



T.C.

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK – ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**PAKETLİ ÜRÜN ETİKETLERİ KULLANILARAK
GÖRÜNTÜ İŞLEME VE OPTİK KARAKTER TANIMA
(OKT) TEKNİKLERİNE DAYALI UZMAN SİSTEMİN
GELİŞTİRİLMESİ**

CANAN AKÇA ERTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT

HAZİRAN – 2024

YOZGAT

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK – ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

PAKETLİ ÜRÜN ETİKETLERİ KULLANILARAK
GÖRÜNTÜ İŞLEME VE OPTİK KARAKTER TANIMA
(OKT) TEKNİKLERİNE DAYALI UZMAN SİSTEMİN
GELİŞTİRİLMESİ

CANAN AKÇA ERTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT

HAZİRAN – 2024

YOZGAT



YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ONAY FORMU

T.C.

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Enstitümüzün Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Canan AKÇA ERTÜRK'ün hazırladığı “**Paketli Ürün Etiketleri Kullanılarak Görüntü İşleme ve Optik Karakter Tanıma (OKT) Tekniklerine Dayalı Uzman Sistemin Geliştirilmesi**” başlıklı tezi ile ilgili tez savunma sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri gereğince 14/06/2024 Cuma günü saat 14.00'da yapılmış, tezin onayına oy birliği ile karar verilmiştir.

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT
(Danışman)

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet BAKIR

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Hakan KÖR

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı Enstitü Yönetim Kurulu Kararı ile onaylanmıştır.

...../...../.....

Prof. Dr. Ümit BUDAK

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan eder, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğini beyan ederim.

Canan AKÇA ERTÜRK

14/06/2024

ÖN SÖZ

Tezimin oluşum sürecinde rehberlik ederek bilgi, birikim ve değerli görüşleri ile beni yönlendiren, hiçbir zaman desteğini esirgemeyen saygıdeğer danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT'a, uzman bilgisine başvurduğum ve çalışmamın her adımında yanımda olarak verdiği geri dönütlerle tezimin şekillenmesinde yardımcı olan ikinci danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT'a, yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca beni destekleyen yol arkadaşım Ayşe TUNCEL ÇİFTÇİ'ye, verilerin elde edilmesi aşamasında desteğini gördüğüm Enes ŞAHİN'e, çalışma hayatımda lisansüstü eğitimimi destekleyen kıymetli mesai arkadaşlarıma, bugünlere kadar gelmemde emeği olan, hem maddi hem manevi olarak beni her daim destekleyen ve bana güç veren sevgili annem, babam, kardeşlerim, eşim ve biricik kızım Gökçe'ye teşekkür ederim.

Canan AKÇA ERTÜRK

14/06/2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PAKETLİ ÜRÜN ETİKETLERİ KULLANILARAK GÖRÜNTÜ İŞLEME VE OPTİK KARAKTER TANIMA (OKT) TEKNİKLERİNE DAYALI UZMAN SİSTEMİN GELİŞTİRİLMESİ

CANAN AKÇA ERTÜRK

YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ELEKTRİK – ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI: Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT

İKİNCİ DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT

Gıda etiketleri, tüketiciler, işletmeler ve devlet açısından sağlık, güvenlik ve yasal uyum bağlamında kritik bir rol oynar. Etiketler, tüketicilere ürün içeriği hakkında kritik bilgiler sağlarken, işletmelere ürünlerini pazarlama ve düzenleyici gereksinimlere uyum sağlama konusunda yardımcı olur. Okunan etiketler, sağlıklı beslenme ve yaşam tarzı seçimleri konusunda rehberlik ederek tüketicilerin bilinçli gıda tercihlerinde bulunmalarını sağlar ve sağlık göstergelerini iyileştirebilir. Ancak etiketlerin okunması, tüketicilerin cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim düzeyi ve sağlık durumlarına bağlı olarak değişebilir. Yazı boyutu, renk tonu ve bilgi sunumunun karmaşıklığı gibi faktörler, etiketlerin etkili bir şekilde okunmasını engelleyebilir ve tüketicilerin bilgiye erişimini sınırlandırabilir. Uzman sistemlerin kullanımıyla, bu etiketlerin daha etkin bir şekilde analiz edilmesi ve optik karakter tanıma gibi teknolojilerin yardımıyla daha anlaşılır hale getirilmesi mümkündür. Bu gelişmeler, tüketicilerin sağlıklı seçimler yapmalarını destekleyerek toplum sağlığına olumlu katkıda bulunabilir. Bu tez çalışmasında, Görüntü İşleme Teknikleri ve Optik Karakter Tanıma Sistemi tekniklerine dayalı olarak ürün etiketi görüntüleri üzerinden okuma, etiket metnini anlama ve ürün hakkında öneride bulunma işlemleri yapabilen bir uzman sistem geliştirilmiştir.

2024, Haziran + 80 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Etiket, Sağlıklı Gıda Seçimi, Beslenme, Optik Karakter Tanıma, Görüntü İşleme Teknikleri, Uzman Sistem

ABSTRACT

MASTER THESIS

DEVELOPMENT OF AN EXPERT SYSTEM BASED ON IMAGE PROCESSING AND OPTICAL CHARACTER RECOGNITION (OCR) TECHNIQUES USING PACKAGED PRODUCT LABELS

CANAN AKÇA ERTÜRK

YOZGAT BOZOK UNIVERSITY

INSTITUTE of GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

SUPERVISOR: Asst. Prof. Dr. Tolga HAYIT

CO-SUPERVISOR: Asst. Prof. Dr. Fatma HAYIT

Food labels play a critical role in terms of health, safety, and legal compliance for consumers, businesses, and governments. While providing essential information about product content to consumers, labels also assist businesses in marketing their products and complying with regulatory requirements. Reading labels guides consumers in making informed food choices and lifestyle decisions, potentially improving health indicators. However, label readability may vary depending on consumers' gender, age, marital status, education level, and health condition. Factors such as font size, color tone, and complexity of information presentation can hinder effective label reading, limiting consumer access to information. With the use of expert systems, it is possible to analyze these labels more effectively and make them more understandable with the help of technologies such as optical character recognition. These developments can support consumers in making healthy choices, contributing positively to public health. In this thesis, an expert system capable of reading product label images, understanding label text, and providing recommendations based on Image Processing Techniques and Optical Character Recognition System techniques has been developed.

2024, Haziran + 80 Pages

Keywords: Label, Healty Food Choice, Nutrition, Optical Character Recognition, Images Processing Techniques, Expert System

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAY FORMU	iii
TEZ BEYANI.....	iiiv
ÖN SÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	xi
RESİMLER LİSTESİ	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Gıda Katkı Maddeleri	2
1.2. Gıdaların Etiketlenmesi	3
1.3. Gıda İntoleransı ve Gıda Alerjisi	5
1.3.1. Gıda İntoleransı	6
1.3.1.1. Laktoz İntoleransı.....	7
1.3.1.2. Gluten İntoleransı (Çölyak Hastalığı)	7
1.3.1.3. Galaktozemi	9
1.3.1.4. Histamin İntoleransı	9
1.3.1.5. Fruktöz İntoleransı	10
1.3.1.6. Fenilketanüri.....	10
1.3.1.7. Salisilit İntoleransı.....	10
1.3.1.8. Sülfıt İntoleransı	11
1.3.1.9. FODMAP İntoleransı	11
1.3.1.10. Gıda Boyaları	11
1.3.2. Gıda Alerjisi	11

1.4.	Problem Tanımı	13
1.5.	Araştırmanın Amacı.....	13
1.6.	Araştırmanın Önemi	14
1.7.	Araştırmanın Soruları	14
1.8.	Sınırlılıklar	14
1.9.	Çalışma Organizasyonu	14
2.	YAPAY ZEKA	16
2.1.	Makine Öğrenmesi.....	16
2.2.	Uzman Sistemler.....	17
2.3.	Resim İşleme Teknikleri ve Bilgisayarla Görme.....	18
2.4.	Başlıca Resim İşleme Teknikleri	19
2.4.1.	Renk Uzayının Değiştirilmesi	19
2.4.2.	Kontrast Düzeltme.....	20
2.4.2.1.	Gama Düzeltme	20
2.4.2.2.	Histogram Eşitleme	20
2.4.2.3.	Logaritmik Dönüşüm.....	21
2.4.3.	Eşikleme	21
2.4.4.	Geometrik Dönüşümler	23
2.4.5.	Filtreleme	23
2.4.5.1.	Ortalama (Mean) Filtreleme	24
2.4.5.2.	Medyan Filtreleme.....	24
2.4.5.3.	Gauss Filtresi	24
2.4.5.4.	Kenar Belirleme Filtreleri.....	25
2.4.6.	Morfolojik Operatörler	25
2.4.6.1.	Aşındırma (Erosion)	25
2.4.6.2.	Genişletme (Dilation)	26

2.4.6.3. Açma (Opening)	26
2.4.6.4. Kapama (Closing).....	27
2.4.7. Segmentasyon.....	27
2.5. Optik Karakter Tanıma	28
2.5.1. Tanım	30
2.5.2. OKT Bileşenleri ve Aşamaları	30
2.5.3. Yaygın OKT Yazılımları.....	32
2.5.3.1. Tesseract OCR.....	32
2.5.3.2. PaddleOCR	33
2.6. Doğal Dil İşleme	33
2.6.1. Zemberek Kütüphanesi	34
2.6.2. ITU NLP Turkish Parser	34
3. LİTERATÜRDEKİ İLGİLİ ÇALIŞMALAR	35
4. GEREÇ VE YÖNTEM	39
4.1. Veri Setinin Oluşturulması	39
4.2. Görüntüyü Ön İşleme.....	41
4.2.1. Döndürme.....	42
4.2.2. Gri Skalaya Çevirme	44
4.2.3. Eşikleme (Threshold).....	44
4.2.4. Aşındırma ve Genişletme	45
4.3. OKT İşlemi	46
4.4. Doğal Dil İşleme	47
4.5. Öneri Metninin Oluşturulması	49
4.6. Doğrulama	53
5. BULGULAR	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	64

7. KAYNAKLAR.....	66
-------------------	----



TABLÖLAR LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 5.1 Toplam veri sayısı ve OKT tarafından okunabilen veri sayısı	55
Tablo 5.2 Atıştırmalıklarda manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma	58
Tablo 5.3 Et ve süt ürünlerinde manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma	59
Tablo 5.4 Unlu mamullerde manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma.....	59
Tablo 5.5 Konservelerde manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma	60
Tablo 5.6 Meşrubatlarda manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma.....	60
Tablo 5.7 Atıştırmalıklarda uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi.....	61
Tablo 5.8 Et ve süt ürünlerinde uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi	61
Tablo 5.9 Unlu mamullerde uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi	62
Tablo 5.10 Konservelerde uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi.....	62
Tablo 5.11 Meşrubatlarda uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi	63
Tablo 5.12 Geliştirilen sistemin ürün sınıflarına göre genel başarı oranı.....	63

RESİMLER LİSTESİ

<u>Resim</u>	<u>Sayfa</u>
Resim 2.1 Uzman Sistemin Genel Yapısı.....	17
Resim 2.2 RGB görüntüye uygulanan histogram eşitleme örneği.....	21
Resim 2.3 Farklı eşikleme uygulama örnekleri	23
Resim 2.4 Aşındırma işleminin uygulama örneği.....	26
Resim 2.5 Genişletme işleminin uygulama örneği	26
Resim 2.6 Açma işleminin uygulama örneği	27
Resim 2.7 Kapama işleminin uygulama örneği	27
Resim 2.8 OKT temel yapısı.....	31
Resim 4.1 Atıştırmalık sınıfına ait görsel örneği	40
Resim 4.2 Konserve sınıfına ait görsel örneği	40
Resim 4.3 Unlu mamuller sınıfına ait görsel örneği	41
Resim 4.4 Et ve süt ürünleri sınıfına ait görsel örneği.....	41
Resim 4.5 Meşrubatlar sınıfına ait görsel örneği	41
Resim 4.6 Görüntünün döndürme için hazır hale getirilmesi	43
Resim 4.7 Görüntünün merkezi etrafında döndürülmesi	43
Resim 4.8 RGB Görüntüyü Gri Skalaya Çevirme	44
Resim 4.9 Görüntünün eşiklenmesi	45
Resim 4.10 Görüntüye uygulanan genişleme işlemi.....	46
Resim 4.11 Optik karakter tanıma ile metin okumasının gerçekleştirilmesi	46
Resim 4.12 Zemberek kütüphanesinin yüklenmesi ve Türkçe karakterlerin dönüşümü	47
Resim 4.13 Anahtar kelimelerin tanımlanması.....	48
Resim 4.14 E kodlarının dahil edilmesi	48
Resim 4.15 “içerir”, “içermez”, “içerebilir” anlamındaki kelimelerin koda dahil edilmesi	49
Resim 4.16 E koduna göre renklendirici veya koruyucu tespiti ve oluşturulan öneri metni	50
Resim 4.17 Gluten, laktoz veya alerjen içermeyen durum tespiti ve oluşturulan öneri metni	50
Resim 4.18 Gluten, laktoz veya alerjen içeren durum tespiti ve oluşturulan öneri metni ..	51
Resim 4.19 Gluten, laktoz, alerjen içerebilme durum tespiti ve oluşturulan öneri metni...	51
Resim 4.20 Maddelerin varlığının 1 ya da 0 olarak temsil edilmesi.....	52
Resim 4.21 Sonuçların excel dosyasına kaydedilmesi.....	53
Resim 4.22 Bireysel okuma ve OKT sonuçlarının karşılaştırmalı doğruluk tablosu örneği	54

Resim 5.1 OKT sistemine giriş olarak verilen görüntü	56
Resim 5.2 Eşikleme sonrası elde edilen ve OKT sistemi tarafından okunamayan görüntü	56
Resim 5.3 OKT yazılımı tarafından okunamayan şeffaf ambalajlı veri örneği	56
Resim 5.4 Eşikleme öncesi ambalaj etiketi.....	57
Resim 5.5 Eşikleme sonrası okunamayan ambalaj etiketi	57



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

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

Simgeler

Açıklamalar

$f^T(i, j)$	:Eşikleme sonrası pikselin alacağı değer
$T(i, j)$	:Belirlenen eşik değeri
$f(i, j)$	:Pikselin sahip olduğu eşik değeri

Kısaltmalar

Açıklamalar

CMYK	:Cyan, Magenta, Yellow, Key (Cam Göbeği, Eflatun, Sarı, Siyah)
CNN	: Evrişimli Sinir Ağı (Convolutional Neural Network)
FODMAP	:Fermente Edilebilir Oligo-, Di-, Mono-sakkaritler ve Poliol
GALT	:Galaktoz-1-fosfat üridil transferaz
HSV	:Hue, Saturation, Value (Renk, Doygunluk, Değer)
İTÜ	:İstanbul Teknik Üniversitesi (Istanbul Technical University)
KNN	:k En yakın komşu algoritması
LSTM	:Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short Term Memory)
NLP	:Doğal Dil İşleme
OKT	:Optik Karakter Tanıma
RGB	:Red Green Blue (Kırmızı Yeşil Mavi)
RNN	:Yinelemeli Sinir Ağı (Recurrent Neural Network)

1. GİRİŞ

Etiketler, ürünle ilgili değerli bilgiler taşımaları açısından tüketiciler, işletmeler ve devlet açısından önemlidir (Özgül ve Aksulu, 2006). Bu yüzden paketlenmiş gıdalarda etiket bilgilerinin bulundurulması zorunludur (Labeling, 1990). Paketli gıda etiketlerinin okunması ise beslenme ve sağlık açısından oldukça önemlidir ve tüketicilere sağlıklı gıda seçimleri yapmasına, yeterli ve dengeli beslenmelerine yardımcı olmaktadır (Arslan vd., 2022, Demirer ve Özdemir, 2020, Anding vd., 2023). Etiket okuyan tüketicilerin okumayanlara göre kan basıncı, açlık plazma glikozu, trigliserit sayılarının daha düşük olduğu belirlenmiştir (Kang vd., 2013). Tüketicilerin etiket kullanımını ise cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim düzeyi, sağlık ve sosyoekonomik durumları etkilemektedir (Neuhouser vd., 1999), Huang vd., 2004, Besler vd., 2012, Güneş vd., 2014; Cebeci ve Güneş, 2017). Etiket okumamaya; yazı boyutunun küçük olması, renk tonunun açık olması bu sebeple terimlerin, sembollerin ve değerlerin anlaşılmaması; bilginin zayıf sunumu ve bilgilerin doğruluğuna ilişkin endişeler sebep olmaktadır (Besler vd., 2012; Book vd., 2023). Sağlıklı seçimler yapmak için beslenme etiketlerini kullanmak isteyen tüketiciler, etiketler için standartlaştırılmış bir formatın yanı sıra anlaşılır terim ve ifadelerle aktarılan basitleştirilmiş bilgilere ihtiyaç duymaktadır (Besler vd., 2012). Tüketiciler etiketlerde bulunan basit bilgileri kolaylıkla anlayabilmektedirler. Buna karşın; bilgilerdeki karmaşıklığın artması ile tüketicilerin yorumlama yetenekleri azalmaktadır. Bu yüzden etiketlere sözlü tanımlayıcılar gibi yorumlayıcı yardımcılarının eklenmesi ürünlerin anlaşılmasını kolaylaştıracağı düşünülmektedir (Cowburn ve Stockley, 2005). Etiketlerde yapılacak iyileştirmeler, özellikle yorumlamaya dayalı yardımlar ile tüketicinin sağlıklı seçimler yapmasına olumlu katkı sağlanacaktır (Cowburn ve Stockley, 2005). Paketli gıdalar besin bileşenleri dışında (mevzuatların izin verdiği ölçüde) koruyucu, renklendirici gibi çeşitli gıda katkı maddelerini içermektedir.

Uluslararası komisyonlar gıda katkı maddeleri hakkında araştırmalar yaparak, kullanılabilir gıda katkı maddeleri ve bu katkı maddelerinin günlük alınabilir kabul düzeyleri üzerinde çeşitli listeler hazırlanmaktadır (Öztürkcan ve Acar, 2017). Fakat gıda üretiminde kullanılan gıda katkı maddelerinin astım, hiperaktivite, uykusuzluk, kolesterol, kanser gibi farklı rahatsızlıklara sebep olduğu bir gerçektir (Kuş, 2013, Çakır, 2014, Gül vd., 2023). Ayrıca yumurta, yer fıstığı, kereviz, bakla, soya, antep fıstığı, susam gibi alerjen gıdaları içeren

ürünler ile çölyak ve laktoz intoleransı olan bireyler için gıda etiketlerinde alerjen gıda bilgilendirmesinin yapılması gerekmektedir. Bu yüzden tüketiciler için etiket bilgilerini okumak ve gıda içeriğini anlamak önemlidir. Bireyler gıda tüketimlerinde ancak bu şekilde sağlıklı seçimler yaparak sağlıklı beslenebilir ve sağlıklarını koruyabilir.

Diğer yandan, bir uzman sistem, uzman bir insanın karar verme kabiliyetini taklit eden bilgi-bazlı bir yapay zekâ uygulamasıdır. Genellikle karmaşık bir problemi çözmek için geliştirilmiş bilgisayar yazılımları olarak oluşturulmaktadır. Yani insan zekâsının uzman kabiliyetleri yazılım algoritmasına gömülmektedir (Başoğlu ve Bulut, 2017). Web tabanlı uzman sistem geliştirmek karmaşık, çok disiplinli ve bilgi odaklı bir süreç olarak değerlendirilmektedir (Hasan ve Isaac, 2011). Liao, (2005) uzman sistem metodolojilerini rule-based systems, knowledge-based systems, neural networks, fuzzy ESs, object-oriented methodology, case-based reasoning, system architecture, intelligent agent systems, database methodology, modeling, and ontology together with their applications for different research and problem domains olmak üzere 11 kategoride sınıflandırmıştır. Makine öğrenim yöntemlerinden biri olan yapay sinir ağları kullanılarak OKT (Optik karakter tanıma) uygulamaları ile karakterler tanımlanmaktadır (Koyun ve Afşin, 2017). OKT'nin amacı, insan tarafından okunabilen karakterleri makine tarafından okunabilen kodlara dönüştürmek için optik olarak algılanan belgedeki metni otomatik olarak okumaktır. Başka bir deyişle bir bilgisayarın veya başka bir dijital cihazın optik olarak taranan bir belge veya görseldeki metnini tanımdır (Chaudhuri ve Pal, 1998). Makine öğreniminin desteklediği OCR tarama teknolojisi, sağlık hizmetlerinde (Gifu, 2022), trafikte (Onim vd., 2022; Sugiyono vd., 2023), kamuda (Siciliani vd., 2023), farklı dillerin tanınmasında (Chaudri ve Pal, 1998), parmak izi sınıflandırılmasında (Blue vd., 1994), müşteri incelemelerinde (Dhar ve Bose, 2022) ve retail sektörü (Oucheikh vd., 2022) gibi farklı alanlarda kullanılmıştır.

1.1. Gıda Katkı Maddeleri

Gıda ihtiyacı günümüzde gittikçe artmaktadır ve bu nedenle de gıda teknolojisi hızlı şekilde gelişmektedir. Gıda üretiminde kullanılan gıda katkı maddeleri de toplum beslenmesi açısından önem arz etmektedir. Gıdaların görünüşünü ve lezzetini tüketicinin istediği özelliklere getirmek, bozulmasına engel olmak ve daha uzun süre raf ömrü sağlamak için çeşitli kimyasal gıda katkı maddeleri uygulamaya konulmuştur. Tüketime

sunulmadan önce gıda üretimlerinde bilinçli ve belli bir amaca yönelik kullanılan, gıdaların besin değerini değiştirmeden ve hile amacı gütmeyen kullanılan bu maddelere gıda katkı maddeleri denilmektedir (Yörük ve Danyer, 2016).

Çalışan nüfusun artmasına paralel olarak tüketicilerin hazır paketli gıda ürünlerini kullanımı artmıştır. Paketli gıda ürünlerinin üretilmesi, hazırlanması, taşınması ve depolanması sırasında ilgili gıdanın raf ömrünü uzatmak, tat ve rengini güzelleştirmek, zararlı mikroorganizmaların üremesini geciktirmek gibi amaçlarla gıda katkı maddesi kullanımı yaygınlaşmıştır (Öztürkcan ve Acar, 2017).

Tüketiciler kullanılan gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine olumsuz etkilerinin olduğunu düşünmesi ile üreticiler doğal kaynaklı katkı maddelerine yönelse de (Öztürkcan ve Acar, 2017), katkı maddesi kullanımı yasal ölçülerde devam etmektedir. Son yıllarda yaşam tarzındaki farklılıklar ve beslenme alışkanlıklarının değişmesi ile birlikte ambalajlı gıdaların tüketimi artmıştır. Bu durum, gıda katkı maddesi olarak kullanılan kimyasal maddelerin tüketiminin artmasına yol açmaktadır. Daha da önemlisi tüketimdeki artışla kabul edilebilir günlük alım düzeylerinin aşma riskini beraberinde getirmektedir (Eroğlu ve Ayaz, 2018).

14.000'in üstünde insan yapımı kimyasal madde, gıda katkı maddesi olarak gıdalarda kullanılmaktadır. Gıda katkı maddeleri insanlar ya da hayvanlar için doğal besin elementleri değildir. Çocukluk döneminden yetişkinliğe kadar birçok gıda katkı maddesine maruz kalındığında çeşitli sağlık problemlerine yakalanmak kaçınılmazdır (Boğa ve Binokay, 2010). Gıda katkı maddelerinin çok fazla tüketilmesi gıda alerjileri, astım, bel çevresi ölçüsünün artışı, hiperaktivite, mineraller ve vitaminlerin emiliminde azalış ve kanser gibi hastalıklara neden olabilmektedir (Boğa ve Binokay, 2010; Öztürkcan ve Acar, 2017). İnsanlar için önemli olan tükettikleri kimyasal ve gıda katkı maddelerinden haberdar olmaları ve bilinçlendirilmeleridir. Tüketicinin bilinçlendirilmesinde gıdanın etiketi oldukça fazla öneme sahiptir. Etiketleme yolu ile bilgilenen tüketici sağlığını korumada ve gıda seçiminde kendi tercihini kullanabilmektedir (Küşümler ve Özgün, 2020).

1.2. Gıdaların Etiketlenmesi

Türk gıda kodeksi etiketi, gıdanın ambalajının veya kabının üzerine yazılmış, basılmış, şablon ile basılmış, işaretlenmiş, kabartma ile işlenmiş, soğuk baskı ile basılmış,

yapıştırılmış veya iliştilirilmiş olan herhangi bir işareti, markayı, damgayı, resimli veya diğer tanımlayıcı unsur olarak tanımlamıştır (Anonim, 2024a).

Ürünle ilgili bilgileri gösteren etiketler, ürünle ilgili değerli bilgiler taşımaları açısından tüketiciler, işletmeler ve devlet açısından oldukça önemlidir. Bireylerin etiket bilgisine göre ürünleri tüketmeye yönelik davranışlarının değişmesi, daha detaylı bilgilerin ambalaj üzerinde bulundurulmasını zorunlu kılmaktadır (Bal, 2019). Tüketicilerin bilinçlenmesiyle birlikte gıda ambalajlarının üzerindeki etiketleme ve üzerinde yazılan bilgilerin önemini daha da artırmıştır. Ürünün kimliği olan etiket, ürünlerin bileşim yüzdesi, katkı maddeleri, saklanması, kullanım şekli, saklanma koşulları, ürünün korunması konularında tüketiciyi bilgilendirmesi gibi amaçlarının yanında tasarımıdaki fark ile tüketicinin gıda seçimine yardımcı olarak ürünün satışında büyük rol oynamaktadır (Peker ve Caner, 2006). Bununla birlikte tüketici hakları, değişen üretim teknolojileri, gıda güvenliği, değişen sağlık faktörleri ve gıda tüketim algısı gibi çeşitli faktörler ile ülkemizde gıda etiketleme mevzuatı ve mevzuatta yeni ifadelerin kullanılması zorunlu hale gelmiştir (Haydardedeoğlu, 2017). Türk gıda kodeksi gıda etiketleme yönetmeliğine göre gıdanın adı, bileşenleri ve miktarları, alerji ve intoleransa neden olan maddeler, net gıda miktarı, tavsiye edilen tüketim tarihi veya son tüketim tarihi, özel muhafaza koşulları, gıda işletmesinin adı - unvanı ve adresi, işletme kayıt numarası veya tanımlama işareti, menşei, kullanım talimatı, % 1,2'den fazla alkol varsa alkol derecesi, beslenme birimi gibi verilerin etiket bilgilerinde bulundurulma zorunluğu vardır (Anonim, 2024a). Ayrıca Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği ile tüketicilere yönelik düzenlemeler 1 Ocak 2020 tarihi ile hayata geçmiş, bu tarihten itibaren hazır yemek veren restoran, kantin, okul ve hastane gibi toplu tüketim yerlerindeki gıdalar için alerjen bilgilerin tüketiciye sunulmasının zorunluluğu başlamıştır (Akay ve Yılmaz, 2020).

