

YOLO Algoritması ile Gastronomide Yemek İçeriklerini Tespit Etmede Bir Makine Öğrenimi Yaklaşımı

Muhammed Abdullah ÖZEL 

Elektrik Elektronik Mühendisi, AYD Otomotiv Endüstri A.Ş., muhammedabdullahozel@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3056-6438

Mehmet Yasin GÜL 

Mekatronik Teknikeri, AYD Otomotiv Endüstri A.Ş., mehmetyasingul419@gmail.com, ORCID ID: 0009-0002-5796-9886

Eda GÜNEŞ 

Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, egunes@erbakan.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7422-9375

Makale Bilgileri

ÖZ

Makale Geçmişi

Geliş: 22.06.2023

Kabul: 23.06.2023

Yayın: 30.06.2023

Anahtar Kelimeler:

Gastronomi,
Yemek,
Görüntü İşleme,
Algoritma

YOLO (You Only Look Once) algoritması, gastronomide yemek içeriğini tespit etmek için etkili bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu makalede, YOLO algoritmasının gastronomi alanındaki uygulamaları ve neden tercih edilen bir yöntem olduğu üzerinde durulmaktadır. YOLO, tek bir derin sinir ağı modeli kullanarak nesnelere tespit eder ve sınıflandırır. Geleneksel yöntemlerin aksine, YOLO aynı anda tüm nesne sınıflarını tahmin eder. Bu, yemek içeriği tespiti için büyük bir avantajdır. Çünkü birden çok malzeme ve yemek bileşeni doğru bir şekilde sınıflandırılabilir. YOLO'nun hızlı çalışma yapısı, gerçek zamanlı uygulamalar için idealdir. Restoranlarda, yemek dağıtım hizmetlerinde ve diğer gastronomi uygulamalarında kullanılarak menülerin otomatik oluşturulması, kalori hesaplamaları ve yiyecek alerjenlerinin belirlenmesi gibi birçok fayda sağlanabilir. Bu yöntemin başarılı sonuçları, diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında oldukça yüksektir. YOLO'nun kullanılmasıyla elde edilen hızlı performans, gastronomide otomasyon ve verimlilik artışı sağlayacaktır. Gastronomide YOLO kullanımı için uygun ve temsilci bir veri kümesi seçimi önemlidir. Farklı yemeklerin çeşitliliğini ve farklı açılardan çekilmiş görüntüleri içeren bir veri kümesi toplanmalıdır. Veri kümesi, nesne sınıflarının doğru şekilde belirlendiği anotasyonlar içermelidir. Eğitim süreci, GPU (Grafik İşleme Ünitesi) tabanlı bir bilgisayar üzerinde modelin veri kümesi üzerinde eğitimini içerir. YOLO algoritması, gastronomide yemek içeriği tespiti için kullanılabilir etkili bir yöntemdir. Gelecekte, derin öğrenme tekniklerinin yaygınlaşmasıyla birlikte YOLO ve benzeri algoritmalarından daha fazla faydalanılması beklenmektedir.

A Machine Learning Approach to Detecting Meal Contents in Gastronomy with the YOLO Algorithm

Article Info

ABSTRACT

Article History

Received: 22.06.2023

Accepted: 23.06.2023

Published: 30.06.2023

Keywords:

Gastronomy,
Food, Image
Processing,
Algorithm.

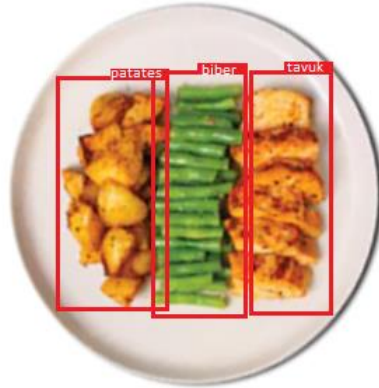
The YOLO (You Only Look Once) algorithm is used as an effective tool to detect food content in gastronomy. This article focuses on the applications of the YOLO algorithm in the field of gastronomy and why it is a preferred method. YOLO detects and classifies objects using a single deep neural network model. Unlike traditional methods, YOLO predicts all object classes at once. This is a huge advantage for food ingredient detection because multiple ingredients and meal components can be classified accurately. YOLO's fast-running structure is ideal for real-time applications. It can be used in restaurants, food delivery services and other gastronomy applications to provide many benefits such as automatic creation of menus, calorie calculations and determination of food allergens. The successful results of this method are quite high when compared to other methods. The fast performance achieved by using YOLO provides automation and productivity increase in gastronomy. Selection of an appropriate and representative dataset for YOLO use in gastronomy is important. A dataset containing the variety of different dishes and images taken from different angles should be collected. The dataset should contain annotations where object classes are correctly determined. The training process involves training the model on the dataset on a GPU (Graphics Processing Unit)-based computer. The YOLO algorithm is an effective method that can be used for food content determination in gastronomy. In the future, with the widespread use of deep learning techniques, it is expected that YOLO and similar algorithms will be used more.



