Xie, N., Zheng, R., Wang, L., Hou, L., Wei, J., Jiang, X., & Liu, Q. (2023). Wukong-Reader: Multi-modal Pre-training for Fine-grained Visual Document Understanding. *Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, 13386–13401. <https://doi.org/10.18653/v1/2023.acl-long.748>
- Bakir, N. O., & Koncuk, G. (2020). SANAYİ VE HİZMET SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN KOBİ’LERİN İÇ PAZARDAKİ PAZARLAMA SORUNLARININ İNCELENMESİ VE KEŞİFSEL BİR ARAŞTIRMA. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 51–81. <https://doi.org/10.33416/baybem.646252>
- Balaji, B. P., M.S., V., B.G., S., & J.S., M. R. (2018). An integrative review of Web 3.0 in academic libraries. *Library Hi Tech News*, 35(4), 13–17. <https://doi.org/10.1108/LHTN-12-2017-0092>
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A., & Venkatraman, N. V. (2013). *Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights* (SSRN Scholarly Paper 2742300). <https://papers.ssrn.com/abstract=2742300>
- Cao, H., Bao, C., Liu, C., Chen, H., Yin, K., Liu, H., Liu, Y., Jiang, D., & Sun, X. (2023). Attention Where It Matters: Rethinking Visual Document Understanding with Selective Region Concentration. *2023 IEEE/CVF International Conference on*

- Computer Vision (ICCV)*, 19460–19470.
<https://doi.org/10.1109/ICCV51070.2023.01788>
- Castro, E., & Hyslop, B. (2013). *HTML and CSS: Visual QuickStart Guide*.
<https://typeset.io/papers/html-and-css-visual-quickstart-guide-1hedojak8u>
- Chang, Hui-Jung. (2014). Instant Messaging Usage and Interruptions in the Workplace.
International Journal of Knowledge Content Development & Technology, 4(2), 25–47.
<https://doi.org/10.5865/IJKCT.2014.4.2.025>
- Chen, J., Lv, T., Cui, L., Zhang, C., & Wei, F. (2022). *XDoc: Unified Pre-training for Cross-Format Document Understanding* (arXiv:2210.02849). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.02849>
- Clarke, R. J., & Kautz, K. (2024). What's in a user story: IS development methods as communication. *Faculty of Business - Papers*, 651.
- Coşkun, N. (2022). In *Documentation* (pp. 250–266). Oxford University Press eBooks.
<https://doi.org/10.1093/oso/9780197515235.003.0018>
- Cui, L., Xu, Y., Lv, T., & Wei, F. (2021). *Document AI: Benchmarks, Models and Applications* (arXiv:2111.08609). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.08609>
- D, G., & Rastogi, A. (2023). Integrating Web 3.0 Technologies for Advanced Information Retrieval Systems in the Educational Sector. *2023 International Conference on Communication, Security and Artificial Intelligence (ICCSAI)*, 200–204.
<https://doi.org/10.1109/ICCSAI59793.2023.10421149>
- Datareportal. (2023, February). *Digital 2023: Turkey—DataReportal – Global Digital Insights*. <https://datareportal.com/reports/digital-2023-turkey>
- Daud, S. H., & Othman, K. (2019). AWARENESS OF SOCIAL BUSINESS BY USING SOCIAL MEDIA NETWORK IN MALAYSIA. *Management and Accounting Review (MAR)*, 18(1), 139. <https://doi.org/10.24191/mar.v18i1.832>

