



**PERAKENDE MAĞAZALAR İÇİN MODA TEMELLİ MÜŞTERİ ANALİZİ:
HİBRİT BİR ZEKİ SİSTEM ÖNERİSİ**

Sezai Furkan PÜR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Sezai Furkan PÜR

20/01/2021

PERAKENDE MAĞAZALAR İÇİN MODA TEMELLİ MÜŞTERİ ANALİZİ: HİBRİT BİR ZEKİ SİSTEM ÖNERİSİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Sezai Furkan PÜR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2021

ÖZET

Online ve perakende mağazalarda müşteri analizi, müşterilerin profilini belirlemek ve farklı satış stratejisi geliştirmek için günümüzde önemli bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımlar yardımıyla, mağazalar kendi hedef müşterilerine ve ürünlerine kolayca karar verebilmekte ve müşteri profil bilgisi, alışveriş geçmişi, ürün takibi ve ziyaret sıklığı gibi optimal ve uygun süreçleri çevrimiçi mağazalarda planlayıp hazırlayabilmektedir. Ancak perakende mağazalarda bu tarz benzer bilgiler bulunmadığından bu tür analizleri yapmak için birtakım zorluklar yaşanmaktadır. Bu tez, bu alanda karşılaşılan sorunlar ve zorluklar, elde edilen mevcut çalışmalar, olası çözümler gibi ifade edilen konuların analizlerini birçok açıdan kapsayan detaylı bir literatür çalışması sunmaktadır. Bu tez bağlamında, perakende mağazalardaki müşterilerin moda açısından analizini yapmak amacıyla veri mahremiyetine saygı duyularak yapay zekâ tekniklerine dayalı hibrit bir zeki sistem tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Yaş, cinsiyet, etnik kimlik, duygu, kıyafet, tarz ve renk gibi müşteri bilgilerine sahip olmak için geliştirilmiş zeki sistemdeki hibrit çözümü desteklemek ve perakende mağazalarda tespit yapmak için kenar ve bulut bilişim çözümleri de kullanılmıştır. Geliştirilen modellerin test sonuçları sistemin önerilen görevlere ulaşmada başarılı ve düzgün bir şekilde gün boyunca çalıştığını, çevrimdışı ve çevrimiçi testlerde %80 ve %66 olarak başarı oranı yakaladığını göstermiştir. Ayrıca mahremiyete saygı duyularak, müşteri yeniden kimliklendirme ve yüz tespit algoritması modellerinden çevrimiçi mağaza testlerinde sırasıyla %93 ve %100 doğruluk sağlanmıştır. Kıyafet tespiti, kıyafet rengi tespiti ve stil tespitinde de sırasıyla %75, %65 ve %57 başarı elde edilmiştir. Önerilen sistem ve elde edilen sonuçlar, bu çalışmada sunulan sistemin araştırmacılara sadece bu özel moda alanında değil aynı zamanda mağazalardaki diğer alanlarda da daha fazla imkân ve fırsat sunmada yardımcı olabileceğini göstermiştir.

Bilim Kodu : 92432

Anahtar Kelimeler : Müşteri moda analizi, Perakende mağaza müşteri analizi, Hibrit zeki sistem, Kenar bilişim, Bulut bilişim, Yapay zekâ

Sayfa Adedi : 92

Danışman : Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

FASHION-BASED CUSTOMER ANALYSIS FOR RETAIL STORES: A HYBRID INTELLIGENT SYSTEM PROPOSAL

(M. Sc. Thesis)

Sezai Furkan PÜR

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2021

ABSTRACT

Customer analysis in online and physical stores is a current significant approach used to decide customers' profiles and develop a selling strategy. With the help of these approaches, stores can decide on their target customers and products quite easily and plan and prepare optimal or suitable processes in online stores such as customer profile information, shopping history, following products, visiting frequency, etc. However, some difficulties are experienced to make such kinds of analyses at retail stores since they do not have such kind similar information. This thesis provides a detailed literature review covering analysis of stated topics in many terms; the problems and difficulties encountered in the field, current studies achieved, possible solutions, etc. Within the context of the thesis, a hybrid intelligent system based on artificial intelligence techniques was designed and developed to analyze customers respecting data privacy in terms of fashion in retail stores. Edge and cloud computing solutions were also used to support hybrid solution in the developed intelligent system having customer information as age, gender, ethnicity, emotion, clothes, styles, and colors and to detect in retail stores. Test results of the developed models have shown that the system works successfully to achieve the proposed tasks successfully and properly throughout the day, 80% and 66% success rates are achieved in offline and online tests. 93% and 100% accuracies were also obtained from the models of customer reidentification and face detection algorithms, respectively, on the online store tests respecting privacy. Clothes detection, clothes' color detection, and style detection were also successfully achieved with the scores of 75%, 65% and 57%, respectively. The proposed system and obtained results have shown that the system introduced in this study might help researchers not only in this specific fashion field but also other fields in stores to provide more facilities and opportunities.

Science Code : 92432

Key Words : Customer fashion analysis, Retail store customer analysis, Hybrid intelligent system, Edge computing, Cloud computing, Artificial intelligence

Page Number : 92

Supervisor : Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU

TEŞEKKÜR

Akademik eğitim ve öğretim hayatım süresince kıymetli görüş ve yardımlarıyla beni her zaman yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Şeref SAĞIROĞLU'na;
Tez çalışması sürecinde her türlü maddi ve manevi yardım ile çalışmalarımda ihtiyaç duyduğum ekipman ve veri konularında destek veren Browzzin Şirketine;
Son olarak ise bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli aileme, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR.....	5
2.1. Algoritma	7
2.1.1. Arka planın çıkarılması	7
2.1.2. Nitelik tanımlayıcı.....	7
2.1.3. Hareket tespiti	8
2.1.4. Sınıflandırıcı.....	8
2.1.5. Ağ.....	9
2.2. Veri Kümesi	9
2.2.1. Mağaza verisi	9
2.2.2. INRIA.....	9
2.2.3. VMBA15.....	9
2.3. Kullanılan Yapı	10
2.3.1. Makine öğrenmesi.....	10
2.3.2. Bilgisayarlı görme.....	11

	Sayfa
2.3.3. Ağ.....	11
2.3.4. İstatistiksel model	11
2.4. İzlenen Ortam.....	12
2.4.1. Mağaza içi	12
2.4.2. Mağaza dışı	12
2.4.3. Reklam ekranı	12
2.5. İzleme Aracı	13
2.5.1. RFID.....	13
2.5.2. RGB/RGB-D kamera	13
2.5.3. POS	13
2.5.4. Bluetooth.....	13
2.5.5. Ses	13
2.5.6. Müşteri sadakat kartı	14
2.6. Uygulama Alanları	14
2.6.1. Süpermarket	14
2.6.2. Mağaza zinciri.....	14
2.6.3. Reklamcılık	14
2.7. Maliyet	15
2.8. Gerçek Dünya Kullanımı	15
2.8.1. Kullanım örneği 1	15
2.8.2. Kullanım örneği 2	15
2.9. Başarı.....	16
2.10. Karşılaştırma	17
2.11. Uygulama	18

	Sayfa
2.11.1. Uygulama 1	18
2.11.2. Uygulama 2	19
2.11.3. Uygulama 3	21
2.11.4. Uygulama 4	22
2.11.5. Uygulama 5	24
2.11.6. Uygulama 6	27
2.11.7. Uygulama 7	30
2.11.8. Uygulama 8	32
2.12. Sonuç	34
2.12.1. Problem	35
2.12.2. Algoritma	35
2.12.3. Veri kümesi	36
2.12.4. Kullanılan yapı	36
2.12.5. İzlenen ortam	36
2.12.6. İzleme aracı	36
2.12.7. Uygulama alanları	37
2.12.8. Maliyet	38
2.12.9. Başarı	38
3. YÖNTEM	39
3.1. Kenar Bilişim	40
3.1.1. Hareket tespiti	43
3.1.2. Yüz tespiti	44
3.1.3. Kişi tespiti	44
3.1.4. Kişi yeniden kimliklendirme	46

	Sayfa
3.1.5. Nitelik tespiti	47
3.2. Bulut Bilişim.....	51
3.2.1. DeepFashion.....	52
3.2.2. Stil tespiti.....	53
3.2.3. Giysi tespiti	53
3.2.4. Renk tespiti.....	54
3.3. Verilerin İşlenmesi	55
3.4. Gizlilik.....	56
3.5. Sistem Yazılımı	56
3.5.1. API.....	57
3.5.2. Web ara yüzü.....	61
4. TEST	71
4.1. Kenar Bilişim.....	72
4.1.1. Seçim testi	72
4.1.2. Performans testi.....	74
4.1.3. Stres testi	78
4.2. Bulut Bilişim.....	80
4.2.1. Performans testi.....	80
5. SONUÇ	83
5.1. Değerlendirmeler	83
5.2. Karşılaşılan Zorluklar.....	85
5.3. Gelecek Çalışma Önerileri.....	86
KAYNAKLAR	87
EKLER.....	91

Sayfa

EK-1. Veri kümesi kullanım izni 92

ÖZGEÇMİŞ 93



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Kullanılan yapıların ve yöntemler	10
Çizelge 2.2. Çalışmaların özeti	17
Çizelge 2.3. Her bir gruba göre merkezi müşteri sayısı ve en sık gezindiği 3 model	26
Çizelge 2.4. PPS sonuçlarına göre oluşan gruplar	33
Çizelge 2.5. Mağazaya gelme amacına göre yapılan gruplandırma sonuçları.....	34
Çizelge 3.1. Cihaz karşılaştırmaları	40
Çizelge 3.2. Kenar bilişim meta verisi.....	42
Çizelge 3.3. Yaş veri kümesi etiket dağılımı	48
Çizelge 3.4. Cinsiyet veri kümesi etiket dağılımı	49
Çizelge 3.5. Etnik kimlik veri kümesi etiket dağılımı	50
Çizelge 3.6. Duygu veri kümesi etiket dağılımı	51
Çizelge 3.7. Kontrol paneli uç noktası girdi ve çıktı bilgileri.....	57
Çizelge 3.8. Tespit uç noktası girdi ve çıktı bilgileri	58
Çizelge 3.9. Analiz uç noktası girdi ve çıktı bilgileri	59
Çizelge 3.10. Analitik uç noktası girdi ve çıktı bilgileri.....	60
Çizelge 3.11. Kontrol paneli sayfasında gösterilen veriler	62
Çizelge 3.12. Müşteri analizi sayfasında gösterilen veriler	64
Çizelge 3.13. Müşteri analitiği sayfasında gösterilen veriler.....	65
Çizelge 3.14. Giysi analitiği sayfasında gösterilen veriler	66
Çizelge 3.15. Stil analitiği sayfasında gösterilen veriler.....	67
Çizelge 3.16. Renk analitiği sayfasında gösterilen veriler.....	68
Çizelge 4.1. Test için kullanılan kameralar ve elde edilen sonuçlar.....	72

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.2. Test için kullanılan derin öğrenme ağları ve parametre sayıları.....	73
Çizelge 4.3. Test için kullanılan yüz tespit algoritmaları ve elde edilen sonuçlar.....	74
Çizelge 4.4. Yaş için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları.....	76
Çizelge 4.5. Cinsiyet için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları.....	76
Çizelge 4.6. Etnik kimlik için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları.....	77
Çizelge 4.7. Duygu için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları	78



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Müşteri analizi çeşitleri ve kullandıkları veriler	1
Şekil 1.2. Tezin organizasyonu	3
Şekil 2.1. Müşteri davranış ve profil analizinin hiyerarşisi	5
Şekil 2.2. Wu ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntemin akış şeması	18
Şekil 2.3. Hiyerarşik sınıf etiketleri	23
Şekil 2.4. Mağaza görünümü	25
Şekil 2.5. Gruplara göre genel olarak gezinti modelleri	26
Şekil 2.6. Sturari ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmanın mimarisi.....	28
Şekil 2.7. 6 parçaya bölünmüş olan mağazada müşterilerin bölümler geçiş olasılıklarını gösteren Markov Zinciri	29
Şekil 2.8. Mağazanın gezinti sürelerine göre ısı haritası	29
Şekil 2.9. Reklam Ekranı Mimarisi.....	30
Şekil 2.10. Mağaza Girişi Mimarisi.....	31
Şekil 3.1. Sistem Mimarisi.....	39
Şekil 3.2. Kenar Bilişim Mimarisi	40
Şekil 3.3. Bulut Bilişim Mimarisi	51
Şekil 3.4. Programlanmış görevler ve betikler.....	55
Şekil 3.5. Kontrol paneli uç nokta girdi ve çıktısı	57
Şekil 3.6. Giysi tespit uç nokta girdi ve çıktısı	58
Şekil 3.7. Müşteri analiz uç nokta girdi ve çıktısı.....	60
Şekil 3.8. Cinsiyet analitiği uç nokta girdi ve çıktısı	61
Şekil 4.1. Sistem Test Şeması	71
Şekil 4.2. Yaş tespit modeli için karışıklık matrisi	75

Şekil	Sayfa
Şekil 4.3. Cinsiyet tespit modeli için karışıklık matrisi	76
Şekil 4.4. Etnik kimlik tespit modeli için karışıklık matrisi	77
Şekil 4.5. Duygu tespit modeli için karışıklık matrisi	77
Şekil 4.6. CPU Sıcaklık-Zaman grafiği	79
Şekil 4.7. GPU Sıcaklık-Zaman grafiği	79
Şekil 4.8. Hafıza-Zaman grafiği.....	80



RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. HOG tanımlayıcı girdi ve çıktısı.....	8
Resim 2.2. Mağaza içerisindeki deney sonuçları	19
Resim 2.3. Newman ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntemin test görüntü.....	20
Resim 3.1. NVIDIA Jetson Nano Geliştirici Kiti ve Sony IMX477 sensöre sahip kamera.....	41
Resim 3.2. Örnek mağaza girişi görüntüleri	41
Resim 3.3. Kişi ve yüz bilgileri bulunduktan sonra bulut ortamına gönderilen maskelenmiş ve ilgili alanı (ROI) kırpılmış görüntü örneği	42
Resim 3.4. Hareket tespit edilmiş pikseller	43
Resim 3.5. Sosyal medya üzerinde bulunan bir görüntüde yüz tespiti örneği.....	44
Resim 3.6. COCO veri kümesi kişi tespiti.....	46
Resim 3.7. Kişi yeniden kimliklendirme örneği.....	46
Resim 3.8. UTKFace ve FairFace veri kümesi örnek görüntüleri.....	47
Resim 3.9. FER-2013 veri kümesi örnek görüntüleri	50
Resim 3.10. Örnek stil sonuçları	53
Resim 3.11. Giysi tespiti örnekleri	54
Resim 3.12. Kontrol Paneli sayfası görünümü	63
Resim 3.13. Müşteri Analizi sayfası görüntüsü - 1	64
Resim 3.14. Müşteri Analizi sayfası görüntüsü - 2	65
Resim 3.15. Müşteri Analitiği sayfası görüntüsü	66
Resim 3.16. Giysi Analitiği sayfası görüntüsü	67
Resim 3.17. Stil Analitiği sayfası görüntüsü	68
Resim 3.18. Renk Analitiği sayfası görüntüsü	69
Resim 4.1. Test için kullanılan kameralar (Soldan sağa doğru USB Kamera, Raspberry Pi v2 Kamera ve Sony IMX477)	73

Resim**Sayfa**

Resim 4.2. Mağaza testi sonucu örnek görüntüler	75
---	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

GB

Gigabyte (Gigabayt)

hz

Hertz

sn

Saniye

Kısaltmalar

Açıklamalar

2D

2 Dimensional (2 Boyutlu)

3D

3 Dimensional (3 Boyutlu)

ACWS

Apparel Classification with Style
(Stil ile Kıyafet Sınıflandırması)

API

Application Programming Interface
(Uygulama Programlama Ara yüzü)

CCTV

Closed-circuit television (Kapalı Devre Televizyon)

COCO

Common Object in Context
(Bağlam İçinde Ortak Nesneler)

CPU

Central Processing Unit (Merkezi İşlem Birimi)

CRN

Customer Relationship Network (Müşteri İlişki Ağı)

CSI

Camera Serial Interface (Seri Kamera Ara yüzü)

DAGSVM

Directed Acyclic Graph Support Vector Machine
(Çevrimsiz Direk Graf Destek Vektör Makinesi)

DARN

Dual Attribute-aware. Ranking Network
(Çift Niteliğe Duyarlı Sıralama Ağı)

DCSA

Digital Container Shipping Association
(Dijital Konteyner Nakliye Birliği)

DDAN

Deep Domain Adaptation Network
(Derin Etki Alanı Uyarlama Ağı)

FPS

Frame Per Second (Saniye Başına Görüntü Karesi)

GAN

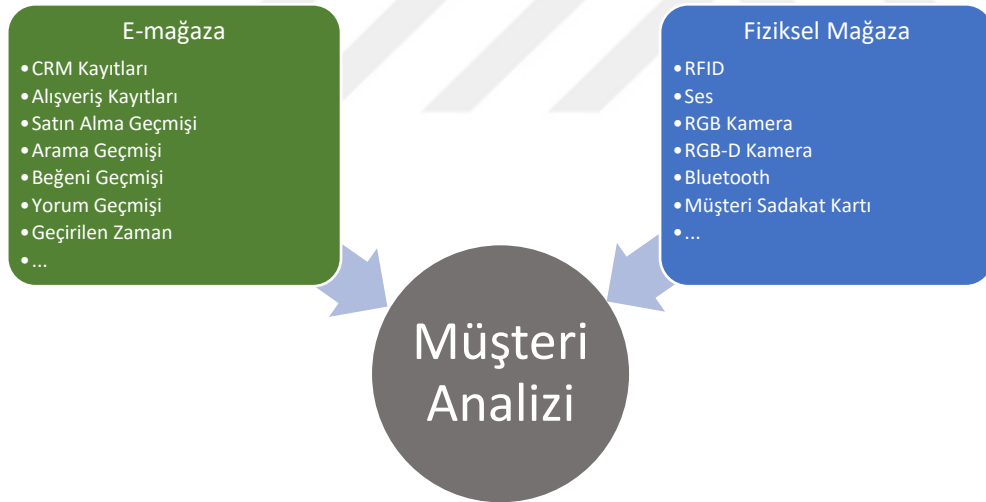
Generative Adversarial Network
(Çekişmeli Üretici Ağlar)

Kısaltmalar**Açıklamalar**

GDPR	General Data Protection Regulation (Genel Veri Koruma Tüzüğü)
GPU	Graphics Processing Unit (Grafik İşlem Birimi)
HOG	Histogram of Oriented Gradients (Yönlü Gradyan Histogramı)
KVKK	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
LBP	Local binary patterns (Yerel İkili Örüntü)
MCMC	Markov Chain Monte Carlo (Markov Zinciri Monte Carlo)
MFCC	Mel-frequency cepstral coefficients (Mel frekanslı Cepstral Katsayıları)
POS	Point of Sale (Satış Noktası)
PPS	Purchased Products Structure (Satın Alınan Ürünlerin Yapısı)
RESTful	Representational State Transfer (Temsili Durum Transferi)
RFM	Recency Frequency Monetary (Yenilik, Sıklık ve Mali)
RFID	Radio-Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
RGB	Red Green Blue (Kırmızı Yeşil Mavi)
RGB-D	Red Green Blue Depth (Kırmızı Yeşil Mavi ve Derinlik)
ROI	Region Of Interest (İlgili Alan)
SVM	Support Vector Machines (Destek Vektör Makineleri)
USB	Universal Serial Bus (Evrensel Seri Veri Yolu)
VBMA	Visual Basket Market Analysis (Görsel Market Arabası Analizi)
WTBI	Where To Buy It (Nereden Alınır)

1. GİRİŞ

Günümüzde müşterilerin davranışları ve hareketlerinin kaydedilip analiz edilmesi ile müşteri profilinin çıkarılması, pazarlama, reklam ve satış politikası gibi satışları arttırmaya yönelik yapılan çalışmaların planlanmasında ve başarıya ulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Müşterilerin trafiği, izlediği yol, geçirilen zaman ve geçmiş bilgileri gibi müşterinin alışveriş boyunca yapmış olduğu hareketler online satış yapan e-mağazalarda kolaylıkla kaydedilebilmektedir. Ardından da bu bilgiler kullanılarak amaca uygun bir şekilde istatistiksel yöntemler ya da klasik makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak kolaylıkla işlenebilmektedir [1-4]. Ancak bu tarz veri toplama yöntemleri fiziksel mağazalar için geçerli değildir. Bu sebeple fiziksel mağazalarda bulunan müşterilerinin davranışlarının ve hareketlerinin kaydedilmesi ve bu kayıtlar kullanılarak analiz yapılması amacıyla RFID, ses, RGB kamera, RGB-D kamera, Bluetooth özelliği olan cihazlar ve müşteri kartı kullanılarak birçok farklı yöntem geliştirilmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Müşteri analizi çeşitleri ve kullandıkları veriler

Tez Kapsamında Ele Alınan Problem ve Çözüm Önerisi

Bu tez çalışmasında, fiziksel mağazalardaki müşterilerin yaş, cinsiyet, etnik kimlik, duygu, giysi, stil ve giysi rengi gibi niteliklerinin tespiti üzerine müşteri analizinin yapılması ve daha sonra da elde edilen bu müşteri nitelikleri üzerinden bir analitik verisi elde edilmesi problemi temel alınmaktadır.

Bu çalışma yapılırken öncelikle kenar bilişimde bir RGB kamera kullanarak gömülü grafik işlemcisi bulunan NVIDIA Jetson Nano cihazı üzerinde yapay zeka yöntemleri kullanılarak müşterilerin niteliklerini tespit eden, ardından da bulut bilişimde mağazadan elde edilmiş ve müşterilere ait bu görüntüler üzerinde moda temelli giysi, stil ve renk tespit eden yapay zeka yöntemleri kullanılarak müşteri analizi ve analitiği yapan, daha sonrasında ise elde edilen sonuçları bir web ara yüzünde görüntüleyen uçtan uca hibrit bir sistem geliştirilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması, aynı zamanda Browzzin Yapay Zekâ Takımı tarafından, perakende mağazalar için müşteri analizi üzerine yürütülen projelerden birinin bir parçası olmakta olup, elde edilen bazı kazanımlar ve gözlemler bu tez kapsamında paylaşılmaktadır. Ayrıca KVKK göre uygun bir şekilde oluşturulan ve test amacıyla da bu çalışmada kullanılan veri kümeleri, Browzzin Yapay Zekâ Takımı tarafından sağlanmaktadır (EK-1).

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar aynı zamanda 5. Uluslararası Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Konferansı'nda sunulmuştur [5].

Tezin katkısı

Bu tez çalışması kapsamında yapılan ve literatüre sağladığı katkılar 4 ana başlık altında özetlenmiştir;

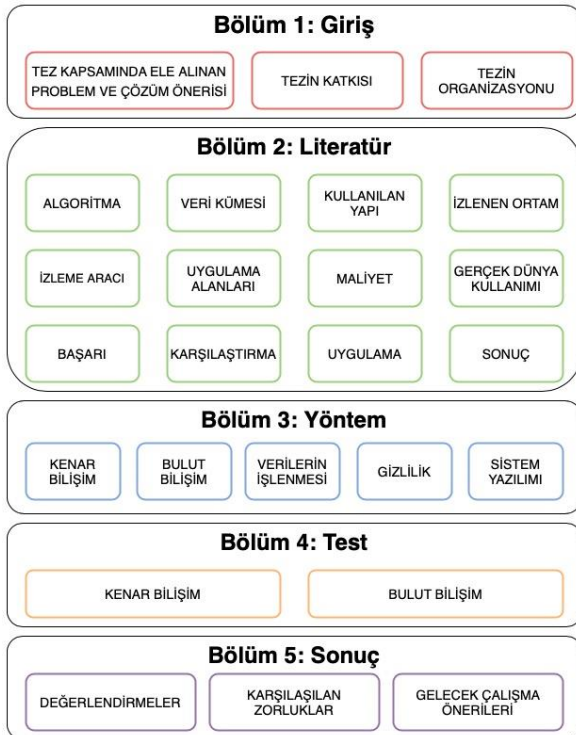
1. Bu çalışmada gerçek hayatta karşılaşılan bir problem tespit edilmiş olup geliştirilen zeki sistem ile birlikte gerçek bu probleme çözüm önerisi sunmaktadır. Bu zeki sistem gerçek veriler ile test edilmiş ve başarılı sonuçlar vermiştir.
2. Birden çok sistem bir arada kullanılarak hibrit ve zeki bir uçtan uca sistem geliştirilmiştir. Bu sistem geliştirilirken yapılan birçok test ve elde edilen deneyimler ile kenar bilişim ve bulut bilişimde bilinen ve bilinmeyen birçok teknik kısıtlara çözüm önerileri sunulmuştur. Böylelikle oluşturulan birden fazla alt sistem bir araya getirilerek birlikte başarılı ve kararlı bir şekilde çalışan, fiziksel mağazalardaki müşteri analizi problemine maliyet, hız, kararlılık gibi birçok açıdan bakılarak çözüm önerisi sunan bir sistem getirilmiştir.
3. Algoritma, veri kümesi, kullanılan yapı, izlenen ortam, izleme aracı, uygulama alanları, maliyet ve başarı gibi birçok açıdan bakılarak yapılan detaylı bir literatür araştırması ve gerçek dünyadan elde edilen istekler göz önünde bulundurularak bir değerlendirme

yapılmıştır. Bu değerlendirme ile fiziksel mağazalardaki müşteri analizi problemleri ve bu problemlerin temel sebepleri tespit edilmiş ve çözülmüştür.

4. Sistemin başarılı ya da başarısız olmasının temel nedenlerinden bahsedilerek aynı ya da benzer alanda çalışma yapmayı düşünen diğer araştırmacılara bir ışık tutulması amaçlanmıştır.

Tezin organizasyonu

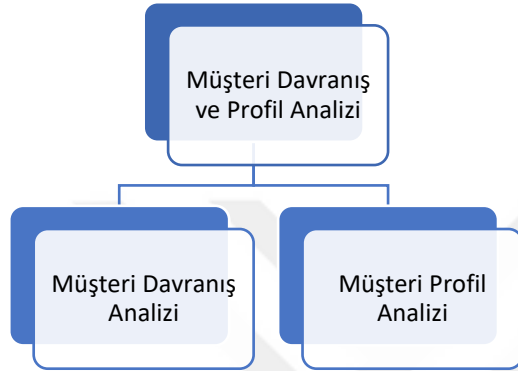
Bu çalışmanın 2. bölümünde literatürdeki çalışmalar sırasıyla fiziksel mağazalarda müşteri davranış ve profil analizine yönelik odaklanılan problemler, kullanılan algoritmalar, kullanılan veri kümeleri, kullanılan yapılar, izlenen ortamlar, izleme aracı, uygulama alanları, gerçek dünya kullanımları, maliyet ve başarıları göz önünde bulundurularak incelenmiştir. Ardından bu çalışmalar hakkında bir karşılaştırma yapılmış ve bu alanda yapılan bazı uygulamalardan bahsedilmiş olup bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır. Çalışmadaki 3. bölümde ise bu çalışmadaki önerilen yöntemin detaylarından bahsedilmiş olup 4. bölümde ise yapılan testlerden bahsedilmiştir. Son olarak ise 5. bölümde elde edilen sonuçlar hakkında bilgi verilmiş olup elde edilen bu sonuçların değerlendirmeleri yapılmıştır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Tezin Organizasyonu

2. LİTERATÜR

Fiziksel mağazalarda müşteri analizine yönelik uygulamalar genel olarak müşterinin mağaza içerisindeki davranış analizi ve müşteri profilinin belirlenmesi olarak 2 gruba ayrılabilir (Şekil 2.1). Bu çalışmalar genel olarak müşterinin kim, nerede, ne, ne zaman ve nasıl olduğu soruları ile ilgilenmektedir [6].



Şekil 2.1. Müşteri davranış ve profil analizinin hiyerarşisi

Müşteri Davranış Analizi

Bu tür çalışmalarda asıl amaç, müşterinin mağaza içerisindeki gezintisinin izlenmesi ve kaydedilmesi, bu izlemenin sonucunda müşterilerin genel olarak hangi bölgelerde yoğun olarak gezdiği ya da durduğunun belirlenmesidir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilecek olan bölgelere göre hangi bölgelerin boş kalacağı, hangi bölgelerin ise popüler ürünlerin yerleştirileceği gibi satışı arttırmaya yönelik planlamalar yapılabilmektedir.

Müşteri Profil Analizi

Bu tür çalışmalarda ise mağazaya gelen müşterilerin giyim tarzı, yaş, cinsiyet, boy, renk, duygu gibi niteliklerine göre analiz edilerek müşteri profili çıkarılması ve bu analizin sonucunda elde edilen sonuçlar çerçevesinde bir sınıflandırma yapılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda elde edilecek olan profil bilgileri istenilen başka amaçlara uygun bir şekilde de sınıflandırılabilen ve bu sınıflandırmaya göre mağaza sahibi, mağazasının hedef kitlesini belirleyip buna göre bir ürün satış planlaması ve politikası belirleyebilmektedir.

Müşteri Sayma

Bu problemde asıl amaç gün içerisinde mağazaya gelen müşterilerin doğru bir şekilde sayılmasına yöneliktir. Böylelikle mağaza sahibi gün içerisinde müşteri yoğunluğunun fazla olduğu saatleri analiz edebilmektedir [7, 8].

Müşteri Gezintisinin İzlenmesi

Bu problemde müşterilerin mağaza içerisinde izlediği yollar ve geçirdiği süreler izlenerek mağaza içerisindeki popüler yolların belirlenmesi [9, 10] ve mağaza içerisindeki renk ve ısı haritasının çıkarılması [11, 12] amaçlanmaktadır.