GİRİŞ

Doğru beslenme örüntüsünü belirlemede güçlük çeken ya da unutan hastalar, farklı sebeplerle (olumsuz duygular, yiyecek alımını engelleyememe, tok hissetmeme, yemek yeme isteği ve yiyecek bağımlılığı) fazla yemek tüketiminden dolayı oluşan sağlık sorunları tabağımızın da akıllı olmasını gerektirmektedir (Joshua ve ark., 2023). Beslenme fiziksel bir zorunluluk olmanın ötesinde son zamanlarda estetik bir değer olarak da yeme deneyimini etkilemiştir (Güneş ve ark., 2018). Bu yeme deneyimine bakışımız gastronomi ile zenginleşmektedir. Gastronomi; yemeklerin hazırlanması, sunumu ve tüketimiyle ilgilenen bir sanat ve bilim dalıdır. Günümüzde, gelişen teknoloji ile birlikte gastronomi alanında da yenilikçi çözümler aranmaktadır (Öztürk, 2020; Güner & Aydoğdu, 2022). Gastronomide geleceğin teknolojileri ve yemekleri açısından: 3D yazıcılar ile uygulamalar, artırılmış gerçeklik ile yemek deneyimleri, nesnelere interneti ile restoran yönetimi, yapay zeka, robotik ve akıllı uygulamalar ile mutfakta ve sunumda teknolojik yeniliklerin gıda sektörüne uyarlanarak kullanıldığı bilinmektedir (Aydın & Çakır, 2022). Bu noktada, YOLO (You Only Look Once) algoritması, yemek içeriğini tespit etme konusunda önemli bir araç haline gelmiştir. YOLO, derin öğrenme tabanlı bir nesne tespit algoritmasıdır (Özel ve ark., 2021). Geleneksel nesne tespit yöntemlerinden farklı olarak, YOLO aynı anda birden çok nesne sınıfını tahmin eder. Bu özelliği, algoritmayı gastronomideki yemek içeriği tespiti için son derece uygun hale getirir (Küçük & Ekren, 2020). YOLO'nun hızlı çalışma yapısı, gerçek zamanlı uygulamalarda kullanımını kolaylaştırır. YOLO algoritmasının gastronomi alanındaki potansiyeli oldukça geniştir. Restoranlar, yemek dağıtım hizmetleri ve yemek tarifi uygulamaları gibi alanlarda, YOLO kullanılarak yemek içeriği tespitiyle bir dizi fayda sağlanabilir. Örneğin, otomatik menü oluşturma, kalori hesaplamaları, yiyecek alerjenlerinin belirlenmesi gibi işlemler daha verimli bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Bu makale, YOLO algoritmasının gastronomide yemek içeriği tespiti için kullanımını araştırmaktadır (Şekil 1). YOLO'nun hızlı çalışma yapısı ve yüksek doğruluk oranı, gastronomi sektöründe çeşitli uygulamalar için büyük bir potansiyele sahiptir (Atban & İlhan, 2022). Ayrıca, doğru bir veri kümesi seçimi ve eğitim süreci gibi önemli adımların da üzerinde durulacak ve YOLO'nun gelecekteki kullanım potansiyeli tartışılacaktır.