- Davis, B., Morse, B., Price, B., Tensmeyer, C., Wigington, C., & Morariu, V. (2022). *End-to-end Document Recognition and Understanding with Dessurt* (arXiv:2203.16618). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.16618>
- Déjean, H., Clinchant, S., & Meunier, J.-L. (2022). *LayoutXLM vs. GNN: An Empirical Evaluation of Relation Extraction for Documents* (arXiv:2206.10304). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.10304>
- Ding, Y., Lee, J., & Han, S. C. (2024). *Deep Learning based Visually Rich Document Content Understanding: A Survey* (arXiv:2408.01287). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.01287>
- Diukarev, V., & Starukhin, Y. (2024). Proposed Methods for Preventing Overfitting in Machine Learning and Deep Learning. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17(10), 85–94. <https://doi.org/10.9734/ajrcos/2024/v17i10511>
- Dyer, R., & Chauhan, J. (2022). An Exploratory Study on the Predominant Programming Paradigms in Python Code. *Proceedings of the 30th ACM Joint European Software Engineering Conference and Symposium on the Foundations of Software Engineering*, 684–695. <https://doi.org/10.1145/3540250.3549158>
- Emir, M., Sevim, U., & Arlantürk, D. (2012). KOBİ'LERDE FİNANSAL YÖNETİM UYGULAMALARININ FİNANSMAN SORUNLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TRABZON İLİ ÖRNEĞİ. *Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 6.
- Erdem, E., & Duru, M. N. (2010). Küçük ve orta ölçekli işletmelerin (Kobi) sorunları. *ABMYO Dergisi*, 20, 79–89.
- Feng, H., Wang, Z., Tang, J., Lu, J., Zhou, W., Li, H., & Huang, C. (2023). *UniDoc: A Universal Large Multimodal Model for Simultaneous Text Detection, Recognition, Spotting and Understanding* (arXiv:2308.11592). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.11592>

- Fitriani, N., & Setiawan, D. (2023). Why is technology adoption not optimised? E-commerce business investigation in Java Island. *Journal of Socioeconomics and Development*, 6(1), 98–111. <https://doi.org/10.31328/jsed.v6i1.4518>
- Gan, W., Ye, Z., Wan, S., & Yu, P. S. (2023). *Web 3.0: The Future of Internet* (arXiv:2304.06032). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2304.06032>
- Gatomatis, P., Nikolaos Bogonikolos, Dr., & Chatzichristos, I. (2022). Towards The Era Of Web 3.0 And The Marketing 3.0. *International Journal of Business & Management Studies*, 03(12), 76–83. <https://doi.org/10.56734/ijbms.v3n12a6>
- Ghazwani, S. S., & Alzahrani, S. (2023). The Use of Social Media Platforms for Competitive Information and Knowledge Sharing and Its Effect on SMEs' Profitability and Growth through Innovation. *Sustainability*, 16(1), 106. <https://doi.org/10.3390/su16010106>
- Gining, R. A. J., Mohd Fauzi, S. S., Jamaluddin, N. F., Mohd Azmi, N. A., Hashim, M. A., Mohd Fuzi, M. F., & Ibrahim, A. F. (2018). Adaptation of .NET MVC Framework in Developing an Agriculture Sources Inventory System. *Journal of Computing Research and Innovation*, 3(3), 6–13. <https://doi.org/10.24191/jcrinn.v3i3.88>
- Go, E., & You, K. H. (2016). But not all social media are the same: Analyzing organizations' social media usage patterns. *Telematics and Informatics*, 33(1), 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2015.06.016>
- Greenwood, M., Elwyn, G., Francis, N., Preece, A., & Spasic, I. (2013). Automatic Extraction of Personal Experiences from Patients' Blogs: A Case Study in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *2013 International Conference on Cloud and Green Computing*, 377–382. <https://doi.org/10.1109/CGC.2013.66>
- Günaydin, M. M., & Gözen, A. (2020). KOBİLERİN YÖNETİMSEL SORUNLARINA YÖNELİK KOCAELİ VE İSTANBUL İLLERİNDE AMPİRİK BİR ÇALIŞMA. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 37.

