



**Bu makaleye şu şekilde atıf yapılır:** Albayrak Ü., Gölcük A., & Aktaş S. (2024). *Agaricus bisporus*'ta Görüntü Tabanlı Hastalık Sınıflandırması için Kapsamlı Veri Seti, *Mantar Dergisi*, 15(1), 29-42.

Geliş(Received) :18.03.2024  
Kabul(Accepted) :05.04.2024

**Araştırma Makalesi**  
Doi: 10.30708.mantar.1452976

## ***Agaricus bisporus*'ta Görüntü Tabanlı Hastalık Sınıflandırması için Kapsamlı Veri Seti**

Ümit ALBAYRAK<sup>1\*</sup>, Adem GÖLCÜK<sup>2</sup>, Sinan AKTAŞ<sup>3</sup>

\*Sorumlu yazar: [umitalbayrak@selcuk.edu.tr](mailto:umitalbayrak@selcuk.edu.tr)

<sup>1</sup> Selçuk Üniversitesi İlgün MYO Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Konya/TÜRKİYE / [umitalbayrak@selcuk.edu.tr](mailto:umitalbayrak@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup> Selçuk Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya/TÜRKİYE / [adem.golcuk@selcuk.edu.tr](mailto:adem.golcuk@selcuk.edu.tr)

<sup>3</sup> Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Konya/TÜRKİYE / [sinaktas@yahoo.com](mailto:sinaktas@yahoo.com)

**Öz:** Bu makale, *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) İmbach'un kültüründe görülen hastalıkların sınıflandırması için görüntü tabanlı bir veri seti oluşturulması ve analiz edilmesi üzerine yapılan bir araştırmayı ele almaktadır. Veri seti, sağlıklı ve farklı hastalık sınıflarına ait görüntüleri içermektedir. Farklı aydınlatma koşullarında elde edilen görüntüler, ayrı bir sınıflandırma problemi için kullanılacak uygunlukta veriler sunmaktadır. Bu araştırma, mantar hastalıklarının tanımlanması ve sınıflandırılması için kullanılacak bir veri setinin oluşturulması, hastalıkların otomatik olarak tanımlanması ve sınıflandırılmasını mümkün kılacak derin öğrenme veya diğer makine öğrenmesi tekniklerinin kullanılmasına imkân sağlayacaktır. Veri setinin oluşturulması sürecinde, çalışma kapsamında geliştirilmiş olan taşınabilir mantar görüntüleme sistemi ile mantar işletmeleri ziyaretleri gerçekleştirilmiş; yaklaşık 7250 adet hastalıklı mantar, 1800 adet de sağlıklı mantar görüntüsü elde edilmiştir (Her bir aydınlatma ortamı için yaklaşık 3000 adet). Kültür mantarlarında yaygın görülen 4 farklı sınıf hastalık gözlemlenmiştir. Her bir mantar 3 farklı aydınlatma ortamında görüntülenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Agaricus bisporus*, Kültür Mantarı Hastalıkları, Görüntü Veri Seti, Görüntü Sınıflandırma.

### **Comprehensive Dataset for Image-Based Disease Classification in *Agaricus bisporus***

**Abstract:** This article discusses a study on creating and analyzing an image-based dataset for the classification of diseases seen in culture of the *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) İmbach species. The dataset includes images of healthy and different disease classes. Images obtained under different lighting conditions provide suitable data that can be used for a separate classification problem. This research will enable the creation of a data set that can be used to identify and classify fungal diseases and the use of deep learning or other machine learning techniques that will enable automatic identification and classification of diseases. During the creation of the data set, mushroom businesses were visited with the portable mushroom imaging system developed within the scope of the study; Approximately 7250 diseased mushrooms and 1800 healthy mushroom images were obtained (Approximately 3000 for each lighting environment). Four different classes of diseases that are common in cultivated mushrooms have been observed. Each mushroom was viewed under 3 different lighting conditions.

**Keywords:** *Agaricus bisporus*, Cultured Fungal Diseases, Image Dataset, Image Classification.

## Giriş

Halk arasında yaygın olarak "Kültür mantarı, Beyaz şapkalı kültür mantarı, Çayır mantarı", literatürde de "Şampiyon mantarı" olarak bilinen *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach (Sesli et al., 2020), dünya genelinde yetmişten fazla ülkede üretilmekte olup tüketim açısından en çok tercih edilen mantar türlerinden biridir (Pasban vd., 2014). Bu mantar türleri, yakın dönemde giderek artan bir talep görmektedir. Bunun en önemli nedenleri arasında; kalori, sodyum, yağ ve kolesterol içeriklerinin düşük; protein, karbonhidrat, lif, vitamin ve amino asit içeriklerinin yüksek seviyede olması yer alır. Ayrıca; hoş lezzetleri, yaygın bulunabilirlikleri ve fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmeleri, bu türü her geçen gün daha çekici ve tercih edilen bir seçenek haline getirmiştir (Wang vd., 2018). Buna paralel olarak da küresel ölçekte üretilen ve yaygın olarak tüketilen mantar türleri arasında, *A. bisporus* başı çekmektedir (Alkan vd., 2022; Ghorai vd., 2009; Sesli vd., 2020).

*A. bisporus*, üretiminde yüksek verim ve kaliteli ürün elde etmek tüm işletmelerin temel hedefi olmasına rağmen, üretim aşamasında karşılaşılan hastalık ve zararlılar ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir (Eren ve Pekşen, 2019).

*A. bisporus* kültüründe yaygın olarak görülen hastalıklar arasında yaş kabarcık, kuru kabarcık, yumuşak küf, yeşil küf, beyaz alçı ve bakteriyel leke bulunmaktadır. Yaş kabarcık hastalığında, ilk tomurcuklar enfekte olduğunda mantarlar çok değişik şekillerde olabilmektedir. Enfeksiyonlu mantarların çevresinde beyaz bir küf olarak gelişmekte ve mantarı yumuşak bir misel yumağına dönüştürmektedir. Enfekte olmuş mantarların ilk safhalarında içinden kahverengi amber renkli bir sıvı açığa çıkar. Başlangıçta beyaz ve kabarık ancak ileri safhalarda kahverengileşir ve sonra çürür. Kahverengileşmiş nemli yüzey hastalığın en çok karşılaşılan formudur. Kuru kabarcık hastalığında, hafif enfeksiyonlarda kahverengi lekeler veya sapın üst kısımlarında ve şapkalarda çizgilere neden olmaktadır. Bu lekeler sporulasyondan sonra grimsi bir renk alır. Olgun mantarlarda şapka deformasyonları oluşur. Mantarın sapı soyulmuş bir muza benzer. Mantar çürümez, kurur. Yumuşak küf veya örümcek ağı hastalığı; örtü toprağı üzerine beyaz karbonat dökülmüş gibi başlar. Kompostun her tarafına yayılır. Hastalığın ilerlemesi sırasında mantarların çürümesine ve kokuşmasına sebep olur. Hastalıklı mantarlar hamur gibi yumuşak bir hal alırlar. Yeşil küf hastalığı, kompost yüzeyinde ilk aşamada mantar misellerine benzer şekilde beyaz renkte gelişir. Bu nedenle ilk aşamada üreticiler tarafından fark edilememektedir. Birkaç gün içinde beyaz renk kaybolarak koyu yeşili renkte spor kütleleri oluşur. Beyaz alçı hastalığı, kompost yüzeyinde bulunduğu yerlerde

sıkı, beyaz yaralar halinde miselyum örtüsü oluşturur. Böylelikle örtü toprağı veya kompost, yoğun bir şekilde unla kaplanmış gibi görünür. Bakteriyel leke hastalığı, kültür mantarcılığında önemli ve yaygın bir hastalıktır. Şapka üzerinde sarı veya tarçın renginden koyu kahverengiye kadar değişen renkte lekeler şeklinde kendini gösterir. Şapka üzerinde kısmen veya tamamen olabilir. Nadiren sapta uzunluğuna lekeler oluşabilir. Genellikle lekeler yüzeyseldir (Belletini vd., 2018; Fazıl Fayaz Wani vd., 2021; Kaşık, 2010; Öztürk ve Kaşık, 2000).