Mağaza Düzeninin İyileştirilmesi

Bu problemde müşterilerin mağaza içerisindeki gezintisi ve geçirdiği zaman izlenerek mağaza içerisindeki ürün yerleştirmesinin buradan elde edilen verilerin analizi sonucunda yapılmasına odaklanmaktadır [7].

Müşteri Gezintisi ile Satın Almasının İlişkilendirilmesi

Bu problemde müşterilerin mağaza içerisindeki gezintisi ile satın alması arasında bir ilişki kurulması amaçlanmaktadır. Böylelikle mağazaya gelen müşterilerin bir ürün satın alma oranları analiz edilebilmektedir [13].

Müşteri Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

Bu problemde mağazaya gelen müşterilerin yaş, cinsiyet ve boy gibi fiziksel özelliklerinin belirlenmesine odaklanmaktadır. Böylelikle mağazaya gelen müşterilerin genel profili belirlenerek popüler yaş, cinsiyet ve boy gibi bilgiler elde edilmekte ve mağaza sahibine hedef kitle belirlenmesinde bilgi vermesi amaçlanmaktadır [8,12].

Müşteri Gruplandırma

Bu problemde mağazaya gelen müşterilerin belli niteliklere göre gruplandırılması istenmektedir. Böylelikle hangi tarz müşterilerin nasıl alışveriş yaptığı arasındaki ilişkinin anlaşılması amaçlanmaktadır [14].

2.1. Algoritma

Önerilen ve uygulanan yöntem doğrultusunda müşteri davranış ve analizine yönelik uygulamalarda birçok algoritma kullanılmaktadır.

2.1.1. Arka planın çıkarılması

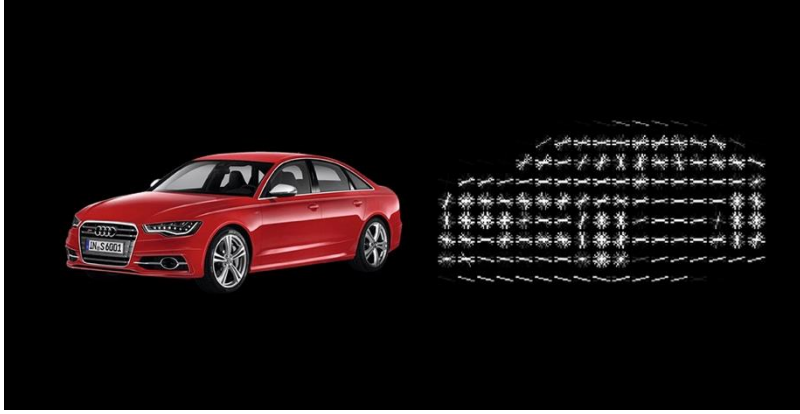
Arka planın çıkarılması, görüntü üzerinde gürültüyü azaltabilecek bir durumdur. Bu sebeple görüntü kullanılan bazı çalışmalarda arka planın çıkarılmasına yönelik algoritmalar kullanılmaktadır.

Buna yönelik kullanılan algoritmalarından bir tanesi Codebook [15] algoritmasıdır. Bu algortmada piksel temelli bir yaklaşım bulunmakta olup görüntü üzerindeki önemli bölgeler (ROI) çıkarılmaktadır [11].

2.1.2. Nitelik tanımlayıcı

Nitelik tanımlayıcılar, bir görüntüdeki en önemli bilgileri temsil etmek için kullanılır. Böylelikle daha az boyutta veri ile bir temsilde bulunulmuş olur. Müşteri davranış ve profil analizine yönelik çalışmalarında da bu tarz nitelik tanımlayıcıların kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

Bu tanımlayıcıların ilki yönlü gradyan histogramı olarak bilinen HOG tanımlayıcıdır. Bu tanımlayıcılar, bir objenin şeklini ve yönünü bölgesel olarak dikkate alarak bir nitelik çıkarmaktadır (Resim 2.1). Bu tanımlayıcı ile elde edilen görüntü temsil vektörü kullanılarak SVM gibi sınıflandırıcılarda kullanılabilir [11].



Resim 2.1. HOG tanımlayıcı girdi ve çıktısı [16].

Bir diğer tanımlayıcı türü ise GIST tanımlayıcıdır. Bu tanımlayıcıda ise bölgesel olarak nitelik tanımlamak yerine bir sahne tamamına bakarak içerisindeki objelerin arasındaki ilişkiye yönelik bir tanımlama çıkarılmaktadır [9].

2.1.3. Hareket tespiti

Hareket tespiti, devamlı görüntünün geldiği kamera sistemlerinde oldukça önemlidir. Çünkü hareketin olduğu ve olmadığı sahnelerin tespiti yapıldığı anda hareketin olduğu sahnelerle yönelik bir analiz yapılabilmektedir.

Buna yönelik yapılan çalışmalarda genellikle birbirini takip eden görüntülerin piksel değerlerinin farkına bakılarak bir hareket tespiti yapılmaktadır. Ancak burada daha kesin sonuçlar elde etmek için görüntünün tamamını almak yerine görüntüyü parçalara ayırarak her bir parça içerisindeki piksellerin farkları alınarak hareket tespiti yapılmaktadır [7].

2.1.4. Sınıflandırıcı

Sınıflandırıcılar, daha önce eğitilmiş modeller kullanılarak eldeki verilerin bu eğitilmiş model sonucunda hangi sınıfa ait olduğunu tespit etmek için kullanılmaktadır. Burada bir ok sınıflandırıcı bulunmakla beraber müşteri davranış ve profil analizine yönelik çalışmalarda genellikle Destek Vektör Makineleri (SVM) sınıflandırıcılar kullanılmaktadır. SVM sınıflandırıcıların yüksek boyutlu uzaylarda çalışma, verimli bellek kullanımı, eğitim sırasında destek noktası belirleme ve hızlı sonuç elde etme gibi özellikleri sebebiyle tercih edilmektedir [11].

Müşteri davranış ve profil analizine yönelik kullanılan SVM sınıflandırıcılar genellikle nitelik tanımlayıcılar yardımıyla elde edilen verileri kullanmaktadır. Ayrıca SVM'in çevrimsiz direk graflarla ifade edilen DAGSVM yöntemi ile de çoklu sınıflar kullanılarak bir sınıflandırma yapılabilmektedir [9].

2.1.5. Ağ

Ağ yöntemleri, müşteri ve profil analizinde kullanılan bir diğer yöntemdir. Burada kullanılan yöntemlerden bir tanesi olan Müşteri İlişki Ağı (CRN) yönteminde, müşterilerin benzerliklerine göre bir ağ yapısı oluşturulmaktadır. Bu ağ yapısına göre merkezi olan düğümler, düğüm yoğunlukları gibi analizler yapılabilmektedir [10].

2.2. Veri Kümesi

2.2.1. Mağaza verisi

Müşteri davranış ve profil analizi uygulamalarında genellikle halihazırda elde edilmiş müşteri verileri ya da mağaza içerisinden direk elde edilen görüntü, ses, sinyal vb. veriler kullanılmaktadır.

2.2.2. INRIA

INRIA veri kümesi, içerisinde insanların bulunduğu ve etiketlenmiş görüntülerden oluşmaktadır. Bu veri kümesi genellikle insan tespitiye yönelik çalışmalarda kullanılmaktadır. Etiket sınıfları ise PASCAL VOC veri kümesindeki sınıflar ile aynı olmakta olup insan, araba, bisiklet, otobüs, motosiklet, tren, uçak, sandalye, şişe, yemek masası, çiçek, televizyon ekranı, koltuk, kuş, kedi, inek, köpek at ve koyundan oluşmaktadır [11].

2.2.3. VMBA15

Görsel market arabası analizi (VBMA) veri kümesi, market arabasına yerleştirilmiş kamera ile mağaza içerisinden ve dışarısında gezilmiş 15 adet videodan oluşmaktadır. Bu videolar ile Şekil 2.3'teki gibi hiyerarşik bir etiketleme yapılmıştır [9].

2.3. Kullanılan Yapı

Bu yapılar makine öğrenmesi, bilgisayarlı görme, ağ ve istatistiksel model olmak üzere 4 ana gruba ayrılmaktadır ve bu gruplara ait yöntemler Çizelge 2.1’de gösterilmektedir.

2.3.1. Makine öğrenmesi

Müşteri davranış ve profil analizinde popüler olarak kullanılan yapılardan bir tanesi makine öğrenmesidir. Bu yapı ile denetimli ve denetimsiz öğrenme yapılabilmekte olup mağaza üzerinden elde edilmiş olan veriler ile bir sınıflandırma ya da kümeleme yapılabilir.

Bu alanda yapılan çalışmalardan bazılarında SVM sınıflandırıcı kullanılmaktadır [9,11,14]. Bu sınıflandırıcı ile denetimli öğrenme yapılarak müşteri verileri ile hızlı ve az bellek harcanarak bir sınıflandırma yapmak mümkündür.

Bu alanda kullanılan bir diğer makine öğrenmesi yöntemi ise k-means kümeleme yöntemidir [8]. Bu denetimsiz öğrenme yöntemi ile etiketlenmemiş müşteri verileri kullanılarak bir kümeleme yapılmaktadır.

Çizelge 2.1. Kullanılan yapıların ve yöntemler

	Kullanılan Yapı	Yöntemler	
1	Makine Öğrenmesi	• Denetimli Öğrenme	• SVM • DAGSVM
		• Denetimsiz Öğrenme	• k-means
2	Bilgisayarlı Görme	• HOG • GIST • LBP • Hareket Tespiti	
3	Ağ	• Müşteri İlişki Ağı	
4	İstatistiksel Model	• Markov Zinciri • Markov Zinciri Monte Carlo	

2.3.2. Bilgisayarlı görme

Müşteri davranış ve profili analizinde kullanılan bir diğer yapı ise bilgisayarlı görme yapısıdır. Bu yapı ile görüntüler üzerinde birtakım yöntemler uygulanarak görüntü üzerindeki önemli noktaların tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi de tanımlayıcı yöntemidir. HOG [11], GIST [9] ve LBP [8] gibi tanımlayıcılar kullanılarak görüntü üzerindeki önemli noktalar tespit edilmekte ve bir vektör olarak temsil edilmektedir. Daha sonra bu vektörler ile bir sınıflandırma algoritması uygulanabilmektedir.

Bu alanda kullanılan bir diğer bilgisayarlı görme yöntemi ise hareket tespittir. Bu yöntem ile birbirini takip eden görüntüler arasındaki fark hesaplanarak belli bir eşik değerine bağlı olarak görüntü üzerinde bir hareketin olup olmadığı hesaplanmaktadır [7].

2.3.3. Ağ

Müşteri davranış ve profil analizinde kullanılan bir diğer yapı ise ağ yapısıdır. Bu yapı ile müşterilerin gezinti bilgisi ile bir ağ modeli oluşturulmakta ve bu ağ modelinin bazı merkezi noktaları hesaplanmaktadır. Böylelikle müşterilerin mağaza içerisinde gezintilerinin merkez noktaları bulunabilmektedir [10].

2.3.4. İstatistiksel model

İstatistiksel modeller, müşteri davranış ve profil analizinde kullanılan bir diğer yapıdır. Bu yapılar ile müşteri verileri ile matematiksel modeller kullanılarak bir çıkarım yapılması amaçlanmaktadır.

Bu yöntemlerde bir tanesi Markov Zinciri yöntemidir. Bu yöntem ile daha önce görülen olaylara bakılmaksızın yeni olaylar arasındaki geçiş olasılığı hesaplanmaktadır. Bu yöntem ise müşteri davranış ve profil analizine uyarlandığında müşterinin bölgelere ayrılmış mağaza içerisinde gezintisinin geçiş olasılıkları hesaplanmaktadır [12].

Bir diğer yöntem ise Markov Zinciri Monte Carlo yöntemidir. Bu yöntem ile Markov Zinciri kullanılarak bir dağılım ortaya çıkarılması hesaplanmaktadır [13].

2.4. İzlenen Ortam

Müşteri davranış ve profil analizinde izlenen ortam, yapılacak olan çalışmaya göre çeşitlilik göstermekte ve oldukça önem arz etmektedir. Çünkü yapılmak istenen çalışmada izlenecek olan ortama göre kullanılan yöntemler ve izleme araçları çeşitlilik göstermektedir. İzlenen ortama göre de doğru izleme araçları kullanmak, yapılan çalışmanın başarısını direk olarak etkilemektedir.

2.4.1. Mağaza içi

Müşteri davranış ve profil analizinde genel olarak mağaza içerisi izlenmektedir. Burada izlenen ortam, kullanılan izleme aracına ve onun maliyetine göre değişiklik göstermektedir. RGB ve RGB-D kameralara yüksek maliyetli olduğu için, bunların kullanıldığı çalışmalarda genellikle sadece mağaza girişi, çıkışı, ödeme noktası gibi önemli noktalar izlenmektedir. Ancak RFID ya da Bluetooth kullanılan çalışmalarda maliyet düşük olduğu için mağazanın tamamı izlenebilmektedir [7-13,17].

2.4.2. Mağaza dışı

Mağaza dışının izlendiği çalışmalar genellikle RGB kamera ve ses verisi kullanılmakta olup müşterinin bulunduğu noktanın mağaza içerisinde mi yoksa dışarısında mı olduğunu tespit etmeye yöneliktir. Böylelikle analizi yapılacak olan müşterinin mağazada olup olmadığı, mağaza ise hangi bölümde olduğu gibi bilgilerin tespit edilmesi amaçlanmaktadır [9].

2.4.3. Reklam ekranı

Reklam ekranlarının izlendiği çalışmalarda bir müşterinin reklam boyunca ne kadar süre reklam ekranının önünde bulunduğu, kaç kişinin o reklamı izlediği ile birlikte bu müşterilerin cinsiyet, yaş, ekrana olan mesafesi, boyu gibi nitelikleri tespit edilmektedir. Dolayısıyla da reklamın ilgi çekip çekmediği ile birlikte bu müşterinin niteliklerini incelemeyi amaçlamaktadır [14].

2.5. İzleme Aracı

2.5.1. RFID

RFID cihazlar radyo sinyali yayarak ve bu sinyallerin gücüne göre mesafe algılayarak müşterilerin izlediği yolun takip edilmesine yönelik kullanılmaktadır. Bunun için müşterinin alışveriş arabası gibi alışveriş boyunca kullandığı bir araçta RFID etiketi bulunması gerekmektedir. Bu tür izleme araçları çok yüksek keskinlikte başarılı sonuçlar veremese de düşük maliyetli olması sebebiyle tercih edilmektedir [10,13].

2.5.2. RGB/RGB-D kamera

RGB ve RGB-D kameralar mağaza içerisinde sürekli görüntü almakla birlikte bu görüntüler üzerinde hareket tespiti, kişi tespiti gibi algoritmalar çalıştırılarak mağaza içerisinde analiz yapmada kullanılmaktadır. RGB-D kameralarda ise ekstra olarak derinlik bilgisi de elde edildiği için kişi sayma, kişi bulma ve mesafe gibi bilgiler de elde edilebilmektedir [7,8,10,11,12].

2.5.3. POS

POS cihazlarından elde edilen veriler kendi başlarına kullanılamayıp gezintisi izlenen müşteriler ile bu müşterilerin satın alma verileri arasında bir ilişki kurularak müşterinin satın alma verisini elde etmek için kullanılır [13].

2.5.4. Bluetooth

Bluetooth özelliği olan cihazların çalışma yöntemi de RFID gibidir. Ancak birçok akıllı cihazda bu özellik mevcut olduğu için müşterilerin gezintisinin izlenmesinin yanında tanımlamak için de kullanılmaktadır. Böylelikle daha önce mağazaya gelen müşteriler de bilinmektedir.

2.5.5. Ses

Ses verisi genellikle ses düzeyine göre iç mekân ya da dış mekân ayrımı yapmak için kullanılmaktadır [9].

2.5.6. Müşteri sadakat kartı

Müşteri sadakat kartı, müşterilerin geçmiş dönemde yapmış olduğu alışveriş detaylarını tutmaktadır. Böylelikle müşterinin hangi sıklıkla ve ne kadar alışveriş yaptığı verileri elde edilebilmektedir [14].

2.6. Uygulama Alanları

2.6.1. Süpermarket

Süpermarketler, müşteri yoğunluğunun ve dolayısıyla alışverişin de yoğun olması sebebiyle bu alanda uygulanan ve tercih edilen ortamlardan bir tanesidir. Burada yapılan kişi sayma, müşteri profili çıkarma ya da satın alma verileri gibi bilgiler edilerek müşteriler hakkında bilgi vermek amaçlanmaktadır [7-14,17].

2.6.2. Mağaza zinciri

Müşteri davranışı ve profili analizine yönelik yapılan çalışmaların uygulama alanlarının biri zincir mağazacılıktır. Zincir mağazalarda uygulanan müşteri sadakat kartı gibi müşterilerin geçmişinin tutulduğu sistemlerde, tekil mağazalara kıyasla çok geniş çapta ve daha genel veriler elde edilebilmektedir [7-14,17].

Zincir mağazalarda müşteri sadakat kartının dışında RGB, RGB-D kameralar ile RFID, Bluetooth cihazları ile müşteri davranış ve profil analizi yapılabilmektedir.

2.6.3. Reklamcılık

Müşteri davranış ve profili analizinde yapılan uygulamalarda genel amaç satış miktarını arttırmak olduğu için, reklamcılık da bu çalışmalarda önemli bir uygulama alanıdır. Buna yönelik yapılan çalışmalarda reklam panolarını izleyen müşteriler takip edilmekte olup ne kadar süre izlediği ve izlediği süredeki duygularının analizi, reklamın başarısını ölçmede bir metrik olarak kullanılmaktadır [8].

2.7. Maliyet

Maliyet göz önünde bulundurulduğunda RFID cihazlar diğerlerine göre öne çıkmaktadır. RFID cihazlarının maliyetinin düşük olması sebebiyle tüm mağaza üzerinde bir analiz yapmak daha kolay olmakla birlikte RGB kameraların yüksek maliyeti sebebiyle mağazada sadece giriş, kasa ve bazı önemli olarak nitelendirilen bölgeler izlenmektedir.

RGB ve RGB-D kameralar ile karşılaştırıldığında müşteri sadakat kartlarına ait verilerin kullanımı ise minimum seviyede bir maliyete neden olmaktadır. Ancak müşteri sadakat kartlarının kullanımı zincir mağazalarda yaygın olarak kullanılmakta olup tek mağazası bulunan mağaza sahiplerinde bu tip bir veri elde etmek için yatırım yapmak anlamlı değildir.

2.8. Gerçek Dünya Kullanımı

Bu çalışmanın yapılmasında etkili olan, literatürden ve gerçek mağazalardan elde edilmiş ihtiyaçlar, istekler ve geri bildirimler sonucunda bazı gerçek dünya kullanımları ortaya çıkmıştır. Bu kullanım ve ihtiyaçlara göre bir çalışma ve planlama yapılmıştır.

2.8.1. Kullanım örneği 1

Ayakkabı üzerine bir zincir mağazanın yöneticileri ile konuşulduğunda, bu zincir mağazanın bir firmaya satışı esnasında bu firmanın yetkili kişileri tarafından son 3 yıla ait toplam müşteri sayısı ve bu müşterilerin yoğun olduğu saatlere ait istatistik bilgileri istenmiştir. Çünkü satış için eldeki somut istatistiksel bilgiler, şirketin müşteri potansiyelini göstermektedir. Bu istatistiksel bilgiler göz önünde bulundurulduğunda alışveriş yapan müşterilerin sayısı mağazaların veri tabanı aracılığıyla rahat bir şekilde elde edilebiliyorken alışveriş yapmadan ayrılan müşterilerin sayısı için herhangi bir veri ya da izleme aracı bulunmamaktadır.

2.8.2. Kullanım örneği 2

Kıyafet üzerine bir zincir mağazanın yöneticileri ile görüşüldüğünde, bu mağazanın sezonluk olarak çıkardığı ürünler için müşteri profili, yaş aralığı ve cinsiyetinin önemli olduğu söylenmiştir. Bu tarz bilgiler için soyut bir şekilde tahmin yapılabilmekteyken, müşterilere ait yaş, cinsiyet, giysi türü, stili gibi somut istatistiksel veriler bulunmadığı için

tam olarak bir planlama yapılamamaktadır. Bu da optimum bir şekilde satış stratejisi geliştirilmesine ve dolayısıyla daha yüksek oranda satış yapılmasına engel olmaktadır.

2.9. Başarı

Müşteri davranış analizine yönelik yapılan çalışmalarda genellikle RFID, POS, ses ve RGB kameralar kullanılmaktadır. Bu cihazların kullanımına göre de farklı tiplerde veriler elde edildiği için bu veriler üzerinde farklı yöntemler geliştirilmiştir.

RFID ve RGB kameralar, ne kadar tek başına çalıştığında başarılı olduğu görünse de RFID ve RGB kameralar, RFID ve POS ve RGB kamera ve ses bir arada kullanıldıklarında çok daha başarılı sonuçlar vermektedir.

RGB kamera kullanılan çalışmalarda elde edilen görüntüler üzerinden genellikle SVM sınıflandırıcı ile birlikte tanımlayıcılar da kullanılsa da RFID kullanılan çalışmalarda genellikle elde edilen sinyal verileri kullanılmış ve istatistiksel modeller başarı göstermiştir.

Müşteri profili analizine yönelik yapılan çalışmalarda RGB kameralar, RGB-D kameralar ve müşteri sadakat kartlarına ait veriler kullanılmaktadır. Bunların kullanımında ise farklı tiplerde veriler elde edildiği için bu veriler üzerinde farklı yöntemler geliştirilmiştir.

Müşteri sadakat kartlarına ait veriler, RGB ve RGB-D kameralardan elde edilen verilere göre daha kesindir. Ayrıca müşterilerin harcamaları, hangi sıklıkla geldiği, genellikle hangi ürünleri aldığı gibi bilgiler istatistiksel olarak kolaylıkla elde edilebilmektedir. Ancak müşterilerin fiziksel özellikleri bu tarz veriler içerisinde mümkün değildir.

RGB ve RGB-D kameralardan elde edilen görüntüler üzerinden müşterinin cinsiyeti, yaşı ve boyu gibi bilgiler elde edilebilmektedir. Bu bilgiler ile mağazaya gelen müşterilerin genel fiziksel özellikleri istatistiksel olarak elde edilebilmektedir. Ancak bu tür çalışmalarda müşterilerin yaptığı harcama, hangi sıklıkla geldiği, hangi ürünleri aldığı gibi bilgileri elde etmek mümkün olmayın ancak POS ile RGB ve RGB-D kameraların bir arada kullanıp bir çıkarımda bulunarak elde etmek mümkündür.

2.10. Karşılaştırma

Bu çalışmada incelenen çalışmalar, bu bölümde yöntem, kullanılan algoritma ve sonuçlar göz önünde bulundurularak karşılaştırılmıştır. Bu incelemenin sonucu aynı zamanda Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Çalışmaların özeti [18]

Uygulama	1	2	3	4	5	6	7	8
Uygulama Adı	Fiziksel Perakende Mağazasında Müşterinin Akış Analizi [11]	Müşteri İzleme Verilerinden Perakende Alımı ve Format Planlaması Hakkında Yeni Anlayış [7]	Satış Alanları Arasındaki Müşteri Hareketinin Satış Miktarına Etkisi: Mağaza İçi Müşteri Hareketi ve Satış İlişkisinin Dinamik Bayes Modeli [13]	Egosantrik Videolardan Pazar Sepeti Analizi [9]	Süpermarkette Müşteri Mağaza İçi Davranışı İçin Ağ Analizi Tekniklerinin Uygulanması [10]	Görüntü ve Radyo İşaret Sensörü Füzyonu İle Sağlam ve Uygun Fiyatlı Perakende Müşteri Profili Oluşturma [12]	Akıllı Bir Görüntü Tabanlı Müşteri Analizi Hizmeti [8]	Perakende Müşteri Segmentasyonunda Alışveriş Misyonunun Rolü [14]
Uygulama Türü	Davranış Analizi	Davranış Analizi	Davranış Analizi	Davranış Analizi	Davranış Analizi	Profil Analizi	Profil Analizi	Profil Analizi
Uygulama Amacı	Müşteri gezintilerine göre mağazanın renk haritasının çıkarılması	Müşteri sayımı ve müşteri gezintilerine göre mağaza düzeninin iyileştirilmesi	Müşteri satın alma ve mağaza içerisinde gezinti ilişkisinin belirlenmesi	Müşterinin alışveriş arabası ile gezintisinin belirlenmesi	Müşteri gezintilerine göre mağazada sık gezilen yerlerin belirlenmesi	Müşteri profili ve mağaza içerisinde en sık gezilen yerlerin ısı haritasının çıkarılması	RGB ve RGB-D kameralar ile müşterinin fiziksel özelliklerinin çıkarılması ve mağazaya giren müşteri sayımı	Müşteri alışveriş faturaları kullanılarak müşterilerin 3 farklı amaca yönelik gruplandırılması
Uygulanan Yöntem	·Codebook Algoritması ·HOG tanımlayıcı ·SVM Sınıflandırıcı	·Hareket Tespiti ·Müşteri Saptama ·Görüntüler arasındaki fark ile müşteri hareketi izleme	·Dinamik Bayes Modeli ·MCMC simülasyonu	·DAGSVM sınıflandırıcı ·MFCC ses niteliği ·GIST tanımlayıcı	·Müşteri İlişki Ağı (CRN)	·Kalman Pozisyon Tahmini ·RGB-D kamera ile işaretçi verilerinin iyileştirme ·Markov Zinciri	·LBP yüz niteliği ·SVM sınıflandırıcı	·RFM ·PPS ·k-means
Veri Kümesi	INRIA	-	-	VBMA15	-	-	-	-
İzleme Aracı	·RGB kamera	·RGB kamera	·RFID ·POS	·RGB kamera ·Ses	·RFID	·RGB-D kamera ·RFID işaretçi	·RGB kamera ·RGB-D kamera	·Müşteri sadakat kartı
Maliyet	Orta	Orta	Düşük	Orta	Düşük	Yüksek	Yüksek	Düşük
İzlenen Ortam	·Tüm mağaza	·Giriş ·Çıkış ·Kasa ·Müşteri servisi	·Tüm mağaza	·Mağaza içi ·Mağaza dışı	·Tüm mağaza	·Tüm mağaza	·Reklam ekranı ·Giriş	·Müşteri alışverişi

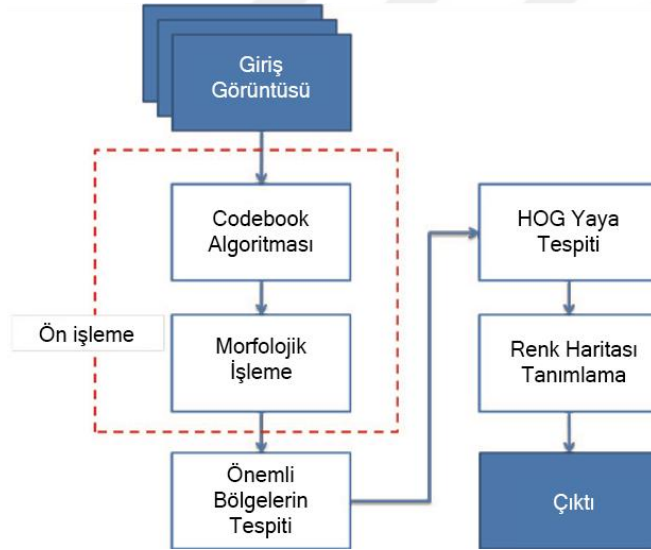
2.11. Uygulama

2.11.1. Uygulama 1

Wu ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada mağazalarda kullanılan güvenlik kameraları ile müşterilerin gezintisinin analizine ve mağazanın renk haritasının çıkarılmasına yönelik bir yöntem geliştirilmiştir [11].

Bu yöntem arka plan çıkarma ve kişi tespiti olmak üzere iki parçadan oluşmaktadır. Ayrıca bu çalışmanın akış şeması ise Şekil 2.2’de gösterilmektedir.

Bu yöntemin birinci bölümünde öncelikle güvenlik kameralarından görüntüler alınmaktadır. Ardından bu görüntüler üzerinden arka planı çıkartmak ve görüntüdeki ilgili bölgeleri (ROI) bulmak için Codebook algoritması ve morfolojik işlemler uygulanmaktadır. Böylelikle görüntüler üzerindeki ROI alt görüntüleri ayrıştırılarak ilk bölüm tamamlanmış olmaktadır.