Gıda etiketlerinde bulunan bilgilerin tüketici tarafından okunup anlaşılır olmasının yanında tüketicinin bu bilinçte olarak etiket okumalarını yapması gerekmektedir. Gıda etiketi ve beslenme okuryazarlığı bireylerin gıda, beslenme, gıda seçimi, gıda tüketimi, sağlıklı beslenme, gıda güvencesi ve güvenliği gibi konularda doğru bilgi, tutum ve beceri sahibi olmalarını, bu konularda doğru kararlar almalarını ve uygun davranışlar göstermelerini içermektedir (Kadıoğlu, 2019). Bunun belirlenmesi için de gıda etiketi okuryazarlığını ölçmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Kızgın ve Tuncer, (2020) tarafından yapılan çalışmada gıda etiketi okuryazarlık seviyelerinin tespiti için 15-29 yaş aralığında yer alan

348 genç tüketiciden elde edilen cevaplar incelenmiştir. Elde edilen cevaplara göre genç tüketicilerin en çok önem verdikleri durumun katkı maddelerine (%60,6) olduğu fakat bu konudaki gıda okuryazarlık seviyelerinin düşük olduğu (%32,2) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda sağlıklı nesillerinin oluşturulması için gençlerde gıda etiketi okuryazarlığı seviyesinin yükseltilmesi gerektiği bildirilmiştir. Farklı bir çalışma da tuz tüketimi üzerinde yapılmış ve çalışma sonucunda, toplumda gıda etiketi okuma alışkanlığının yeterince yaygın olmadığı ve günlük tuz tüketiminin azaltılmasına yönelik farkındalığın düşük olduğu belirlenmiştir (Vayisoğlu vd., 2022). Uzun (2019) tarafından yapılan çalışmada üniversite öğrencilerinin beslenme okuryazarlığı düzeyinin yeterli bulunduğu, porsiyon miktarı için okuryazarlığın düştüğü, beslenme okuryazarlığı yetersiz olanlarda şişmanlık oranlarının yüksek olduğu, okuduğunu anlama ve gıda etiketi okuma ve sayısal okuryazarlık durumu yetersiz olanların şişman olma oranlarının istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha yüksek bulunduğu sonuçlarına ulaşılmıştır. Beslenme okuryazarlığı düzeyinin geliştirilmesi yoluyla gıda tercihlerinin iyileştirilmesi mümkün olabilir. Gıda etiketi okuma tutumunun artırılmasının sağlıklı gıda tercihlerinin oluşturulmasında önemli bir yoldur. Gelecekte genç nesillerin beslenme okuryazarlığı ve etiket okuma tutumlarının geliştirilmesine yönelik yeni araştırma ve projelere her zaman ihtiyaç vardır (Baş ve Kayak, 2023). Bu bağlamda tüketicinin etiket bilgilerini daha kolay anlayacağı yeni sistemler de önem kazanmaktadır. Etkili ve teknolojik beslenme etiketlemesi arayışları vardır (Bal, 2019).

1.3. Gıda İntoleransı ve Gıda Alerjisi

Gıda reaksiyonları beslenmeye bağlı olarak gelişen sağlık problemlerinin başında gelmektedir. Gıdalara karşı vücutta oluşan reaksiyonlar çok sık görülmektedir (Tonguç vd., 2014). Gıda reaksiyonları; gıda intoleransı ve aşırı duyarlılık reaksiyonları / gıda alerjileri olmak üzere iki grup altında (Akın, 2017; Özcan vd., 2015) incelenmektedir. Bu reaksiyonlar savunma sistemi aracılığıyla yani immünolojik mekanizmalar ile gelişip gıdalara gösterilen aşırı duyarlılık reaksiyonu şeklindeyse gıda alerjisi (Akın, 2017; Özcan vd., 2015) adını alır. Ancak immünolojik olmayan mekanizmalarla geliyorsa ve savunma sisteminin aşırı reaksiyonu söz konusu değilse gıda intoleransı (Akın, 2017; Özcan vd., 2015) adını almaktadır. Bir ürüne karşı alerjisi olan kişide az bir miktar tüketmesine rağmen o ürüne karşı hayati reaksiyonlar oluşabilecekken, aynı ürüne karşı intoleransı olan kişide çok daha hafif reaksiyonlar görülebilmektedir (Akın, 2017). Gıda alerjisinde tepki

ciddi ve ani bir şekilde oluşmaktayken, gıda intoleransında hafif ve yavaş bir hızda gelişmektedir.

1.3.1. Gıda İntoleransı

Gıda intoleransı belirli gıda bileşenlerini sindirememesi veya tolere edememesi (Saygı, 2022) durumudur. Vücudun savunma mekanizması olan bağışıklık sistemi ile ilgisi olmamakla birlikte genellikle sindirim sistemiyle (Saygı, 2022) alakalıdır. Gıda intoleransı, vücudun yiyeceği sindirememesi veya o yiyeceği işleyememesi sonucunda sindirim sisteminde bazı fonksiyon bozuklukları oluşturarak (Çatak vd., 2021) belirti vermektedir.

Birkaç nedenden dolayı yiyeceğe karşı hassas olunabilir. Gıda intoleransında; farmakolojik, toksik ve metabolik mekanizmalar intoleransın (Gübür, 2012) gelişimine sebep olarak vücutta reaksiyon oluşturur. Laktaz, aldehitdehidrogenaz, glikoz 6 fosfat dehidrogenaz enzimi gibi bazı besin maddelerinin sindirimi için gereken enzimlerin yokluğu (Gübür, 2012; Saygı, 2022), Sülfat, Mono Sodyum Glutamat (MSG), tartrazin gibi katkı maddeleri veya suni renklendirici yada koruyuculara karşı verilen reaksiyonlar gibi farmakolojik faktörler (Gübür, 2012; Saygı, 2022), bazı besinlerde doğal olarak oluşan toksinler ya da bulaş sonucu besinlere geçen toksinler (Gübür, 2012; Saygı, 2022) intolerans oluşumunda etkilidir. Ayrıca kişinin genetik yatkınlığı (Özcan vd., 2015) da bu etkenler arasında sayılmaktadır.

Gıda intoleransları genellikle ölümcül değildir (Saygı, 2022), ancak etkilenenler için oldukça rahatsız edici olabilmektedir. Şişkinlik, baş ağrısı, karın ağrısı, deride kaşıntı, kızarıklık ve döküntü, kramp ve mide bulantısı yaygın semptomlar (Gübür, 2012; Saygı, 2022) arasındadır. Gıdanın vücuda alınmasından birkaç saat sonra yavaş yavaş oluşan bu semptomların ortaya çıkış hızı, besinin tüketim sıklığı ile de ilişkilidir (Çatak vd., 2021; Saygı, 2022). Ayrıca gıda intoleransı sonucu vitamin eksiklikleri, yetersiz protein alımı ve malnutrisyon ile diyet kalitesi ve hastaların hayat kalitesi kötüleşebilir (Ağbaba ve Ateş Özcan, 2020).

Semptomların yönetilmesi genellikle intolerans gelişimine neden olan gıdaların diyetten çıkarılması veya azaltılması yoluyla gerçekleştirilir. Bu amaçla, özel olarak tasarlanmış eliminasyon diyetleri (Gübür, 2012; Saygı, 2022) sonucunda hangi besine karşı intolerans geliştiği belirlenir. İntoleransa neden olan yiyecekler kişinin hayatından çıkarılarak ömrü boyunca bu diyeti uygulaması gerekmektedir.

Yaygın olarak görülen gıda intoleransları ve bu bağılı ortaya çıkan hastalıklar aşağıda belirtilmiştir.

1.3.1.1. Laktoz İntoleransı

Süt ve süt ürünlerinin insan sağlığının iyileştirilmesi için yüksek bir potansiyele sahip olduğu uzun zamandır bilinmektedir (Demirgöl ve Sağdıç, 2018). Laktoz süt ve süt ürünlerinde bulunan, galaktozun glukozla bağlanması ile oluşan süt şekeri olarak da bilinen bir disakkarittir (Yıldırım ve Özen, 2017). Laktoz intoleransı ise süt ve süt ürünlerinde bulunan hayvansal karbonhidrat olan laktozun parçalanması ve sindirilmesi için gerekli olan laktaz enziminin, bazı bireylerin bağırsaklarında eksik ya da hiç olmamasından (Akın, 2017; Çetin ve Aktaş, 2023; Saygı, 2022) kaynaklanan bir hastalıktır. Son derece yaygın olarak görülen laktoz intoleransında vücutta yeterli miktarda bulunmayan laktaz enzimine bağılı olarak, laktoz bileşenlerine hidrolize olamaz (Akın, 2017; Özcan vd., 2015). Bu yüzden de sindirilemeyen laktoz, kalın bağırsaktaki bakterilerce fermente edilir. Neticede de kişide şişkinlik, abdominal ağrı, distansiyon, gaz, kramp, ishal gibi semptomlar (Akın, 2017; Yıldırım ve Özen, 2017; Özcan vd., 2015) görülmektedir. Laktoz intoleransı tedavisinde temel amaç hastanın yeterli ve dengeli beslenmesini sağlamaktır (Yıldırım ve Özen, 2017). Laktoz içeren besinler günlük hayattan çıkarılarak ya da çok daha az laktoz içeren ürünler tüketilerek kişi yaşamına devam edebilir. Fakat süt, kalsiyum gibi bazı önemli besin öğeleri açısından zengin bir kaynak olduğu için, laktoz intolerans hastalarının kalsiyum gibi ihtiyaçlarını peynir ve yoğurt gibi laktoz içeriği düşük olan gıdalardan karşılamaları önemlidir (Demirgöl ve Demirgöl, 2019). Ayrıca son yıllarda yapılan araştırmalar, probiyotik ve prebiyotik tüketiminin laktoz intoleransına sahip kişilerde laktaz yetersizliğine bağılı olarak görülen etkileri azalttığını göstermiştir (Akal ve Yetişemiyen, 2020).

1.3.1.2. Gluten İntoleransı (Çölyak Hastalığı)

Çölyak Hastalığı, buğday, arpa, çavdar gibi çeşitli tahıllarda bulunan bir protein karışımı olan gluten proteininin vücut tarafından tolere edilememesinden kaynaklanır (Yıldırım, 2020). Bu hastalık genetik yatkınlığa sahip olan kişilerde glutenin vücuda alınması sonucu tetiklenen otoimmün bir hastalık olup kişinin yaşamı boyunca sürer (Kalaycı ve Altun, 2023).

Glutenin temel bileşenleri gliadin ve glutenin proteinleridir (Yıldırım, 2020). Gliadinler, prolin ve glutamin aminoasitleri bakımından oldukça zengin tekrarlayan dizi bölümleri (Kalaycı ve Altun, 2023) halindedir. Sindirim enzimlerine karşı dirençli olan gliadinler bağırsak enzimleri tarafından tamamen parçalanamaz ve kısmi sindirime uğrarlar (Kalaycı ve Altun, 2023; Yıldırım, 2020). Çölyaklı hastalarda, kısmi sindirim sonunda elde edilen uzun gluten peptitleri bağırsaktan geçmeye başladığı anda glutene karşı immün cevap verilir ve bu esnada ince bağırsak hasar alır (Saygı, 2022). Hasar alan epitelden geçerek kan akımına ulaşabilen peptitler, son olarak idrarla atılırlar (Yıldırım, 2020).

Birçok otoimmün hastalık çölyak hastalığı ile yakın ilişki içindedir. Dolayısıyla çölyak hastası bir kişinin diğer otoimmün hastalıklara da sahip olma durumu sağlıklı bireylere göre çok daha yüksektir (Kalaycı ve Altun, 2023; Yıldırım, 2020). Çölyak hastalığı; Hashimoto Tiroiditi, Addison hastalığı, seçici IgA eksikliği, bağ dokusu hastalıkları, kromozomal ve nörolojik hastalıklar, hepatik otoimmün hastalıklarla ilişkisi bulunmakla beraber en çok da Tip1 diyabetle ilişkilendirilmiştir (Kalaycı ve Altun, 2023; Yıldırım, 2020).

Çölyak hastalığında hastadan hastaya önemli ölçekte değişen çok farklı belirtiler görülmektedir. İştahsızlık, karın ağrısı ve kramplar, şişkinlik, kilo kaybı, kabızlık, ishal, eklem ve kemik ağrıları, çocuklarda gelişme geriliği, baş ağrısı, yorgunluk bu belirtilerin başında gelmektedir (Özcan vd., 2015; Yıldırım, 2020). Çölyak hastalığında kesin tanı ise endoskopik olarak alınan duodenal biyopsilerin histopatolojik olarak incelemesiyle konulabilir (Ertem, 2017). Hastalar glutensiz diyet uyguladığında bu belirtiler tersine çevrilebilir.

Gluten içeren bütün, yiyecek, içecek, besin ve ilaç takviyelerinin beslenme listesinden çıkarılmasıyla oluşturulan bu diyet, hastalık semptomlarında iyileşme sağladığından etkili bir tedavi yöntemi olarak önerilmektedir (Bernardo ve Peña, 2012; Kalaycı ve Altun, 2023; Yıldırım, 2020). Buğday, arpa, çavdar ve bunlardan yapılmış herhangi bir gıda glutensiz diyetle yer almamalıdır. Yasaklı tahılların yerine alternatif olarak mısır, pirinç, darı, karabuğday, yulaf gibi tahıllar tercih edilebilir (Yıldırım, 2020). Kişinin ömrü boyunca diyetine bağlı kalması son derece elzemdir. Bireylerin yüksek düzeyde motivasyonu ve sıkı takibini gerektiren diyetin tam uyum sağlayarak uygulanmasının ardından, yaşam kalitesinde gözle görülür bir artış söz konusudur (Yıldırım, 2020).

Gluten gıda endüstrisinde çok yaygın bir şekilde bulunduğundan bu durum, çölyak hastalarının diyet uygularken glutensiz ürün bulabilmesi bakımından oldukça kısıtlayıcı olmaktadır (Kalaycı ve Altun, 2023). Çölyak hastalığına sahip kişilerin gluten içermeyen gıdaların tümünü bilmesi gibi bir durum söz konusu değildir. Ancak satın alacağı ürünün etiket bilgisine bakarak tüketeceği besinleri tercih edebilir. İlgili yasal düzenlemelere göre hazırlanan ürün etiketinde, ürün içeriğinde gluten bulunduğu belirtiliyorsa o üründen kaçınılabilir. Aynı şekilde ürün etiket bilgisinde yer alan “glutensiz”, “gluten içermemektedir” (Yıldırım, 2020) gibi ifadeler de kişilerin ürün hakkında fikir sahibi olmasına yardımcı olmaktadır ve tüketici o ürünü tercih edebilir.

Son zamanlarda çölyaklı kişi sayısının çoğalmasına bağlı olarak artış gösteren glutensiz ürün talepleri nedeniyle, üretilen glutensiz ürün çeşitliliği de artmaktadır. Glutensiz gıdalar yapmak için alternatif bitkisel proteinler, baklagiller, badem, çiya, amarant, kinoa, soya fasülyesi kullanımına dair çalışmalar bulunmaktadır (Mutlu vd., 2019; Gül vd., 2021; Hayıt ve Yazıcı, 2023; Seyhan vd., 2024).

1.3.1.3. Galaktozemi

Anne sütü, inek sütü veya diğer laktozlu ürünlerin tüketilmesiyle vücuda alınan galaktozun, GALT enzimi eksikliği nedeniyle parçalanamaması ve sindirilememesine (Özcan vd. 2015; Tonguç vd., 2014) bağlı olarak gelişir. Bu kişilerde galaktoz ve laktoza karşı intolerans gösterilir. Klasik galaktozemiye neden olan galaktoz-1-fosfat üridil transferaz eksikliği, en sık görülen enzim eksikliğidir. Galaktoz-1-fosfat üridil transferaz enzimi olmadığında hasta galaktoz-1-fosfatı metabolize edemez. Artmış galaktoz-1-fosfat karaciğer, böbrek, beyin, dil, lens, deri fibroblastlarında birikir ve hasara neden olur (Atik vd., 2016). İntoleransa bağlı olarak ortaya çıkan böbrek yetmezliği, karaciğer bozukluğu gibi komplikasyonlar, laktoz ve galaktozun diyetten çıkarılması sonucunda (Tonguç vd., 2014) engellenebilir.

1.3.1.4. Histamin İntoleransı

Histamin, vücutta bağışıklık, sindirim ve sinir sisteminde rol oynayan ve alerjenlere karşı vücudu enfeksiyondan korumaya yardımcı bir kimyasaldır. Histamin intoleransına sahip bireylerde bu maddenin sindirimini sağlayan enzimlerin sentezlenememesi sonucunda metabolizmada eksiklik oluşur. Dolayısıyla sindirilemeyen histamin vücutta birikerek baş ağrısı kurdeşen, kaşıntı, karın krampı gibi semptomlara neden olmaktadır (Özcan vd.,

2015; Saygı, 2022). Balık ve balık ürünleri, peynir, et ve et ürünleri, kurutulmuş meyveler, sirke, ayran, bira, şarap gibi gıdaların fermentasyonu, işlenmesi, olgunlaşması ve depolanması sırasında ortaya çıkan histamin sebebiyle intoleranslı kişiler bu gıdaların tüketiminden kaçınmalıdırlar (Özcan vd., 2015; Saygı, 2022).

1.3.1.5. Fruktoz İntoleransı

Vücuda alınan fruktozun bağırsaklarda normal bir şekilde emilememesi durumudur. İntoleranslı kişilerde fruktoz normal şekilde parçalanıp sindirilemediğinden bağırsaklarda fermente olur ve reflü, mide bulantısı, karın ağrısı gibi sindirim sorunlarına yol açar. Günlük yaşamda yüksek fruktoz içeren gıdalardan kaçınmak semptomların yönetilmesinde etkili bir yoldur (Saygı, 2022).

1.3.1.6. Fenilketanüri

Henüz ilacı olmayan kalıtsal bir hastalıktır. Bu hastalığın karaciğerden salgılanan fenilalanin hidrosilaz enziminin yokluğu veya yetersizliği nedeniyle elzem bir amino asit olan fenilalaninin metabolize edilememesi ve eksik olan enzim sebebiyle metabolize edilemeyen fenilalaninin kanda biriken fenilalanin metabolitlerinin kan ve dokularda birikmesiyle beyine zarar vermesi durumudur (Özer vd., 2008; T. Özcan vd., 2015). Feniketonüri, erken teşhis edildiği takdirde, diyet yapılarak tedavi edilebilir ve yaşam normal olarak devam ettirilebilir. Hastalık teşhis edilmiş ise fenilalanin amino asitinin vücut içinde birikmesini engellemek için diyet yapılması gerekmektedir (Özer vd., 2008).

1.3.1.7. Salisilit İntoleransı

Salisilatlar birçok gıdada bulunabilen ve farmakolojik gıda intoleransının oluşumundan sorumlu bileşenler olarak bilinmektedir. Salisilik asit (2- hidroksibenzoik asit) bitkilerin fenolik grubuna dahil olup, çeşitli sebze ve meyvelerde, kuruyemiş, baharat (örn., köri 2180 mg/kg, kekik 660 mg/kg) ve şarapta yüksek düzeyde doğal olarak bulunan yapılardır (Yılmaz ve Tekinşen, 2022). Salisilit intoleransı ise meyve sebze, çay, kahve, baharat, kuruyemiş gibi çeşitli gıdalarda bulunan ve genellikle gıda koruyucusu olarak kullanılan salisilatlarla karşı gösterilen intolerans olarak tanımlanabilir (Saygı, 2022). Tedavisi ise, intolerans reaksiyonlarını tetikleyen gıdaların diyetten çıkarılması ile yapılmaktadır (Yılmaz ve Tekinşen, 2022).

1.3.1.8. Sülfıt İntoleransı

Sülfıt, gıdalarda enzimatik olan veya enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarının önlenmesi, oksidasyonu kontrol etmesi ve bakteriyel büyümeyi yavaşlatması için gıdalara sodyum veya potasyum sülfıt/metabisülfıt eklenmesi yolu ile diyetimizde yer almaktadır. Sülfıtlar ayrıca meyvelerde, meyve sularında, şarapta ve salamura yiyeceklerde koruyucu madde olarak kullanılabilmektedir. Sülfıt astım rahatsızlığı bulunan çocuk ve yetişkinlerde bronş lümeninde daralma ile karakterize bronkokonstriksiyona neden olabilmektedir. Sülfıt intoleransı ise gıdalarla birlikte alınan sülfıtın mide asiti ile reaksiyona girmesini takiben ortaya çıkan kükürt dioksit salınımının solunum yolunu tahriş etmesiyle meydana gelmektedir (Saygı, 2022; Yılmaz ve Tekinşen, 2022).

1.3.1.9. FODMAP İntoleransı

FODMAP (Fermente Edilebilir Oligo-, Di-, Mono-sakkaritler ve Poliöl) adı verilen kısa zincirli karbonhidrat gruplarına karşı gösterilen intoleranstır (Saygı, 2022). FODMAP intoleransının temel mekanizması, kısa zincirli karbonhidratların ince bağırsakta yeterince emilememesi sonucu oluşan basıncın artmasıdır. Bu durum, ince bağırsakta suyun hızla geçişini sağlar ve sindirilmemiş gıdaların kolona daha çabuk geçmesine yol açarak karın ağrısı, şişkinlik, gaz, ishal veya kabızlık gibi semptomlara sebep olur (Saygı, 2022; Yılmaz ve Tekinşen, 2022).

1.3.1.10. Gıda Boyaları

Bugün, birçok gıda bileşeniyle ilişkili intolerans reaksiyonlarının patofizyolojisi tam olarak anlaşılamamıştır, çünkü deneysel çalışmalar sınırlıdır. Özellikle gıda boyaları gibi gıda katkı maddeleri, birçok araştırmacı tarafından intolerans oluşumuna etki eden ana bileşenler olarak görülmektedir (Özcan vd., 2015; Saygı, 2022; Yılmaz ve Tekinşen, 2022).

1.3.2. Gıda Alerjisi

Günümüzde alerjik reaksiyonların gelişim süreçleri ve bu reaksiyonlardan korunma yöntemleri oldukça önem taşımaktadır. Gıda alerjisi, bu reaksiyonlar arasında yüksek öneme sahip olup, insanlarda görülme sıklığının fazla olması sebebiyle üzerinde durulması gereken bir konu haline gelmiştir (Karakılıç vd., 2014).

Gıda alerjisi, bir gıdaya maruz kalındığında bağışıklık sisteminin gıdaya karşı verdiği aşırı reaksiyon sonucu ortaya çıkan durumdur (Altıntaş ve Yardımcı, 2023). Bu durum vücudun o gıdayı yabancı bir tehdit olarak algılamasıyla savunma sistemi devreye girmekte ve ona karşı antikor üreterek tepki vermektedir (Çatak vd., 2021). Ortaya çıkan immünolojik tepki, gıdanın ağız yoluyla vücuda alınması sonucunda verilebileceği gibi gıdaya temas edilmesi sonucunda da verilebilir (Çatak vd., 2021).

Savunma sisteminin verdiği aşırı reaksiyonlar hafif veya şiddetli olabilmektedir. Hatta bazı durumlarda anafilaksi gibi kişinin yaşamını tehdit edebilecek boyutlara da (Altıntaş ve Yardımcı, 2023) varabilir. Besin alerjisi solunum sistemi, sindirim sistemi, kardiyovasküler sistem, kulak, burun, boğaz, deri, göz gibi çoğu organ ve sistemi etkisi altına almaktadır (Altıntaş ve Yardımcı, 2023). Reaksiyonlar bir veya daha fazla organı ya da sistemi etkileyebilmektedir.

Gıda alerjisi ile bulantı, kusma, mide yanması, hazımsızlık, cilt kızarıklığı, ürtiker, solunum sıkıntısı, öksürük ve bazen de anafilaksi gibi yaşamı tehdit eden, kişiden kişiye farklılık gösteren semptomlar görülebilmektedir (Akın, 2017; Altıntaş ve Yardımcı, 2023; Özbey ve Özçelik, 2019). Semptomların ortaya çıkması gıdanın vücuda alınımından çok kısa bir süre içinde gerçekleşmektedir (Saygı, 2022).

Gluten içeren tahıllar, kabuklu deniz hayvanları, yumurta, balık, fıstık, süt, kuruyemişler ve susam öncelikli gıda alerjenleri olarak belirlenmiştir (World Health Organization [WHO], 2022). Küçük çocuklarda süt ve yumurta alerjisine daha sık rastlanmaktayken; balık, kabuklu deniz canlıları, yağlı tohumlar ve fıstık alerjisi ise ilerleyen yaşlarda daha yaygındır (Ersoy ve Yardımcı, 2023). Mercimek, nohut, kabak çekirdeği, kivi, çilek, hardal, kereviz, bakla (Altıntaş ve Yardımcı, 2023; Ersoy ve Yardımcı, 2023; Saygı, 2022) da alerjik gıdalar olarak bilinmektedir.

Alerjiye sebep olan besinlerin vücuda alınmaması ile alerjik tepkiler azaltılabilir veya tamamen ortadan kaldırılabilir (Özbey ve Özçelik, 2019). Alerjik reaksiyon gösteren bireylerde alerjiye sebebiyet veren gıdanın tüketilmemesi gerekmektedir (Çatak vd., 2021; Saygı, 2022). Bu bağlamda alerjiye neden olan ürünün tespit edilmesinin ardından o ürünün bulunmadığı bir diyet oluşturularak uygulanmalıdır. Diyetle bulunmayan besinlerin tüketilmesi sakıncalı olduğundan etiket bilgisine bakılarak tüketilecek besinler tercih edilmelidir.

Günümüz dünyasında gıda alerjileri ve intoleransları önemli bir sağlık sorununu teşkil etmektedir (Altıntaş ve Yardımcı, 2023). Vücuda alınan gıdalarla doğrudan ilişkili olan bu reaksiyonlar kişi yaşamını olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla hem gıda intoleransında hem de gıda alerjisinde kişiler tüketecekleri ürünün alerjen veya intoleransa sebep olan gıda içermediğinden emin olmak için dikkatli olmak zorundadır. Bu sebeple alerjiye ya da intoleransa sebep olan ürüne maruz kalmamak adına tüketicilerin ürün etiketlerini okuması elzemdir.

Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliğinde alerjiye veya intoleransa neden olan belirli madde veya ürünler 14 başlık altında sayılmaktadır. Bunlar gluten içeren tahıllar, kabuklular, yumurta, balık, yer fıstığı, soya fasulyesi, süt, sert kabuklu meyveler, kereviz, hardal, susam tohumu, kükürtdioksit ve sülfidler, acı bakla ve yumuşakçalar ile bunların ürünleridir (“Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü”, t.y.). Sayılan bu ürünlerin ürün etiketlerinde belirtilmesi zorunludur.