Son yıllarda mantar üretiminde artan hastalık ve zararlılar, mücadelede kullanılan kimyasal miktarının da artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte Türkiye'de kültür mantarı üretiminde kullanımı onaylanmış, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış kimyasal ilaç konusunda ciddi sorunlar bulunmaktadır. Mantar yetiştiriciliği için ruhsatlandırılmış kimyasal ilaç sayısının çok kısıtlı olmasına ek olarak yaygın görülmekte olan birçok hastalık ve zararlı için ruhsatlanmış ilaç bile bulunmaması nedeniyle üretim sırasında karşılaşılan hastalık ve zararlılara karşı mantar için ruhsatlı olmayan birçok kimyasalın kullanıldığı görülmektedir. İşletmelerin yaşamış olduğu hastalık ve zararlılara karşı sadece kimyasal ilaç ile mücadele de yeterli olmamaktadır. Kültür mantarının gelişim süresi ile hasat süresi arasındaki zamanın kısa olması kullanılan kimyasal ilaçların kalıntılarının ürün üzerinde kalmasına, dolayısıyla sağlık problemlerine yol açmaktadır ve dolayısıyla gıda olarak tüketilmesi insan sağlığını olumsuz etkilemektedir (Eren ve Pekşen, 2019).

Kültür mantarı üretiminde verimliliği artırmanın en etkili ve temiz yöntemi; hastalıklı mantarların ve hastalık türlerinin hızlı bir şekilde tespit edilmesine dayanmaktadır. Bir mantar üretim ortamında hastalıklı mantarların ve beraberinde hastalıklı türlerinin erken tespiti halinde, hastalıklı mantarı içeren kompostun hemen ortamdan uzaklaştırılması veya uygun tarımsal müdahalenin yapılması; diğer kompostların da hastalanmasını engelleyecektir. Bu durum sağlıklı kompostları hastalanmaktan kurtaracağı için zaman, emek ve ekonomik olarak tasarruf sağlayacaktır. Aynı zamanda; hastalıklı mantarların sayısının minimuma indirilmesi mantarlardaki kimyasal ilaç birikimini de düşürecektir. Sonuç olarak hastalıklı mantarların tespit edilebilmesi, temiz tarım uygulamasına imkân sağlayan insan sağlığı için de oldukça önemli bir durumdur.

*A. bisporus* yetiştiriciliğinde, hastalıkların hızlı bir şekilde tespit edilmesi bahsi geçen nedenlerle büyük önem arz etmektedir. Mantar yetiştiricilerinin birçoğunun hastalıklar hakkında uzmanlık seviyelerinin yeterli olmaması nedeni ile sektörde ağır seviyede zaman ve ekonomik kayıplar yaşanmaktadır. Sonuç olarak

geleneksel teşhis yöntemleri zaman alıcı ve maliyetli olabilmektedir.

Günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle geleneksel teşhis yöntemlerine inovatif bir alternatif olarak hızlı ve etkili bir yöntem olan bilgisayarlı görme tabanlı sınıflandırma ve tanımlama işlemleri birçok alanda kullanılmaktadır. Bilgisayarlı görme, görüntünün yapay zekâ teknikleri ile anlamlandırılması olarak ifade edilebilir. Bilgisayarlı görme tekniklerinin birçok farklı ürün ve sektörde kullanıldığı ve çok olumlu sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir (Golcuk vd., 2023; Golcuk ve Yasar, 2023; Yasar vd., 2023).

Bilgisayarla görme, uzun zaman alan veya gerçekleştirilmesi için karmaşık aparatlar gerektiren sıkıcı izleme süreçlerini basitleştirebilir (Cubero vd., 2011). Bilgisayarlı görme işlemi sınıflandırma ve tanımlama işlemlerinde oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Analiz ve teşhis işlemlerinin zaman ve maliyetinin yüksek olduğu ortamlarda sonuca daha hızlı ve kolay ulaşmayı sağlamaktadır. Bununla beraber doğruluk oranının yüksek olması bilgisayarlı görme sistemini güvenilir kılmaktadır (Doğan ve Türkoğlu, 2018).

Görüntü tabanlı sınıflandırma problemlerinde; sınıflandırılmak istenen her bir sınıfa ait görseller kullanılacak tekniğe göre bir dizi ön işlemden geçirilerek ya da hiçbir işleme tabi tutulmaksızın makine öğrenmesi tabanlı algoritmalarla ya da herhangi bir özellik çıkarımına ihtiyaç duymayan derin öğrenme yöntemiyle anlamlandırılmaya çalışılır.

Makine öğrenmesi ile görüntü sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak; Convolutional Neural Networks (Evrışimli Sinir Ağları- CNN), Support Vector Machines (Destek Vektör Makineleri- SVM), Random Forest (Rastgele Ormanlar) ve K-Nearest Neighbors (K-En Yakın Komşular- KNN) yöntemleri sıklıkla kullanılırlar (Aggarwal, 2014).

CNN, görüntülerin karmaşık özelliklerini öğrenmek için derin öğrenme mimarilerini kullanır. Evrışim ve havuzlama katmanlarından oluşan bir yapı kullanarak, görüntülerin hiyerarşik özelliklerini çıkarır ve sınıflandırma yapar (Jogin vd., 2018).

SVM, veri noktalarını sınıflandırmak için bir hiper düzlem kullanır ve sınıflar arasındaki marjini maksimize etmeye çalışır. SVM, özellikle küçük ve orta ölçekli görüntü verileri için uygundur (Kecman, 2005).

Random Forest, görüntü sınıflandırma için topluluk öğrenmesi yöntemlerinden biridir. Birden fazla karar ağacının bir araya gelmesiyle oluşan bir modeldir. Her bir ağaç rastgele örneklenmiş veri alt kümesiyle eğitilir ve sonuçlar bir araya getirilerek final sınıflandırma yapılır (Ali vd., 2012).

KNN, bir veri noktasını sınıflandırmak için en yakın k komşusunun etiketlerini kullanır. Veri noktasının sınıfı,

k en yakın komşuların çoğunluk sınıfı olarak belirlenir (Kramer, 2013).

Tarımsal görüntülerin çeşitli makine öğrenimi teknikleri ile kullanımına dayalı yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artış göstermektedir. Bu durum artık sadece akademik bir amaçla değil beraberinde verimin artırılması, iş gücünün azaltılması, insan sağlığının ön planda tutulması, tohum kalitesinin artırılmasına bağlı tarımsal kalitenin artırılması ve ekonomiye katma değer sağlanması gibi birçok olumlu sonucu da beraberinde getirmektedir.

Görsel sınıflandırma ve tanımlama işlemleri; birçok tarımsal üründe olduğu gibi *A. bisporus* yetiştiricileri ve araştırmacılar için hastalıkların daha etkili bir şekilde takip edilmesine imkân sağlayacaktır.

*A. bisporus* yetiştiriciliğinde görülen hastalıklarda makine öğrenimi tabanlı sınıflandırma ve tanımlama yapılabilmesi için her bir hastalıktan olabildiğince fazla örnek görüntüye ihtiyaç duyulacaktır. Literatür incelendiğinde kamuya açık ve kapsamlı yetiştiricilikte hastalıklara ait görüntü veri seti olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmanın amacı, *A. bisporus* yetiştiriciliğinde görülen hastalıklara ait bir mantar görüntüleri veri seti oluşturarak, hastalıkların erken teşhisi ve yönetimi için bir kaynak sağlamaktır. Bu veri seti, görüntü analizi tabanlı derin öğrenme ve diğer makine öğrenmesi tekniklerinin kullanılmasına imkân sağlayacak ve buna bağlı olarak hastalıkların otomatik olarak tanımlanmasını ve sınıflandırılmasını mümkün kılacaktır. Bu durumun, mantar yetiştiricilerinin üretim süreçlerini optimize etmelerine, hastalıklarla mücadele etmelerine ve ürün kalitesini artırmalarına katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda, araştırmacılara mantar hastalıkları üzerine daha kapsamlı bir anlayış geliştirmeleri için bir temel sağlanabilecektir.

