



İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ

ANADOLU BİL

MESLEK YÜKSEKOKULU DERGİSİ

ISTANBUL AYDIN UNIVERSITY

Fen Bilimleri

JOURNAL OF ANADOLU BİL VOCATIONAL
SCHOOL OF HIGHER EDUCATION

Yıl/Year: 19 - Ocak 2024-Temmuz 2024/January 2024-July 2024 - Sayı/Number: 69 - ISSN 1306 - 3375

Genel DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005 - Cilt 19 Sayı 69 DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/2024.1969

KÜNYE IDENTITY

Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi altı ayda bir yayımlanır. Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi fen bilimleri temel alanında makale kabul etmektedir. Fen bilimleri alanındaki özgün Türkçe ve İngilizce bilimsel makalelerin yayımlandığı bir süreli yayındır. Bu dergide yayımlanan makalelerin telif hakları Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu'na aittir. Bu yayımla ilgili olarak Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndan doğan her türlü hak saklıdır. Tanıtım için yapılacak alıntılar dışında Yüksekokulun izni olmadan çoğaltılamaz. Bu dergide yayımlanan makalelerdeki görüşler yazarlarına aittir. Yüksekokul bu görüşler nedeniyle herhangi bir sorumluluk kabul etmez. / Anadolu Bil Vocational School Journal is published quarterly. Journal of Anadolu Bil Vocational School of Higher Education accepts articles on the field of science. It is a periodical publication that original scientific Turkish and English articles on the field of science are published. The copyrights of all articles published in this journal belongs to Anatolian Vocational School of Higher Education. All rights are reserved under all kinds of Intellectual Property Law in relation to this publication. Without our prior written permission excerpts except for promotional purposes may not be reproduced. The opinions expressed in the articles published in this journal are those of the authors alone. The School does not accept any liability due to these opinions or for any inaccurate, unreliable, untimely or incomplete information contained therein, or for any reliance placed upon it.

ONURSAL BAŞKAN

Prof. Dr. Mustafa AYDIN

İAÜ ADINA İMTİYAZ SAHİBİ

Prof. Dr. Yadiğâr İZMİRLİ

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Ayla ÜNVER ALÇAY

EDİTÖR YARDIMCISI

Prof. Dr. Candan VARLIK

EDİTÖR KURULU

Prof. Dr. Yadiğâr İZMİRLİ, Prof. Dr. İbrahim Hakkı AYDIN, Dr. H. Fatih AYDIN, Prof. Dr. Hasan SAYGIN
Prof. Dr. Mustafa ÇIKRIKÇI, Prof. Dr. Kamil BOSTAN, Prof. Dr. Selami GÖZENÇ
Prof. Dr. Zafer ASLAN, Dr. Öğr. Üyesi Güven ÖZDEMİR, Dr. Öğr. Üyesi Faris KOCAMAN

KAPAK TASARIM

Öğr. Gör. Sevgi YILMAZ

AKADEMİK ÇALIŞMALAR KOORDİNASYON OFİSİ

İDARİ KOORDİNATÖR

Dr. Öğr. Üyesi Burak SÖNMEZER

TÜRKÇE REDAKSİYON

Behcet Özgür ÇALIŞKAN

İNGİLİZCE REDAKSİYON

Behcet Özgür ÇALIŞKAN

GRAFİK TASARIM

Başak GÜNDÜZ

BASKI

Levent Baskı Merkezi - Sertifika No: 35983 / Emniyetevler Mahallesi Yeniçeri Sokak No:6/A
4. Levent / İstanbul, Türkiye / Tel: 0212 270 80 70 E-mail: info@leventbaskimerkezi.com

EBSCO Tarafından Uluslararası Taranmaktadır.

ASOS İndeks Tarafından Taranmaktadır.

Yazışma Adresi: Besyol Mahallesi İnönü Cad. No: 38 Küçükçekmece, İSTANBUL **Tel:** 444 1 428 **Faks:** 0 212 425 57 59 **www.aydin.edu.tr**

Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi özgün bilimsel araştırmalar ile uygulama çalışmalarına yer veren ve bu niteliği ile hem araştırmacılara hem de uygulamadaki akademisyenlere seslenmeyi amaçlayan hakemli bir dergidir. / Journal of Anadolu Bil Vocational School of Higher Education is a double-blind peer-reviewed journal which provides a platform for publication of original scientific research and applied practice studies. Positioned as a vehicle for academics and practitioners to share field research, the journal aims to appeal to both researchers and academicians.

Hakem Kurulu

Prof. Dr. M. Salih ÇELİKKALE İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. M. Mustafa ÇIKRIKÇI İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. İsmail Hakkı AYDIN İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. Selami GÖZENÇ İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. Kamil BOSTAN İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN Altınbaş Üniversitesi

Prof. Dr. Necla ARAN İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. M. Nafiz DURU İstanbul Aydın Üniversitesi

Prof. Dr. Özkan ÖZDEN İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. Taçnur BAYGAR Muğla Üniversitesi

Prof. Dr. Yaşar ONAY Haliç Üniversitesi

Prof. Dr. Ali AYDIN İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. Serkan İKİZ İstanbul Üniversitesi

Doç. Dr. Kamil METİNER İstanbul Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Güven ÖZDEMİR İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ayla ÜNVER ALÇAY İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ferhat ÇAĞILTAY İstanbul Üniversitesi

Prof. Dr. Ayşe ERDEM AKNESİL Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye TÜRKESİZ Haliç Üniversitesi

Prof. Dr. ALİ GÜNEŞ İstanbul Aydın Üniversitesi

Doç. Dr. Barış KINACI İstanbul Üniversitesi

Doç. Dr. Gökhan ERDEMİR University of Tennessee at Chattanooga

Dr. Öğr. Üyesi Uğur ŞENER İstanbul Aydın Üniversitesi

Doç. Dr. Gökçen Firdevs YÜCEL CAYMAZ İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Adem ÖZYAVAŞ Atlas Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye TÜRKESİZ Haliç Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi, Selçuk ŞENER İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Adem ÖZYAVAŞ İstanbul Aydın Üniversitesi

Doç. Dr. Barış KINACI Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Bülent BAYRAKTAR Bayburt Üniversitesi

Doç. Dr. Gökhan ERDEMİR University of Tennessee at Chattanooga

Dr. Öğr. Üyesi Gülbahar BÖYÜK ÖZCAN Ankara Medipol Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Lütfiye Kuşak Mersin Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Şükrü Mustafa Kaya İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk ŞENER İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Buket İŞLER Topkapı Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Adem ÖZYAVAŞ İstanbul Atlas Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Peri GÜNEŞ İstanbul Gelişim Üniversitesi

İçindekiler - Contents

Araştırma / Research

802.11ax Teknolojisinin kablosuz ağ altyapılarındaki rolü ve geleceği: performans, güvenlik ve yenilik The Role and Future of 802.11ax Technology in Wireless Network Infrastructures: Performance, Security and Innovation <i>Aykut YILMAZ, Zafer ASLAN</i>	1
---	---

Araştırma / Research

Bitki hastalıklarını tespitinde derin öğrenme: ResNet modelinin etkinliği Deep Learning in Plant Disease Detection: Effectiveness of ResNet Model <i>Cihan TOPCU, Peri GÜNEŞ</i>	31
---	----

Araştırma / Research

Dört sınıflı veri seti kullanarak beyin tümörlerinin sınıflandırılması Classification of brain tumors using a four-class data set <i>Zihni KAYA</i>	67
--	----

Derleme / Review

E vitamini ve Selenyumun fizyolojik etkileri Physiological effects of vitamin E and Selenium <i>Mehmet ODABAŞI, Ebru BARDAŞ ÖZKAN</i>	75
--	----

Araştırma / Research

Veri madenciliği yöntemleriyle araç özelliklerinin incelenmesi Analysis of vehicle features using data mining methods <i>Farid YUSUBOV, Hakan Burak EMEKLİ</i>	89
---	----

DOI NUMBERS - DOI NUMARALARI

802.11ax Teknolojisinin kablosuz ağ altyapılarındaki rolü ve geleceği: performans, güvenlik ve yenilik

The Role and Future of 802.11ax Technology in Wireless Network Infrastructures: Performance, Security and Innovation

Aykut YILMAZ, Zafer ASLAN

10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69001

Bitki hastalıklarını tespitite derin öğrenme: ResNet modelinin etkinliği

Deep Learning in Plant Disease Detection: Effectiveness of ResNet Model

Cihan TOPCU, Peri GÜNEŞ

10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69002

Dört sınıflı veri seti kullanarak beyin tümörlerinin sınıflandırılması

Classification of brain tumors using a four-class data set

Zihni KAYA

10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69003

E vitamini ve Selenyumun fizyolojik etkileri

Physiological effects of vitamin E and Selenium

Mehtap ODABAŞI, Ebru BARDAŞ ÖZKAN

10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69004

Veri madenciliği yöntemleriyle araç özelliklerinin incelenmesi

Analysis of vehicle features using data mining methods

Farid YUSUBOV, Hakan Burak EMEKLİ

10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69005

802.11ax teknolojisinin kablosuz ağ altyapılarındaki rolü ve geleceği: performans, güvenlik ve yenilik

Aykut Yılmaz^{1*}
Zafer Aslan²

Geliş tarihi / Received: 02.01.2024

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 07.04.2024

Kabul tarihi / Accepted: 03.06.2024

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69001

Özet

Kablosuz ağ teknolojisi ve sistemsel uygulamalar sürekli gelişmekte olan ağ teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanıcı sayısının yoğun olduğu, veri transfer işlemlerinin sürekli devam ettiği kurumsal ağ altyapıları gelişen teknolojiyle birlikte yeni nesil kablosuz ağ altyapılarına ihtiyaç duymuştur. En yeni nesil kablosuz ağ teknolojisi olan 802.11ax (Wi-Fi 6) kurumsal kablosuz ağ sistemlerinin gelecek yıllardaki en önemli parçası olacağı yapılan analizlerde karşımıza çıkmaktadır. 802.11ax (Wi-Fi 6) ve 5G teknolojisinin yeni bir altyapı olmasına oranla yaygınlaşması kablosuz ağ alanlarında hız, performans ve güvenlik konularının önemini artmakta olduğu gözlemlenmektedir.

Teknolojik yeni ağ cihazları ve son kullanıcı ürünlerinin çıkmasıyla birlikte, IEEE 802.11ax teknolojisi kullanıcıları daha güvenli parola şifreleme seviyesi olan WPA-3 ve dosya transferinde kullanıcıların kablosuz bağlantılarında performans kaybı yaşamadan veri transferi yapmalarını sağlamaktadır. 802.11ax (Wi-Fi 6) Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (OFDMA), 1024-Dörtlü Genlik Modülasyonu (QAM), Çoklu Kullanıcı, Çoklu Giriş, Çoklu Çıkış (MU-MIMO) desteğiyle 10Gbps band genişliğine ulaşan veri hızına ulaşmaktadır. IoT cihazlardaki enerji ve güvenlik sorunlarını çözmeye yönelik çalışmalarında bu alanda yapıyor olması 802.11ax teknolojisine olan adaptasyonu güçlendirmektedir.

¹ İstanbul Aydın Üniversitesi, aykutyilmaz3@stu.aydin.edu.tr, Orcid: 0000-0002-9728-6222

² İstanbul Aydın Üniversitesi, zaferaslan@aydin.edu.tr, Orcid:0000-0001-7707-7370

Bu çalışmada IEEE 802.11ax standart teknolojisini incelenmiştir; eski nesil 802.11a,b,g,n,ac kablosuz ağ teknolojileriyle kıyaslanmıştır; canlı ve çalışan gerçek dünya sistemi üzerinde bir uygulamayla 802.11ax teknolojisinin gelecekte bizlere sunacağı avantajları değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda, IEEE 802.11ax standart teknolojisinin, önceki nesil standartlar ile kıyaslandığında daha iyi bir teknoloji olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: IEEE 802.11ax, OFDMA, IoT, 1024-QAM, MU-MIMO

The role and future of 802.11ax technology in wireless network infrastructures: performance, security and innovation

Abstract

Wireless network technology systems and application appear as a constantly developing network technology. Enterprise network infrastructures, where the number of users are intense and data transfer processes continue, needed new generation wireless network infrastructures with the developing technology. The latest generation wireless network technology, 802.11ax (Wi-Fi 6) will be the most important part of enterprise wireless network systems in the coming years. It is observed that the importance of speed, performance and security issues in wireless network areas is increasing as 802.11ax (Wi-Fi 6) and 5G technology are becoming widespread compared to being a new infrastructure.

With the emergence of new technological network devices and end-user products, IEEE 802.11ax technology allows users to transfer data without loss of performance on their wireless connections with the more secure password encryption level WPA-3 and file transfer. 802.11ax (Wi-Fi 6) OFDMA, 1024-QAM, MU-MIMO support that allows users to stay in touch without losing performance on their wireless connections in file transfer. It reaches data rate reaching 10Gbps bandwidth. The fact that it works in this field to solve energy and security problems in IoT devices strengthens the adaptation to 802.11ax technology. In this study, while examining the IEEE 802.11ax standard technology, we will compare the old generation 802.11a, b, g, n, ac wireless network technologies and evaluate the future advantages of 802.11ax technology with an application

on a live and working real world system. As a result of the evaluation, it has been understood that the IEEE 802.11ax standard technology is a better technology compared to the previous generation standards.

Key Words: IEEE 802.11ax, OFDMA, IoT, 1024-QAM, MU-MIMO

Giriş

Kablosuz ağ teknolojisi ilk çıktığı dönemlerde veri transfer hızları istenilen seviyede olmadığı bilinmekteydi. İlerleyen yıllarda ağ teknolojisinin gelişmesi kablosuz veri transfer hızını 10Gbps hızına kadar yükselmesine olanak sağlamıştır. Bu hızlara günümüzde Wi-Fi 6 (Wireless Fidelity 6) ya da diğer adıyla IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11ax standartı denilmektedir. Bu standart, veri transferinin yoğun olduğu kurumsal ağ yapısındaki günümüz sistemlerinde tercih edilmeye başlanmıştır. Teknolojinin ortaya çıkışı ve gelişim sürümleri olan v1, v2 süresinin sonunda, son kullanıcı sürümü olan v3 2019 yılında çıkmıştır. Bu teknolojiyle kurumsal ağlarda bulunan kullanıcı grupları uzak mesafelere, yoğun veri akışının olduğu diğer kullanıcı gruplarına, veri transferini eş zamanlı ve çok yönlü bir şekilde veri kaybı olmadan yapabilmektedirler (Khorov ve ark, 2018).

Kablosuz ağ teknolojisi standartlarını belirleyen yer olan IEEE, standartları günümüzde yaygınlaşmaya devam etmektedir. Bu teknolojinin popüler olması, kullanıcıya sağlamış olduğu kolay internet erişimi, dosya paylaşımı, esneklik ve teknolojik yenilikler ile hızlı veri transferinin önünü açmıştır. İlgili teknolojinin, kurulumu kolay, maliyeti düşük ve uzak mesafeler ile iletişimi kolaylaştırması sürekli bir şekilde teknolojik gelişimlere altyapı oluşturmaktadır. Kablosuz ağların gelişmesiyle birlikte, dağıtık uzak mesafe kullanıcıları herhangi bir coğrafi sınır olmaksızın iletişimde olmaktadır. Bu iletişim modeli, yeni standartların gelişimine yol açarak IEEE organizasyonu tarafından 802.11ax yeni standart modeli ile hayatımızın bir parçası olmuştur. 802.11ax teknolojisi, veri transferi ve kullanıcı sayısının yüksek yoğunluklu olduğu kurumsal alanlarda özellikle tercih edilmektedir. Bu teknoloji, üretilen yeni ürün gruplarıyla birlikte ilerleyen yıllarda ev kullanıcılarının hizmetine girmiştir (Afaqui ve ark, 2016).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte kurumsal alanlarda bulunan kullanıcıların internet kullanımına olan ihtiyacı her geçen gün artış

göstermektedir. Bu ihtiyacın artışı, yeni teknolojik gelişmelerinde kapısını aralamış ve internet kullanımı kablolu alanlardan, kablosuz alanlara doğru yoğunlaşmaya başlamıştır. Kablosuz internet kullanımı, teknolojik darboğaz yaşamamak ve kullanıcılara daha iyi hizmet sunabilmek için yeni nesil ürünlerin gelişiminin önünü açmaktadır. Kablosuz ortamda ortaya çıkabilecek sorunlar, IEEE 802.11 çerçevesinde incelenmiş ve günümüzde en yeni nesil olarak kullanıma başlayan Wi-Fi 6 (802.11ax) teknolojisinin temellerini 2014 yılında atılmış ve 2019 yılında ilk ürünler piyasaya çıkmıştır. IEEE 802.11, kablosuz ağlarda uluslararası standartları ve uyumu çerçevesini sağlayan bir standarttır ve kablosuz yerel ağlar (WLAN) olarak tanımlanmaktadır (Alwer ve ark, 2022). 802.11ax kablosuz ağ teknolojisi ise, en yeni nesil bir standart olmakla birlikte güncel teknolojik altyapı ile donatılmıştır. Bu teknoloji, MU-MIMO (Multi User- Multi-Input, Multi-Output), OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), 1024-QAM (Quadrature Amplitude Modulation), kullanarak Wi-Fi 5 teknolojisine göre veri iletişim verimini dört kat, kullanıcı sayısını üç kat arttırmış ve hizmet kalitesinden herhangi bir kayıp olmadan bu işlemleri gerçekleştirmektedir. Wi-Fi 6 yeni bir teknolojidir ve ilerleyen yıllarda daha çok hayatımızın içinde olması beklenmektedir (George, 2020).

Kablosuz ağ sistemleri modern dünyamızın değişilmez bir parçası olmaktadır. Dünya üzerinde milyarca sistem kablosuz ağ teknolojilerini kullanarak anlık olarak iletişimde olmaktadır. Yeni gelişen sistemlerde birlikte kablo ihtiyacı duymadan çalışan IoT (Internet of Things) sistemler popüler olmuştur. Wi-Fi 6 teknolojisi, bilgisayarlar, akıllı ev aletleri, dizüstü bilgisayarlar, kamera sistemleri, cep telefonlarında ve binlerce çeşit farklı sistem tarafından kullanılmaktadır.

Wi-Fi 6 ile eş zamanlı bağlanan kullanıcı sayısındaki artış, bu teknolojiyi destekleyen cihazlar üzerinde bulunan radyo frekans modülü ile yüksek hızlarda gerçekleşmektedir. 10Gbits/s boyutlarındaki yüksek iletişim hızı, kablosuz olarak kablolu gibi fiber hızlara ulaşabilmenin önünü açmaktadır. Ayrıca, bu teknoloji MU-MIMO ve mmWave (Millimeter Wave) gibi sistemlerinde gelişmesiyle cep telefonları ve kablosuz sensor ağlarında kullanılmaya başlanmıştır. Kablosuz ağ bağlantısı, günümüzde uzay çalışmalarında, kapalı alanlarda, veri iletişiminin kablo ile yapılamayacağı yerlerde kullanılabilir (Pahlavan, 2020).

Bu çalışmanın amacı, Wi-Fi 6 teknolojinin yenilikleri, altyapılara olan performans katkısı, yenilenen güvenlik altyapı şifreleme protokolleri,

akıllı cihazlar (IoT) ile olan entegrasyonu ve gelecekte sağlayacağı katkılarla ilgili bir uygulama üzerinden ilgili teknolojinin sağladığı faydaları göstermektedir.

Kurumsal kablosuz ağlar

Kablosuz ağ teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte hayatımıza yeni sistemler ve standartlar girmiştir. Özellikle 2000 yıllarından sonra teknolojik olarak birçok farklı ihtiyacın farkındalığına varmakla birlikte, kurum ve kuruluşların ihtiyaçları önemli bir oranda artış göstermeye başlamıştır. Bu ihtiyaçlardan birisi de kurumsal ağ sistemlerinde, sistemlerin, yöneticilerin ve son kullanıcıların ihtiyacına cevap veren kablosuz ağ bağlantıları olmuştur. Bu çalışmada, kurumsal kablosuz ağlarda yeni teknolojik standart olan 802.11ax veya diğer adıyla Wi-Fi 6 teknolojisini incelenmiştir.

Kurumsal kablosuz ağ nedir?