1.4. Problem Tanımı

Özellikle çölyak hastalığı gibi besin intoleransı ya da alerji gibi durumlar, gıdalarda bulunan bazı maddelere karşı duyarlılığı olan bireyler için günlük yaşamı zorlaştırabilir. Bu bağlamda gıda etiketlerinde yer alan bilgilerin doğru ve hızlı bir şekilde değerlendirilmesi, kişilerin uygun gıda seçimi konusunda kritik bir öneme sahiptir. İnsanların bu şekilde bir hassasiyeti olmasa bile görme engelinin bulunması da yaptığı gıda tercihlerinde problem yaratabilecektir. Bu tez kapsamında hem görme engelli hem de gıda hassasiyeti olan bireyler için gıda ve beslenme tercihlerine yardımcı olmak adına optik karakter tanımaya dayalı bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

1.5. Araştırmanın Amacı

İnsan sağlığına ve kişilerin karar verme mekanizmalarına destek olarak gündelik yaşamını kolaylaştırmaya odaklanan bu tezin temel amacı, çölyak hastalığı gibi gıda intoleransına sahip, diğer alerji durumlarına karşı duyarlı olan ve görme engeli bulunan kişilere yardımcı olacak bir uzman sistem geliştirmektir. Bu sistem, gıda etiketlerindeki belirli maddeleri tanımlayarak kullanıcılara doğru ve anında bilgi sağlayacak, böylece gıda tercihlerini destekleyerek sağlıklı beslenmelerine fayda sağlayacaktır.

1.6. Araştırmanın Önemi

Gıda intoleransları ve alerjileri, dünya genelinde giderek artan bir sorun haline gelmiştir. Bu nedenle, gıda intoleransları ve alerjilerinin tanınması ve yönetilmesi, sağlıklı bir yaşam tarzının önemli bir parçası olmuştur. Tez çalışması sonucunda oluşturulması planlanan uzman sistem sayesinde gıda üzerine herhangi bir uzmanlığı bulunmayan kişiler marketten alacakları gıda ürünlerinin içeriği hakkında bir uzman gibi düşünebilecek ve bu sayede sağlığını tehlikeye atabilecek ürünler hakkında bilgi sahibi olabilecektir.

1.7. Araştırmanın Soruları

Soru 1: Farklı görüntü kalitesi, ışıklandırma ve kamera açısı gibi etkenler altında elde edilen görsellerle yüksek oranda doğrulukla okuma yapabilme için etiket görüntüsü üzerinde hangi ön işleme teknikleri uygulanmalıdır?

Soru 2: Farklı arka plan rengi, font ve yazı biçimi gibi değişkenlere sahip etiket görüntüleri ile yüksek doğrulukta okuma yapabilmek için kullanacağım OKT yazılımını nasıl belirlemeliyim?

Soru 3: Ürün etiketinde gluten varlığının farklı şekillerde ifade edilmesinin, doğal dil işleme algoritması tarafından doğru bir şekilde tanınması problemi nasıl aşılr?

1.8. Sınırlılıklar

- Veri Kalitesi: Gıda etiketlerinin fotoğraflarının çekilmesi ve görüntü işleme algoritmalarının uygulanması esnasında, görüntü kalitesi, ışıklandırma koşulları, kamera açısı gibi faktörlerin veri kalitesini etkilemesi mümkündür. Bu durum, algoritmaların doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyebilir.

1.9. Çalışma Organizasyonu

Bu tez çalışması şu şekilde organize edilmiştir:

Birinci bölümde; genel olarak çalışmanın ana motivasyonuna yer verilmiştir. Beslenmenin insan yaşamı üzerindeki önemi ve etkisi belirtilerek, gıdaların vücuda alınmasından itibaren, onlara karşı vücutta gösterilen reaksiyonların ne olduğu, reaksiyon sonucu kişilerde görülen semptomlar ve bunların giderilmesi için neler yapıldığına dair bilgilendirmeler yapılmıştır. Ardından problem tanımlanarak çalışmanın amacı, önemi ve sorularına yer verilmiştir.

İkinci bölümde; tez çalışmasının da temelini oluşturan Uzman Sistem, Optik Karakter Tanıma Sistemi ve resim işleme teknikleri hakkında detaylı bilgi verilmiş ve yaygın resim işleme teknikleri ile birlikte çalışmada kullanılacak olan tekniklere de değinilmiştir.

Üçüncü bölümde; çalışmada kullanılacak yöntemleri kullanarak yapılan çalışmaları incelemek amacıyla gerçekleştirilen literatür taramasına ve diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde; tezin uygulanması noktasında kullanılan gereçlere ve metotlara yer verilmiş, kullanılan teknikler ve uygulanan basamaklar detaylandırılmıştır.

Beşinci bölümde araştırma bulguları tablolar kullanılarak detaylı bir şekilde görselleştirilmiştir.

Altıncı bölümde ise araştırmanın sonuçlarına yer verilmiştir.

2. YAPAY ZEKA

İlk olarak 1950 yılında Alan Turing tarafından kaleme alınan “Computing Machinery and Intelligence” isimli makalede (Turing, 1950) sorulan “Makineler düşünebilir mi? sorusu ile makine ve düşünce kavramlarına dikkat çekilmiş ve ardından 1956 yılında ilk kez “Yapay zeka” kavramı ortaya atılmıştır (Kır, 2012). Bu kavramın ortaya çıkmasıyla beraber insanın düşünebilme, öğrenme ve muhakeme etme yetenekleri ve makinelere bu yetilerin kazandırılabilmesi konusu önem kazanmıştır (Kır, 2012).

Günümüz teknolojisinde insan gibi düşünebilen, öğrenebilen, kendisine verilen görevleri akıllıca yerine getirebilen sistemlerin üretilmesi söz konusudur (Hayıt, 2021). İnsanın sahip olduğu öğrenme, düşünme, algılama, fikir yürütme, varsayım yapma, karar verme gibi üstün bilişsel fonksiyonları taklit ederek, bu yetenekleri makinenin de gerçekleştirebilmesini sağlayan teknoloji yapay zekadır (Dölek, 2016; Yaman, 2021). Bir dizi algoritma ve teknikten oluşan yapay zeka teknolojileri; makinelerin edindiği tecrübelerden öğrenerek (Atav, 2020), insanların yaptığı aynı tür görevleri gerçekleştirebilmesini mümkün kılmaktadır (Hayıt, 2021). Bu noktada yapay zekanın, yerine getirdiği görevleri insan zekasını örnek alarak yerine getiren ve edindiği bilgiler ışığında yinelemeli olarak kendini iyileştirebilen sistemler olduğunu söylemek doğrudur (Aydın, 2023). Son yıllarda oldukça popüler olan ve tıp çalışmalarını, sosyal ve ekonomik yaşantı ve daha birçok alanı etkilemekte olan bu teknoloji (Hayıt, 2021), genellikle karmaşık problemleri çözme, karar verme, görüntü tanıma, dil işleme gibi alanlarda insan zekasına benzer performans sergileyebilen sistemlerin tasarımı ve geliştirilmesiyle ilgilenir. Literatürde sağlık (Afra, 2020; Atav, 2020), endüstri (Balcıoğlu, 2023; Güzelce, 2021) otomotiv (Sevgi, 2020), eğitim (Gedik vd., 2022) gibi birçok alanda yürütülen yapay zeka çalışmaları bulunmaktadır.

Yapay zeka, makine öğrenmesi ve derin öğrenme alt alanlarından oluşmaktadır (Balcıoğlu, 2023; Hayıt, 2021; Vural, 2021; Yaman, 2021). Bu alanların her biri farklı teknikler ve yöntemler kullanarak yapay zeka sistemlerinin tasarımı ve geliştirilmesine katkıda bulunur.

2.1. Makine Öğrenmesi

Yapay zekanın bir alt dalı olan makine öğrenmesi, makinelerin insan benzeri davranışlar sergilemesi amacıyla bilgisayar sistemlerinin deneyimlerinden öğrenmelerini ve belirli görevleri gerçekleştirebilmelerini sağlayan bir tekniktir. Makine öğrenmesi ile açıkça bir

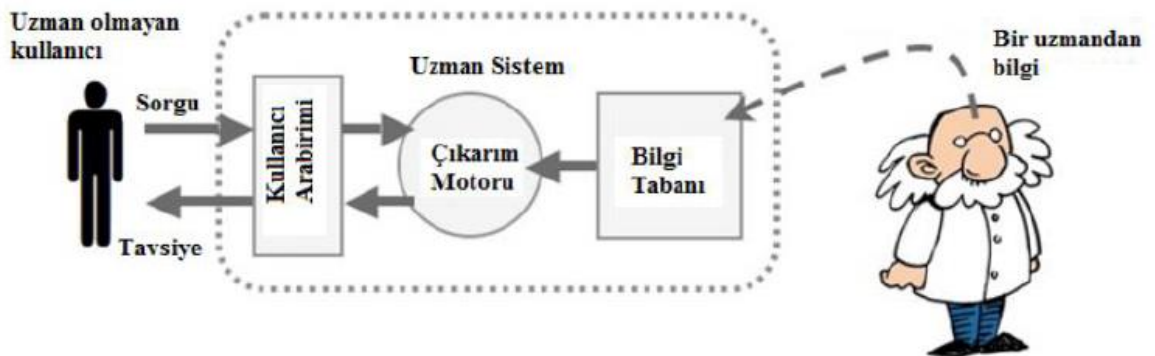
programlama yapılmadan, makinelerin eğitim verisi üzerinde gerçekleştirdiği deneyimlere dayanarak öğrenme ve karar verme yeteneği kazanması ve sonuçta oluşacak problem ve sorunları çözebilmesi hedeflenir (Aydın, 2023; Hayıt, 2021; Şenkaya ve Kurnaz, 2022; Tilki, 2020; Yaman, 2021).

Makinelerin daha önceden elde edilen veriler sayesinde kendi kendine öğrenebilmesiyle gerçekleşen bu öğrenmede farklı görevler için farklı algoritmalar kullanılmaktadır. Dolayısıyla öğrenme gerçekleştirilirken kullanılacak olan algoritma, öğrenilmesi beklenen göreve ve eldeki veriye bağlı olarak değişecektir (Aydın, 2023; Hayıt, 2021). Naive Bayes Ağları, KNN (k en yakın komşu algoritması), Karar Ağaçları gibi çeşitli yaklaşımları içermektedir (Tilki, 2020).

2.2. Uzman Sistemler

Genellikle belli bir alandaki uzmanlığı modellemek için tasarlanan ve karmaşık sorunları çözmek veya kararlar almak için kullanılan uzman sistemler, karşılaşılan problemleri bir uzman çözebilen yapay zeka tabanlı bir bilgi sistemidir. Konusunda uzman kişilerden veya hazır bilgi kaynaklarından alınan bilgilere dayanarak geliştirilen uzman sistemlerle insanların karar verebilme yetisi taklit edilerek sonuca ulaşmak amaçlanır (Afrah, 2020; Atav, 2020).

Daha çok uzmanlık gerektiren konular için geliştirilen uzman sistemler sahip oldukları hızlı karar verebilme, veri kapasitesinin yüksek olması gibi avantajlarından dolayı özellikle insanlar tarafından değerlendirilmesi zaman alacak karmaşık problemlerde, tıp, endüstri, eğitim gibi alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Afrah, 2020; Atav, 2020). Uzman sistemin genel yapısı Resim 2.1 de gösterilmiştir.



Resim 2.1 Uzman Sistemin Genel Yapısı (Afrah, 2020)

2.3. Resim İşleme Teknikleri ve Bilgisayarla Görme

Görsel verinin analizi ve yorumlanması insanlar için doğal bir yetenektir. Bilgisayarlar da görebilir mi sorusundan hareketle, benzer bir yeteneğin bilgisayarlara kazandırılabilmesi amacıyla resim işleme teknikleri ve bilgisayarla görme alanları geliştirilmiştir. Günümüzde yapay zeka, otomasyon, tıp, endüstriyel kalite kontrolü, güvenlik sistemleri veya bilimsel araştırmalar gibi alanlarda, daha hassas ve kapsamlı analiz yapmak, bunu yaparken zamandan ve maliyetten tasarruf etmek için bilgisayarlar tercih edilmektedir. Dolayısıyla resim işleme ve bilgisayarla görme alanları birçok uygulamanın temelini oluşturmaktadır (Hayıt, 2021).

Görüntü işleme, belli bir konum ve değere sahip piksellerden oluşan sayısal görüntülerin iyileştirilmesi ya da analizi için bilgisayar ortamında çeşitli algoritma ve teknikler kullanılarak işlenmesini ifade eder (Çan, 2021; Hayıt, 2021). Görüntünün yapısal özelliklerinden bazılarının değiştirilmesi yahut geliştirilmesi sonucunda görüntüden bir çıkarımda bulunarak yorum yapabilmek görüntü işlemenin en temel mantığını oluşturur (Sevgi, 2020; B. Yıldırım ve Çağıl, 2020).

Görüntüden anlamlı bilgiler çıkarmak için kullanılan yöntemlerin tümü resim işleme kapsamındadır. Görüntüdeki bazı özelliklerin belirgin hale getirilmesi, yararlı bilgilerin ayıklanması, gürültülerin giderilmesi, kontrast ayarı yapılması gibi farklı amaçlarla yapılan bu işlemler sonucunda görüntüde iyileştirme sağlanarak daha da anlamlı hale gelmesi sağlanır (Hayıt, 2021).

Bilgisayarla görme ise; sayısal görüntülerin otomatik olarak analiz edilmesi ve yorumlanmasıyla ilgilenir (Anonim, 2024b) Genellikle yapay zeka ve makine öğrenimi teknikleriyle birleştirilerek görüntülerdeki nesnelerin tanınması, olay algılama, yüzlerin tespit edilmesi, hareket analizi gibi kompleks görevler için kullanılır.

Bilgisayarla görme algoritmaları genellikle işlenmiş ve hazırlanmış görüntüler üzerinde çalışır. Bu nedenle, görüntü işleme teknikleri, bilgisayarla görme için gerekli verilerin hazırlanmasında kullanılır. Aynı zamanda bilgisayarla görme algoritmalarının geliştirilmesi ve uygulanmasında görüntü işleme teknikleri önemli bir rol oynamaktadır. Bu sebeple görüntü işleme ile bilgisayarla görmenin sıkı bir ilişki içinde olduğu söylenebilir.

Görüntü işlemenin ilk basamağı olan sayısal görüntülerin elde edilmesi, diğer ardışık basamakların sorunsuz şekilde ilerleyebilmesi açısından önem arz etmektedir. Dolayısıyla kullanılacak veri seti oluşturulurken tasarlanan çalışmaya uygunluğuna dikkat etmek gerekir. Sayısal görüntünün elde edilmesinin ardından görüntü ön işleme ve özellik çıkarma alt basamaklarından oluşan sayısal görüntü işleme basamağı gelmektedir (Bükücü, 2021; Çan, 2021; Hayıt, 2021). Görüntü ön işleme ile görüntüdeki kusurlar giderilip kirlilikler bertaraf edilerek verinin iyileştirilmesi sağlanır. Sonuçta görüntü hatasız ve kolay işlenebilir bir şekilde özellik çıkarma için hazır hale getirilir. Özellik çıkarma basamağında ise ham veya ön işlemeden geçirilen görüntünün spesifik özelliklerinin ortaya çıkarılması hedeflenir (Çan, 2021; Hayıt, 2021).

2.4. Başlıca Resim İşleme Teknikleri

Sayısal görüntüler, her biri bir renk değeriyle tanımlı piksellerden oluşan bir matris formatındadır. Bu renk değerleri kırmızı, yeşil ve mavi renk (Red, Green, Blue; RGB) modeli kullanılarak belirtilir. Her bir piksel bu üç renk bileşenlerinin kombinasyonu olarak temsil edilir ve her bir bileşen 0 – 255 arasında değer almaktadır. Görüntüyü iyileştirmek, görüntüden öznitelik ve anlamlı bilgiler çıkarmak, görüntü diğer çalışmalara hazırlamak gibi farklı nedenlerle görüntülere bazı teknikler uygulanabilmektedir (Sevgi, 2020).

2.4.1. Renk Uzayının Değiştirilmesi

Renk skalasının çok geniş olması sebebiyle, renkleri gruplamak ve standart hale getirmek amacıyla ortaya çıkan renk uzayı kavramı ile renk kümesi tanımlanmaktadır (Armağan, 2022; Sevgi, 2020). RGB, CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Key), HSV (Hue, Saturation, Value – Ton, Doygunluk, Değer), YUV, Lab gibi farklı renk uzayları (Armağan, 2022; Sevgi, 2020) bulunmaktadır. Farklı nedenlerle renk uzayları arasında dönüşüm yapılabilir. Bir renk uzayından diğerine dönüştürme işlemi yapılırken temel alınan renk uzayı RGB renk uzayıdır (Özcan, 2022). Farklı amaçlarla renk uzayları arasında dönüşüm yapılabilir (Böke vd., 2010).

Gri tonlamaya dönüştürme işleminde, renkli görüntü gri formata çevrilir. Gri skala görüntü oluşturulurken işlem esnasında görüntünün her pikselindeki renk bilgisi korunmaya devam eder. Yeni oluşturulacak görüntünün gri seviye aralığı, her bir pikselin sahip olduğu parlaklık değerinin kodlandığı bit sayısına bağlı olarak belirlenir. Burada amaç, renk kanal

sayısını bire indirgeyerek görüntünün toplam boyutunu küçültmek ve algoritmanın hızını arttırmaktır (Soyhan vd., 2021).

2.4.2. Kontrast Düzeltme

Görüntünün gri değerlerinin ağırlıklı ortalamaları parlaklığı, varyansı ise kontrastını verir. Görüntüdeki piksellerin parlaklığı, doygunluğu ya da keskinliği kontrasta bağlı olarak değişmektedir. Yüksek kontrastlı bir görüntüde, pikseller arasındaki parlaklık veya renk farkı daha belirgindir, bu da daha keskin ve net bir görüntü sağlar. Dolayısıyla daha kolay analiz edilebilir ve işlenebilirler. Düşük kontrastlı bir görüntüde ise, pikseller arasındaki fark daha azdır ve görüntü daha soluk veya donuk görünebilir. Bu sebeple düşük kontrastlı görüntüler daha zorlu olabilir ve detayları kaybetme riski taşır. Bazı teknikler uygulanarak kontrastı değiştirmek ve görüntü kalitesini artırmak mümkündür. Bu tekniklerden bazıları histogram eşitleme veya gama düzeltmesi olup, medikal görüntüleme, doku analizi, robotik gibi birçok uygulamada önemli bir ön işleme adımıdır (Çan, 2021; Hayıt, 2021; Katırcıoğlu, 2021).

2.4.2.1. Gama Düzeltme

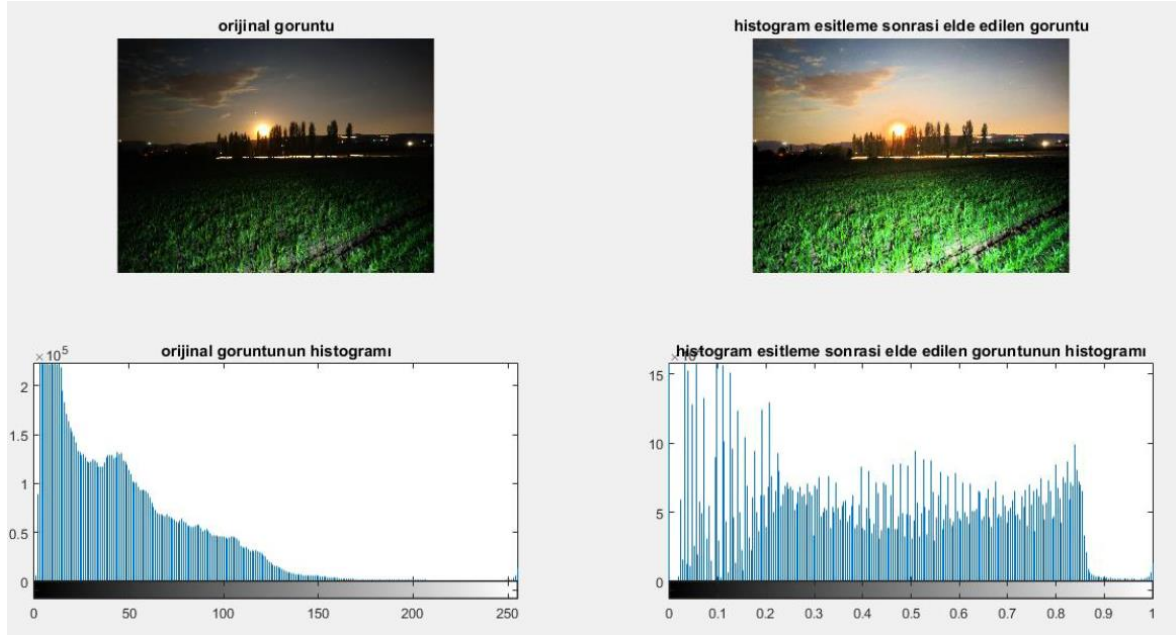
Görüntünün parlaklık ve kontrastını kontrol etmek amacıyla kullanılan bu teknik görüntünün piksel değerlerine tek tek uygulanır. Gama düzeltme fonksiyonu kullanılarak işlem gerçekleştirilir. Piksel değerlerinin parlaklık ve kontrastını değiştirmek için doğrusal olmayan bir dönüşüm uygular. Yüksek kontrastlı görüntülerde veya düşük ışık koşullarında detayları daha belirgin hale getirmek için kullanılır (Hayıt, 2021; Katırcıoğlu, 2021).

2.4.2.2. Histogram Eşitleme

Görüntünün histogramı, piksellerin sahip olduğu parlaklık ve renk değerinin dağılımını gösteren bir grafiiktir (Hayıt, 2021; Maniyath vd., 2018). Görüntünün parlaklık durumu, kontrastı ya da renk dengesini analiz etmemize ve görüntü hakkında bilgi sahibi olmamıza yardımcı olur (Hayıt, 2021; Yaman, 2021). Bazı uygulamalarda daha detaylı, net ve canlı görüntülere ihtiyaç duyulabilir. Böyle durumlarda görüntünün iyileştirilmesi amacıyla görüntü kontrastını artırmak iyi bir seçenektir.

Histogram eşitleme görüntü kontrastını artırmak amacıyla kullanılan bir tekniktir. İşlem sırasında düşük kontrastlı bölgelerdeki piksel değerleri artırılırken, yüksek kontrastlı bölgelerdeki piksel değerleri azaltılır. Bu teknikle görüntünün piksel değerleri dağılımı

geniş bir alana yaydırılarak daha dengeli bir dağılım elde edilir. Sonuçta yüksek kontrastlı bir görüntü elde edilerek, görüntünün genel görünümü iyileştirilir ve görsel algılanabilirliğinin artması sağlanır. Renkli veya gri formatta hemen her görüntü için uygulanabilmesi ve gösterdiği yüksek performans nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir (Çan, 2021; Hayıt, 2021). RGB bir görüntü üzerine uygulanan histogram eşitleme örneği Resim 2.2 de verilmiştir.



Resim 2.2 RGB görüntüye uygulanan histogram eşitleme örneği

2.4.2.3. Logaritmik Dönüşüm

Görüntünün parlaklık ve kontrastını ayarlamak için kullanılan logaritmik dönüşümde, piksel değerlerine logaritmik bir fonksiyon uygulanarak işlem gerçekleştirilir. Bu fonksiyon, giriş ve çıkış görüntüsünün karşılıklı piksellerinin değerleri arasındaki logaritmik ilişkinin bir göstergesidir (Wang vd., 2020). Görüntünün genel kontrastını artırmak, düşük aydınlık seviyelerindeki detayları vurgulamak ve gölgeli bölgeleri daha görünür hale getirmek için etkili bir tekniktir (Gölebatmaz ve Akca, 2022).

2.4.3. Eşikleme

Görüntü işlemede sıkça kullanılan bu teknikte amaç, piksel değerlerini belli bir eşik değerine göre sınıflayarak farklı gri seviyelere sahip gri tonlamalı bir görüntüden ikili

(binary) yani siyah beyaz bir görüntü elde etmektir (Anonim, 2024c; Çan, 2021; Çetin, 2022; Hayıt, 2021)

0 ile 255 arasında belirlenen herhangi bir eşik değeri ile piksel değerinin karşılaştırılması sonucunda ikili görüntü elde edilir. Sahip olduğu yoğunluk değeri ($f(i,j)$) belirlenen eşik değerine ($T(i,j)$) eşit veya belirlenen eşik değerinden büyük olan tüm pikseller 1 olarak atanır; belirlenen eşik değerinden küçük olan pikseller ise 0 olarak atanır. Burada 0 piksel değeri ile temsil edilen renk siyah iken, 1 piksel değeri ile temsil edilen ise '255' yani beyazdır. Bu işlem tüm piksellere uygulanarak sonuçta ikili görüntü elde edilmiş olur (Çan, 2021; Çetin, 2022; Hayıt, 2021; Soyhan vd., 2021).

$$f^T(i,j) = \begin{cases} 255, & \text{eğer } f(i,j) \geq T(i,j) \text{ ise} \\ 0, & \text{değilse} \end{cases}$$

Temelde görüntüdeki nesneleri, özellikleri belirginleştirmek, arka planı ayırmak veya görüntüyü analiz etmek için kullanılan eşikleme tekniğinde en önemli husus, belirlenecek olan eşik değerinin en doğru ve uygun şekilde seçilebilmesidir. Eşik değeri olması gerekenden çok yüksek belirlenirse görüntüdeki çoğu piksel siyaha, çok düşük belirlenirse de çoğu piksel beyaza dönüştürülecektir. Sonuçta görüntüdeki anlamlı bilgi bozulmaya uğrayacak ve yapılan analiz hatalı olacaktır (Çan, 2021; Çetin, 2022; Hayıt, 2021).

Eşik değeri manuel olarak belirlenebildiği gibi adaptif bir şekilde ya da otomatik olarak da belirlenebilmektedir. Manuel eşik belirlemede görüntünün histogramı incelenerek veya deneme yanılma yöntemiyle bir eşik değeri belirlenir. Ancak büyük veri kümelerinde veya sürekli değişen koşullar altında bu yöntem pratik olmayabilir. Ayrıca görüntünün farklı ışıklandırma koşullarına sahip olması durumunda da kullanıcı tarafından belirlenen eşik değeri iyi sonuç vermeyebilir. Bu durumda adaptif eşikleme algoritması ile görüntünün farklı bölgeleri için farklı eşik değeri belirlenerek daha iyi sonuçlar alınabilir. Otomatik eşiklemede ise bu değer bir algoritma yardımıyla belirlenir. En popüler otomatik eşik belirleme yöntemi Otsu Metodudur (Anonim, 2024c; Çan, 2021).

Görüntü işlemede kullanılan birçok basit eşikleme yöntemi mevcuttur. Kullanım örnekleri Resim 2.3 te verilmiştir.