### Materyal ve Metod

Çalışma kapsamında oluşturulan veri seti için *A. Bisporus*'un kültür ortamında fotoğrafları; TÜİK bitkisel üretim verilerine göre ülkemizde kültür mantarı üretimi yönünden ilk beşte yer alan üç ilimizden temin edilmiştir (TÜİK, 2023). Antalya'ya bağlı Korkuteli ilçesi Isparta'ya bağlı Sariidris kasabası başta olmak üzere Konya'ya bağlı Doğanhisar, Kadınhanı, Sarayönü ve Akören ilçelerinde yer alan kültür mantarı üretim tesislerine 2023 yılı içerisinde farklı zaman dilimlerinde birden fazla kez düzenlenen ziyaretler ile yerinde fotoğraflanarak görüntüler elde edilmiştir.

Veri seti oluşturma sürecinde; mekânsal olarak 32 farklı işletmeye ait 100'den fazla mantarhanede toplamda 500-600 saat çalışmalar yapılmıştır.

Bu süreçte; fotoğraflama için kullanılan ekipmana ait bilgiler ve fotoğraflama parametreleri tablo olarak verilmiştir. (Tablo1)

Tablo 1. Ekipman ve Fotoğraflama Parametreleri

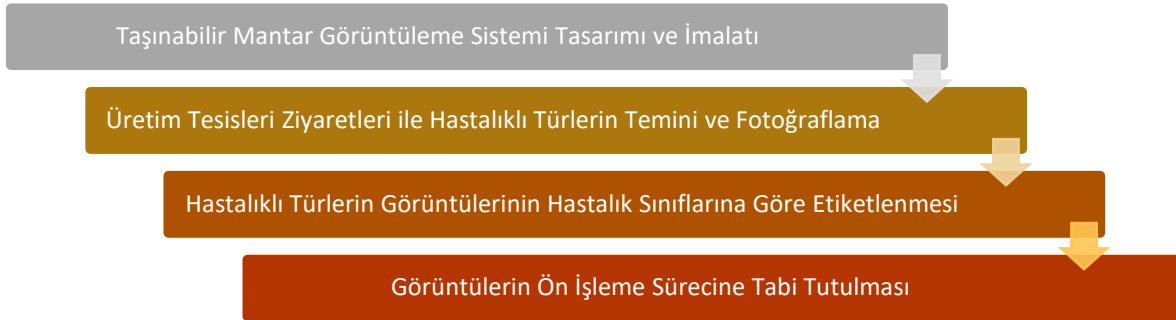
Özellik	Değer
Kamera Model	iPhone 13 Pro 12 MP Arka
Lens Model	iPhone 13 Pro 5.7mm f/1.5
Sensör Mod	Tek çipli renk alanı sensörü
Poz Süresi	1/33 s.
Dyafram Değeri	f/1.5
ISO Hızı	ISO- 400
Parlaklık	-0.43589932184939467
Beyaz Denge	Otomatik
Pozlama Denge	0
Flash Modu	Tamamen kapalı mod
Odak Uzunluğu	5.7 mm
Çözünürlük	4032x3024 piksel

Veri seti oluşturulma sürecinde; her bir hastalık sınıfına ait mantar sayılarının yaklaşık olarak dengeli

dağılım göstermesine ve her bir hastalıklı mantarın sadece bir sınıfa ait belirtiler barındırmasına özen gösterilmiştir. Çok nadir de olsa birden fazla hastalığa ait belirtileri barındıran mantarlara ait görseller sistemin kararlılığına zarar verebileceği öngörülerek veri seti içerisine dahil edilmemiştir.

Hastalıklı *A. bisporus* örneklerinin temini için ziyaret edilen mantar üreticisi işletmelerde; oluşturulan veri setinin sınıflandırma problemlerine uygun olabilmesi yani aynı tip fotoğraflardan oluşması için kompost yüzeyi hastalıkları dikkate alınmayarak sadece mantarlar üzerinde gelişen hastalıklar esas alınmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen veri setinin oluşturulması; taşınabilir mantar görüntüleme sistemi tasarımı ve imalatı, üretim tesisleri ziyaretleri ile hastalıklı türlerin temini ve fotoğraflama, hastalıklı türlerin görüntülerinin hastalık sınıflarına göre etiketlenmesi ve görüntülerin ön işleme sürecine tabi tutulması olmak üzere toplam dört aşamada gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Veri seti oluşumu işlem basamakları

### Taşınabilir Mantar Görüntüleme Sistemi Tasarımı ve İmalatı:

Veri seti içerisinde yer alan mantar fotoğraflarının standart ışık ve görüntü kalitesine sahip olması istenilmektedir. Beraberinde bu standart ortamın taşınabilir olması da gerekmektedir. Bu durumlar göz önünde bulundurularak taşınabilir mantar görüntüleme sistemi tasarlanmış ve imal edilmiştir.

Taşınabilir mantar görüntüleme sistemi üretim süreci; kutu tespiti ve bölme oluşturulması, kutu içinin fiziksel olarak görüntü alımına uygun hale getirilmesi, ekipman ve bağlantı elemanlarının 3d yazıcı ile üretilmesi, aydınlatma sistemi tasarımı ve montajı, taban platformu üretilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Taşınabilir Mantar Görüntüleme sistemi için en uygun malzeme olarak plastik kutu (45x30x35 cm) seçilmiş ve üzerinde geliştirmeler yapılmıştır.

Fotoğraf alınacak alanın yaklaşık kare formda olması ve batarya, kontrol ünitesi gibi ekipmanların konulabilmesi için kutu içerisine bölme oluşturulmuştur.

Sonraki aşamada; kutu içinin fiziksel olarak görüntü alımına uygun hale getirilmesi sağlanmıştır. Bu bağlamda kutu içerisinden en uygun şekilde görüntü alınabilmesi için ortam karartma ve uygun renk seçimi işlemleri yapılması gerekmiştir.

Beyaz arka planla çekilen fotoğraflar modellerin doğruluğunu değiştirebilir. Çünkü beyaz fon görüntü alımı sırasında aydınlatma ve farklı ışık koşulları gibi nedenler görüntüyü etkileyebilmektedir (Hornberg, 2017). Bu çalışmada, yansımaları en aza indirmek için fotoğraf alınacak iç yüzey öncelikle tamamen mat siyah renge boyanmış sonrasında ise uzman görüşleri doğrultusunda; zemin mat siyah, duvarlar mat beyaz olarak renklendirilmiştir.

Görüntüleme sistemi içinin fiziksel olarak görüntü alımına uygun hale getirilmesi aşaması için işlem adımları sırasıyla verilmektedir (Şekil 2).

Boyama işlemi öncesi boyanın yüzeye tutunabilmesi için zımparalama işlemi yapılmıştır. Sadece boyanması istenilen yüzeyler açıkta kalacak şekilde

maskeleme işlemi yapılmıştır. Boyanın homojen olarak dağılması ve yüzeyler arası renk tonu farkı kalmaması için astar boya atma işlemi yapılmıştır. Astarlama işlemi sonrası ilk düşünülen nihai ürün olarak kutunun fotoğraflama yapılacak iç yüzeyi tamamen mat siyah renk ile boyanmıştır. Hem duvarların hem de zeminin siyah olduğu hali ile yapılan denemelerde ışığın yeteri kadar

etkin kullanılmadığı fark edilmiş ve uzman görüşleri doğrultusunda sadece zeminin siyah kalması, duvarların ise mat beyaz olmasına karar verilmiştir. Bu aşamada kabin duvarlar mat beyaz ile boyanmış, zemin için ise mat siyah kaplama yapılması tercih edilmiştir. Yapılan denemelerde olumlu sonuç alınmış olup diğer aşamalara bu hal üzerinden devam edilmiştir.



Şekil 2. Taşınabilir mantar görüntüleme sistemi fiziksel ortam imalat aşamaları

İlerleyen aşamada ekipman ve bağlantı elemanlarının tasarımı ve 3d yazıcı ile üretilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada görüntüleme kabini üzerinde kullanılan parçalar amaca uygun şekilde özel olarak tasarlanmış ve 3d yazıcı ile üretilmiş yapılmıştır (Şekil 3).

(A) görseli ile gösterilen parça kutunun iki yanında bulunan tutamaç delikleri ışık girişine engel olması için kapalı ve dışarı çıkıntılı hale getirilmiştir.