Şekil 2.2. Wu ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntemin akış şeması [11]

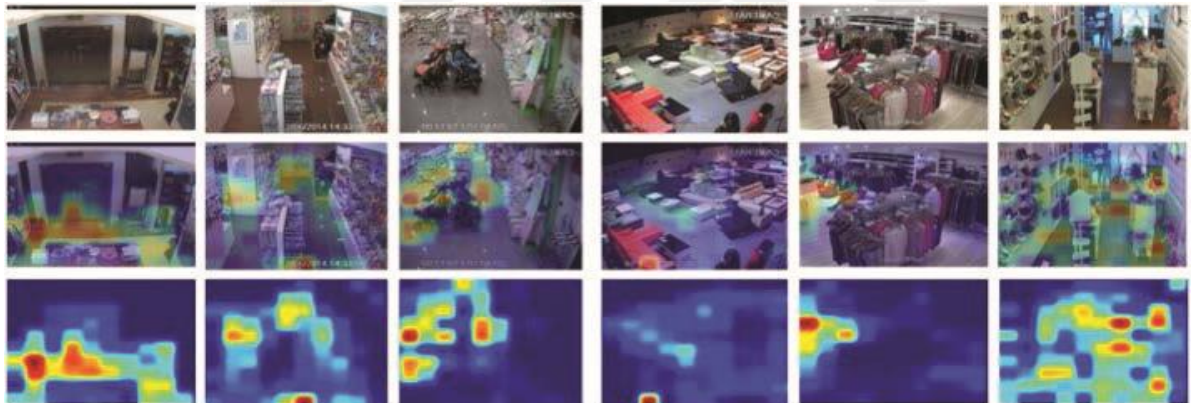
Bu yöntemin ikinci bölümünde ise ROI alt görüntüleri üzerindeki kişilerin tespiti için, bu amaca uygun olan ve görüntüdeki hücreleri bölgeselleştirmede başarılı yöntemlerden biri olan Histogram of Oriented Gradients (HOG) tanımlayıcı kullanılmıştır. HOG tanımlayıcının çıktıları L2-norm ile normalize edilerek çıktılar standart hale getirilmiştir. Ardından da bu çıktılar Destek Vektör Makinesi (SVM) olarak bilinen denetimli öğrenme yönteminin girdisi olarak kullanılmış ve müşterilerin tespit edilmesi için nesne sınıflandırıcı

olarak uygulanmıştır. Böylelikle de görüntüdeki müşterilerin tespit edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu bilgiler kullanılarak müşterilerin mağaza içerisinde gezintisine ve yoğunluğuna göre renk haritası da çıkarılmıştır.

Bu çalışmada Dalal ve Triggs tarafından oluşturulan ve ücretsiz olarak erişilebilen SVMLight sınıflandırıcı kullanılmıştır. Bu sınıflandırıcı ise INRIA veri kümesi üzerinden HOG tanımlayıcı nitelikleri kullanılarak eğitilmiştir.

Bu çalışmada mağazalardaki hazırda bulunan güvenlik kameraları kullanıldığı için mağazanın tamamı izlenmektedir ve kullanılan görüntüler 320x240 piksel boyutlarında olup bu görüntüler mağaza içerisindeki güvenlik kameralarından alınmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen çıktılar ise Resim 2.2’de paylaşılmış olup 92% oranda müşteri tespiti yapılabildiği söylenmiştir.



Resim 2.2. Mağaza içerisindeki deney sonuçları [11]

2.11.2. Uygulama 2

Bu alanda Newman ve arkadaşları tarafından yapılan bir diğer çalışma ise müşteri takip verileri kullanılarak müşterilerin sayımı ile birlikte mağazadaki boşlukların ve düzenin en iyi şekilde planlanmasına yöneliktir [7].

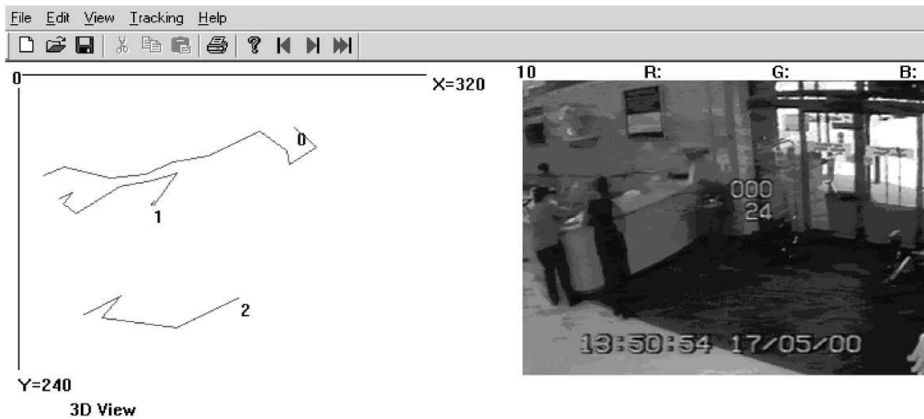
Bu çalışmada CCTV güvenlik kamerası ile elde edilen video kaydı ve hızlandırılmış video kaydı kullanılmıştır. Bu kameralar giriş, çıkış, kasa ve müşteri servisi alanlarını kaydetmekte olup standart bir görüntünün elde edilmesi adına kameraların yakınlaştırma ya da kaydırma

gibi herhangi bir özelliği kullanılmamıştır. Kameralardan alınan görüntüler üzerindeki müşterilerin ten rengi ve yüz şekli hibrit bir şekilde kullanılarak müşteri saptama ve saymada daha doğru sonuçların elde etme amacıyla kullanılmıştır.

Elde edilen görüntülerde herhangi bir hareketin olup olmadığını tespit etmek ve kişilerin takibi için birbirini takip eden her 2 görüntünün arasındaki fark bütün görüntü üzerinden hesaplanıp herhangi bir hareket olup olmadığı tespit edilmek yerine görüntüyü 10x10 boyutunda bloklara ayırıp her bir bloğun kendi arasındaki farkına bakarak hareket tespit edilmeye çalışılmıştır. Böylelikle hangi bloğun sabit kaldığı, hangi bloğun hareket ettiği tespit edilebilmiştir. Eğer 1. görüntü ile 2. görüntü arasındaki değişim çok azsa bir sonraki görüntü ile 1. görüntü arasındaki farka bakılmaktadır. Böylelikle de hareketin devam edip etmediği anlaşılmaktadır. Yine aynı şekilde bu algoritma kullanılarak birden fazla müşterinin takibi de sağlanmıştır. Sonuç olarak da müşterilerin yoğun olduğu bölgeler hesaplanmıştır.

Bu çalışmada hazır bir veri kümesi kullanılmamış olup mağaza içerisindeki CCTV görüntüleri üzerinden çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte bu çalışmada sadece daha önemli olarak nitelendirilen giriş, çıkış, kasa ve müşteri servisi alanları izlenmiştir.

Bu çalışmanın testi için bir mağaza üzerinde 7 gün boyunca görüntü toplanmış ve birden fazla kamera ile giriş, çıkış, kasa ve müşteri servisi alanları izlenmiştir. Bu alanlarda müşteri sayma ve müşterinin izlediği yolun tespitine yönelik bir test yapılmıştır. Bu testin sonucunda 94.5% müşteri sayma başarısı olarak hesaplanmıştır. Müşterilerin izledikleri yolun izlenmesine yönelik test sonuçları da Resim 2.3'te gösterilmiştir.



Resim 2.3. Newman ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntemin test görüntü [7]

2.11.3. Uygulama 3

Bu alanda yapılan bir diğer çalışma ise Kaneko ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiş olup müşterilerin mağaza içerisindeki gezintisi ile satın alması arasındaki ilişkiye yönelik bir çalışmadır [13].

Bu çalışmada alışveriş arabalarına yerleştirilen Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisi ile müşterilerin mağaza içerisindeki pozisyonları her saniye alınmaktadır. Bir zaman serisi modeli oluşturularak ve müşterinin 20 parçaya bölünmüş olan mağaza içerisindeki gezintisi ile POS üzerinden alınan verilerin ile elde edilen satın alma miktarı arasındaki ilişki ortaya çıkarılmıştır.

Burada toplanan veriler zaman serisi şeklinde ifade edilmektedir. Daha sonra bu veriler dinamik Bayes modelinden geçirilip daha sonra sonsal dağılımı tahmin etmek için Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC) yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmada hazır bir veri kümesi kullanılmamış olup mağaza içerisinde market arabalarına yerleştirilmiş olan RFID etiketlerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu veriler, 20 parçaya bölünmüş olan mağazanın tamamı izlenerek elde edilmektedir.

Bu çalışmada Eylül-Ekim ayları arasındaki periyotta saat 10:00 ile 18:00 arasında toplanan veriler 8 farklı zaman serisine bölünerek Dinamik Bayes Modeli'nden geçirilmiştir. Bu model ile de müşteri gezintisi ile satış trendleri arasındaki ilişki ortaya çıkarılmıştır.

Trend testi için taze gıda, deniz ürünleri, ev eşyası ve genel gıda kategorileri üzerinde Ekim ayına ait veriler ile bir test yapılmıştır.

Mevsimsel olmayan satışları test etmek için Ekim ayının ilk haftasında elde edilen veriler kullanılmış olup taze ürünler, deniz ürünleri, ev eşyası ve genel yiyecek kategorileri araştırılmıştır. Ayrıca bu kategoriler için trendler de belirlenmiştir.

Satış verileri ile gezinti arasındaki ilişkinin tespiti için de ayrıca testler yapılmıştır.

Taze gıda, deniz ürünleri, ev eşyası ve genel gıda kategorilerinde Ekim ayına ait trendin belirlenmesine ait testte ayın başında ve sonunda satışlarda artış görünmekte olup ayın ortasında bir düşüş yakalanmıştır.

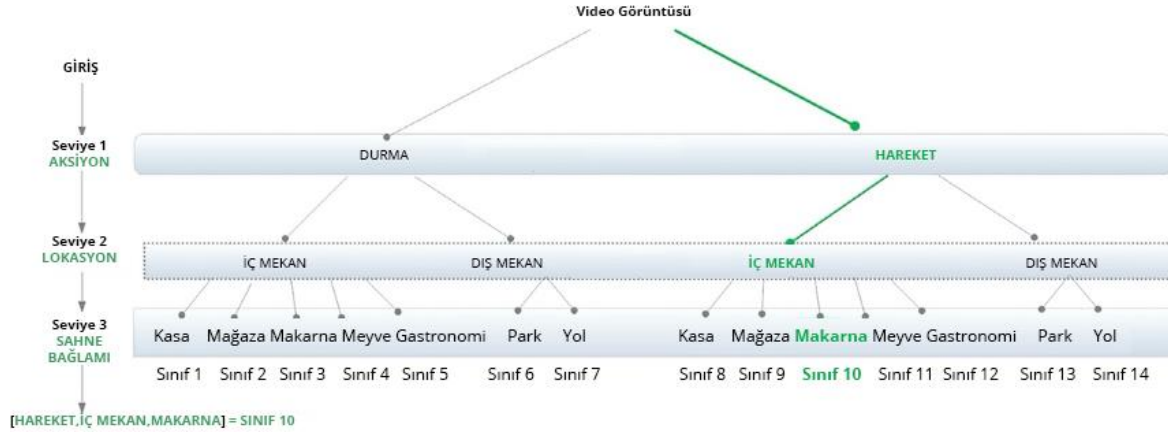
Mevsimsel olmayan satışlar göz önünde bulundurulduğunda gün içerisinde sabah saatleri ve akşam saatlerinde satışlar artış göstermiş olup günün geriye kalan saatlerinde satışlarda bir azalma görülmüştür. Bununla birlikte haftanın tüm günlerinde aynı trend görülmüştür.

Satış miktarı ile gezinti arasındaki ilişkinin tespiti için 4 haftalık bir periyod içerisindeki veriler kullanılmıştır. Bu veriler ile ay ortasında satışların düştüğü belirlenmiştir. Çok sayıda ziyaretin gerçekleştiği hazır gıda, ev eşyaları ve genel gıda kategorilerinde, bu ziyaretlerin satışların üzerinde etkisi çok büyüktür. Bu sebeple bu alanlardaki ziyareti arttırmaya yönelik daha fazla çalışma yapmak gerekmektedir. Su ürünleri, içki, dondurulmuş gıda ve içecekler kategorilerinde çıkan sonuçlarda ise tüm zaman dilimlerinde daha az satış yapıldığı, bu sebeple ziyaret sayısının bu kategorilerde artırılması için çalışma yapılması gerekmektedir.

2.11.4. Uygulama 4

Santarcangelo ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışmada alışveriş arabalarının üzerine yerleştirilen mikrofona sahip bir kamera ile müşterinin alışverişi boyunca alışveriş arabasının bulunduğu konumlar tespit edilerek dolayısıyla müşterinin mağaza içerisindeki gezintisi belirlenmesi yöneliktir [9].

Bu çalışmada mağaza ortamları, 14 farklı hiyerarşik kategoride sınıflandırılarak gerçek alışveriş görüntüleri etiketlenmiştir. Bu kategoriler aksiyon (duruyor, hareket ediyor), konum (iç mekân, dış mekân) ve sahne bağlamı (kasa, mağaza, pasta, meyve, gastronomi, park, yol) olarak gruplandırılmıştır. Bu kategoriler alışveriş başladı etiketiyle başlayıp alışveriş sonlandı etiketi ile bitirilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Hiyerarşik sınıf etiketleri [9]

Hiyerarşinin ilk kısmında aksiyon tespiti yapılmaktadır. Aksiyon tespiti için görüntüler üzerinden MFCC ses nitelikleri ve optik akış nitelikleri çıkarılmaktadır. Optik akış nitelikleri çıkarıldıktan ve görüntü 9 bloğa bölündükten sonra her bir blok ile alakalı 9 boyutlu bir nitelik tanımlayıcı çıkarılmaktadır. Ses ile görüntü arasında bir korelasyon bulunduğu için ses üzerinden ise 62 boyutlu MFCC nitelik vektörü çıkarılmaktadır. Daha sonra bu nitelikler üzerinden bir hareket olup olmadığı çıkarılarak duruyor ya da hareket ediyor etiketi verilmektedir.

Hiyerarşinin ikinci kısmında konum tespiti yapılmaktadır. Bu aşamada görüntü ve ses nitelikleri birlikte kullanılmıştır. Görsel nitelikler için GIST tanımlayıcı kullanılarak 512 bileşenden oluşan bir nitelik vektörü çıkarılmaktadır. Derin Nitelikler (Deep Features) ise ImageNet ile eğitilmiş AlexNet modelinin FC7 katmanından alınmaktadır. Ses nitelikleri ise yine MFCC ile elde edilmekte olup dış mekân sesleri iç mekân seslerine göre daha fazla olmaktadır.

Hiyerarşinin üçüncü kısmında ise sahne bağlamı tespit edilmektedir. Belirlenmiş olan 7 sınıftan (kasa, mağaza, pasta, meyve, gastronomi, park, yol) ilk 5 tanesi iç mekân ve son 2 tanesi dış mekân ile alakalı olmakta olup bu görüntüler için nitelikler GIST tanımlayıcı ile elde edilmektedir.

Bu çalışmada market arabası analizi için oluşturulmuş VBMA15 veri kümesi kullanılmış ve mağaza içinde kasa, mağaza, pasta, meyve, gastronomi alanları ve mağaza dışında park, yol alanları olmak üzere toplamda 7 farklı ortam izlenmiştir.

Bu çalışmanın sonunda yapılan testlerde VBMA15 veri kümesi 3 parçaya ayrılarak test edilmiştir. Test sırasında RBF çekirdeği ile SVM sınıflandırıcı kullanılmıştır. Aksiyon için yapılan testte optik akış ve MFCC nitelikleri ile iki niteliğin kombinasyonu ayrı ayrı test edilmiştir.

Aksiyon için yapılan testlerin sonucunda optik akış ve MFCC niteliklerinin kombinasyonu oldukça iyi sonuçlar vermiş ve ilk seviye için kullanılması en doğru olan seçenektir. Konum için yapılan testlerde ise GIST ve ses niteliklerinde derin nitelikler daha üstün sonuçlar vermiştir. Sahne bağlamında ise GIST nitelikleri daha iyi sonuçlar vermiştir.

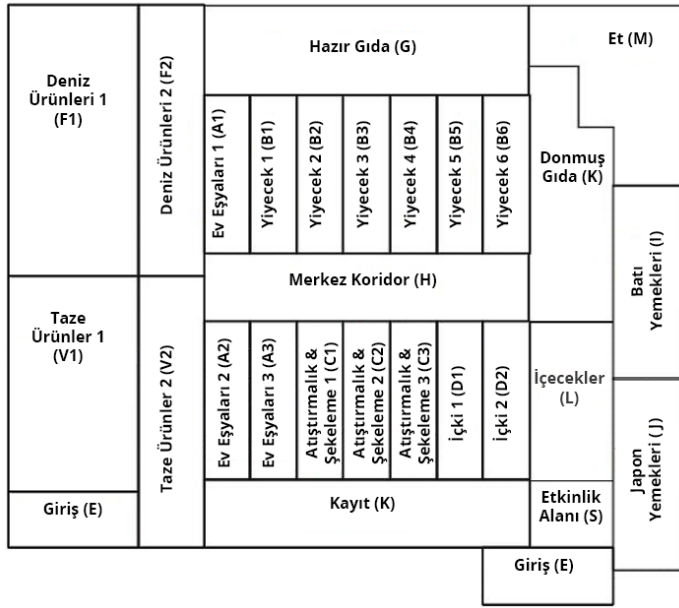
Çalışmanın bütününde ise ses, hareket ve global görseller kullanılarak sunulan bu çözüm Görsel Market Arabası Analizi (VBMA) problemi için oldukça uygun bir çözüm olduğu belirtilmiştir.

2.11.5. Uygulama 5

Zuo ve arkadaşları tarafından yapılan bu çalışmada ağ analizi teknikleri kullanılarak mağaza içerisindeki müşterilerin davranışına yönelik bir uygulama yapılmıştır [10].

Bu çalışmada alışveriş arabalarına yerleştirilmiş olan RFID etiketleri ile elde edilmiş olan müşteri davranış verileri, müşterilerin gezintisi dikkate alınarak bir Müşteri İlişki Ağı (CRN) oluşturulmaktadır. Daha sonra bu ağ üzerinden gruplandırma yapılarak gruplara göre en sık ziyaret edilen bölgeler çıkarılmaktadır.

Çalışmanın ilk aşamada CRN verileri oluşturulmaktadır. Bu CRN verilerini oluşturmak için mağaza 26 parçaya bölünmüş olup (Şekil 2.4) alışveriş arabalarına yerleştirilmiş olan RFID etiketleri ile gezinme verileri toplanmakta ve bu veriler dizi tabanlı olarak ifade edilmektedir. Örneğin EV1HC1R dizisi sırayla Enter, Fresh Produce, Central Aisle, Snaks&Sweets ve Register bölümlerinin gezildiğini göstermektedir. Gezintiler dizi olarak ifade edildikten sonra Levenshtein uzaklığı hesaplanarak iki dizinin birbirine olan benzerliği hesaplanmaktadır. Daha sonra düzgün bir CRN oluşturmak için küçük dünya nitelikleri kullanılmıştır. Burada ortalama en kısa yol (L) ve ortalama gruplama katsayısı (C) hesaplanmakta ve olasılık (p) 0.6 eşik değerine göre bir CRN oluşturulmaktadır. Bu işlemlerin sonucunda 6717 tane düğüm ve 19179 tane de bağlantı elde edilmiştir.



Şekil 2.4. Mağaza görünümü [10]

Çalışmanın ikinci aşamasında ilk aşamada oluşturulan CRN kullanılarak ve yoğun olarak birbirlerine bağlı olan ve olmayan müşterilere göre gruplara ayrılmaktadır. Gruplara ayırma işlemi, Newman tarafından önerilen toplulukları hızlı bir şekilde tespit etme yöntemi kullanılarak yapılmıştır [17]. Bu işlemin sonucunda 4 farklı grup oluşmuştur.

Çalışmanın üçüncü aşamasında her bir gruptaki müşterilerden merkezi olan müşteriler tespit edilmektedir. Bu müşteriler tespit edildikten sonra 7 farklı role atanmaktadır:

- 1) Ultra-çevresel roller: gruplarındakilerin tümü ile bağlantıları olan düğümler ($d_i < 1.5$, $p_i < 0.05$)
- 2) Çevresel roller: gruplarındakilerin çoğu ile bağlantıları olan düğümler ($d_i < 1.5$, $0.05 \leq p_i < 0.62$)
- 3) Merkezi olmayan bağlayıcı rolleri: diğer gruplara birçok bağlantısı olan düğümler ($d_i < 1.5$, $0.62 \leq p_i < 0.8$)
- 4) Merkezi olmayan bağlantısız roller: tüm gruplarla homojen olarak dağıtılmış bağlantıları olan düğümler ($d_i < 1.5$, $p_i \geq 0.8$)
- 5) Bölgesel merkezi roller: Gruplarındakilerin büyük çoğunluğu ile bağlantısı olan düğümler ($d_i \geq 1.5$, $p_i < 0.3$)
- 6) Bağlayıcı merkezi rolleri: diğer grupların çoğu ile birçok bağlantısı olan düğümler ($d_i \geq 1.5$, $0.3 \leq p_i < 0.75$)
- 7) Bağlantısız merkez rolleri: tüm gruplarla homojen olarak dağıtılmış bağlantıları olan düğümler ($d_i \geq 1.5$, $p_i \geq 0.75$)

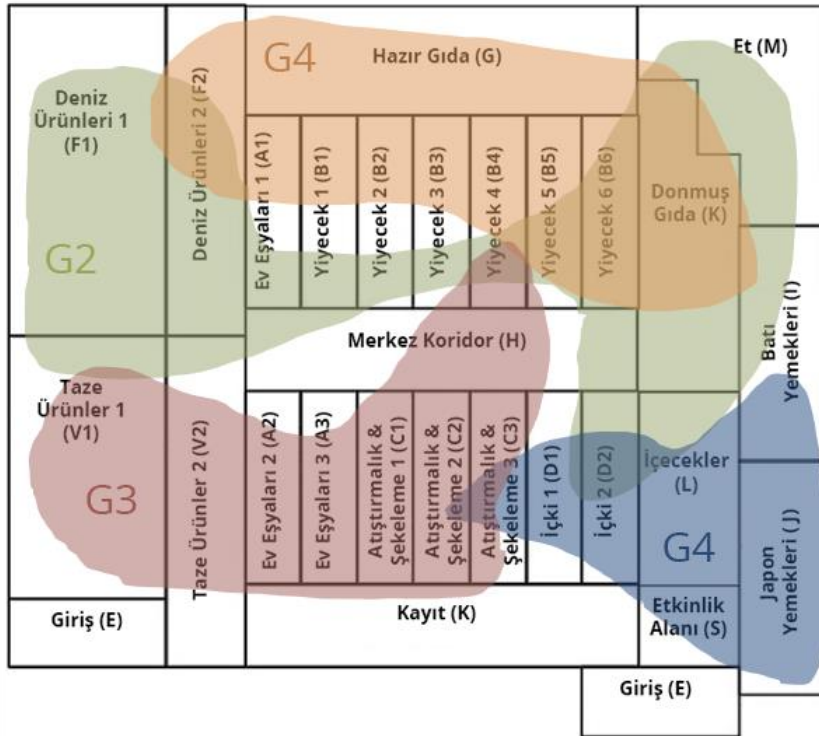
Bu çalışmada hazır bir veri kümesi kullanılmamış olup RFID etiketleri ile elde edilen veriler kullanılmış ve mağazanın tamamı izlenmiştir.

Bu çalışmada müşterilerin gruplara ayrılarak her bir grubun mağaza içerisinde genel gezinti şablonu çıkarılmasına yönelik çalışma yapılmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda giriş, kasa ve koridor dışında müşterilerin gezinme modeli sıklığı (Çizelge 2.3) ve gruplara göre gezinti modeli (Şekil 2.5) çıkarılmıştır.

Çizelge 2.3. Her bir gruba göre merkezi müşteri sayısı ve en sık gezindiği 3 model [10]

Grup No.	Bağlı Merkezi Müşteri Sayısı	Gezinti modeli sıklığı (Top 3)
G ₁	141	Süt(K), Yumurta(F2), Ekmek(B5)
G ₂	101	Somon(F1), Domuz(M), Bira(D2)
G ₃	28	Marul(V1), Kahve(B4), Salata yağı(B3)
G ₄	32	Saklama kabı(G), Patates cipsi(C1), Meyve suyu(L)



Şekil 2.5. Gruplara göre genel olarak gezinti modelleri [10]

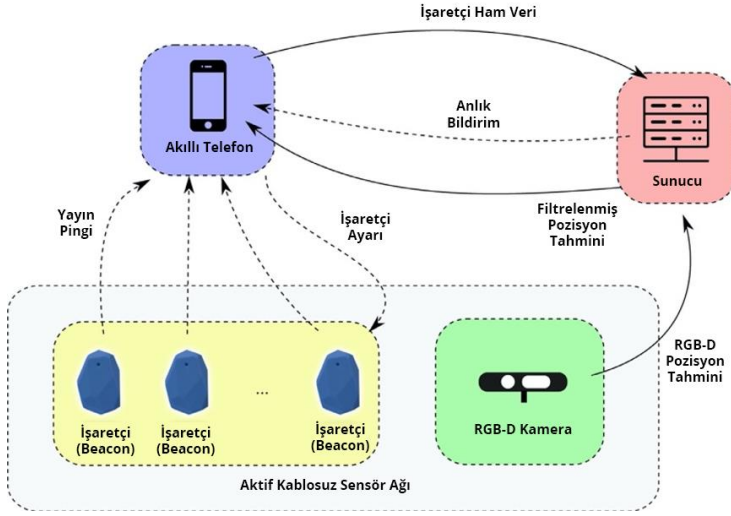
2.11.6. Uygulama 6

Bu amaç doğrultusunda Sturari ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada RGB-D kamera ve radyo sinyali yayan düşük maliyetli işaretçiler (beacon) birlikte kullanılarak müşteri profili ve mağazada en sık gezilen bölgelerin ısı haritasının çıkarılmaya yöneliktir. Böylelikle mağaza sahibine faydalı bilgiler sağlamak ve bir karar verme mekanizması geliştirme amaçlanmaktadır [12].

Bu çalışmada kullanılan işaretçiler, az güç tüketimi ve kısa mesafe kablosuz iletişim gibi özelliklerinin yanı sıra esneklik ve sisteme kolay adapte olması sebebiyle tercih edilmiştir. Bu işaretçiler aynı zamanda müşteri ilgisi, en çok ziyaret edilen alanlar, mağaza içerisindeki gruplar gibi bilgileri de sunmaktadır. Ancak bu işaretçilerin aktif hale gelebilmesi ve müşteriyi analiz edebilmesi için müşterilerin akıllı cihazlarında haberleşeceği uygulamanın kurulu olması gerekmektedir. Bu da bir dezavantaja sebep olmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan RGB-D kameralar kısıtlı alanlarda daha iyi sonuçlar vermesine rağmen pahalı olduğu için giriş, ödeme noktası gibi belirli noktalara yerleştirilmiş ve işaretçiler tarafından elde edilen müşteri pozisyonunu iyileştirmek amacıyla kullanılmıştır.

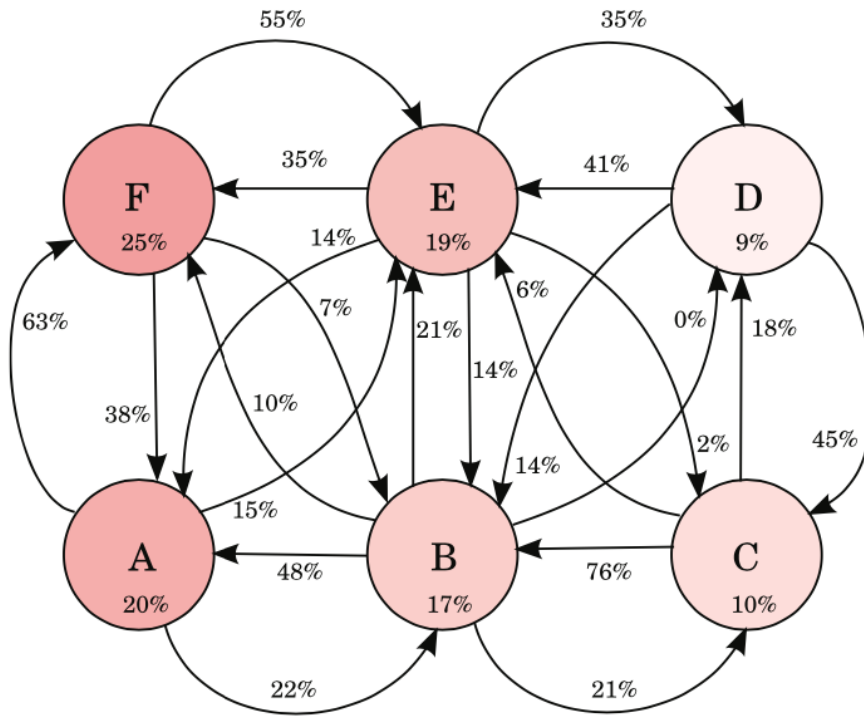
Bu çalışmada öncelikle 5 Hz frekansında çalışan işaretçiler tarafından veriler ham halde toplanmaktadır. Bu ham veriler, JSON formatında ApplicationID, DeviceMACaddress, EventTimestamp ve DeviceOrientation nitelikleri ile tutulup bir RESTful API ile sunucuya gönderilmektedir. Aynı zamanda RGB-D kamera ile alınan görüntüler de CameraID, PeopleID ve EventTimestamp nitelikleri ile yine aynı RESTful API ile sunucuya gönderilip saklanmaktadır. Bu veriler sunucuya gönderildikten daha doğru sonuçlar elde etmek için eşleştirilip bir araya getirilmektedir. Bu eşleştirme yapılırken koordinat, zaman damgası ve takip edilen hareket verileri baz alınmaktadır. Bu eşleştirme yapıldıktan sonra ise iyileştirilmiş veri Kalman Pozisyon Tahmini olarak adlandırılan Kalman filtresinden geçirilmekte ve daha doğru koordinatlar elde edilmektedir. Bu çalışmanın sistem mimarisi aynı zamanda Şekil 2.6'da da verilmiştir.