Resim 2.3 Farklı eşikleme uygulama örnekleri (Anonim, 2024c)

Eşikleme basit ve hızlı bir yöntem olduğu için birçok görüntü işleme uygulamasında kullanımı yaygındır. Işığın homojen olduğu görüntülerde daha iyi sonuçlar veren bu yöntem, nesne algılama uygulamasında nesneleri, aynı şekilde belge taraması yaparken de belgedeki metni belirginleştirmek için kullanılır.

2.4.4. Geometrik Dönüşümler

Sık uygulanan tekniklerden bir tanesidir. Görüntüdeki piksellerin konumlarında değişiklik yapılarak gerçekleştirilir; piksellerin rengi, parlaklığı ya da kontrastında herhangi bir değişiklik yapılmaz. Görüntü elde edilirken oluşan geometrik bozulmalar, geometrik dönüşümler kullanılarak giderilmeye çalışılır. Öteleme, döndürme, ölçekleme, aynalama, eğme gibi yöntemler bu tekniklere örnek olarak verilebilir. Geometrik dönüşümler ayrıca veri çoğaltma işlemlerinde de kullanılmaktadır (Hayıt, 2021).

2.4.5. Filtreleme

Filtreleme görüntü işlemede en çok kullanılan tekniklerden biridir. Bu işlem; kernel (çekirdek) adı verilen matrisin, iyileştirilecek görüntüdeki her piksele ve ona komşu olan bütün piksellere uygulanmasıyla gerçekleşir (Çan, 2021; Hayıt, 2021) Filtreleme işleminin

esasinda görüntünün piksellerin konumlarına herhangi bir müdahalede edilmeden sadece renk değerleri üzerinde değişiklik yapılır (Çetin, 2022).

Filtreleme ile görüntüde çeşitli sebeplerle oluşan gürültüleri azaltmak, görüntüyü yumuşatmak veya keskinleştirmek, görüntünün kenar, köşe ya da leke gibi belirli özelliklerini vurgulamak ve görüntüyü detaylandırmak amaçlanır (Küpeli ve Bulut, 2020). Böylelikle görüntü üzerinde asıl uygulanacak ana işlemler için birçok zorluğun ortadan kaldırılması sağlanır (Çan, 2021; Çetin, 2021; Hayıt, 2021).

Medyan filtreleme, Ortalama filtreleme, Gauss filtresi, kenar belirleme filtreleri bu tekniklerin başlıcalarıdır (Küpeli ve Bulut, 2020).

2.4.5.1. Ortalama (Mean) Filtreleme

Kullanılan filtrelerden en basitidir. Bu filtre ile kendisine komşu olan piksellerden ayrıışık duran pikselleri belirleyerek onları yumuşatmak hedeflenir (Küpeli ve Bulut, 2020). Filtreleme için oluşturulan matrisin görüntü piksellerinin üzerinde gezdirilmesiyle gerçekleştirilir. Bu filtre görüntünün her bir pikselinin yeni değerini, kendisi ve komşu piksellerin ortalama değeri ile değiştirir (Çan, 2021; Ertürk ve Karakoyun, 2023; Küpeli ve Bulut, 2020).

2.4.5.2. Medyan Filtreleme

Medyan filtreleme ile kenarları koruyarak gürültüleri yumuşatma veya ortadan kaldırma hedeflenir (Ertürk ve Karakoyun, 2023; Küpeli ve Bulut, 2020). Ortalama filtresine göre daha yüksek performans gösteren bu filtrelemede bir pikselin yeni değeri, kendisi ve komşu piksellerin medyan değeri olarak belirlenir (Çan, 2021; Küpeli ve Bulut, 2020).

2.4.5.3. Gauss Filtresi

Gauss filtresi, görüntünün piksellerinin yeni değerini, kendisi ve komşu piksellerin ağırlıklı ortalaması olarak hesaplar (Çan, 2021). Filtrenin ağırlıklı ortalamayı kullanarak piksel değerini hesaplaması diğer filtreleme tekniklerine göre daha hassas bir düzeltme yapmasını sağlamaktadır (Ertürk ve Karakoyun, 2023).

2.4.5.4. Kenar Belirleme Filtreleri

Görüntüdeki keskin geçişleri tespit etmek için kullanılan bu filtrelere Canny kenar algılama algoritması, Prewitt algoritması, Sobel filtresi, Laplacian filtresi örnek olarak verilebilir (Çan, 2021).

2.4.6. Morfolojik Operatörler

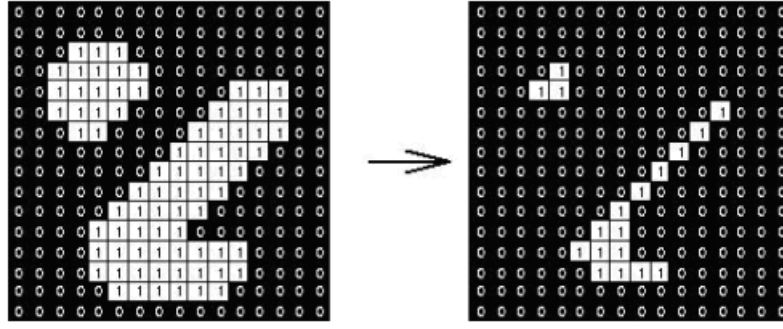
Morfolojik operatörler ya da işlemler, görüntü işleme alanında şekil tabanlı işlemleri ifade eder (Yaman, 2021). Bu işlemler, görüntülerdeki nesnelerin şeklini, boyutunu ve yapısını değiştirme, gürültüyü giderme, görüntüyü analiz etme, bozuk görüntüleri onarma gibi işlemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu teknik görüntüde yapı değişimini meydana getiren ve kernel (çekirdek) olarak adlandırılan yapı elemanları kullanılarak uygulanmaktadır (Hayıt, 2021; Yaman, 2021). Yapı elemanının boyutu yapılacak işleme göre değişir (Yaman, 2021).

Uygulamada ihtiyaç duyulan iki girdi yapı elemanı ve giriş görüntüsüdür. Morfolojik işlemlerin temelinde giriş görüntüsünden çok daha küçük boyutta olan yapı elemanı çekirdek taranır ve görüntü üzerinde kaydırılarak her pikselin değeri giriş görüntüsündeki karşılık gelen pikselin komşularıyla karşılaştırılır (Çan, 2021; Hayıt, 2021).

Morfolojik işlemler genellikle siyah-beyaz (binary) görüntüler üzerinde uygulanır. Temel morfolojik operatör olan aşındırma ve genişletme işlemlerinin yanı sıra açma ve kapama işlemleri de morfolojik operatörlerdendir (Bükücü, 2021; Hayıt, 2021; Yaman, 2021).

2.4.6.1. Aşındırma (Erosion)

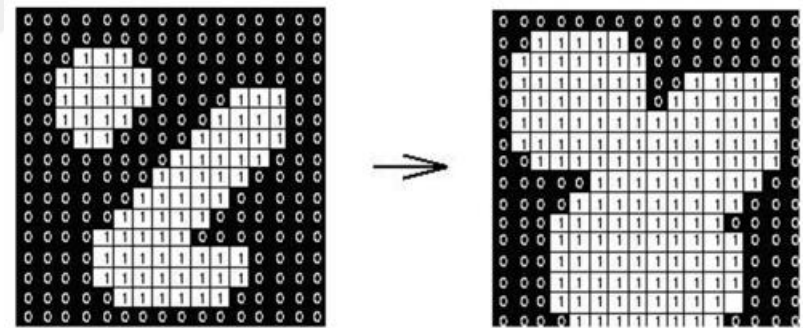
Görüntüdeki objenin sınırlarından pikseller çıkararak kenarlarının aşındırılmasını ve objenin netleştirilmesini sağlar. Yapı elemanının (kernel) boyutu ve şekli, görüntüden çıkarılan piksel miktarı üzerinde etkilidir (Hayıt, 2021; Soyhan vd., 2021). Resim 2.4 te aşındırma işleminin uygulanmasına dair örnek verilmiştir.



Resim 2.4 Aşındırma işleminin uygulama örneği (Ertürk ve Karakoyun, 2023)

2.4.6.2. Genişletme (Dilation)

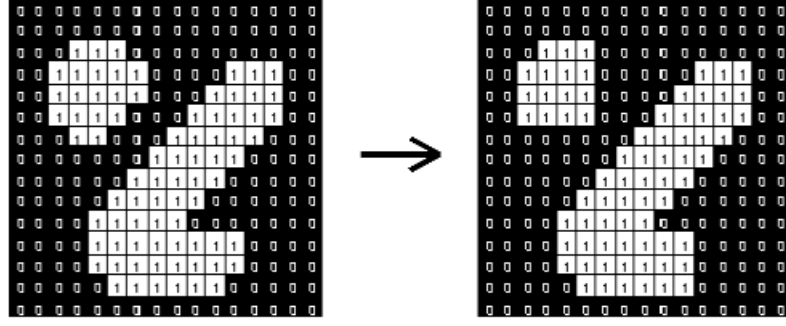
Aşındırma işleminin tam tersi şekilde görüntüdeki objenin sınırlarına pikseller ekleyerek objenin genişletilmesini sağlar. Eklenen piksel miktarı, yapı elemanının şekli ve boyutuna bağlı olarak değişmektedir (Hayıt, 2021; Soyhan vd., 2021). Resim 2.5 te genişletme işleminin uygulanmasına dair örnek verilmiştir.



Resim 2.5 Genişletme işleminin uygulama örneği (Ertürk ve Karakoyun, 2023)

2.4.6.3. Açma (Opening)

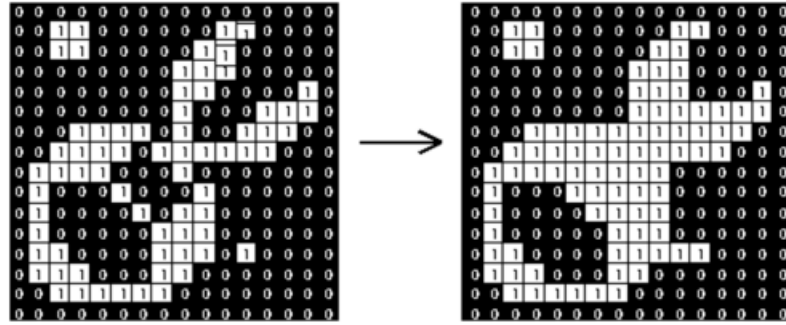
Açma, aşındırma ve genişletme operatörlerinin birlikte uygulanması ile gerçekleşen bir işlem olup; görüntüye önce aşındırma sonra genişletme işlemleri uygulanır. Bu işlem, görüntüyü azaltmak veya küçük nesneleri kaldırmak için kullanılabilir. Açma işlemi, erozyon işlemiyle nesnelerin kenarlarını yumuşatarak başlar, ardından genişleme işlemiyle nesnelerin yeniden şekillendirilmesini sağlar (Bükücü, 2021; Çan, 2021; Hayıt, 2021). Resim 2.6 da açma işleminin uygulanmasına dair örnek verilmiştir.



Resim 2.6 Açma işleminin uygulama örneği (Ertürk ve Karakoyun, 2023)

2.4.6.4. Kapama (Closing)

Kapama, önce genişleme sonra erozyon işlemlerini birleştiren bir işlemdir. Bu işlem, nesnelerin içindeki boşlukları doldurmak veya bağlantıları güçlendirmek için kullanılabilir. Kapama işlemi, genişleme işlemiyle nesnelerin kenarlarını doldurarak başlar, ardından erozyon işlemiyle nesnelerin tekrar şekillendirilmesini sağlar (Bükücü, 2021; Çan, 2021; Hayıt, 2021). Resim 2.7 de kapama işleminin uygulanmasına dair örnek verilmiştir.



Resim 2.7 Kapama işleminin uygulama örneği (Ertürk ve Karakoyun, 2023)

2.4.7. Segmentasyon

Görüntü bölütleme veya segmentasyon, bir görüntüyü farklı bölgelere veya segmentlere ayırma sürecidir. Görüntüdeki nesneleri veya özellikleri tanımlamak, görüntüyü farklı özelliklere sahip benzersiz sınıflara ve anlamlı bölgelere ayırt etmek veya görüntüdeki nesneleri vurgulamak amacıyla kullanılır (Çan, 2021; Hayıt, 2021). İşlem sonunda görüntü daha anlaşılır ve yönetilebilir hale getirilir. Tıbbi görüntüleme, otomatik görüntü tanıma

sistemleri, endüstriyel görüntüleme sistemleri gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak tercih edilen bu teknik, görüntü işleme uygulamaları için önemli bir adımdır (Çan, 2021; Hayıt, 2021).

Segmentasyon işleminde her bir segment, belirli bir özellik veya nitelik bakımından benzerlik gösteren piksellerin bir grubunu temsil eder. Temelde iki farklı şekilde bölütleme yapılır. Bunlardan ilki, görüntüdeki piksellerin bölgesel özellikleri ve birbirleriyle olan ilişkileri yerine onların gri seviye değerlerindeki ani değişimler göz önüne alınarak yapılan kenar tabanlı (bölgesel olmayan) bölütlemedir. En basit bölütleme şekli olan bu teknikte pikseller arasındaki keskin geçişler ve kenarlar kullanılarak segmentlere ayrılır. İkincisi ise piksellerin yerel özelliklerinden yararlanılıp, pikseller arasındaki benzerliğe dayalı olarak yapılan bölge tabanlı (bölgesel) bölütlemedir. Piksel ilişkilerine dayalı olarak yapıldığından nesneleri ayırt etmede daha başarılıdır (Çan, 2021; Hayıt, 2021).

2.5. Optik Karakter Tanıma

İnsanların okuyup anlayabileceği yazılı olan çoğu belge kağıt şeklinde fiziki bir ortamda bulunmaktadır. Hem el yazısı olan, hem de el yazısı olmayan, baskı cihazı ile hazırlanmış ve fiziksel kağıt üzerine basılmış kitap, dergi, broşür, gazete, resmi belge gibi matbu metinlerin analizi ve depolanması zor olabilmektedir (Tilki, 2020). Bu nedenle matbu metinlerin sayısallaştırılması önemli bir süreçtir. Sayısallaştırma, geleneksel formatlardaki verileri dijital formata çevirme sürecidir. Bu süreç, matbu metinlerde bulunan bilgileri bilgisayarlar tarafından işlenebilir hale getirmeyi amaçlar (Aydın, 2023). Sayısallaştırma, bilgiye erişimi kolaylaştırır ve metin tabanlı veriler üzerinde çeşitli analiz ve işlemleri mümkün kılar.

Matbu metinlerin sayısallaştırılması ile dijital ortama taşınan dokümanların;

- Erişiminin daha kolay olması
- Dijital arşivlerde saklanabilmesi ve bu sayede fiziksel kopyalarının kaybolma, hasar görme, bozulma gibi zararlara karşı korunması
- İçeriğindeki bilgilerin kolaylıkla araması ve bulunması
- Metin madde çıkarma ve veri analizi için uygun bir zemin oluşturması ve büyük veri setlerindeki trendleri, desenleri ve bilgileri anlamak için kullanışlı olması

- Makine öğrenimi ve yapay zeka uygulamaları için önemli bir veri kaynağı olması
- İnternet veya diğer elektronik ortamlar aracılığıyla daha kolay bir şekilde paylaşılabılır ve dağıtılabılır olması
- Dijital ortamlarda yedekleme işlemlerini mümkün kılması gibi avantajlarından dolayı (Aydın, 2023) sayısallaştırma geniş bir uygulama alanında tercih edilmektedir.

Sayısallaştırma sonrasında; metinden madde çıkarma, metin içeriğini anlama, kategorize etme ve özetleme, metindeki anahtar kelimeleri ve terimleri belirleme, dilbilgisel analiz yapma, metinleri / belgeleri konusuna göre otomatik olarak sınıflandırma ve otomatik çevirilerini yapabilme işlemlerini gerçekleştirmek mümkündür (Aydın, 2023).

Sayısal ortamda bulunmayan metinlerin sayısallaştırılması işlemi olan karakter tanıma işlemi ile bir görüntüdeki yazı veya metin algılanarak, makine tarafından okunabilir ve işlenebilir hale getirilir (Başkurt vd., 2011). İki türlü karakter tanımadan bahsedilebilir. Hassas dijital bir ekrana özel bir kalem vasıtasıyla veya dokunmatik bir yüzeye elle yazılan yazının yazılma anında tanınması yöntemi çevrim içi karakter okuma yöntemidir. Bu yöntemde el yazısı hareketleri anlık olarak kaydedilir ve kaydedilen veriler karakter tanıma algoritmalarıyla işlenir. Günümüzde cep telefonu, tablet, taşınabilir el bilgisayarı gibi cihazların birçok uygulamasında kullanılmaktadır (Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

Çevrim dışı karakter okuma ise fiziki belge üzerine elle yazılan veya basılan yazıların tanınması için kullanılmaktadır. Fiziki metin, bir tarayıcı ya da kamera kullanılarak dijital bir formata dönüştürülür. Ardından bu dijital görüntü karakter tanıma yazılımı ya da sistemi aracılığıyla işlenir (Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

Matbu metinlerin sayısallaştırılmasında genellikle Optik Karakter Tanıma - OKT (Optical Character Recognition – OCR) teknolojisi, yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntem, hem basılı hem de el yazısı metinleri tanıma konusunda oldukça gelişmiştir. OKT, makine çıktısı, daktilo ya da bilgisayar çıktısı gibi metinlerin tarayıcı yardımıyla ya da fotoğraf makinesiyle görüntüsünün elde edilmesinin ardından sisteme alınıp yazı karakterlerinin tespiti için kullanılmaktadır (Dalıp, 2022). Optik Karakter Tanıma bir çevrim dışı okuma yöntemidir. Bu yöntemle belge içindeki metinler tanınabilmekteyken, resim, fotoğraf, tablo gibi görsel nesnelerin tanınması mümkün değildir. OKT teknolojisi, fiziki belgelerin dijital hale getirilmesini kolaylaştırması gibi bir avantaj sunmasının yanı

sıra insan hatalarını azaltma kişilere zaman kazandırma gibi avantajlara da sahiptir (Dalıp, 2022).

OKT sistemlerinin uygulama alanları oldukça yaygındır. Plaka tanıma, el yazısı tanıma, sağlık, form okuma, adres okuma, fatura görüntüleme, banka sistemleri gibi alanlar bu uygulamalar içinde sayılabilir (Erdoğan ve Tümer, 2021; Shahin vd., 2023; Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

2.5.1. Tanım

Metinlerin resimlerini veya taranmış kopyalarını dijital metin formatına dönüştürmek için kullanılan yaygın bir teknik olan Optik Karakter Tanıma ile metin sayısallaştırılabilir (Aydın, 2023). OKT ile taranmış belge, yazılı metin içeren resimler veya kamera ile çekilmiş resimler gibi fiziksel belgelerin üzerindeki yazı karakterleri algılanarak tanınır ve tanınan karakterler bir metne veya düzenlenebilir dijital formatlara dönüştürmeye olanak tanıyan bir teknolojidir. Çevrim dışı karakter tanıma olarak da bilinen bu yöntem de makine yazısı diyebileceğimiz basılı yazılar ve el yazıları tanınabilir (Erkan vd., 2018; Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

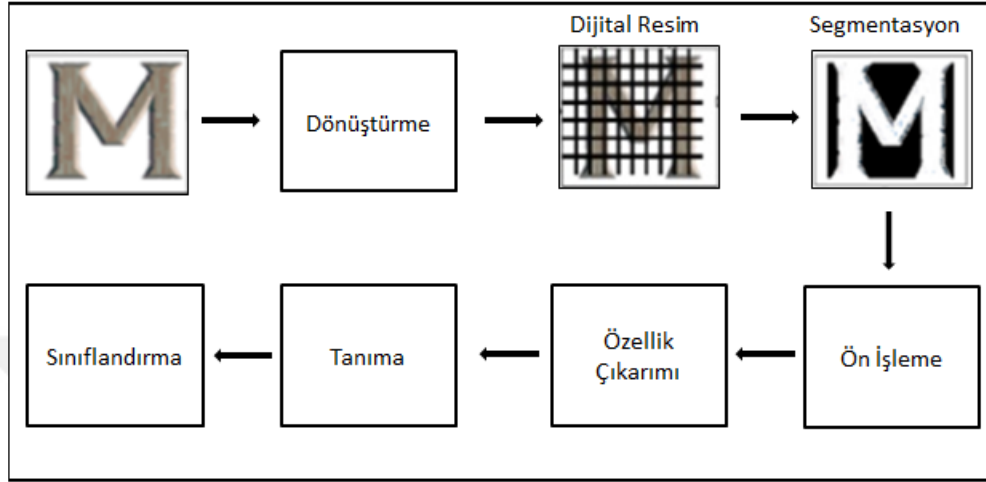
2.5.2. OKT Bileşenleri ve Aşamaları

Basılı veya el yazısı metinleri dijital ve işlenebilir bir forma dönüştürmek için kullanılan bir Optik Karakter Tanıma sistemi üç mantıksal bileşeni bünyesinde barındırır. Bunlar görüntü tarayıcı, OKT yazılımı ve donanımı ile çıkış birimidir. İlk adım olarak metnin bulunduğu materyalin tarayıcı ile taranması veya kamerası olan bir cihazla fotoğrafının çekilerek bilgisayarın tanıyacağı bir formata dönüştürülmesinin ardından elde edilen görüntüler OKT yazılım ve donanımları ile işlenmeden önce farklı görüntü işleme teknikleri ile ön işlemeden geçirilir. Daha sonra OKT yazılımı ile işlenir. Belgenin analizi, tanıma ve bağlamsal işleme sonucunda bu süreç tamamlanır. Hemen sonrasında çıkış birimi ile sonuçlar elde edilir ve karakter tanıma işlemi bitirilmiş olur (Shahin vd., 2023; Ünal vd., 2023).

Bir Optik Karakter Tanıma Sisteminin aşamaları (Resim 2.8.) temelde şu şekildedir (Tilki, 2020; Ünal vd., 2023):

- Ön İşleme
- Segmentasyon

- Normalizasyon
- Özellik Çıkarımı
- Sınıflandırma



Resim 2.8 OKT temel yapısı (Tilki, 2020)

Yapılacak çalışmaya göre bazı aşamalar birleştirilebilir veya çıkarılabilir (Shahin vd., 2023; Ünal vd., 2023).

Ön işleme aşamasında; taramadan sonucu elde edilen görüntüdeki görüntü ve gürültüleri hiçbir veri kaybı yaşamadan bertaraf edebilmek amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, renkli görüntüyü siyah ve beyaz piksellerle temsil etmek için eşikleme, kontrastı artırmak ve parlaklık düzeyini ayarlamak için histogram eşitleme, gürültüleri gidermek için Aşındırma (Erosion), Genişletme (Dilation) gibi morfolojik işlemler, belirli özellikleri vurgulamak için filtreleme, gibi kenar ve konturların tespit edilmesi gibi tekniklerle ön işlemeden geçirilir (Çelik, 2021; Erdoğan ve Tümer, 2021; Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

Segmentasyon aşamasında; ön işlemeden geçirilerek istenmeyen görüntü ve gürültülerden arındırılan görüntünün bileşenleri segmente edilerek şekil ve grafiklerden ayrıştırılan metin bileşeni elde edilir. Bu aşamada elde edilen görüntünün analizi kolaylaştırılmış olur (Güzelce, 2021; Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

Normalizasyon aşamasında, segmentasyon işlemi ile bir matris formatına getirilen ayrıştırılmış veriler normalize edilir (Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

Özellik çıkarma aşamasında; normalizasyonla elde edilen matrislerin işleme alınmasıyla nesnelerden özellik çıkarımı yapılarak özellik vektörleri elde edilir. Bu aşama karakter tanıma problemi açısından oldukça önemli bir adımdır. Elde edilen özellik vektörleri daha sonra sınıflandırma aşamasında kullanılmaktadır. Böylelikle sınıflandırma ve tanıma işleminin daha pratik hale gelmesi sağlanmış olur (Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

Sınıflandırma aşamasında ise; elde edilen özellik vektörünün niteliğine göre her bir görüntünün sınıflandırılması sağlanır (Tilki, 2020; Ünal vd., 2023).

Optik karakter işleme yapılırken sistem, görüntü karmaşıklığı, düzensiz ışıklandırma, eğrilik – perspektif bozukluğu, yazı fontu, en boy oranı, eğim, odaklanma ve görüntü netliği gibi çevresel veya kamera ile ilgili bazı zorluklarla karşı karşıya kalabilir (Çelik, 2021; Erkan vd., 2018; Tilki, 2020). Sistemin bu durumlarla karşılaşması halinde karakter tanıma işlemini yaparken metnin bulunmadığı kısımları segmente etmekte zorlanma, metin satırlarının kayması gibi haller ortaya çıkar. Dolayısıyla OKT sisteminin başarısı, performansı ve doğruluğunu olumsuz yönde etkilenir. Özellikle kamera ile elde edilen görüntülerde ışığın az olması, bulanıklık gibi durumlar OKT'nin metni tanımasını zorlaştırdığından görüntülere ön işleme tekniklerinin uygulanması, OKT'nin daha etkili çalışmasına yardımcı olabilir (Kandemir vd., 2016; Saray vd., 2017; Tilki, 2020)

2.5.3. Yaygın OKT Yazılımları

Basılı veya yazılı metinlerin dijital hale getirilmesini amaçlayan Optik Karakter Tanıma işlemi hazır OKT yazılımları veya yapay zeka tekniklerini kullanan karakter tanıma algoritmaları gibi algoritmalar (Somuncu ve Atasoy, 2022) kullanılarak gerçekleştirilebilir.

2.5.3.1. Tesseract OCR

Karakter tanıma işlemi için kullanılan hazır OKT motorları genellikle ticari amaç için üretilmektedir. Bu sebeple az sayıda açık kaynaklı OKT motoru bulunmaktadır. Tesseract OCR motoru, tanınırlığı en fazla olan ve yaygın olarak kullanılan açık kaynaklı bir optik karakter tanıma motorudur (Sayallar vd., 2023; Shahin vd., 2023). Çizgi tanımaya odaklı bir sinir ağı olan Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short Term Memory – LSTM) tabanlı olarak geliştirilen (Anonim, 2024d) ve ücretsiz olarak kullanıma sunulan, Türkçe dahil birçok dili destekleyen bu motor (Çelik, 2021) farklı dillerde yapılan karakter tanıma işlemlerinde yüksek başarıma sahiptir (Dölek ve Kurt, 2023).

Açık kaynak kodlu olması, diğer ücretsiz sistemler arasında yüksek başarı oranına sahip olması, farklı dilleri de desteklemesi Tesseract OCR'ın kullanıcılar tarafından yaygın olarak tercih edilmesini sağlar (Kandemir vd., 2016). Ayrıca plaka tespiti, araç tescil sertifikalarının tespiti, tıp gibi çok farklı birçok uygulamada da kullanılmaktadır (Shahin vd., 2023).