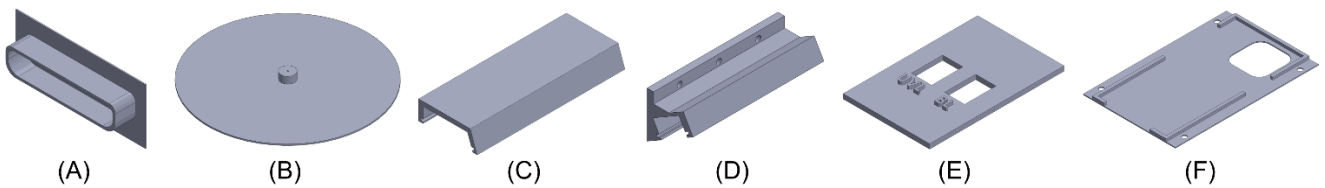
(B) görseli ile gösterilen parça fotoğraflama alanında görüntüsü alınacak mantarın konumlandırılabilmesi için tasarlanmıştır. İlk olarak köpük levha konulması düşünülmüştür. Ancak merkezleme sorunu ve ağırlığı taşıyabilmesi açısından 3d model tasarlanmış ve tam ortasından ince bir çivi geçirilerek mantarın görüntü alma süresince ortalı ve ayakta durması

sağlanmıştır. Baskısı alınan parçanın üzerine siyah renkli keçe örtülerek görüntü arkası fon oluşturulmuştur.

(C) ve (D) görselleri ile gösterilen parçalar Fotoğraflanacak nesnelere her durum ve şartta eşit oranda ve parlama yapmayacak şekilde açılı aydınlatma sağlanması açısından aydınlatma kanalları olarak tasarlanmıştır.

(E) görseli ile gösterilen parça fotoğraflanacak nesnelere farklı aydınlatma sistemleri (Ultraviole ve Beyaz Işık) ile aydınlatma yapılabilmesi için aydınlatma kontrol paneli olarak tasarlanmıştır.

(F) görseli ile gösterilen parça nesnelere her durumda aynı açıdan görüntülenebilmesi için görüntüleme ekipmanını (telefon) sabitleyen bir tutucu olarak tasarlanmıştır.



Şekil 3. Amaca uygun tasarlanıp 3d yazıcı ile üretilen parçalar

Taşınabilir görüntüleme sistemlerinde fotoğraflanması istenilen nesnenin dış ortamdan bağımsız bir şekilde ve her defasında aynı şartlarda fotoğraflama yapması beklenir. Bu nedenle en önemli parametrelerden bir tanesi aydınlatma sistemidir.

Bilgisayarlı görme uygulamalarının önemli özelliklerinden biri de incelenecek nesnenin özelliklerinin görünür olmasıdır. Nesnenin ayırt edici özelliklerinin görünürlüğü aydınlatmaya bağlıdır. Aydınlatma, bir

sahnedeki ışık miktarını ifade eder. Aydınlatmanın şekli, kullanılan filtreler, görüntünün yakalanması ve işlenmesi, dijital görüntüde bir renk dengesizliği yaratır. Çünkü kamera görüntüyü yakalarken ışığı tam olarak insan gözüyle aynı şekilde algılamaz. Dolayısıyla bu durum dijital görüntülerdeki aydınlatma katsayısını değiştirmektedir (Büyükanıkan ve Ülker, 2023).

Ultraviyole veya yakın kızılötesi spektrumların kullanılması, insan gözünün göremediği kusurları veya özellikleri keşfetmeyi mümkün kılar (Cubero vd., 2011).

Literatürden edinilen bilgiler ve ultraviyole ışığın bazı hastalıkların tespitini kolaylaştırabileceği yönündeki uzman görüşleri doğrultusunda geliştirilen taşınabilir mantar görüntüleme sistemi bünyesinde aydınlatma ekipmanı olarak hem ultraviyole hem de beyaz ışık kullanılmıştır. İki farklı ışık kaynağı kullanılarak her bir mantardan toplam üç farklı (beyaz ışık, UV ışık ve her ikisi de) fotoğraf elde edilmiştir.

Fotoğraflanacak nesnelere her durum ve şartta eşit oranda ve parlama yapmayacak şekilde aydınlatma sağlanması açısından aydınlatma kanalları tasarlanmıştır.

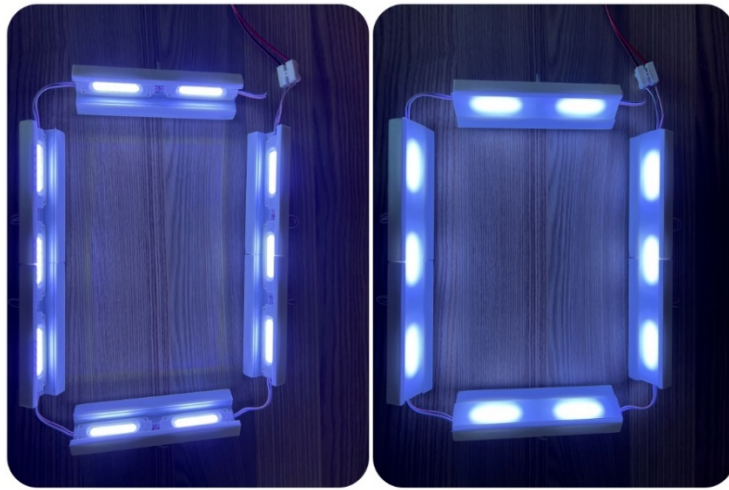
Genel olarak algılanmak istenilen nesne; meyveler ya da mantarlar gibi küresel ve kavisli yapıya sahip ise şekil itibarı ile ışık nesneye eşit şekilde dağılmaz. Bu sorunu çözecek en uygun aydınlatma tasarımı,

aydınlatma kaynağının nesneyi 45° açıyla aydınlatmasıdır (Gómez-Sanchis vd., 2008).

Düz bir nesneye göre 45° dikey açıyla yerleştirilen lambalar genellikle etkilidir. Bu durumda aynasal yansıma azaltılır ve böylece istenmeyen parlamalar önlenir (Cubero vd., 2011).

Aydınlatma kanalları ilk olarak tasarım aşamasında açısız olarak (Şekil 3-C) düşünülmüş ancak istenilen homojenlikte ve parlama yapmayacak şekilde bir aydınlatma elde edilememiştir. Bunun üzerine yapılan literatür araştırmaları sonucunda uygun aydınlatma kanalı 45° açıyla tasarlanmış (Şekil 3-D) ve olumlu sonuç alınmıştır.

Fotoğraflanacak nesnelere homojen ve parlama yapmayacak aydınlatma sağlanabilmesi için aydınlatma kanalları beyaz difüzör kapaklarla kapatılmıştır. Difüzör kullanılmayan aydınlatma ve difüzör kullanılan aydınlatma karşılaştırmalı olarak verilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Difüzsüz ve difüzörlü aydınlatma

Aydınlatma sistemini oluşturan Beyaz Led ve UV Ledlerin fotoğraflama sırasında kolaylıkla kontrol edebilmesi için kutu dışına aydınlatma kontrol paneli yerleştirilmiştir.

Beyaz ledlerin nesne üzerinde parlama yapmasını önlemek ve kutu içerisinde uygun parlaklıkta sabit bir gerilim değeri elde etmek için ayarlı voltaj regülatörü (LM2596 Ayarlanabilir Güç Kaynağı Modülü)

kullanılmıştır. Uygun aydınlatma değerinin belirlenmesi için farklı voltaj değerlerinde elde edilen mantar fotoğrafları verilmektedir (Şekil 5). Görselde yer alan fotoğraflar soldan sağa voltaj değerleri düşürülerek uygun aydınlık değeri belirlenmiştir.

Arazide mobil olarak görüntü alınabilmesi için sisteme aydınlatma ekipmanlarını uzun süre çalıştırabilecek 12V akü bağlanmıştır.



Şekil 5. Uygun aydınlatma değeri tespiti

Taşınabilir mantar görüntüleme sisteminde fotoğrafı alınacak olan mantarın istenilen açı ile ayakta durabilmesi ve fotoğrafta arka plan olarak kullanılacak mat siyah renkli keçenin kullanılabilmesi için taban platformuna ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda

görüntüleme sistemi tabanı üç katmandan oluşmaktadır. Bunlar; 1. katmanda siyah PVC konveyör bant, 2. katmanda 3d yazıcı ile amaca özel üretilen mantar tutucu tabla ve 3. katmanda parlamayı önlemesi açısından mat siyah renkli keçedir (Şekil 6).