Kablosuz ağlar, herhangi bir kablo veya fiziksel bağlantı hattı kullanmadan, elektromanyetik frekans dalgaları ile veri iletişimini hava yoluyla sağlayan sistemlere denilmektedir. Kablosuz ağların ilk profesyonel cihazı, 1969 yılında Hawaii Üniversitesi tarafından geliştirilen ALOHAnet markası adı altında çıkan ürün olmuştur. Kablo ve donanım maliyetleri düşük olması sebebiyle, özellikle kurumsal ağ sistemlerinde ve diğer son kullanıcı gruplarında yoğun bir kullanımı bulunmaktadır. Kablosuz ağ sistemleri, her çeşitten olabilecek kullanıcı gruplarına kullanımı kolay, bağlantı yöntemleri basit ve maliyet olarak ucuz olması sebebiyle kullanımı yeni teknolojik ürünlerin çıkmasıyla birlikte artmaya devam etmektedir.

Kurumsal ağ ve diğer kullanıcıları gruplarını en tedirgin eden hususlardan birisi de hava üzerinden veri iletişimi yapan bu sistemlerde bulunan güvenlik sorunlarıdır. Kablosuz ağ sistemlerinde, yeni çıkan teknolojik gelişmelerle birlikte WPA-3 (Wi-Fi Protected Access 3) adı verilen güvenlik seviyesine çıkmıştır. WPA-3 güvenlik seviyesinde, kullanıcıların bütün verileri en yeni nesil şifreleme algoritmalarıyla gizlenmekte ve şifrenin kırılması güncel teknolojiler değerlendirildiğinde mümkün görülmemektedir, fakat gelişen teknoloji ve yazılımlarda bulunabilecek güvenlik zafiyetleri sebebiyle şifrelerin kırılması ihtimalide olasılıklar içerisinde.

Kurumsal kablosuz ağ sistemleri, bir kontroller aracılığı (WLC-Wireless Lan Controller) ile farklı kablosuz ağ altyapılarının, sistemlerin, hizmet ve servislerin bir ağ dağıtıcısı (AP-Access Point) tarafından yayınlanması ile dağıtılıp yönetildiği sistemlerdir.

Kablosuz ağ çeşitleri nelerdir?

Kablosuz ağ sistemleri, teknolojik gelişimin sürekli olduğu bir alan olmakta birlikte değişen, gelişen teknolojiye ayak uyduran bir yapı içerisinde durmaksızın ve hızlı bir şekilde ürün standartlarını iyileştirmeye yönelik çalışmalar ile popüler olmaya devam etmektedir. Kablosuz ağların, belirli bir alan ve kısıtlama olmaksızın her çeşitten kullanıcıya hizmet etmesi kullanımının kolay, basit olması bu teknolojinin yaygınlığını arttırmıştır. Kablosuz ağ teknolojileri, kendi içerisinde çeşitli sınıflara ayrılmaktadırlar. Bunlar şu şekildedir;

- 1- **Kablosuz PAN (WPAN-Wireless Personal Area Network):** Kullanıcının, küçük cihazlara erişimi sağlar. Bluetooth, Kızılötesi, ZigBee (Gratton, 2013).
- 2- **Kablosuz LAN (WLAN-Wireless Local Area Network):** Birden fazla cihazın bağlanıp kısa ve uzak mesafelerdeki iletişimi sağlar (Wang, 2023).
- 3- **Kablosuz MAN (WMAN-Wireless Metropolitan Area Network):** Birden fazla LAN ağını kablosuz ağ üzerinden birbirine bağlayan sistemler (Majudar, 2019).
- 4- **Kablosuz WAN (WWAN-Wireless Wide Area Network):** Şehirleri veya sistemleri birbirine 2.4 veya 5 GHZ hızında birbirine bağlayan ağlardır (Ern, 2023).
- 5- **Hücreli Ağ (GSM-Global System for Mobile):** Mobil GSM şebekelerdir, akıllı cihaz veya sistemleri bağlar (TTKOM, 2023).
- 6- **ADHOC Sensör Ağ:** Birçok farklı sensör içeren cihazın birbirine bağlanıp yönetilmesiyle ekosistem oluşturan yapıdır (Prabhu, 2011).
- 7- **Uzay Ağ:** Uzay ve Dünyayı birbirine bağlayan kablosuz ağ yapısıdır. NASA, SpaceX (He ve ark, 2019).
- 8- **Kablosuz GPRS Ağı:** Kablosuz akıllı cihazlar ve uydu sistemlerini baz istasyonları ile kablosuz radyo frekans dalgalarıyla birbirine bağlayan ağ yapısıdır (Meptis, 2023).
- 9- **Kablosuz Sensör Ağ (WSN-Wireless Sensor Network):** Kablosuz ağ ürünlerin kullanım alanlarının artış göstermesiyle birlikte, donanımsal maliyeti az, enerji tüketim miktarı az, yetenekleri fazla değerlilikteki ortam izleme cihazları olan Sensör ürünlerinin yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu cihazlar, yapıları küçük ürünlerin bir arada toplanarak oluşturdukları yapıdır (Christin, 2010).

Kurumsal kablosuz ağ güvenliği

Kablosuz ağların popüler olmaya başladığı yıllarda, kullanıcılar tarafından sorulan bir diğer soru ise kablosuz ağ güvenliğinin nasıl sağlanacağıyla ilgili olmuştur. Kablosuz veri transferi, havada bulunan elektromanyetik frekanslar yoluyla olması sebebiyle, bu frekansların içerisinde saklanmış olan kurum, kuruluş ve bireysel kullanıcı verilerini koruma kablosuz ağ sistemlerinin standartlarını geliştiren organizasyon olan IEEE'nin Wi-Fi Alliance topluluğuyla birlikte geliştirmiş olduğu WPA kablosuz ağ güvenlik şifreleme algoritma ailesi ile korunmaktadır.

Kablosuz ağ cihazları ailesi, protokol yapısı gereği içerisinde bir güvenlik koruma sistemiyle birlikte gelir. Bu sistem çok çeşitli algoritmalar ve şifreleme mekanizmaları ile verilerin korunmasını sağlar. Kablosuz ağ yayının ilk çıktığı zamandan günümüze kadar, WEP, WPA, WPA2, WPA3 ile çıkmasıyla birlikte protokolleri şu şekilde açıklanmaktadır;

WEP Protokolü (Wired Equivalent Privacy): WEP Koruma sistemi, çok eski ve güvenilir olmayan zayıf bir şifreleme sunmaktadır. Bu durum ise her türlü kullanıcı grubu için aşırı güvensiz bir kablosuz ağ bağlantısı sağlamaktadır. WEP şifreleme sistemi 1997 yılında çıkışı sonrasında, oldukça riskli olması ve kötü niyeti saldırganlar tarafından kolay bir şekilde kırılmasının akabinde 2004 yılında kullanımı durdurulmuştur (IEEE, 2004).

WEP koruması, 40 veya 104 bit şifreleme anahtar mekanizması ile 802.11a ve 802.11b protokollerini kullanan cihazların içinde gömülü gelen tek şifreleme algoritmasıydı (Meyers, 2012). Veri bütünlüğünü CRC-32 ve RC4 (Rivest Cipher 4) adı verilen şifreleme algoritması ile yayının yeniden ve benzersiz bir biçimde şifrelemesini gerçekleştirmektedir.

WEP korumasının kablosuz ağlarda koruma sağlayamadığının tespiti çok da uzun sürmemiş ve 2004 yılına gelindiğinde ise Wi-Fi Alliance WEP şifreleme sisteminin geliştirilmiş üst versiyonu olan WPA şifreleme algoritmasını yayınlamıştır ve bu şifreleme WEP altyapısını kullanması sebebiyle kolayca kırılmıştır fakat buradaki asıl amaç ise WPA koruması ile zaman kazanmak ve WPA2 şifreleme algoritmasının geliştirmektir.

WPA Protokolü (Wi-Fi Protected Access): 802.11b protokolünü destekleyen cihazların WPA'ya geçiş esnasında güncelleme almaları yeterli olmuştur. Kablosuz ağ ortamında havada yayınlanan verilerin bir

bütün halinde şifrelenmesi ve herhangi bir değişik yapılp, yapılmadığının kontrolünün 4 yönlü el sıkışma kontrol mekanizması ile veri bütünlüğünü MIC 128 bit (Message Integrity Code 128 bit) TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) ve RC4 şifrelemesi ile sağlamıştır (Ciampa, 2012; Fleishman, 2008).

WPA şifreleme ile ilk defa 802.1x adı verilen, kurumsal ağ kimlik bilgisi olan kullanıcı adı ve şifresi ile kablosuz ağ sistemlerine bağlantı modeline izin vermiştir. Bu sistem içerisinde kullanıcı adı ve şifresi, kimlik doğrulama sistemi olan RADIUS (Remote Authentication Dial-in User Service) veya LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) protokolleri ile kimlik denetleme bilgisinin sorgusunun yapıldığı dizin hizmetinden benzersiz, tek ve kişiye özel olan kimlik bilgisi ile kablosuz ağ yayınına bağlantı gerçekleştirilmeye olanak sağlamaktadır.

WPA-2 Protokolü (Wi-Fi Protected Access 2): 2006 yılında WPA-2 şifreleme algoritmasının çok çeşitli sertifikasyon ve test aşamalarını geçmesi sonrasında, WPA'nin yerine alması kablosuz ağlarda güvenlik sorunlarının çözümünü sağlamıştır. WPA-2 algoritması, güçlü ve karmaşık şifreleme metotlarını olan 128 bit blok anahtar uzunluğu, CCMP ve Gelişmiş Şifreleme Standardı (AES), içermektedir ayrıca veri bütünlüğünü CBC-MAC ile 4 yönlü el sıkışma kontrol mekanizmasıyla yapmaktadır. Bu teknolojik hizmetten yararlanmak isteyen kullanıcı grupları donanım ve yazılım olarak ürün değişikliği gereksinimi bulunmaktadır. WPA-2 şifrelemesi yazılım güncellemeleriyle birlikte gelen bir güvenlik çözümü değildir (Wi-Fi Alliance, 2006). WPA-2 şifreleme algoritması, WEP ve WPA şifreleme algoritmaları ile kıyaslandığında oldukça iyi koruma sağlamaktadır. Ayrıca, 802.1x kurumsal kimlik doğruma mekanizmasını da desteklemektedir.

2006 yılında WPA-2 şifreleme algoritmasının çıkması, kablosuz ağ kullanıcılarının güvenli bir şekilde veri paylaşımını yapmalarını sağlamıştır. Bu şifreleme mekanizması, geçen yıllar, teknolojik gelişimler ve altyapıların yenilenmesiyle birlikte kötü niyetli kişilerce geliştirilen yeni nesil (örnek: KRACK, <https://www.kaspersky.com.tr/resource-center/definitions/krack>) saldırılarla birlikte güvensiz bir algoritma olmasına sebep olmuştu. Aradan geçen uzun yıllar, WPA-2 şifrelemesini yaşlandırmış fakat yeni teknolojik şifreleme alt yapısı olan WPA-3 algoritmasının çıkmasına öncülük etmiştir.

WPA-3 Protokolü (Wi-Fi Protected Access 3): WPA-3 şifreleme algoritmasının 2018 yılında bütün sertifikasyon süreçlerini tamamlayıp çıkmasıyla birlikte, kendinden önceki nesil olan WEP, WPA ve WPA-2 şifreleme algoritmalarına oranla oldukça yüksek bir koruma sağlamaktadır. WPA-3 şifreleme algoritmasının asıl çıkma sebebi, 2006 yılında çıkan WPA-2 şifreleme algoritmasının açıklarını ve güvenlik sorunlarını gidermektir.

Algoritma, en yeni nesil şifreleme algoritmaları olan WPA-3 kişisel 128 bit veri şifreleme sağlarken kurumsal ağlarda 192bit blok şifreleme anahtarı sağlamaktadır. Gelişmiş Şifreleme Standardı (AES) desteklenirken veri bütünlüğünü kurumsal ağlarda SHA-384 özet (Secure Hash Algorithm-384) ve kişisel ağlarda CCMP-128 özet (hash) fonksiyonları ile eşzamanlı eşit kimlik doğrulama mekanizmasıyla yapabilmektedir (Wi-fi, 2006; Wi-fi, 2018). WPA-3 şifreleme özelliklerinin kullanılabilmesi için yeni nesil donanım ve cihazlara ihtiyaç duyulmaktadır. WPA-3, 802.1x kurumsal kimlik doğrulama mekanizmasını da desteklemektedir.

WPA-3 şifreleme algoritması, dört farklı yeni özellikte birlikte yeni sistemlere eklenmiştir. Bu yeni özellikler;

- 1- **Kaba Kuvvet (Brute Force) Saldırısı:** Kaba kuvvet saldırıları, kablosuz ağ yayını yapan sistemlere yapılan başarısız oturum açma talepleridir.
- 2- **Wi-Fi Easy Connect:** Akıllı bir ara yüzü buldurmaya IoT cihazların (Ampul, Kapı Kilidi, Alarm Sistemleri, Akıllı Ev Sistemleri), yönetim ara yüzü işlemlerini, IoT cihazlarda bulunan bir QR kod okutularak akıllı telefon veya tabletler üzerinden yönetilmesidir.
- 3- **Wi-Fi Enhanced Open:** Bu sistem, herhangi bir şifreleme algoritması içermeyen halka açık kablosuz ağ yayını yapan sistemler için geliştirilmiştir. Bu sistemle birlikte, kablosuz ağ istemcisi ile erişim noktası arasındaki akan veri bağlantısını, bağlantıya özel şifreleme anahtarı (Opportunistic Wireless Encryption (OWE)) kullanarak şifreler. Halka açık yayın yapan kablosuz sistemler, kablosuz ağa katılmak için herhangi bir parola girilme bile, kötü niyetli saldırganların ağ içerisinde bulunan diğer kullanıcıların veri trafiğini izlemesini engeller.
- 4- **Wi-Fi Güvenliği:** 192bit blok güvenlik şifreleme algoritması ile kişisel ve kurumsal ağlarda güvenlik getirmesi. WPA2 KRACK (örnek:

FragAttacks, <https://papers.mathyvanhoef.com/usenix2021.pdf> saldırısını yenilikçi şifreleme algoritma yöntemleriyle engellenmiştir. WPA-3 seviyesinde getirmiş olduğu güvenlik şifreleme algoritmaları ile bilinen ve yeni tespit edilmiş olan çok çeşitli kablosuz ağ saldırı yöntemlerine karşı güvenlik sağlamaktadır. WPA-3 şifreleme mekanizmasının güncel olması, teknolojik darboğaz yaşamaması ile şu an tehdit unsurlarına yeterli düzeyde koruma sağlamaktadır.

Çizelge 1 'de WPA ailesinin detaylıca kıyaslaması yapılmış ve hangi protokollerin zaman içerisinde desteklendiği ve güvenlik düzeyinin zamanla ne gibi değişim ve gelişim yaşadığı incelenmiştir.

Çizelge 1. Güvenlik Protokollerinin Kıyaslanması (FS, 2021)

	WEP	WPA	WPA-2	WPA-3
Çıkış tarihi	1999	2003	2006	2018
Şifreleme Metodu	Rivest Şifreleme 4 (RC4)	RC4 ile Geçici Anahtar Bütünlüğü Protokolü (TKIP)	CCMP ve Gelişmiş Şifreleme Standardı (AES)	Gelişmiş Şifreleme Standardı (AES)
Anahtar Büyüklüğü	40 bit Akış	128 bit Akış	128 bit Blok	128 bit (WPA-3-Kişisel) 192 bit (WPA3-Kuruluş) Blok
Veri bütünlüğü	CRC-32	Mesaj Bütünlük Kodu (MIC)	CBC-MAC	Güvenli Hash Algoritması (SHA)
Anahtar yönetimi	Bulunmuyor	4 yönlü el sıkışma mekanizması	4 yönlü el sıkışma mekanizması	Eşzamanlı Eşit Kimlik Doğrulaması
Doğrulama	WEP-Açık WEP-Paylaşımlı	Ön Paylaşımlı Anahtar (PSK) ve EAP varyantlı 802.1x	Ön Paylaşımlı Anahtar (PSK) ve EAP varyantlı 802.1x	Eşzamanlı Kimlik Doğrulaması (SAE) ve EAP varyantı ile 802.1x
Frekans Band	5 GHz 802.11a	2.4 GHz 802.11a/b/g	2.4 / 5 GHz 802.11a/b/g/n/ac	2.4 / 5 GHz 802.11ac/ax

Kablosuz ağlarda 802.11ax (Wi-Fi 6)

Kablosuz ağların ilk çıktığı yıllarda, kablosuz yayın yapan cihazların zamanın teknolojisi düşünüldüğünde oldukça popüler olmaları çok kısa zamanda gerçekleşmiştir. Kablosuz ağ teknolojisini kullanan son kullanıcı sayısının artması, erişim noktaları üzerinde çok çeşitli darboğaz ve güvenlik açıklarını beraberinde getirmiştir. Kullanılan protokollerin yetersiz kalması, yeni sistem cihazlarının gelişimini tetiklemiş ve sırasıyla 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11ac ve en yeni nesil çözüm olan 802.11ax teknolojisi çıkmıştır. Bu sıralama, standartların çıkış tarihleri, teknolojik yenilik sıralamasıdır ve en eski nesilden, en yeniye doğru sıralanmıştır.

Kablosuz ağ sistemlerinin, bu denli yaygın olması beraberinde her çeşit uygulama ve servislerin elektromanyetik frekans yayını yapan erişim noktaları (AP-Accesspoint) üzerinden yapılmasına ve hizmet vermesi ile sonuçlanmıştır. Bu yayınlar üzerinden bağlantı kuran sistemler ve son kullanıcıların yapmış olduğu veri trafiği eski sistemlerin, veri taşıma kapasitesine aşması sebebiyle belirli limitlerde kalmasından en yeni nesil olan Wi-Fi 6 veya 802.11ax teknolojisinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Afaqui ve ark, 2016). Wi-Fi 6 teknolojisi ile kişisel ve kurumsal ağlarda bulunan yoğun kullanıcı gruplarına, düşük gecikme süreli yüksek veri transferinin yapılması sağlarken veri transferlerinde yenilikçi güvenlik önemleri alabilmelerine olanak sağlamıştır.

Kablosuz ağ sistemlerinin en büyük problemi, kablosuz yayın yapan erişim noktalarına yapılan bağlantı ve transfer yoğunluğunun oranıdır. Bilinen geleneksel kablosuz ağ sistemlerinde, cihazlara bağlı olan kullanıcı sayısı veri transfer işlemlerinde büyük sorunlara neden olmaktadır. Sistemler üzerinde var olan bu yoğunluk, kablosuz ağ sistemleri üzerinde kritik performans kayıplarına, veri kayıplarına, erişim sorunlarına, gecikmeli bekleme sorunlarını ortaya çıkartmaktadır. Bilinen sorunlar, 802.11ax protokolünün çıkmasıyla birlikte, destekli cihazların yaygınlaşmaya başlaması bağlantı sorunlarının önüne geçilmiştir.

Çizelge 2. Mobil Ağ Hızı Karşılaştırma (Cisco, 2019)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	CAGR 2017-2002
Küresel Hızlar							
Dünya Geneli	8.7	13.2	17.7	21.0	24.8	28.5	26.7%
Akıllı telefonlar	13.5	14.9	22.1	25.9	34.8	41.6	25.2%
Tabletler	22.6	24.5	25.9	32.9	40.5	57.2	20.4%
Bölgeye göre							
Asya Pasifik	10.6	14.3	18.0	21.7	25.3	28.8	22.1%
Latin Amerika	4.9	8.0	11.2	13.0	15.3	17.7	29.6%
Kuzey Amerika	16.3	21.6	27.0	31.9	36.9	42.0	20.9%
Batı Avrupa	16.0	23.6	31.2	37.2	43.8	50.5	25.8%
Merkez ve Doğu Avrupa	10.1	12.9	15.7	19.5	22.8	26.2	21.0%
Orta Doğu ve Afrika	4.4	6.9	9.4	11.2	13.2	15.3	28.0%
Toplam (Aylık PB)							
Mobil Veri Trafik	11.512	19.009	28.560	40.770	56.799	77.493	46%

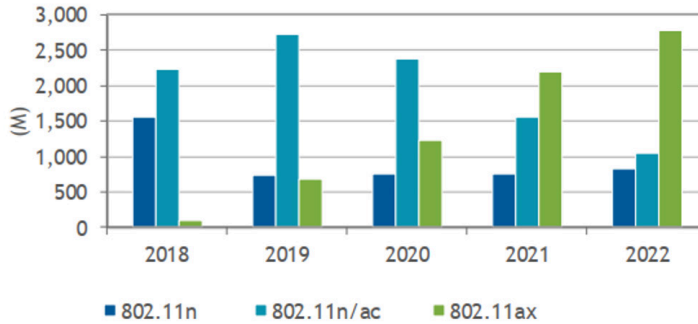
Yukarıdaki çizelgede 2017-2022 yılları arası mobil ağların hız performans karşılaştırması yapılmıştır. Karşılaştırma esnasında 2G, 3G, 4G ve 5G ağlardaki performans değerlendirmeleri Ookla's Speedtest sitesinden alınmıştır. Mobil ağ veri transfer oranları, yıllar arasında %46 Bileşik Yıllık Büyüme Oranı (CAGR) ile yedi kat artarak 77.5 exabytes olmuştur (Cisco, 2019).