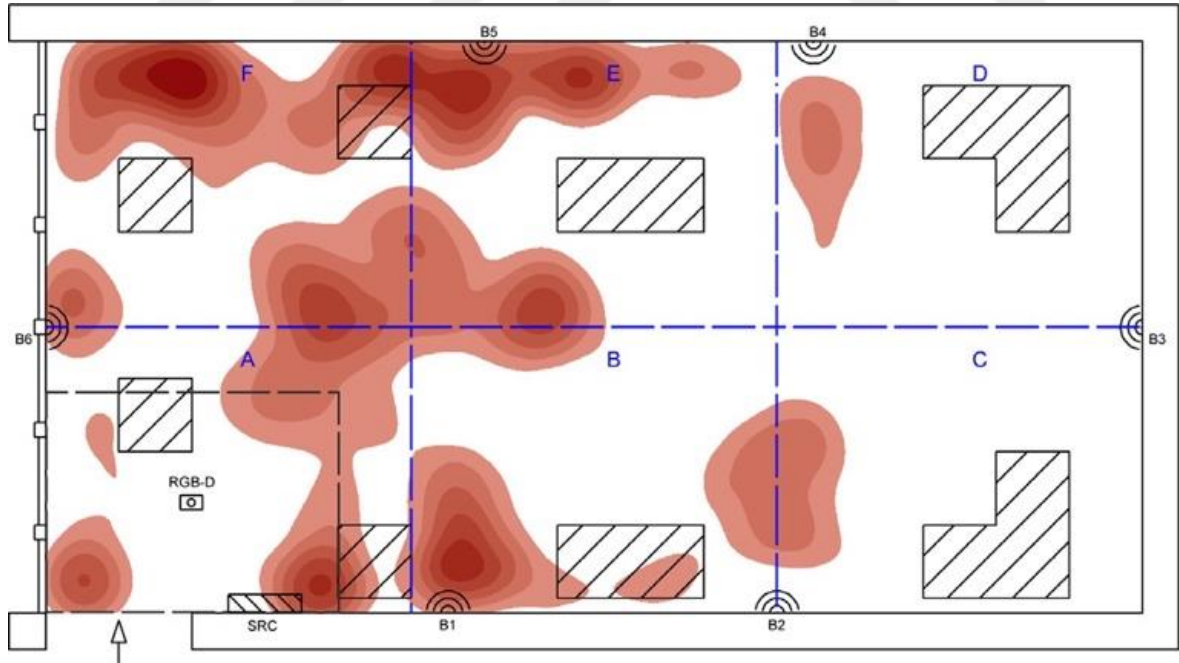
Şekil 2.6. Sturari ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmanın sistem mimarisi [12]

Bu çalışmada hazır bir veri kümesi kullanılmamış olup işaretçilerden ve RGB-D kameradan elde edilen veriler kullanılmıştır ve bu veriler 6 parçaya bölünmüş olan mağazanın tamamı izlenerek elde edilmiştir.

Bu çalışmayı test etmek için bir mağaza A-F olmak üzere 6 parçaya bölünmüş ve farklı yaş aralıklarında 3 farklı kümede toplamda 20 kişi seçilmiştir. Bu çalışanların akıllı telefonlarına işaretçiler için gerekli olan uygulama kurulmuştur ve her bir çalışanın kendi profilleri oluşturulmuştur. Test sonucunda ise sadece işaretçi kullanılarak pozisyon tahmininin 76% başarı oranı elde edilirken RGB-D kamera ile birleştirilmiş verilerden elde edilen pozisyon tahmininde 85.5% bir başarı oranı elde edilmiştir. Müşterilerin gezintisi ise Markov Zinciri ile analiz edilmiş olup mağazanın bölünmüş 5 parçası 6 düğüm olarak verilmiştir (Şekil 2.7). Buradan da C bölümünden B bölümüne geçiş, 76% olarak en yüksek oranda elde edilmiştir. Ayrıca bu bölümlerin ısı haritası da çıkarılarak yoğun olarak gezintide bulunan yerler de tespit edilmiştir (Şekil 2.8).



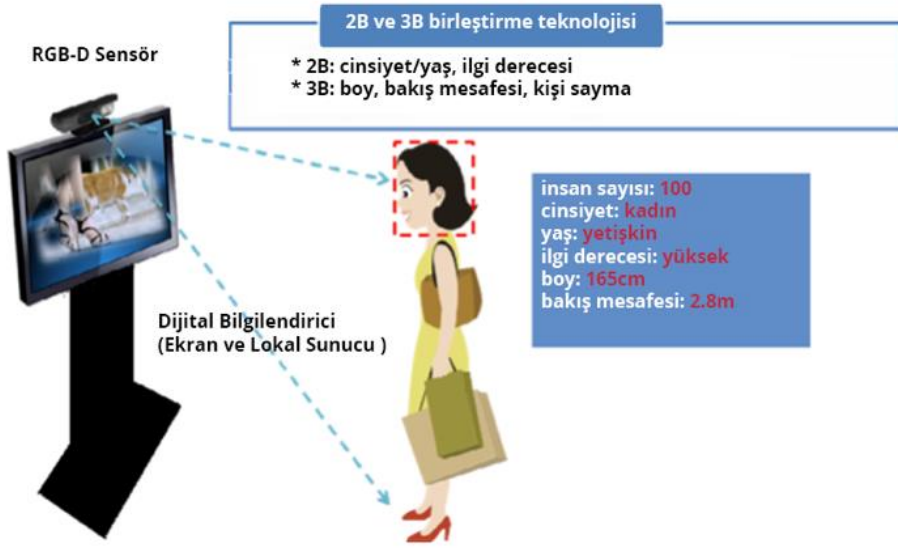
Şekil 2.7. 6 parçaya bölünmüş olan mağazada müşterilerin bölümler arasında geçiş olasılıklarını gösteren Markov Zinciri [12]



Şekil 2.8. Mağazanın gezinti sürelerine göre ısı haritası [12]

2.11.7. Uygulama 7

Bu alanda yapılan başka bir çalışma da Lee ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir [8]. Bu çalışma, mağazalardaki müşterilerin bir RGB ve RGB-D kamera ile yaş, ilgi derecesi, cinsiyet, boy, izleme mesafesi gibi bilgileri tahmin edilmesine, müşterilerin takip edilmesine ve mağazaya giren müşterilerin sayılmasına yöneliktir.

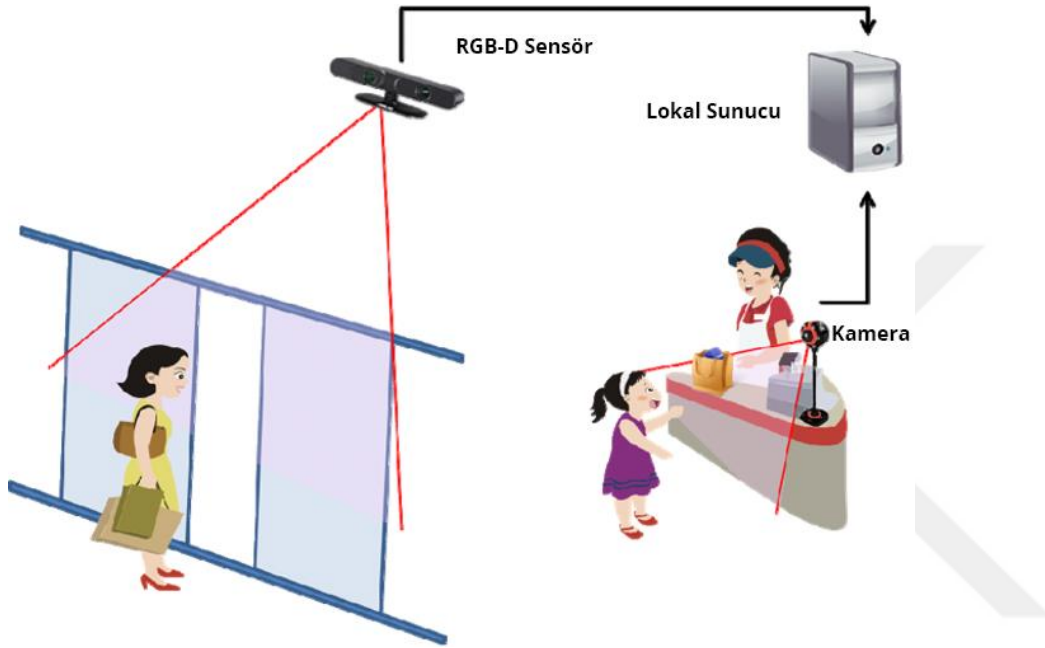


Şekil 2.9. Reklam Ekranı Mimarisi [8]

Bu çalışmadaki 2 farklı mimari üzerinde durulmuştur. Bunlardan ilki reklam ekranlarında reklamı izleyen müşterilerin analizine yöneliktir. Bu mimaride ekranın üzerine yerleştirilmiş RGB-D kameradan eş zamanlı olarak elde edilen 3D görüntüler ile boy ve izleme mesafesi hesaplanmakta olup 2D görüntüler ile de müşterinin yaş, cinsiyet ve ilgi derecesi tespit edilmektedir. Bu da reklam verenlere ya da mağaza sahibine reklamı izleyen müşterilere ait profil bilgileri ve istatistiksel bilgiler vermeye yaramaktadır (Şekil 2.9).

Bu mimaride öncelikle derinlik bilgisiyle insan tespiti yapılmaktadır. İnsan tespit edildikten sonra Viola-Jones yüz tespit algoritması ile yüz tespit edilmektedir. Bu yüz bilgisinden LBP yöntemi kullanılarak yüz nitelikleri çıkarılmış ve SVM sınıflandırıcıya girdi olarak verilerek yaş, ilgi derecesi ve cinsiyet tespit edilmektedir. Ayrıca derinlik bilgisi kullanılarak boy ve izleme mesafesi de tespit edilmektedir. Bunlara ek olarak aynı zamanda insan takibi yapılarak mağazadaki müşterilerin sayısı tespit edilmektedir.

İkinci mimari ise mağaza girişinde müşterilerin analizine yöneliktir. Bu mimarinin çalışma sistemi birinci mimari ile aynı olup kullanım amacı farklıdır. Burada RGB-D kamera mağazanın tavanına yerleştirilmekte olup mağazaya giren kişilerin istatistiğini tutmaktadır. Ardından ise POS entegrasyonu ile satın alma yapan müşteri ile RGB-D kamera tarafından görüntüsü çekilmiş müşterilerin profil bilgileri eşleştirilmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Mağaza Girişi Mimarisi [8]

Bu çalışmada hazır bir veri kümesi kullanılmamış olup RGB ve RGB-D kameradan elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu kameralar kullanılarak ise mağaza girişi ve mağaza içerisindeki reklam ekranları izlenmektedir.

Bu çalışma 10 gün boyunca bir mağazada test edilmiş olup elde edilen görüntüler içerisinde rastgele 400 görüntü seçilerek çalışmanın başarısı test edilmiştir.

Test sonuçlarında 3D görüntülerde yaklaşık 100% oranda insan tespit edilmiş olurken 2D görüntülerde bu oran 93% olarak kalmıştır. 2D görüntülerin daha az başarılı olmasının sebebi de üst üste binen insan görüntülerinde derinlik bilgisinin olmamasından kaynaklanmaktadır. Yaş ve cinsiyet tespiti başarısı da 86.61% ve 74.91% olarak bulunmuştur.

2.11.8. Uygulama 8

Sokol ve Holý tarafından gerçekleştirilen bu çalışmada Çek Cumhuriyeti'nde bulunan bir eczane zincirindeki müşterilerin alışveriş bilgileri kullanılarak müşterilerin yenilik, sıklık ve mali (RFM) yapısı, (PPS) ve eczaneye gelme amacı temel alınarak gruplandırılmıştır [14].

Bu çalışmada gerçekleştirilen RFM gruplandırmasında müşteriler öncelikle satın alma zamanlarına göre gruplandırılmaktadır. Bu sayede mağaza sahibi belli bir süre aralığında hangi müşterilerin mağazada olduğunu bilmektedir. Buradan da müşterilerin yeni olup olmadığı da anlaşılmaktadır.

RFM gruplandırmasının ikinci analizi ise müşterinin geliş sıklığına yöneliktir. Burada belli bir zaman aralığında müşterinin kaç kez alışveriş yaptığı bilgisi çıkarılarak müşterinin sadık müşteri olup olmadığı anlaşılmaktadır.

RFM gruplandırmasının üçüncü analizi ise müşterinin sağladığı kazancı anlamaya yöneliktir. Burada müşterinin belli bir zaman aralığında yaptığı alışverişler ve yaptığı harcamalar göz önünde bulundurularak zaman aralığı başına yaptığı harcama çıkarılmaktadır.

Elde edilen 3 RFM analizin sonucunda elde edilen veri ile 3 boyutlu bir vektör oluşturulmakta ve k-means algoritması ile bu vektörler gruplandırılmaktadır.

Bu çalışmada gerçekleştirilen bir diğer gruplandırma çeşidi olan PPS gruplandırmasında, müşterilerin faturalarında bulunan satın alınmış ürünler kullanılarak bir gruplandırma yapılmıştır. Burada öncelikle 55 kategoriye göre her bir kategori için satın alınan ürünlerin sayısına oranı göz önünde bulundurularak 55 büyüklüğünde bir vektör oluşturulmuştur. Daha sonra da bu vektör k-means algoritması kullanılarak gruplandırılma yapılmıştır.

Bir diğer gruplandırma çeşidi olan ve RFM ile PPS gruplandırmasında göz önünde bulundurulmayan müşterinin gelme amacına yöneliktir. Acil satın alma olarak adlandırılan bazı durumlarda müşteriler sadece bir ürün satın aldıkları için burada da bir acil durum olup olmadığına, acil durum değilse nasıl bir durum olduğuna yönelik gruplandırma yapılmaktadır. Bu gruplandırma yapılırken de ilaç kategorisi başına satın alınan ürün sayısı

ile birlikte fatura miktarı da eklenerek bir vektör oluşturulmaktadır. Yine diğer gruplandırma çeşitlerinde olduğu gibi bu gruplandırma yönteminde de k-means algoritması kullanılarak bir gruplandırma yapılmaktadır.

Çizelge 2.4. PPS sonuçlarına göre oluşan gruplar [14]

Küme	Açıklama	Müşterilerin Paylaşımı
P01	Genel	32.0%
P02	Özelleştirilmiş – Deterjanlar	6.1%
P03	Özelleştirilmiş – Çamaşır deterjanları	5.6%
P04	Özelleştirilmiş – Vücut ürünleri	6.1%
P05	Özelleştirilmiş – Yüz ürünleri	6.2%
P06	Özelleştirilmiş – Diş ürünleri	5.7%
P07	Özelleştirilmiş – Saç ürünleri	7.5%
P08	Özelleştirilmiş – Güzellik ürünleri	9.6%
P09	Özelleştirilmiş – Erkek ürünleri	5.3%
P10	Özelleştirilmiş – Çocuk ürünleri	5.0%
P11	Özelleştirilmiş – Parfümler	7.3%
P12	Özelleştirilmiş – Mevsimsel ürünler	3.7%

Bu çalışmada hazır veri kümesi kullanılmamış olup Çek Cumhuriyeti’nde bulunan bir eczane zincirindeki yaklaşık 1,5 milyon müşteri sadakat kartının 5,6 milyon faturası ve alışveriş geçmişi kullanılmıştır. Bu veri kümesi de 55 kategoriye ayrılmış yaklaşık 10 bin üründen oluşmaktadır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada 3 farklı gruplandırma amacıyla da ortak olarak kullanılan k-means algoritması ile en optimal grup sayısının bulunmasına yönelik testler yapılmıştır.

PPS gruplandırması sonucunda en optimal grup sayısı 12 olarak belirlenmiş olup bu gruplar Çizelge 2.4’te gösterilmiştir.

Mağazaya gelme amacına yapılan gruplandırmada 18 farklı grup belirlenmiş olup bu gruplar Çizelge 2.5’te gösterilmektedir.

Çizelge 2.5. Mağazaya gelme amacına göre yapılan gruplandırma sonuçları [14]

Küme	Açıklama	Müşterilerin Paylaşımı
M01	Genel – Tamamen küçük	6.0%
M02	Genel – Çoğunlukla küçük	8.8%
M03	Genel – Küçük ve büyük	8.4%
M04	Genel – Çoğunlukla büyük	11.3%
M05	Genel – Tamamen büyük	6.8%
M06	Acil – Deterjanlar	2.9%
M07	Acil – Çamaşır deterjanı	4.3%
M08	Acil – Vücut ürünleri	3.3%
M09	Acil – Yüz ürünleri	3.6%
M10	Acil – Diş ürünleri	3.1%
M11	Acil – Saç ürünleri	4.2%
M12	Acil – Güzellik ürünleri	4.2%
M13	Acil – Erkek ürünleri	3.0%
M14	Acil – Çocuk ürünleri	4.3%
M15	Acil – Kadın hijyen ürünleri	1.4%
M16	Karışık – Deterjanlar	8.2%
M17	Karışık – Saç ürünleri	9.6%
M18	Karışık – Güzellik ürünleri	6.4%

2.12. Sonuç

Fiziksel mağazalarda müşterilerin davranışlarının ve profilinin analizine yönelik birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerinin genel amacı mağaza sahibine geri bildirim sağlamak ve mağaza düzeni, satılacak ürünler gibi satışları arttırmaya yönelik yapılan çalışmalarda bir karar verme mekanizması sağlamak ya da yardımcı olmaktır.

Bu çalışmada literatürdeki çalışmalar problemler, algoritmalar, veri kümesi, kullanılan yapı, izlenen ortam, izleme aracı, uygulama alanları, maliyet ve başarı açısından incelenmiş olup benzer çalışmalardan bazıları seçilerek bu çalışmada genel çalışma mantıkları ve yöntemleri hakkında bir inceleme yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı ise bu alanda çalışmak isteyen kişiler hakkında bu alanda yapılan çalışmalar hakkında detaylı bir bilgi vermektir.

2.12.1. Problem

Bu alanda yapılan çalışmalarda genel olarak müşteri sayma, müşteri gezintisini izleme, mağaza düzeninin iyileştirilmesi, müşteri gezintisi ile satın almasının ilişkilendirilmesi, müşterinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi ve müşterilerin gruplandırılması problemlerine yoğunlaşılmaktadır. Bu problemlerin temel odak noktası ise mağazaya gelen müşterilerin farklı amaçlara yönelik izlenmesi ve analiz edilmesidir.

Müşteri davranış analizlerinde en genel kullanım, mağaza içerisinde en sık gezilen bölgeler ve müşterilerin gezintisi boyunca en sık izlediği yolların tespitine yöneliktir. Bu bilgiler tespit edildikten sonra mağaza sahibine satışlarını arttırmaya yönelik planlamalarında birçok önemli bilgi sağlamaktadır. Örneğin, mağaza sahibi yapılan analizler sonucunda sağ taraftaki yolun sol taraftaki yola göre daha sık kullanıldığını tespit edebilirse, potansiyel olarak satma ihtimali daha yüksek olan ürünleri bu yol üzerinde gösterebilir. Böylelikle bu ürünleri daha fazla müşteri göreceğinden dolayı satma olasılığı da artacaktır.

Müşteri profili belirlemedeki genel amaç ise mağazaya gelen müşterilerin yaş, cinsiyet, boy gibi kendini tanımlayan niteliklerin tespiti ve mağazanın hitap ettiği genel kitlenin tespit edilmesine yöneliktir. Bu tür çalışmalar ile mağazanın hitap ettiği kitle tespit edildiği durumda, mağaza sahibi de sattığı ürünleri ya da mağaza konseptini bu bilgiler doğrultusunda değiştirebilir. Örneğin bir mağazaya son bir ay içerisinde uğrayan müşterilerin 90% oranda erkek ve %85 oranda 18-24 yaş arası geldiği tespit edilirse, mağaza sahibi 18-24 yaş arasındaki erkek müşterilere yönelik ürünleri ön plana çıkarabilir ve dolayısıyla daha fazla satış yapma olasılığı doğabilecektir.

2.12.2. Algoritma

RGB ve RGB-D kameralar kullanılan çalışmalarda, bu kameralardan elde edilen görüntüleri üzerinde bazı işlemler uygulanmaktadır. Bu işlemler görüntü üzerindeki hareket tespiti, arka plan çıkarılması, nitelik tanımlayıcıların çıkarılması üzerinedir. Bu işlemler uygulandıktan sonra ise bazı sınıflandırıcılar ile elde edilen görüntüler sınıflandırılabilir.

RFID gibi sinyal yayan cihazlar kullanılan çalışmalarda ise bu sinyaller takip edilerek bir veri elde edilmesi, ardından ise ağ yöntemleri ile merkezler çıkarma ve bazı sınıflandırıcılar kullanılarak sınıflandırılmalar yapılmaktadır.

2.12.3. Veri kümesi

İncelenen çalışmalara göre, bu çalışmalarda hazır veri kümesi kullanmak yerine çoğunlukla mağaza içerisinden elde edilen veriler kullanılarak işlenmektedir.

2.12.4. Kullanılan yapı

Yapılan çalışmalara bakıldığında makine öğrenmesi, bilgisayarlı görme, ağ yapısı ve istatistiksel model yapılarının kullanıldığı görülmektedir. Bu yapılar, müşterilerden elde edilen verilerin türüne göre farklı şekillerde kullanılmaktadır.

2.12.5. İzlenen ortam

Bu çalışmalara bakıldığında genel olarak mağaza içi, mağaza dışı ve reklam ekranları izlenmektedir. Burada izlenen bu ortamların izlenme yöntemi ve amacı birbirinden farklıdır. Mağaza içini izleyen çalışmalarda genel olarak müşterinin davranışı ve profili analizi yapılmak amaçlanmaktadır. Böylelikle müşterinin mağaza içerisinde izlediği yol, yoğun olarak bulunduğu noktalar, müşterinin fiziksel özellikleri gibi bilgiler elde edilmekte ve mağaza sahibine geri bildirim olarak verilmektedir.

Mağaza dışını izleyen çalışmalar daha çok müşterinin mağaza içerisinde olup olmadığını anlamaya yöneliktir.

Son olarak ise reklam alanlarının izlenmesi ile reklam vericilerin verdikleri reklam ile müşterilerin ne kadar ilgisini çektiği ve bu reklamın ne kadar başarılı olduğunun analiz edilmesi amaçlanmaktadır.

2.12.6. İzleme aracı

Bu alanda yapılan çalışmalarda RGB/RGB-D kameralar ve RFID gibi radyo sinyali yayan cihazlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. RGB kameralara kıyasla RGB-D kameralarda

derinlik bilgisi de elde edilebildiği için daha iyi sonuçlar üretmektedir. Ancak bu kameraların yüksek maliyetli olması dezavantajı nedeniyle bazı çalışmalarda tercih edilmemektedir. RFID cihazlarının ise düşük güç tüketimi, kısa mesafelerde iyi sonuçlar elde etmesi ve düşük maliyetli olması bu cihazların kullanılma sebeplerinden birkaçıdır. Ancak bu RFID cihazlarının müşterilerin telefonları ile eşleşme problemi ve müşteri sayma probleminde başarılı olamaması da dezavantajdır. Bu avantajlar ve dezavantajlar göz önünde bulundurulduğunda bazı çalışmalarda her iki cihaz da hibrit bir şekilde kullanılabilir. Böylelikle çok daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bunların dışında bazı çalışmalarda ise ses, müşteri sadakat kartı ve POS verileri de kullanılmıştır. Bu ses bilgisi ile iç mekân ve dış mekân ayrımı kolaylıkla yapılabilmektedir. Müşteri sadakat kartı verileri ile müşterinin yaptığı alışverişler, alışveriş sıklığı, yaptığı harcamalar gibi veriler elde edilebilmektedir. POS verileri ise tek başına kullanılmamakta olup RFID, RGB ve RGB-D kameralar ile birlikte müşterilerin harcamalarını elde etmek için kullanılmaktadır.

RFID cihazlar ve RGB-D kameralar da her çalışmada aynı şekilde kullanılmamaktadır. Bazı çalışmalarda RGB-D kamera tavana asılıyken bazı çalışmalarda boy hizasındadır. RFID cihazları ise bazı çalışmalarda mağaza içerisine yerleştirilmişken bazı çalışmalarda da alışveriş arabalarına yerleştirilmiştir. Bu da bu cihazların ve kameraların yerleşiminin çalışmalarda önerilen yönetime göre çeşitlilik gösterdiğini göstermektedir.

2.12.7. Uygulama alanları

Bu çalışmalar genellikle süpermarket, mağaza zinciri ve reklamcılık alanlarında uygulanmaktadır. Süpermarket alanında yapılan çalışmalarda genellikle süpermarket içerisindeki önemli yolların ve süpermarket düzeninin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle satılması daha çok istenen ürünler bu bilgilere göre mağaza içerisine yerleştirilirse satış ihtimali daha çok olacaktır.

Mağaza zincirlerinde yapılan çalışmalarda ise müşterinin davranışı ve profilinin analiz edilmesine amaçlanmaktadır. Böylelikle mağazaya gelen müşterilerin fiziksel özellikleri, izlediği yollar ya da müşteri sadakat kartları ile yapmış olduğu alışverişler kullanılarak müşterilerin gruplandırılması sağlanmaktadır.

Reklamcılık alanında yapılan çalışmalarda ise verilen reklamların ne kadar başarılı olduğu, müşteriler tarafından ne kadar dikkat çekici olduğu ve reklamın satışlarda sağladığı artış gibi analizlerin yapılması amaçlanmaktadır.

2.12.8. Maliyet

Bu çalışmalarda izleme aracı olarak kullanılan RGB ve RGB-D kameralar ile diğer izleme araçları göz önünde bulundurulduğunda RGB ve RGB-D kameralar daha yüksek maliyetlidir.

2.12.9. Başarı

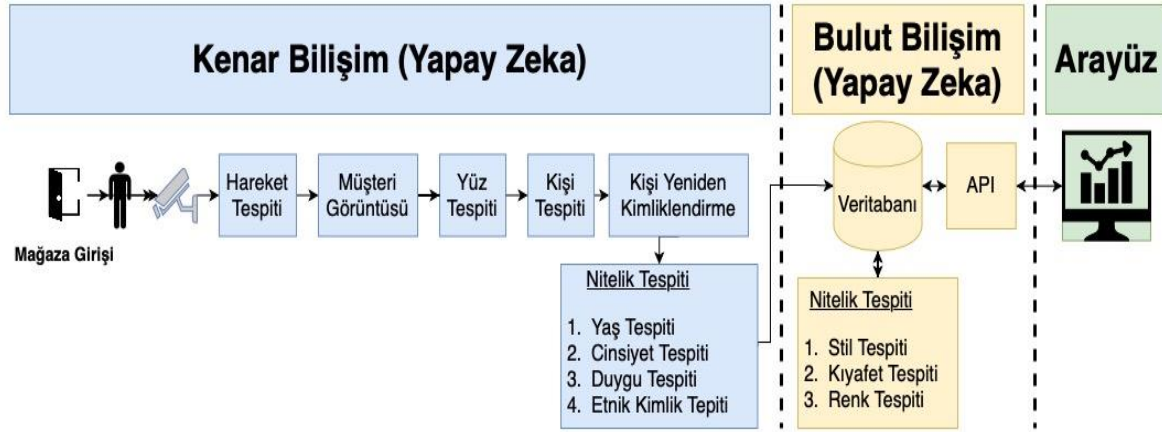
Yapılan çalışmalar incelendiğinde RFID ve RGB/RGB-D kameralar tek başına çalıştığında ne kadar başarılı olduğu görünse de RFID, POS, RGB/RGB-D kamera ve ses bir arada kullanıldıklarında çok daha başarılı sonuçlar verdiği görülmektedir.

Kamera görüntülerinden elde edilen veriler ise sınıflandırıcılar ile kullanıldığında başarılı olduğu görülmüştür. Ancak sınıflandırıcı aşamasından önce bazı ön işleme adımlarının da uygulanması başarıyı daha da arttırmaktadır.

RFID cihazlarından elde edilen sinyaller kullanılarak yapılan çalışmalarda kamera kullanılan çalışmalara göre farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler ile sınıflandırıcılar kullanılarak yapılan çalışmalar da başarılı sonuç vermiş olmasına rağmen kameralar ile yapılan çalışmalara kıyasla daha az başarılı olmuştur.

3. YÖNTEM

Bu çalışma görüntü elde etme ve veri işleme aşamaları olarak kenar bilişim ve bulut bilişim, sonuçların gösterilmesi için ise API ve web ara yüzü aşaması olmak üzere toplamda 3 aşamadan oluşmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Önerilen Hibrit Zeki Sistem Mimarisi

Sistemin genel çalışma mimarisinde çoklu işlem mimarisi (multi-thread) kullanılmaktadır. Bu mimari hareket tespiti ve genel tespit olmak üzere iki işlem üzerinden oluşmaktadır ve birbirinden bağımsız bir şekilde çalışmaktadır. Ancak bu işlemler ortak kullanılan bir kuyruk yapısı ile haberleşmektedir.

Bu işlemlerden ilki olan hareket tespitinde amaç kameradan gelen görüntüler üzerinde hareket tespiti yapmak ve hareket tespit edilen görüntüleri bir dosyaya yazmaktır. Dosyaya yazılan bu görüntülerin yollarını da kuyruğa ekleyerek genel tespit işleminde işlenmek üzere göndermektedir. Bu aşama tamamlandıktan sonra genel tespit işlemine sadece hareketin tespit edildiği görüntüler gönderilmekte ve böylelikle kısıtlı olan işlem gücünü optimum seviyede kullanmak amaçlanmaktadır.