Şekil 1: YOLO ile yemek tespiti

YOLO ALGORİTMASI

YOLO, derin öğrenme tabanlı bir nesne tespit algoritmasıdır. Geleneksel nesne tespit yöntemlerinden farklı olarak, YOLO tek bir derin sinir ağı modeli kullanarak nesnelere tespit eder ve sınıflandırır (Aktaş, ve ark., 2020). Bu özelliği, hızlı ve gerçek zamanlı uygulamalar için son derece uygun hale getirir. YOLO, görüntüyü birçok bölgeye böler ve her bir bölge için olasılıkları hesaplar. Bu bölgeler, ızgara hücrelerine karşılık gelir ve her bir hücre, farklı özellikler içeren nesnelere tahminlerini yapar. Her hücre, birden çok nesnenin tespitini yapabilir ve her nesne için sınıf olasılıklarını hesaplar. YOLO, ızgara hücreleri üzerindeki çıktılarını kullanarak nesnelere koordinatlarını tahmin eder. Her bir nesne, dört farklı değerle temsil edilen sınırlayıcı bir kutu (bounding box) ile belirlenir. Bu değerler, nesnenin kutu merkezinin koordinatları, kutunun

YOLO Algoritması ile Gastronomide Yemek İçeriklerini Tespit Etme Bir Makine Öğrenimi

genişliği ve yüksekliği olarak ifade edilir.

YOLO'nun sınıflandırma yeteneği, görüntüdeki nesnelere farklı sınıflara ayırt etme yeteneğine sahiptir. Her sınıf için olasılık değerleri hesaplanır ve en yüksek olasılığa sahip sınıf etiketi nesneye atanır. YOLO, öğrenme süreciyle modelini geliştirir. Büyük bir veri kümesi kullanılarak eğitilen YOLO modeli, görüntüleri analiz ederken öğrendiği özellikleri kullanarak nesnelere tespit eder ve sınıflandırır. Eğitim sürecinde, modelin hedef fonksiyonunu minimize etmek için gerçek değerlerle tahminler arasındaki hata hesaplanır ve ağırlıklar güncellenir.

YOLO algoritması (Şekil 2), yemek içeriğinin tespiti gibi gastronomi uygulamalarında kullanıldığında, birden çok malzeme ve yemek bileşeni doğru bir şekilde sınıflandırabilir. YOLO'nun hızlı çalışma yapısı, gerçek zamanlı uygulamalarda etkili bir şekilde kullanılabilmesini sağlar.



Şekil 2: YOLO logosu (Web 1)

YOLO'nun yemek içeriği tespiti gibi gastronomi uygulamalarında etkili bir araç olduğu göz önüne alındığında (Güngör ve ark., 2017), bu algoritmanın sağladığı avantajlar ve potansiyel faydalar büyük önem taşımaktadır. Bunlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

YOLO Algoritmasının Temel İlkeleri

- YOLO, tek bir derin sinir ağı modeli kullanarak nesne tespiti ve sınıflandırma yapar.
- Nesnelere tek bir geçitte tespit eder ve sınıflandırır.
- Bölge tabanlı bir yaklaşım kullanarak olasılıkları hesaplar.

Veri Kümesi Hazırlığı

- Yemek içeriği tespiti için temsilci bir veri kümesi oluşturulmalıdır.
- Farklı yemeklerin çeşitliliğini ve çeşitli açılardan çekilmiş görüntüleri içermelidir.
- Veri kümesi, nesne sınıflarının etiketlenmesiyle hazırlanmalıdır.

Model Eğitimi

- YOLO modeli, veri kümesi üzerinde eğitilmelidir.
- GPU tabanlı bir bilgisayar kullanılarak eğitim süreci gerçekleştirilir.
- Model, yemek içeriği tespiti için doğru sınıflandırmaları yapmayı öğrenmelidir.

YOLO'nun Yemek İçeriği Tespiti için Uygulanması

- Eğitilen YOLO modeli, yeni görüntülerde yemek içeriğini tespit etmek için kullanılır.
- Görüntüler bölge tabanlı olarak analiz edilir ve malzemelerin sınıflandırılması gerçekleştirilir.
- Sonuçlar, yemek bileşenlerinin ve malzemelerinin tespitiyle sunulur.

Uygulama Alanları ve Potansiyel Faydaları

- Restoranlarda otomatik menü oluşturma ve yiyecek alerjenlerinin tespitini yapar.

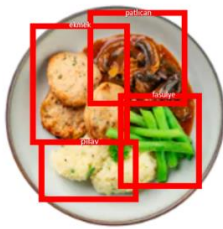
YOLO Algoritması ile Gastronomide Yemek İçeriklerini Tespit Etme Bir Makine Öğrenimi

- Yemek dağıtım hizmetlerinde doğru paketleme ve sipariş takibini sağlar.
- Yemek tarifi uygulamalarında malzeme tanımlama ve kalori hesaplamaları gibi birçok fayda sağlar.