Şekil 6. Taban platformu katmanları

#### Üretim Tesisleri Ziyaretleri ile Hastalıklı *A. bisporus* Temini ve Fotoğraflama:

Uygulama öncesi işleyişin öğrenilebilmesi, uygulanabilirliğinin sağlanabilmesi adına; Konya'ya bağlı Selçuklu, Sarayönü, Kadınhanı, Ilgın ve Doğanhisar ilçelerinde faaliyet göstermekte olan işletmelere ve kooperatiflere ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Devamında ilgili işletmeler ile gerek yüz yüze gerekse telefon ile görüşülmüş ve işletmelerden telefon uygulamaları

üzerinden hastalıklı mantar fotoğrafları temin edilmiştir (Şekil 7).

Üreticiler aracılığı ile temin edilen görsellerde ışık değerlerinin tutarsızlıkları, kadraj seçiminde yapılan hatalar gibi sorunlar tespit edilmiştir. Bu fotoğraflar ile elde edilen ilk veri seti üzerinde denemeler yapılmıştır. Ancak fotoğrafların tutarlı olamaması nedeniyle yeterli seviyede bir başarı oranına erişilememiştir.

Bahsi geçen nedenlerle üreticilerden görsel temin edilmesi yönteminden vazgeçilmiştir.



Şekil 7. Mantar üreticileri tarafından gönderilen görseller

Veri setinde kullanılmak üzere istenilen standart ışık ve görüntü kalitesine sahip mantar fotoğraflarının elde edilebilmesi için mantarhanelere taşınabilir mantar görüntüleme sistemi ile bizzat gidilerek görüntüleme yapılmasına gerek duyulmuştur.

Bu kapsamda; veri setinde kullanılan görsellerin tamamı Antalya'ya bağlı Korkuteli ilçesi, Isparta'ya bağlı Sarıidris kasabası, Konya'ya bağlı Doğanhisar, Kadınhanı, Sarayönü ve Akören ilçelerinde yer alan kültür mantar üretim tesislerine 2023 yılı içerisinde farklı zaman dilimlerinde birden fazla kez düzenlenen ziyaretler ile yerinde fotoğraflanarak elde edilmiştir (Şekil 8).

Görüntü toplama süreci içerisinde her bir konumun bir kez ziyaret edilmesi yeterli gelmemiş ve ilgili konumlara düzenlenen ziyaretler tekrarlanmak mecburiyetinde kalmıştır.

Mantarların, ekimi yapıldıktan sonra hasat edilebilir duruma gelmesi yaklaşık 25-30 gün süre almaktadır. Bu süreçlerin her birinin son kısmında yer alan ve kompostun en verimli olduğu 2-3 günlük dönem bir flaş dönemi olarak adlandırılmaktadır. Hastalıklı mantarlar en çok 1. flaş dönemi bitimi ve sonrasında gözlemlenebilmektedir. İşletmelerin flaş dönemlerinin birbirleri ile uyumlu olmaması nedeniyle aynı konumdaki işletmelere birden fazla kez gidilmesi gereklilik arz etmiştir.

Mantar İşletmelerine birden fazla gidilmesi gerekliliğinin bir diğer nedeni ise; işletmelerin hijyen, nazar vb. kaygılarla ilk seferde mantarhaneye yabancı kabul etmemeleridir. Bu durumlarda gerek işletmeciyi rahatlatarak önlemlerin alınması gerekse de gide gele ahablık kurulması gibi yöntemlerle işletmeye giriş izninin alınabilmesi söz konusu olmuştur.



Şekil 8. Üretim tesislerinde yapılan mantar toplama çalışmaları

#### **Hastalıklı Mantarların Görüntülerinin Hastalık Sınıflarına Göre Etiketlenmesi:**

Veri toplama sürecinde elde edilmiş olan yaklaşık 7800 adet mantar fotoğrafı; ilk etapta en yaygın görülen 4 hastalık sınıfına ve sağlıklı mantar sınıfına göre (bakteriyel leke, kuru kabarcık, yaş kabarcık, örümcek ağı, sağlıklı) gruplandırılmıştır (Şekil 9). Sonrasında her bir hastalık sınıfı içerisinde yer alan görseller; hangi ışık kaynağı altında gözlemlendiğine göre beyaz ışık, ultraviyole ışık ve beyaz+UV ışık olarak toplam 3 alt sınıfa daha gruplandırılmıştır. Sadece hastalık grupları olarak (Sağlıklı mantar grubu hariç) düşünüldüğünde 4 farklı hastalığa ait etiketlenmiş görsel bulunmaktadır. Işık kaynaklarına göre sınıflandırılmış gruplar göz önüne alındığında mantar fotoğraflarından toplamda 15 farklı grup bulunmaktadır.

#### **Hastalıklı Mantar Görüntülerinin Ön Görüntü İşleme İşlemlerinden Geçirilmesi:**

Mantar hastalıklarının sınıflandırılabilmesi amacıyla taşınabilir mantar görüntüleme sistemi kullanılarak elde edilmiş olan görüntüler; etiketleme işlemi sonrası bir takım ön görüntü işleme işlemlerine tabi tutulmuştur.

Ön görüntü işleme sürecinde; ilk olarak çekim sırasında veri kaybı oluşmaması adına dikdörtgen formda

çekilmiş olan görüntülerin kontrollü olarak kare forma dönüştürülmesi işlemi uygulanmıştır. Bu adımda; dikdörtgen formdan kare forma, 3024x4032 piksel → 3024x3024 piksel dönüşümü sağlanmıştır.

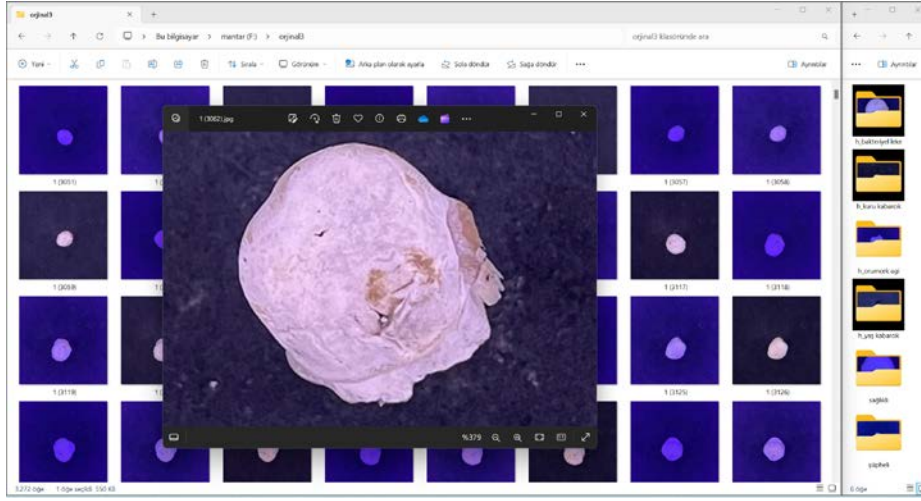
Kare forma dönüştürülen görüntülere bir sonraki aşamada, en büyük ölçülü mantar görüntüsü baz alınarak kenar kırma işlemi (trim) uygulanmıştır. Bu adımda en büyük ölçülü mantarı da çerçeveleyecek şekilde, 3024x3024 piksel → 1824x1824 piksel dönüşümü sağlanmıştır (Şekil 10). Bu aşama ile elde edilen veri seti en temel haliyle ham veri setini oluşturmuştur.

Sonraki adımda; görüntüler sınıflandırma problemleri için en uygun olan 256 x 256 piksel (Rajput vd., 2023) standart çözünürlüğüne yeniden boyutlandırılmıştır. Bu adımda görüntülere boyut küçültme (ratio) işlemi sonucu, 1824x1824 piksel → 256x256 piksel dönüşümü uygulanmıştır.