Birinci aşamada kullanılacak olan ve derin öğrenme modellerinin çalıştırılacağı cihaz, hız, enerji tüketimi, maliyet, konumlandırma ve kullanım şekli göz önünde bulundurulacak seçilmiştir ve bu karşılaştırmalar Çizelge 3.1’de paylaşılmıştır. Bu çizelgeye bakıldığında yüksek hız, düşük enerji tüketimi, düşük maliyet, kolay konumlandırılabilir ve NVIDIA Jetson Nano geliştirici kiti ile birlikte tümleşik olarak gelmesi sebebiyle diğer cihazlara göre

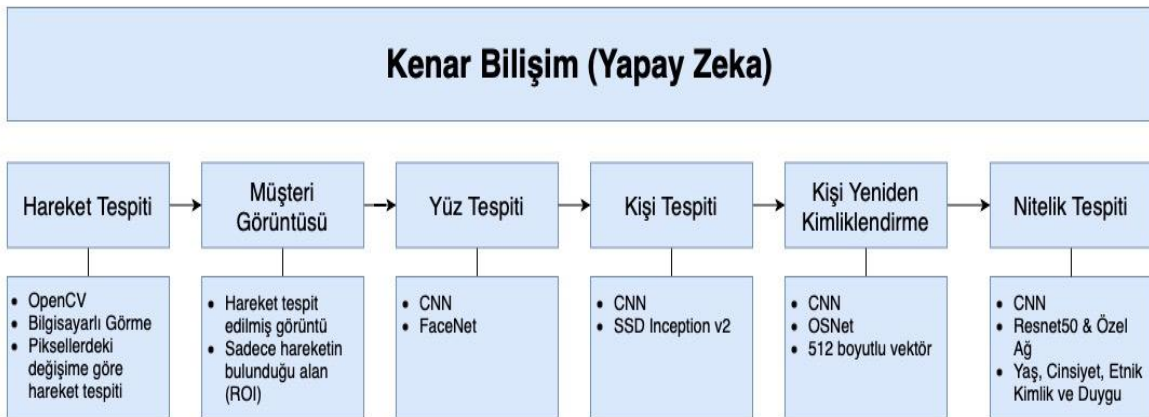
oldukça avantajlı olduğu görülmektedir. Bu sebeple de bu çalışmada NVIDIA Jetson Nano geliştirici kiti kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Cihaz karşılaştırmaları

Cihaz	Hız	Enerji Tüketimi	Maliyet	Yerleşim	Kullanım Şekli
CPU – Intel i7	Orta	Orta	Yüksek	Zor	Bilgisayar bileşenleri ile birlikte
GPU – NVIDIA Quadro	Yüksek	Orta	Yüksek	Zor	Bilgisayar bileşenleri ile birlikte
GPU – NVIDIA Tegra	Yüksek	Düşük	Düşük	Kolay	NVIDIA Jetson Nano ile tümleşik
Hızlandırıcı – Intel NCS	Yüksek	Düşük	Orta	Kolay	Raspberry Pi ile birlikte
Hızlandırıcı – Google Coral	Yüksek	Düşük	Orta	Kolay	Raspberry Pi ile birlikte

İşlemlerden ikincisi olan genel tespit işleminde ise amaç hareket tespit edilmiş görüntüler üzerinde kişilerin olup olmadığı, kişi var ise daha önce görüntüsü işlenmiş olan kişi olup olmadığı, kişinin vücudunun tamamının görünüp görülmediği ve yüzünün görünüp görünmediği gibi mantıksal işlemler hesaplanarak kişinin niteliğinin çıkarılması açıklanmaktadır. Bu işlemler aşağıdaki bölümlerde detaylı olarak anlatılmaktadır.

3.1. Kenar Bilişim



Şekil 3.2. Kenar Bilişim Mimarisi

Bu aşamada NVIDIA Jetson Nano üzerinde bağlı olan 12.3 MP Sony IMX477 sensöre ve 6mm geniş açığa sahip bir kamera (Resim 3.1), mağazanın girişi görecektir.

yerleştirilmektedir (Resim 3.2). Ardından bir CSI kamera aracılığı ile mağazalardan devamlı bir şekilde görüntü alınmaktadır. Alınan bu görüntüler üzerinde hareket tespiti, yüz tespiti ve kişi tespiti algoritmaları kullanılarak elde edilen görüntülerde müşterinin olup olmadığı, müşteri varsa müşterinin vücudunun tamamının görüntü içerisinde düzgün bir şekilde görüldüğü doğrulanmaktadır (Şekil 3.2). Bu işlemlerden sonra müşteriye ait bazı niteliklerin elde edilmekte olup bu meta veri ve görüntü bulut ortamına gönderilerek bu ortamda bulunan MongoDB veri tabanında saklanmaktadır. Bulut ortamına gönderilen görüntü, kişisel verilerin korunması amacıyla yüz maskelenerek gönderilmektedir (Resim 3.3).



Resim 3.1. NVIDIA Jetson Nano Geliştirici Kiti ve Sony IMX477 sensöre sahip kamera

Bulut ortamında saklanan görüntülerde müşterilerin yüzleri kişisel verilerin korunumu amacı ile buzlanarak saklanmaktadır. Ayrıca bu görüntüler bulut ortamında işlendikten sonra silinmekte ve veri tabanında tutulmamaktadır (Bakınız Bölüm 3.4).



Resim 3.2. Örnek mağaza girişi görüntüleri

Kenar bilişimde eğitilen ve kullanılan modeller ile yapılacak olan işlemler aşağıdaki şu noktalar dikkate alınarak karar verilmiştir:

1. GPU ve CPU belleğin ortak kullanılması ve 4GB boyutu olması nedeniyle küçük boyutlu modellerin kullanılması
2. GPU işlem gücünün kısıtlı olması nedeniyle hızlı sonuçlar verebilecek modellerin kullanılması
3. Depolama alanının kısıtlı olması sebebiyle görüntülerin hızlı bir şekilde işlenmesi ve görüntü işleme hızının kuyruğu doldurma hızından daha hızlı olması



Resim 3.3. Kişi ve yüz bilgileri bulunduğundan sonra bulut ortamına gönderilen maskelenmiş ve ilgili alanı (ROI) kırpılmış görüntü örneği

Bu çalışmanın ilk aşaması olan kenar bilişim sonucunda bir görüntü üzerinden elde edilen elde edilen meta veri ise Çizelge 3.2’de paylaşılmaktadır.

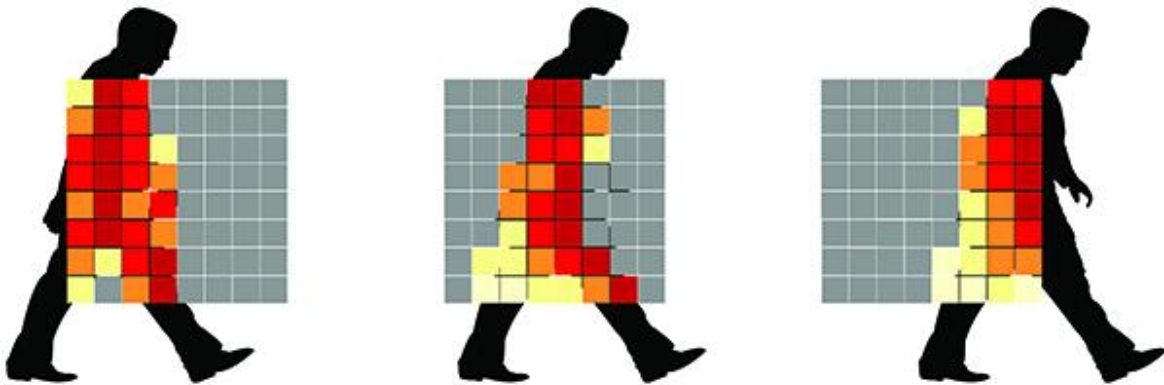
Çizelge 3.2. Kenar bilişim meta verisi

Nitelik	Değer
Görüntü	(Görüntü 2)
Yaş	20-29
Cinsiyet	Kadın
Etnik Kimlik	Diğer
Duygu	Üzgün
Yüz Konumu	[214, 288, 45, 119]
Kişi Skoru	0.98

3.1.1. Hareket tespiti

Mağaza içerisine yerleştirilmiş olan kameradan devamlı bir şekilde görüntü aktığı için burada bir hareket tespiti yapılması gerekmektedir. Buradaki amaç elde edilen görüntüler içerisinde herhangi bir hareket tespit edilen ve edilmeyen görüntüleri filtreleyerek hareket tespit edilmeyen görüntüler üzerinde gereksiz işlemlerin yapılmasını engellemektir. Aksi taktirde bütün görüntüler üzerinde bütün algoritmayı çalıştırmak oldukça fazla bir işlem gücü ve işlem süresine neden olacaktır. Günümüzdeki yüksek işlem güçlü bilgisayarlarla kıyaslandığında NVIDIA Jetson Nano'nun kısıtlı işlemci gücü olması göz önünde bulundurulduğunda işlem gücünü en optimal şekilde kullanmak için hareket tespiti yapılması zaruri olarak görülmektedir.

Hareket tespiti için OpenCV kütüphanesi kullanılmıştır. Öncelikle RGB görüntüler gri tonlamaya çevrilmiştir. Ardında ise iki görüntü arasındaki değişen pikseller ve ortalama ağırlıkları hesaplanıp önceden belirlenmiş bir eşik değeri ile karşılaştırılarak hareketin olup olmadığı ve belli bir hareket tespit edilmişse bu hareketin yeterli olup olmadığını anlamak için bir diğer eşik değerinden geçirilmiştir (Resim 3.4). Hareket yeterli bulunduğu takdirde ise görüntünün tamamını almak yerine sadece hareketin bulunduğu pikseller kesilerek işlenmiştir. Böylelikle hareketin bulunmadığı ve çoğunlukla arka planın bulunduğu pikseller üzerinden gereksiz işlemler yapmayarak hafızanın ve işlemcinin optimum kullanılması sağlanmıştır.

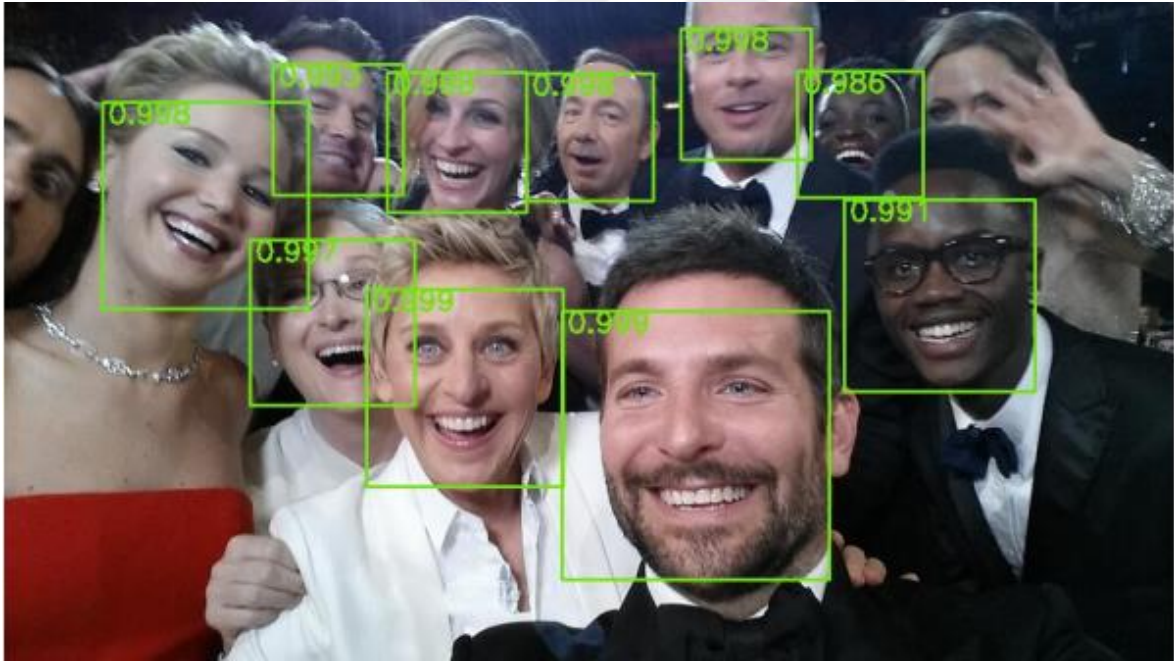


Resim 3.4. Hareket tespit edilmiş pikseller [19]

3.1.2. Yüz tespiti

Mağazadan elde edilmiş görüntüler üzerinde hareket tespit edilmiş görüntüler filtre edildikten sonra bu hareketin sebebinin bir insandan mı bu yoksa çevresel faktörlerden mi olduğunu tespit etmek için bu görüntüler üzerinde bir yüz tespiti yapılmaktadır. Böylelikle mağazaya bir müşterinin girip girmediği doğrulanmaktadır.

Yüz tespiti için FaceNet [20] ağında eğitilmiş bir model kullanılmıştır. Bu model ile görüntü üzerinde kişilerin yüz görüntüsünün olup olmadığı, varsa net olup olmadığı tespit edilmektedir. Bu modelin sonucunda eğer yüz varsa yüzün görüntü üzerindeki konum bilgisi elde edilmektedir. Yüze ait bu konum bilgisi ise belli bir oranda genişletilerek yüzün tamamının maskelenmesi için kullanılmaktadır. Bu işlemlerin sonucunda kişinin yüzünün karartılması olduğu görüntüsü bulut ortamında işlenmek üzere veri tabanına gönderilmektedir (Resim 3.5).



Resim 3.5. Sosyal medya üzerinde bulunan bir görüntüde yüz tespiti örneği

3.1.3. Kişi tespiti

Bu aşamada mağaza giren müşterinin vücudunun tamamının tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle vücudunun tamamı tespit edilmiş olan bir müşteriye ait görüntü, daha sonraki aşamalarda kullanılacak olan analiz yöntemleri için uygun bir görüntü

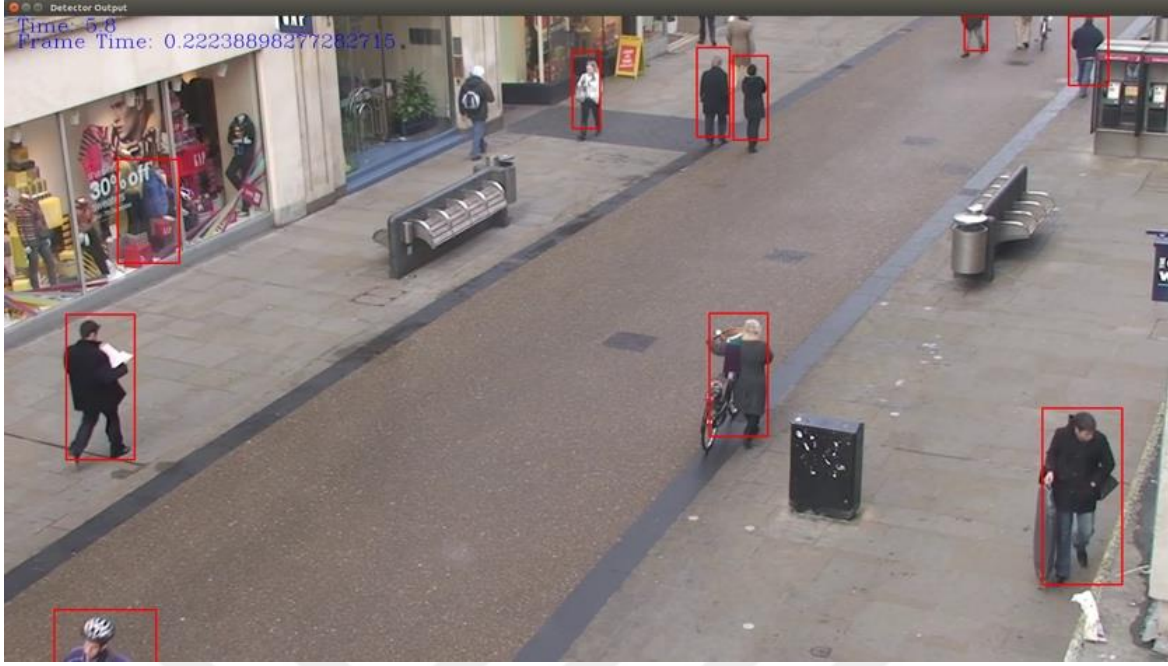
olacaktır. Her ne kadar görüntü içerisinde bir müşteri tespit edilmiş olsa da vücudunun sadece belli bir kısmı dahil olan bir müşteriye ait bu görüntü analiz edilmek için uygun bir görüntü olmayacaktır. Çünkü müşterinin vücudunun tamamının bulunmadığı bir görüntü, bu müşteriye yanlış analiz etme ihtimalini yükseltecektir. Bu sebeple vücudun tamamının görüldüğü bir görüntüyü almak için belli bir yüz-boy oranı belirlenerek bu eşik değer altındaki görüntüler işleme alınmamaktadır.

Bu işlemlerin ardından ise bir görüntü üzerinde birden fazla müşterinin bulunması durumunda yüz ve kişi konum bilgileri eşleştirmekte ve kişinin bulunduğu kare içerisindeki yüz bilgisi alınmaktadır. Daha sonra ise daha önceden belirlenmiş olan bir eşik değeri ile müşterinin bulunduğu kare içerisindeki yüzün bulunduğu karenin piksel olarak oranı karşılaştırılmakta ve bu eşik değerinin altındaki müşteri bilgileri göz ardı edilmektedir. Böylelikle yüz bilgisi tam olarak alınamayan müşterilerin analizinin yapılması engellenmektedir.

Müşteriye ait görüntüde vücudunun tamamının bulunduğunu doğruladıktan sonra ise bu müşteri gün içerisinde daha önce analiz edilip edilmediğini anlamak için müşterinin yeniden tanımlanması gerekmektedir. Bu işlemin amacı ise yine işlem gücünü en optimal şekilde kullanmak için analiz edilmiş olan bir müşterinin tekrardan analiz edilmesini engellemektir.

Bir görüntü içerisinde birden fazla kişi bulunması durumunda görüntü üzerinde tespit edilmiş her bir kişi birbirinden bağımsız ve tekil olarak düşünülmekte, bu görüntü üzerinde tespit edilmiş olan her bir kişinin konumuna göre tüm işlemler yine her bir kişi için ayrı ayrı hesaplanmaktadır.

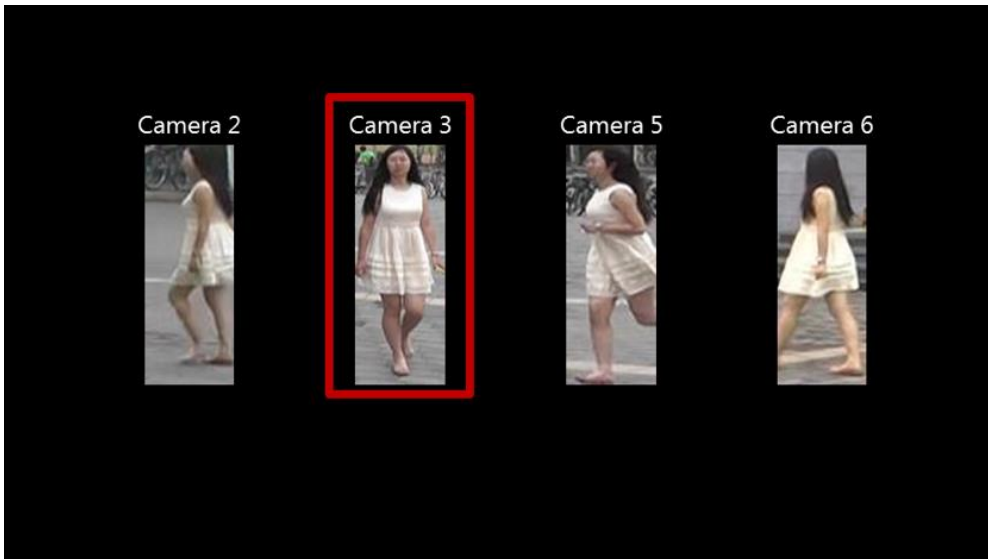
Kişi tespiti için COCO [21] veri kümesi üzerinde SSD Inception v2 ağı ile eğitilmiş olan bir model kullanılmıştır. Bu veri kümesi 80 farklı sınıf etiketine sahip olmasına karşılık, bu model bu çalışmada kişi tespiti amacıyla kullanılmaktadır. Bu modelin sonucunda elde edilen kişinin konum bilgisi, sadece kişiyi kapsayacak şekilde görüntüyü kesmek için kullanılmakta olup skor bilgisi ise bir eşik değerinden geçirilerek görüntüde tespit edilmiş olan kişinin doğruluk oranını arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (Resim 3.6).



Resim 3.6. COCO veri kümesi kişi tespiti [22]

3.1.4. Kişi yeniden kimliklendirme

Bu aşamaya kadar elde edilmiş bilgilere göre elde edilen görüntü bir kişi görüntüsü olup analiz etmek için ideal bir görüntüdür. Ancak bir kişiyi tekrar tekrar analiz etmemek için bu kişinin daha önce analiz edilip edilmediğini anlamamız gerekmektedir. Böylelikle daha önce analiz edilmiş bir kişi için cihaz üzerinde yeninden bir işleme yapılarak gereksiz güç kullanımından ve elde edilen istatistiğin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır (Resim 3.7).



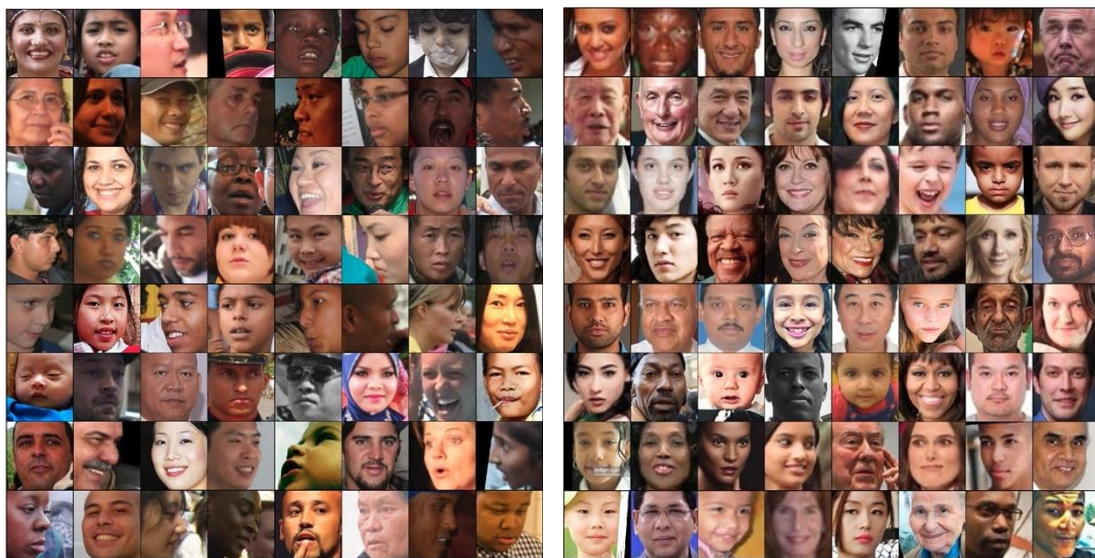
Resim 3.7. Kişi yeniden kimliklendirme örneği [23]

Burada kullanılan yöntem, kişi yeniden kimliklendirme için çok yön ölçekli nitelik öğrenimi ağı (OSNet [24]) üzerinde eğitilmiş olan bir model yardımıyla kişinin özelliklerini çıkarılması ve bu özelliklerin 512 boyutunda bir vektör ile temsil edilmesidir. Bu vektör elde edildikten sonra bir vektör uzayında bu vektörler temsil edilerek kosinüs benzerlikleri hesaplanmaktadır. Eğer bu benzerlik belli bir eşik üzerindeyse bu görüntüdeki kişinin daha önceden işlendiği anlaşılmakta olup göz ardı edilmektedir.

Elde edilen vektör uzayı ise elde edilen tüm vektörleri bir gün boyunca hafızada tutmakta ve gece yarısı bu vektörleri sıfırlamaktadır. Böylelikle sadece gün içerisinde elde edilen görüntülerdeki kişilerin benzerlikleri hesaplanmakta olup diğer günlerde elde edilen görüntülerdeki kişiler ile benzerliği hesaplanmamaktadır.

3.1.5. Nitelik tespiti

Bu aşamaya gelindiğinde, elde edilen görüntünün bir müşteriye ait olduğu, bu müşterinin vücudunun tamamının görüldüğü, analiz edilmeye uygun olduğu ve daha önce analiz edilmediği tespit edilmiştir. Bu aşamada ise müşterinin yaşı, cinsiyeti, etnik kimliği, duyguları ve mevsimi tespit edilmektedir. Bu nitelikler tespit edildikten sonra görüntü ve bu görüntüye ait meta verisi bulut ortamında bulunan veri tabanına gönderilmekte ve ardından da bulut ortamında analiz edilmesine devam edilmektedir.



Resim 3.8. FairFace [25] ve UTKFace [26] veri kümesi örnek görüntüleri

Yaş tespiti

Bu aşamada müşteriye ait görüntü üzerinden yaş tespit etme derin öğrenme modeli ile müşterinin yaş aralığı tespit edilmektedir. Bu modelin eğitimi için FairFace [25] ve UTKFace [26] veri kümeleri bir araya getirilerek kullanılmış olup Keras ile ResNet50 ağı kullanılarak eğitilmiştir (Resim 3.8). Bu veri kümesinde yaş grubu etiketleri aynen kullanılmış olup bu etiketler şu şekildedir:

1. 0-2
2. 3-9
3. 10-19
4. 20-29
5. 30-39
6. 40-49
7. 50-59
8. 60-69
9. 70 ve üzeri

Oluşturulan bu veri kümesinde eğitim ve test için ayrılmış etiket dağılımı Çizelge 3.3'te paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.3. Yaş veri kümesi etiket dağılımı

Etiket	Eğitim Verisi	Test Verisi
0-2	3080	516
3-9	11573	1648
10-19	10335	1480
20-29	31507	4735
30-39	22862	3254
40-49	12536	1806
50-59	8051	1272
60-69	3848	568
	105707	15696

Cinsiyet tespiti

Bu aşamada müşteriye ait görüntü üzerinden müşterinin cinsiyeti tespit edilmektedir. Burada yine FairFace [25] ve UTKFace [26] veri kümeleri birleştirilerek oluşturulmuş olan bu yeni veri kümesi üzerinde Keras ile ResNet50 ağı kullanılarak bir model eğitilmiştir. Bu veri kümesindeki cinsiyet etiketleri Erkek ve Kadın olmak üzere 2 etiketten oluşmaktadır.

Oluşturulan bu veri kümesinde eğitim ve test için ayrılmış etiket dağılımı Çizelge 3.4'te paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.4. Cinsiyet veri kümesi etiket dağılımı

Etiket	Eğitim Verisi	Test Verisi
Kadın	49801	7433
Erkek	55906	8263
	105707	15696

Etnik kimlik tespiti

Bu aşamada müşteriye ait görüntü üzerinden müşterinin etnik kimliği tespit edilmektedir. Burada yine FairFace [25] ve UTKFace [26] veri kümeleri birleştirilerek oluşturulmuş olan bu yeni veri kümesi üzerinde Keras ile ResNet50 ağı kullanılarak bir model eğitilmiştir. Bu veri kümesindeki etnik kimlik etiketleri aynen kullanılmış olup bu etiketler şu şekilde oluşmaktadır:

1. Siyah
2. Beyaz
3. Asya
4. Hindu
5. Diğer
 - 5.1. Güneydoğu Asya
 - 5.2. Latin
 - 5.3. Ortadoğu

Oluşturulan bu veri kümesinde eğitim ve test için ayrılmış etiket dağılımı Çizelge 3.5'te paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.5. Etnik kimlik veri kümesi etiket dağılımı

Etiket	Eğitim Verisi	Test Verisi
Asya	25846	3635
Siyah	15820	2495
Hindu	15516	2294
Beyaz	24589	4101
Diğer	23936	3171
	105707	15696

Duygu tespiti

Bu aşamada müşterinin yüz verisinden o anki duygusunun tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu aşamada elde edilen duygular şu şekildedir:

1. Mutlu
2. Üzgün
3. Sinirli
4. Şaşkın
5. Nötr
6. İğrenmiş
7. Endişeli



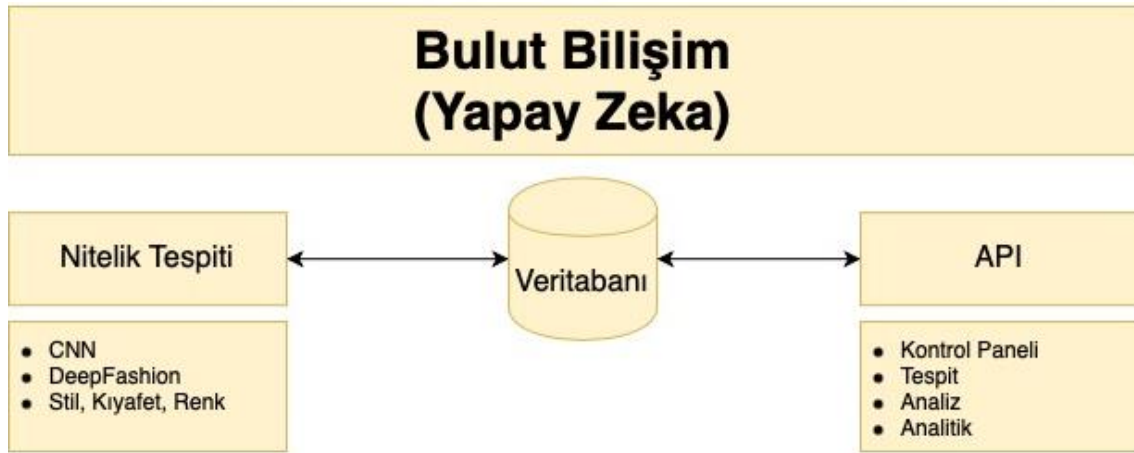
Resim 3.9. FER-2013 veri kümesi örnek görüntüleri [27]

Duygu tespiti yapmak için FER-2013 [27] veri kümesi üzerinde 13 katmanlı bulunan bir özel ağ ile eğitilmiş model kullanılmaktadır (Resim 3.9). FER-2013 veri kümesinin eğitim, doğrulama ve test verilerinin etiketlere göre dağılımı ise Çizelge 3.6’da paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.6. Duygu veri kümesi etiket dağılımı

Etiket	Eğitim Verisi	Doğrulama Verisi	Test Verisi
Mutlu	7215	895	879
Üzgün	4830	653	594
Sinirli	3995	467	491
Şaşkın	3171	415	416
Nötr	4965	607	626
İğrenmiş	436	56	55
Endişeli	4097	496	528
	28709	3589	3589

3.2. Bulut Bilişim



Şekil 3.3. Bulut Bilişim Mimarisi

Mağaza içi müşteri analiz ve analitik sisteminin ikinci aşaması olan bulut bilişim aşamasında mağaza içerisinde bulunan müşterinin görüntüsü ve meta verisi halihazırda elde edilmiş ve veri tabanına gönderilmiştir. Bu aşamada ise müşteriye ait stil, giysi ve renk tespiti yapılmakta ve yine buradan elde edilen meta veriler ile veri tabanı kaydı güncellenmektedir. Burada yapılan işlemler saatlik olarak programlanmış görevler ile yeni gelen ve daha önce

herhangi bir hesaplama yapılmamış meta verileri tespit etmektedir. Ardından da daha önce herhangi bir hesaplama yapılmamış bu meta verileri işleyerek veri tabanındaki veriyi güncellemektedir (Şekil 3.3).