YOLO'nun gastronomide yemek içeriği tespiti için kullanımı, verimli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi ve gerçek zamanlı uygulamalara olanak sağlamasıyla öne çıkar. Gastronomide YOLO algoritmasının ilkeleri için veri kümesi hazırlığı, model eğitimi ve yemek içeriği tespiti temel adımlarıyla incelenir (Sun ve ark., 2019). Ayrıca, uygulama alanları ve potansiyel faydaları da göz önüne alınarak özel beslenme gereksinimi olan ya da tüketici davranışlarını etkileyebilecek bir yemek sunumu için çeşitli görsel tabakların hazırlanmasına olanak verecektir.

YOLO'NUN GASTRONOMİDE KULLANILMASI

Gastronomi alanında YOLO'nun yemek içeriği tespiti için kullanımı, yenilikçi ve etkili bir yaklaşımdır. Arka planı beyaz yada tek olan tabaklarda yemek sunumu açısından statik ve hareketli görüntülerinin işlenmesiyle YOLO kolay ve hızlı bir model olarak görülmektedir (Redmon ve ark., 2016; Zeng, 2017). YOLO kullanarak restoranlar, menülerini otomatik olarak oluşturabilir. YOLO'nun yüksek doğruluk oranı, farklı yemek bileşenlerini doğru bir şekilde sınıflandırma yeteneği sunar (Fu, 2020). YOLO algoritması, yemek içeriğini tespit ederek yiyecek alerjenlerinin belirlenmesine yardımcı olabilir. Restoranlarda ve yemek dağıtım hizmetlerinde alerjen içeren malzemelerin doğru bir şekilde tanımlanması büyük önem taşır. YOLO'nun kullanımıyla yiyeceklerin içeriklerinin tespit edilmesi, kalori hesaplamaları ve beslenme analizleri için önemli bir adımdır. Bu, kullanıcıların sağlıklı beslenme ve diyet takibi konusunda yardımcı olabileceğini göstermektedir. YOLO, yemek tarifi uygulamalarında malzeme tanımlama sürecini otomatikleştirebilir. Ayrıca özel beslenme gereksinimi olan görme engelli bireyler için de besin içeriği ve tespitini kolaylaştıracaktır. Kullanıcılar, fotoğrafları YOLO'ya yükleyerek malzemeleri tanımlayabilir ve doğru tarifleri bulabilir. YOLO'nun kullanımı, yemek dağıtım hizmetlerinde doğru paketleme ve sipariş takibini kolaylaştırabilir. Doğru malzemelerin ve yemek bileşenlerinin tespiti, müşteri memnuniyetini artırabilir. Örnek bir YOLO bileşen tespiti şekil 3'de verilmiştir. Örnek çalışmada Python programlama dili ile YOLO v5 algoritması kullanılarak internetten alınan 1000 veri seti üzerinde etiketleme yapılarak çalışılmıştır.



Yemekler	Benzerlik Oranları
EKMEK	0.85
PİLAV	0.92
FASULYE	0.76
PATLICAN	0.72

Şekil 3: Yemek/Bileşen Benzerlik Oranı

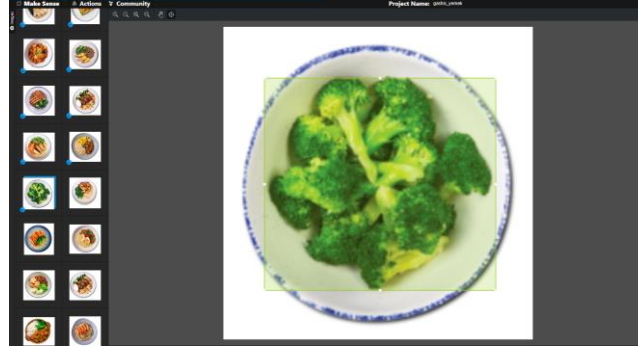
YOLO gibi derin öğrenme tekniklerinin gelişmesiyle, gastronomi alanında daha fazla uygulama ve gelişme beklenmektedir. YOLO'nun geliştirilmiş versiyonları ve benzer algoritmalar, yemek içeriği tespiti konusunda daha da gelişmiş çözümler sunabilir (Wang ve ark., 2021). YOLO'nun gastronomide kullanımı, restoranlardan yemek tarifi uygulamalarına kadar çeşitli alanlarda çeşitli faydalar sağlar. YOLO'nun yemek içeriği tespiti için yüksek doğruluk oranı ve gerçek zamanlı uygulama yeteneği, gastronomi sektöründe büyük bir potansiyele sahiptir. Bu YOLO'nun restoranlarda otomatik menü oluşturma, yiyecek alerjenlerinin belirlenmesi, kalori hesaplamaları, yemek tarifi uygulamalarında malzeme tanımlama, gıda güvenliği, besin kalite ve tazeliği açısından hem işletmeyi hemde tüketiciyi koruyan ve hızlı sonuca ulaştırması gibi bir çok kullanım alanlarına odaklanılırken, gelecekteki potansiyel uygulamalara da zemin hazırlamaktadır. Çünkü gıda özelliklerinin hızlı, doğru ve otomatik olarak belirlenmesi günlük yaşamda pratik bir taleptir (Zhou ve ark., 2019; Nivedhitha ve ark., 2022). Ek olarak otomatlarla çalışan işletmelerde müşteri/misafir ağırlama sonrası boş tabak geri dönüşümünün bu algoritma ile kolay belirlenerek işlevsel hale getirilmesi böylece pratik