2.5.3.2. PaddleOCR

PaddleOCR, açık kaynak kodlu ve ücretsiz olarak geliştirilen gelişmiş bir OCR motorudur. PaddleOCR, yüksek kaliteli önceden eğitilmiş modelleri sunmanın yanında aralarında İngilizce, Almanca, Fransızca, Korece, Çince dillerinin de bulunduğu 25'ten fazla dili desteklemektedir. Ayrıca rakam tanıma, dikey ve uzun metin tanımayı destekler (Shahin vd., 2023).

Tesseract OCR ve PaddleOCR haricinde kullanımda olan ABBYY FineReader (Dölek ve Kurt, 2023; Kandemir vd., 2016; Özcan ve Tarcan, 2020), Amazon Textract (Sayallar vd., 2023), Google Vision Api (Sayallar vd., 2023) ve OCRopus (Sayallar vd., 2023) gibi farklı hazır OKT motorları da bulunmaktadır.

2.6. Doğal Dil İşleme

Doğal dil işleme, insan dilinin makineler tarafından anlaşılması, yorumlanması ve işlenmesi ile ilgilenmektedir. İnsan dilinin anlaşılmasını ve kullanılmasını sağlamak için çeşitli algoritma ve yapay zeka tekniklerini kullanmaktadır (Altun, 2024; Kaçar, 2024).

Bu model ile metin içeren verileri veya konuşmaları anlayabilen ve bunlardan çıkarılan bilgileri kullanabilen bir sistem oluşturmak hedeflenmektedir. Amacı doğrultusunda kullandığı çeşitli algoritma ve yapay zeka teknikleri sayesinde doğal dil işleme, metin özetini çıkarma, duyguları analiz etme, çeviri yapma gibi bir çok farklı görev gerçekleştirilebilir (Eriç vd., 2024; Kaçar, 2024; Yüksel ve Tan, 2018).

Doğal dil işleme çalışmalarında kullanılmak üzere geliştirilen farklı kütüphaneler bulunmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Türkçe dili için de geliştirilen etkili kütüphaneler vardır. Bu kütüphaneler arasında performans bakımından en başarılı olan ve kullanım olarak da en sık kullanılan Zemberek kütüphanesidir (Tokcaer, 2021).

2.6.1. Zemberek Kütüphanesi

Doğal dil işleme (NLP) uygulamalarında genel amaçlı olarak kullanılan kütüphanelerden biri Zemberek kütüphanesidir. Bir Türkçe doğal dil işleme kütüphanesi olan Zemberek, Java dilinde yazılmış, açık kaynak kodlu bir kütüphanedir (Safalı vd., 2019; Tokcaer, 2021). Özellikle metin ön işleme ve temizleme basamaklarında kullanılan bu kütüphanede dile ait kelimeler ve kelime kökleri bulunmaktadır. Bu sebeple yazım denetimi yaparak, yazım yanlışı mevcut olan veya eksik yazılan kelimeleri düzeltme ve öneride bulunma, ayrıca sözcük ayırma, cümleyi bölümlleme gibi farklı işlevleri gerçekleştirir (Safalı vd., 2019; Tokcaer, 2021; Yüksel ve Tan, 2018).

2.6.2. ITU NLP Turkish Parser

ITU Doğal Dil İşleme Grubunun geliştirdiği bu kütüphane, internet tarayıcısı üzerinden veya API üzerinden erişilerek kullanılabilir. İşlevlerinin arasında hatayı temizleme, kelimeyi yeniden işleme, sözdizimi yapma, varlık tanıma sayılabilir (Tokcaer, 2021).

3. LİTERATÜRDEKİ İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu tez çalışmasının amaçları ve çalışmada kullanılması planlanan metotlar doğrultusunda yapılan literatür taraması sonucunda taranan çalışmalardan bazıları bu bölümde sunulmuştur. Yapılan literatür taramasında, bu tez çalışmasında da kullanılması planlanan LSTM tabanlı Tesseract OCR gibi hazır OKT yazılımlarının kullanıldığı, bunun yanı sıra CNN, RNN gibi yapay sinir ağı modellerinin de optik karakter tanıma işlemlerinde tercih edildiği görülmüştür. Bu sebeple Optik Karakter Tanıma ve doğal dil işlemeye yönelik farklı materyal, OKT yazılımı ya da teknikleri içeren farklı çalışmalara yer verilmiştir.

Şenyıldız ve Dirican yaptıkları çalışmada; başka bir donanıma gereksinim duymadan sadece akıllı telefonla çektikleri T.C. kimlik kartı görüntüsünün görüntü işleme teknikleri ile karakter tanımaya hazır hale getirilmesinin ardından kart üzerindeki bilgileri 2 saniye gibi bir sürede %100'e yakın bir başarı oranıyla otomatik olarak elde etmişlerdir (Şenyıldız ve Dirican, 2016).

Baştan vd., görme engelliler için hızlı gradyan tabanlı çok ölçekli metin algılama algoritması ve Tesseract OCR kullanarak Türkçe dilinde bir mobil sistem geliştirmişlerdir. Türkçe sahne ve kitap metinlerini okuyabilme özelliğine sahip olan bu sistemin benzer sistemlerle karşılaştırıldığında doğruluk ve çalışma süresi bakımından daha hızlı olduğu, geliştirilen sistemin diğer dillere uygulanabileceği ve mobil bir cihazda da çalışabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Baştan vd., 2016).

De Zoysa vd. tarafından Android tabanlı mobil uygulama olarak geliştirilen Bhashitha ile kitapların dijitalleştirilmesi amaçlanmıştır. Uygulamanın kullanılabilmesi için kullanıcının telefon kamerası ile basılı bir belgeyi optik görüntü olarak edindikten sonra karakterlerin tanınması OCR ile sağlanmıştır. Ayrıca elde edilen metin içerikleri text to speech sistemi ile ses çıktılarına dönüştürülmüştür (De Zoysa vd., 2018).

Basılı antik el yazılarının tanınması amacıyla Avadesh ve Goyal tarafından evrişimli sinir ağı tabanlı bir optik karakter tanıma sistemi önerilmiştir. Piksel yoğunlukları hesaplanarak görüntülerdeki harfler tanımlanmış ve kullanılan CNN modelinin %93,32 doğruluk oranı sağladığı görülmüştür (Avadesh ve Goyal, 2018).

Yin vd., IoT (nesnelerin interneti) uygulamalarında tanıma doğruluğunu geliştirmeyi amaçladıkları çalışmada, önerdikleri CNN, VGG, ResNet ve CapsNet destekli OCR

teknikini Çince karakterlerin oluşturduğu veri kümesi ile ayrı ayrı eğitip ardından test edip sonuçlarını karşılaştırmışlardır. CapsNet %99.38 doğrulukla en başarılı model olduğu, bunu sırasıyla %99.17 doğrulukla ResNet'in, %97,92 doğrulukla VGG'in, %97,70 doğrulukla CNN'in takip ettiği sonucuna ulaşmışlardır (Yin vd., 2019).

Metin görüntülerinin karakterlere çevrilmesi ve tanınması amacıyla Saxena vd. tarafından CNN ve Uzamsal Dönüştürücü Ağı (Spatial Transformer Network – STN) kullanarak geliştirilen modelle metinlerdeki sözcükler tanınmış ve görüntülerdeki metin satırları algılanmıştır (Saxena vd., 2020).

Khedkar vd., görüntüdeki metni dijital hale dönüştürülebilmeyi amaçladıkları çalışmada farklı metin türlerini algılamak için kelimeleri doğru bir şekilde sınıflandıracak bir CNN modeli önerilmiştir. Farklı stillerde ve yazı tiplerinde görüntüleri içeren veri setinin segmentasyon işlemi sonrası CNN modelinde gerçekleştirdikleri testler sonucunda %83,3 doğruluk oranını elde etmişlerdir (Khedkar vd., 2020).

Açık kaynak kodlu Tesseract karakter tanıma yazılımının eğik karakter tanıma başarısını arttırmaya yönelik bir görüntü işleme yöntemi geliştiren Çelik, bu yöntemi Dithering (Titreşim) görüntü işleme algoritmasının 1x4 boyutlu yatay biçime dönüştürülmesiyle elde etmiştir. Arial ve Times New Roman yazı stillerinden birbirine benzeyen 429 adet eğik biçimli karakterlerini kullanılarak yaptığı test sonucunda geliştirdiği yöntemin Tesseract yazılımının başarısını %33'e varan oranlarda artırdığı sonucuna varmıştır (Çelik, 2021).

Somuncu ve Atasoy yaptıkları çalışmada iç mekanlarda kullanılan tabela görüntülerinin tanınması için CNN ile RNN'in kombinasyonu olan CRNN derin öğrenme yöntemini kullanmışlardır. İngilizce kelimelerin bulunduğu 9 milyon resimden oluşan veri setinin ön işleme adımlarından geçirilmesinin ardından model eğitilmiştir. Modelin test verileri için ürettiği tahmin sonuçlarını iyileştirmek adına Levenshtein Mesafesi (LD) kullanılmıştır. Sonuç olarak %96'lık doğrulukla başarıya ulaşılmıştır. Ayrıca İngilizce ile benzer veya aynı karakterleri kullanan dillerde de başarının yüksek olacağı fikrinden hareketle Türkçe tabela görüntülerindeki metinler için İngilizce metinlerle eğitilen model kullanılmış ve modelin ürettiği sonuçların iyileştirilmesi için Türkçe sözlük kullanan LD ile %93'lük bir başarı elde edilmiştir (Somuncu ve Atasoy, 2022).

Torres vd., çeşitli alanlardan seçtikleri grafiksel modellerin yönetimi için OCR teknolojisinin uygunluğunu araştırmışlardır. Bunun için hazır OCR hizmeti olan Google

Cloud Vision ve Microsoft Cognitive Services'in performansı karşılaştırılmıştır. Model öğelerindeki metinlerin tespitinde Google Cloud Vision'ın daha iyi olduğu görülmüştür. Google Cloud Vision'un yaptığı hataların mühendislik formüllerindeki Yunan harfleri, denklemler gibi metinleri desteklemediğinden kaynaklandığı görülmüştür. Bu çok satırlı metin hatasını ele almak için Google Cloud Vision üzerine metin öğelerinin tek bir satırda mı ya da birden fazla satırda mı konumlandığını belirlemek amacıyla Xama'yı inşa etmişler ve başarılı olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Torres vd., 2022).

Shahin vd., sabit bir kameranın endüstriyel üretim hattında yakaladığı görüntülerden paketlerin üzerine basılı olan veya ürünün kendisine kazınmış olan seri numarasını çıkarması ve ürün kaydının anında ve otomatik olarak gerçekleşmesi için OCR vasıtasıyla bir Makine Tabanlı Tanılama Sistemi (MBID) modeli önermişlerdir. Nesne Tespiti için YOLOV7 ve Faster R-CNN; metin çıkarma içinse Tesseract OCR ve Paddle OCR kullanılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda her iki nesne tespit modelinin de Sn'yi başarılı bir şekilde tespit ettiği, YOLOV7 ve Paddle OCR'ın kombinasyonunun %95 genel tespit doğruluğu ile diğer tüm modelleri geride bıraktığı belirlenmiştir (Shahin vd., 2023).

Zhang vd., yaptıkları çalışmada yüksek gerilim iletim hatlarında direk ile elektrik teli arasındaki bağlantıyı ve yalıtımı sağlayan süspansiyon izolatörlerinin demir başlıkları için makine görüşü tabanlı bir karakter tanıma sistemini önermişlerdir. İlk önce 3 boyutlu karakter tanıma sistemi 3D-CES ile kavisli yüzeylerdeki 3 boyutlu karakterler 2 boyutlu karakterlere dönüştürülmüştür. Düşme bölümlleme algoritması kullanılarak ayrı ayrı bölünen karakterlerin VGG16 ağı ile tanınması sağlanmıştır. Demir başlıklar üzerinde test edilen sistemin %98,3'lük bir tanıma doğruluğu elde edilmiştir (Zhang vd., 2023).

Ünal vd., evrişimli sinir ağı kullanarak karakter tanıma çalışması yapmışlardır. 153 farklı Windows fontunun harfleri ve rakamlarını kalın, italik gibi farklı biçimlerde olacak şekilde resim olarak kaydedip örneklem oluşturmuşlardır. Örneklemin algoritma ile artırılmasıyla elde edilen artırılmış veri seti ile sinir ağı eğitilerek; gri seviyeye çevirme, eşikleme, erosion ve dilation işlemleri sonrasında elde edilen resimler üzerinde test edilmiştir. Satır, kelime ve harf tespiti yapılarak sinir ağının harfleri tahmin etmesi sağlanmıştır. Veri setinin artırılması ile karakter tanıma başarısının artacağı sonucuna ulaşılmıştır (Ünal vd., 2023).

Afrah, geliştirdiği yapay zekaya dayalı uzman sistemle, kişilerin günlük hayatta karşılaştıkları sağlık problemlerine     mler sunarak kullanıcılara kişisel sağlık desteği vermesini amaçlanmıştır. Bu doğrultuda mSağlık adıyla tasarladığı mobil uygulama ile yaptığı çalışmalarda uygulamanın tam da amaçlanan şekilde etkin ve verimli olarak kullanıcılara doğru yönlendirmeler yaptığı sonucuna ulaşmıştır (Afrah, 2020).

Atav, iki farklı ilacın eř zamanlı olarak vücuda alınması halinde birbirlerine karşı etkileşim oluşturması ve sonuçta görülecek yan etkilerin tespit edilebilmesi amacıyla geliştirdiği uzman sistem ile bu problemin çözümüne katkı sunmayı planlamıştır. İlaç prospektüslerini kullanarak geliştirdiği uzman sistemin, ilaçların içeriğinde bulunan etkin maddeleri görebildiği, ilaç besin etkileşimleri hakkında bilgi verdiği, hangi ilacın bu yan etkiye sebep olduğunu başarıyla tahmin ettiği sonucuna ulaşmıştır (Atav, 2020).

4. GEREÇ ve YÖNTEM

Paketli gıda ürünlerinin etiket görüntüleri kullanılarak, içeriğindeki gluten, koruyucu, renklendirici, alerjen gibi maddelerin varlığının tespit edilmesi ve gıda içeriğinde bulunan bazı maddelere karşı intoleransı ya da alerjisi olan ve aynı zamanda görme engeli olan kullanıcılara gıda hakkında öneride bulunması amacıyla oluşturulmak istenen uzman sistem için, kapsamlı bir çalışma yapılmıştır.

Tezin bu bölümünde,

- Çalışmada kullanılan paketli ürün görsellerinden oluşan veri setinin elde edilmesi,
- Elde edilen ve bilgisayara aktarılan görüntülerin analizinin daha iyi yapılabilmesi için ön işlemlerden geçirilmesi,
- Ön işleminden geçirilen paketli ürün görsellerinin OKT işleminden geçirilmesi,
- Doğal dil işleme ile metin içinde bulunan bazı kelimelerin tespit edilmesi,
- Tespit edilen gıda maddesine göre öneri metninin oluşturulması,
- Uzman sistemin doğrulanması,

basamakları detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

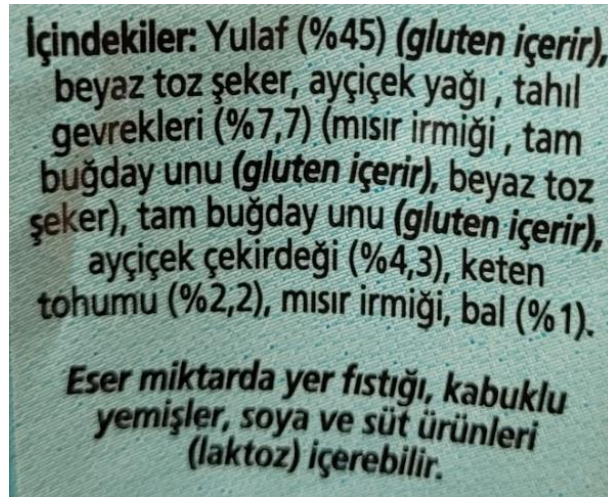
Tez çalışması kapsamında; Samsung Galaxy S20 FE marka telefon ile gerçekleştirilen fotoğraf çekimi sonrasında elde edilen görüntüler, Microsoft Visual Studio Code yazılımı üzerinde, Python diliyle ve OpenCV kütüphanesi kullanılarak görüntü işleme teknikleri uygulanması sonucunda dijital hale getirilerek OKT yazılımının okuyabileceği hale getirilmiştir.

4.1. Veri Setinin Oluşturulması

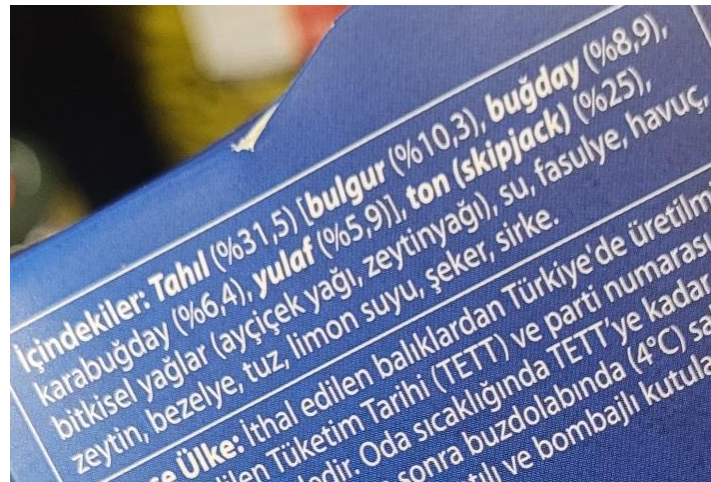
Paketli gıda ürünlerindeki intoleransa veya alerjiye neden olabilecek maddelerin doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için, tasarlanan çalışmanın girdisini oluşturacak olan veri setinin elde edilmesi adımı oldukça önemli bir basamaktır. Çalışmanın etkin bir şekilde yürütülebilmesi için veri setini oluşturacak olan görüntülerin sayısının yeteri kadar çok olmasının yanı sıra görüntülerin farklı çekim açısı, aydınlık seviyesi, ambalaj rengi, punto büyüklüğü gibi çevresel ve fiziksel koşullara sahip olmasına da dikkat edilmiştir.

Gıda ürünleri; unlu mamuller, et ve süt ürünleri, atıştırmalıklar, konserve ve meşrubatlar olmak üzere beş farklı şekilde kategorize edilerek ürün etiket görüntülerinin çekilmesi planlanmıştır. Herhangi bir laboratuvar ortamı olmadan doğrudan ürünlerin satışa

sunulduğu market ve benzeri ortamlarda etiketlerin fotoğraf çekimi gerçekleştirilmiştir. Fotoğraf çekimi öncesinde ürünlerin bulunduğu işyerlerinin yetkilileri ile görüşülerek konu hakkında bilgi verilmiş, ayrıca etiket görselleri oluşturulurken ürüne dair herhangi bir marka veya ürün isminin yer almamasına dikkat edilmiştir. Çekimi gerçekleştirilen ürünlerin görüntüleri etiket haricindeki piksellerden kurtulmak amacıyla manuel kırpma işleminden geçirilmiş ve elde edilen görseller .jpeg formatında saklanmıştır. Şekillerde veri setinde bulunan her bir sınıfa ait görüntülerden birer örnek (Resim 4.1, Resim 4.2 Resim 4.3, Resim 4.4, Resim 4.5) sunulmuştur.



Resim 4.1 Atıştırmalık sınıfına ait görsel örneği



Resim 4.2 Konserve sınıfına ait görsel örneği

Burada manuel ve otomatik olmak üzere iki çeşit ön işlemeden bahsetmek mümkündür. Veri seti oluşturulduktan sonra gereksiz piksellerden kurtulmak için her bir etiket fotoğrafı telefonun kendi kamera uygulaması ile manuel olarak kırpılmış ve aşağıda sıralanan farklı ön işleme teknikleri ile otomatik ön işleme yapılmıştır.

4.2.1. Döndürme

Kamera ile çekilen görüntülerin doğrudan karşı perspektiften çekilmemesi ve farklı açılarla çekilmesi sebebiyle, elde edilen görüntülerin sağa ya da sola yatık olması şeklinde perspektif bozukluklar görülebilir. Benzer bir sorunla tarama cihazı ile yapılan tarama sonucunda elde edilen görüntülerde de karşılaşılabılır (Çetin, 2022). Bu durumda, karşılaşılan açısal bozukluğun giderilmesi amacıyla geometrik dönüşüm ön işleme tekniklerinden biri olan döndürme işlemi uygulanabilir. Döndürme tekniğinde görüntü, belli bir referans noktası ve eksen etrafında hesaplanacak olan bir derece veya açıya karşılık gelecek şekilde döndürülür (Çetin, 2022; Palabaş vd., 2016). Böylelikle perspektif bozukluğun mevcut olduğu görüntülerin istenilen hizada veya açıda olması sağlanır.

Tez çalışması kapsamında, veri seti oluşturulurken telefon kamerası ile yapılan fotoğraflamada farklı çekim açısından kaynaklı olarak etiket görüntülerinin yatay düzlemde saparak sağa ya da sola doğru kayma yaptığı anlaşılmıştır. Kayma mevcut olan ya da olmayan her bir görüntüye döndürme işlemi uygulanarak görüntünün kayma açısının hesaplanmış ve bu doğrultuda görüntünün açısında belirlenen miktar kadar döndürme işlemi yapılmıştır. Döndürme tekniğiyle ayrıca sentetik veri artırımı çalışmaları da yapılmaktadır (Balcıoğlu, 2023). Ancak bu çalışmada döndürme işlemi sadece görüntünün açısını düzeltmek için kullanılmış, veri artırımı yapılmamıştır. Döndürme işlemi yapılmadan önce görüntü döndürme işlemine hazır hale getirilmiştir. Döndürme işlemi için yapılan hazırlığın kodları Resim 4.6 da gösterilmiştir.

```

import numpy as np

def getSkewAngle(cvImage) -> float:
    # Görüntü hazırlama, kopyalama, gri ölçeğe dönüştürme, bulanıklaştırma ve eşikleme
    newImage = cvImage.copy()

    gray = cv2.cvtColor(newImage, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    blur = cv2.GaussianBlur(gray, (3, 3), 0)
    thresh = cv2.threshold(blur, 0, 255, cv2.THRESH_BINARY_INV + cv2.THRESH_OTSU)[1]
    kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (30, 5))
    dilate = cv2.dilate(thresh, kernel, iterations=2)

```

Resim 4.6 Görüntünün döndürme için hazır hale getirilmesi

Döndürme işlemine hazırlanan görüntülerin döndürülmesi için yazılan kod Resim 4.7 de gösterilmiştir.

```

# Tüm konturları bulun
contours, hierarchy = cv2.findContours(dilate, cv2.RETR_LIST, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
contours = sorted(contours, key = cv2.contourArea, reverse = True)
for c in contours:
    rect = cv2.boundingRect(c)
    x,y,w,h = rect
    cv2.rectangle(newImage,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),2)

# En büyük konturu bulun ve minimum alan kutusunda çevreleyin
largestContour = contours[0]
print (len(contours))
minAreaRect = cv2.minAreaRect(largestContour)
cv2.imwrite("C:/Users/erder/OCR/verisetitemp/boxed.jpg", newImage)
# Açığı belirleyin. Eğri görüntü elde etmek için orijinal olarak kullanılan değere dönüştürün
angle = minAreaRect[-1]
print(angle)
if angle < -45:
    angle = 90 + angle
elif angle > 45:
    angle = 270 + angle
return -1.0 * angle

# Görüntüyü merkezi etrafında döndürme
def rotateImage(cvImage, angle: float):
    newImage = cvImage.copy()
    (h, w) = newImage.shape[:2]
    center = (w // 2, h // 2)
    M = cv2.getRotationMatrix2D(center, angle, 1.0)
    newImage = cv2.warpAffine(newImage, M, (w, h), flags=cv2.INTER_CUBIC, borderMode=cv2.BORDER_REPLICATE)
    return newImage

# Görüntüyü düzeltin
def deskew(cvImage):
    angle = getSkewAngle(cvImage)
    return rotateImage(cvImage, -1.0 * angle)

fixed = deskew(img)
cv2.imwrite("C:/Users/erder/OCR/verisetitemp/rotated_fixed.jpg", fixed)

```

Resim 4.7 Görüntünün merkezi etrafında döndürülmesi

4.2.2. Gri Skalaya Çevirme

Renkli görüntü pikselleri her bir renk kanalı için 0 ile 255 arasında değişen ayrı ayrı bilgi içermektedir ve 24 bitlik yer kaplamaktadır. Gri seviye görüntülerde ise pikseller yine aynı değer aralığında değişen sadece gri ve tonlarının renk bilgisini barındırmaktadır ve 8 bitlik yer kaplamaktadır. Renkli görüntülerin 3 farklı renk bilgisi içermesi sebebiyle bilgisayar tarafından işlenirken daha maliyetli olması; renkli görüntülerin işlenme süresinin gri görüntülere göre daha fazla zaman alması gibi olumsuz yanları vardır (Çan, 2021; Tilki, 2020). OKT ile tanıma işlemi yapılırken kullanılan görüntülerin renkli, gri ya da ikili formatta olması, sistemin performansını doğrudan etkilemektedir. OKT sisteminin girdisini oluşturacak görüntülerin, doğrudan renkli görüntü olarak değil de gri seviyeye dönüştürülüp verilmesi halinde tanıma işlemi daha hassas ve doğru bir şekilde yapılmaktadır. Sayılan bütün bu nedenlerle OKT sistemlerinde çoğunlukla ikili veya gri skala görüntüler kullanılmaktadır (Tilki, 2020).

Tez kapsamında gerçekleştirilecek olan OKT işleminin hassas ve yüksek doğrulukla bir şekilde yürütülebilmesi için, RGB renk uzayında görüntülerle oluşturulan veri setindeki her bir görüntü gri skala görüntüye çevrilmiştir. Resim 4.8 de gri skalaya çevirme işlemi için yazılan kod gösterilmiştir.

```
def grayscale(image):  
    return cv2.cvtColor(image, cv2.COLOR_BGR2GRAY)  
  
gray_image= grayscale(img)  
cv2.imwrite("C:/Users/erder/OCR/verisetitemp/gray.jpeg",gray_image)
```

Resim 4.8 RGB Görüntüyü Gri Skalaya Çevirme

4.2.3. Eşikleme (Threshold)

Gri seviye görüntülere uygulanarak görüntüyü ikili hale getirmeye yarayan eşikleme tekniğinde görüntü, belirlenen eşik değerine göre ikilileştirilir. Burada belirlenen eşik değeri ile gri görüntünün piksel değeri karşılaştırılır ve aralarındaki büyüklük küçüklük ilişkisine göre piksele 1 (beyaz) veya 0 (siyah) değeri atanır (Çan, 2021; Tilki, 2020). Pikselleri siyah ya da beyaz olarak gruplamayı amaçlayan bu teknik, sonraki görüntü

işleme basamakları için görüntüyü daha anlaşılır bir duruma getirdiğinden, ayrıca basit ve pratik bir teknik olduğundan sıkça tercih edilmektedir (Çan, 2021; Ertürk ve Karakoyun, 2023).