3.2.1. DeepFashion

DeepFashion veri kümesi, yaklaşık zengin bir şekilde sınıf ve nitelik etiketi ile etiketlenmiş ve vücuttaki sınır bölgelerinin işaretlendiği 800,000 görüntüden oluşan bir moda veri kümesidir. Benzer amaçlarla kullanılan DCSA, ACWS, WTBI, DDAN ve DARN veri kümelerine kıyasla DeepFashion veri kümesi etiket ve görüntü sayısı bakımından oldukça zengindir. Bu veri kümesindeki görüntüler sokak, mağaza gibi yerlerden alınmış görüntülerden oluşturulmuş olup moda tabanlı algoritmalarda oldukça önemli bir geliştirim süreci sağlamaktadır. Böylelikle bu veri kümesi amaca yönelik çalışmalarda oldukça kolay bir şekilde entegre edilebilmektedir. Bunlara ek olarak ise bu veri kümesinin gücünü göstermek için FashionNet adından yeni bir derin öğrenme ağı önerilmiş olup, bu model ile kıyafet sınıf, nitelik ve sınır bölgesi işaretleri tespit edilmektedir [28].

Bu çalışmada ise yukarıda anlatılan avantajlar göz önünde bulundurularak DeepFashion veri kümesi ve FashionNet derin öğrenme ağında eğitilmiş yapay zekâ modeli kullanılmaktadır.

Görüntü toplama

DeepFashion veri kümesi içerisinde bulunan görüntüler Forever21 ve Mogujie çevrimiçi mağazalarının internet sayfalarından ve Google üzerinden toplanmıştır. Her bir kıyafetin ise 4-5 adet farklı pozunu bulunmaktadır. Bu veri kümesinde birden fazla aynı kıyafetin bulunması durumu için, tüm görüntüler AlexNet derin öğrenme ağının fc7 katmanının çıktıları karşılaştırılmış ve yüksek oranda benzerliği bulunan görüntüler veri kümesinden çıkarılmıştır [28].

Etiketleme

DeepFashion veri kümesindeki sınıf etiketleri, görüntü toplama aşamasındaki kategoriler baz alınarak oluşturulmuş olup toplamda 50 farklı etiketten oluşmaktadır. Kıyafet nitelikleri de aynı yolla belirlenmiş olup toplamda 1000 farklı nitelikten oluşmaktadır. Bu nitelikler doku, kumaş, şekil, parça ve stil olarak 5 ana grupta gruplandırılmıştır [28].

3.2.2. Stil tespiti

Bu aşamada müşteriye ait görüntü üzerinde derin öğrenme modeli kullanılarak müşterinin hangi stilde giyindiği tespit edilmektedir (Resim 3.10).

Müşterilerin stilinin tespiti için DeepFashion veri kümesi üzerinde VGG ağı ile eğitilmiş bir model kullanılmaktadır. Bu model ile müşterilerin görüntüleri üzerinden 1000 farklı stil tespiti yapılabilmektedir [28].



Resim 3.10. Örnek stil sonuçları [28].

3.2.3. Giysi tespiti

Bu aşamada derin öğrenme modeli kullanılarak müşterinin üzerinde bulunan giysilerin tespiti yapılması amaçlanmaktadır (Resim 3.11).

Giysilerin tespiti için kullanılan derin öğrenme modeli, DeepFashion veri kümesi kullanılarak Resnet50 omurga ağı üzerinde Mask-RCNN ağı kullanılarak eğitilmiştir [28]. Bu modelin sınıf etiketleri ise şu şekildedir:

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Üst Giysi | 9. Bileklik |
| 2. Etek | 10. Gözlük |
| 3. Tayt | 11. Kemer |
| 4. Kıyafet | 12. Ayakkabı |
| 5. Dış Giysi | 13. Saç |
| 6. Pantolon | 14. Ten |
| 7. Çanta | 15. Yüz |
| 8. Kolye | |

Bu model kullanılarak bir görüntü üzerinde müşterilerin üzerinde bulunan giysiler, bu giysilerin görüntü üzerinde bulunduğu bölgenin koordinatları, segmentasyon bilgileri ve skor bilgileri elde edilebilmektedir [28].



Resim 3.11. Giysi tespiti örnekleri [28].

3.2.4. Renk tespiti

Bu aşamada bilgisayarlı görme yöntemleri kullanılarak müşterinin giysilerinin renkleri tespit edilmektedir. Renk tespiti yapmak için OpenCV kütüphanesi kullanılmış olup öncelikle [en, boy, kanal] olarak temsil edilen RGB görüntüler en ve boy değerleri çarpılarak, [en * boy, kanal] olarak yeniden şekillendirilmiştir. Ardından ise bir KMeans kümeleme algoritması kullanılarak piksel değerleri üzerinden istenilen sayıda merkez ile bir kümeleme yapılmıştır. Bu kümelemenin ardından elde edilen sonuçlar üzerinden histogram çıkarılarak renklerin görünme oranları elde edilmiş ve böylelikle de en dominant renkler belirlenmiştir.

Dominant renkler RGB formatında belirlendikten sonra belli bir standart içerisinde uyarlamak için CSS3 tarafından belirlenmiş 147 tane RGB renk kodu ve renk adı

kullanılmıştır. Bunun kullanımı için öncelikle 147 tane RGB kodu vektör olarak gösterilerek bu vektörler ile bir k-boyutlu bir ağaç oluşturulmuştur. Daha sonra tespit edilen renk, bu ağaç üzerinde en yakın komşu algoritması kullanılarak verilen renge en yakın önceden tanımlanmış renk tespit edilmektedir. Böylelikle tespit edilen renk, daha önce CSS3 olarak tanımlanmış standart renk uzayında temsil edilebilmektedir.

3.3. Verilerin İşlenmesi

Bu aşamada kenar bilişimde işlenerek veri tabanında saklanan ve daha önce bulut bilişim üzerinde işlenmemiş meta veriler tespit edilmektedir. Tespit edilen meta veriler ise sırasıyla giysi tespiti, stil tespiti ve tespit edilen giysiler üzerinden renk tespiti işlemlerinden geçirilerek veri tabanı üzerindeki meta veri güncellenmektedir.

Bu aşamada verilerin işlenmesi için programlanmış görevler ve betikler yazılmıştır (Şekil 3.4). Bu betikler, her saat başında yeni gelen verileri tespit etmektedir. Eğer yeni gelen veri varsa, bu veriye ait görüntü bulut ortamına kaydedilip daha sonra gün sonunda kaydedilen bu görüntüler üzerinde giysi tespiti, stil tespiti ve tespit edilen giysiler üzerinden renk tespiti işlemleri yapılmaktadır. Eğer bu işlemlerin sonucunda herhangi bir giysi bulunamadıysa bu görüntü analiz edilmek için uygun bir görüntü olmadığı düşünülerek veri tabanından silinmektedir ve daha sonraki analiz ve analitik süreçlerinde hesaba katılmamaktadır.

```
# Save images
0    */1    *    *    *    /opt/conda/bin/python3.6    -u    /opt/master-instore-
scripts/database_sync/image_metadata_download_images.py    >>    /var/log/master-instore-
scripts/image_metadata_download_images.$(date +%F).log

# Sync database
0    */1    *    *    *    /opt/conda/bin/python3.6    -u    /opt/master-instore-
scripts/database_sync/instore_sync_database_only_updated.py    >>    /var/log/master-instore-
scripts/instore_sync_database_only_updated.$(date +%F).log

# Process images
0    0    *    *    *    /opt/conda/bin/python3.6    -u    /opt/master-instore-
scripts/database_sync/image_metadata_daily_process.py    >>    /var/log/master-instore-
scripts/image_metadata_daily_process.$(date +%F).log
```

Şekil 3.4. Programlanmış görevler ve betikler

3.4. Gizlilik

Dünyanın birçok yerinde GDPR [29] gibi düzenlemeler ve kanunlar tarafından koruma altına alınan kişisel veriler, ülkemizde ise 7 Nisan 2016 tarihinde yürürlüğe giren 6698 sayılı KVKK ile koruma altına alınmıştır. Bu kanunun amacı, kişisel verilerin işlenmesinde başta özel hayatın gizliliği olmak üzere kişilerin temel hak ve özgürlüklerini korumak ve kişisel verileri işleyen gerçek ve tüzel kişilerin yükümlülükleri ile uyacakları usul ve esasları düzenlemektir [30].

Bu düzenlemeler çerçevesinde gizlilik, önerilen bu sistem üzerinde dikkat edilmesi gereken en önemli unsurlardan biridir. Bu doğrultuda önerilen bu sistemin her bir adımında KVKK göz önünde bulundurulmuş ve kişisel verilerin korunmasına önem verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan müşteriye ait veriler şu şekilde işlenmektedir:

1. Kamera ile alınan görüntüler üzerinde müşteri tespiti yapılmamış hiçbir görüntü saklanmamakta ve derhal silinmektedir.
2. Kamera ile alınan müşteri görüntüleri, nitelik tespitinden edildikten sonra müşteri yüzü maskelenmiş bir biçimde bulut ortamında bulunan veri tabanına gönderilmektedir.
3. Kamera ile alınan müşteri görüntüleri üzerinde uygulanan kişi yeniden kimliklendirme algoritmasında kullanılan yüz vektör bilgisi, geçici bellekte tutulmakta ve gün sonunda tamamen silinmektedir.
4. Veri tabanına gönderilen yüzü maskelenmiş müşteri görüntüsü, aynı gün içerisinde bulut ortamında işlenmektedir.
5. Bulut ortamında işlenen yüzü maskelenmiş müşteri görüntüsü, işlendikten hemen sonra veri tabanında silinmektedir. Böylelikle yüzü karartılmış veya maskelenmiş müşteri görüntüsü, veri tabanına gönderildiği günün sonunda tamamen silinmektedir.

3.5. Sistem Yazılımı

Bu aşamada kenar bilişim ve bulut bilişim aşamalarında elde edilmiş olan müşteriye ait niteliklerin gösterilmektedir. Bu amaç doğrultusunda web ara yüzü ile haberleşebilecek ya da herhangi bir sisteme entegre olabilecek bir RESTful API yazılımı geliştirilmiş olup sonuçlar ise bir web ara yüzünde gösterilmektedir.

3.5.1. API

Bu aşamada, müşterinin meta verisinin ve görüntülerinin saklandığı veri tabanından verileri alıp, belli bir formatta gösterimi ve tarih, nitelik vb. şekilde sorgu yapılabilmesi için bir RESTful API yazılmıştır. Bu API, Python tabanlı Flask kütüphanesi kullanmakta olup bir Linux işletim sistemi üzerinde açık bir şekilde servis edilmektedir.

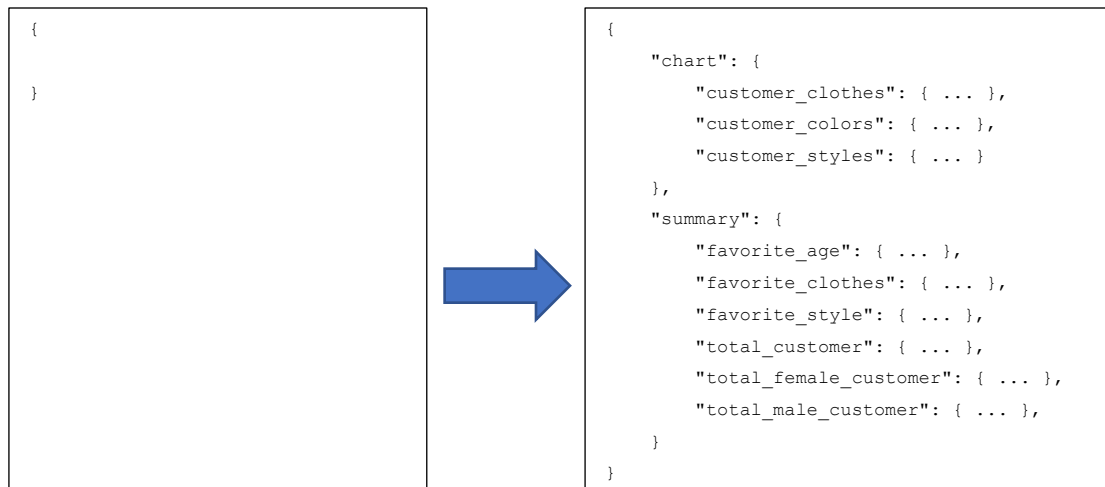
Kontrol paneli uç noktası

Bu uç noktada mağazaya ait müşteri nitelikleri üzerinde bugün, dün, son 1 ay, son 6 ay ya da özel tarih aralığına göre özet göstermek amacıyla grafik ve özet veriler oluşturmaktadır. Bu özet ve grafik verileri Çizelge 3.7’de paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.7. Kontrol paneli uç noktası girdi ve çıktı bilgileri

İsim	Tür	Açıklama
chart	Çıktı	Müşteri giysileri, stilleri ve giysilerin renklerine göre bugün, dün, son 1 ay ve son 6 ayın grafik verileri
summary	Çıktı	Toplam müşteri, toplam kadın müşteri, toplam erkek müşteri, favori yaş aralığı, favori giysi ve favori stile göre bugün, dün, son 1 ay ve son 6 ayın özet verileri

Bu uç noktaya ait girdi ve çıktı bilgileri ise Şekil 3.5’te verilmektedir.



Şekil 3.5. Kontrol paneli uç nokta girdi ve çıktısı

Tespit uç noktası

Bu uç noktada verilen bir görüntü üzerinde giysi, stil ve renk tespitleri yapılarak JSON formatında bir çıktı üretmektedir. Üretilen bu çıktının başlıkları Çizelge 3.8’de paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.8. Tespit uç noktası girdi ve çıktı bilgileri

İsim	Tür	Açıklama
img_url	Girdi	Niteliği tespit edilmesi istenen görüntüye ait URL bilgisi
bboxes	Çıktı	Tespit edilen her bir niteliğin görüntü içerisindeki piksel konumu (x_min, y_min, x_max ve y_max)
names	Çıktı	Tespit edilen her bir niteliğin adı
scores	Çıktı	Tespit edilen her bir niteliğin tespit edilme başarı oranı

Bu uç noktaya ait girdi ve çıktı bilgileri ise Şekil 3.6’da verilmektedir.



Şekil 3.6. Giysi tespit uç nokta girdi ve çıktısı

Analiz uç noktası

Bu uç noktada veri tabanında bulunan müşterilere ait tespit edilen niteliklerin tamamını toplu bir şekilde gösterilmektedir. Bu başlıklar Çizelge 3.9’da gösterilmektedir.

Çizelge 3.9. Analiz uç noktası girdi ve çıktı bilgileri

İsim	Tür	Açıklama
start_date	Girdi	Belli bir tarih aralığında analiz edilmesi istenen müşterilerin başlangıç tarihi (ISO tarih formatı)
end_date	Girdi	Belli bir tarih aralığında analiz edilmesi istenen müşterilerin bitiş tarihi (ISO tarih formatı)
start_index	Girdi	Belli bir tarih aralığında analiz edilmesi istenen müşterilerin indekslerine göre başlangıç indeks numarası
limit	Girdi	Belli bir tarih aralığında analiz edilmesi istenen müşterilerin sayısı
age	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen yaş bilgisi
gender	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen cinsiyet bilgisi
ethnicity	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen etnik kimlik bilgisi
emotion	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen duygu bilgisi
clothes	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen giysi bilgisi
attributes	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen stil bilgisi
colors	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen renk bilgisi
images	Çıktı	Müşteriye ait görüntünün URL bilgisi
captured_on	Çıktı	Müşteriye ait görüntünün çekilme tarihi ve zamanı (ISO tarih formatı)

Bu uç noktaya ait girdi ve çıktı bilgileri ise Şekil 3.7’de verilmektedir.



Şekil 3.7. Müşteri analiz uç nokta girdi ve çıktısı

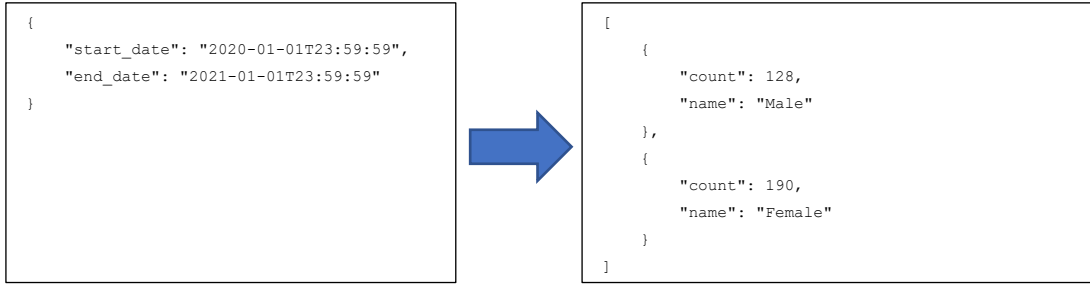
Analitik uç noktası

Bu uç noktada müşterinin tespit edilen nitelikleri yaş, cinsiyet, etnik kimlik, duygu, giysi, stil, renk gibi nitelikleri üzerinde istatistiksel veriler üretilmektedir. Bu başlıklar Çizelge 3.10'da paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.10. Analitik uç noktası girdi ve çıktı bilgileri

İsim	Tür	Açıklama
start_date	Girdi	Belli bir tarih aralığında analiz edilmesi istenen müşterilerin başlangıç tarihi (ISO tarih formatı)
end_date	Girdi	Belli bir tarih aralığında analiz edilmesi istenen müşterilerin bitiş tarihi (ISO tarih formatı)
count	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen niteliğin görünme sayısı
name	Çıktı	Müşteriye ait tespit edilen niteliğin adı

Bu uç noktaya ait girdi ve çıktı bilgileri ise Şekil 3.8'de verilmektedir.



Şekil 3.8. Cinsiyet analitiği uç nokta girdi ve çıktısı

3.5.2. Web ara yüzü

Bu aşamada 1.4.1'deki bahsedilen ve çalışmanın doğrultusunda oluşturulan RESTful API ile sorgu yapmaya yarayan ve müşteriye ait analiz ve analitik verilerini görüntülemek için kullanılan bir web ara yüzü oluşturulmuştur (Görüntü 5-6). Bu web ara yüzü Angular kütüphanesi üzerinde oluşturulmuş olup Kontrol Paneli, Müşteri Analizi, Müşteri Analitiği, Giysi Analitiği, Stil Analitiği ve Renk Analitiği olmak üzere 6 farklı sayfadan oluşmaktadır. Bu uygulama Ubuntu işletim sistemi üzerinde Nginx sunucusu ile servis edilmektedir.

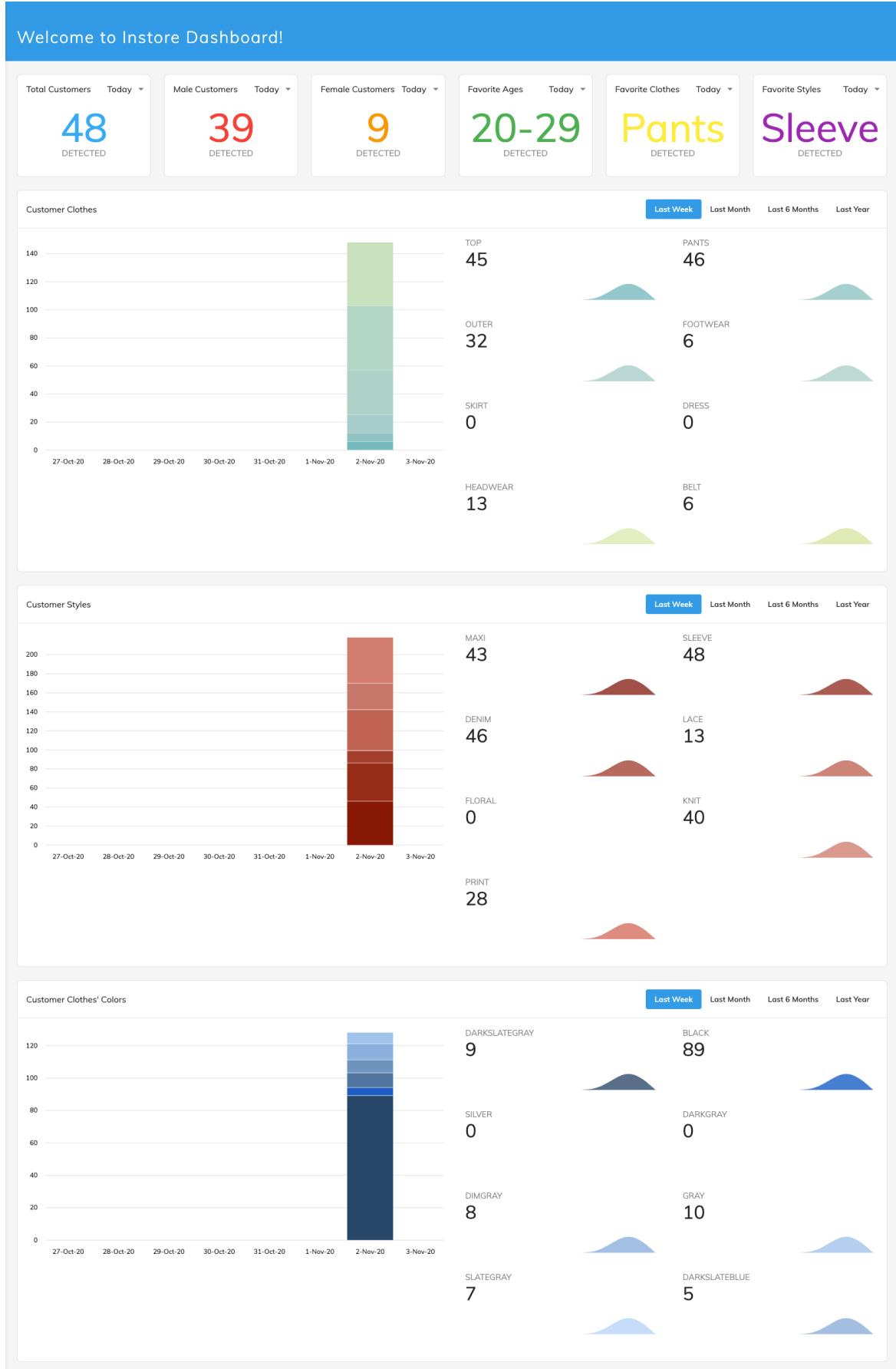
Bu ara yüz üzerinde analiz edilen her bir müşterinin yaş, cinsiyet, etnik kimlik, duygu, stil, giysi ve renk gibi nitelikleri görüntülenecektir. Ayrıca mağaza temelli analitik uygulanarak mağazaya gelen müşterilerin niteliklerinin oransal olarak dağılımı ve bu niteliklerin birbirleriyle olan ilişkileri grafiksel olarak görüntülenecektir. Örneğin; 2019 yılında mağazaya gelen erken müşteriler içerisinde kot pantolon giyenlerin sayısı %42, 2019 yılı Ocak ile Mart ayları arasında mağazaya gelen müşterilerden mutlu olan müşterilerin giyim stilleri ve tercih ettiği renkler ya da son 6 ay içerisinde mağazaya gelmiş olan 20-29 yaş aralığındaki kadın müşterilerin giydiği giysilerin dağılımı gibi bilgiler elde edilebilmektedir.

Kontrol paneli

Bu sayfada tespit edilen müşterilerin niteliklerin özet ve analitik verileri görüntülenmektedir (Resim 3.12). Bu nitelikler bugün, dün, son ay, son 6 ay veya özel olarak seçilen tarih aralıklarındaki verileri göstermektedir. Gösterilen nitelikler ve açıklamaları Çizelge 3.11'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.11. Kontrol paneli sayfasında gösterilen veriler

Nitelik	Tür	Açıklama
Toplam Müşteri	Özet	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan toplam müşteri sayısı
Toplam Kadın Müşteri	Özet	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan toplam kadın müşteri sayısı
Toplam Erkek Müşteri	Özet	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan toplam erkek müşteri sayısı
Favori Yaş	Özet	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan müşterilerin yaş aralıklarına göre en çok görünen yaş aralığı
Favori Giysi	Özet	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan müşterilerin giysilerine göre en çok görünen giysi
Favori Stil	Özet	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan müşterilerin stillerine göre en çok görünen stil
Müşteri Giysileri	Grafik	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan müşterilerin giysilerinin sayısal dağılım grafiği ve en popüler giysilerin sayısal dağılım grafiği
Müşteri Stili	Grafik	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan müşterilerin stillerinin sayısal dağılım grafiği ve en popüler stillerin sayısal dağılım grafiği
Müşteri Giysi Renkleri	Grafik	Verilen tarih aralığında mağazaya gelmiş olan müşterilerin giysilerine göre o giysilerin renklerinin sayısal dağılım grafiği ve en popüler renklerin sayısal dağılım grafiği



Resim 3.12. Kontrol Paneli sayfası görünümü

Müşteri analizi

Bu sayfada tespit edilen müşterilerin görüntüleri ve nitelikleri görüntülenmektedir (Resim 3.13-3.14). Bu nitelikler özel olarak seçilen tarih aralıklarındaki verileri göstermektedir. Gösterilen nitelikler ve açıklamaları Çizelge 3.12’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.12. Müşteri analizi sayfasında gösterilen veriler

Nitelik	Tür	Açıklama
Yaş	Özet	Seçilen müşteriye ait tespit edilen yaş bilgisi
Cinsiyet	Özet	Seçilen müşteriye ait tespit edilen cinsiyet bilgisi
Etnik Kimlik	Özet	Seçilen müşteriye ait tespit edilen etnik kimlik bilgisi
Duygu	Özet	Seçilen müşteriye ait tespit edilen duygu bilgisi
Giysi	Özet	Seçilen müşteriye ait tespit edilen giysi bilgisi
Stil	Özet	Seçilen müşteriye ait tespit edilen stil bilgisi
Renk	Özet	Seçilen müşteriye ait tespit edilen giysilere ait renk bilgisi

Shortcuts

TODAY
YESTERDAY
LAST 7 DAYS
LAST 30 DAYS
MONTH-TO-DATE
LAST 12 MONTH
YEAR-TO-DATE

View Options

IF
12

Filters

Start Date *
October 3, 2020
End Date *
November 3, 2020
Search
Load More

Nov 2, 2020, 10:23:02 PM


Age 20-29
Gender Male
Ethnicity White
Clothes top, pants, headwear, footwear
Styles print, sleeve, floral, denim, maxi

Nov 2, 2020, 10:21:45 PM


Age 20-29
Gender Male
Ethnicity Others
Clothes top, skirt, pants
Styles sleeve, print, denim, knit, maxi

Nov 2, 2020, 10:03:03 PM


Age 20-29
Gender Male
Ethnicity Asian
Clothes top, outer, pants, headwear, belt
Styles sleeve, knit, maxi, denim, striped

Nov 2, 2020, 10:01:59 PM


Age 20-29
Gender Male
Ethnicity White
Clothes top, outer, pants
Styles sleeve, knit, maxi, denim, print

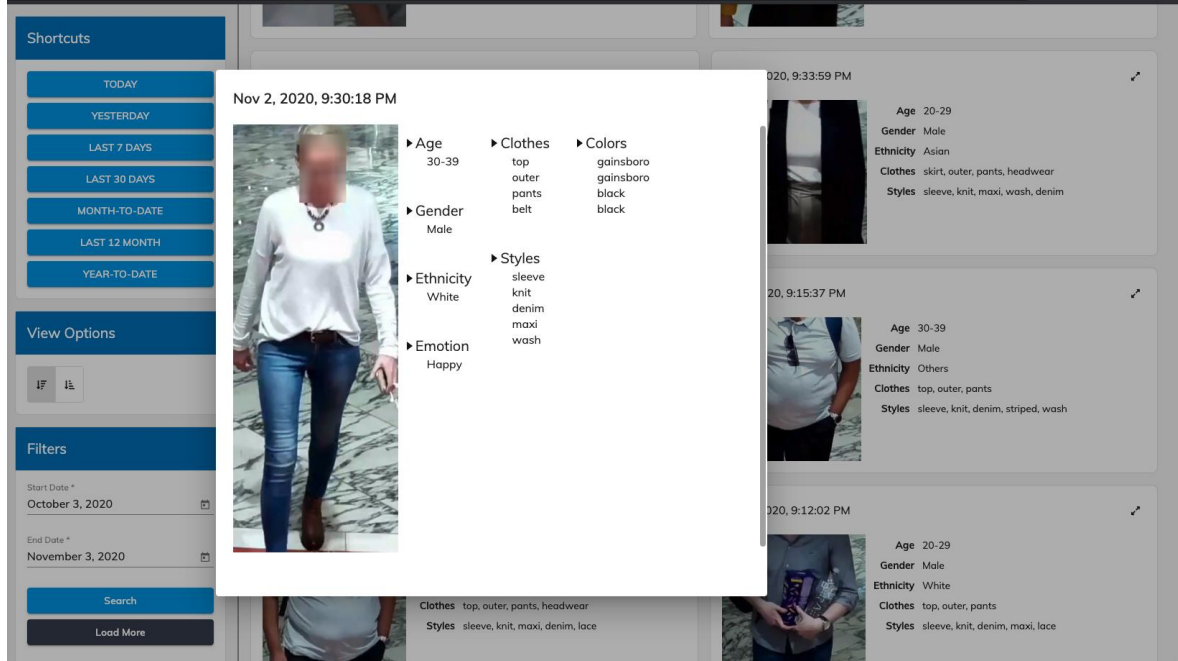
Nov 2, 2020, 9:42:51 PM


Age 20-29
Gender Female
Ethnicity White
Clothes top, pants
Styles print, floral, sleeve, denim, maxi

Nov 2, 2020, 9:41:58 PM


Age 20-29
Gender Female
Ethnicity White
Clothes top, pants
Styles sleeve, knit, maxi, denim, print

Resim 3.13. Müşteri Analizi sayfası görüntüsü- 1



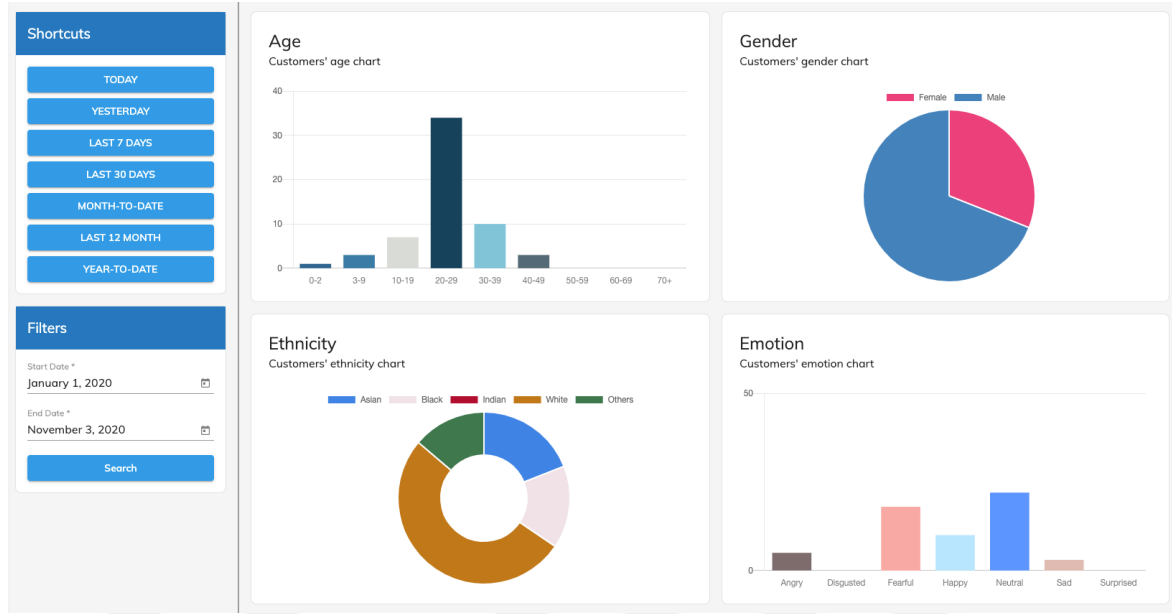
Resim 3.14. Müşteri Analizi sayfası görüntüsü- 2

Müşteri analitiği

Bu sayfada tespit edilen müşterilerin niteliklerine göre mağazaya ait analitik verileri görüntülenmektedir (Resim 3.15). Bu nitelikler özel olarak seçilen tarih aralıklarındaki verileri göstermektedir. Gösterilen nitelikler ve açıklamaları Çizelge 3.13'te gösterilmektedir.