802.11ax ve 5G teknolojilerinin günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanacağı yapılan araştırmalarla birlikte ortaya koyulmaktadır. Yeni çıkan bu teknolojiler, kurumsal ağ sistemleri, kritik veri transferlerinin yapıldığı noktadan noktaya ağ altyapıları, modern dünya cihaz ve ürünlerini kullanan son kullanıcı grupları için ilerleyen yıllarda önemli olacaktır.

Kablosuz ağ sistemleri için sorunların birisi de kapsama alanı problemidir. Kablosuz ağ cihazlarını kullanan sistemlerin hareketli olması, kapsama alanı problemlerini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, her türlü ortam şartlarında bulunan farklı kullanıcılara hizmet verebilmek için kablosuz ağ erişim noktası (AP-Accesspoint) cihaz sayısının artmasına sebeptir. Artış gösteren bu cihazlarla birlikte, kablosuz ağ yayının yapıldığı ortam içerisinde yüksek düzeyde elektromanyetik alan radyo frekans (RF-Radio Frequency) paraziti olmasından dolayı çevredeki yayın bozulmakta ve veri transferi yapılamayacak duruma gelmektedir.

802.11ax diğer adıyla Wi-Fi 6 standart protokolünün IEEE ve Wi-Fi Alliance tarafından ortaya atılması, kablosuz ağ yayını üzerinden çalışan bu sistemlerin en stabil şekilde yoğun veri transfer işlemlerini herhangi bir parazit olmadan gerçekleştirilmesi yönünde olmaktadır. Yenilenen ve geliştirilen bu protokoller, sadece kablosuz ağ yayını yapan sistemlerde parazitleri önlemekle kalmamış, veri transfer işlemlerinin saniyede Gigabit (Gbps) seviyesine çıkartmıştı. Bu durum özellikle büyük kurumsal şirketlerin veri transfer işlemlerini kolay bir şekilde havadan yapabilmelerine olanak sağlamıştır. Kablosuz ağ transferinin en yoğun olarak gerçekleştiği kongre merkezleri, baz istasyonları, akıllı şehirler, halka açık kablosuz ağlar, stadyumlar, üniversiteler, merkezi sınav sistemleri, ses ve kamera sistemleri 802.11ac wave2 protokolü ile yüksek hızlarda veri transferi yapabilmektedir fakat bu sistemi kullanan cihazlarda halen veri transfer hız limitleri bulunmaktadır (Butler, 2018).

802.11ax teknolojisinin sertifika süreçlerini tamamlaması ve 2019 yılında çıkmasıyla birlikte, çokkullanıcılı yoğun veri transferini yapıldığı ortamlarda kullanımının başladığı gözlemlenmektedir. Kullanım miktarındaki artış, teknolojinin yeni çıkmış olmasına rağmen talep görmesinden ve bu alandaki ihtiyacın yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Wi-Fi 6 standart protokolü, önceki nesil kablosuz ağ yayın standartlarına kıyasla teknolojik yeni alt sistemleriyle veri taşıma ve yönetme işlemlerinde dört kat daha fazla performans sağlarken, bu işlemi aynı anda birçok kullanıcı için veri kaybı olmaksızın gerçekleştirebilmektedir (MU-MIMO). IEEE 802.11ax teknolojinin yoğun kullanım senaryoları için dizayn edildiğini bu özelliği sayesinde anlaşılabilir.

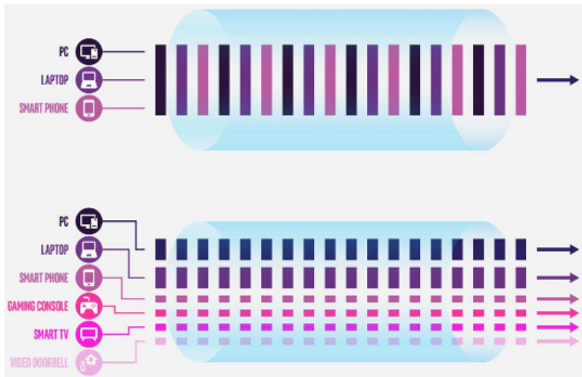


Şekil 1. 2018–2022 Wi-Fi Standard Tahmini (Butler, 2018)

2018 ve 2019 yılları içerisinde Wi-Fi 6 standart protokolünün kullanım oranlarının yüksek düzeyde artış göstereceği ve 802.11ax teknolojisinin 2019 'un sonuna doğru genel Wi-Fi standardı olma eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir. 2023 yılın da kullanıcı grupları içerisinde Wi-Fi standardı olacağını tahmin edilmektedir.

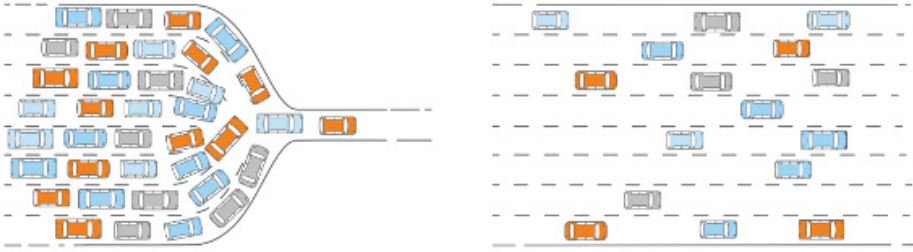
Yeni nesil 802.11ax standart protokolünün çıkmasıyla birlikte gelen özellikler ise şu şekilde olmaktadır;

1- Ortogonal Frekans Bölmeli Çoklu Erişim (OFDMA): En eski nesil cihazlar, bir erişim noktası üzerine sadece tek bir bağlantı ile bütün kullanım limitlerini doldurmaktadır. Limitlerin tek bir kullanıcı veya sisteme verilmesi, diğer kullanıcı ve sistem cihazları için erişim noktalarının kullanılmaz bir duruma gelmesine sebep olmaktadır. Bu durum her çevreden kullanıcılar için kabul edilemez bir hal durumudur. Yeni çıkan 802.11ax teknolojisinde böyle bir sorun bulunmamakla birlikte, erişim noktası (Accesspoint) ile son kullanıcı (Endpoint) arasında bulunan veri trafiğini cihazın iletişim kapasitesi içerisinde bulunan çok miktardaki düşük band seviyesinde alt kanallara ayırıp, veri akışını alt kanallar üzerinden eş zamanlı bir şekilde iletilmesiyle gerçekleştirir. Alt kanallardan taşınan veri miktarı az olmasına karşılık, verinin iletiği yerde toplanarak yüksek hızlara çıkmaktadır (Soysal, 2006). Bu şekilde gerçekleşen veri trafiğinde radyo frekans (RF-Radio Frequency) bulunan parazitlerde azaltılabilmektedir.



Şekil 2. OFDMA Çalışma Yapısı (Intel, 2019)

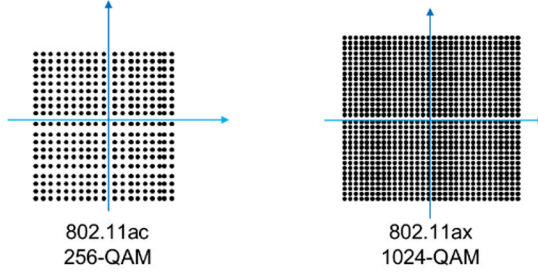
- 2- Çok Kullanıcılı Uplink, Çoklu Giriş, Çoklu Çıkış (MU-MIMO):** Bağlantıları yoğun olarak gerçekleştiği ortamlarda erişim noktalarına bağlanan çok sayıda kullanıcı bulunmaktadır. Eski nesil cihazlarda, Tek Kullanıcılı, Çoklu Giriş, Çoklu Çıkış (SU-MIMO) özelliği bulunmaktadır, bu özellik ağ içerisinde erişim noktalarına (AP-Accesspoint) bağlanan her cihaz, veri trafiğini gerçekleştirebilmek için bir sıraya girer, sırası geldiğinde veri akışı sağlanır. Kullanıcı sayısındaki artış miktarıyla birlikte, ağ performansı hızı düşer, bunun sebebi SU-MIMO (Single User, Multi-Input, Multi-Output) özelliğinin her veri akışı ve cihazı birbirinden ayıramamasından kaynaklanmaktadır



Şekil 3. SU-MIMO ve MU-MIMO Kıyaslaması (Aruba, 2018)

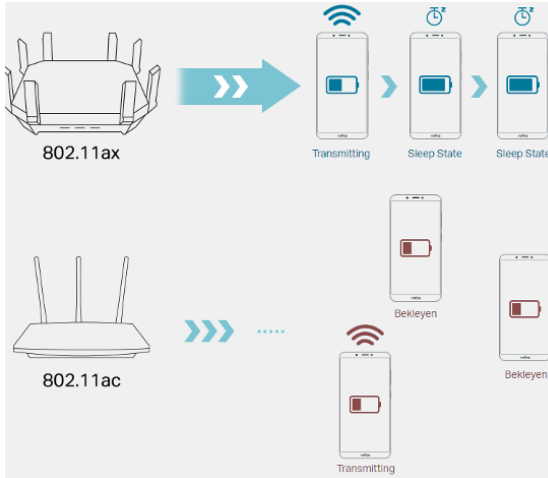
MU-MIMO özelliği, erişim noktası cihazlarının birden fazla sayıdaki cihaz veya sistemlerle aynı anda iletişim kurmasını, veri trafiği gerçekleştirmesini mümkün kılmaktadır. MIMO işlemi olurken, ağ içerisinde veri trafiğinde bulunan her cihaz için ayrı, gönderilen veya alınan veriyi ayrı dilimlere bölerek gerçekleştirir. Kısaca, telefon, bilgisayarınız, tablet, akıllı ev aletleri aynı anda bağlantı isteğinde bulunduğunda, erişim noktası bant genişliği kapasitesini bölümlenerek her cihazı da sırada içerisinde bekleme yapmaksızın erişim noktası üzerinden veri trafiğini yapmasını sağlar.

- 3- 1024 Karesel Genlik Modülasyonu (QAM):** Eski nesil 802.11ac wave 2 teknolojisi 256QAM desteklemektedir. 802.11ax teknolojisiyle birlikte bu sayı 1024QAM seviyesine çıkmıştır. Kısaca QAM, aynı bant genişlik kapasitesi sahip erişim noktası modülünü daha fazla bölümlere ayırarak veriyi daha hızlı ve yüksek kapasitelerde taşıma işlemidir. Bu işlemle birlikte, bölümlenmiş alanlar içerisinde %25 oranda daha yoğun veri doldurulabilmektedir.



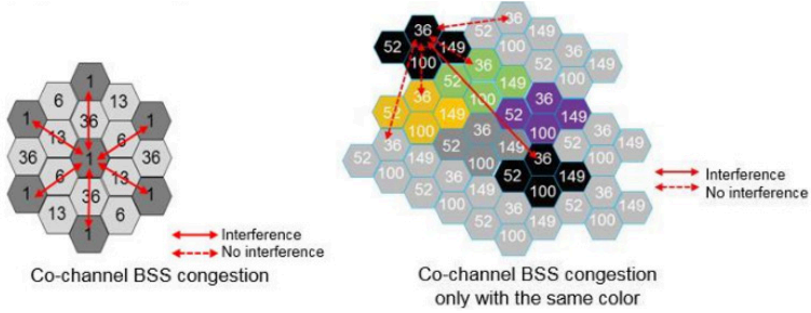
Şekil 4. 256-QAM ve 1024-QAM Kıyaslaması (Huawei, 2019)

- 4- **Güç Verimliliği:** 802.11ax teknolojisiyle birlikte, IoT cihazlar, sensörler ve elde taşınan çok çeşitli cihazların kablosuz ağ kullanım enerji miktarları düşmekte ve cihazlarda enerji verimliliği sağlanmaktadır. Hedef Uyanma Süresi (TWT) adı verilen bir teknolojiyle erişim noktası ile iletişimde olan son kullanıcı cihazları uyuma ve uyanma sürelerini belirlenmesinde cihazlar arasında planlama yaparak farklı zaman dilimlerinde aktivite sinyali gönderip cihazın sistemde aktif kalmasını sağlar böylelikle son kullanıcı cihazında batarya enerji tüketim süresini uzatmaktadır.



Şekil 5. Hedef Uyanma Süresi Modeli (Tplink, 2021)

- 5- Örtüşen Temel Hizmet Kümesi (OBSS) Renklendirmesi:** Kullanıcı sayısının yoğun ortamlarda en iyi hizmeti verebilmek için alan içerisine fazla sayıda erişim noktası (AP-Accesspoint) cihazı konumlandırılması normal bir durumdur. Kablosuz ağ yayını yapan cihazların sayısının artması, performans artışı sağlamak birlikte, istenilmeyen bir durum olan kanalların çakışmasına ve radyo frekans (RF-Radio Frequency) parazitlerinin oluşmasına sebep olmaktadır. 802.11ax teknolojisi 2.4 ve 5 GHz frekans bandı içerisinde çalışabilmektedir. Yüksek yoğunluklu kullanıcı senaryolarının olduğu ortamlarda 2.4GHz kanal sayısı az olması bu ortamlarda sorun oluşturmaktadır. Bu sebeple çevre içerisinde konumlandırılan erişim noktaları kendi aralarında konuşarak ortam dinlemesi yaparlar. Ortam dinlenmesi sonucunda, cihazlar renk kodlamalarıyla üzerlerinde tuttıkları kullanıcı sayısı ve veri transfer bilgilerini diğer erişim noktalarına bildirir ve üzerlerinde yoğun veri yükünü renk kodu daha uygun gözükene cihazlara dağıtır. Bu durum ise 802.11ax teknolojisinden yararlanan son kullanıcı sistemlerinin veri transfer işlemlerini daha hızlı ve kayıpsız bir şekilde yapmaları sağlamaktadır.



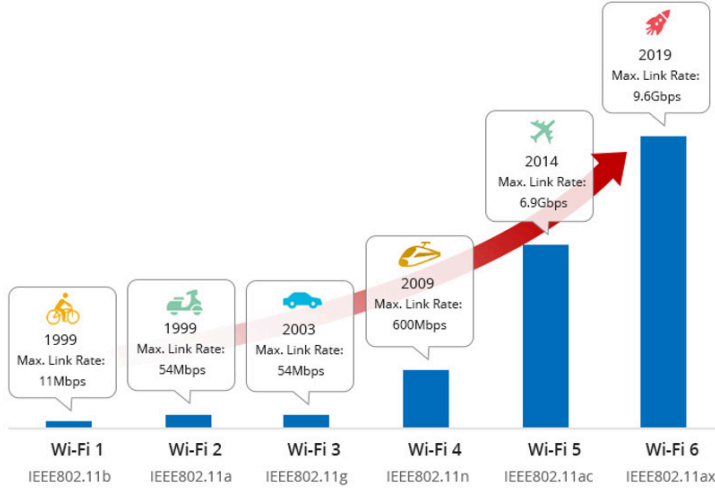
Şekil 6. Kablosuz BSS Model (Huawei, 2019)

- 6- Güvenlik:** Eski nesil kablosuz ağ güvenlik protokolü olan WPA-2 geliştirilerek yerine kişisel ve kurumsal ağlarda veri güvenliği en iyi şifreleme algoritmalarıyla gerçekleştiren WPA-3 kablosuz ağ güvenlik protokolü gelmiştir. 802.11ax ve WPA-3 protokolleri yazılım ve donanım seviyesinde teknolojik yeniliklerle beraber gelmektedir. Kullanıcı şifrelerinin çalınması ve değerli verilerin kötü niyetli kullanıcıların eline geçmesi WPA-3 şifreleme protokolü ile iyileştirilmiştir.

Çizelge 3. 802.11 Protokollerinin Kıyaslanması

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ac	802.11ax
Yıl	1999	1999	2003	2009	2014	2019
Radyon Frekans	5GHz	2.4GHz	2.4GHz	2.4/5GHz	2.4/5GHz	2.4/5GHz
Kanal Genişliği	20MHz	20MHz	20MHz	20/40 MHz	20/40/80/160MHz	20/40/80/160 MHz
Alt Taşıyıcı Aralığı	312.5 kHz	-	312.5 kHz	312.5 kHz	312.5 kHz	78.125 kHz
Max Hız	54Mbps	11Mbps	54Mbps	600Mbps	6.9Gbps	9.6Gbps
SU Yayın	1	1	1	4	8	8
MU Yayın	-	-	-	-	4	8
Modülasyon	64 OFDM	DSSS	64 DSSS OFDM	128 OFDM	512 OFDM	2048 OFDM/A
Güvenlik	WEP	WEP	WPA	WPA-2	WPA-2	WPA-3
Max QAM	64	-	64	64	256	1024
Kullanım Alanları	Mail	Mail	İnternet Ses Video	İnternet 1080p Ses Video	İnternet 4K Ses Video	İnternet 8K Ses Video
Mesafe	35m	35m	70m	70m	35m	35m

Çizelge 3'te görüldüğü üzere 802.11 kablosuz ağ protokollerinin zaman içerisinde değişen ve gelişen teknolojik şartlara uyum sağlamıştır. Ayrıca, günümüzde popüler olmaya başlayan 4K/8K yayıncılığın artması veri transfer işlemlerinin gelişmesiyle birlikte ilerleyen dönemlerle 8K video oyunculuğun önünü açmaktadır. Ayrıca, Wi-Fi 6 teknolojisinin zamanla yaygınlaşması, Wi-Fi 7 teknolojisinin gelişmesine sebep olacak yeniliklerin önünü açacaktır. Bu yeniliklerin içerisinde, yapay zekâ sistemleri, yüksek çözünürlüklü sanal gerçeklik (VR- Virtual Reality) sistemleri, otonom sistemlerde kullanımı, enerji depolama sistemlerinde kullanımı, yeni nesil IoT sistemleri ve akıllı şehirler, akıllı tarım ve sensor sistemleri gibi altyapılarda kullanımları kablosuz ağ teknolojisi ve altyapılarının gelişmesiyle artarak devam edecektir.



Şekil 16. Wi-Fi Protokol Hız Oranları (FS, 2020)

802.11ax teknolojisinin çıkışıyla birlikte, ilk sürüm olan 802.11 (Wi-Fi 1) protokol ile 802.11ax (Wi-Fi 6) protokolü arasında %872 oranda veri transfer hız artışı sağlanmıştır (FS, 2020). Yeni teknoloji 802.11ax ile hızlı, güvenli ve daha az enerji tüketimi bu protokolle birlikte gelmiştir. 802.11ax teknolojisini destekleyen son kullanıcı cihazları ve global üretici erişim noktaları tam uyumlu olarak çalışmaktadır.

Yöntem

Yapılan canlı ortam çalışmasında, altyapı içinde üç farklı kablosuz ağ platformu kullanılmıştır. Bu platformlar ve kablosuz ağ dağıtıcı cihazları özellikleri ve destekledikleri standartlar bakımından teknolojik farklılıklar içermektedir. Çalışmada kullanılan cihazlar şu şekildedir;

Aruba 3600 Kablosuz Ağ Yöneticisi ve Aruba AP 104 (802.11n)

Cisco 8510 Kablosuz Ağ Yöneticisi ve Cisco Aironet 2802 (802.11ac wave2)

Cisco 9800-40 Kablosuz Ağ Yöneticisi ve Cisco Catalyst 9115 (802.11ax)
Ayrıca, kablosuz ağ dağıtıcılarına bağlanacak ve performans testlerinin yapılacağı cihazlar ise iki adet cep telefonu ve bir adet dizüstü bilgisayarı bulunmaktadır. Bu cihazlar ise;

- 1- Samsung S20 (802.11ax)
- 2- Samsung S10 Lite (802.11 ac wave2)
- 3- MacBook Air (802.11ax)

Testlerin yapılması esnasında ortam şartları her test platformu için aynı olacak ve canlı bir iş ortamında gerçekleştirilmiştir. Testler, aynı kullanıcı yoğunluğunun bulunduğu ortamda, eşit şartlar altında, farklı zaman dilimlerinde ve aynı boyutlarda veri transfer işlemleri yapılarak gerçekleştirilmiştir. Amaç, canlı ortam testlerinde kurumsal kullanıcı gruplarının iş ortamının simülasyonu deneyimlemek ve ortam içerisindeki cihazlar kullanılırken test ederek kablosuz ağ teknolojilerinin arasındaki performans farklılıklarını ortaya çıkartmaktır.