Oluşturulan veri setinin mantar hastalıklarının sınıflandırılması amacıyla kullanılabilir hale gelmesi için kırma ve indirgeme işlemlerine ek olarak görüntüler üzerindeki gürültünün azaltılması gibi başarıyı artıracak görüntü işleme işlemlerine daha tabi tutulması gerekli olmuştur. Görüntülerde; taban üzerine toprak veya çöp düşmesi gibi istemsiz bir şekilde oluşmuş olan gürültüler, gürültü azaltma işlemine tabi tutulmuştur. Bu bağlamda



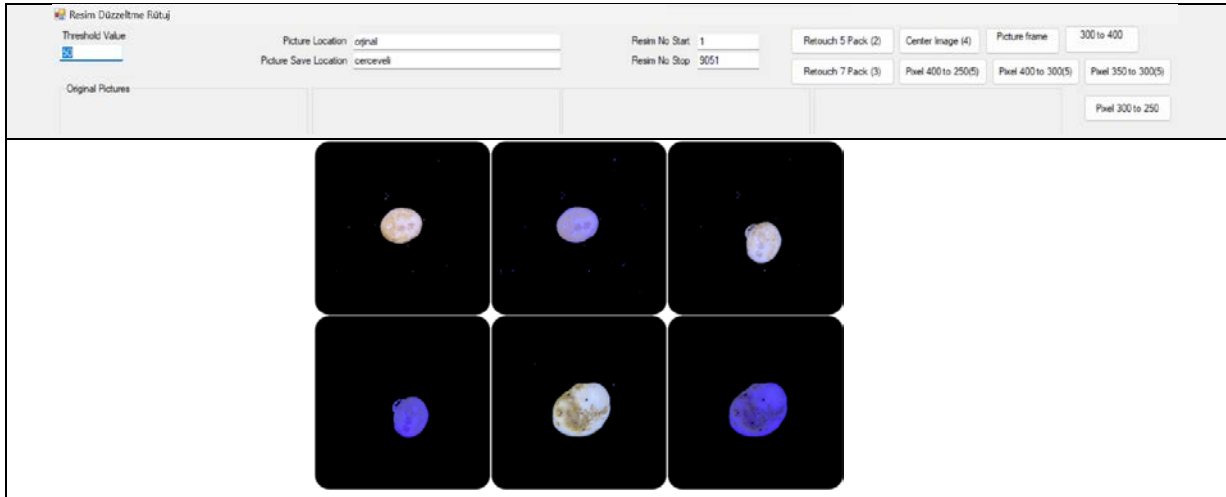
bu işlemlerin toplu olarak gerçekleştirilebilmesi için ek bir yazılım geliştirilmiştir (Şekil 11).



Şekil 9. Mantar görüntüleri üzerinde etiketleme işlemi



Şekil 10. En büyük ölçülü mantar esas alınarak görüntü kırma işlemi



Şekil 11. Görüntü ön işleme yazılımı ve gürültü azaltma işlemi sonrası görüntüler

### Bulgular

Çalışma kapsamında oluşturulan veri seti; *A. bisporus* türü mantarlarda yaygın olarak gözlemlenen; bakteriyel leke, kuru kabarcık, yaş kabarcık, örümcek ağı olmak üzere toplam 4 farklı hastalığa ait görseller barındırmaktadır. Veri setinde beşinci sınıf olarak sağlıklı mantarlara ait görseller de yer almaktadır. Veri setinde

yer alan her bir mantar 3 farklı aydınlatma ortamı ile fotoğraflanmıştır. Farklı aydınlatma seçenekleri esas alınarak adeta 3 farklı veri seti gibi düşünülebilir (Şekil 12). Aynı zamanda her bir sınıf için farklı aydınlatma seçeneklerinin varlığı da farklı bir sınıflandırma problemine konu olabilecek durumdadır. Yani, her bir

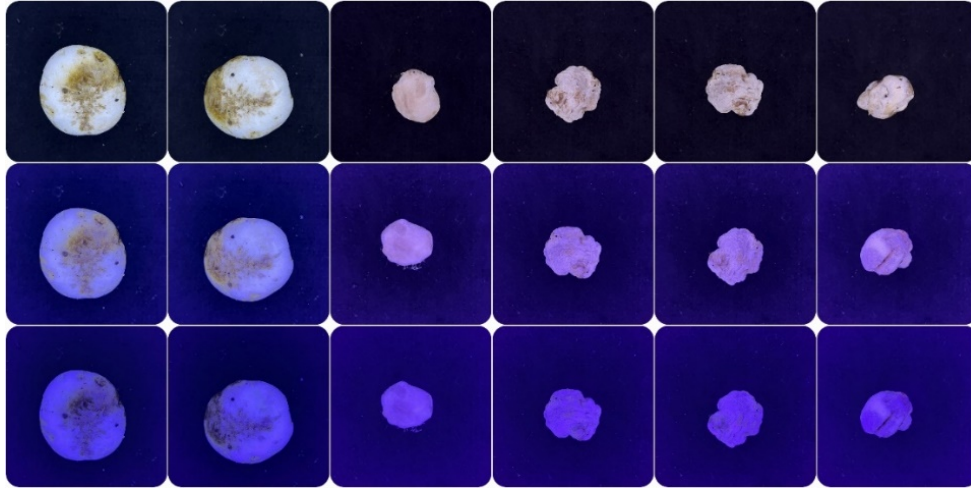
aydınlatma koşulu altında elde edilen görüntüler, ayrı bir sınıflandırma problemi için kullanılacak uygunlukta veriler sunmaktadır. Bu durumun, hastalık sınıflandırma algoritmalarının çeşitli aydınlatma koşulları altında test edilmesine ve başarımı daha yüksek sonuçlar elde edilmesine imkân sağlayacağı düşünülmektedir. Veri seti mimarisinde sınıflandırma yapısı açık bir şekilde gösterilmektedir (Şekil 13).

Ayrıca, veri setinin oluşturulma sürecinde dikkatle seçilen görüntülerin, farklı hastalık gruplarını ve farklı aydınlatma kaynaklarını temsil etmesi, sınıflandırma algoritmalarının çeşitli alternatiflerle test edilmesine imkân tanımaktadır. Mevcut bulgulara göre, sınıflandırma algoritmaları için uygun bir veri setinin oluşturulmasının, başarılı ve etkili hastalık tespiti sistemlerinin geliştirilmesinde kritik bir adım olduğunu göstermektedir.

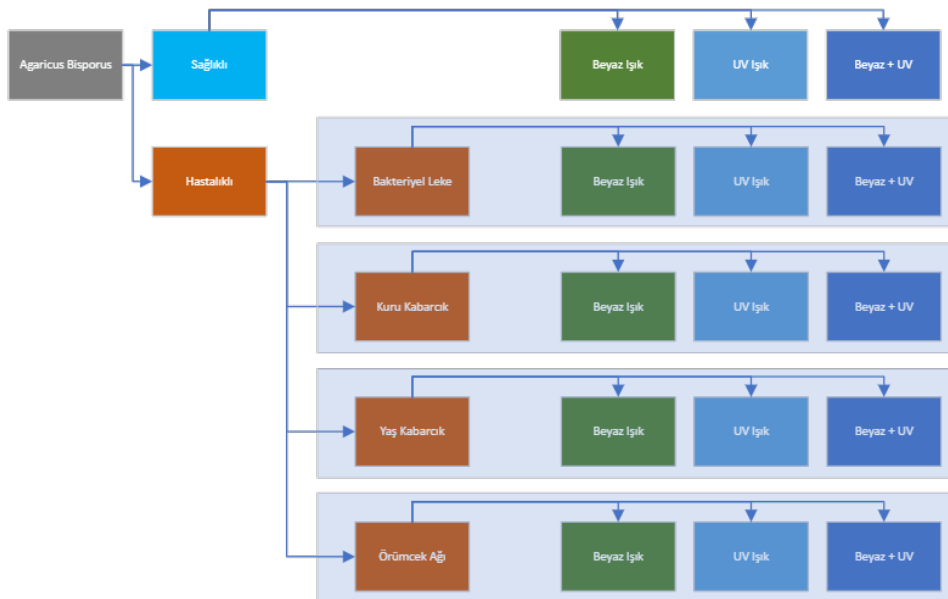
Veri setinde hangi hastalıklara ait görsellerin yer alacağına karar verilirken; ülkemizde mantar üretiminde üst sıralarda (TÜİK, 2023) olan üç ilimizden; Antalya'ya

bağlı Korkuteli ilçesi, Isparta'ya bağlı Sarıidris kasabası başta olmak üzere Konya'ya bağlı Doğanhisar, Kadınhanı, Sarayönü ve Akören ilçelerinde yer alan kültür mantar üretim tesislerine 2023 yılı içerisinde farklı zaman dilimlerinde birden fazla kez düzenlenen ziyaretlerde en sık karşılaşılan mantar yüzeyi hastalık türleri dikkate alınmıştır (Şekil 14). Kompost yüzeyi hastalıkları sınıflandırma problemine uygunluğu tehditte düşüreceği ve karıştırılma ihtimali olmadığı için egale edilmiştir.