- Gupta, S., Dheeraj, P., & Jyotsna, R. (2023). Scientometric review of Web 3.0. *Journal of Information Science*. <https://doi.org/10.1177/01655515231182073>
- Gurianov, D. A., Myshenkov, K. S., & Terekhov, V. I. (2023). Software Development Methodologies: Analysis and Classification. *2023 5th International Youth Conference on Radio Electronics, Electrical and Power Engineering (REEPE)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/REEPE57272.2023.10086852>
- Haythornthwaite. (2024). Online Social Networking. *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*, 1–2. <https://doi.org/10.1002/9781405165518.wbeoso036.pub3>
- Heije, Y., Mengmeng, S., Yaohong, T., Shungen, X., & Zimin, X. (2024). Enhancing deep neural network training efficiency and performance through linear prediction. *Dental Science Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-65691-0>
- Hendrawan, A., Sucahyowati, H., & Cahyandi, K. (2018). E-Commerce in Small and Medium Enterprises (SMEs) in order to Improve Performance. *JURNAL TERAPAN MANAJEMEN DAN BISNIS*, 4(2), 208. <https://doi.org/10.26737/jtmb.v4i2.1025>
- Hong, T., Kim, D., Ji, M., Hwang, W., Nam, D., & Park, S. (2022). *BROS: A Pre-trained Language Model Focusing on Text and Layout for Better Key Information Extraction from Documents* (arXiv:2108.04539). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.04539>
- Horner, M., & Hyslip, T. (2017). SQL Injection: The Longest Running Sequel in Programming History. *The Journal of Digital Forensics, Security and Law*. <https://doi.org/10.15394/jdfsl.2017.1475>
- Huang, Y., Lv, T., Cui, L., Lu, Y., & Wei, F. (2022). *LayoutLMv3: Pre-training for Document AI with Unified Text and Image Masking* (arXiv:2204.08387). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.08387>

- Hurbean, L., Wong, L. H. M., Ou, C. X., Davison, R. M., & Dospinescu, O. (2023). Instant messaging, interruptions, stress and work performance. *Information Technology & People, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/ITP-09-2022-0656>
- Kalinová, E., & Kovaříková, H. (2023). Using social networks in business. *SHS Web of Conferences, 160*, 01013. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202316001013>
- Khalik, D., Nurdin, G. H., Rendra Graha, S. D., Murad, D. F., & Andrean, H. (2021). The Effectiveness of The Use of Social Media on The Growth and Development of The Company. *2021 Fourth International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICVEE54186.2021.9649795>
- Kim, G., Hong, T., Yim, M., Nam, J., Park, J., Yim, J., Hwang, W., Yun, S., Han, D., & Park, S. (2022). *OCR-free Document Understanding Transformer* (arXiv:2111.15664). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2111.15664>
- Krishna, V. V., & Gopinath, G. (2024). Software Development Life Cycle for Web Application by Using Traditional Methodology vs Agile Methodology. *2024 Ninth International Conference on Science Technology Engineering and Mathematics (ICONSTEM)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICONSTEM60960.2024.10568596>
- Kumar, A. A., Apsel, M., Zhang, L., Xing, N., & Jones, M. N. (2024). forager: A Python package and web interface for modeling mental search. *Behavior Research Methods, 56*(6), 6332–6348. <https://doi.org/10.3758/s13428-023-02296-x>
- Kutlu, H., & Demirci, N. S. (2007). *KOBİ'LERİN FİNANSAL SORUNLARI ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ*.
- Lample, G., & Conneau, A. (2019). *Cross-lingual Language Model Pretraining* (arXiv:1901.07291). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.07291>