Belirlenecek olan eşik değeri en uygun değeri olmasının sağlanması eşikleme en önemli noktasıdır. Piksel değerleriyle karşılaştırılacak eşik değerinin çok yüksek ya da çok düşük olarak seçilmesi, görüntünün bazı özelliklerini yitirerek yanlış sonuçlar vermesine sebep olur. Bu noktada eşik değeri otomatik olarak belirleyen eşikleme yöntemlerini kullanmak daha doğru olacaktır. Bu yöntemlerden en yaygın ve bilineni Otsu Eşikleme Metodu'dur. Otsu Metodu (Otsu, 1979), görüntünün renk sınıflarının sınıf içi ve sınıflar arası varyanslarına dayanarak bir eşik değeri belirlenir (Çan, 2021; Ertürk ve Karakoyun, 2023).

Tez çalışması kapsamında, gri skalaya dönüştürülen görüntüye ilk olarak 0 – 255 aralığında belirlenen bir eşik değeri ile eşikleme yapılmıştır. Ancak belirlenen eşik değeri veri setindeki bazı görüntüler için uygunken bazı görüntüler için uygun olmadığından gerçekleştirilen eşikleme sonucunda istenilen şekilde sonuç alınamamıştır. Bu sebeple Otsu Metodu kullanılarak eşikleme işlemi yapılmıştır. Yapılan eşiklemeye ait kod Resim 4.9 da gösterilmiştir.

```
blur = cv2.blur(gray_image,(5,5))
thresh, im_bw = cv2.threshold(blur, 0,255, cv2.THRESH_BINARY + cv2.THRESH_OTSU)
cv2.imwrite("C:/Users/erder/OCR/verisetitmp/bw_image.jpeg", im_bw)
```

Resim 4.9 Görüntünün eşiklenmesi

4.2.4. Aşındırma ve Genişletme

Görüntü işlemede yaygın olarak kullanılan aşındırma ve genişletme tekniği ile görüntünün bünyesinde barındırdığı gürültüler giderilmektedir. Görüntü piksellerinden daha çok görüntüdeki parçacıklara yoğunlaşıp en iyi görüntüyü elde etmeyi amaçlayan bu teknik sayesinde görüntü iyileştirilmiş olur (Ertürk ve Karakoyun, 2023; Gökbulut vd., 2021).

Aşındırma, görüntü üzerindeki nesneleri küçültme ve inceltme işlemidir. Sonuçta pikseller aşındırılarak nesne küçültülürken arka planın alanında büyüme görülür. Genişletme işlemi

ile de pikseller arasındaki boşlukların daralması sonucunda aşındırmanın tam tersi şekilde nesnenin sınırları genişler (Ertürk ve Karakoyun, 2023; Hayıt, 2021).

Tez çalışmasında, gürültünün ortadan kaldırılması ve görüntünün daha net hale getirilmesi amacıyla veri setindeki tüm görüntülere uygulanan eşikleme işleminin akabinde uygulanan genişletme tekniğinin kodu Resim 4.10 da gösterilmiştir.

```
kernel = cv2.getStructuringElement(cv2.MORPH_RECT, (30, 5))
dilate = cv2.dilate(thresh, kernel, iterations=2)
```

Resim 4.10 Görüntüye uygulanan genişleme işlemi

4.3. OKT İşlemi

Çalışma için oluşturulan veri setindeki görüntüler gri skalaya çevrilip, eşiklemeden sonra ikili hale getirilip aşındırma ve genişletme işlemleri ile de istenmeyen gürültülerinden arındırılmasının ardından karakter tanıma aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada çalışmada kullanılacak olan hazır OKT yazılımı Tesseract OCR olarak belirlenmiştir. Tesseract OCR'ın yüksek doğrulukla tanıma yapması ve Türkçe dilini de desteklemesi (Dölek ve Kurt, 2023) tercih sebebi olmuştur. Tesseract OCR'ın kullanılabilmesi için gerekli yazılım yüklemeleri tamamlanmış ve veri setindeki görüntülerin tamamının OKT sistemi ile tanınması sağlanmıştır. Etiket görüntülerindeki metinlerin okunabilmesi için yazılan kod Resim 4.11 de gösterilmiştir.

```
### OCR işlemi ###
import pytesseract
#pytesseract.pytesseract.tesseract_cmd = 'C:/Program Files/Tesseract-OCR'
img="C:/Users/erder/OCR/verisetitemp/gray.jpeg"
ocr_result=pytesseract.image_to_string(img, lang="tur")
if ocr_result == '':
    img="C:/Users/erder/OCR/verisetitemp/bw_image.jpeg"
    ocr_result=pytesseract.image_to_string(img, lang="tur")
elif ocr_result == '':
    img="C:/Users/erder/OCR/verisetitemp/rotated_fixed.jpeg"
    ocr_result=pytesseract.image_to_string(img, lang="tur")

print(type(ocr_result))
print("ocr sonucu:", repr(ocr_result))
```

Resim 4.11 Optik karakter tanıma ile metin okumasının gerçekleştirilmesi

4.4. Doğal Dil İşleme

Optik karakter tanıma ile etiket üzerindeki metinlerin okunmasının ardından okuma işleminde bazı kelimelerin eksik, bazı kelimelerin ise hatalı olarak okunduğu görülmüştür. Doğal dil işleme kütüphanelerinden Zemberek kütüphanesi ile bu sorunun giderilmesi mümkün olduğundan, hatalı olan kelimeleri belirlemek, o kelimeye en yakın doğru kelimeyi tespit etmek, tespit ettiği kelimeyi önermek ve sonuçta hatalı kelimeyi düzeltmek için Zemberek Kütüphanesi kullanılmıştır.

Zemberek kütüphanesinin normalizasyon işlevi ile Tesseract OCR tarafından hatalı okunan kelimeler düzeltilmeye çalışılmıştır. Metindeki tüm harfler küçük harfe dönüştürülmüş ve ç, ş, ı, ö, ü, ğ Türkçe karakterlerini c, s, i, o, u ve g karakterlerine dönüştürülmüştür (Resim 4.12).

```
### ZEMBEREK KÜTÜPHANESİ ###
import logging
from zemberek import (
    TurkishSentenceNormalizer,
    TurkishMorphology
)

# Suppress comtypes INFO messages
logging.getLogger("comtypes").setLevel(logging.WARNING)

# Suppress TurkishMorphology INFO messages
logging.getLogger("zemberek.morphology.turkish_morphology").setLevel(logging.WARNING)

morphology = TurkishMorphology.create_with_defaults()

normalizer = TurkishSentenceNormalizer(morphology)
if ocr_result is None or not str:
    print("ocr sonucu boş")
else:
    normalizeText = normalizer.normalize(ocr_result)
    ocrText = ocr_result
    finalText = normalizeText + "\n" + "\n" + ocrText
    finalText = finalText.lower()

    turkce_karakterler = {'ç': 'c', 'ğ': 'g', 'ı': 'i', 'ö': 'o', 'ş': 's', 'ü': 'u'}
    finalText = ''.join(turkce_karakterler.get(karakter, karakter) for karakter in finalText)

    print(finalText)
```

Resim 4.12 Zemberek kütüphanesinin yüklenmesi ve Türkçe karakterlerin dönüşümü

Ardından okunan metin içerisinde gluten, koruyucu, renklendirici, laktoz veya alerjen bir ürün varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu sebeple sayılan her bir madde için ayrı ayrı anahtar kelimeler belirlenip kod bloğu içine yerleştirilmiştir.

Gluten hassasiyeti için anahtar kelime gluten olarak belirlenmiştir. Gözle yapılan tespitler sonucunda bazı etiketlerde gluten kelimesini belirtmek yerine sadece buğday kelimesi kullanıldığı görülmüştür. Buğday, içeriğinde doğal olarak barındırdığı gluten sebebiyle ve geliştirilen uzman sistemin buğday kelimesini okuduğunda da gluten varlığını tespit edebilmesi adına gluten kelimesinin yanı sıra buğday kelimesi de kod bloğuna eklenmiştir. Laktoz tespiti için laktoz, süt, peynir altı suyu ve peynir kelimeleri; alerjenlerin tespiti içinse badem, susam, soya ve fıstık kelimeleri kod bloğuna eklenmiştir (Resim 4.13).

```
kelimeKontrol = ["icermez", "gluten", "koruyucu", "laktoz", "renklendirici", "bugday", "sut", "probiyotik", "peynir altı suyu", "peyniraltı suyu", "peyniraltı suyu"]
laktozBesin=["laktoz", "sut", "probiyotik", "peynir altı suyu", "peyniraltı suyu", "peyniraltı suyu", "peynir"]
alerjenDegerlendirme = ["soya", "fistik", "badem", "susam"]
kelimeKontrol = kelimeKontrol + alerjenDegerlendirme + laktozBesin

andDizi =["ve"]
oncekiDevamDizi = kelimeKontrol + andDizi
```

Resim 4.13 Anahtar kelimelerin tanımlanması

Koruyucu ve renklendiricilerin tespiti için de bu iki kelime anahtar kelime olarak belirlenmiştir. Bazı ürün etiketlerinde içerikte bulunan koruyucu veya renklendiriciler doğrudan koruyucu ya da renklendirici şeklinde değil de sadece E kodu ile belirtilmektedir. Çoğu zaman tüketici tarafından E kodlarının ne anlama geldiği ve koruyucu mu ya da renklendirici mi olduğu bilinmemektedir. Bu sebeple renklendirici ve koruyucunun tespiti için E koduna bakarak tespit yapılabilecek bir kod da eklenmiştir. Burada E100 – 199 arası renklendiricilerin kodu, E200 – 299 arası ise koruyucuların kodudur (Resim 4.14).

```
kelimeKontrol.extend([f"e{i}" for i in range(100, 299 + 1)])
```

Resim 4.14 E kodlarının dahil edilmesi

Ürün etiketlerinde yapılan gözlem sonucunda ürünlerde glutenin varlığı veya yokluğu ile ilgili “glutensiz”, “gluten içermemektedir”, “gluten içermez”, “gluten yoktur”, “gluten

içermiyor”, “gluten içerir”, “gluten içermektedir”, “gluten içerebilir”, “gluten vardır”, “gluten içeriyor”, “buğday ürünü” gibi çok farklı şekillerde ifadeler bulunduğu ve aynı durumun renklendirici, koruyucu, laktoz ve alerjenler için de geçerli olduğu anlaşılmıştır. Bu sebeple bütün bu ifadeleri kapsayabilecek şekilde bir kod yazmaya özen gösterilmiştir (Resim 4.15).

```
glutenBesin=["gluten"]
bugdayBesin=["bugday"]

includeDizi=["icerir", "icermektedir", "iceriyor", "icerebilir", "bulunur", "bulunuyor", "dahil", "var", "vardir"]
notIncludeDizi=["icermez", "icermemektedir", "icermiyor", "yok", "yoktur", "bulunmaz"]

includeEkDizi=["li", "i", "lar", "lu", "tozu"]
notIncludeEkDizi=["siz"]

maybeDizi=["icerebilir"]

versionsDizi=["urununu", "urunleri", "gluteni", "unu", "tozu"]

kelimeKontrol.extend([f"e{i}" for i in range(100, 299 + 1)])

alerjiKontrol=["alerjen", "alerjen icerir", "alerjen bilgisi", "alerjenler"]
notOnceki=["icermez"]

bulunan = set()
sonraBulunan = []

kontrolDizi=[]
kontrolNotDizi = []
```

Resim 4.15 “içerir”, “içermez”, “içerebilir” anlamındaki kelimelerin koda dahil edilmesi

4.5. Öneri Metnin Oluşturulması

Gerçekleştirilen tüm basamakların ardından ilk önce renklendirici ve koruyucu tespit edilir. Anahtar kelimelerle yapılan tespit haricinde E kodlarıyla yapılan tespit için yazılan kod ve oluşturulan öneri metni Resim 4.16 da gösterilmiştir.

```

if kelime.startswith('e') and kelime[1:].isdigit():

    code = int(kelime[1:])
    if 100 <= code <= 199:
        sonuc = f"{kelime} içerir! Renklendiricilere karşı hassasiyetiniz  

        varsa bu ürünü tüketmemeniz önerilmektedir!  

        Sağlığınızı korumak ve iyi hissetmek için  

        bu öneriyi dikkate almanız önemlidir."  

        kontrolDizi.append(kelime)

    elif 200 <= code <= 299:
        sonuc = f"{kelime} içerir! Koruyuculara karşı hassasiyetiniz  

        varsa bu ürünü tüketmemeniz önerilmektedir!  

        Sağlığınızı korumak ve daha iyi hissetmeniz için  

        bu öneriyi dikkate almanız önemlidir."  

        kontrolDizi.append(kelime)
    if sonuc:
        sonuclar.append(sonuc)
    index += 1

```

Resim 4.16 E koduna göre renklendirici veya koruyucu tespiti ve oluşturulan öneri metni

Daha sonra “içerir”, “içermez” ve “içerebilir” ifadeleri ve bunların farklı versiyonda yazılan ifadeleri için ayrı ayrı tespit işlemi yapılmıştır. Tespit işlemine ait kodlar ve sistemin cevap olarak vermesi için gıda konusunda uzman olan kişiden alınan bilgiler doğrultusunda oluşturulan öneri metinleri Resim 4.17, Resim 4.18 ve Resim 4.19 da gösterilmiştir.

```

elif sonrasi in notIncludeDizi:
    if kelime in laktozBesin:
        sonuc = f"Laktoz içermez! Laktoz hassasiyetiniz veya intoleransiniz varsa bu ürünü güvenle tüketebilirsiniz!"
    elif kelime in glutenBesin:
        sonuc = f"Gluten içermez! Gluten hassasiyetiniz veya intoleransiniz varsa bu ürünü güvenle tüketebilirsiniz!"
    else:
        sonuc = f"{kelime} içermez! {kelime} alerjiniz varsa güvenle tüketebilirsiniz!"
    kontrolNotDizi.append(kelime)
    sonuclar.append(sonuc)

```

Resim 4.17 Gluten, laktoz veya alerjen içermeyen durum tespiti ve oluşturulan öneri metni

```

elif sonrasi in includeDizi:
    if kelime in laktozBesin:
        sonuc = f"Laktoz içerir! Laktoz bazı bireylerde sindirilemez veya
        alerjik reaksiyonlara sebep olabilir. Laktoz intoleransınız
        veya hassasiyetiniz varsa bu ürün sağlığını olumsuz yönde
        etkileyecektir. Dolayısıyla bu ürünün tüketilmesi önerilmez!
        Sağlığını korumak ve daha iyi hissetmek için bu öneriyi
        dikkate almanız önemlidir."
    elif kelime in glutenBesin and not bugdayBesin:
        sonuc = f"Gluten içerir! Gluten bazı bireylerde sindirilemez veya
        alerjik reaksiyonlara sebep olabilir. Gluten intoleransınız
        veya hassasiyetiniz varsa yada Çölyak hastalığına sahipseniz
        bu ürün sağlığını olumsuz etkileyecektir. Dolayısıyla bu
        ürünün tüketilmesi önerilmez! Sağlığını korumak ve daha
        iyi hissetmek için bu öneriyi dikkate almanız önemlidir."
    else:
        sonuc = f"{kelime} içerir! {kelime} alerjiniz varsa bu ürünün tüketilmesi önerilmez!
        Sağlığını korumak ve daha iyi hissetmek için bu öneriyi dikkate almanız önemlidir"
    kontrolDizi.append(kelime)
    sonuclar.append(sonuc)

```

Resim 4.18 Gluten, laktoz veya alerjen içeren durum tespiti ve oluşturulan öneri metni

```

elif sonrasi in maybeDizi:
    if kelime in laktozBesin:
        sonuc = f"Laktoz içerebilir! Laktoz bazı bireylerde sindirilemez
        veya alerjik reaksiyonlara sebep olabilir. Laktoz intoleransınız
        veya hassasiyetiniz varsa bu ürün sağlığını olumsuz yönde
        etkileyecektir. Dolayısıyla bu ürünün tüketilmesi önerilmez!
        Sağlığını korumak ve daha iyi hissetmek için bu öneriyi
        dikkate almanız önemlidir."
    elif kelime in glutenBesin:
        sonuc = f"Gluten içerebilir! Gluten bazı bireylerde sindirilemez
        veya alerjik reaksiyonlara sebep olabilir. Gluten intoleransınız
        veya hassasiyetiniz varsa yada Çölyak hastalığına sahipseniz
        bu ürün sağlığını olumsuz etkileyecektir. Dolayısıyla bu
        ürünün tüketilmesi önerilmez! Sağlığını korumak ve daha iyi
        hissetmek için bu öneriyi dikkate almanız önemlidir."
    else:
        sonuc = f"{kelime} içerebilir! {kelime} alerjiniz varsa bu ürünün tüketilmesi önerilmez!
        Sağlığını korumak ve daha iyi hissetmek için bu öneriyi dikkate almanız önemlidir."
    kontrolDizi.append(kelime)
    sonuclar.append(sonuc)

```

Resim 4.19 Gluten, laktoz, alerjen içerebilme durum tespiti ve oluşturulan öneri metni

Sonuçta bu beş maddenin tespit edilip edilmemesine göre 0 ya da 1 değeri alması sağlanır. Burada 1 değeri o maddenin varlığını temsil ederken, 0 değeri ise o maddenin üründe bulunmadığını temsil eder (Resim 4.20).

```

sonucDizi = []

for sonuc in zip(unique_sonucilar):
    sonucDizi.append(sonuc)

    try:
        print(sonuc)

    except Exception as e:
        print(f"An unexpected error occurred: {e}")

kontrolDizi = list(OrderedDict.fromkeys(kontrolDizi))
print("Kontrol Dizi Sonucu:", kontrolDizi)
kontrolNotDizi = list(OrderedDict.fromkeys(kontrolNotDizi))
print("Kontrol Not Dizi Sonucu:", kontrolNotDizi)

glutenValue=0
koruyucuValue=0
renklendiriciValue=0
laktozValue=0
alerjenValue=0
for i in kontrolDizi:
    if i == "gluten":
        if i in gerisiDizi:
            koruyucuValue =0
        else:
            glutenValue=1
    elif i in laktozBesin:
        if i in gerisiDizi:
            koruyucuValue =0
        else:
            laktozValue=1

```

Resim 4.20 Maddelerin varlığının 1 ya da 0 olarak temsil edilmesi

```

elif i == "koruyucu":
    if i in gerisiDizi:
        koruyucuValue =0
    else:
        koruyucuValue=1
elif i == "renklendirici":
    if i in gerisiDizi:
        koruyucuValue =0
    else:
        renklendiriciValue=1

elif i == "bugday" and "gluten" not in finalText:
    if i in gerisiDizi:
        koruyucuValue = 0
    else:
        glutenValue=1
else:
    if i in gerisiDizi:
        koruyucuValue =0
    else:
        if i in alerjenDegerlendirme:
            alerjenValue=1
        else:
            alerjenValue=0

```

Resim 4.20 devamı Maddelerin varlığının 1 ya da 0 olarak temsil edilmesi

Bu aşamadan sonra, madde varlığının tespit edilerek 1 veya 0 olarak belirtilmesi sonucunun excel dosyasına kaydedilmesi gerçekleştirilir (Resim 4.21).

```
import pandas as pd
import os

def save_to_excel(siraNo, ocrSonucu, zemberekSonucu, renklendiriciSonucu, koruyucuSonucu, glutenSonucu, laktozSonucu, alerjenSonucu, imagePath, excel_file):
    # Dosyanın tam yolu
    full_path = os.path.join('C:/Users/ender/OCR/', excel_file)

    # Dosya var mı kontrol et
    if os.path.exists(full_path):
        # Var olan dosyayı oku
        df = pd.read_excel(full_path)

        # Eğer sıraNo değeri ile eşleşen bir satır varsa
        if siraNo in df['Sıra No'].values:
            # İlgili satırın indeksini bul
            index_to_update = df.index[df['Sıra No'] == siraNo].tolist()[0]

            # İlgili satırı güncelle
            df.at[index_to_update, 'OCR Text'] = ocrSonucu
            df.at[index_to_update, 'Zemberek Text'] = zemberekSonucu
            df.at[index_to_update, 'Renklendirici'] = renklendiriciSonucu
            df.at[index_to_update, 'Koruyucu'] = koruyucuSonucu
            df.at[index_to_update, 'Gluten'] = glutenSonucu
            df.at[index_to_update, 'Laktoz'] = laktozSonucu
            df.at[index_to_update, 'Alerjen'] = alerjenSonucu
```

Resim 4.21 Sonuçların excel dosyasına kaydedilmesi

```
else:
    # Dosya varsa ancak sıraNo ile eşleşen satır yoksa, yeni bir satır ekle
    new_row = pd.DataFrame({'Sıra No': [siraNo], 'OCR Text': [ocrSonucu], 'Zemberek Text': [zemberekSonucu], 'Renklendirici': [renklendiriciSonucu]})
    df = pd.concat([df, new_row], ignore_index=True)

    # DataFrame'i Excel dosyasına kaydet
    df.to_excel(full_path, index=False)
else:
    # Dosya yoksa yeni bir DataFrame oluştur
    df = pd.DataFrame(columns=['Sıra No', 'OCR Text', 'Zemberek Text', 'Renklendirici', 'Koruyucu', 'Gluten', 'Laktoz', 'Alerjen'])
    new_row = pd.DataFrame({'Sıra No': [siraNo], 'OCR Text': [ocrSonucu], 'Zemberek Text': [zemberekSonucu], 'Renklendirici': [renklendiriciSonucu]})
    df = pd.concat([df, new_row], ignore_index=True)
    df.to_excel(full_path, index=False)

def generate_unique_filename():
    return f'ocr_sonucu.xlsx'

# Kullanım örneği:
siraNo = index_from_path
ocrSonucu = ocrText
zemberekSonucu = normalizeText
renklendiriciSonucu = renklendiriciValue
koruyucuSonucu = koruyucuValue
glutenSonucu = glutenValue
laktozSonucu = laktozValue
alerjenSonucu = alerjenValue
imagePath = path
excel_file = generate_unique_filename()
save_to_excel(siraNo, ocrSonucu, zemberekSonucu, renklendiriciSonucu, koruyucuSonucu, glutenSonucu, laktozSonucu, alerjenSonucu, imagePath, excel_file)
```

Resim 4.21 devamı Sonuçların excel dosyasına kaydedilmesi

4.6. Doğrulama

OKT işlemi sonucunda etiket içerisinde renklendirici, koruyucu, gluten, laktoz ve alerjen olup olmadığını içeren listeler oluşmaktadır. İşlemin ardından okunan verilerin doğruluğunu test etmek amacıyla işleme alınan tüm görseller bireysel olarak göz ile tekrar

okunarak yeniden listelenmiş ve bir kontrol verisi elde edilmiştir. Daha sonra OKT işlemi sonucu elde edilen listelerde yer alan veriler ile bireysel olarak okunarak hazırlanan listelerde yer alan veriler karşılaştırılmış ve okuma sonuçlarının doğruluk yüzdesi hesaplanmıştır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1																doğru sayısı	770	780	722	745	691
2					119	85	541	528	501		150	82	606	578	607	yüzde	95,18	96,42	89,25	92,09	85,41
3					OKT						BİREYSEL						Karşılaştırma - Doğruluk				
	Karşıştırmalı	Sıra No	OCR Text	Emberekleme	Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen		Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen		Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen
4																					
5	Atis 0	1	İÇİNDEKİLER:	swelling A	0	0	1	0	1		0	0	1	0	1		1	1	1	1	1
6	Atis 1	2	İÇİNDEKİLER:	unu (glute	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
7	Atis 2	3	İÇİNDEKİLER:	unu (glute	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
8	Atis 3	4	İÇİNDEKİLER:	9613 : eser	0	0	1	0	1		0	0	1	0	1		1	1	1	1	1
9	Atis 4	5	İÇİNDEKİLER:	ş fındık (9C	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
10	Atis 5	6	İÇİNDEKİLER:	çek eşitini	1	0	1	1	1		1	0	1	1	1		1	1	1	1	1
11	Atis 6	7	İÇİNDEKİLER:	iler , antiok	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
12	Atis 7	8	İÇİNDEKİLER:	koterolce :	0	0	0	0	1		0	0	1	1	1		1	1	0	0	1
13	Atis 8	9	İÇİNDEKİLER:	atör içelim	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
14	Atis 9	10	İÇİNDEKİLER:	ıktoz , hindi	0	0	1	1	0		0	0	1	1	0		1	1	1	1	1
15	Atis 10	11	İÇİNDEKİLER:	mülgator (	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
16	Atis 11	12	İÇİNDEKİLER:	951) , emi	0	0	1	1	0		0	0	1	1	0		1	1	1	1	1
17	Atis 12	13	İÇİNDEKİLER:	tozu (952	0	0	1	1	0		0	0	1	1	0		1	1	1	1	1
18	Atis 13	14	İÇİNDEKİLER:	danlar (tök	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
19	Atis 14	15	İÇİNDEKİLER:	ller : naaşın	0	0	0	1	1		0	0	1	1	1		1	1	0	1	1
20	Atis 15	16	İÇİNDEKİLER:	, vitamin ki	0	0	1	1	0		0	0	1	1	0		1	1	1	1	1
21	Atis 16	17	İÇİNDEKİLER:	ağı) , mela	0	0	1	1	1		0	0	1	1	1		1	1	1	1	1
22	Atis 17	18	İÇİNDEKİLER:	arısı : glute	0	0	1	0	0		0	0	1	0	0		1	1	1	1	1
23	Atis 18	19	İÇİNDEKİLER:	: gluten içe	0	0	1	0	0		0	0	1	0	0		1	1	1	1	1
24	Atis 19	20	İÇİNDEKİLER:	ökoferol)	0	0	0	1	1		0	0	1	1	1		1	1	0	1	1

Resim 4.22 Bireysel okuma ve OKT sonuçlarının karşılaştırmalı doğruluk tablosu örneği

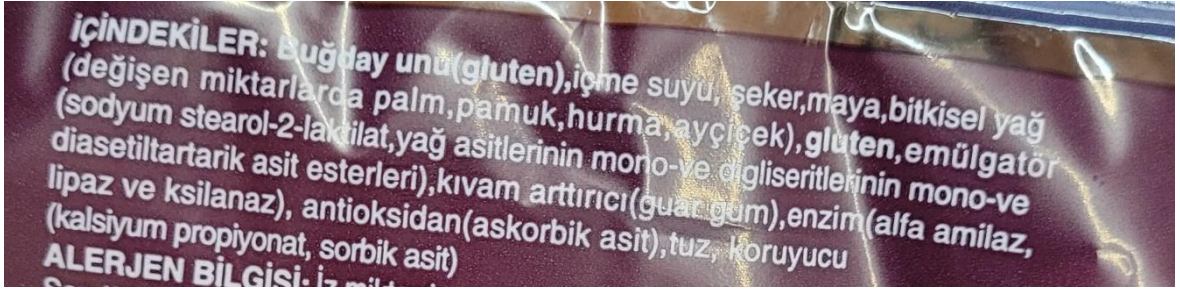
5. BULGULAR

Ürün etiketleri üzerinde yapılan okuma sonucunda renklendirici, koruyucu, gluten, laktoz ve alerjen varlığının tespiti için toplam 2.250 adet görüntü verisi ile yapılan çalışmada; OKT sistemi tarafından 2.140 adet görüntünün okunabildiği, 110 adet görüntünün ise okunamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Okunabilen ve okunamayan verileri sınıflara göre dağılımı Tablo 5.1 de verilmiştir.