Ayrıca, en yeni nesil standartlar eski nesildeki standartları desteklemektedir. Dolayısıyla aşağıdaki şekilde bir teknolojik kronoloji olmaktadır;

802.11ax>802.11ac>802.11n>802.11g>802.11b=802.11a

Bu sıralama, standartların çıkış tarihleri ve teknolojik yenilik sıralamasıdır. En yeni nesilden, eskiye doğru sıralanmıştır.

Testler esnasında, aktif cihazları izlemek ve verileri toplamak için, PRTG Network Monitoring Tool, Cisco Prime Infrastructure, Speedtest ve Analiti yazılımlarından yararlanılmıştır. Böylelikle çıkacak olan sonuçlarla birlikte anlık ortam değişkenlerini izleme, takip, yorumlama işlemleri yapılmıştır. Testler, her cihaz için üç kez tekrar edilerek en iyi sonuçlar alınmıştır.

Canlı test ortamında yukarıda bahsedilen sistem cihazları ve son kullanıcı cihazları için çeşitli ortam faktörlerin etkileri hesaba katılmıştır. Test ortamında bulunan, Havanın sıcaklık veya soğukluk durumu, Kapının bulunması, Cam bulunması, Cihaza olan uzaklık veya yakınlık mesafesi, Kartonpiyer Duvar gibi etkenlerin bahsedilen teknolojik ürünlerin yayına ve veri transferine olan etkisini gözlemlenmiştir. Kıyaslaması yapılacak olan farklı altyapı ve cihazların etkenler karşısında veri transfer hızı, bağlantı gücü, bağlantı kalitesi ve gürültü miktarları incelenmiştir.

Bulgular

1. Test ortamında Samsung S10 Lite (802.11 ac wave2) ile alınan sonuçlar şu şekildedir;

Çizelge 4. Samsung S10 Lite Wi-Fi Hız Kıyaslanması

Erişim Noktası	İndirme (Mbps)	Yükleme (Mbps)	RSSI (dBm)	Engel	Mesafe (metre)	Kanal	Rx/Tx (Mbps)
Aruba 104	89	137	-31	Yok	1	5GHz/40MHz/36	300/300
Aruba 104	44	20	-71	Var	13	5GHz/40MHz/36	163/120
Aruba 104	133	153	-57	Orta	6	5GHz/40MHz/36	270/270
Cisco 2802	630	471	-47	Yok	1	5GHz/80MHz/64	866/866
Cisco 2802	236	213	-74	Var	22	5GHz/80MHz/64	260/390
Cisco 2802	275	300	-68	Orta	12	5GHz/80MHz/64	290/520
Cisco 9115	199	217	-72	Var	17	5GHz/80MHz/112	390/390
Cisco 9115	400	241	-63	Orta	12	5GHz/80MHz/112	650/850

2. Test ortamında Samsung S20 (802.11 ax) ile alınan sonuçlar şu şekildedir;

Çizelge 5. Samsung S20 Wi-Fi Hız Kıyaslanması

Erişim Noktası	İndirme (Mbps)	Yükleme (Mbps)	RSSI (dBm)	Engel	Mesafe (metre)	Kanal	Rx/Tx (Mbps)
Aruba 104	96	133	-46	Yok	1	5GHz/40MHz/36	300/300
Aruba 104	62	103	-69	Var	12	5GHz/40MHz/36	180/240
Aruba 104	101	129	-62	Orta	7	5GHz/40MHz/36	240/270
Cisco 2802	633	453	-45	Yok	1	5GHz/80MHz/64	866/866
Cisco 2802	255	349	-76	Var	25	5GHz/80MHz/64	260/520

Cisco 2802	334	401	-63	Orta	13	5GHz/80MHz/64	390/520
Cisco 9115	750	475	-45	Yok	1	5GHz/80MHz/44	1000/1000
Cisco 9115	290	310	-74	Var	19	5GHz/80MHz/44	320/370
Cisco 9115	404	394	-61	Orta	10	5GHz/80MHz/44	390/650

3. Test ortamında MacBook Air (802.11ax) ile alınan sonuçlar şu şekildedir;

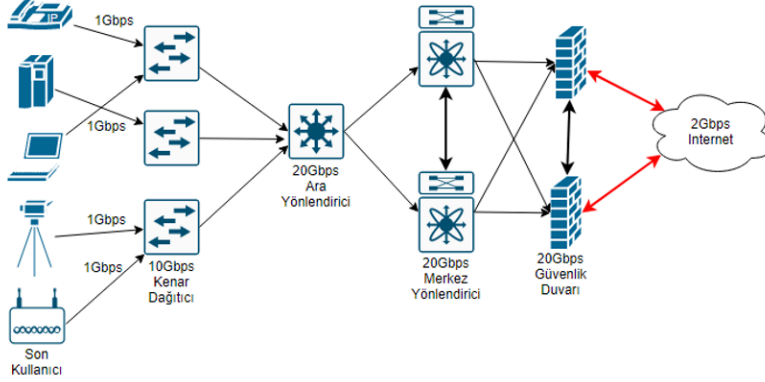
Çizelge 6. MacBook Air Wi-Fi Hız Kıyaslanması

Erişim Noktası	İndirme (Mbps)	Yükleme (Mbps)	RSSI (dBm)	Engel	Mesafe (metre)	Kanal	Rx/Tx (Mbps)
Aruba 104	110	165	-45	Yok	1	5GHz/40MHz/36	300/300
Aruba 104	95	98	-70	Var	22	5GHz/40MHz/36	144/144
Aruba 104	102	143	-62	Orta	6	5GHz/40MHz/36	270/300
Cisco 2802	657	449	-45	Yok	1	5GHz/80MHz/64	866/866
Cisco 2802	225	270	-75	Var	20	5GHz/80MHz/64	270/300
Cisco 2802	369	330	-62	Orta	7	5GHz/80MHz/64	420/520
Cisco 9115	975	935	-45	Yok	1	5GHz/80MHz/44	1000/1000
Cisco 9115	223	281	-73	Var	25	5GHz/80MHz/44	380/460
Cisco 9115	367	373	-60	Orta	15	5GHz/80MHz/44	585/780

Kablosuz ağ modülleri birbirinden farklı olan çeşitli cihazlar üzerinde farklı şartlar altında testleri yapılmıştır. Testlerin tamamında benzer uygulamalar yapılmış ve çıkan sonuçlar üç farklı test cihazı için tablo halinde eklenmiştir.

Canlı ortamda gerçekleşen testler, gerçek dünya ortamında bulunan ve yaşayan canlı bir iş ortamı olmasından kaynaklı indirme/yükleme bağlantılarında maksimum verim elde edilmek istenmiştir. Kablosuz yayın

yapan cihazların üzerinde bulunan işlem yükü, test ortamında yapılan uygulama için kritik etkiyi oluşturmaktadır. Ayrıca, ortamda bulunan ve kablosuz yayını etkileyen faktörler uygulamada çıkan verileri direk olarak etkilemektedir.



Şekil 17. Üç Katmanlı (Tier-3) Altyapı Topolojisi (Yılmaz, 2022)

Testlerde, en doğru veri elde edilmek istenmiştir. Bu nedenle verilerin toplanması konusunda kullanılan yazılımlar olan PRTG Network Monitoring Tool, Cisco Prime Infrastructure, Speedtest ve Analiti ürünleri ile sistemde elde edilen trafik verisi raporlanabilmiştir. Çalışmaya etki eden faktörlerden birisi de uçtan uca bağlantının yeterli verimlilikte olması durumudur. Son kullanıcı başta olmak üzere, kablosuz yayın cihazının bağlantı port hızı ve internet hızı yapılan bu uygulama için ikinci kritik etkiyi oluşturmaktadır. Uygulama ortamında, kablosuz ağ cihazının fiziksel bağlantı hızı 1Gbps olarak ölçülürken, üç katmanlı yapıda birbirine bağlı olan ağ altyapısı 10Gbps ve 20Gbps hızında olmaktadır, internet hızı 2Gbps olarak gözlemlenmiştir.

Yukarıdaki ağ topolojisinde teknolojik darboğaz olması sebebiyle 2.5Gbps destekli bağlantı portuna sahip olan kablosuz ağ yayın cihazının maksimum hız 1Gbps olarak çıkması normal olarak görülmüştür. Uçtan uca 2.5Gbps bağlantının olması tamamen ağ altyapısında bulunan fiziksel bağlantı katmanında çözümlenecek bir çözüm olarak tespit edilmiştir. Port bağlantı hızı 2.5Gbps seviyesine çıkması, internete çıkış hızının yükselmesi dolaylı yoldan sistem altyapısının yüksek hız kapasitesinde veri transfer işlemi yapmasına olanak sağlayacaktır.

Tespit edilen durumların sonrasında yapılan uygulama ile elde edilen veriler yorumlandığında elimize oldukça değerli bilgiler geçmektedir. 802.11ax teknolojisi yeni olmasına karşılık, kendinden önceki nesil kablosuz ağ protokolleriyle oldukça büyük performans farklılıkları bulunmaktadır. Yapılan uygulamada çıkartılan gözlemler ise şu şekillerde olmaktadır;

1.Test ortamında Samsung S10 Lite (802.11 ac wave2) cihazı ile yapılan uygulamada alınan sonuçlar değerlendirildiğinde, Samsung S10 Lite cihazının 802.11ax desteği olmadığı için 802.11ac üzerinden testler gerçekleşmiştir. Telefon 802.11ax bağlanmadığı için maksimum değerde 802.11 ac wave2 protokolünde Rx/Tx 866/866Mbps bağlantısı üzerinden destekli modemi ile en iyi değerleri almıştır. Uygulaması yapılan üç farklı platform ve kablosuz yayın yapan cihazlarda en iyi değerleri ilgili 802.11 ac wave2 ağı üzerinden çıkartmıştır. Çizelge 4 incelendiğinde veri transferindeki oranların teknolojik desteğin önemini göstermektedir ve ilgili cihaz kendi platform desteğinde en iyi sonuca ulaşmıştır.

2.Test ortamında Samsung S20 (802.11ax) cihazı ile yapılan uygulamada alınan sonuçlar değerlendirildiğinde, Samsung S20 cihazı 802.11ax desteği bulunması sebebiyle ilgili teknoloji üzerinden maksimum verimi elde ederek Rx/Tx 1000/1000Mbps bağlantısı üzerinden destekli modemi ile en iyi değerlere ulaşmıştır. Cihazın üzerinde bulunan kablosuz modem maksimum 1000Mbps desteklemesinden dolayı, teknolojik darboğaz yaşanmış ve daha yüksek hızlara çıkamamıştır. Çizelge 5 incelendiğinde veri transferindeki oranların teknolojik değişimlere oranla değişimi gözlemlenmiştir.

3.Test ortamında MacBook Air (802.11ax) cihazı ile yapılan uygulamada alınan sonuçlar değerlendirildiğinde, MacBook Air 802.11ax desteği bulunması sebebiyle ilgili teknoloji üzerinden maksimum verimi elde ederek Rx/Tx 1000/1000Mbps bağlantısı üzerinden destekli modemi ile en iyi değerlere ulaşmıştır. Ayrıca, bu cihaz diğer cihazlara oranla en iyi uygulama sonuçları çıkartmıştır. Üzerinde bulunan, kablosuz ağ bağlantı antenlerinin daha geniş kapsamdaki yayını yakalamasıyla da uzak noktalarda veri transferini kayıp olmaksızın en iyi değerlere ulaşmıştır. Çizelge 6 incelendiğinde veri transferindeki oranlarda en iyi iletişim ve veri taşıma oranlarının bu test cihazında ulaşıldığı gözlemlenmiştir.

802.11n protokolü düzendeki yapılan uygulamada tüm senaryo testlerinde, Samsung S10 Lite ve Samsung S20 cihazı benzer performans gösterirken

MacBook Air cihazının ortalama %15 daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. 802.11ac protokolü düzendeki yapılan uygulamada tüm senaryo testlerinde, Samsung S10 Lite, Samsung S20 ve MacBook Air cihazı benzer performans gösterdikleri gözlemlenmiştir.

802.11ax protokolü düzendeki yapılan uygulamada tüm senaryo testlerinde, MacBook Air, Samsung S10 Lite cihazından %260 ve Samsung S20 cihazından ise %10 daha verimli olduğu anlaşılmaktadır. Samsung S10 Lite cihazı 802.11ax desteklemediği için bu testlerde yeterli düzeyde başarılı olamamıştır.

Yapılan uygulama ile fiziksel katmanın ağ teknolojisi altyapısının en önemli ve kritik katmanlardan birisi olduğunu gözler önüne sermektedir. Her platform şartlarında karşımıza çıkan teknolojik iletişim darboğazı yapılan uygulama içerisinde maksimum verilere ulaşılmasının önüne geçmiştir. Tasarımı yapılacak olan ağ altyapısında bu tür problemle karşılaşmamak için ağ yapısı iyi dizayn edilmeli üç katmanlı (Tier-3) yapı olacak şekilde uçtan uca tasarlanmalı, kenar dağıtıcı ve son kullanıcı bağlantılarının en az 2.5Gbps hızını desteklenmesiyle birlikte diğer yönlendirici cihazların ise 10Gbps/20Gbps olması tavsiye edilebilmektedir. Bu tür bir tasarımın, bilinen ve geleneksel kenar dağıtıcı ve son kullanıcı cihazları ile yönetilen ve işletilen (1000Mbps port hızı) ağ altyapılarından çok daha yüksek maliyetli olacağı da bilinmelidir.

Üç farklı ağ altyapısında çok çeşitli uygulama testlerinde en iyi sonuçlar aynı sistemsel şartlar içerisinde alınmaya çalışılmıştır. Raporlama ürünleri olan PRTG Network Monitoring Tool, Cisco Prime Infrastructure, Speedtest ve Analiti ile en doğru verinin farklı araçlar ile toplanması sağlanmıştır. Yapılan uygulama, yaşayan bir sistem içerisinde yapılması sebebiyle, kablosuz ağ dağıtıcı cihazlarında uygulama testlerinde önemsenmeyecek boyutlarda veri transferleri ve kullanım yoğunluğu olduğu ve uygulama testlerini etkilemediği gözlemlenmiştir. Ayrıca, MacBook Air cihazı üzerinde bulunan antenlerin daha güçlü olması, daha geniş bir alana yayılması sebebiyle zor şartlar altındaki testlerde uygulamanın en iyi cihazı olmayı başarmıştır.

Sonuç ve tartışma

Kurumsal canlı ortamda yapılan uygulama ile önemli bir boşluğu dolduran bu çalışma, ağ teknolojisinin her geçen gün gelişmesiyle birlikte hayatımızı yeni teknolojik ürünler ve sistem altyapıları girdiğini doğrulamaktadır.

Yapılacak olan son kullanıcı tercihleri ihtiyaca uygun olarak belirlenmeli cihaz ve ağ altyapıları belirlenen ihtiyaçlara uygun kurulmalıdır. Fiziksel katmanlardan ötürü oluşabilecek veri transferindeki darboğaz sorunlarının önüne geçilmelidir.

802.11ax teknolojisinin hayatımıza katmış olduğu son kullanıcı güvenlik seviyesi ve performans artışı dikkate alınacak düzeyde görünmektedir. Kullanıcı cihazlarının teknolojik olarak yenilenmesi ve güncellenmesiyle birlikte yapılan analiz çalışmalarında 802.11ax teknolojisi önümüzdeki beş yıl için popüler olması beklenilmekte Wi-Fi 7 teknolojisi için bir altyapı oluşturmaktadır. Wi-Fi 7 sayesinde, yüksek hız, kaliteli ve güçlü bağlantı, uzak noktalarda bulunan erişim sorunları çözülebilecektir. Yeni nesil altyapı ve cihazların artışı özellikle 4K/8K ses ve video transferi için kritik öneme sahip olduğu görülmektedir.

802.11ax kablosuz ağ teknolojisi, kendinden önceki nesil teknolojik altyapılar ile kıyaslandığında, WPA-3, 1024-QAM, OFDMA, IoT, MU-MIMO, OBBS Renklendirmesi gibi özellikleriyle ön plana çıkmaktadır. Ayrıca, yoğun kullanıcı gruplarının olduğu ortamlarda ise performans kaybını en minimum düzeyde kullanıcıya yansıtmasıyla tercih edilme sebebi olması beklenmektedir.

Yapılan uygulamayla birlikte 802.11ax teknolojisinin, kendinden önceki nesil 802.11 protokollerine oranla 802.11ax desteleyen MacBook Air, Samsung S10 Lite cihazından %260 ve Samsung S20 cihazından ise %10 daha verimli, performanslı olduğu uygulama sonucunda net olarak görülmektedir. Ayrıca, WPA-3 güvenlik protokolünde kullanması daha güvenli bir iletişim modelinde veri transferi yapıldığını göstermektedir. Yeni nesil teknolojilerin gelişmesiyle birlikte, çok farklı donanımlı cihaz ve sistemlerin birbirleriyle uyumlu ve istikrarlı olarak çalıştığıda gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Alternatif öneriler olarak, çalışmanın geliştirilmesi için yüksek bağlantı portlarına sahip kenar dağıtıcılar ve yönlendiriciler, yüksek hızlı internet altyapısı, yüksek hız destekleyen son kullanıcı cihaz modelleri, yoğun kullanıcı kapasiteli ortamlarının bulunduğu alanlar ve bilinen yeni nesil saldırı yöntemlerini ile analiz ve değerlendirme yapılması alternatif geliştirme tavsiyesi olarak görülmelidir.