- Lang, S., & Baehr, C. (2023). Hypertext, Hyperlinks, and the World Wide Web. In *Digital Writing Technologies in Higher Education* (pp. 51–61). Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-36033-6_4
- Langit, L., Goff, K. S., Mauri, D., Malik, S., & Welch, J. (2008). *Smart Business Intelligence Solutions with Microsoft SQL Server 2008*.
- Li, C., Bi, B., Yan, M., Wang, W., Huang, S., Huang, F., & Si, L. (2021). StructuralLM: Structural Pre-training for Form Understanding. *Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (Volume 1: Long Papers)*, 6309–6318. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.acl-long.493>
- Li, F., Larimo, J., & Leonidou, L. C. (2021). Social media marketing strategy: Definition, conceptualization, taxonomy, validation, and future agenda. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49(1), 51–70. <https://doi.org/10.1007/s11747-020-00733-3>
- Li, P., Gu, J., Kuen, J., Morariu, V. I., Zhao, H., Jain, R., Manjunatha, V., & Liu, H. (2021). *SelfDoc: Self-Supervised Document Representation Learning* (arXiv:2106.03331; Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.03331>
- Li, Y., Qian, Y., Yu, Y., Qin, X., Zhang, C., Liu, Y., Yao, K., Han, J., Liu, J., & Ding, E. (2021). *StrucTexT: Structured Text Understanding with Multi-Modal Transformers* (arXiv:2108.02923). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.02923>
- Li, Z., Liu, L., Dong, C., & Shang, J. (2020). *Overfitting or Underfitting? Understand Robustness Drop in Adversarial Training* (arXiv:2010.08034). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2010.08034>
- Liu, Y., Gu, J., Goyal, N., Li, X., Edunov, S., Ghazvininejad, M., Lewis, M., & Zettlemoyer, L. (2020a). *Multilingual Denoising Pre-training for Neural Machine Translation* (arXiv:2001.08210). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2001.08210>

- Liu, Y., Gu, J., Goyal, N., Li, X., Edunov, S., Ghazvininejad, M., Lewis, M., & Zettlemoyer, L. (2020b). Multilingual Denoising Pre-training for Neural Machine Translation. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 8, 726–742.
https://doi.org/10.1162/tacl_a_00343
- Liu, Z., Lin, Y., Cao, Y., Hu, H., Wei, Y., Zhang, Z., Lin, S., & Guo, B. (2021). *Swin Transformer: Hierarchical Vision Transformer using Shifted Windows* (arXiv:2103.14030). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.14030>
- Liu, Z., Xu, Z., Jin, J., Shen, Z., & Darrell, T. (2023). *Dropout Reduces Underfitting* (arXiv:2303.01500). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.01500>
- Luo, C., Cheng, C., Zheng, Q., & Yao, C. (2023). *GeoLayoutLM: Geometric Pre-training for Visual Information Extraction* (arXiv:2304.10759). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.10759>
- Macías-Jiménez, M. A., Acosta-Fontalvo, L. C., & Jiménez-Barros, M. A. (2019). Document management practices in SMEs: An information management capability-based approach. *Records Management Journal*, 30(1), 63–79. <https://doi.org/10.1108/RMJ-10-2018-0042>
- Mao, Z., Bai, H., Hou, L., Wei, J., Jiang, X., Liu, Q., & Wong, K.-F. (2024). *Visually Guided Generative Text-Layout Pre-training for Document Intelligence* (arXiv:2403.16516). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.16516>
- Minić, N., & Njeguš, A. (2014). The impact of Web 3.0 technologies on Tourism Information Systems. *Proceedings of the 1st International Scientific Conference - Sinteza 2014*, 781–787. <https://doi.org/10.15308/sinteza-2014-781-787>
- Moathen, D., & Almaktoom, A. (2023). Startup Home-Based Social Media Businesses. *International Journal of Professional Business Review*, 8(4), e01469.
<https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i4.1469>

- Murugesan, S. (2010). Web X.0: A Road Map. In S. Murugesan (Ed.), *Handbook of Research on Web 2.0, 3.0, and X.0* (pp. 1–11). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-60566-384-5.ch001>
- Naik, P. G., & Oza, K. S. (2023). Role of Resource Description Framework in Knowledge Discovery in World Wide Web. In G. Ranganathan, X. Fernando, & S. Piramuthu (Eds.), *Soft Computing for Security Applications* (pp. 73–82). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-3590-9_6
- Naser, M. Z., & Alavi, A. H. (2023). Error Metrics and Performance Fitness Indicators for Artificial Intelligence and Machine Learning in Engineering and Sciences. *Architecture, Structures and Construction*, 3(4), 499–517. <https://doi.org/10.1007/s44150-021-00015-8>
- Nisafani, A. S., Wibisono, A., Imandani, S. K., & Wibowo, R. P. (2017). Developing Salesperson Performance Indicators on Instant Messaging Platform. *Procedia Computer Science*, 124, 239–246. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.12.152>
- Nurhaeni, T., Septiani, N., Wandu, M., Ikhsan, R. Z., Maulana, S., & Mertayasa, I. K. (2024). Optimizing E-Commerce Performance through Agile Scrum Methodology and Yii Framework Integration Using a Data-Driven Approach. *2024 3rd International Conference on Creative Communication and Innovative Technology (ICCIT)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/ICCIT62134.2024.10701261>
- Nurqamarani, A. S., Fadilla, S., & Priyanto, A. (2024). Empowering Micro-Businesses: Unveiling the Catalysts behind Social Media Integration in Indonesia. *TIJAB (The International Journal of Applied Business)*, 8(2), 198–211. <https://doi.org/10.20473/tijab.v8.I2.2024.56314>
- OECD. (2023). *OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2023*. OECD. <https://doi.org/10.1787/342b8564-en>