Tablo 5.1 Toplam veri sayısı ve OKT tarafından okunabilen veri sayısı

Ürün Çeşidi	Toplam Veri Sayısı	Okunabilen Veri Sayısı
Atıştırmalık	823	809
Et ve Süt Ürünleri	566	551
Unlu Mamuller	339	310
Konserve	327	289
Meşrubat	195	181
Toplam	2.250	2.140

Okunamayan veriler incelendiğinde; ürün ambalajının parlak olmasından dolayı ürün üzerinde görülen yansımaların okuma üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Verilerin bir kısmında bulunan bu yansımaların görüntü ön işleme aşamasında uygulanan eşikleme tekniği sonrası görüntüdeki metinleri yok ettiği bu sebeple OKT sisteminin görüntü üzerindeki metinleri okuyamadığı anlaşılmıştır. Resimde OKT tarafından okuma yapılması istenen ve okuması gerçekleştirilemeyen bir veri örneği sunulmuştur (Resim 5.1, Resim 5.2).

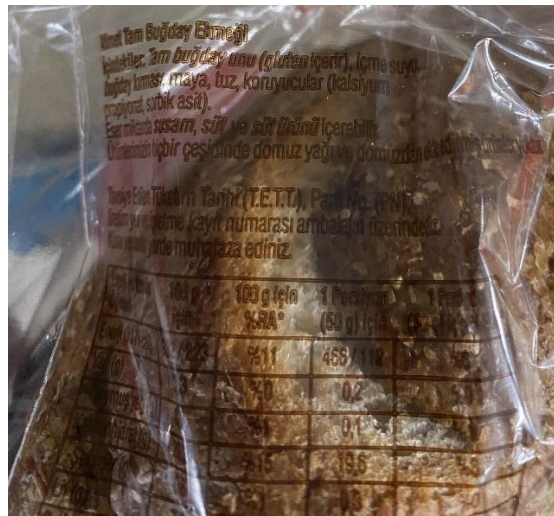


Resim 5.1 OKT sistemine giriş olarak verilen görüntü



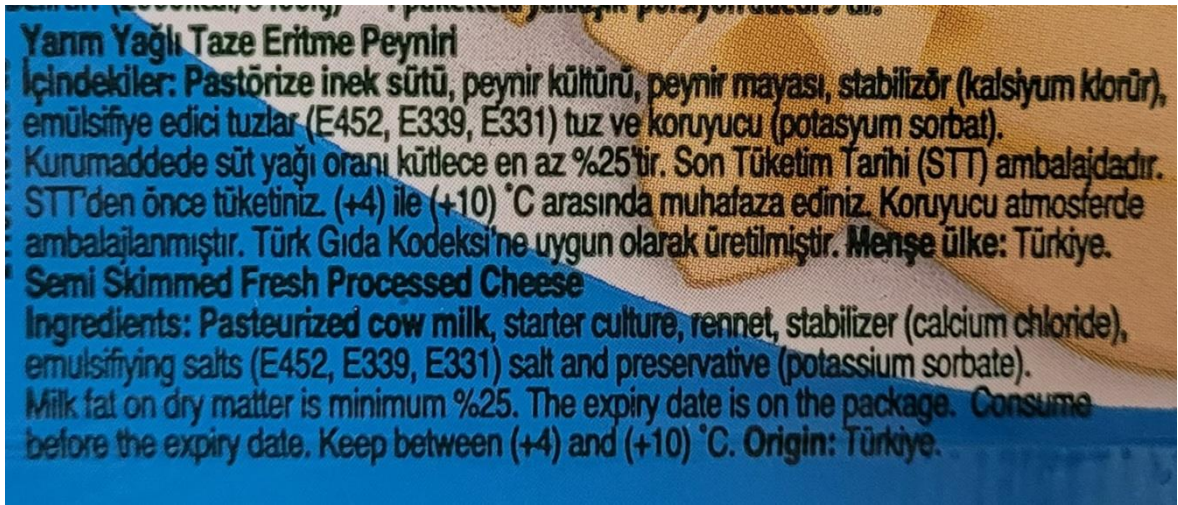
Resim 5.2 Eşikleme sonrası elde edilen ve OKT sistemi tarafından okunamayan görüntü

Ayrıca bazı ürün etiketlerinin şeffaf olmasının da yapılan okuma üzerinde etkili olduğu, mat etiketlerin daha iyi okunduğu şeffaf olanların ise OKT yazılımı tarafından okunamadığı görülmüştür. OKT yazılımı tarafından okunamayan şeffaf ambalajlı veri örneği Resim 5.3 te sunulmuştur.

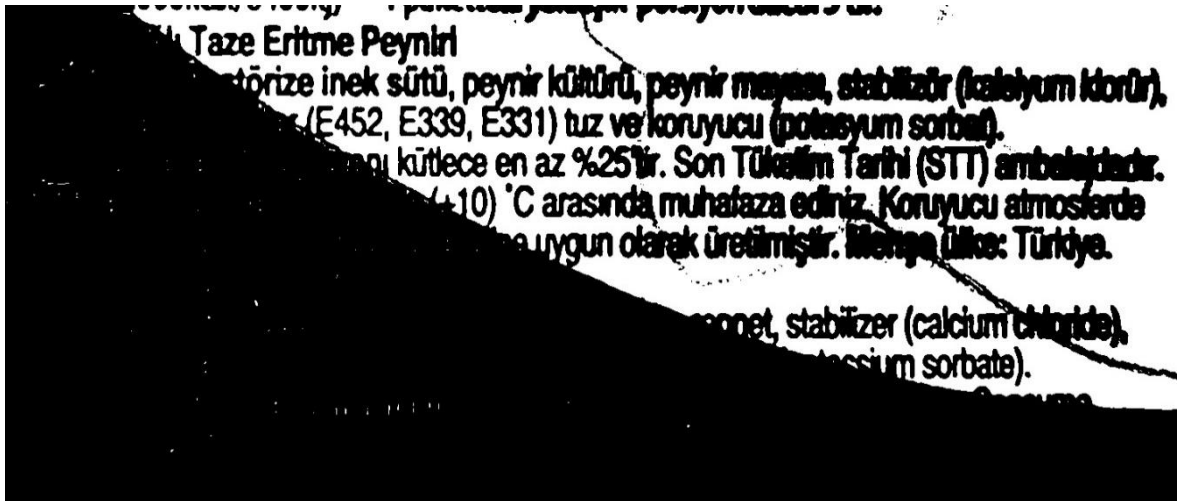


Resim 5.3 OKT yazılımı tarafından okunamayan şeffaf ambalajlı veri örneği

Ayrıca ambalaj arka planının birkaç farklı renkten oluştuğu örneklerde de okumanın hiç gerçekleşmediği görülmüştür. Birbiri ile tam kontrast oluşturmayan birkaç renkten oluşan arka plana sahip örneklerde gerçekleştirilen eşikleme işlemi sonrası fotoğrafın tamamının yada büyük bir kısmının okumaya elverişsiz hale geldiği, bu sebeple karakter tanıma işleminin yapılamadığı anlaşılmış olup Resim 5.4 ve Resim 5.5 te eşikleme öncesi ve sonrasına ait örnekler gösterilmiştir.



Resim 5.4 Eşikleme öncesi ambalaj etiketi



Resim 5.5 Eşikleme sonrası okunamayan ambalaj etiketi

Atıştırılmalık ürün etiketleri ile yapılan okuma sonucunda OKT yazılımına dayalı sistemin toplam 823 görüntüden 809 adedinde etiket okuması yaptığı, paketli ürünlerden 119 tanesinde renklendirici, 85 tanesinde koruyucu, 541 tanesinde gluten, 528 tanesinde laktoz ve 501 tanesinde alerjen bulunduğunu tespit ettiği görülmüştür. Tarafimca manuel olarak gözle yapılan okuma sonrasında ise 150 adet üründe renklendirici, 82 adet üründe koruyucu, 606 adet üründe gluten, 578 adet üründe laktoz ve 607 adet üründe alerjen bulunduğu tespit edilmiş ve tespit edilen maddelere göre öneride bulunması sağlanmıştır. Her iki okuma ile tespit edilen veriler Tablo 5.2 de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 5.2 Atıştırılmalıklarda manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma

	Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen
OKT ile okuma	119	85	541	528	501
Manuel okuma	150	82	606	578	607

Et ve süt ürünleriyle yapılan çalışmada; OKT yazılımına dayalı sistemin toplam 566 görüntüden 551 adedinde etiket okuması yaptığı, paketli ürünlerden 44 tanesinde renklendirici, 165 tanesinde koruyucu, 80 tanesinde gluten, 432 tanesinde laktoz ve 76 tanesinde alerjen bulunduğunu tespit ettiği görülmüştür. Tarafimca manuel olarak gözle yapılan okuma sonrasında ise 65 adet üründe renklendirici, 203 adet üründe koruyucu, 97 adet üründe gluten, 443 adet üründe laktoz ve 85 adet üründe alerjen bulunduğu tespit edilmiş ve tespit edilen maddelere göre öneride bulunması sağlanmıştır. Her iki okuma ile tespit edilen veriler Tablo 5.3. de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 5.3 Et ve süt ürünlerinde manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma

	Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen
OKT ile okuma	44	165	80	432	76
Manuel okuma	65	203	97	443	85

Unlu mamul etiketleri ile yapılan okuma neticesinde; OKT yazılımına dayalı sistemin toplam 339 görüntüden 310 adedinde etiket okuması yaptığı, paketli ürünlerden 25 tanesinde renklendirici, 82 tanesinde koruyucu, 259 tanesinde gluten, 151 tanesinde laktoz ve 125 tanesinde alerjen bulunduğunu tespit ettiği görülmüştür. Tarafımca manuel olarak gözle yapılan okuma sonrasında ise 28 adet üründe renklendirici, 95 adet üründe koruyucu, 291 adet üründe gluten, 170 adet üründe laktoz ve 151 adet üründe alerjen bulunduğu tespit edilmiş ve tespit edilen maddelere göre öneride bulunması sağlanmıştır. Her iki okuma ile tespit edilen veriler Tablo 5.4 te karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 5.4 Unlu mamullerde manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma

	Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen
OKT ile okuma	25	82	259	151	125
Manuel okuma	28	95	291	170	151

Konserve etiketleri ile yapılan çalışmada; OKT yazılımına dayalı sistemin toplam 327 görüntüden 289 adedinde etiket okuması yaptığı, paketli ürünlerden 1 tanesinde renklendirici, 21 tanesinde koruyucu, 44 tanesinde gluten, 21 tanesinde laktoz ve 14 tanesinde alerjen bulunduğunu tespit ettiği görülmüştür. Tarafımca manuel olarak gözle yapılan okuma sonrasında ise 1 adet üründe renklendirici, 31 adet üründe koruyucu, 47 adet üründe gluten, 22 adet üründe laktoz ve 20 adet üründe alerjen bulunduğu tespit edilmiş ve tespit edilen maddelere göre öneride bulunması sağlanmıştır. Her iki okuma ile tespit edilen veriler Tablo 5.5 te karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 5.5 Konservelerde manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma

	Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen
OKT ile okuma	1	21	44	21	14
Manuel okuma	1	31	47	22	20

Meşrubat sınıfı ürün etiketleri ile yapılan okuma sonucunda OKT yazılımına dayalı sistemin toplam 195 görüntüden 181 adedinde etiket okuması yaptığı, paketli ürünlerden 36 tanesinde renklendirici, 16 tanesinde koruyucu, 41 tanesinde gluten, 66 tanesinde laktoz ve 18 tanesinde alerjen bulunduğunu tespit ettiği görülmüştür. Tarafımca manuel olarak gözle yapılan okuma sonrasında ise 51 adet üründe renklendirici, 41 adet üründe koruyucu, 40 adet üründe gluten, 60 adet üründe laktoz ve 11 adet üründe alerjen bulunduğu tespit edilmiş ve tespit edilen maddelere göre öneride bulunması sağlanmıştır. Her iki okuma ile tespit edilen veriler Tablo 5.6 da karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 5.6 Meşrubatlarda manuel ve otomatik okuma sonrası yapılan karşılaştırma

	Renklendirici	Koruyucu	Gluten	Laktoz	Alerjen
OKT ile okuma	36	16	41	66	18
Manuel okuma	51	41	40	60	11

Gözle yapılan okuma ile OKT yazılımına dayalı sistemin yaptığı okumanın karşılaştırılmasıyla elde edilen doğruluk yüzde oranları Atıştırmalık, Et ve Süt Ürünleri, Unlu Mamuller, Konserveler ve Meşrubatlar sınıfı için varlığı tespit edilen ürünlere göre ayrı ayrı hesaplanarak sırasıyla Tablo 5.7, Tablo 5.8, Tablo 5.9 ve Tablo 5.10 Tablo 5.11 de verilmiştir.

Tablo 5.7 Atıştırmalıklarda uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi

	Okunan görsel veri sayısı	Uzman sistemin doğru yaptığı tespit sayısı	Doğruluk Yüzdesi (%)
Renklendirici	809	770	95,18
Koruyucu	809	780	96,42
Gluten	809	722	89,25
Laktoz	809	745	92,09
Alerjen	809	691	85,41

Tablo 5.8 Et ve süt ürünlerinde uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi

	Okunan görsel veri sayısı	Uzman sistemin doğru yaptığı tespit sayısı	Doğruluk Yüzdesi (%)
Renklendirici	551	530	96,18
Koruyucu	551	495	89,73
Gluten	551	528	95,82
Laktoz	551	492	89,29
Alerjen	551	530	96,18

Tablo 5.9 Unlu mamullerde uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi

	Okunan görsel veri sayısı	Uzman sistemin doğru yaptığı tespit sayısı	Doğruluk Yüzdesi (%)
Renklendirici	310	303	97,74
Koruyucu	310	291	93,87
Gluten	310	270	87,09
Laktoz	310	285	91,93
Alerjen	310	280	90,32

Tablo 5.10 Konservelerde uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi

	Okunan görsel veri sayısı	Uzman sistemin doğru yaptığı tespit sayısı	Doğruluk Yüzdesi (%)
Renklendirici	289	287	99,3
Koruyucu	289	271	93,77
Gluten	289	280	96,88
Laktoz	289	284	98,27
Alerjen	289	281	97,23

Tablo 5.11 Meşrubatlarda uzman sistem ile yapılan doğru okuma sayısı ve yüzdesi

	Okunan görsel veri sayısı	Uzman sistemin doğru yaptığı tespit sayısı	Doğruluk Yüzdesi (%)
Renklendirici	181	160	88,39
Koruyucu	181	154	85,08
Gluten	181	162	89,05
Laktoz	181	153	84,53
Alerjen	181	172	95,02

Ortaya çıkan tablolar incelendiğinde oluşturulan uzman sistemin atıştırmalık, et ve süt ürünleri, unlu mamuller ve konserve sınıflarında en başarılı olarak renklendirici madde, meşrubatlar sınıfında ise en başarılı olarak ise alerjen madde tespiti yaptığı görülmüştür.

Sistemin ayrı ayrı ürün gruplarına ve genele göre okuma yapma, kelime tespiti yapma ve öneride bulunma konusundaki başarısına bakıldığında ise Tablo 5.12. de görülen sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5.12 Geliştirilen sistemin ürün sınıflarına göre genel başarı oranı

	Okunan Görsel Veri Sayısı	Başarı Yüzdesi (%)
Atıştırmalık	809	91,67
Et ve Süt Ürünleri	551	93,44
Unlu Mamuller	310	92,19
Konserve	289	97,09
Meşrubatlar	181	88,41
TOPLAM	2140	92,56

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Ürün etiketleri, gıdanın bileşenlerini ortaya koymakta ve tüketicilerin ürünler hakkında fikir sahibi olmasını sağlamaktadır. Etiketlerin okunması bazı nedenlerle zor olabilmekte ve dolayısıyla tüketicilere istedikleri bilgiyi verememektedir. Bu tez çalışmasında etiketlerin okunmasına ve gıda hakkında öneri verilmesine dair Optik Karakter Tanıma ve görüntü işleme tekniklerine dayalı olarak uzman sistem geliştirilmeye çalışılmıştır.

Verileri oluşturan ambalaj etiketleri ürün grubuna göre Atıştırmalık, et ve süt ürünleri, unlu mamuller, konserveler ve meşrubatlar olmak üzere beş farklı sınıfta incelenmiştir. Bu inceleme esnasında ürün etiketlerinde yapılan karakter okuma işlemi sonrasında etiketlerde renklendirici, koruyucu, gluten, Laktoz ve alerjen içerip içermediği bilgisi uzman sistem tarafından analiz edilerek içeriklerin var olup olmadığı analiz edilmiştir.

Sistemin geliştirilmesi amacıyla paketli ürün etiketlerinin mobil cihaz kamerası ile elde edilen görüntüleri veri olarak kullanılmıştır. Bazı görüntüler kasten farklı açılardan çekilerek uzman sistemin nasıl çalıştığı incelenmiştir. Böylelikle tam karşıdan ve satırların tam yatay doğrultuda olacak şekilde çekilmeme ihtimali de test edilmiştir.

Çeşitli ön işleme teknikleriyle karakter tanıma işlemine hazır hale getirilen görüntülerle okuma yapılmış ve uzman sistemin gıda hakkında öneri vermesi sağlanmıştır. Toplam 2.250 veriden 2.140 adedinin sistem tarafından okunabildiği, silinmiş etiket baskılarının, şeffaf ambalajların, ambalaj katlanma yerlerine denk gelen içeriklerin okuma yapmayı zorlaştırdığı belirlenmiştir.

OKT ile yapılan okuma sonuçları incelendiğinde genel olarak yazı tipi veya büyüklüğünün karakterlerin tanınma oranında herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Ayrıca ambalaj renginin genel olarak okuma yüzdesine etkisinin olmadığı ancak yazı rengi ile kontrast oluşturan arka planların okuma yüzdesini arttırdığı görülmüştür. Arka plan renginin birkaç farklı renk şeritlerinden oluştuğu örneklerde ise eşikleme esnasında yazı ve arka plan ayrımının tam olarak yapılamadığı, bu sebeple karakter okumalarının başarısız olduğu tespit edilmiş ve Resim 5.5. te gösterilmiştir.

Ürün ambalaj etiketleri OKT ile okunması ve içeriklerin tespiti amacıyla oluşturulan uzman sistemin tüm örnekler için %92,56 oranında doğru sonuç verdiği görülmüştür. Sistemin OKT ile okumayı gerçekleştirdiği ancak doğru sonuç vermediği örnekler

incelendiğinde etiket baskısından veya yeterli kontrastın bulunmamasından kaynaklı sebepler ile okuma işlemi sonucu elde edilen metnin yetersiz olduğu, metnin anlam bütünlüğü veya metin içerisinde yer alan kelimelerin tam olarak oluşturulmadığı görülmüştür. Ayrıca kelimelerde ortaya çıkan harf hatası veya eksiklerinin kelimeyi anlamından fazlaca uzaklaştırması sebebiyle Zemberek kütüphanesi ile yapılan dil işleme sürecinde bu hatalı okunan kelimelerin düzeltilemediği tespit edilmiştir. Etiket üzerine basılı metne göre OKT ile elde edilen metnin eksik ve yetersiz olması sebebiyle tüm görsellerde tam doğrulukta okuma gerçekleştirilememiştir. OKT ile doğru bir şekilde okunan etiketlerde yapılan incelemelerde uzman sistemin etiket içerisinde renklendirici, alerjen, gluten vb. insan sağlığı üzerinde etkisi bulunan bileşenlerin var olup olmadığı bilgisi yüksek doğruluk ile tespiti yapılmıştır.

Türkçe'nin kelime bakımından zengin bir dil olması, açıklanması istenen ifadelerin birçok farklı söz öbeği veya kelime dizisi ile anlatılabilmesi sebebiyle ambalaj üzerinde yer alan metinlerde içeriklerin varlığı veya yokluğunun birçok farklı şekilde yer aldığı görülmüştür. Örneğin gluten maddesinin içeriklerde yer aldığı ibaresi, sadece "gluten" kelimesinin içindekilerde yer alması ile olabildiği gibi "gluten" kelimesi sonrasında yer alan "içerir", "icermektedir", "iciriyor", "icerebilir", "bulunur", "bulunuyor", "dahil", "var", "vardır" şeklindeki tanımlamalar ile de yapılabilmektedir. Bu durum uzman sistem tarafından ele alınan tüm içeriklerde benzer durumdadır. Uzman sistemin OKT ile elde edilen metinlerde yüksek doğrulukta içerik tespitini yapabilmesi amacıyla olası tüm kelime ve ifade varyasyonları kod içerisinde tanımlanmıştır. Ancak halen mevcut etiketlerde karşılaşılmayan ve içeriğin varlığını veya yokluğunu tanımlayan farklı ifade biçimleri yer alabileceği değerlendirilmektedir. Uzman sistemin iyileştirilmesi ve karar doğruluğunun geliştirilmesi amacıyla içerikte aranan kelime kriterleri zamanla güncellenmelidir.

Bu tez çalışması ile geliştirilen uzman sistem ile sağlık açısından dikkatli ve kısıtlı tüketilmesi gereken ürünlerin etiketler okunarak tespit edilmesine olanak sağlanmıştır. Bu uzman sistemin birçok insan tarafından ulaşılabilmesi ve kullanılması amacıyla insanların sosyal hayatının bir parçası haline gelen akıllı telefonlar veya tabletler içerisinde çalışabilen mobil bir programa dönüştürülmesi önerilmektedir. Bu şekilde satın alma süreçlerinde, ürün etiketlerini okuyamayan insanların kendi sağlık hassasiyetleri doğrultusunda ürünleri seçebilmesi kolaylaştırılacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Afrah, İ. A. (2020). *Kişisel Sağlık Desteği İçin Yapay Zeka Tabanlı Mobil Uzman Sistem Uygulaması Geliştirilmesi*, [Yüksek Lisans Tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ağbaba, N. ve Ateş Özcan, B. (2020). Bariatrik cerrahi sonrası gıda intoleransı. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), 16–21. <https://doi.org/10.33308/2687248X.202021171>
- Akal, C. ve Yetişemiyen, A. (2020). Probiyotik ve Prebiyotik Tüketiminin Laktoz İntoleransı Üzerine Etkileri. *GIDA/The Journal of Food*, 45(2), 380-389. doi:10.15237/gida.GD20016
- Akay, E. ve Yılmaz, İ. (2020). Yeni etiketleme yönetmeliğine göre alerjen gıdalar ve sağlık etkileri. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (12), 443-459. doi:https://doi.org/10.38079/igusabder.741538
- Akın, İ. S. (2017). *Obez ve normal ağırlığa sahip çocuklara uygulanan eliminasyon ve düşük glisemik indeksli diyetin vücut kompozisyonuna etkilerinin karşılaştırılması*, [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Altıntaş, G. ve Yardımcı, H. (2023). Bebeklik ve Çocukluk Çağında Görülen Besin Alerjilerinin Tamamlayıcı Beslenme Boyutu. *Black Sea Journal of Health Science*, 6(2), 328-335. doi:10.19127/BSHEALTHSCIENCE.1170182
- Altun, S. (2024). Doğal Dil İşlemede Veri Ön İşleme Tekniklerinin Sosyal Medya Yorumlarında Kullanılarak Şeker Hastalığı Analizi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 533-542. doi:10.47495/okufbed.1309875
- Anding, J., Krueger, D., Bell, M., ve Carpenter, C. (2023). Evaluation of a Nutrition Education Program on Targeted Label Reading Skills Among SNAP-Ed Program Participants. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 123(9), A14. doi:https://doi.org/10.1016/j.jand.2023.06.032

- Anonim. (2024a). Türk Gıda Kodeksi Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği. (17 Nisan 2024). Resmi Gazete. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-6.htm>
- Anonim. (2024b). Bilgisayarlı Görü. (22 Mart 2024). Vikipedi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Bilgisayarlı_görüşme
- Anonim. (2024c). Görüntü Eşikleme. (24 Mart 2024). Vikipedi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Görüntü_eşikleme
- Anonim. (2024d). Tesseract-OCR. (03 Nisan 2024). GitHub. <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>
- Armağan, H. (2022). Color Based Segmentation with k-Means Clustering Algorithm and Numerical Analysis of the Effect of Color Spaces on Image Quantities. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 9(4), 1506-1517. doi:10.31202/ecjse.1141148
- Arslan, E., Özlü, T., ve Garipoğlu, G. (2022). Üniversite Öğrencilerinde Besin Etiket Okuma Davranışının İncelenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 31(1), 71-78. doi:10.34108/eujhs.915320
- Atav, A. (2020). *İlaçların Diğer İlaçlar ile Etkileşimlerinin Uzman Sistem ile Belirlenmesi*, [Yüksek Lisans Tezi]. Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Atık, S. U., Gürsoy, S., Koçkar, T., Önal, H., ve Adal, S. E. (2016). Galaktozemi Tanılı Olgularımızın Klinik ve Genetik Değerlendirilmesi. *Türk Pediatri Arşivi*, 51(4), 204-209.
- Avadesh, M. ve Goyal, N. (2018). Optical character recognition for sanskrit using convolution neural networks. *2018 13th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems (DAS)*, 447-452. doi:10.1109/DAS.2018.50
- Aydın, C. (2023). Dijital Dönüşüm Bağlamında Belgenin Yaşam Döngüsü Süreçlerinin Yönetiminde Yapay Zekâ Kullanımı. *Bilgi Yönetimi*, 6(1), 21-42. doi:10.33721/BY.1268483
- Bal, İ. (2019). *Gıda Etiketleme Sistemleri*. [Yüksek Lisans Tezi]. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Balcıoğlu, Y. S. (2023). *Derin Öğrenme ile Görüntü İşleme: Endüstriyel Parça Üretiminin Derin Öğrenme Sayesinde Yüzey Hata Tespiti (Görüntüleme Üzerine Uygulama)*. [Doktora Tezi]. Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Baş, D. ve Kayak, S. (2023). Üniversite Öğrencilerinin Besin Etiket Bilgisi Okuma Tutumu ve Gıda Okuryazarlığı Düzeylerinin Değerlendirilmesi. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(3), 2210-2230. <https://doi.org/10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.23.08.2135>
- Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. (t.y.). (Erişim Tarihi:19 Mart 2024) <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/01/20170126M1-6.htm>
- Başkurt, M., Durmuş, M. C., Gümüşay, M. Ü., (18 - 22 Nisan 2011). *Yapay Sinir Ağları Yardımıyla Plaka Tanıma Sisteminin Oluşturulması ve CBS ile Bütünleştirilmesi*. 13. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara, Türkiye. https://obs.hkmo.org.tr/show-media/resimler/ekler/a3c9ff092568fe8_ek.pdf
- Başoğlu, B., ve Bulut, M. (2017). Kısa Dönem Elektrik Talep Tahminleri İçin Yapay Sinir Ağları ve Uzman Sistemler Tabanlı Hibrit Sistem Geliştirilmesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 32(2), 575-583. doi:10.17341/gazimmfd.322184
- Baştan, M., Kandemir, H. ve Cantürk, B. (2016). MT3S: Mobile Turkish Scene Text-to-Speech System for the Visually Impaired. *arXiv preprint arXiv:1608.05054*
- Bernardo, D. ve Peña, A. S. (2012). Developing strategies to improve the quality of life of patients with gluten intolerance in patients with and without coeliac disease. *European Journal of Internal Medicine*, 23(1), 6-8. doi:10.1016/j.ejim.2011.09.016
- Besler, H. T., Buyuktuncer, Z., ve Uyar, M. F. (2012). Consumer understanding and use of food and nutrition labeling in Turkey. *Journal of nutrition education and behavior*, 44(6), 584-591. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jneb.2012.01.005>
- Blue, J. L., Candela, G. T., Grother, P. J., Chellappa, R., ve Wilson, C. L. (1994). Evaluation of pattern classifiers for fingerprint and OCR applications. *Pattern Recognition*, 27(4), 485-501. doi:[https://doi.org/10.1016/0031-3203\(94\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0031-3203(94)90031-0)
- Boğa, A., ve Binokay, S. (2010). Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımıza Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19(3), 141-154.