Kaynaklar

- [1] Khorov, E., Kiryanov, A., Lyakhov, A., Bianchi, G. (2018). “A Tutorial on IEEE 802.11ax High Efficiency WLANs”, *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 21, NO. 1
- [2] Afaqui, S.M., Garcia-Villegas, E., Lopez-Aguilera, E. (2016). “IEEE 802.11ax: Challenges and requirements for future high efficiency Wi-Fi”, *IEEE Wireless Communications*, pp 2-9
- [3] George, S. A., George, H.A.S.S. (2020). “A Review of Wi-Fi 6: The Revolution of 6th Generation”, *International Journal of Engineering And Science* Volume10, pp 56-65
- [4] Pahlavan, K., Krishnamurthy, P. (2021). “Evolution and Impact of Wi-Fi Technology and Applications:A Historical Perspective”, *International Journal of Wireless Information Networks*, pp 28:3–19
- [5] Gratton, D.A., (2013). “The Handbook of Personal Area Networking Technologies and Protocols”, *Cambridge*, Cambridge University Press
- [6] Majumdar, A.K., (2019). “Optical Wireless Communications for Broadband Global Internet Connectivity,”, *Published by Elsevier Inc*, Chapter 2, pp 5-38
- [7] Prabhu, B., Sudhir, S., (2011). “A Survey of Adaptive Distributed Clustering Algorithms for Wireless Sensor Networks”, *International Journal of Computer Science & Engineering Survey*, Volume 2, No.4
- [8] He, D., Li, X., Chan, S., Gao, J., Guizani, M., (2019). “Security Analysis of a Space-Based Wireless Network”, *IEEE Network Journals & Magazines*, Volume 33, Issue 1, pp 36-43
- [9] Christin, D., Mogre, P.S., Hollick, M., (2010). “Survey on Wireless Sensor Network Technologies for Industrial Automation: The Security and Quality of Service Perspectives”, *Future Internet*, 2, pp 96-125
- [10] IEEE, (2004). “Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications”, *IEEE Computer Society*, New York
- [11] Meyers, M. (2012). *CompTIA Network+ Guide to Managing and Troubleshooting Networks*, New York, Published by McGraw-Hill Education

[12] Ciampa, M. (2012). CWNA Guide to Wireless LANs 3rd Edition, Boston, Published by Cengage Learning

[13] Cisco, (2019). “Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2017–2022”, February

[14] Butler, B., (2018). “Evaluating the New 802.11ax WiFi Standard and What It Will Mean for Enterprises”, IDC Technology Spotlight, IDC #US44230018

[15] Soysal, B., Kaya, İ., (2006). “Frekans ve zaman bölgesi kanal denkleştiricili OFDM sistemlerinin kodlamasız ve katlamalı kodlanmış başarımlarının karşılaştırılması”, *Fırat Üniversitesi Fen ve Müh. Bil. Dergisi*, sayı 18 (2), ss 217-223

[16] Yılmaz, A., Aslan, Z., (2022). “COVID-19 Pandemisinin Kurumsal Ağlarda Veri Kullanım Oranına Olan Etkisi”, *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, sayı 66, ss 95 – 115

[17] Alwer, O.A, Rasheed, J., Mahfouz, M.A., Shams,P., (2022). “Study and Evaluation of Quality of Services in Mobile Internet Protocol v6 Using IEEE802.11e”, *Wireless Communications and Mobile Computing*, v.2022, pp 11

İnternet Kaynakları

[1] Wang, M., “3 Tips for Reducing Wireless Network Interference in Accesspoint Equipment”, *Wireless Technology*, https://e2e.ti.com/blogs_/b/powerhouse/posts/how-to-eliminate-interference-in-wireless-access-point , (Erişim Tarihi: 14.11.2023)

[2] Ern, A.T.Y., “Mobile and Wireless Technology”, *Scientific*, https://www.researchgate.net/figure/Wireless-connected-with-Huawei-AR1220-wwwkabelbreakde-As-a-voice-gateway-for_fig17_337224719, (Erişim Tarihi: 14.12.2023)

[3] İnternet: “5G Türk Telekom”, Türk Telekom, <https://www.turktelekom.com.tr/hakkimizda/duyurular/Documents/tt-5g-final-version-03082018.pdf> , (Erişim Tarihi: 14.12.2023)

[4] İnternet: “GPRS Technology”, Mepits, <https://www.mepits.com/tutorial/256/communication/gprs-technology> , (Erişim Tarihi: 14.01.2024)

[5] Fleishman, G., (2008). “Battered, but not broken: understanding the WPA crack”, *Wireless Technology*, <https://arstechnica.com/information-technology/2008/11/wpa-cracked/> , (Erişim Tarihi: 15.01.2024)

[6] Internet: “WPA2™ Security Now Mandatory for Wi-Fi CERTIFIED™ Products”, *Wi-Fi Alliance*, <https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wpa2-security-now-mandatory-for-wi-fi-certified-products>,(Erişim Tarihi: 15.01.2024)

[7] Internet: “Wi-Fi Alliance® introduces Wi-Fi CERTIFIED WPA3™ security”, *Wi-Fi Alliance*, <https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-introduces-wi-fi-certified-wpa3-security>, (Erişim Tarihi: 15.01.2024)

[8] Internet: “WEP vs. WPA vs. WPA2 vs. WPA3”, *FS Community*, <https://community.fs.com/blog/wep-vs-wpa-vs-wpa2-vs-wpa3.html> , (Erişim Tarihi: 15.01.2024)

[9] Internet: “Wi-Fi 6 Nedir?”, *Intel*, <https://www.intel.com.tr/content/www/tr/tr/gaming/resources/wifi-6.html> , (Erişim Tarihi: 18.01.2024)

[10] Aruba, (2018). “What is 802.11ax (WI-FI 6)? and why you need it”, July, a00058591enw

[11] Internet: “What Is 802.11ax (Wi-Fi 6)”, *Huawei*, <https://support.huawei.com/enterprise/tr/doc/EDOC1100102755> , (Erişim Tarihi: 18.01.2024)

[12] Internet: “6. Nesil WiFi”, *Tplink*, <https://www.tp-link.com/tr/wifi6/> , (Erişim Tarihi: 18.01.2024)

[13] Internet: “What Is Wi-Fi 6 (802.11ax) and Why Does Wi-Fi 6 Matter?”, *FS Community*, <https://community.fs.com/blog/wifi-6-technology-introduction-and-application.html> , (Erişim Tarihi: 20.01.2024)

Bitki hastalıklarını tespit için derin öğrenme: ResNet modelinin etkinliği

Cihan TOPCU¹
Peri GÜNEŞ^{2*}

Geliş tarihi / Received: 20.12.2023

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 25.02.2024

Kabul tarihi / Accepted: 01.03.2024

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69002

Özet

Bitki hastalıklarının erken tespiti, tarım sektörünün kalbinde yer almakta ve hem verimi artırmak hem de ekosistemdeki dengenin korunması açısından vazgeçilmez bir öneme sahiptir. Gelişen yapay zeka teknolojileri, bu alanda devrim niteliğinde ilerlemeler sağlayarak, hastalıkların hızlı ve etkin bir şekilde tanınmasına olanak tanımıştır. Bu çalışmada kullanılan ResNet modeli, derin öğrenme algoritmalarının en iyilerinden biri olarak öne çıkmakta, bitki yaprakları üzerindeki karmaşık özellikleri saptayarak, geniş bir hastalık spektrumunu doğru bir şekilde sınıflandırabilme kapasitesini sergilemektedir. ResNet 'in bu üstün performansı, tarımsal verimliliği artırma ve bitki sağlığını koruma konusunda kritik bir adım niteliğindedir.

Modelin eğitim süreci boyunca detaylı bir şekilde incelenen veriler, ResNet modelinin bitki hastalıklarını tespit etmede olağanüstü bir başarıya ulaştığını göstermiştir. Elde edilen %99'luk başarı oranı, yapay zekâ tabanlı görüntü işleme teknolojilerinin tarımsal uygulamalarda nasıl hayati bir rol oynayabileceğinin açık bir göstergesidir. Bu seviyede bir doğruluk, özellikle zorlu dış mekân koşullarında ve çeşitlilik gösteren yaprak örnekleri üzerinde gerçekleştirilen analizler için özellikle etkileyicidir ve modelin geniş bir hastalık spektrumunu anlayabilme ve sınıflandırabilme yeteneğini kanıtlar niteliktedir. Bu sonuçlar, ResNet modelinin bitki hastalıkları teşhisinde bir endüstri standardı olarak benimsenebileceğini ve tarımsal uygulamalarda dönüşüm yaratabileceğini işaret etmektedir.

¹ İstanbul Aydın Üniversitesi, cihantopcu@stu.aydin.edu.tr. Orcid: 0009-0003-3702-9675

^{2*} Nişantaşı Üniversitesi, peri.gunes@nisantasi.edu.tr. Orcid:0009-0002-9080-3239

Bu çalışmanın sonuçları, yapay zekâ destekli bitki hastalığı tespit sistemlerinin tarım sektörü için sunduğu katkılarının ve potansiyelin altını çizmektedir. Gelişmiş ResNet modelinin uygulanmasıyla, hastalıkların erken ve doğru bir şekilde tanınması mümkün kılınarak tarımsal süreçlerin verimliliği ve sürdürülebilirliği önemli ölçüde iyileştirilmektedir. Bu teknolojik ilerleme, hastalıkların hızlı tedavisini ve önlenmesini sağlayarak, genel olarak tarım üretiminde kalite ve güvenliğin artırılmasına olanak tanımaktadır. Bu başarı, ResNet 'in derin öğrenme yaklaşımının, gerçek dünya tarımsal sorunlarına uygulanabilir ve etkili çözümler sunma gücünü kanıtlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Bitki hastalıkları, Erken tespit, Yapay zekâ, ResNet, Derin öğrenme, Görüntü işleme, Doğruluk oranı, Veri analizi, Hastalık teşhisi,*

Deep learning in plant disease detection: effectiveness of resnet model

Abstract

Early detection of plant diseases holds a central place in the agriculture sector and is indispensable for both increasing yield and maintaining ecosystem balance. The advancements in artificial intelligence technologies have revolutionized this field, enabling rapid and effective identification of diseases. The ResNet model used in this study stands out as one of the best deep learning algorithms, demonstrating the ability to accurately classify a wide spectrum of diseases by detecting complex features on plant leaves. This superior performance of ResNet is a critical step in enhancing agricultural productivity and protecting plant health.

The data examined in detail during the training process of the model show that the ResNet model has achieved extraordinary success in detecting plant diseases. The achieved 99% success rate is a clear indicator of how AI-based image processing technologies can play a vital role in agricultural applications. Such accuracy, especially in challenging outdoor conditions and on diverse leaf samples, is particularly impressive and proves the model's ability to understand and classify a wide disease spectrum. These results suggest that the ResNet model could be adopted as an industry standard in diagnosing plant diseases and create a transformation in agricultural applications.

The findings of this study underline the contributions and potential of AI-supported plant disease detection systems for the agriculture sector. With the implementation of the advanced ResNet model, early and accurate disease detection is made possible, significantly improving the efficiency and sustainability of agricultural processes. This technological progress allows for the rapid treatment and prevention of diseases, thereby enhancing the overall quality and safety in agricultural production. This success demonstrates the power of ResNet's deep learning approach to offer applicable and effective solutions to real-world agricultural problems.

Keywords: *Plant diseases, Early detection, Artificial intelligence, ResNet, Deep learning, Image processing, Accuracy rate, Data analysis, Disease diagnosis, Convolutional Neural Network (CNN)*

Giriş

Tarımsal üretimin, küresel gıda güvenliği açısından taşıdığı kritik önem, bitki hastalıklarının hızlı ve etkin bir şekilde teşhis edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu makale, tarım sektörünün bu sürekli önceliğine yanıt olarak, gelişmiş yapay zekâ tekniklerinin ve özellikle derin öğrenme algoritmalarının, tarımsal bitki hastalıkları teşhisinde nasıl kullanılabileceğini derinlemesine incelemektedir. Çalışmamız, bitki yaprağı görüntülerinden elde edilen veriler üzerinden çeşitli bitki türlerine ait hastalık belirtilerinin sınıflandırılması sürecine odaklanmaktadır. Bu süreç, bitki sağlığı yönetimi ve hastalık önleme stratejilerinin geliştirilmesinde yapay zekanın potansiyelini keşfetmek amacıyla tasarlanmıştır.

Küresel nüfusun sürekli artması ve iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerindeki etkileri göz önüne alındığında, tarım sektörünün karşılaştığı zorluklar da artmaktadır. Bu bağlamda, bitki hastalıklarının teşhis ve yönetimi, tarımsal verimliliği artırma ve gıda güvenliğini sağlama yolunda kritik bir rol oynamaktadır. Yapay zekâ ve derin öğrenme algoritmalarının kullanımı, bu zorluklara yenilikçi ve etkili çözümler sunma potansiyeline sahiptir. Makalemiz, bu teknolojilerin tarım sektörüne entegrasyonunu ve hastalık teşhisindeki etkinliklerini ele alarak, gelecekteki uygulamalar için bir yol haritası sunmayı hedeflemektedir.

Tarımsal üretimin küresel gıda güvenliği için oynadığı hayati rol, bitki hastalıklarının hızlı ve doğru bir şekilde teşhis edilmesinin önemini artırmaktadır. Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yapılan tahminlere

göre, küresel gıda üretiminin yaklaşık %20 ila %40'ı zararlılar ve hastalıklar tarafından etkilenmekte, bu da gıda güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu makale, gelişmiş yapay zeka tekniklerinin ve özellikle derin öğrenme algoritmalarının tarımsal bitki hastalıkları teşhisinde nasıl kullanılabileceğini ele alırken, aynı zamanda bu teknolojilerin tarım sektöründe nasıl uygulanabileceğini ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına nasıl katkı sağlayabileceğini de tartışmayı amaçlamaktadır (Ganatra ve ark., 2020).

Son teknolojik gelişmeler, özellikle düşük maliyetli cihazların görüntü edinimi için yaygınlaşması, görüntü tabanlı teşhis uygulamaları için geniş ölçekte veri toplanmasını mümkün kılmıştır (Wang, 2021). Bilgisayar sistemlerinin, özellikle grafik işlemcilerinin (GPU'ların) hızlı gelişimi, derin öğrenme modellerinin doğal dil işleme, makine çevirisi, tıbbi görüntü analizi gibi birçok alanda dikkate değer başarılar elde etmesine olanak tanımıştır. Bu bağlamda, Internet of Things (IoT) ve sensör ağlarındaki ilerlemeler göz önüne alınarak, derin öğrenme algoritması temelli yeni bir bitki yaprağı tanımlama modeli tasarlanmıştır (Guo, 2020).

Bitki hastalıkları, doğrudan kötü etkiler yaratarak verim üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmaktadır ve dünya genelinde yılda 20 milyar dolara kadar ekonomik kayıp tahmin edilmektedir. Coğrafi farklılıklar ve doğru tanılamayı engelleyebilecek çeşitli koşullar, araştırmacılar için önemli zorluklardan biridir. Geleneksel yöntemler, genellikle uzman görüşlerine, deneyime ve kılavuzlara dayanmaktadır; ancak bu yöntemler maliyetli, zaman alıcı ve doğruluk açısından sınırlamalara sahip olabilir. Bu makale, bitki hastalıklarının teşhisinde yapay zeka ve derin öğrenme algoritmalarının potansiyelini keşfetmeyi ve bu teknolojilerin tarım sektöründe nasıl uygulanabileceğini ele almaktadır (Guo, 2020).

Yapay zekâ, bilgisayar görüşü ve makine öğrenimi kullanımı, bitki hastalık tespit sürecini önemli ölçüde geliştirebilir ve bu alanlarda yapılan birçok araştırmada zaten uygulanmaktadır. Bu teknolojiler, bir hastalığın varlığını tespit etmenin ötesine geçerek, hastalığın şiddetini belirleme ve verilen bir bitki örneğindeki hastalık türünü doğru bir şekilde sınıflandırma yeteneğine sahiptir. İleri teknolojik yaklaşımlar, bitkilerde hastalık tespitinde de kullanılabilir. Bu nedenle, makine öğrenimi ve derin öğrenme yaklaşımları, özellikle görüntü işleme tekniklerine dayandığı için, yıkıcı olmayan seroloji veya moleküler yöntemlere kıyasla, non-invaziv hastalık tespit yöntemleri olarak düşünülebilir (Alatawi, 2022).

Hastalıklı bitkiler genellikle yapraklarda, saplarda, çiçeklerde veya meyvelerde belirgin izler veya lezyonlar gösterir. Her hastalık veya zararlı durum genellikle benzersiz bir görünür desen sunar ve bu, anormallikleri teşhis etmek için kullanılabilir. Bitki yaprakları, bitki hastalıklarını tanımlamak için başlıca kaynaktır ve hastalıkların çoğu, belirtilerini öncelikle yapraklarda göstermeye başlar. Bu durum, yapay zeka ve derin öğrenme algoritmalarının, yaprak görüntülerini analiz ederek hastalıkları tespit etme yeteneğinin altını çizer (Li ve ark., 2021).

1989'da, makine görüş görevlerinin karmaşıklığına bir çözüm olarak, Evrişimli Sinir Ağı (CNN) adı verilen yeni bir sinir ağı sınıfı ortaya çıktı. CNN'ler, özellikle görüntü tabanlı görevler için en etkili öğrenme algoritmalarından biri olarak kabul edilmeye başlandı (Ganatra ve ark., 2020). Evrişimli sinir ağlarının temel özelliği, görüntülerden özellikleri otomatik olarak çıkarma ve yüksek boyutlu verileri etkin bir şekilde işleme yetenekleridir. Bu özellikler, CNN'leri geniş bir uygulama alanında popüler hale getirmiştir (Wang, 2021).

Başlangıçta, derin öğrenme, bir 'karakutu' olarak algılanıyor ve bu algı, CNN'lerin gerçek zamanlı uygulamalarda kullanımını sınırlıyordu. Ancak, CNN'ler, el ile hazırlanmış özelliklere ihtiyaç duymadan doğrudan görüntülerden özellik çıkarabilen yapay zeka modelleridir. Bu özellik, bitki hastalığı sınıflandırma modellerini, geleneksel makine öğrenimi modellerine kıyasla daha etkili hale getirir. (Ganatra ve ark., 2020).

Pestisit kullanımı, bitkileri hastalıklardan veya enfeksiyonlardan koruyabilir ve böylece verimliliği artırabilir. Ancak pestisitlerin çevresel etkileri, hava, su, kuşlar, böcekler, toprak ve su altındaki canlılar üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir (Ganatra ve ark., 2020). Bu nedenle, biyolojik düzeyde, organizmanın hızlı ve doğru bir şekilde belirlenmesi ve hastalığın ciddiyetinin kesin bir şekilde tahmin edilmesi, hastalıkları en aza indirmek ve doğru tedavi kararları almak için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, bilgisayar zekası sistemleri, uzmanların rutin tanılamalarını desteklerken, hastalık desenlerini tanımlamak için güvenilir alternatifler sunabilir. Bu sorunun çözümünde umut vadeden bir yaklaşım, görüntü sınıflandırması için uygulanan derin öğrenme teknikleridir (Rezende, 2019).

Geleneksel olarak, tarım ve orman uzmanları hastalıkları sahada tanımlama rolünü üstlenmişlerdir ve çiftçiler de genellikle deneyimlerine dayanarak

meyve ağacı hastalıkları ve zararlılarını tanımlamışlardır. Bu yaklaşımlar, sadece subjektif olmakla kalmaz, aynı zamanda zaman alıcı, zahmetli ve genellikle verimsizdir. Deneyim eksikliği olan çiftçiler, tanı sürecinde yanlış değerlendirmeler yapabilir ve bu, ilaçların gereksiz ve yanlış kullanımına yol açabilir. Bu durum, ürün kalitesi ve verimliliği üzerinde olumsuz etkiler yaratırken, çevresel kirliliğe ve gereksiz ekonomik kayıplara neden olabilir (Li ve ark., 2021).

Bu zorluklara yanıt olarak, bitki hastalığı tanıma için görüntü işleme tekniklerinin kullanımı, son yıllarda önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Görüntü tabanlı tanıma sistemleri, tarım uzmanları ve çiftçiler için objektif, hızlı ve etkili bir alternatif sunar. Bu sistemler, yapay zeka ve derin öğrenme teknolojilerini kullanarak, bitki hastalıklarını ve zararlılarını daha doğru ve hızlı bir şekilde tanımlayabilir. Bu yaklaşım, özellikle geniş çaplı tarım alanlarında veya uzman desteğinin sınırlı olduğu bölgelerde, hastalık yönetimi ve kontrolünü önemli ölçüde iyileştirebilir (Li ve ark., 2021).

Genomik ve proteomik alanlarda yaşanan önemli ilerlemeler, bu araştırma alanlarından büyük miktarda veri üretimiyle sonuçlanmıştır. Bilim insanları, genellikle geniş ölçekli genetik tarama ve genomik yaklaşımlarla ilgi çekici genleri ve proteinleri belirlemekteydi. Ancak, makine öğrenimi algoritmalarının gelişimi, bu süreci daha da ileriye taşımıştır. Bu algoritmalar, model oluşturma sürecini otomatikleştiren ve veriden öğrenerek açıkça programlama yapmadan içgörüler elde etmeyi sağlayan analitik yöntemler koleksiyonu olarak, bitki-patojen etkileşimlerinde yer alan genleri ve proteinleri tanımlamanın yanı sıra, enfekte yaprakların görüntülerinden bitki hastalıklarını sınıflandırmak için daha güçlü ve verimli araçlar sunmaktadır (Yang ve ark., 2017).

Dubey ve Jalal'ın çalışması (Dubey ve Jalal, 2012), bu teknolojik ilerlemelerin uygulamalarına dair somut bir örnek sunar. Bu çalışmada, lezyon bölgelerini segmente etmek için K-ortalama kümeleme yöntemi kullanılmış ve elma lekelerinin renk ve dokusal özelliklerini çıkarmak için küresel renk histogramı (GCH), renk uyumu vektörü (CCV), yerel ikili desen (LBP) ve tamamlanmış yerel ikili desen (CLBP) gibi yöntemler kullanılmıştır. İyileştirilmiş destek vektör makinesi (SVM) temelinde gerçekleştirilen bu çalışma, üç tür elma hastalığını %93'lük bir sınıflandırma doğruluğu ile tespit etmiş ve tanımlamıştır.

Chai ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, dört domates yaprak hastalığı incelenmiştir: erken solgunluk, geç solgunluk, yaprak küfü ve yaprak lekesi. Bu çalışmada, domates yaprak lekesi görüntülerinden renk, dokusal ve şekil bilgilerini içeren 18 karakteristik parametre çıkarılmıştır. Adım adım ayırt edici analiz ve Bayesian Neural Network ayırt edici yöntemler kullanılarak bu parametreler incelenmiş ve sınıflandırma doğruluğu sırasıyla %94,71 ve %98,32'ye ulaşmıştır (Chai ve ark., 2010). Li ve He, çalışmalarında 5 farklı elma yaprak hastalığını - benekli dökülen hastalık, sarı yaprak hastalığı, yuvarlak leke hastalığı, mozaik hastalığı ve pas hastalığı - incelemiştir. Elma yaprak lekesi görüntülerinden renk, dokusal ve şekil özelliklerini içeren 8 parametre çıkararak, bu hastalıkları sınıflandırmak ve tanımak için BP sinir ağı modelini kullanmışlar ve ortalama tanıma doğruluğu %92,6'ya ulaşmıştır (Li ve He, 2010).