OOSGA. (2023). *Social Media in Turkey—2023 Stats & Platform Trends—OOSGA*.

<https://oosga.com/social-media/tur/>

Özdemir, F. S. (2013). KOBİ SINIFLANDIRMALARI VE KOBİLER İÇİN FİNANSAL RAPORLAMA STANDARDINI UYGULAMA GEREKSİNİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(1).

Papapicco, C. (2019). Whats...App at Work? Instant Messaging Improves Professional Well-Being. *International Journal of Communication and Media Science*, 6(1), 17–23.

<https://doi.org/10.14445/2349641X/IJCMS-V6I1P103>

Permana, F. B., Saputra, O. D., Wicaksono, G., & Prasetyaningtyas, S. W. (2023).

Information Management in Business: Effect of Social Media Use on Job Performance. *2023 3rd International Conference on Intelligent Cybernetics Technology & Applications (ICICyTA)*, 483–489.

<https://doi.org/10.1109/ICICyTA60173.2023.10429031>

Poornima, Dr., V., & Priya, Mrs., R. (2022). A Comprehensive Study of Various Software Process Models in Software Development. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 147–156.

<https://doi.org/10.48175/ijarsct-5939>

Powalski, R., Borchmann, Ł., Jurkiewicz, D., Dwojak, T., Pietruszka, M., & Pałka, G. (2021).

Going Full-TILT Boogie on Document Understanding with Text-Image-Layout

Transformer (arXiv:2102.09550). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.09550>

Psaila, G., & Toccu, M. (2019). A Fuzzy Technique for On-Line Aggregation of POIs from Social Media: Definition and Comparison with Off-Line Random-Forest Classifiers. *Information*, 10(12), 388. <https://doi.org/10.3390/info10120388>

- Quaresma, S. (2024). *Visual Document Understanding* [Bachelor's Thesis, University of West Bohemia, Faculty of Applied Sciences, Department of Computer Science and Engineering]. <http://hdl.handle.net/11025/57107>
- Rabin, Z., Davis, J., Lewis, B., & Scherreik, M. (2024). *Overfitting In Contrastive Learning?* (arXiv:2407.15863). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2407.15863>
- Rana, M. E., Wei, G., & Hoornaert, P. (2015). An Enterprise Instant Messaging (EIM) solution to cater issues associated with instant messaging (IM) in business. *2015 IEEE Student Conference on Research and Development (SCORED)*, 187–192. <https://doi.org/10.1109/SCORED.2015.7449321>
- Rindell, K., Hyrynsalmi, S., & Leppänen, V. (2015). *Securing Scrum for VAHTI*.
- Rola, P., & Kuchta, D. (2019). Application of Fuzzy Sets to the Expert Estimation of Scrum-Based Projects. *Symmetry*, 11(8), 1032. <https://doi.org/10.3390/sym11081032>
- Safieddine, F., & Nakhoul, I. (2021). Mobile Instant Messaging (M.I.M.) in Improving S.M.E. in Manufacturing: Case Study. *Wireless Personal Communications*, 119(2), 1799–1815. <https://doi.org/10.1007/s11277-021-08307-4>
- Salman, A. H., & Al-Jawher, W. (2023, December 18). *Enhanced Document Classification Using Ensemble Techniques*. <https://c85689232ea394a8dc08a512c1f46793a2397178.vetisonline.com/xpl/conhome/10468572/proceeding>, Istanbul, Turkiye. <https://doi.org/10.1109/DeSE60595.2023.10468884>
- Sari, S. (2023). The Relationship Between SME's Loans And Growth In Turkey (2007-2021). *İzmir İktisat Dergisi*, 38(2), 358–374. <https://doi.org/10.24988/ije.1136833>
- Sasmoko, Indrianti, Y., & Manalu, S. R. (2022). Implementation of Agile Scrum Methodology in P4AI Application Development. *2022 8th International HCI and UX*