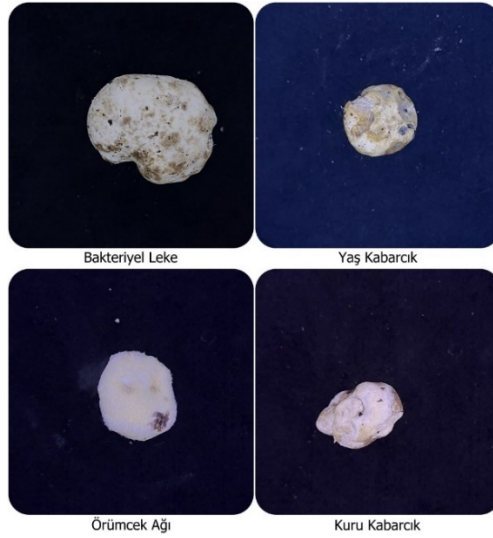
Mantar işletmeleri ziyaretleri sonucunda; Yaklaşık 6200 adet hastalıklı mantar, 1575 adet sağlıklı mantar görüntüsü elde edilmiştir (Her bir aydınlatma ortamı için yaklaşık 2600 adet). Kültür mantarlarında yaygın görülen 4 farklı sınıf hastalık gözlemlenmiştir. Her bir mantar 3 farklı aydınlatma ortamında görüntülenmiştir. Veri setinde yer alan mantar fotoğraflarının sınıflara göre dağılımı sınıfsal dağılım grafiğinde verilmektedir (Şekil 15).



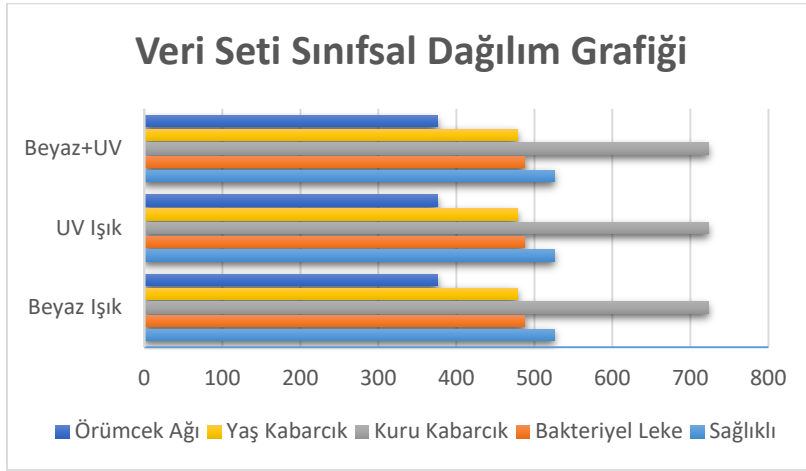
Şekil 12. Farklı aydınlatma ortamlarına ait görüntü örnekleri



Şekil 13. Agaricus bisporus hastalıkları veri seti mimarisi



Şekil 14. Yaygın olarak gözlemlenen hastalıklara ait örnek görseller



Şekil 15. Veri seti sınıfsal dağılım grafiği

### Tartışma

*A. bisporus* türüne ait mantar hastalıklarının görüntü tabanlı sınıflandırılması veri seti ile ilgili yapılmış olan örnekler araştırıldığında; literatürde sadece Zahan ve ark. tarafından 2022 yılında yapılmış olan “Mantar hastalıklarının sınıflandırılmasına yönelik derin öğrenmeye dayalı bir yaklaşım” isimli bir çalışma bulunmaktadır. İlgili çalışmada, ücretsiz çevrimiçi veri tabanlarını kullanarak farklı mantar görsellerinden oluşan bir veri seti geliştirilmiş ve üzerine mantar yetiştirilen çiftlikten fiziksel olarak toplanan mantar görselleri ilave edilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen ham veri seti toplam 1148 görselden oluşmaktadır. Veri çoğaltma işlemleri uygulanarak sayının 2536'ya ulaştığı gözlemlenmektedir. İlave olarak mantar hastalığı görüntüleri için üç farklı transfer öğrenme mimarisi uygulandıktan sonra diğerlerinden daha iyi performans

gösteren ResNet15 mimarisini önermişlerdir (Zahan vd., 2022).

Geliştirmiş olduğumuz veri seti ile Zahan ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan veri seti kıyaslandığında; çalışmamız kapsamında geliştirilmiş olan veri setinin gerek görsel adetlerinin fazlalığı gerekse tüm görsellerin mantar üretim tesisleri ziyaretleri ile birebir fiziken elde edilmiş olması, ilk göze çarpan üstünlükleridir. Bunlara ek olarak farklı ışık kaynakları ile elde edilmiş görsellerin varlığı çalışmamızı diğer çalışmadan farklı kılan avantajlar arasında yer almaktadır. Yaygın olan hastalık tiplerinin bölgesel olarak değişkenlik gösterebileceği için veri setlerindeki hastalık sınıflarının da birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen veri setinde; 3 farklı aydınlatma kaynağı esas alınarak her bir aydınlatma seçeneği için 5 farklı gruba (4 adet hastalık ve 1 adet sağlıklı) ait mantar görselleri yer almaktadır. Bu durum

ışık kaynağı farklılıklarına göre hastalık sınıflandırması çalışmak isteyen araştırmacılar için veri setinin çeşitliliği ve zenginliği açısından önemli bir avantaj olarak değerlendirilebilir.

Görüntülerin daha sonra işlenmek üzere saklanması gerekiyorsa, bunların depolandığı format sonraki görüntü işlemeyi etkileyebilir. Joint Photographic Experts Group gibi sıkıştırılmış formatlar, insan gözünün doğasında olan sınırlamalardan yararlanır ve görünmez bilgileri atarak, bellek boyutunun önemli olduğu uygulamalarda bunları kullanışlı hale getirir. Ancak bu format, görüntüde mevcut olan bilgiyi azaltır ve sonraki görüntü işlemeyi zorlaştırabilecek gürültü üretir. Etiketli Görüntü Dosyası formatı veya Bitmap görüntü formatı gibi görüntü kalitesini düşürmeyen formatlar, bilgi kaybının göz ardı edilemeyecek bir faktör olduğu uygulamalar için tavsiye edilir (Cubero vd., 2011).

Çalışma kapsamında alınan fotoğraflar, işlenebilir olması ve sonraki çalışmalarda veri kaybına neden olmaması açısından JPEG olarak tercih edilmemiştir. Bu durumda yapılan çalışmanın avantajları arasında yer almaktadır.

Oluşturulmuş olan veri setinin derin öğrenme veya makine öğrenmesi teknikleri ile şu aşamada test edilmemiş olması, bu çalışmanın sınırlılıklarından biri olarak gösterilebilir. Gelecekteki araştırmalar, bu tekniklerin veri seti üzerinde uygulanmasıyla ilgili daha fazla bilgi sağlayabilir ve sınıflandırma algoritmalarının performansını artırmak için yeni fırsatlar sunabilir.

Veri setinde şu aşamada herhangi bir veri çoklama işlemi uygulanmamıştır. Veri çoklama yöntemleri ile daha nadir bulunan hastalıklara ait görsellerin artırımı

yapılabilir ve böylelikle sınıflar arası kısmi dengesizliklerin ortadan kaldırılması sağlanabilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, mantar hastalıklarının tanımlanması ve sınıflandırılması için kullanılacak bir veri setinin oluşturulması ve oluşturulma sürecine dair önemli bir adımı temsil etmektedir.