Guan ve arkadaşları ise pirinç yapraklarındaki hastalık lekelerine odaklanmışlardır. Çalışmalarında, morfoloji, renk ve dokusal özelliklerini içeren 63 parametre çıkararak, üç pirinç hastalığını - patlama, çizgi solgunluğu ve bakteriyel yaprak solgunluğu - sınıflandırmak ve tanımak için adım temelli ayırt edici analiz ve Bayesian Neural Network ayırt edici yöntemlerini uygulamışlardır. Bu yöntemlerle elde edilen tanıma doğruluğu %97,2'ye ulaşmıştır (Guan ve ark., 2010).

Son zamanlarda, görüntü tanıma ve sınıflandırmada üstün performansları nedeniyle, konvolüsyonel sinir ağları (CNN) tercih edilen yöntemler arasında öne çıkmıştır (Barbedo, 2018). CNN, görüntü işleme ve sınıflandırmada etkileyici sonuçlar elde etmiş ve bu alanda en popüler sınıflandırıcı haline gelmiştir (Kamilaris ve Prenafeta-Boldu, 2018). Özellikle, derin öğrenme yaklaşımları, bitki görüntü tanıma alanında yaprak damar desenlerine dayalı olarak ilk kez tanıtıldı (Grinblat ve ark., 2016). Bu alanda yapılan bir çalışmada, 3-6 katmanlı bir CNN kullanılarak beyaz fasulye, kırmızı fasulye ve soya fasulyesi gibi baklagil bitki türleri başarıyla sınıflandırılmıştır.

Mohanty ve arkadaşları, 14 tarım türü ve 26 tarım hastalığını tanımak için bir derin öğrenme modeli eğitmişlerdir. Bu eğitilen model, test setinde %99,35 gibi etkileyici bir doğruluk oranına ulaşmıştır (Mohanty ve ark., 2016). Benzer şekilde, Ma ve arkadaşları dört salatalık hastalığını (alt yaprak küfü, antraknoz, toz küfü ve hedef yaprak lekeleri) tanımak için derin bir CNN kullandılar ve tanıma doğruluğunu %93,4'e çıkardılar (Ma

ve ark., 2018). Kawasaki ve arkadaşları ise, salatalık yaprak hastalığını tanımak için CNN tabanlı bir sistem tanıttı ve bu sistem %94,9 doğruluk sağladı (Kawasaki ve ark., 2015).

CNN'lerin etkin bir şekilde eğitilmesi için genellikle büyük veri kümelerine (binlerce görüntüden oluşan) ihtiyaç duyulur. Ancak, bitki yaprak hastalığı tanıma konusunda bu kadar büyük ve çeşitli veri setlerine henüz erişim sağlanamamıştır. Bu durumda, transfer öğrenme yöntemi, CNN sınıflandırıcılarının bitki yaprak hastalığı tanıma için eğitilmesinde etkili bir çözüm sunmaktadır. Transfer öğrenme, önceden eğitilmiş CNN modellerini kullanarak, bu modelleri sıfırdan eğitmeye kıyasla daha küçük veri setleri üzerinde etkili bir şekilde uyarlayarak tekrar eğitmeyi mümkün kılar (Kessentini ve ark., 2019).

Özellikle, ImageNet gibi büyük veri setlerinde önceden eğitilmiş CNN modelleri, yaprak hastalığı tanıma için uyarlanabilir ve bu da sürecin etkinliğini artırır. Bu yaklaşım, bitki hastalıklarının tanınmasında karşılaşılan sınırlı veri seti sorununu çözmek için önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Derin öğrenme ve transfer öğrenme tekniklerinin birleşimi, bitki hastalıklarının daha doğru ve hızlı bir şekilde tanımlanmasını ve sınıflandırılmasını sağlar. Bu, özellikle tarım alanında hızlı karar verme ve etkili hastalık yönetimi için büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Tarım alanında, özellikle bitki hastalığı tanıma konusunda, derin öğrenme (DL) tabanlı araştırmalar önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Önceki çalışmalar (Kamilaris ve Prenafeta-Boldu, 2018), (Singh ve ark., 2018) bu alandaki araştırmaları özetlemiş, ancak DL ile birlikte uygulanan bazı yeni görselleştirme tekniklerini ve bitki hastalığı tanımlamada kullanılan ünlü DL modellerindeki gelişmeleri eksik bırakmıştır. Örneğin, (Singh ve ark., 2020) makalesi, bitki hastalığı tespiti için çeşitli görüntüleme tekniklerini sunmuş ve bu tekniklerin odak noktası olmuştur. Bu makalede, bitki hastalıklarının sınıflandırılması ve tanımlanması için SVM, K-ortalama ve KNN gibi temel teknikler ele alınmıştır.

(Saleem ve ark., 2019) makalesi ise, bitki hastalıklarını tespit etmek ve sınıflandırmak için uygulanan çeşitli geliştirilmiş ve değiştirilmiş DL mimarilerini sunmuştur. Bu çalışma, çeşitli bitki hastalıklarını görselleştirmek için kullanılan DL modelleri hakkında kapsamlı bir açıklama sağlamış, ancak hastalıkların erken tespiti ve küçük örneklem veri setleri üzerinde bitki hastalıklarını nasıl tespit edip sınıflandırılacağı konusunda yeterli bilgi vermemiştir.

Bu boşluk, gelecekteki araştırmalara yol gösterici olabilir. Özellikle, küçük veri setlerine dayalı bitki hastalığı tanıma ve sınıflandırma, DL ve transfer öğrenme tekniklerinin birleşimini gerektiren bir alan olarak ön plana çıkıyor. (Ngugi ve ark., 2020) makalesinde ise, bu tür veri setlerinin etkili bir şekilde kullanımına odaklanarak, DL modellerinin küçük ölçekli veri setleri üzerinde nasıl uyarlanabileceği ve optimize edilebileceği ele alınmıştır. Bu çalışma, özellikle kaynak kısıtlılığı olan bölgelerde ve spesifik bitki türleri üzerinde yapılan araştırmalar için önemli bir başvuru kaynağıdır.

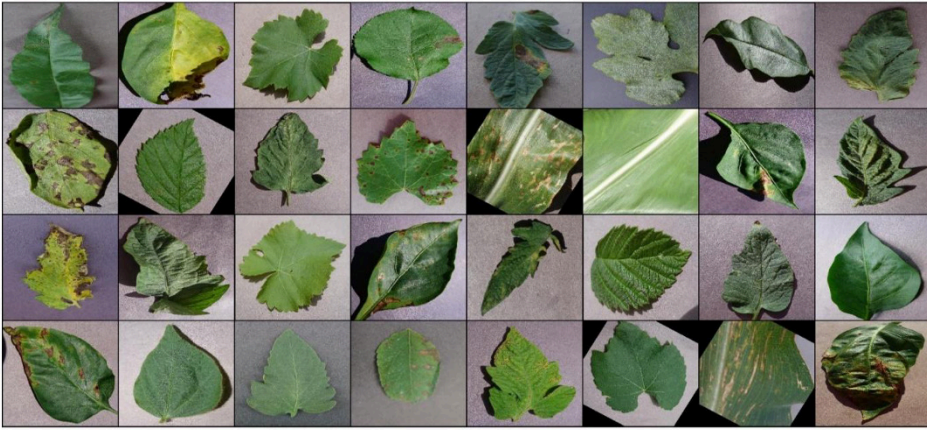
Özetle, bu makale, bitki hastalıklarının tanımlanması ve sınıflandırılması alanında derin öğrenme (DL) ve konvolüsyonel sinir ağıları (CNN) gibi gelişmiş yapay zeka teknolojilerinin giderek artan önemini vurgulamaktadır. Geleneksel yöntemlerin sınırlılıkları göz önüne alındığında, bu teknolojik yaklaşımlar, tarım sektöründe hastalık tanıma ve yönetimi süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahiptir. DL ve CNN'lerin, büyük veri setleri ve transfer öğrenme teknikleriyle birleştirilmesi, bu alandaki en son gelişmeleri temsil etmektedir ve tarım uzmanlarına, çiftçilere ve araştırmacılara bitki hastalıklarını daha etkili bir şekilde tanıma ve sınıflandırma imkânı sunmaktadır. Bu teknolojik ilerlemeler, bitki hastalıklarının erken teşhisi, verimliliğin artırılması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının desteklenmesi açısından önemli bir adımdır. Makalemiz, bu alanda yapılan mevcut çalışmalarını ele alarak, gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturmakta ve bu teknolojilerin tarım sektöründeki uygulanabilirliği ve potansiyelini geniş bir perspektifle sunmaktadır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma, bitki hastalıklarının tespiti konusunda önemli bir adım atmayı amaçlamakta ve bu amaçla 'Plant Diseases Dataset' adlı geniş bir veri setini kullanmaktadır. Bu veri seti, farklı bitki türlerine ait geniş bir yelpazede sağlıklı ve hastalıklı yaprak örneklerini içermekte olup, bu örneklerin her biri bitki hastalıklarının tespiti için hayati öneme sahiptir. Araştırmanın temelini oluşturan RESNET adındaki Convolutional Neural Network (CNN) modeli, bu zengin veri setini kullanarak bitki yapraklarının görüntülerini analiz eder ve bu analiz sonucunda sağlıklı ile hastalıklı yaprakları birbirinden ayırt edebilmektedir. Modelin geliştirilmesi sürecinde, yapay zeka ve makine öğrenimi tekniklerinden faydalanılmış ve model, bitki hastalıklarının çeşitli türlerini başarıyla tanıyabilme kapasitesine sahip hale getirilmiştir.

Modelin eğitimi sırasında, veri setinde yer alan farklı bitki türleri ve hastalıkların detaylı analizleri yapılmış, bu sayede modelin geniş bir hastalık yelpazesini tanıma ve sınıflandırma yeteneği geliştirilmiştir. RESNET modeli, yapay zeka algoritmalarının gücünü kullanarak, bitki yapraklarının renk, doku ve diğer görsel özelliklerini değerlendirerek sağlıklı ve hastalıklı yaprakları ayırt etme konusunda yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır.

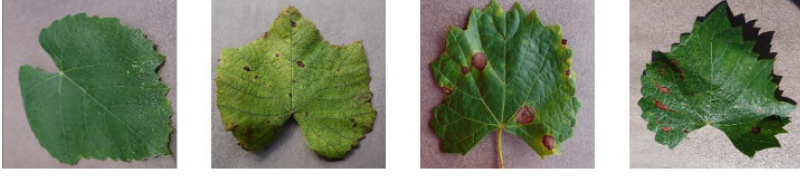
Modelin test edilmesi sırasında elde edilen sonuçlar, bitki hastalıklarının tespiti konusunda modelin yüksek başarı gösterdiğini ortaya koymuştur. Doğruluk oranları, modelin farklı bitki türleri ve hastalıklar üzerindeki etkinliğini göstermektedir. Bu başarı, tarım sektöründe hastalıkların erken tespiti ve müdahalesi konusunda büyük bir potansiyel sunmaktadır.



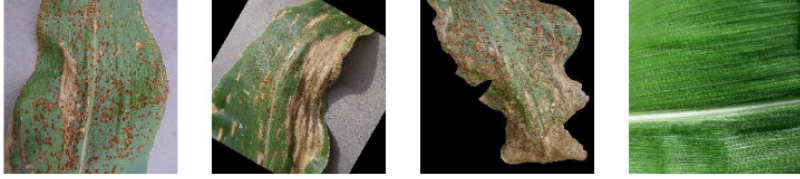
Resim 1 - Örnek Veriler

Resim 1, bitki sağlığı araştırmaları ve derin öğrenme modellemeleri için hayati öneme sahip olan geniş ve çeşitli yaprak görüntülerinin bir örneğini sergilemektedir. Her bir yaprak imajı, bitkilerin hastalıklı ve sağlıklı durumlarını temsil eden geniş bir veri yelpazesini yansıtmakta bu da tarımsal hastalıkların teşhisinde ve sınıflandırmasında kullanılan yapay zeka sistemlerinin doğruluğunu artırmak için kritik veriler sağlar. Bu görüntüler, bitki patolojisi ve veri bilimi disiplinlerinin kesişiminde, hastalık belirtilerinin çeşitli görünümünü ve evrelerini kapsayan bir spektrum kapsar. Yaprakların renk değişimleri, desenler ve dokusal farklılıklar, bitki hastalıklarının erken teşhisi için algoritmik modellerin eğitilmesinde kullanılır. Bu veri seti, algoritmaların daha geniş ve gerçek dünya koşullarına uyum sağlamasını sağlayarak, bitki sağlığı yönetiminde

önemli bir rol oynar ve tarımsal üretimde verimliliği artırmaya yönelik stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunur.

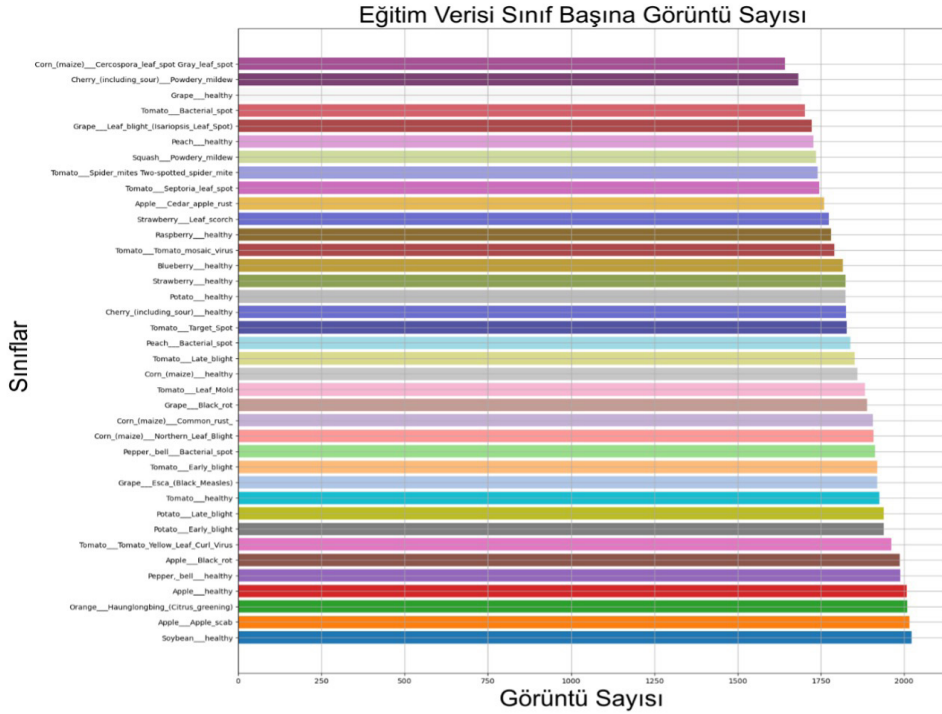


Resim 2 - Örnek Veriler



Resim 3 - Örnek Veriler

Resim 2 ve Resim 3, tarımsal bitki hastalıklarının teşhisinde kullanılan görüntü işleme ve sınıflandırma tekniklerinin hassasiyetini artıran zengin veri örneklerini sergilemektedir. Resim 2'de, asma yaprağındaki çeşitli hastalık belirtileri gösterilirken, Resim 3 mısır yapraklarındaki sağlıklı ve hastalıklı durumları betimlemektedir. Bu görseller, hastalık tespiti için gerekli görsel farklılıkları ve detayları barındırmakta olup, yapay zeka algoritmalarının eğitimi için temel oluşturmaktadır. Her iki resimde, modelimizin, belirli hastalıkları tanıma ve sınıflandırma kabiliyetinin doğruluğunu test etmek için kullanılmıştır.



Resim 4 - Veri Seti Dağılımı

Resim 4'te de görüldüğü üzere veri setimiz, mısır ve elma gibi çeşitli tarım ürünlerinin yapraklarına ait geniş bir görüntü koleksiyonunu içermekte ve hem sağlıklı hem de hastalıklı durumları kapsamaktadır. Mısır yapraklarında görülen Northern Leaf Blight, Cercospora leaf spot ve Common rust hastalıkları, bitki patolojisi alanında önemli araştırma konularındandır ve görüntü setimiz bu hastalıkların teşhisinde kullanılan algoritmaların eğitiminde değerli bir kaynak olarak hizmet etmektedir. Elma yapraklarında ise Apple scab, Black rot ve Cedar apple rust hastalıkları, derin öğrenme modellerinin doğruluk ve hassasiyetini artırmak için kullanılan zorlu vakaları temsil eder. Üzüm yapraklarındaki sağlıklı örnekler ile Leaf blight, Black rot ve Esca (Black Measles) hastalıkları arasındaki kontrast, yapay zeka sistemlerinin bitki sağlığı yönetimindeki karar verme süreçlerini desteklemedeki kritik rolünü vurgulamaktadır. Bu görüntüler, bitki hastalıklarının erken teşhisi ve tedavisine yönelik geliştirilen çözümlerin doğruluğunu artırmak amacıyla zengin veri ve görüntü işleme tekniklerinin kullanıldığı bir altyapıyı temsil eder.

"Plant Diseases Dataset" içerisinde gerçekleştirilen kapsamlı veri toplama ve düzenleme çalışmaları sonucunda, Domates, Mısır, Üzüm ve diğer önemli tarım ürünlerine ait bitki hastalıklarının dengeli bir dağılımına ulaşılmıştır. Gösterge niteliğindeki bu daire grafik, sağlıklı bitki yapraklarından Turunçgil yeşillenme hastalığı (Haunglongbing) gibi spesifik hastalıklara kadar geniş bir yelpazede, veri setimizin ne kadar dengeli ve kapsamlı olduğunu gözler önüne sermektedir; bu da hastalık tespit modelimizin doğruluğunu ve güvenilirliğini önemli ölçüde artırarak tarımsal araştırmalarda kullanılabilirliğini pekiştirmektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma, bitki sağlığı ve hastalık tespiti konusunda yapay zeka ve makine öğreniminin potansiyelini ortaya koymaktadır. RESNET modelinin geliştirilmesi ve başarılı bir şekilde uygulanması, tarım sektöründe verimliliği ve sürdürülebilirliği artırma yolunda önemli bir adımdır.

Model

Evrişimsel Sinir Ağları (CNN), görsel algılama görevlerinde öne çıkan derin öğrenme modellerinin bir alt kümesidir. CNN'ler, görüntülerdeki karmaşık yapıları tanıma ve sınıflandırma konusunda üstün performans sergilemeleriyle bilinir. Bu başarının temelinde, CNN'lerin bir görüntüdeki yerel özellikleri öğrenme kabiliyeti yatar. Bu yerel özellikler, genellikle kenarlar, köşeler ve doku gibi görsel öğelerdir.

Evrişimsel işlem, bir görüntüyü temsil eden giriş matrisi üzerinde bir filtre matrisi uygulanarak gerçekleşir. Bu filtre, belirli bir özelliği yakalamak için tasarlanmıştır ve görüntü üzerinde kaydırılarak her bölgedeki özelliklerin aktivasyonunu ölçer. Matematiksel olarak, bir (F) filtresi ve bir (I) görüntüsü için evrişimsel sonucu (S) şu şekilde hesaplanır:

$$S(i, j) = (I * F)(i, j) = \sum_{m=0}^{m-1} \sum_{n=0}^{n-1} I(i + m, j + n) * F(m, n) \quad (1)$$

Aktivasyon fonksiyonunun uygulanması, filtre boyutuna karşılık gelen bir pencerenin tüm giriş matrisi üzerinde hareket ettirilmesiyle gerçekleştirilir ve bu, aktivasyon haritası olarak bilinen yeni bir matrisin oluşturulmasını sağlar. Bu özelliklerin non-lineer bir biçimde haritalanmasını sağlayan ReLU (Düzeltilmiş Lineer Birim) aktivasyon fonksiyonu, evrişimsel işlemi takiben genellikle uygulanır ve matematiksel olarak şu şekilde ifade edilir:

$$f(x) = \max(0, x) \quad (2)$$

ReLU, negatif değerleri sıfırlarken pozitif değerleri değiştirmeden bırakır. Bu basit işlem, modelin negatif değerleri görmezden gelmesini sağlar ve non-lineer bir aktivasyon sağlamak için gereklidir. Ayrıca, modelin lineer olmayan özellikleri öğrenmesine yardımcı olur ve aktivasyon haritasındaki negatif değerlerin baskılanmasına olanak tanır.