kullanıma yönelik daha fazla gelişmeye imkan sunmaktadır (Yue ve ark., 2022).

VERİ KÜMESİ VE EĞİTİM

Veri Kümesi Oluşturma ve Etiketleme

Gastronomide yemek içeriği tespiti için bir veri kümesi oluşturmak önemlidir (Wang ve ark., 2021). Farklı yemeklerin çeşitliliği ve çeşitli açılardan çekilmiş görüntüler içeren bir veri kümesi hazırlanmalıdır. Her görüntüdeki yemek bileşenleri ve malzemeleri doğru bir şekilde etiketlenmelidir (Şekil 4).



Şekil 4: Make Sense Arayüzü Veri Etiketleme

Veri Kümesi Zenginleştirme ve Çeşitlendirme

Veri kümesi, çeşitli restoranlardan, yemek tariflerinden veya çevrimiçi kaynaklardan toplanabilir. Veri kümesinin çeşitlendirilmesi için farklı boyutlarda ve pozisyonlarda yemek bileşenleri içeren görüntüler kullanılmalıdır. Veri kümesi, yemek bileşenlerinin farklı açılardan ve aydınlatma koşullarında görüldüğü çeşitli senaryoları kapsamalıdır (Xu ve ark., 2021).

Veri Kümesi Bölümleme ve Doğrulama Seti Oluşturma

Veri kümesi, eğitim ve doğrulama setlerine bölünmelidir. Eğitim seti, YOLO modelinin öğrenmesi ve eğitilmesi için kullanılacak olan görüntülerden oluşur. Doğrulama seti, eğitim sürecinde modelin performansını değerlendirmek için kullanılacak olan görüntülerden oluşur (Zhou ve ark., 2019).

Model Eğitimi

YOLO modeli, veri kümesi üzerinde eğitilmelidir. Eğitim süreci, GPU tabanlı bir bilgisayarda gerçekleştirilir ve derin sinir ağı ağırlıkları güncellenir. Modelin doğru sınıflandırmaları yapmayı öğrenmesi ve yemek bileşenlerini tespit etmesi sağlanır (Liu ve ark., 2016).

Eğitim Sürecinin Değerlendirilmesi ve Hiperparametre Ayarları

Eğitim süreci boyunca modelin performansı düzenli olarak değerlendirilmelidir. Hiperparametreler, modelin performansını artırmak için ayarlanabilir. Öğrenme hızı, ağırlık düzenlemesi ve aktivasyon fonksiyonu gibi hiperparametrelerin optimize edilmesi önemlidir. Veri kümesi ve eğitim, YOLO modelinin yemek içeriği tespiti için doğru ve etkili sonuçlar üretmesi için kritik adımlardır. Veri kümesinin doğru şekilde etiketlenmesi, çeşitlendirilmesi ve bölümmesi, modelin genel performansını iyileştirecektir (Chopra & Purwar, 2022). Eğitim süreci boyunca modelin değerlendirilmesi ve hiperparametrelerin ayarlanması, YOLO'nun gastronomide yemek içeriği tespiti için en iyi sonuçları elde etmesini sağlayacaktır.