Çizelge 3.13. Müşteri analitiği sayfasında gösterilen veriler

Nitelik	Tür	Açıklama
Yaş	Grafik	Müşterilere ait yaş bilgisi dağılım grafiği
Cinsiyet	Grafik	Müşterilere ait cinsiyet bilgisi dağılım grafiği
Etnik Kimlik	Grafik	Müşterilere ait etnik kimlik bilgisi dağılım grafiği
Duygu	Grafik	Müşterilere ait duygu bilgisi dağılım grafiği



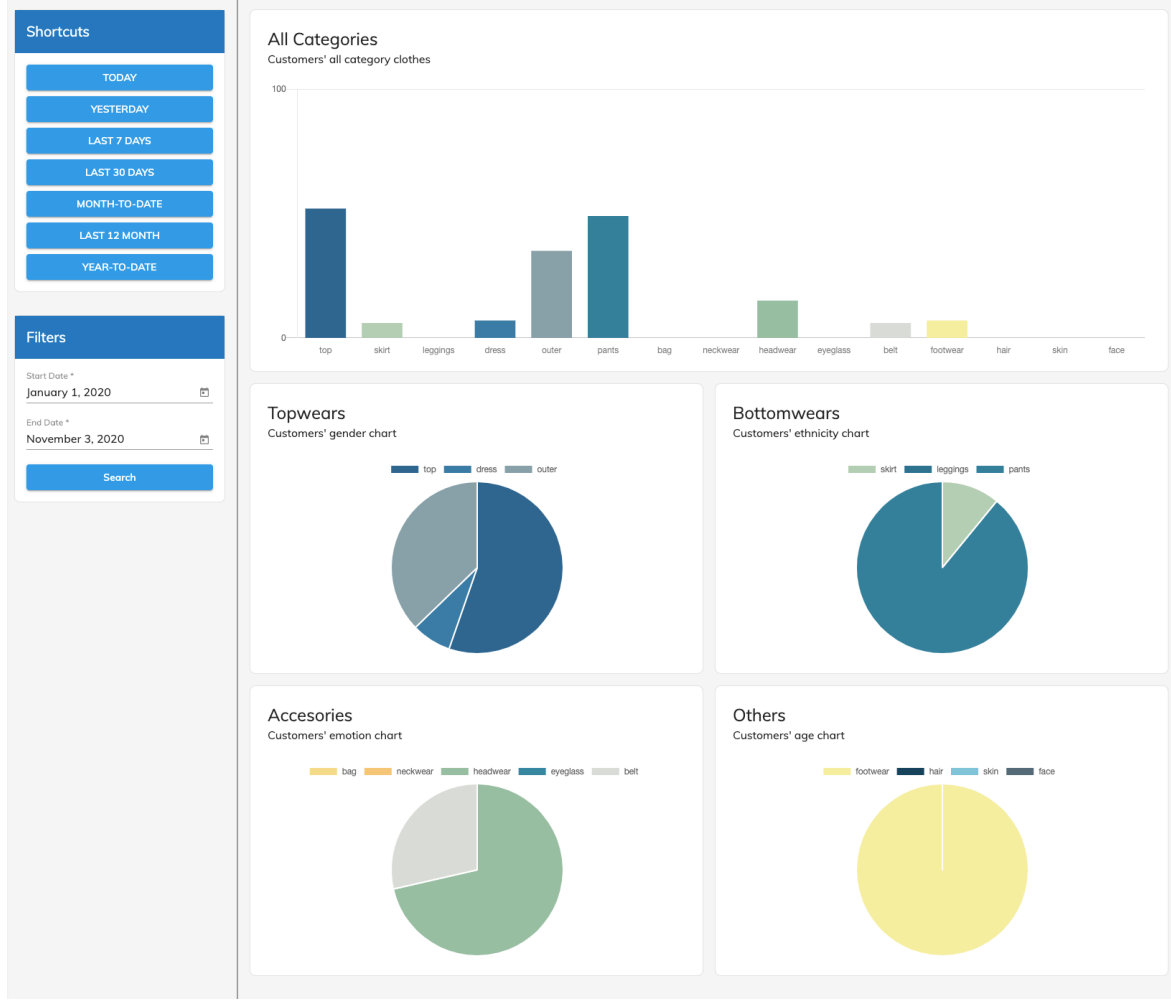
Resim 3.15. Müşteri Analitiği sayfası görüntüsü

Giysi analitiği

Bu sayfada tespit edilen müşterilerin giysilerine göre mağazaya ait analitik verileri görüntülenmektedir (Resim 3.16). Bu nitelikler özel olarak seçilen tarih aralıklarındaki verileri göstermektedir. Gösterilen nitelikler ve açıklamaları Çizelge 3.14’te paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.14. Giysi analitiği sayfasında gösterilen veriler

Nitelik	Tür	Açıklama
Tüm Giysiler	Grafik	Müşteri giysilerine göre tüm giysi bilgilerinin dağılım grafiği
Üst Giysiler	Grafik	Müşteri giysilerine göre üst giysi bilgisi dağılım grafiği (Üst Giysi, Kıyafet, Dış Giysi, Ayakkabı)
Alt Giysiler	Grafik	Müşteri giysilerine göre alt giysi bilgisi dağılım grafiği (Etek, Tayt, Pantolon)
Aksesuarlar	Grafik	Müşteri giysilerine göre aksesuar bilgisi dağılım grafiği (Çanta, Kolye, Bileklik, Gözlük, Kemer)
Diğer	Grafik	Müşteri giysilerine göre diğer kategorilerin dağılım grafiği (Saç, Ten, Yüz)



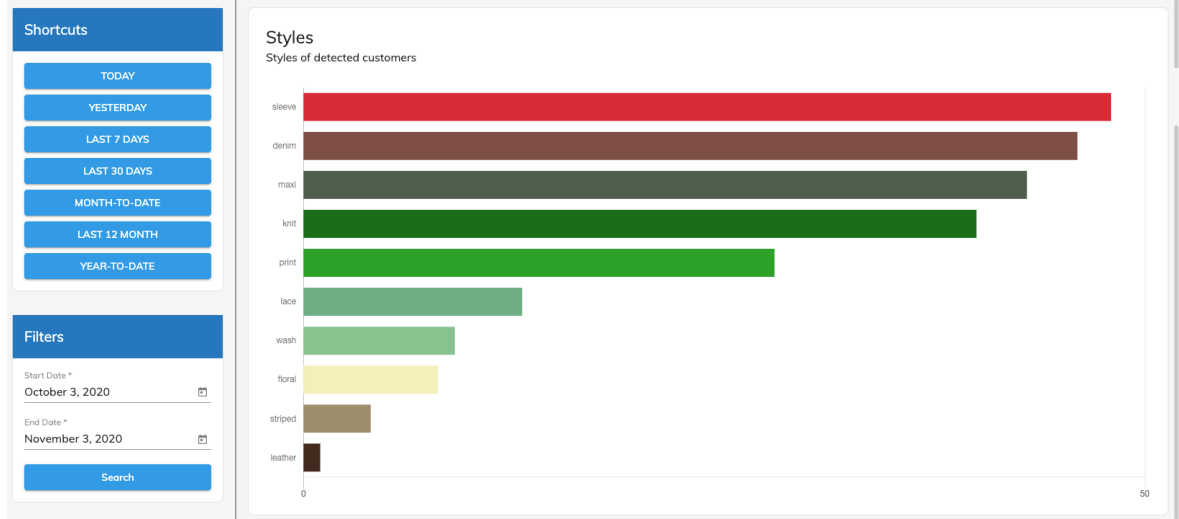
Resim 3.16. Giysi Analitiği sayfası görüntüsü

Stil analitiği

Bu sayfada tespit edilen müşterilerin stillerine göre mağazaya ait analitik verileri görüntülenmektedir (Resim 3.17). Bu nitelikler özel olarak seçilen tarih aralıklarındaki verileri göstermektedir. Gösterilen nitelikler ve açıklamaları Çizelge 3.15'te paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.15. Stil analitiği sayfasında gösterilen veriler

Nitelik	Tür	Açıklama
Stiller	Grafik	Müşteri stillerine göre en popüler stillerin dağılım grafiği



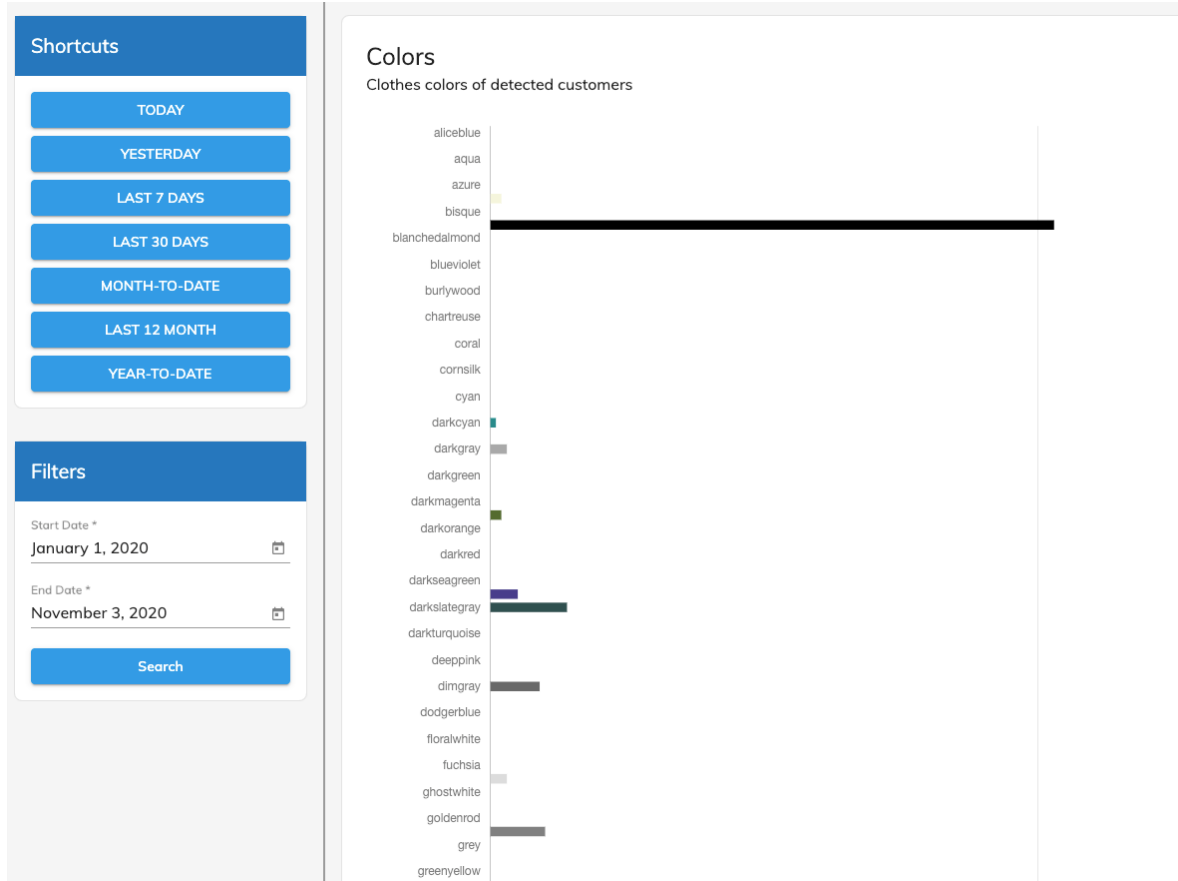
Resim 3.17. Stil Analitiği sayfası görüntüsü

Renk analitiği

Bu sayfada tespit edilen müşterilerin kıyafetlerinin renklerine göre mağazaya ait analitik verileri görüntülenmektedir (Resim 3.18). Bu nitelikler özel olarak seçilen tarih aralıklarındaki verileri göstermektedir. Gösterilen nitelikler ve açıklamaları Çizelge 3.16’da paylaşılmaktadır.

Çizelge 3.16. Renk analitiği sayfasında gösterilen veriler

Nitelik	Tür	Açıklama
Renkler	Grafik	Müşteri kıyafetlerinin renklerine göre renklerin dağılım grafiği

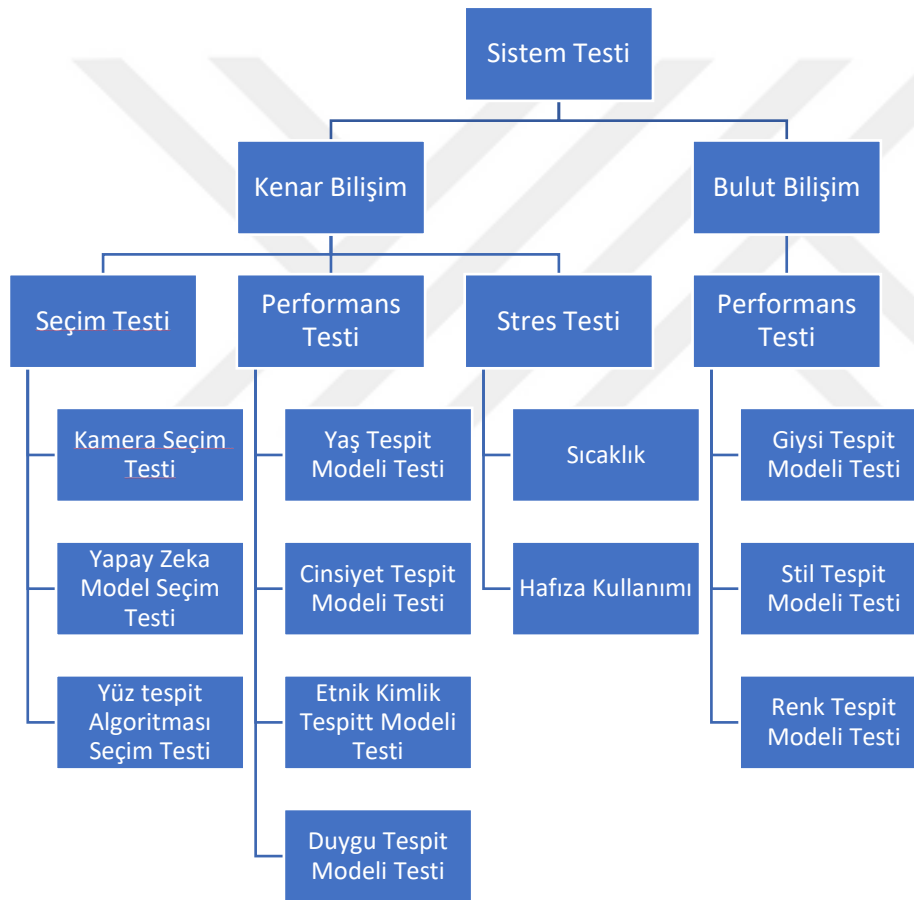


Resim 3.18. Renk Analitiği sayfası görüntüsü



4. TEST

Bu sistem meydana getirilirken bir takım donanımsal ve yazılımsal testler yapılmıştır. Bu testlerin amacı, sistemde kullanılacak olan donanım, yapay zekâ modelleri, sistem durumu vb. gibi sistemi oluşturan her bir elemanın sisteme uygunluğu ve kararlı bir şekilde çalışma değerlerini ölçmektedir. Bu amaçla yöntem bölümünde (Bakınız Bölüm 3) önerilen sistem üzerinde seçim, stres ve performans testleri yapılmış ve bu test sonuçları paylaşılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Sistem Test Şeması

4.1. Kenar Bilişim

4.1.1. Seçim testi

Bu testlerde amaç, önerilen sistem üzerinde kullanılacak olan olası yazılımlar ve donanımlar arasında hız, performans, çalışabilirlik gibi açılardan bakılarak birtakım testler uygulamak ve en uygun olanı seçmeye yöneliktir.

Kamera Seçim Testi

Bu çalışmada oluşturulan uçtan uca sistem, birden fazla farklı mağazaya yerleştirilmiş olup test amacıyla gerçek görüntüler kaydedilmiştir. Test amacıyla kullanılan görüntüler USB kamera, Raspberry Pi v2 kamera ve 6mm geniş açılı lens ile 12.3 MP Sony IMX477 sensöre sahip kamera aracılığıyla olmak üzere 3 farklı kameradan alınmıştır (Resim 4.1) ve test sonuçları Çizelge 4.1’de paylaşılmaktadır.

Çizelge 4.1. Test için kullanılan kameralar ve elde edilen sonuçlar

Kamera	Çözünürlük	Lens	FPS	Sonuç
USB kamera	8MP	-	12	Düşük FPS elde edilmesi sebebiyle uygulama çalışmamıştır.
Raspberry Pi v2	8MP	-	30	Düşük çözünürlük ve görüntü kalitesi sebebiyle uygulama çalışmamıştır.
Sony IMX477	12.3MP	6mm geniş açılı lens	30	Lens ve yüksek çözünürlük elde edilebilmesi sebebiyle uygulama en iyi bu konfigürasyon ile çalışmıştır.

Bu kameralardan elde edilen görüntüler üzerinde yapılan testlerde Raspberry Pi v2 kameranın çözünürlüğü yeterli olmadığı görülmüş, USB kamerada ise FPS problemi yaşandığı için uygulama çalışmamıştır. 6mm geniş açılı lens ile 12.3 MP Sony IMX477 sensöre sahip kamera testinde ise kameranin lens ile birlikte kullanılması sebebiyle daha yüksek çözünürlükte görüntüler alınabilmiş ve uygulama çalışmıştır.



Resim 4.1. Test için kullanılan kameralar (Soldan sağa doğru USB Kamera, Raspberry Pi v2 Kamera ve Sony IMX477)

Yapay Zekâ Model Seçim Testi

Yapay zekâ modellerindeki parametre sayısı, yapılan bu çalışmada oldukça önemlidir. Çünkü kısıtlı RAM ve GPU hafızası sebebiyle düşük sayıda parametrelerin kullanımı gerekmektedir. Aksi durumda model hafızaya sığmamakta ve uygulama ile birlikte cihaz da çalışmamaktadır. Yapılan eğitim ve testlerde model başarı, boyut, parametre sayısı ve hafızada kapladığı alan gibi parametreler göz önünde bulundurularak ResNet50 ağının kullanılması daha uygun görülmüştür (Çizelge 4.2). Ayrıca bu modeller cihaz üzerinde daha optimum çalışması TensorRT ile optimize edilmektedir.

Çizelge 4.2. Test için kullanılan derin öğrenme ağları ve parametre sayıları

Ağ	Parametre Sayısı
ResNet 18	~11M
SSD MobileNet v2	~16M
ResNet 50	~23M
ResNet 101	~45M
VGG16	~138M

Yüz Tespit Algoritması Seçim Testi

Yüz tespit algoritmalarında dlib kütüphanesi, bilgisayarlı görme yöntemleri ve yapay zekâ modelleri kullanılarak test yapılmıştır (Çizelge 4.3). Yapılan testler sonucunda dlib kütüphanesi [31] yavaş çalışması sebebiyle, bilgisayarlı görme yöntemleri ise yüksek başarı oranlarında tespit yapamaması sebebiyle tercih edilmemiştir. Yapay zekâ modellerinde ise açığı, ışık ve kaliteye daha az duyarlı, hızlı ve daha yüksek başarı oranında tespit edebilmesi sebebiyle bu çalışmada kullanılmıştır.

Çizelge 4.3. Test için kullanılan yüz tespit algoritmaları ve elde edilen sonuçlar

Algoritma	Tespit Süresi (sn)	Başarı Durumu	Ortam Hassasiyeti	Sonuç
dlib [31]	2.0	Yüksek	Yüksek	Yavaş olması sebebiyle tercih edilmemiştir
Bilgisayarlı Görme	0.5	Orta	Yüksek	Daha düşük başarı oranlarında tespit yapıldığı için tercih edilmemiştir.
Yapay Zekâ	0.2	Yüksek	Düşük	Düşük ortam hassasiyeti, daha hızlı ve yüksek başarı oranında tespit yapabildiği için bu çalışmada kullanılmıştır.

4.1.2. Performans testi

Bu sistem, bir mağazaya yerleştirildikten sonra gerçek ortamda testi sağlanmıştır. Bu testler, mağazadan alınmış ve gerçek müşterilerden oluşan videolar üzerinden yapılmış olup elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerin sonunda elde edilen sonuçların karışıklık matrisi ile başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları Çizelge 4.7-4.14'te paylaşılmıştır. Bu sonuçlar aynı zamanda sistemin genel başarı oranlarına da karşılık gelmektedir.

Bu çalışmanın genel hedef kitlesi 20-50 yaşları arasındaki müşterilere hitap ettiği için, yapılan testler de bu yaş grubu üzerinde uygulanmıştır. Bu sebeple test görüntülerinde dengeli bir etiket dağılımı olmadığı için bazı etiketler için görüntü bulunmamaktadır.

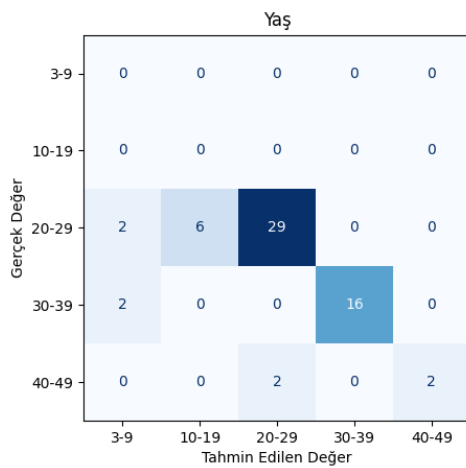
Performans testinde kullanılan mağaza içi müşteri görüntüleri üzerinden elde edilen örnek test sonuç görüntüleri Resim 4.2’de paylaşılmıştır.



Resim 4.2. Mağaza testi sonucu örnek görüntüler

Yaş Tespit Modeli Testi

Bölüm 3.1.5’te kullanılan yöntemi ve detayları bahsedilen yaş tespit modeli için yapılan testlerde genel başarı oranı 80% olup etiketlere göre detaylı test sonuçları Şekil 4.2 ve Çizelge 4.4’te verilmişti.



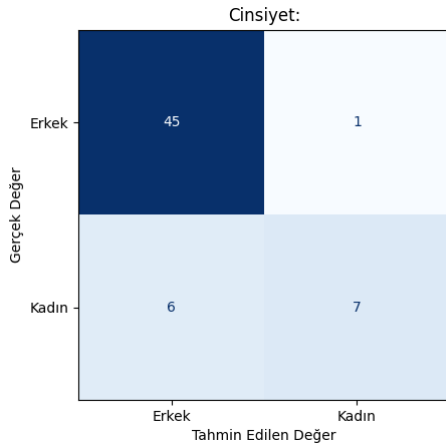
Şekil 4.2. Yaş tespit modeli için karışıklık matrisi

Çizelge 4.4. Yaş tespit modeli için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları

	Başarı (%)	Kesinlik (%)	Hassasiyet (%)	F1-Skoru (%)
20-29	78	94	78	85
30-39	89	100	89	94
40-49	50	100	50	67

Cinsiyet Tespit Modeli Testi

Bölüm 3.1.5’te kullanılan yöntemi ve detayları bahsedilen cinsiyet tespit modeli için yapılan testlerde genel başarı oranı 88% olup etiketlere göre detaylı test sonuçları Şekil 4.3 ve Çizelge 4.5’te verilmişti.



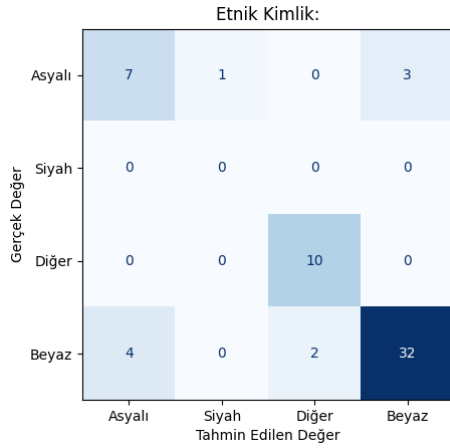
Şekil 4.3. Cinsiyet tespit modeli için karışıklık matrisi

Çizelge 4.5. Cinsiyet tespit modeli için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları

	Başarı (%)	Kesinlik (%)	Hassasiyet (%)	F1-Skoru (%)
Erkek	97	88	98	93
Kadın	54	88	54	67

Etnik Kimlik Tespit Modeli Testi

Bölüm 3.1.5’te kullanılan yöntemi ve detayları bahsedilen etnik kimlik tespit modeli için yapılan testlerde genel başarı oranı 83% olup etiketlere göre detaylı test sonuçları Şekil 4.4 ve Çizelge 4.6’da verilmişti.