Havuzlama (Pooling), aktivasyon haritasının boyutunu küçültmek ve hesaplama karmaşıklığını azaltırken, modelin öğrendiği özelliklerin konumsal değişkenliklere karşı dayanıklı olmasını sağlamak için kullanılır. Max-pooling, en yaygın havuzlama yöntemlerinden biridir ve belirli bir pencere boyutu içindeki maksimum değeri seçerek bu bölgeyi temsil eder; örneğin, 2x2'lik bir max-pooling, her 4 piksellik bölgeden en büyük değeri seçer. Havuzlama katmanı, konvolüsyondan gelen özellik haritalarının boyutunu azaltarak hesaplama maliyetini düşürür ve aynı zamanda modelin konumsal değişkenliklere karşı dayanıklılığını artırır. Matematiksel olarak, bir (P) havuzlama işlemi şöyle tanımlanabilir:

$$P(i, j) = S(i * stride + k, j * stride + l) \quad (3)$$

Burada (stride), havuzlama penceresinin kaydırma miktarını; (k) ve (l), ise havuzlama penceresinin boyutunu ifade eder. Havuzlama işlemi, her pencere içindeki maksimum değeri seçerek boyutu azaltır.

Son olarak, tamamen bağlı (fully connected) katmanlar, evrimsel ve havuzlama katmanlarının çıktılarını alır ve ağın son sınıflandırma işlemini gerçekleştirir. Bu katmanda, her nöron önceki katmandaki tüm nöronlara bağlıdır ve bu yapının sonucunda, ağın eğitim verileri üzerinde öğrendiği özellikler kullanılarak giriş görüntüsünün hangi sınıfa ait olduğu belirlenir.

ResNet

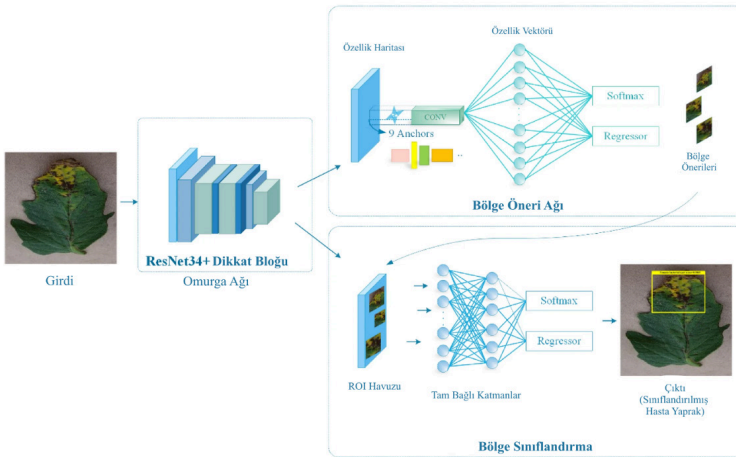
Residual Networks (ResNet), derin sinir ağlarındaki eğitim zorluklarını aşmak için tasarlanmış yenilikçi bir mimaridir. Derin öğrenme mimarileri, katman sayısı arttıkça karşılaşılan 'kaybolan gradyan' sorununun üstesinden gelmek için ResNet, artık öğrenme (residual learning) yaklaşımını benimsemiştir. Bu yaklaşım, katman girdilerini doğrudan çıktılara ekleyerek ağın daha derin katmanlarında öğrenmeyi kolaylaştırmayı amaçlar.

ResNet'in temel bileşeni, birimler arası atlamalı bağlantılardır (skip connections). Bu bağlantılar, aktivasyonları birkaç katman ötesine taşıyarak, ağın derin bölgelerine bilgi akışını düzgün bir şekilde sürdürmesini sağlar.

Atılan bağlantılar, ağı eğitimi sırasında, önemli bilgilerin kaybolmasını önleyerek daha karmaşık öğrenme görevlerinin üstesinden gelmesine yardımcı olur.

ResNet mimarisinin katmanlar arasındaki fonksiyonel ilişki, $(F(x) + x)$ olarak ifade edilir. Burada (x) giriş aktivasyonunu, $(F(x))$ ise katman tarafından öğrenilen residual fonksiyonunu temsil eder. Bu yapı, öğrenilen fonksiyonun sıfıra yakın bir hata ile optimize edilmesi gerektiğinde dahi, girişin orijinal sinyalini koruyarak ağı eğitilmesine imkân tanır.

Mühendislik ve bilimsel çalışmalarda ResNet'in kullanımı, görsel tanıma ve sınıflandırma görevlerinde önemli iyileştirmeler sağlamıştır. Özellikle bitki hastalıkları tespiti gibi alanlarda, ResNet kullanılarak elde edilen sonuçlar, hastalık belirtilerinin doğru bir şekilde tanınmasında ve sınıflandırılmasında önemli ilerlemeler sunmuştur. Bu ilerlemeler, erken teşhis ve müdahaledeki doğruluğu artırarak, tarımsal üretimdeki kayıpları azaltma potansiyeline sahiptir. Model, öncelikle girdi olarak alınan yaprak görüntüsünü ResNet34 destekli bir omurga ağı (backbone network) üzerinden geçirerek özellik haritalarını (feature maps) oluşturur. Dikkat bloğu, modelin odaklanması gereken alanları belirleyerek önemli özellikleri vurgular ve gürültünün etkisini azaltır. Ardından, bölge öneri ağı (region proposal network, RPN), bu özellik haritalarını kullanarak ilgi alanlarını (ROI) belirleyen çeşitli aday bölgeleri önerir. Her bir aday bölge, ROI havuzlama işleminden geçerek boyutunun normalleştirilmesi sağlanır ve tam bağlantılı katmanlara (fully connected layers) iletilir.



Resim 6 - ResNet Çalışma Mantığı (Nawaz, 2022)

Bu katmanlar, sınıflandırma (Softmax) ve regresyon analizleri yaparak, hastalıklı yaprakların yerelizasyonunu ve sınıflandırmasının nasıl gerçekleştiği Resim 6'da görmekteyiz. Modelin çıktısı, lokalize edilmiş ve sınıflandırılmış hastalıklı yaprağı gösterir, böylece modelin hem hastalığı tespit etme hem de bunu yaprak üzerinde doğru bölgeye yerleştirme kabiliyeti ortaya konulur. Sonuç olarak, ResNet mimarisi, derin öğrenme algoritmalarının performansını artırmak ve daha derin ağ yapılarını eğitmek için kritik bir gelişmedir. Bu mimari, gelişmiş görsel algılama yetenekleri sayesinde, otomatik tanıma ve analiz sistemlerinin geliştirilmesinde yeni ufuklar açmaktadır.

Neden ResNet?

ResNet mimarisinin tercih edilmesinin altında yatan nedenler, onun derin öğrenme modelleri arasında öne çıkan performansı ve sağladığı benzersiz avantajlardır. Derin sinir ağları geleneksel olarak katman sayısı arttıkça eğitimde karşılaşılan kaybolan gradyan problemiyle mücadele ederken, ResNet bu problemi atlamalı bağlantılar (skip connections) kullanarak çözümlenmiştir. Bu bağlantılar sayesinde, ağın daha derin katmanlarına bilgi akışı daha verimli bir şekilde sürdürülebilir ve daha derin ağ yapıları başarıyla eğitilebilir. Bu özellikler, ResNet'in karmaşık veri setlerinde ve özellikle de çok çeşitli ve büyük görsel veri gerektiren bitki hastalıkları tespiti gibi alanlarda tercih edilmesinin ana sebeplerindedir. ResNet, öğrenme kapasitesini maksimize ederken hesaplama yükünü optimize eder ve bu da onu geniş kapsamlı görsel algılama görevleri için ideal bir seçim haline getirir. Ayrıca, mevcut literatürde ResNet tabanlı modellerin başarıları, bu mimarinin çeşitli görsel tanıma görevlerindeki yüksek performansını ve genelleştirilebilirliğini kanıtlamıştır. Bu nedenlerle, ResNet'in Plant Diseases Dataset üzerinde yüksek doğrulukla hastalık tespiti yapma potansiyeli, onu bu projede kullanma kararı için güçlü bir aday yapmaktadır.

Modelin Eğitim Süreci ve Yapısı, Veri Hazırlığı

Bitki hastalıkları tespiti için ResNet mimarisi kullanılarak geliştirilen modelimiz, geniş ve çeşitlendirilmiş bir veri setinin hazırlanması ve işlenmesi süreçlerini kapsamaktadır. Modelin eğitim süreci, Keras kütüphanesinin sağladığı ImageDataGenerator sınıfının sağladığı güçlü veri artırma (data augmentation) yeteneklerini kullanarak gerçekleştirilmektedir. Bu sınıf, modelin eğitimi sırasında gerçek zamanlı olarak görüntü döndürme, ölçeklendirme, kaydırma ve diğer

dönüşümleri uygulayarak, modelin genelleştirme yeteneğini artırmakta ve olası aşırı uyum (overfitting) sorunlarını azaltmaktadır. Özellikle bitki hastalıkları tespiti bağlamında, modelin farklı bitki türlerine ait çeşitli hastalıkların görsellerini tanıyabilmesi için, gelişmiş veri artırma teknikleri kullanılmıştır. Bu teknikler sayesinde, model farklı ışık koşulları, perspektifler ve görüntü bozulmaları altında bile bitki hastalıklarını doğru bir şekilde sınıflandırabilme yeteneğine sahip hale getirilmiştir.

initDataSets() fonksiyonu, modelin ihtiyaç duyduğu veri setlerini dinamik olarak hazırlar ve işler. ImageDataGenerator ile entegre çalışan bu fonksiyon, belirli bir dizindeki veriyi alır ve model eğitimi için kullanılacak şekilde düzenler. Bu yaklaşım, özellikle büyük veri setleri ile çalışırken, bellek kullanımını optimize etmekte ve disk okuma/yazma işlemlerini minimuma indirmekte büyük bir etkinlik göstermektedir. Sonuç olarak, ResNet tabanlı modelimiz, bu kapsamlı veri hazırlığı ve artırma teknikleri ile, bitki hastalıkları tespiti konusunda güçlü bir performans sergilemek için tasarlanmıştır. Model, karmaşık veri setleri üzerinde eğitilerek, tarımsal araştırmalar için değerli ve doğru tespitler yapabilme kapasitesine ulaşmıştır.

Modelin Özelleştirilmesi

Bitki hastalığı tespiti için özelleştirilen ResNet modeli, 'getAllForTraining()' fonksiyonu ile çeşitli geri çağırma fonksiyonları ve optimizasyon ayarlarını içerecek şekilde geliştirilmiştir. 'ReduceLROnPlateau' geri çağırma fonksiyonu, bir metrikte ilerleme kaydedilmediğinde öğrenme hızını otomatik olarak azaltır, böylece modelin eğitimi sırasında yerel minimumlara takılmaktan kaçınarak global minimuma verimli bir şekilde ulaşması sağlanır. 'ReduceLROnPlateau' hakkında daha fazla bilgi edinmek için Keras'ın resmi belgelerini ziyaret edebilirsiniz (URL 1).

Aynı zamanda, eğitimin verimliliğini ve zaman yönetimini optimize etmek adına 'EarlyStopping' geri çağırma fonksiyonu kullanılır. Belirli bir metrik üzerinde bir süre boyunca ilerleme gözlemlenmediğinde eğitimin otomatik olarak durdurulmasını sağlar. Bu yaklaşım, modelin aşırı uyuma (overfitting) karşı korunmasına yardımcı olur (URL 1). Bu geri çağırma fonksiyonlarının kullanımı, derin öğrenme modellerinin eğitim sürecinde sık karşılaşılan plato bölgelerinde ilerleme sağlamada önemli bir rol oynar ve öğrenme hızının dinamik ayarlanması sayesinde modelin ağırlıklarının daha ince ayarlanmasına imkan tanır (URL 2 – URL 3). Bu tekniklerin uygulanması, bitki hastalıkları tespiti gibi karmaşık görevlerde modelin

performansını artırarak daha doğru sonuçlar alınmasını sağlar. Modelin 'updateBaseModel()' fonksiyonu ile MobileNet mimarisi, başlangıçta genel amaçlı bir yapı iken belirli görevlere göre özelleştirilmek üzere tasarlanmıştır. MobileNet, hafif yapısı ve düşük hesaplama gereksinimi ile bilinir. Bu yapı, derinliklerine ayrılabilir evrişimler (depthwise separable convolutions) kullanarak hafif ve yüksek performanslı derin sinir ağları oluşturur. MobileNet'in bu özellikleri, özellikle düşük güç ve düşük gecikme gerektiren uygulamalarda etkili bir performans sergilemesini sağlar. MobileNet'in genel yapısı ve bu yapının nasıl özelleştirilebileceği, MobileNet'in mimari detayları ile ilgili yapılan araştırmalarda daha ayrıntılı olarak incelenmiştir (ar5iv.org, 2017) (URL 4). Bu özellikler, bitki hastalıklarının sınıflandırılması gibi spesifik görevlerde MobileNet'in tercih edilmesini sağlar.

Model optimizasyonunda kullanılan Adam optimizasyon algoritması, öğrenme oranının adaptif bir şekilde ayarlanması ve momentumun birleştirilmesi prensiplerine dayanır. Adam, AdaGrad ve RMSProp algoritmalarının en iyi özelliklerini birleştirerek, gürültülü problemlerde ve seyrek gradyanlarda etkili bir optimizasyon sağlar. Genel olarak, Adam algoritmasının varsayılan ayarları (öğrenme oranı=0.001, beta1=0.9, beta2=0.999, epsilon=1e-08) çoğu probleme iyi uyum sağlar ve derin öğrenme modellerinin eğitiminde yaygın olarak tercih edilir. Adam algoritması, özellikle karmaşık görevlerde, bitki hastalığı tespiti gibi alanlarda, modelin hızlı ve stabil bir şekilde yakınsamasını sağlayarak yüksek doğrulukla sınıflandırma yapılmasına olanak tanır (MachineLearningMastery) (URL 5). Bu teknik ve stratejilerin birleşimi, bitki hastalıklarının tespiti için ResNet tabanlı modelin başarısını artıran faktörlerdir. Özellikle tarımsal araştırmalar ve gerçek zamanlı uygulamalar göz önünde bulundurulduğunda, bu yaklaşım, hastalık tespitinde yüksek doğruluk ve verimlilik sağlamak için kritik öneme sahiptir.

Bitki Hastalığı Tespiti

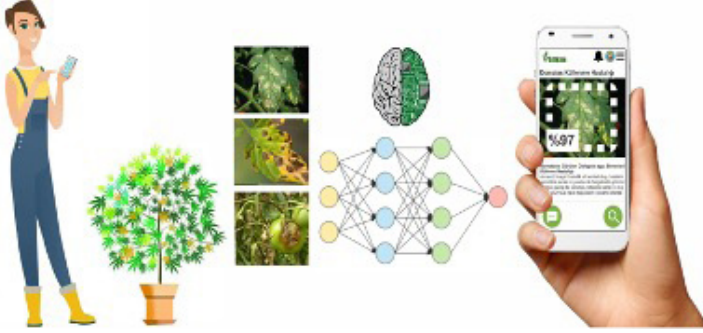


<i>Resim 7 - Bitki Tipi Seçme</i>	<i>Resim 8 - Hastalık fotoğrafı çekme</i>
<p>Uygulamamızın arayüzünde sunduğumuz zengin bitki kütüphanemizden tarım ürününüzü seçmeniz beklenir. Bu seçim, yapay zeka destekli sistemimizin, tarlanızın özgün ihtiyaçlarına özel çözümler üretmesinin temelini oluşturur. Seçeceğiniz ürün tipi, alacağınız teşhislerin ve önerilerin kişiselleştirilmesinde kritik rol oynar. Kullanıcı Dostu Arayüz: Yalnızca bir dokunuşla, domateslerden biberlere, patlıcanlardan kabaklara kadar geniş bir yelpazede ürününüzü seçin.</p> <ul style="list-style-type: none">- Hassas Teşhis: Doğru bitki türü seçimi, algoritmanın verimliliğini ve teşhis hassasiyetini artırır.- Çoklu Ürün Desteği: Çeşitlilik bizim için değerli, birden fazla ürün türü için aynı hassasiyetle çalışma olanaklarımız var. <p>Her bir seçim, tarımın sürdürülebilirliğini ve ürün verimliliğini destekleyen daha geniş bir yolculuğun ilk adımımızdır. 'Ürün Tipi Seçme' ile başlayan bu yolculuk, yapay zekamızın sunduğu akıllı teşhislerle devam eder ve sizi tarımınızda yeni ufuklara taşır.</p>	<p>Makalemizin bu bölümünde, tarım alanlarının sağlık durumunun izlenmesi ve korunması sürecindeki önemli bir adım olan uygulamamızın teşhis özelliğine değineceğiz. Kullanıcıların seçtikleri ürün türüne ait bitkilerdeki hastalık belirtilerini etkin bir şekilde tespit etmelerini sağlamak amacıyla, 'Hastalık Fotoğrafı Çekme' özelliği geliştirilmiştir. Bu özellik, kullanıcıların akıllı telefonlarının kamerası aracılığıyla, bitkilerindeki herhangi bir hastalık izi, leke veya anormalliği uygulamamıza hızla aktarmalarına olanak tanır.</p> <ul style="list-style-type: none">- Fotoğraf Çekme: Kullanıcılar, bitkilerini en net şekilde gösteren fotoğrafları çekebilmek için kamera özelliğini kullanır. Bu, hastalık belirtilerinin doğru bir şekilde kaydedilmesi için temel bir adımdır.- Akıllı Tarama: Uygulamamız, çekilen fotoğrafı otomatik olarak analiz eder ve potansiyel sağlık sorunlarını belirler. Bu analiz, gelişmiş görüntü işleme algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilir.- Hızlı Sonuçlar: Fotoğraf çekildikten hemen sonra, yapay zeka destekli algoritmamızın hızlı bir şekilde işlem yapması sağlanır. Bu, hastalık teşhis sürecinde etkinliği artırır. <p>Bu özellik sayesinde, çiftçiler ve tarım profesyonelleri, hastalıkların yayılmasını önlemede kritik öneme sahip zaman kazanırlar ve bitkilerinin sağlığını koruma altına alırlar. Çekilen resimler, bulut tabanlı sistemimizde anında işlenerek, hastalığın türüne dair kesin bilgiler sunar. Bu süreç, sağlıklı ürünlerin elde edilmesi ve verimli hasatlar için gereken bilgiye ulaşılmasında önemli bir rehberlik rolü oynar.</p>



Resim 9 - Anında Teşhisi Görme	Resim 10 - Tedavi Önerileri Alma
<p>Makalemizin bu kısmında, bitkilerdeki hastalıkların hızlı ve etkin bir şekilde tanımlanmasını olanak tanıyan ‘Anında Teşhisi Görün’ özelliğimizi inceleyeceğiz. Bu özellik, kullanıcılar tarafından çekilen resimlerin yapay zeka destekli derin öğrenme algoritmalarımızla analiz edilmesi sürecini temel alır. Bu süreç, teşhisin hem hassas hem de hızlı bir şekilde yapılmasını mümkün kılar, böylece hastalıkların erken teşhisi artık sadece bir dokunuş uzaklığında bulunur.</p> <p>- Güvenilir Teşhis: Uygulamamız, gönderilen resimleri anında işleyerek, yüksek doğruluk oranıyla hastalığın türünü belirler. Bu, bitki sağlığı yönetiminde önemli bir adımdır.</p> <p>- Detaylı Bilgiler: Teşhis edilen hastalık hakkında detaylı bilgiler, olası nedenleri ve etmenleri kullanıcılarına sunulur. Bu bilgiler, hastalıkların daha iyi anlaşılmasını ve yönetilmesini sağlar.</p> <p>- Anlaşılır Sonuçlar: Teşhis sonuçları, hastalığın olasılık yüzdesi ile birlikte sunulur, durumun ciddiyeti hakkında net bir fikir verir.</p> <p>Bu etkileşimli teşhis süreci, tarım uzmanları ve çiftçilerin karşılaştıkları sorunları hızla anlamlarını ve gerekli önlemleri zamanında alabilmelerini sağlar. ‘Anında Teşhisi Görün’ özelliği, bitki sağlığını izleme ve yönetme süreçlerini daha şeffaf ve kontrol edilebilir hale getirir. Bu özellik, bitki sağlığını korumak için gerekli tüm bilgileri kullanıcıların parmaklarının ucuna getirerek, tarım alanında yeni bir dönemin kapılarını aralamaktadır.</p>	<p>Yapay zekâ temelli teşhisin ardından, çözüm ve iyileşme sürecinin başlamasıyla, ‘Tedavi Önerileri Alın’ adımı devreye girer. Bu aşama, teşhis edilen hastalığın türüne ve şiddetine göre özelleştirilmiş tedavi yöntemleri sunar. Uygulamamız, bitkinin karşılaştığı özgül problemlere yönelik etkili tedavi yöntemlerini, hem kültürel hem de kimyasal mücadele seçeneklerini ve gerektiğinde ilaç önerilerini içermektedir.</p> <p>- Kültürel Mücadele: Bu yaklaşım, bitki sağlığını doğal yollarla koruma yöntemleri hakkında bilgilendirme yapar ve sürdürülebilir tarım pratiklerine odaklanır.</p> <p>- Kimyasal Mücadele: Gerekli durumlarda, etkili ve güvenli pestisit kullanımına ilişkin yönergeler sunar. Bu, zararlı organizmalarla mücadelede kritik bir rol oynar.</p> <p>- İlaç Önerisi: Hastalığın tedavisinde kullanılacak ilaçlar hakkında net ve anlaşılır öneriler sağlar. Bu, hastalıkların yönetiminde bilinçli kararlar almayı kolaylaştırır.</p> <p>Uygulamanın bu özelliği, tarım pratiğinde bilinçli ve etkin müdahaleler için gerekli bilgileri sunarak bitki sağlığını koruma ve ürün verimliliğini artırmada güçlü bir yardımcıdır. Tedavi önerileri, sürdürülebilir tarım anlayışına uygun, bitkilerin hastalıklardan korunmasını ve güçlenmesini sağlayacak çözümleri içerir. ‘Tedavi Önerileri Alın’ özelliği, bitki sağlığının en üst düzeye çıkarılmasında önemli bir araç olarak öne çıkar.</p>

Çalışma Mantığı



Resim 11 – Uygulama Çalışma Sistemi

Resim 11’de uygulamamızın çalışma sistemini göstermektedir. Bitki sağlığını izlemek ve yönetmek için modern teknolojilerin entegrasyonunu kapsamlı bir şekilde ele alır. Kullanıcı, akıllı telefon aracılığıyla bitkisine yönelik sorunları tespit etmek için mobil uygulamamızı kullanır. Uygulama, yapay zeka destekli görüntü işleme algoritmaları kullanarak bitki yapraklarındaki belirtileri analiz eder ve potansiyel hastalıkları tanımlar. Bu süreç, bir yapay sinir ağı tarafından yönetilir ve tanı konulan hastalığa ilişkin bilgileri ve yönetim önerilerini kullanıcıya sunar. Sistem, tarım uzmanları ve hobi bahçıvanları için kolaylıkla erişilebilir, etkileşimli ve eğitici bir kaynak olarak hizmet ederken, bitki sağlığı izleme ve hastalık teşhisinde dijital dönüşümün önemini vurgular.