SONUÇLAR VE UYGULAMALAR

Makinelerin algoritmalarla öğrenmesi gastronomi gibi çeşitli alanlarda kullanım potansiyeline sahip olup; gıda hesaplamasında, yiyeceklerin sınıflandırılarak diyetlerin kolayca hazırlanabilmesinde, gıda güvenliği ve kirliliğine karşı kolayca hareket edilebilmesinde makine öğrenim yeterliliğini karşımıza çıkardı. Özellikle YOLO gibi algoritmalar, yemek içeriği tespiti konusunda yüksek başarı oranları sağlar.

YOLO Algoritması ile Gastronomide Yemek İçeriklerini Tespit Etme Bir Makine Öğrenimi

Doğru malzeme ve yemek bileşenlerinin tespiti; büyük ya da küçük ölçekli turist/misafir potansiyeline sahip otel, restoranlar ve yemek tarifi uygulayıcıları için büyük önem taşır. Teknolojinin gelişmesi ve makinaların derin öğrenme modelleriyle işlenmesi nesnelere ya da yiyeceklerin görüntülerinde hızlı bir şekilde analiz ederek gerçek zamanlı tespitini mümkün kılmaktadır. YOLO gibi algoritmaların gıda hazırlanma sürecinde kullanılması zaman kısıtlaması nedeniyle beslenmesine önem veremeyen ve fast food gibi gıdalara yönelen bireyler için kullanıcı dostu bir ara yüz edinilmesine, böylece yiyecek satan firmaların veya restoranların da sipariş takibi, yemek dağıtım hizmetlerinde destek vermesine neden olmaktadır. Metabolik sendrom, obezite, kanser, hipertansiyon, depresyon ve kardiyovasküler hastalık dahil olmak üzere kronik sağlık bozukluklarının ortaya çıkmasında beslenmenin ve yaşam tarzının etkili olduğu düşünülürse YOLO gibi algoritmaların kullanışlı ve sağlıklı bir araç olarak kullanılması verimli olacaktır. Özellikle besin alerjisi ya da hassasiyeti bulunan insanlar için besin içerik analizinin önemi büyüktür; bu kapsamda kullanılacak YOLO algoritması ile toplu beslenme yapılan yerlerde ya da gıda dağıtım şirketlerince alerjen içeren malzemelerin doğru bir şekilde tanımlanmasını sağlayarak müşteri güvenliğartırabilir. Ayrıca YOLO, restoranlarda müşteri potansiyeline ve beğenisine göre otomatik menü oluşturarak yemek standardı ve reçete oluşturma süreçleri kısaltılabilir. Kullanıcılar masada, fotoğrafları YOLO'ya yükleyerek hızlı bir şekilde malzemeleri tanımlayabilir ve doğru tariflere erişebilir. YOLO gibi derin öğrenme algoritmalarının gelişmesiyle gastronomide daha fazla uygulama ve gelişme beklenmektedir. Geliştirilmiş versiyonlar ve benzer algoritmalar, yemek içeriği tespiti konusunda daha da ileri çözümler sunabilir. Özellikle YOLO'nun yöresel mutfak uygulamaların da yemek içeriği tespiti için kullanımı, etkileyici sonuçlar sunmaktadır. Yüksek başarı oranı, hızlı uygulama yeteneği, alerjen belirleme, otomatik menü oluşturma ve malzeme tanımlama gibi avantajları sayesinde gastronomi sektöründe çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Gelecekteki gelişmelerle birlikte, YOLO ve benzer derin öğrenme algoritmalarının daha da geliştirilmesi ve iyileştirilmesi, gıda görüntüsüne dayalı diyet öneri ve çölyak gibi özel beslenme gereksinimi olan bireylerin yemeğe yaklaşımı için yemek içeriğinin tespiti konusunda daha da büyük bir potansiyel sunmaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı	Bu çalışma 10/12/2021 tarih ve 2021/586 sayılı Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel araştırma ve yayın etiği kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.
Yazarların Makaleye Olan Katkıları	Makalede her yazarın eşit katkısı bulunmaktadır.
Çıkar Beyanı	Yazarlar açısından ya da üçüncü taraflar açısından çalışmadan kaynaklı çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Aktaş, A., Demir, Ö., & Doğan, B. (2020). Derin öğrenme yöntemleri ile dokunsal parke yüzeyi tespiti. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(3), 1685-1700.
- Atban, F., & İlhan, H. O. (2022). Öznitelik Seviyesinde Füzyon Yaklaşımının Kuruyemiş Tür Sınıflandırılmasında Performans Değerlendirmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (45), 48-52.
- Aydın, Ş., & Çakır, M. U. (2022). Gastronomi ve dijitalleşme. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12(4), 2143-2159.
- Chopra, M., & Purwar, A. (2022). Food Image Recognition Using CNN, Faster R-CNN and YOLO. *In Applications of Artificial Intelligence, Big Data and Internet of Things in Sustainable Development* (81-89). CRC Press.
- Fu, Y. (2020). Fruit Freshness Grading Using Deep Learning, A thesis submitted to the Auckland University of Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Computer and