- Book, A., Wang, W., Chattaraman, V., Kerpelman, J., ve Lee, Y. (2023). Effects of Font Size and Color Contrast in Food Packaging Labels on Perceived Reading Difficulty and Consumer Response. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 123(9), A61. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jand.2023.06.207>
- Böke, S. B., Diri, B. ve Kurt Yavuz, Z. (2010). Lossy compression of color images based on color spaces, *18 th IEEE Signal Processing and Communications Applications Conference*, SIU 2010, Diyarbakır, Turkey. (pp.609-612), doi:10.1109/siu.2010.5653656
- Bükücü, Ç. C. (2021). *Görüntü İşleme Teknikleri ile Cam Ürünlerde Hata Tespiti*. [Doktora Tezi]. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Cebeci, A., ve Güneş, F. E. (2017). Türkiye ve Avrupa'daki tüketicilerin gıda etiketi okuma tutumlarını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(4), 261-267.
- Chaudhuri, B. B., & Pal, U. (1998). A complete printed Bangla OCR system. *Pattern recognition*, 31(5), 531-549. doi:[https://doi.org/10.1016/S0031-3203\(97\)00078-2](https://doi.org/10.1016/S0031-3203(97)00078-2)
- Cowburn, G., ve Stockley, L. (2005). Consumer understanding and use of nutrition labelling: A systematic review. *Public health nutrition*, 8(1), 21-28. doi:10.1079/PHN2005666
- Czaja-Bulsa, G., ve Bulsa, M. (2018). Adherence to gluten-free diet in children with celiac disease. *Nutrients*, 10(10), 1424. doi:<https://doi.org/10.3390/nu10101424>
- Çakır, Serkan. (2014). *Yedikleriniz Helal Olsun*, Işık Yayınları.
- Çan, Z. (2021). *Otomasyon Sistemlerinde Görüntü İşleme Tekniklerini Kullanan Ürün Tanımı Uygulaması*. [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çatak, J., Demirci, A. ve Yaman, M. (2021). Besin Alerjileri ve Mikrobiyota. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 902-910. doi:10.31590/EJOSAT.932606
- Çelik, A. (2021). Eğik Karakter Tanıma Başarısını Arttırmak için Yeni Bir Yöntemin Kullanılması. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 6(1), 1-11. doi:10.46578/HUMDER.720001

- Çetin, B. (2022). Görüntü İşleme Yöntemleriyle Optik Tarama. [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çetin, B. ve Aktaş, H. (2023). Gıda ve Genom İnteraksiyonu: Beslenme Genomiği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 362-374. doi:10.21597/JIST.1188508
- Dalıp, F. (2022). Raspbraille: *Optik Karakter Tanıma ve Ses Tanıma Algoritması ile Braille Alfabesine Dönüşüm*. [Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- De Zoysa, D. S. S., Sampath, J. M., De Seram, E. M. P., Dissanayake, D. M. I. D., Wijerathna, L. ve Thelijjagoda, S. (2018). Project Bhashitha - Mobile based optical character recognition and text-to-speech system. *13th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2018*, 623-628. doi:10.1109/ICCSE.2018.8468858
- Demirer, B., ve Özdemir, M. (2020). Helâl gıda ve gıda etiketi. *Academic Platform Journal of Halal Lifestyle*, 2(2), 102-108.
- Demirgöl, F. ve Demirgöl, R. (2019). Laktoz İntoleransın Prevalansı, Teşhisi ve Laktozsuz Beslenme Tavsiyeleri. *Food and Health*, 5(4), 281-290. doi:10.3153/FH19028
- Demirgöl, F., ve Sağdıç, O. (2018). Fermente süt ürünlerinin insan sağlığına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (13), 45-53. doi:10.31590/ejosat.377798
- Deng, Z., Deng, Q., Li, B., Li, J., Jung, S., Cho, N. J., ve Liang, H. (2023). Strategies for lactase immobilization and delivery to relieve lactose intolerance. *Trends in Food Science & Technology*, 104244. doi:10.1016/j.tifs.2023.104244
- Dhar, S., ve Bose, I. (2022). Walking on air or hopping mad? Understanding the impact of emotions, sentiments and reactions on ratings in online customer reviews of mobile apps. *Decision Support Systems*, 162, 113769. doi:10.1016/j.dss.2022.113769
- Dölek, İ. (2016). *Yapay Sinir Ağlarıyla Optik Karakter Tanıma Kullanılarak Günümüz Türkçesinin Osmanlıcaya Çevrilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Dölek, İ. ve Kurt, A. (2023). Ottoman Optical Character Recognition with deep neural networks. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 38(4), 2579-2593. doi:10.17341/gazimmfd.1062596
- Erdoğan, A. A. ve Tümer, A. E. (2021). Deep Learning Method for Handwriting Recognition. *MANAS Journal of Engineering*, 9(1), 85-92. doi:10.51354/MJEN.852312
- Eriç, A., Özgür, E. G., Asker, Ö. F., Bekiroğlu, N. (2024). ChatGPT ve Sağlık Bilimlerinde Kullanımı. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 176-182. doi:10.34087/cbusbed.1262811
- Erkan, E., Arserim, M. A. ve Özerdem, M. S. (2018). Fraktal Boyut Olarak Düzensiz Kelimelerin Çözümlemesi. <https://www.researchgate.net/publication/373643007>
- Eroğlu, E. İ., ve Ayaz, A. (2018). Gıda Katkı Maddelerinin Sağlık Üzerine Etkileri: Risk Değerlendirme. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 46(3), 311-319. doi:https://doi.org/10.33076/2018.BDD.312
- Ersoy, N. ve Yardımcı, H. (2023). Tamamlayıcı Beslenmede Potansiyel Alerjik Besinlere Başlama Zamanı ve Besin Alerjileri. *Journal of Continuing Medical Education*, 32(3), 230-237. doi:10.17942/sted.1236166
- Ertem, D. ve Şahin Akkelle, B. (2017). Çölyak Hastalığı. *Klinik Tıp Pediatri Dergisi*, 9(1), 1-10.
- Ertürk, S. B. ve Karakoyun, M. (2023). Elektron Mikroskobundan Elde Edilen Görüntülerin Parçacık Sayımında Ön İşleme Tekniklerinin Etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(21), 276-287. doi:10.54365/adyumbd.1348886
- Gedik, Y., Solak, S. ve Uçar, M. H. B. (2022). Görüntü İşleme Teknikleri ve Kelime Benzerliklerinin Ağırlıkları Algoritması Kullanılarak Geleneksel Sınavların Değerlendirilmesi. *Acta Infologica*, 6(1), 127-139. doi:10.26650/acin.1009226
- Gifu, D. (2022). AI-backed OCR in Healthcare. *Procedia Computer Science*, 207, 1134-1143. doi:10.1016/j.procs.2022.09.169

- Gökbulut, T., Ünal, B., Kazi, B. ve Mengi, O. Ö. (2021). Vasküler Görüntüleyici Sistem. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 1-17. doi:10.31466/kfbd.744104
- Gölebatmaz, Ş. M. ve Akca, İ. (2022). Görüntü İşleme Yöntemlerinin Jeofizik Haritalara Uygulanması: Arkeoloji Jeofiziği Alanından Örnekler. *Yerbilimleri*, 43(2), 160-181. doi:10.17824/yerbilimleri.1006057
- Gübür, S. (2012). *Besin İntoleransı Saptanan Kilolu ve Obez kişilere Uygulanan Eliminasyon Diyetinin, Vücut Kompozisyonu ve Biyokimyasal Parametrelere Etkisinin Belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Bilim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Gül, E., Öztürk, M., & Bayır, A. G. Gıda Katkı Maddelerinin Sağlık Üzerine Etkisi. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, (6), 44-57.
- Güneş, F. E., Aktaş, Ş., ve Korkmaz, B. İ. O. (2014). Tüketicilerin gıda etiketlerine yönelik tutum ve davranışları. *Akademik Gıda*, 12(3), 30-37.
- Güzelce, B. (2021). *Endüstriyel Uygulamalarda Görüntü İşleme Tabanlı Otomatik Hata Tespit Yöntemlerinin Geliştirilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Bursa Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hasan, S. S., ve Isaac, R. K. (2011). An integrated approach of MAS-CommonKADS, Model–View–Controller and web application optimization strategies for web-based expert system development. *Expert Systems with Applications*, 38(1), 417-428. doi: 10.1016/j.eswa.2010.06.080
- Haydardedeoğlu, M. (2017). *Avrupa Birliği Gıda Etiketleme Mevzuatının İncelenmesi ve Ulusal Mevzuatımızla Karşılaştırılması*. [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hayıt, F. ve Yazıcı, L. (2023). Fonksiyonel Glutensiz Bisküvi Üretiminde Kenevir Tohumunun Değerlendirilmesi. *Aydın Gastronomy*, 7(2), 241-253. doi: 10.17932/iau.gastronomy.2017.016/gastronomy_v07i2005
- Hayıt, T. (2021). *Buğdayda Sarı Pas (Puccinia striiformis) Hastalığının Değerlendirilmesi İçin Görüntü İşleme Teknikleri Kullanılarak Bir Karar Destek Sisteminin Geliştirilmesi*. [Doktora Tezi]. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Huang, T. T. K., Kaur, H., McCarter, K. S., Nazir, N., Choi, W. S., ve Ahluwalia, J. S. (2004). Reading nutrition labels and fat consumption in adolescents. *Journal of Adolescent Health*, 35(5), 399-401. doi:10.1016/j.jadohealth.2004.02.005
- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I. R., Mearin, M. L., Phillips, A., Shamir, R., ... & ESPGHAN Gastroenterology Committee. (2012). European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition guidelines for the diagnosis of coeliac disease. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 54(1), 136-160.
- Kaçar, M. S. (2024). Doğal Dil İşleme ve Derin Öğrenme Yöntemleri Kullanılarak Finansal Verilerin Analizi. [Doktora Tezi]. Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Kadioğlu, B. U. (2019). Gıda ve beslenme okuryazarlığı ölçeklerin incelenmesi. *Sağlık Bilimlerinde Eğitim Dergisi*, 2(1), 13-20.
- Kalaycı, Z. ve Altun, H. K. (2024). Hashimoto Tiroiditi Yönetiminde Glutensiz Beslenmenin Yeri. *Akdeniz Tıp Dergisi*, 10(1), 181-187. doi:10.53394/akd.1164423
- Kandemir, H., Cantürk, B. ve Baştan, M. (2016). Mobile Reader: Turkish Scene Text Reader For The Visually Impaired. *2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference, SIU 2016*, Zonguldak, Turkey, pp.1857-1860, doi:10.1109/SIU.2016.7496125
- Kang, H. T., Shim, J. Y., Lee, Y. J., Linton, J. A., Park, B. J., ve Lee, H. R. (2013). Reading nutrition labels is associated with a lower risk of metabolic syndrome in Korean adults: the 2007–2008 Korean NHANES. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 23(9), 876-882. doi:10.1016/j.numecd.2012.06.007
- Karakılıç, M., Suna, S., Tamer, C. E., Çopur, Ö. U. (2014). Gıda alerjisi reaksiyonları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 73-82. <http://hdl.handle.net/11452/5364>
- Katırcıoğlu, F. (2021). Düşük-Işıklı Renkli Görüntülerin İyileştirilmesinde Kullanılan Retineks Algoritmalarının Karşılaştırmalı Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 188-206. doi:10.46387/bjesr.955356

- Khedkar, A., Shukla, A., Hardas, A., Nigam, N. ve Namdev, K. (2020). Review Of Text Recognizer Developed Using CNN. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 2(4), 2582-5208.
- Kır, B. (2012). *Negatif Bağlantılı Öğrenme Algoritmali Yapay Sinir Ağları ile Mobil Cihazlarda Optik Karakter Tanıma Uygulaması*. [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kızgın, Y. ve Tuncer, B. (2020) Türk Gıda Kodeksine Göre Gıda Etiket Okuryazarlığının Belirlenmesi: Genç Tüketiciler Üzerinde Bir Araştırma, *BMIJ*, 8(2): 1849-1865 doi: <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v8i2.1471>
- Koyun, A., ve Afşin, E. (2017). Derin öğrenme ile iki boyutlu optik karakter tanıma. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 10(1), 11-14.
- Kuş, E. (2013). *Renklendirici gıda katkı maddelerinden brilliant blue ve sunset yellow'un insan periferik lenfosit kültürlerinde genotoksik etkilerinin araştırılması* [Doktora Tezi]. Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Küpeli, C. ve Bulut, F. (2020). Görüntüdeki Tuz Biber ve Gauss Gürültülerine Karşı Filtrelerin Performans Analizleri. *Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 211-239. doi:10.46373/hafebid.768240
- Küşümler, A. S. ve Özgün, D. (2020). Gıda katkı maddelerinin sağlık üzerine etkileri. *Sağlık ve Yaşam Bilimleri Dergisi*, 2(1), 22–26. <https://doi.org/10.33308/2687248X.202021172>
- Labeling, N. Education Act of 1990. Pub L No. 101-535, 104 Stat 2353. Library of Congress website.
- Lebwohl, B., ve Rubio-Tapia, A. (2021). Epidemiology, presentation, and diagnosis of celiac disease. *Gastroenterology*, 160(1), 63-75. doi:10.1053/j.gastro.2020.06.098
- Li, A., Zheng, J., Han, X., Jiang, Z., Yang, B., Yang, S., Zhou, W., Li, C. ve Sun, M. (2023). Health implication of lactose intolerance and updates on its dietary management. *International Dairy Journal*, 140, 105608. doi:10.1016/j.idailyj.2023.105608

- Liao, S. H. (2005). Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004. *Expert systems with applications*, 28(1), 93-103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2004.08.003>
- Mutlu, C., Tontul, S. A., Candal, C. ve Erbaş, M. (2019). Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Glutensiz Kek Üretiminde Kullanımı. *Gıda The Journal of Food*, 44(5), 770-780. doi:10.15237/gida.GD19073
- Neuhouser, M. L., Kristal, A. R., ve Patterson, R. E. (1999). Use of food nutrition labels is associated with lower fat intake. *Journal of the American dietetic Association*, 99(1), 45-53. doi:[https://doi.org/10.1016/S0002-8223\(99\)00013-9](https://doi.org/10.1016/S0002-8223(99)00013-9)
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics*, 9(1), 62-66. doi:10.1109/tsmc.1979.4310076
- Oucheikh, R., Pettersson, T., & Löfström, T. (2022). Product verification using OCR classification and Mondrian conformal prediction. *Expert systems with applications*, 188, 115942. doi:10.1016/j.eswa.2021.115942
- Özbey, Ü. ve Özçelik, A. Ö. (2019). Besin Alerjilerine Yönelik Güncel Tedavi Yöntemleri. *Avrasya Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(3), 103-108.
- Özcan, E. ve Tarcan, Ö. D. (2020). Yabancı Dil Olarak Türkçe Öğretimi Ders Kitaplarındaki Okuma Metinlerinde Yer Alan Sözcüklerin Sıklık Görünümleri. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 72-80. doi:10.33537/sobild.2020.11.2.7
- Özcan, R. (2022). *Görüntü İşleme ve Evrimsel Sinir Ağları Yöntemleriyle Bitki Tespiti İçin Bilgisayarlı Görü Sistemi Geliştirilmesi*. [Doktora Tezi]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, T., Delikanlı, B. ve Yıldız, E. (2015). Gıda İşleme Yöntemlerinin Gıda Alerjenitesi Üzerine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(2). <http://hdl.handle.net/11452/5586>
- Özer, E. A., İbanoğlu, Ş., İbanoğlu, E. (21-23 Mayıs 2008). Fenilketonüri Hastalığı ve Fenilalanin Kısıtlı Diyet. Türkiye 10. Gıda Kongresi, Erzurum.

- Özgül, E., & Aksulu, İ. (2006). Ambalajlı Gıda Ürünlerinde Tüketicilerin Etiket Duyarlılığındaki Değişimler. *Ege Academic Review*, 6(1), 1-9.
- Öztürkcan, S. A., & Acar, S. (2017). Yaygın olarak kullanılan antimikrobiyal gıda katkı maddeleri ile ilgili genel bir değerlendirme. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1, 1-17.
- Palabaş, T., Osman, O., Ergin, T., Teomete, U., Dandin, Ö. ve Aydın, N. (2016). Karaciğer Görüntülerinin Geometrik Dönüşüm Yöntemleri Kullanılarak Benzerliklerinin Değerlendirilmesi. *2016 Medical Technologies National Conference, TIPTEKNO 2016*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.. doi:10.1109/tiptekno.2016.7863136
- Peker, Y. ve Caner, C. (2006). Gıdaların Etiketlenmesi ve Çizgi Kod Sistemi BARKOD. *Akademik Gıda*, 4(3), 37-41.
- Safalı, Y., Avaroğlu, E. ve Ergen, B. (2018). Twitter Verilerinden Kullanıcıların Siyasi Eğilimlerinin Veri Madenciliği Teknikleri ile Kestirimi. *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing, IDAP 2018*, Malatya, Turkey. pp. 1-5, doi:10.1109/IDAP.2018.8620747
- Safalı, Y., Nergiz, G., Avaroglu, E. ve Doğan, E. (2019). Deep Learning Based Classification Using Academic Studies in doc2Vec Model. *2019 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing Symposium, IDAP 2019*, Malatya, Turkey, pp. 1-5, doi:10.1109/IDAP.2019.8875877
- Saif Hassan Onim, M., Nyeem, H., Roy, K., Hasan, M., Ishmam, A., Akiful Hoque Akif, M., ve Bashir Ovi, T. (2022). BLPnet: A new DNN model and Bengali OCR engine for Automatic License Plate Recognition. *arXiv e-prints*, arXiv-2202. doi:10.1016/j.array.2022.100244
- Saray, T., Çetinkaya, A. ve Okatan, A. (2017). Optik Karakter Tanıma Yöntemi ile Otomatik Tabela Okuyucu. *2017 International Conference on Computer Science and Engineering, UBMK 2017*, pp. 1061-1063. doi:10.1109/UBMK.2017.8093466
- Satvik Samb Saxena, G. S. D. A. (2020). A Convolutional Recurrent Neural Network (CRNN) Based Approach for Text Recognition and Conversion of Text To Speech in Various Indian Languages. *International Journal of Advanced Science and*

- Sayallar, C., Sayar, A. ve Babalık, N. (2023). An OCR Engine for Printed Receipt Images using Deep Learning Techniques. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(2), 833-840. doi:10.14569/ijacsa.2023.0140295
- Saygi, B. (2022). Çocuklarda Gıda Alerjileri. *Beykoz Akademi Dergisi*, 2(1), 151-166. doi:10.14514/BYK.m.26515393.2022.sp/ 151-166
- Scrimshaw, N. S., ve Murray, E. B. (1988). The acceptability of milk and milk products in populations with a high prevalence of lactose intolerance. *The American journal of clinical nutrition*, 48(4), 1142-1159. doi:10.1093/ajcn/48.4.1142
- Sevgi, A. (2020). *Batarya elektrikli aracın derin öğrenme ve görüntü işleme ile otonom denetiminin gerçekleştirilmesi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Seyhan, S., Nakilcioğlu, E. ve Ötleş S. (2024). Geleceğin Alternatif Protein Kaynakları: Bitkiler. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(1), 153-174. doi:10.29130/dubited.1215815
- Shahin, M., Chen, F. F. ve Hosseinzadeh, A. (2023). Machine-based identification system via optical character recognition. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 1-28. doi:10.1007/s10696-023-09497-8
- Siciliani, L., Taccardi, V., Basile, P., Di Ciano, M., ve Lops, P. (2023). AI-based decision support system for public procurement. *Information Systems*, 119, 102284. doi:10.1016/j.is.2023.102284
- Somuncu, E. ve Atasoy, N. A. (2022). Realization of character recognition application on text images by convolutional neural network. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 37(1), 17-27. doi:10.17341/gazimmfd.866552
- Soyhan, İ., Gürel, S. ve Tekin, S. A. (2021). Yapay Zeka Tabanlı Görüntü İşleme Tekniklerinin İnsansız Hava Araçları Üzerinde Uygulamaları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24), 469-473. doi:10.31590/ejosat.903181

- Sugiyono, A. Y., Adrio, K., Tanuwijaya, K., ve Suryaningrum, K. M. (2023). Extracting Information from Vehicle Registration Plate using OCR Tesseract. *Procedia Computer Science*, 227, 932-938. doi:10.1016/j.procs.2023.10.600
- Şenkaya, Y. ve Kurnaz, Ç. (2022). Bölütleme Kullanarak Doğal Görüntülerde Metin Tanıma. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10(5), 42-51. doi:10.29130/dubited.1107625
- Şenyıldız, A. ve Dirican, A. C. (2016). Görüntü İşleme Teknikleri ve Akıllı Telefon Kullanarak Nüfus Cüzdanı Tespiti ve Otomatik Bilgi Çıkarılması. *Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu, (ASYU), Düzce, Turkey* <https://www.researchgate.net/publication/308666467>
- Tilki, S. (2020). *İngilizcede Çember Dolgu Oranı Yöntemi ile Optik Karakter Tanıma*. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Tokcaer, S. (2021). Türkçe Metinlerde Duygu Analizi. *Yaşar Üniversitesi e-Dergisi*, 16(63), 1514-1534. doi:10.19168/jyasar.928843
- Tonguç, İ. E. ve Karagözlü, C. (2014). Galaktosemi, Beslenme ve Süt Ürünleri. *Akademik Gıda*, 12(3), 60-64. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akademik-gida/issue/55789/763692>
- Torres, W., van den Brand, M. G. J. ve Serebrenik, A. (2022). Xamā : Optical character recognition for multi-domain model management. *Innovations in Systems and Software Engineering*, 1-25. doi:10.1007/s11334-022-00453-7
- Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence (1950). *The Essential Turing*. doi:10.1093/OSO/9780198250791.003.0017
- Uzun, R. (2019). *Üniversite Öğrencilerinde Beslenme Okuryazarlığı Durumu ve Obezite ile İlişkisi*. [Yüksek Lisans Tezi]. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Ünal, A., Ünal, E. ve Güler, D. (2023). Evrişimli Sinir Ağları Kullanarak Optik Karakter Tanıma, *Journal of Business in The Digital Age*, 6(1), 1-12. doi:10.46238/jobda.1257840

- Vayisoğlu, S. K., Öncü, E., Kara, A., ve Ateş, M. (2022). Yetişkinlerde Tuz Tüketim Özellikleri ve Etiket Okuma Alışkanlığıyla İlişkisi. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 10(2), 627-640. doi:10.33715/inonusaglik.1045511
- Vural, A. (2021). *Görüntü İşlemede Derin Öğrenme Tabanlı Süper Çözünürlük Uygulamaları*. [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, D. ve Özen, H. (2017). Laktoz intoleransı tıbbi beslenme tedavisi olgu sunumu. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 45(3), 294-297. <https://beslenmevediyetdergisi.org/index.php/bdd/article/view/49>
- Yılmaz, T. ve Tekinşen, K. K., (2022). Gıda İntoleransı. *Sağlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar II* (pp.79-94), Ankara: Gece Kitaplığı.
- Yörük, N. G., ve Danyer, E. (2016). Gıda katkı maddeleri genel bilgiler ve tanımlar. *Türkiye Klinikleri Food Sciences-Special Topics*, 2(2), 1-10.
- Wang, W., Wu, X., Yuan, X. ve Gao, Z. (2020). An Experiment-Based Review of Low-Light Image Enhancement Methods. *IEEE Access*, 8, 87884-87917. doi:10.1109/ACCESS.2020.2992749
- World Health Organization. (2022). Risk Assessment of Food Allergens. Part 1: Review and validation of Codex Alimentarius priority allergen list through risk assessment:Meeting Report. Risk Assessment of Food Allergens. Part 1: Review and validation of Codex Alimentarius priority allergen list through risk assessment. FAO. doi:10.4060/cb9070en
- Yaman, S. (2021). *Gömülü Sistem Platformu Üzerinde Görüntü İşleme Tekniklerinin Uygulanması*. [Doktora Tezi]. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım, E. (2020). Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Besleme. *Journal of General Health Sciences (JGEHES)*, 2(3), 175-187. doi:10.51123/jgehes.2020.8
- Yin, Y., Zhang, W., Hong, S., Yang, J., Xiong, J. ve Gui, G. (2019). Deep Learning-Aided OCR Techniques for Chinese Uppercase Characters in the Application of Internet of Things. *IEEE Access*, 7, 47043-47049. doi:10.1109/ACCESS.2019.2909401

- Yüksel, A. S. ve Tan, F. G. (2018). Metin Madenciliği ile Sosyal Ağlarda Bilgi Keşfi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(2), 324-333. doi:10.21923/jesd.384791
- Zhang, C., Liu, B., Chen, Z., Yan, J., Liu, F., Wang, Y. ve Zhang, Q. (2023). A Machine Vision-Based Character Recognition System for Suspension Insulator Iron Caps. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72, 1-13. doi:10.1109/TIM.2023.3300474



Canan AKÇA ERTÜRK

Yüksek Lisans Tezi

YOZGAT 2024



**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Ahmet BOZOK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YOZGAT 2022



T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
..... ANABİLİM DALI

TEZ BAŞLIĞI
(Büyük harflerle ve ortalanmış olarak tez adı bu bölüme yazılacaktır)

ADINIZI SOYADINIZ

YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZİ

Danışman: Unvanı Adı SOYADI
İkinci Danışman (varsa): Unvanı Adı SOYADI

ARALIK – 2022
YOZGAT