Conference in Indonesia (CHIuXiD), 25–29.

<https://doi.org/10.1109/CHIuXiD57244.2022.10009692>

Sati, Z. E. (2024). Comparison of the criteria affecting the digital innovation performance of the European Union (EU) member and candidate countries with the entropy weight-TOPSIS method and investigation of its importance for SMEs. *Technological Forecasting and Social Change*, 200, 123094.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123094>

Shaikh, A., Cochez, M., Diachkov, D., de Rijcke, M., & Yousefi, S. (2023, November 9).

DONUT-hole: DONUT Sparsification by Harnessing Knowledge and Optimizing Learning Efficiency. arXiv.Org. <https://arxiv.org/abs/2311.05778v1>

Shen, M., Tan, Z., Niyato, D., Liu, Y., Kang, J., Xiong, Z., Zhu, L., Wang, W., Xuemin, & Shen. (2023). *Artificial Intelligence for Web 3.0: A Comprehensive Survey*

(arXiv:2309.09972). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2309.09972>

Shufaiyan Al Musallami, N. H., & Al Balushi, I. S. (2024). Exploration on SME Financing and its Impact on Operational Performance in Oman: Issues and Challenges.

International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 14(1), Pages 529-540. <https://doi.org/10.6007/IJARBSS/v14-i1/20470>

Sirkintioğlu Yildirim, Ş., & Durukan, L. (2023). İmalatçı KOBİ'lerin Dijital Dönüşümü:

KOSGEB Desteği Özelinde Nicel Bir Araştırma. *Cankiri Karatekin Üniversitesi*

İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. <https://doi.org/10.18074/ckuiibfd.1280479>

Sitarz, M. (2023). Extending F1 Metric, Probabilistic Approach. *Advances in Artificial Intelligence and Machine Learning*, 03(02), 1025–1038.

<https://doi.org/10.54364/AAIML.2023.1161>

Sixto-García, J., López-García, X., & Gómez De La Fuente, Ma. D. C. (2021). La mensajería instantánea como fuente informativa en la comunicación organizacional: WhatsApp

Business en México y España. *Comunicación y Sociedad*, 1–26.

<https://doi.org/10.32870/cys.v2021.7679>

Smart, P. R., & Shadbolt, N. (2018, May 8). *The World Wide Web*. SciSpace - Paper;

Routledge Handbooks Online. <https://doi.org/10.4324/9781315679099-2>

Song, K., Tan, X., Qin, T., Lu, J., & Liu, T.-Y. (2019). *MASS: Masked Sequence to Sequence Pre-training for Language Generation*.

Statista. (2024a). *Biggest social media platforms by users 2024*. Statista.

<https://www.statista.com/statistics/272014/global-social-networks-ranked-by-number-of-users/>

Statista. (2024b). *Most popular messaging apps 2024* [Survey]. We are Social; DataReportal; Meltwater.

https://datareportal.com/?utm_source=Statista&utm_medium=Data_Citation_Hyperlink&utm_campaign=Data_Partners&utm_content=Statista_Data_Citation

Subramani, N., Matton, A., Greaves, M., & Lam, A. (2021). *A Survey of Deep Learning Approaches for OCR and Document Understanding* (arXiv:2011.13534). arXiv.