- Güner, D., & Aydoğdu, A. (2022). Gastronomi alanındaki teknolojik gelişmelere yönelik bir değerlendirme: Dijital gastronomi. *Aydın Gastronomy*, 6(1), 17-28.
- Güneş, E., Bayram, Ş. B., Özkan, M., & Nizamlioğlu, H. F. (2018). Gastronomy four zero (4.0). *International Journal of Environmental Pollution and Environmental Modelling*, 1(3), 77-84.
- Güngör, C., Baltacı, F., Erdem, A., & Erdem, E. (2017, May). Turkish cuisine: A benchmark dataset with Turkish meals for food recognition. In 2017 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU) (pp. 1-4). IEEE.
- Joshua, S. R., Shin, S., Lee, J. H., & Kim, S. K. (2023). Health to Eat: A Smart Plate with Food Recognition, Classification, and Weight Measurement for Type-2 Diabetic Mellitus Patients' Nutrition Control. *Sensors*, 23(3), 1656.
- Kaur, R., Kumar, R., & Gupta, M. (2023). Deep neural network for food image classification and nutrient identification: A systematic review. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 1-21.
- Küçük, Z. K., & Ekren, N. (2020). Akıllı mutfak için tasarlanmış sistemler üzerine bir derleme. *International Periodical of Recent Technologies in Applied Engineering*, 2(1), 25-34.
- Liu, C., Cao, Y., Luo, Y., Chen, G., Vokkarane, V., & Ma, Y. (2016). Deepfood: Deep learning-based food image recognition for computer-aided dietary assessment. In *Inclusive Smart Cities and Digital Health: 14th International Conference on Smart Homes and Health Telematics, ICOST 2016, Wuhan, China, May 25-27, 2016. Proceedings 14 (37-48)*. Springer International Publishing.
- Nivedhitha, P., Anurithi, P., Meenashree, S. S., & Kumari, P. (2022, November). Food Nutrition And Calories Analysis Using YOLO. In *2022 1st International Conference on Computational Science and Technology (ICCST)* (382-386). IEEE.
- Özel, M. A., Baysal, S. S., & Şahin, M. (2021). Derin Öğrenme Algoritması (YOLO) ile Dinamik Test Süresince Süspansiyon Parçalarında Çatlak Tespiti. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (26), 1-5.
- Öztürk, H. M. (2020). Teknolojik gelişmeler ve gastronomi alanına yansımaları: *Gastronomi 4.0. Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(2), 222-239.
- Redmon J., Divvala S., Girshick R., & Farhadi A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* , 779-788.
- Sun, J., Radecka, K., & Zilic, Z. (2019). Foodtracker: A real-time food detection mobile application by deep convolutional neural networks. *arXiv preprint arXiv:1909.05994*.
- Wang, Y., Wu, J., Deng, H., & Zeng, X. (2021). Food image recognition and food safety detection method based on deep learning. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2021.
- Web 1. <https://kaanugurluoglu123.medium.com/yolo-you-only-look-once-versiyonlar%C4%B1-ve-%C3%B6zellikleri-nelerdir-cb3bf88be324>. (Erişim tarihi: 10.06.2023)
- Xu, B., He, X., & Qu, Z. (2021). Asian food image classification based on deep learning. *Journal of Computer and Communications*, 9(03), 10.
- Yue, X., Li, H., Shimizu, M., Kawamura, S., & Meng, L. (2022). YOLO-GD: a deep learning-based object detection algorithm for empty-dish recycling robots. *Machines*, 10(5), 294.
- Zeng G. (2017). Fruit and Vegetables Classification System Using Image Saliency and Convolutional Neural Network. *Proceedings of the Technology and Mechatronics Engineering Conference*, 324-331. doi:10.1109/ITOEC.2017.8122370
- Zhou, L., Zhang, C., Liu, F., Qiu, Z., & He, Y. (2019). Application of deep learning in food: a review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 18(6), 1793-1811.