#### **Yazar Katkıları**

Bu çalışma, Ümit Albayrak'ın doktora çalışmasının bir parçasıdır. Yapılan tüm çalışma aşamaları Ümit Albayrak, Adem Gölcük ve Sinan Aktaş tarafından yapılmıştır. Ayrıca, çalışmanın son taslağı Ümit Albayrak, Adem Gölcük ve Sinan Aktaş tarafından kontrol edilmiş ve onaylanmıştır.

#### **Çıkar Çatışması**

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Etik Beyanı:** Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur (Ümit ALBAYRAK, Adem GÖLCÜK, Sinan AKTAŞ).

#### **Teşekkür**

Bu çalışmada, veri toplama sürecinde mantar işletmeleri ile iletişimimiz konusunda desteklerini esirgemeyen Emekli Öğretmen Mehmet Taşçı'ya, Konya Büyükşehir Belediyesi Ziraat Yüksek Mühendisi Yusuf Akdemir'e ve ziyaret edilen tüm mantar üretim tesisi işletmecilerine teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Aggarwal, C. C. (2014). Data classification: Algorithms and applications. İçinde *Data Classification: Algorithms and Applications*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17320>
- Ali, J., Khan, R., Ahmad, N., ve Maqsood, I. (2012). *Random Forests and Decision Trees*. www.IJCSI.org
- Alkan, S., Kaşık, G., ve Akın, İ. (2022). Bazı Yenilebilir Doğal Basidiomycota Türlerinin Mineral Bileşimleri ve Morfolojik Karakterizasyonları. *Mantar Dergisi*, 13(3), 32-40. <https://doi.org/10.30708/Mantar.1205591>
- Bellettini, M. B., Bellettini, S., Fiorda, F. A., Pedro, A. C., Bach, F., Fabela-Morón, M. F., ve Hoffmann-Ribani, R. (2018). Diseases and pests noxious to Pleurotus spp. mushroom crops. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(2), 216-226. <https://doi.org/10.1016/J.RAM.2017.08.007>
- Büyükarıkan, B., ve Ülker, E. (2023). Convolutional neural network-based apple images classification and image quality measurement by light colors using the color-balancing approach. *Multimedia Systems*, 29(3), 1651-1661. <https://doi.org/10.1007/S00530-023-01084-Z/Figures/5>
- Cubero, S., Aleixos, N., Moltó, E., Gómez-Sanchis, J., ve Blasco, J. (2011). Advances in Machine Vision Applications for Automatic Inspection and Quality Evaluation of Fruits and Vegetables. *Food and Bioprocess Technology*, 4(4), 487-504. <https://doi.org/10.1007/S11947-010-0411-8/TABLES/3>
- Doğan, F., ve Türkoğlu, İ. (2018). The Comparison Of Leaf Classification Performance Of Deep Learning Algorithms. *Sakarya University Journal Of Computer And Information Sciences*, 1.
- Eren, E., ve Pekşen, A. (2019). Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler. *The Journal of Fungus*, 10(3), 225-233. <https://doi.org/10.30708/Mantar.649141>
- Fazil Fayaz Wani, Z. A., W. A. Dar, H. G., ve Sheikh, P. A. (2021). Diseases of White Button Mushroom (*Agaricus bisporus*)- A Potential Threat to Mushroom Industry. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 10(2), 2076-2085. <https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2021.1002.247>
- Ghorai, S., Banik, S. P., Verma, D., Chowdhury, S., Mukherjee, S., ve Khowala, S. (2009). Fungal biotechnology in food and feed processing. *Food Research International*, 42(5-6), 577-587. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2009.02.019>
- Golcuk, A., ve Yasar, A. (2023). Classification of bread wheat genotypes by machine learning algorithms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 119, 105253. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2023.105253>
- Golcuk, A., Yasar, A., Saritas, M. M., ve Erharman, A. (2023). Classification of Cicer arietinum varieties using MobileNetV2 and LSTM. *European Food Research and Technology*, 249(5), 1343-1350. <https://doi.org/10.1007/S00217-023-04217-W/TABLES/3>
- Gómez-Sanchis, J., Moltó, E., Camps-Valls, G., Gómez-Chova, L., Aleixos, N., ve Blasco, J. (2008). Automatic correction of the effects of the light source on spherical objects. An application to the analysis of hyperspectral images of citrus fruits. *Journal of Food Engineering*, 85(2), 191-200. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2007.06.036>
- Hornberg, Alexander. (2017). *Handbook of Machine and Computer Vision : the Guide for Developers and Users*. John Wiley ve Sons, Incorporated. [https://books.google.com/books/about/Handbook\\_of\\_Machine\\_and\\_Computer\\_Vision.html?hl=tr&id=Ax0jDgAAQBAJ](https://books.google.com/books/about/Handbook_of_Machine_and_Computer_Vision.html?hl=tr&id=Ax0jDgAAQBAJ)
- Jogin, M., Mohana, Madhulika, M. S., Divya, G. D., Meghana, R. K., ve Apoorva, S. (2018). Feature extraction using convolution neural networks (CNN) and deep learning. *2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology, RTEICT 2018 - Proceedings*, 2319-2323. <https://doi.org/10.1109/RTEICT42901.2018.9012507>
- Kaşık, G. (2010). *Mantar Bilimi*. Marifet Matbaa ve Kağıtçılık.
- Kecman, V. (2005). *Support Vector Machines – An Introduction*. 1-47. [https://doi.org/10.1007/10984697\\_1](https://doi.org/10.1007/10984697_1)
- Kramer, O. (2013). *K-Nearest Neighbors*. 13-23. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38652-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38652-7_2)
- Öztürk, C., ve Kaşık, G. (2000). *Kültür Mantarı (Agaricus bisporus) Yetiştiriciliği*. Marifet Matbaa ve Kağıtçılık.
- Pasban, A., Mohebbi, M., Pourazarang, H., ve Varidi, M. (2014). Effects of endemic hydrocolloids and xanthan gum on foaming properties of white button mushroom puree studied by cluster analysis: A comparative study. *Journal of Taibah University for Science*, 8(1), 31-38. <https://doi.org/10.1016/J.JTUSCI.2013.09.004>
- Rajput, A. S., Shukla, S., ve Thakur, S. S. (2023). SoyNet: A high-resolution Indian soybean image dataset for leaf disease classification. *Data in Brief*, 49, 109447. <https://doi.org/10.1016/J.DIB.2023.109447>
- Sesli, E., Asan, A. ve Selçuk, F. (edlr.) Abacı Günyar, Ö., Akata, I., Akgül, H., Aktaş, S., Alkan, S., Allı, H., Aydoğdu, H., Berikten, D., Demirel, K., Demirel, R., Doğan, H.H., Erdoğan, M., Ergül, C.C., Eroğlu, G., Giray, G., Halikî

- Uztan, A., Kabaktepe, Ş., Kadaifçiler, D., Kalyoncu, F., Karaltı, İ., Kaşık, G., Kaya, A., Keleş, A., Kırbağ, S., Kıvanç, M., Ocak, İ., Ökten, S., Özkale, E., Öztürk, C., Sevindik, M., Şen, B., Şen, İ., Türkekul, İ., Ulukapı, M., Uzun, Ya., Uzun, Yu., Yoltaş, A. (2020). Türkiye Mantarları Listesi. İstanbul: Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayınları.
- TÜİK. (2023). *TÜİK Bitkisel Üretim Verileri*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/>.
- Wang, F., Zheng, J., Tian, X., Wang, J., Niu, L., ve Feng, W. (2018). An automatic sorting system for fresh white button mushrooms based on image processing. *Computers and Electronics in Agriculture*, 151, 416-425. <https://doi.org/10.1016/J.COMPAG.2018.06.022>
- Yasar, A., Golcuk, A., ve Sari, O. F. (2023). Classification of bread wheat varieties with a combination of deep learning approach. *European Food Research and Technology*, 250(1), 181-189. <https://doi.org/10.1007/S00217-023-04375-X/Tables/5>
- Zahan, N., Hasan, M. Z., Uddin, M. S., Hossain, S., ve Islam, S. F. (2022). A deep learning-based approach for mushroom diseases classification. *Application of Machine Learning in Agriculture*, 191-212. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90550-3.00005-9>