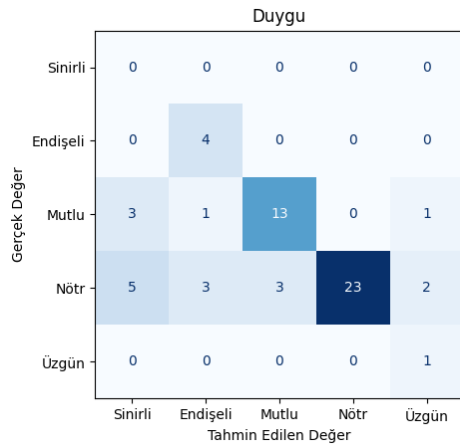
Şekil 4.4. Etnik kimlik tespit modeli için karışıklık matrisi

Çizelge 4.6. Etnik kimlik tespit modeli için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları

	Başarı (%)	Kesinlik (%)	Hassasiyet (%)	F1-Skoru (%)
Asyalı	64	64	64	64
Diğer	100	83	100	91
Beyaz	84	91	84	88

Duygu Tespit Modeli Testi

Bölüm 3.1.5’te kullanılan yöntemi ve detayları bahsedilen duygu tespit modeli için yapılan testlerde genel başarı oranı 69% olup etiketlere göre detaylı test sonuçları Şekil 4.5 ve Çizelge 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Duygu tespit modeli için karışıklık matrisi

Çizelge 4.7. Duygu tespit modeli için başarı, kesinlik, hassasiyet ve F1-skoru sonuçları

	Başarı (%)	Kesinlik (%)	Hassasiyet (%)	F1-Skoru (%)
Endişeli	100	50	100	67
Mutlu	72	81	72	76
Nötr	64	100	64	78
Üzgün	100	25	100	40

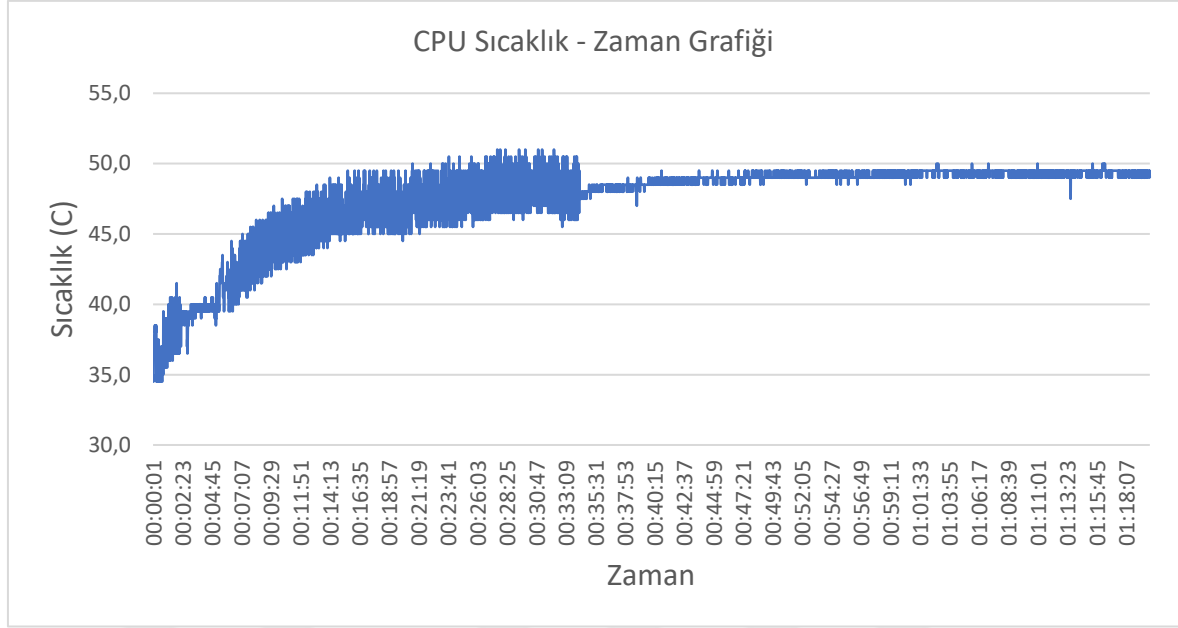
4.1.3. Stres testi

Bu testlerde amaç, önerilen sistemi tam kapasitede çalıştırıldığında sistem durum değişikliklerinin izlenmesi ve sistemin kararlı bir şekilde çalışıp çalışmadığını anlamaya yöneliktir.

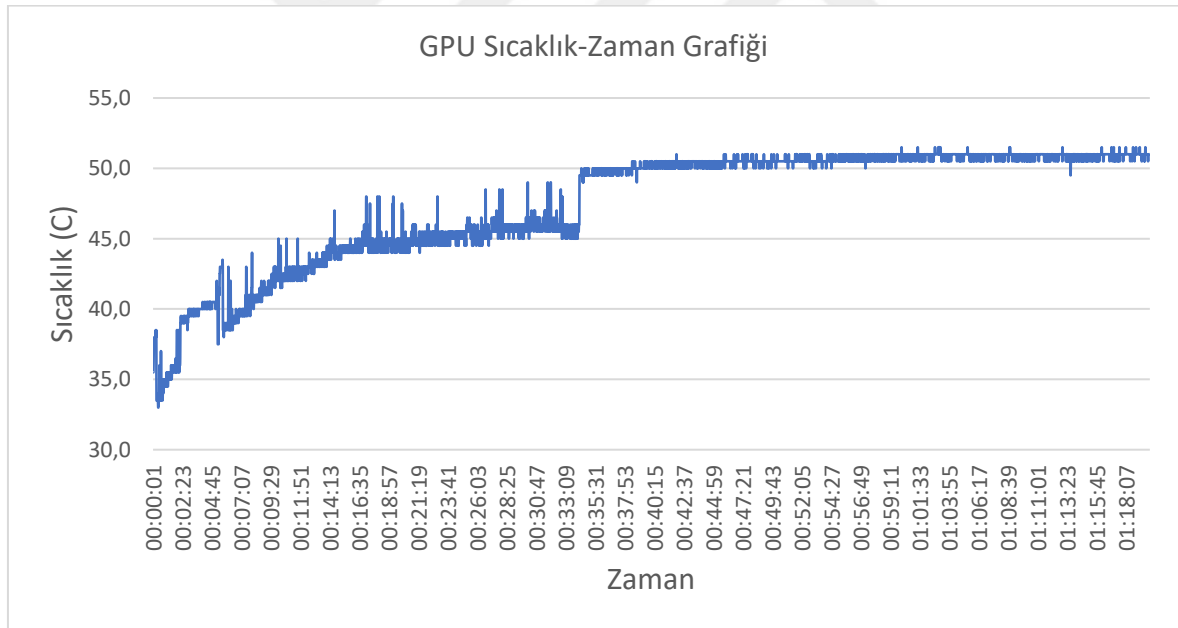
Sıcaklık

Bu çalışmada CPU ve GPU üzerinde çok fazla sayıda ve devamlı bir şekilde hesaplama işlemleri yapıldığı için buna bağlı olarak cihazın sıcaklığı da artmaktadır. Bu sebeple sistemin devamlılığı ve sağlığı için sıcaklık önemli bir parametre haline gelmektedir.

Uygulama 80 dakika boyunca devamlı şekilde hesaplama yapacak şekilde üst seviyede çalıştırılmış olup sıcaklık değerleri ölçülmüştür. CPU ve GPU sıcaklık değerleri ise Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de paylaşılmıştır. Bu çizelgelerde de görüldüğü üzere sistem 50 C° sıcaklık değerlerinde çalışmakta olup bu değerler sistemin çalışması konusunda herhangi bir engel teşkil etmemektedir.



Şekil 4.6. CPU Sıcaklık-Zaman grafiği

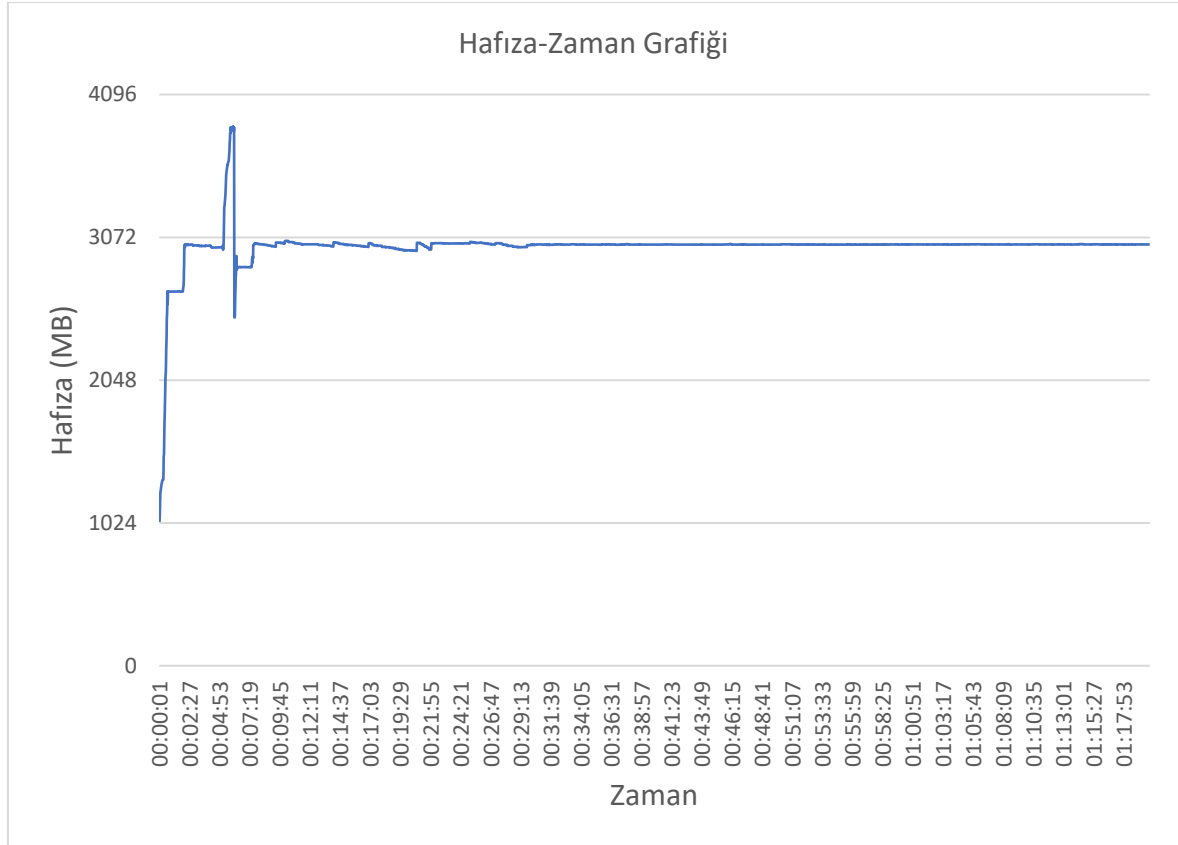


Şekil 4.7. GPU Sıcaklık-Zaman grafiği

Hafıza Kullanımı

Bu sistemde toplam 4GB hafıza bulunması ve CPU ile GPU tarafından ortak kullanılması sebebiyle, bu alanın kullanımı için birçok optimizasyon yapılmıştır. Bu optimizasyon sonucunda ise sistemde kullanılan tüm hesaplamalar ve yapay zekâ modelleri başarılı ve kararlı bir şekilde çalışabilmektedir.

Sistem tarafından kullanılan hafıza 80 dakika boyunca devamlı şekilde hesaplama yapacak şekilde üst seviyede çalıştırılmış olup hafıza kullanım değerleri ölçülmüş ve bu değerler Şekil 4.8’de paylaşılmıştır. Bu çizelgede de görüldüğü üzere sistem ortalama 3GB hafıza kullanılmış olup bu değerler sistemin çalışması konusunda herhangi bir engel teşkil etmemektedir.



Şekil 4.8. Hafıza-Zaman grafiği

4.2. Bulut Bilişim

Bulut bilişim ortamında kullanılan DeepFashion (Bakınız Bölüm 3.2.1) modeli ile kenar bilişim tarafından tespit edilen müşteri görüntüleri üzerinde bir performans testi yapılmıştır.

4.2.1. Performans testi

Bu testlerde amaç, bulut bilişimde kullanılan yapay zekâ modellerinin önerilen sistem üzerinde çalışma performansını ölçmeye yöneliktir.

Giysi Tespit Modeli Testi

Bölüm 3.2.3'te kullanılan yöntemi ve detayları bahsedilen giysi tespit modeli için yapılan testlerde 155 giysi üzerinden 117'si başarılı bir şekilde tespit edilmiş olup genel başarı oranı 75%'tir.

Stil Tespit Modeli Testi

Bölüm 3.2.2'de kullanılan yöntemi ve detayları bahsedilen stil tespit modeli için yapılan testlerde 240 stil üzerinden 136'sı başarılı bir şekilde tespit edilmiş olup genel başarı oranı 57%'dir.

Renk Tespit Modeli Testi

Bölüm 3.2.4'te kullanılan yöntemi ve detayları bahsedilen renk tespit modeli için yapılan testlerde 155 stil üzerinden 100'ü başarılı bir şekilde tespit edilmiş olup genel başarı oranı 65%'tir.



5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, kenar bilişim, bulut bilişim ve web ara yüzünden oluşmakta olan, mağazayı ziyaret eden müşterilerin moda temelli analizini yapabilen, müşterilerin yaş, cinsiyet, etnik kimlik, duygu, giydiği giysiler, giysi stili ve giysilerin renkleri gibi niteliklerini tespit eden, müşterilerin niteliklerine bağlı olarak analitik değerlerini hesaplayan ve bir web ara yüzü aracılığıyla bu sonuçları görüntüleyen zeki bir sistem geliştirilmiştir (Bakınız Şekil 3.1). Geliştirilen bu zeki sistem seçim, performans ve stres gibi birtakım testlerden geçirilerek sistemin başarısı ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar paylaşılmıştır (Bakınız Bölüm 4).

5.1. Değerlendirmeler

Daha önce yapılan benzer çalışmalarda kenar bilişim kullanılmamış olup lokal sunucuda CPU üzerinde çalışan ve RGB-D kamera kullanan sistemler oluşturulmuştur. Ayrıca bu sistemlerde yapay zekâ modelleri kullanılmadığı için sınırlı sayıda nitelik çıkarılabilmektedir [8]. Yapılan bu çalışmada ise kenar bilişim ve bulut bilişim hibrit bir şekilde kullanılmış olup GPU üzerinde çalışan ve RGB kamera kullanan bir sistem oluşturulmuştur. Böylelikle maliyeti daha düşük ve daha hızlı sonuçlar elde edebilen; aynı zamanda daha fazla nitelik tespiti yapabilen bir sistem önerilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan birçok açık kaynaklı kütüphane, algoritma ve yöntem, bu çalışmanın odaklandığı fiziksel mağazalardaki müşterilerin analiz ve analitiği problemine uygun olacak şekilde adapte edilmiş, birçok yerde eklemeler ve değişiklikler yapılarak problemin çözümü doğrultusunda kullanılmıştır. Yaş, cinsiyet, etnik kimlik ve duygu tespiti için kullanılan yapay zekâ modelleri ise bu çalışma doğrultusunda eğitilmiştir. Sonuçların gösterimi ve elde edilen meta verilerin formatlı bir şekilde sorgulanabilmesi amacıyla da bir sistem yazılımı geliştirilmiştir.

Yapılan testler sonucunda, önerilen uçtan uca sistemin genel olarak hedeflenen parametreleri tahmin etmede başarılı olduğu gözlenmiş olup elde edilen sonuçlar ve gözlemler aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

1. Geliştirilen zeki sistem, gerçek sahada karşılaşılan bir probleme çözüm sunmaktadır. Gerçek veriler ile test edilmiş olan sistem başarılı sonuçlar sunmaktadır.
2. Uygulama gün boyunca kararlı bir şekilde çalışmaktadır.
3. Kullanılan kişi tespit algoritması ve tespit edilen müşterilerden yüz tespit algoritması mağaza testlerinde 93% ve 100% oranda başarılı çalışmakta olup, yanlış sonuçlar optimize edilmiş eşik değeri sayesinde elenmektedir.
4. Yüz tespit algoritması başarılı bir şekilde kişilerin yüzünü tespit edebildiği için yüzlerde uygulanan maskelemeye başarılı bir şekilde uygulanabilmektedir. Bu çalışmada tespit edilen müşterilerin tamamının yüzü başarılı bir şekilde tespit edilmiş olup yine aynı şekilde yüzün bulunduğu pikseller maskelenmiştir.
5. Kişileri yeniden kimliklendirme yaklaşımında geliştirilen algoritmanın testleri laboratuvar ortamında ve mağaza ortamında test edilmiş ve testlerde sırasıyla 80% ve 66% başarı elde edilmiştir. Burada görüntü tabanlı bir hesaplama yapıldığı için ortamın ışığı, başarıyı direk olarak etkilemektedir. Elde edilen görüntülere bakıldığında ise sabit bir ortamın ışığında başarı değeri artmaktayken değişken ışık ortamlarında başarı değeri azalmaktadır.
6. Bu uygulamadaki giysi tespiti 75%, giysi rengi tespiti 65% ve stil tespiti 57% başarılıdır.
7. Kısıtlı GPU ve CPU hafızası sebebiyle, kullanılan CNN modellerindeki öğrenilen parametre sayısı düşük seviyede (yeniden kişi kimliklendirme için yaklaşık 2.2M, yaş-cinsiyet-etnik kimlik tespiti için yaklaşık 23.6M ve duygu tespiti için yaklaşık 2.4M) tutulması gerekmektedir. Parametre sayısı büyüdükçe uygulama hafızaya sığmamakta ve dolayısıyla çalışmamaktadır.
8. Sistem üzerinde yapılan nitelik tespiti, görüntü temelli çalıştığı için ortamın ışık oranına bağımlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Ortamdaki ışık, sonuçları olumsuz etkilemektedir.
9. Yüz görüntülerin açık olarak tespit edilmesi, yeniden kişi kimliklendirme ve dolayısıyla uygulamanın çalışması için önem arz etmektedir.
10. Bulut bilişimde çalışan stil, nesne ve renk tespiti algoritmaları, kenar bilişimde müşteri görüntülerinin doğru bir şekilde kesilerek gönderilmesine bağlı olarak başarılı bir şekilde çalışmaktadır.
11. Uygulamadaki hafıza kullanımı kararlı olup ortalama 3GB büyüklüğündedir.
12. Uygulamanın gerçek zamanlı olarak devrede olduğu süreçte ortalama 50C° sıcaklığa ulaşmaktadır ve bu sıcaklık değeri uygulamanın kararlı bir şekilde çalışması adına olumsuz bir durum oluşturmamaktadır.

13. Bulut bilişimde çalışan algoritmalar, kamera açısına bağlı olarak hatalı tespitler yapabilmektedir ve kamera açısı sistem başarısı için oldukça önemlidir.
14. Kamera çözünürlüğüne bağlı olarak sonuçlarda iyileşmeler meydana gelmektedir. Bu sebeple daha yüksek çözünürlükte ve IPS özelliği olan kameraların kullanımı başarıyı arttırmaktadır.
15. Her ne kadar bu tez kapsamında kullanılan veriler bir firmadan alınmış ve bunun belgesi tez sonunda verilmiş olsa da kamera ile kişisel veriler analiz edileceği için kişilerin mahremiyetine saygı gösteren bir çözüm geliştirmek, 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu'na uygunluğunu sağlamak amacıyla, kameranın konulduğu alan ile ilgili kişilerin önceden bilgilendirildiği ve açık rızalarının alınarak bu işlemlerin yapıldığı belirtmek isteriz.

5.2. Karşılaşılan Zorluklar

Bu tez çalışması boyunca karşılaşılan teknik ve uygulama zorluklar şu şekilde özetlenebilmektedir:

1. NVIDIA Jetson Nano geliştirme ortamının henüz yeni olması nedeniyle karşılaşılan zorluklar karşısında NVIDIA ürün topluluğundan sağlıklı bir destek alınamamaktadır.
2. Bulut ortamında daha güçlü GPU işlemcisine sahip olan ortamlarda eğitilen modellerin, NVIDIA Jetson Nano üzerinde direk olarak çalışmamaktadır. Bu sebeple bir takım dönüştürme işlemlerinden geçirilmesi gerekmektedir. Ancak, henüz yeni bir sistem olduğu ve kolay anlaşılabilir dokümantasyonlar olmaması; versiyon farklılıklarının büyük değişikliklerin çok olması nedeniyle kolay bir şekilde dönüştürme işlemi yapılamamaktadır.
3. NVIDIA Jetson Nano için belli bir yapay zekâ model havuzu olmadığı için istenilen modellerin baştan eğitilmesi gerekmektedir.
4. NVIDIA Jetson Nano üzerindeki CPU ve GPU hafızasının ortak kullanılması ve kısıtlı olması sebebiyle birçok optimizasyon yapılması ve bu hafızanın optimum seviyede kullanılması gerekmektedir.
5. Sistemde kullanılan kameraların sürücülerinin manuel olarak kurulması gerekmektedir.
6. Kameranın yerleştirileceği perspektif ile yapay zekâ modeli eğitiminde kullanılan görüntülerin perspektifi aynı olmadığı için kişi ve yüz tespiti sırasında problem yaşanabilmektedir.

5.3. Gelecek Çalışma Önerileri

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler çerçevesinde, oluşturulan hibrit zeki sistem sürdürülebilir bir şekilde geliştirilmiştir. Bu açıdan bakıldığında olası çalışma önerileri şu şekildedir;

1. IPS özelliği olan kameraların kullanılması,
2. NVIDIA Jetson Xavier gibi daha yüksek kapasitede işlem gücüne sahip geliştirici kitleri kullanılarak daha büyük ve başarılı modellerin sisteme dahil edilmesi,
3. Sistem üzerinden elde edilen nitelikli veriler kullanılarak daha detaylı istatistiksel verilerin sunulması ve bu doğrultuda bir web ara yüzünün oluşturulması,
4. Önerilen modellerin başarımlarının artırılması için veri setlerinin ve yeni modellerin denenmesi,
5. Bu çalışma tek başına mağazaya belli bir oranda istatistiksel veriler sağlasa da kasa arkasına koyulan bir kamera ile müşterilerin satın alma bilgileri ya da mağaza içerisine yerleştirilecek bir kamera ile müşteri gezinti ve ısı haritası gibi bilgilerin elde edilmesiyle beraber daha anlamlı veriler oluşturmak için bir bütün olarak ele alınması,
6. Son yıllarda popülerliği artan GAN yöntemi ile gerçek olmayan görüntüler üretilmekte ve bu görüntüler gerçeğe çok yakın olduğu için insanlar tarafından gerçek olup olmadığı ayırt edilememektedir. Bu yöntemin kullanıldığı alanlardan biri de bulanık olan görüntülerin netleştirilmesi üzerinedir. Bu çalışmada önerilen yöntemde kullanılan müşteri yüzlerin maskelenmesi, GAN yöntemi kullanılarak tekrar netleştirilebileceği görülmektedir [32-38]. Bu sebeple yüzlerin karartılması veya maskelenmesi aşamasında geriye döndürülemez bir şekilde yüzlerin karartılması üzerine daha detaylı bir çalışma yapılarak sistemin kararlılığının artırılmasıdır.

KAYNAKLAR

1. Ha, S. H. (2007). Applying knowledge engineering techniques to customer analysis in the service industry. *Advanced Engineering Informatics*, 21(3), 293-301.
2. Oelke, D., Hao, M., Rohrdantz, C., Keim, D. A., Dayal, U., Haug, L. E., & Janetzko, H. (2009). *Visual opinion analysis of customer feedback data*. IEEE Symposium on Visual Analytics Science and Technology.
3. Yanagimoto, H. (2016). *Customer Behavior Analysis with Enthusiasm Analysis*. 2016 5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI).
4. Vanaja, S., & Belwal, M. (2018). *Aspect-level sentiment analysis on e-commerce data*. 2018 International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA).
5. Pür, S. F., & Sağiroğlu, Ş. (2020). *A Novel Approach to Fashion-Based Analysis and Analytics Using an Intelligent In-store Camera System*. 5th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK).
6. Applebaum, W. (1966). Methods for determining store trade areas, market penetration, and potential sales. *Journal of marketing Research*, 3(2), 127-141.
7. Newman, A. J., Daniel, K. C., & Oulton, D. P. (2002). New insights into retail space and format planning from customer-tracking data. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 9(5), 253-258.
8. Lee, T. W., Chiu, Y. L., Wu, Y. S., & Liu, H. S. (2014). *An intelligent image-based customer analysis service*. 16th Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium.
9. Santarcangelo, V., Farinella, G. M., Furnari, A., & Battiato, S. (2018). Market basket analysis from egocentric videos. *Pattern Recognition Letters*, 112, 83-90.
10. Zuo, Y., Yada, K., Li, T., & Chen, P. (2018). *Application of Network Analysis Techniques for Customer In-store Behavior in Supermarket*. IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC).
11. Wu, Y. K., Wang, H. C., Chang, L. C., & Chou, S. C. (2015). Customer's flow analysis in physical retail store. *Procedia Manufacturing*, 3, 3506-3513.
12. Sturari, M., Liciotti, D., Pierdicca, R., Frontoni, E., Mancini, A., Contigiani, M., & Zingaretti, P. (2016). Robust and affordable retail customer profiling by vision and radio beacon sensor fusion. *Pattern Recognition Letters*, 81, 30-40.
13. Kaneko, Y., Miyazaki, S., & Yada, K. (2017). The Influence of Customer Movement between Sales Areas on Sales Amount: A Dynamic Bayesian Model of the In-store Customer Movement and Sales Relationship. *Procedia computer science*, 112, 1845-1854.
14. Sokol, O., & Holý, V. (2019). The role of shopping mission in retail customer segmentation. *International Journal of Market Research*.

15. Kim, K., Chalidabhongse, T. H., Harwood, D., & Davis, L. (2005). Real-time foreground-background segmentation using codebook model. *Real-time imaging*, 11(3), 172-185.
16. İnternet: Feature Engineering for Images: Introduction to HOG Feature Descriptor. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2019/09/feature-engineering-images-introduction-hog-feature-descriptor/>. Son Erişim Tarihi: 07.09.2019.
17. Newman, M. E. (2004). Fast algorithm for detecting community structure in networks. *Physical review E*, 69(6), 066133.
18. Pür, S. F., & Sağiroğlu, Ş. (2020). Yapay Zekâ ile Müşteri Davranış ve Profil Analizi. *Yapay Zekâ ve Büyük Veri Teknolojileri ve Yaklaşımları*, 1(1), 257-286.
19. İnternet: Panasonic's New Grid-EYE Sensor. URL: <https://www.designworldonline.com/panasonics-new-grid-eye-sensor>. Son Erişim Tarihi: 12.10.2020.
20. Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). *Facenet: A unified embedding for face recognition and clustering*. Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.
21. Lin, T. Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., ... & Zitnick, C. L. (2014). *Microsoft coco: Common objects in context*. European conference on computer vision.
22. İnternet: OpenCV Social Distancing Detector. URL: <https://www.pyimagesearch.com/2020/06/01/opencv-social-distancing-detector/>. Son Erişim Tarihi: 01.06.2020.
23. İnternet: Robust Human Re-identification Based on Multi-domain Learning Scheme. URL: <http://rose1.ntu.edu.sg/Demo/PersonReId.asp>. Son Erişim Tarihi: 10.11.2020.
24. Zhou, K., Yang, Y., Cavallaro, A., & Xiang, T. (2019). *Omni-scale feature learning for person re-identification*. Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision.
25. İnternet: Fairface: Face attribute dataset for balanced race, gender, and age. URL: <https://arxiv.org/pdf/1908.04913.pdf>. Son Erişim Tarihi: 12.10.2020.
26. Zhang, Z., Song, Y., & Qi, H. (2017). *Age progression/regression by conditional adversarial autoencoder*. Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.
27. İnternet: Challenges in Representation Learning: Facial Expression Recognition Challenge. URL: <https://www.kaggle.com/c/challenges-in-representation-learning-facial-expression-recognition-challenge/data>. Son Erişim Tarihi: 12.10.2020.
28. Liu, Z., Luo, P., Qiu, S., Wang, X., & Tang, X. (2016). *Deepfashion: Powering robust clothes recognition and retrieval with rich annotations*. Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.

29. İnternet: General Data Protection Regulation. URL: <https://gdpr-info.eu>. Son Erişim Tarihi: 30.01.2021.
30. İnternet: 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanununun Amacı ve Kapsamı. URL: <https://www.kvkk.gov.tr/Icerik/4185/6698-Sayili-Kisisel-Verilerin-Korunmasi-Kanununun-Amaci-ve-Kapsami>. Son Erişim Tarihi: 30.01.2021.
31. King, D. E. (2009). Dlib-ml: A machine learning toolkit. *The Journal of Machine Learning Research*, 10, 1755-1758.
32. Kupyn, O., Budzan, V., Mykhailych, M., Mishkin, D., & Matas, J. (2018). *Deblurgan: Blind motion deblurring using conditional adversarial networks*. Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition.
33. Zhang, K., Luo, W., Zhong, Y., Ma, L., Stenger, B., Liu, W., & Li, H. (2020). *Deblurring by realistic blurring*. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition.
34. İnternet: Blur2Sharp: A GAN-based Model for Document Image Deblurring. URL: https://www.techrxiv.org/articles/preprint/Blur2Sharp_A_GAN-based_Model_for_Document_Image_Deblurring/13238357/files/26073704.pdf. Son Erişim Tarihi: 02.02.2021.
35. Zhang, X., Lv, Y., Li, Y., Liu, Y., & Luo, P. (2019). *A modified image processing method for deblurring based on GAN networks*. 5th International Conference on Big Data and Information Analytics (BigDIA).
36. Zhen, A., & Stevenson, R. L. (2019). GAN based image deblurring using dark channel prior. *Electronic Imaging*, 2019(13), 136-1.
37. Zheng, S., Zhu, Z., Cheng, J., Guo, Y., & Zhao, Y. (2019). Edge heuristic GAN for non-uniform blind deblurring. *IEEE Signal Processing Letters*, 26(10), 1546-1550.
38. Su, K., Li, X., & Li, X. (2019). *Blind Motion Deblurring Based on Generative Adversarial Networks*. Proceedings of the 2019 International Conference on Video, Signal and Image Processing.





EKLER

EK-1. Veri kümesi kullanım izni

Jan 19 2021

To Whom It May Concern,

All data sets used in the master's thesis, for which the information is given below, have been provided by Browzzin Pte. Ltd., Singapore.

Thesis Name: FASHION-BASED CUSTOMER ANALYSIS FOR RETAIL STORES: A HYBRID INTELLIGENT SYSTEM PROPOSAL

Thesis Owner: Sezai Furkan PUR

Browzzin Pte. Ltd.
37B KRETA AYER ROAD, #03-00, Singapore 089001
Registration No: 201619570M



GAZİ GELECEKTİR..