<http://arxiv.org/abs/2011.13534>

Suryavanshi, A., G, A., N, M. B. T., M, R., & N, A. H. (2023). The integration of Blockchain and AI for Web 3.0: A security Perspective. *2023 4th International Conference on Innovative Trends in Information Technology (ICITIIT)*, 1–8.

<https://doi.org/10.1109/ICITIIT57246.2023.10068672>

Takahashi, K., Yamamoto, K., Kuchiba, A., Shintani, A., & Koyama, T. (2023). Hypothesis testing procedure for binary and multi-class F1-scores in the paired design. *Statistics in Medicine*, 42, 4177–4192. <https://doi.org/10.1002/sim.9853>

- Tang, Z., Yang, Z., Wang, G., Fang, Y., Liu, Y., Zhu, C., Zeng, M., Zhang, C., & Bansal, M. (2023). *Unifying Vision, Text, and Layout for Universal Document Processing* (arXiv:2212.02623). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.02623>
- Taşkin, K. (2022). Kobilerde Dijital Dönüşüm Üzerine Bilim Haritalama Analizi. *Bucak İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2), 219–232. <https://doi.org/10.38057/bifd.1183061>
- Tayal, S., & Rajagopal, K. (2023). Marketing Gamification in Metaverse Web 3.0 with Artificial Intelligence (AI). *2023 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, 646–652. <https://doi.org/10.1109/ICICCS56967.2023.10142812>
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2023). <https://www.sanayi.gov.tr/anasayfa>
- Tetteh, S. G. (2024). Empirical Study of Agile Software Development Methodologies: A Comparative Analysis. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17(5), 30–42. <https://doi.org/10.9734/ajrcos/2024/v17i5436>
- Troelsen, A., & Japiske, P. (2017). *Pro C# 7*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3018-3>
- Tu, Y., Guo, Y., Chen, H., & Tang, J. (2023). LayoutMask: Enhance Text-Layout Interaction in Multi-modal Pre-training for Document Understanding. In A. Rogers, J. Boyd-Graber, & N. Okazaki (Eds.), *Proceedings of the 61st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)* (pp. 15200–15212). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/2023.acl-long.847>
- TÜİK. (2023, December 22). *TÜİK Kurumsal*. Küçük ve Orta Büyüklükteki Girişim İstatistikleri, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Kucuk-ve-Orta-Buyuklukteki-Girisim-Istatistikleri-2022-49438>

- Uluyol, O. (2013). *Küçük ve Orta Ölçekli İşletmelerde (KOBİ) Finansal Yönetim Uygulamaları*.
- Ürü, F. O., & Ünsal, A. A. (2022). KOBİ lerde Örgütsel Çift Yönlülük, Dijital Dönüşüm, Rekabet Avantajı, Stratejik Çeviklik ve Çevresel Olumsuzluk Arasındaki İlişkiler (The Relationship Amongst Organizational Ambidexterity, Digital Transformation, Competitive Advantage, Strategic Agility and Environmental Hostility in SME s). *Journal of Business Research - Turk*, 14. <https://doi.org/10.20491/isarder.2022.1560>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). Attention is All you Need. *31st Conference on Neural Information Processing Systems*.
- Wang, J., Jin, L., & Ding, K. (2022). LiLT: A Simple yet Effective Language-Independent Layout Transformer for Structured Document Understanding. *Proceedings of the 60th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers)*, 7747–7757. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.acl-long.534>
- Wang, Z., Gu, J., Tensmeyer, C., Barmpalios, N., Nenkova, A., Sun, T., Shang, J., & Morariu, V. (2022). MGDdoc: Pre-training with Multi-granular Hierarchy for Document Image Understanding. *Proceedings of the 2022 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 3984–3993. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.emnlp-main.265>
- WorldPopulationReview. (2024). *WhatsApp Users by Country 2024*. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/whatsapp-users-by-country>
- Xu, Y., Li, M., Cui, L., Huang, S., Wei, F., & Zhou, M. (2020). *LayoutLM: Pre-training of Text and Layout for Document Image Understanding* (arXiv:1912.13318). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.13318>

Xu, Y., Lv, T., Cui, L., Wang, G., Lu, Y., Florencio, D., Zhang, C., & Wei, F. (2021).

LayoutXLM: Multimodal Pre-training for Multilingual Visually-rich Document

Understanding (arXiv:2104.08836). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.08836>

Xu, Y., Xu, Y., Lv, T., Cui, L., Wei, F., Wang, G., Lu, Y., Florencio, D., Zhang, C., Che, W.,

Zhang, M., & Zhou, L. (2022). *LayoutLMv2: Multi-modal Pre-training for Visually-*

Rich Document Understanding (arXiv:2012.14740). arXiv.

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.14740>

Yakovyna, V., Seniv, M., & Symets, I. (2020). The Relation between Software Development

Methodologies and Factors Affecting Software Reliability. *2020 IEEE 15th*

International Conference on Computer Sciences and Information Technologies

(CSIT), 377–381. <https://doi.org/10.1109/CSIT49958.2020.9321937>

Yapar, İ., Yücel, F., Bölümü, İ., Ömer, N., Üniversitesi, H., & Türkiye. (2023). Devlet

Teşviklerinin Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeler Üzerindeki Etkisi: Türkiye’de Kaliteli

Ekonomik Büyümeye Yönelik KOSGEB Destek Programları Örneği. *International*

Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches, 247–256.

Yen, N. Y., Zhang, C., Waluyo, A. B., & Park, J. J. (2015). Social Media Services and

Technologies Towards Web 3.0. *Multimedia Tools and Applications*, 74(14), 5007–

5013. <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2461-4>

Yerdelen Kaygin, C., & İkinci, A. (2019). KOBİ’lerin Finansal Sorunlarına İşletme

Sahiplerinin Bakış Açısı: Kars İli Örneği. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları*

Dergisi, 1–1. <https://doi.org/10.26466/opus.589628>

Yu, Y., Li, Y., Zhang, C., Zhang, X., Guo, Z., Qin, X., Yao, K., Han, J., Ding, E., & Wang, J.

(2023). *StrucTexTv2: Masked Visual-Textual Prediction for Document Image Pre-*

training (arXiv:2303.00289). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.00289>

- Zhai, M., Li, Y., Qin, X., Yi, C., Xie, Q., Zhang, C., Yao, K., Wu, Y., & Jia, Y. (2023). *Fast-StrucTexT: An Efficient Hourglass Transformer with Modality-guided Dynamic Token Merge for Document Understanding* (arXiv:2305.11392). arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.11392>
- Zhang, S., & Fjermestad, J. (2008). Instant messaging: Observations from two small e-commerce businesses. *Journal of Enterprise Information Management*, 21(2), 179–197. <https://doi.org/10.1108/17410390810851417>
- Zhu, H., Wu, H., Cao, J., Fu, G., & Li, H. (2018). Information dissemination model for social media with constant updates. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 502, 469–482. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.142>
- Zhu, W., Agarwal, A., Joshi, M., Jia, R., Thomason, J., & Toutanova, K. (2024). *Efficient End-to-End Visual Document Understanding with Rationale Distillation* (arXiv:2311.09612). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2311.09612>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Vala GASHI ADIGÜZELLİ
Doğum Yeri	Kosova
Doğum Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.
Uyruğu	☐ T.C. ☐ Diğer:
E-Posta Adresi	
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Teknik Üniversitesi
Fakülte	İşletme
Bölümü	İşletme Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	20.06.2006

Yüksek Lisans	
Üniversite	Marmara Üniversitesi
Enstitü Adı	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	Gazetecilik
Programı	Enformatik

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Enformatik Anabilim Dalı
Programı	Enformatik Programı

Makale ve Bildiriler	
Ugras, T., Gülseçen, S., Çubukçu, C., Erdoğan, İ.İ., Gashi, V. Ve Bedir, M. Research Trends in Web Site Usability: A Systematic Review, 2016.	