Resim 12 – Tahmin Doğruluk Oranı %100



Resim 13 – Tahmin Doğruluk Oranı %98



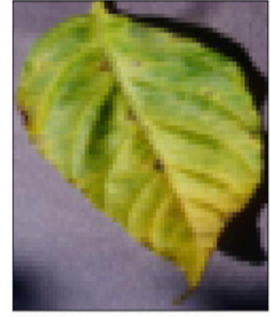
Resim 14 – Tahmin Doğruluk Oranı %100



Resim 15 – Tahmin
Doğruluk Oranı %100



Resim 16 – Tahmin
Doğruluk Oranı %95



Resim 17 – Tahmin
Doğruluk Oranı %100

Modelimiz, Resim 12-17’de gözüktüğü üzere, geniş çaplı bitki hastalıkları sınıflandırma görevinde yüksek doğruluk oranları elde ederek, tarımsal hastalık teşhisinde yapay zekanın potansiyelini sergilemektedir. Örneğin şeftali, biber ve yaban mersini gibi çeşitli bitki türlerine ait yaprak örneklerinin incelenmesi, modelimizin hem sağlıklı bitki durumlarını hem de hastalıklı belirtileri ayırt edebilme kabiliyetini doğrulamaktadır. Her bir teşhis, bitkilerin semptomlarını yüksek doğrulukla tanıma ve sınıflandırma becerisini kanıtlar niteliktedir. Bu, modelin eğitim ve validasyon süreçlerinin, gerçek dünya tarımsal verileri üzerinde ne kadar etkili olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, bitki hastalıkları teşhisinde erken ve doğru müdahale stratejileri geliştirmek için zemin hazırlamakta, böylece tarımsal üretimde verimliliği artırmak ve kayıpları azaltmak için güçlü bir temel oluşturmaktadır. Bu çalışma, yapay zeka teknolojilerinin tarım sektöründe sağlayabileceği katma değeri ve önemi ortaya koymakta, bilim ve teknolojinin bu alandaki birleşimini daha da ileriye taşıma potansiyeline işaret etmektedir.

Veri Yükleme ve Ön İşleme

Bitki hastalığı tespiti projesindeki veri yükleme ve ön işleme süreci, fotoğrafın analize hazır bir formata dönüştürülmesini içerir. Öncelikle, verilen fotoğraf ya bir dosya yolundan alınır ya da doğrudan bir görüntü matrisi olarak işlenir. RGB formatına dönüştürme işlemi, görüntünün renk kanallarının uygun bir şekilde model tarafından işlenmesini sağlar. Yüz tespiti için OpenCV kütüphanesinin Haar özellik tabanlı sınıflandırıcısı tercih edilir, ancak bitki hastalığı tespiti kontekstinde bu, bitki yaprakları üzerindeki karakteristik özellikleri tanımlamak için uyarlanmış özel

bir sınıflandırıcı ile değiştirilebilir. Görüntü, modelin girdi boyutu olan örneğin 256x256 piksel gibi bir boyuta yeniden ölçeklendirilir.

Modelin verimli bir şekilde işlemlerini sağlamak için piksel değerleri [0, 1] aralığında ölçeklenir. Bu ön işlemden geçen bitki yaprağı görüntüsü, eğitilmiş derin öğrenme modeline beslenir ve modelin tahmini, hastalık durumunun olasılık dağılımı olarak geri döner. Tahminler, orijinal görüntü ile birlikte görselleştirilerek, modelin her bir hastalık sınıfına olan güvenini yüzdelik değerlerle sunan bir çubuk grafiği aracılığıyla sergilenir.

Projede, farklı bitki hastalıklarının sınıflandırma başarı oranları detaylı bir şekilde incelenir ve hangi hastalığın daha stabil ve güvenilir sonuçlar verdiği için bir analiz yapılır. Performans değerlendirmesinde, ROC eğrisi kritik bir araç olarak kullanılır. ROC eğrisi, modelin farklı sınıflandırma eşik değerlerindeki duyarlılığını ve doğruluğunu görselleştirir, böylece modelin belirli bir kesme noktasında ne kadar hassas olduğu belirlenebilir. Bu analiz, modelin sınıflandırma eşiklerinde nasıl tepki verdiğini anlamak için önemlidir ve eşik değeri, bir yaprağın belirli bir hastalık sınıfına ait olup olmadığına karar vermek için kritik bir parametredir. Bu süreç, bitki hastalığı tespiti projesinin başarısını optimize etmek için hayati öneme sahiptir ve derin öğrenme tabanlı tanı sistemlerinin tarımsal uygulamalardaki potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, bitki hastalığı tespiti projesinde, ROC eğrisi ve AUC değeri, modelin sınıflandırma performansını objektif bir şekilde değerlendirmek için kullanılan kritik araçlardır. Bu araçlar, modelin hastalıklı ve sağlıklı bitkileri ne kadar doğru bir şekilde ayırt edebildiğini göstererek, tarımsal verimliliği artırmak ve hastalıkların yayılmasını önlemek için gerekli hassasiyeti sağlar. ROC eğrisi, modelin farklı eşik değerlerindeki duyarlılığını ve tespit kabiliyetini ölçerken, eğrinin şekli ve eğri altında kalan alan (AUC), modelin genel performansını özetler.

Modelin doğru pozitif oranı (TPR) ve yanlış pozitif oranı (FPR), sınıflandırmanın hassasiyetini ve özgüllüğünü ifade eden temel metriklerdir. TPR, gerçekte pozitif olan örneklerin ne kadarının doğru bir şekilde pozitif olarak sınıflandırıldığını ifade ederken, matematiksel olarak şu şekilde hesaplanır:

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

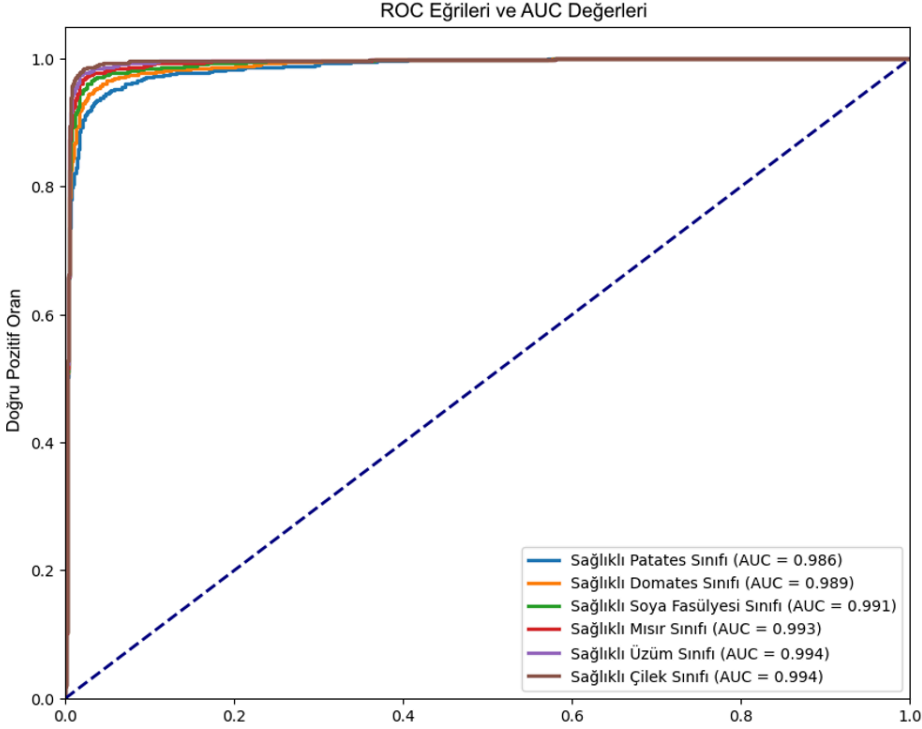
Bu oran, modelin duyarlılığını yansıtır ve hastalıklı bitki yapraklarını ne kadar iyi tespit ettiğini gösterir. FPR ise, gerçekte negatif olan örneklerin ne kadarının yanlışlıkla pozitif olarak sınıflandırıldığını belirtir ve şu şekilde hesaplanır:

$$FPR = \frac{FP}{FP+TN} \quad (5)$$

Bu oran, modelin özgüllüğünün tamamlayıcısı olarak kabul edilir ve yanlış alarmların sıklığını gösterir.

Eğer ROC eğrisi sol üst köşeye yakınsa veya bu köşeyi geçiyorsa, bu durum modelin yüksek performans sergilediğini gösterir. Modelin rastgele tahminden daha kötü performans gösterdiğini ifade eden 45 derecelik çizginin altında kalan bir eğri, modelin yetersiz olduğunu gösterir. Performans, eğri ne kadar sol üst köşeye yaklaşırsa o kadar artar.

AUC değeri, ROC eğrisinin altında kalan alanı ölçer ve sınıflandırma modelinin ne kadar iyi performans gösterdiğini özetleyen bir metriktir. AUC değeri 1'e yaklaştıkça modelin gerçekleri yansıttığı, 0.5 ise modelin rastgele tahmin yaptığı anlamına gelir. Özellikle dengesiz veri setleri söz konusu olduğunda, ROC ve AUC değerleri, modelin sınıflandırma yeteneğini değerlendirmek için doğruluk oranından daha bilgilendirici metrikler olarak öne çıkar. Bu ölçütler, bitki hastalığı tespiti projesinde, modelin çeşitli hastalık türlerini ne kadar başarılı bir şekilde ayırt edebildiğini anlamak için hayati öneme sahiptir. Modelin eşik değerlerini değiştirerek performansının değişkenliğini gözlemlemek ve farklı durumlara adaptasyonunu değerlendirmek, modelin tarımsal alanda kullanımının etkinliğini artırmak için kritik bir süreçtir.



Resim 18 - Örnek ROC değerleri

Resimde 18’de sunulan ROC (Receiver Operating Characteristic) eğrileri, bitki hastalığı tespiti modelimizin, farklı bitki sınıflarını ne kadar iyi ayırt edebildiğini gösteren zengin bir bilgi kaynağıdır. Her bir eğri, modelimizin belli bir bitki sınıfı için gerçekte pozitif olan örnekleri ne oranda doğru olarak sınıflandırdığını (doğru pozitif oran) ve gerçekte negatif olan örnekleri ne oranda yanlışlıkla pozitif olarak sınıflandırdığını (yanlış pozitif oran) göstermektedir.

ROC eğrilerinin altında kalan alan (AUC - Area Under Curve), modelin belirli bir sınıfı doğru olarak sınıflandırma konusundaki başarısını özetler. Grafikte görülen yüksek AUC değerleri, modelin yüksek duyarlılık ve özgüllükle hastalıklı ve sağlıklı bitkileri ayırt ettiğini gösterir. Bu, modelin overfitting yapmadan genel bir başarı gösterdiğinin ve eğitim verilerine aşırı uyum sağlamaksızın genelleştirilebilir sonuçlar elde ettiğinin bir işaretidir.

Özellikle sağlıklı patates ve domates sınıfları için AUC değerlerinin neredeyse mükemmel yakın olması, modelimizin bu sınıfları tanıma

konusunda olağanüstü bir hassasiyet ve doğruluk sergilediğini gösterir. Diğer yandan, sağlıklı soya fasulyesi ve mısır sınıflarının da yüksek AUC değerleriyle modelimizin geniş bir spektrumda güvenilir sınıflandırmalar yapabildiğini ortaya koyar.

Bu analiz, bitki hastalığı tespiti projesinde modelimizin genel performansının yanı sıra, belirli bitki sınıfları üzerindeki başarısını gözler önüne serer. Yüksek ROC eğri değerleri, modelimizin bu bitki sınıflarını doğru bir şekilde tanıdığını gösterir ve bu da modelimizin tarımsal alanlarda güvenilir bir araç olduğunu doğrular. Bu analizin ardından, modelimizin performansını daha da derinlemesine incelemek ve her bir sınıf için yanlış pozitif ve yanlış negatif tahminlerin detaylarını ortaya çıkarmak amacıyla Confusion Matrix metodunu kullanacağız. Bu metod, modelimizin sınıflandırma tahminlerinin doğruluğunu daha detaylı bir şekilde gözlemlememize imkan tanıyacak ve iyileştirme için potansiyel alanları belirlememize yardımcı olacaktır.

Karışıklık Matrisi (CM)

Karışıklık matrisi (confusion matrix), sınıflandırma modellerinin performansını değerlendirmede kullanılan temel bir araçtır. Her bir sınıf için doğru ve yanlış tahminleri göstererek, modelin sınıflandırma yeteneğinin kapsamlı bir değerlendirmesini sağlar. Özellikle, modelin overfitting yapmadan karmaşık veri setleri üzerinde ne kadar iyi performans gösterdiğini anlamak için karışıklık matrisi değerli bir kaynaktır.

Bir çalışmada, karışıklık matrisi kullanılarak sınıflandırma modelinin performansının derinlemesine incelenmesi, modelin doğru pozitif ve yanlış pozitif tahminlerini ayrıntılı olarak ortaya koymuştur (URL 7). Bu yöntem, modelin belirli sınıfları ne kadar iyi ayırt ettiğini ve hangi sınıflarda iyileştirme gerektiğini belirlemek için kritik öneme sahiptir.

Modelin performansını ölçmede ROC eğrisi ve AUC değeri gibi metriklerle birlikte karışıklık matrisi, modelin genel doğruluğunu ve sınıflandırma hassasiyetini değerlendirmede kullanılır. ROC eğrisi ve karışıklık matrisi arasındaki ilişki, modelin farklı eşik değerlerindeki performansını gözlemleyerek optimum eşik değerlerinin belirlenmesine olanak tanır ve böylece modelin performansının maksimize edilmesine yardımcı olur. Bu tekniklerin birleşimi, bir sınıflandırma modelinin tarımsal bitki hastalıkları tespiti gibi uygulamalarda ne kadar etkili olduğunu değerlendirmede vazgeçilmezdir.

Karışıklık Matrisi, bir sınıflandırma modelinin performansını değerlendirmede temel bir araçtır. Bu matris, modelin doğru pozitif (TP), yanlış pozitif (FP), doğru negatif (TN) ve yanlış negatif (FN) tahminlerini özetler, bu da doğruluk, hassasiyet, geri çağırma ve F1 puanı gibi önemli metrikleri hesaplamak için kullanılır. Modelin her bir sınıf için ne kadar doğru tahmin yaptığı ve yanlış tahminlerin nerede yapıldığı konusunda detaylı bilgi sağlar. Bu analiz, modelin performansını iyileştirmek ve eğitim sırasında zorlandığı alanları belirlemek için kritik öneme sahiptir (Analytics Vidhya, 2023) (URL 6).

Karışıklık Matrisi'nden elde edilen metrikler sınıflandırma modellerinin performansını ölçmede kullanılır. Bu metrikler, modelin tahminlerinin doğruluğunu ve hassasiyetini belirlemek için önemlidir. Doğruluk, modelin toplam tahminler arasında ne kadar doğru tahmin yaptığını gösterirken, hassasiyet pozitif olarak tahmin edilen örnekler arasında gerçekten pozitif olanların oranını belirtir. Duyarlılık veya geri çağırma oranı, gerçek pozitif örnekler arasında modelin ne kadar doğru pozitif tahmin yaptığının bir göstergesidir. F1 skoru, hassasiyet ve duyarlılığın harmonik ortalamasıdır ve özellikle dengesiz veri setlerinde modelin genel performansının bir özeti olarak kullanılır. Bu metrikler, modelin gerçek dünya verileri üzerindeki performansının daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur ve eğitim sürecinde iyileştirme için yön gösterir.

Accuracy (Doğruluk), Precision (Hassasiyet), Recall (Duyarlılık) ve F1 Score (F1 Skoru) sınıflandırma performans metriklerinin temel formülleridir:

Accuracy (Doğruluk): Tüm doğru tahminlerin toplam tahmin sayısına oranıdır.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (6)$$

Precision (Hassasiyet): Doğru pozitif tahminlerin, pozitif olarak tahmin edilen tüm örnekler içindeki oranıdır.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (7)$$

Recall (Duyarlılık) ya da True Positive Rate (TPR): Doğru pozitif tahminlerin, gerçekte pozitif olan tüm örnekler içindeki oranıdır.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (8)$$

F1 Score (F1 Skoru): Hassasiyet ve duyarlılığın harmonik ortalamasıdır ve dengesiz veri setlerinde iki metriğin dengesini sağlar.

$$F1 = 2 \times \left(\frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \right) \quad (9)$$

Tablo 1

Sınıf	Toplam Görüntü	Doğru Sınıflandırılan	Yanlış Negatif	Yanlış Pozitif
Domates Geç Yanıklığı	1851	1835	16	10
Sağlıklı Domates	1926	1910	16	10
Sağlıklı Üzüm	1692	1678	14	8
Sağlıklı Mısır	1859	1844	15	9

Tablo 1’de Verilen Karışıklık Matrisi, bitki hastalıkları sınıflandırma modelimizin yüksek doğruluk seviyesini ve güvenilirliğini destekleyen verilerle doludur. Domates Geç Yanıklığı, Sağlıklı Domates gibi sınıfların yüksek doğru sınıflandırılma sayıları, modelin bu hastalıkları ve sağlık durumlarını ne kadar başarılı bir şekilde ayırt edebildiğini göstermektedir. Düşük yanlış negatif ve pozitif sayıları, modelin geniş bir veri yelpazesi üzerinde kapsamlı bir doğrulukla çalıştığını ve overfitting (aşırı uyum) gibi yaygın problemlere karşı sağlam bir direnç gösterdiğini kanıtlamaktadır. Bu performans, tarımsal uygulamalar için modelin nasıl optimize edilebileceği ve hastalık tespiti süreçlerinin nasıl iyileştirilebileceği konusunda kritik bilgiler sunmaktadır. Modelin hassasiyeti ve özgüllüğü, tarımsal bitki hastalıkları yönetiminde erken müdahale ve doğru tedavi uygulamalarının geliştirilmesine olanak tanıyan değerli ölçütlerdir.

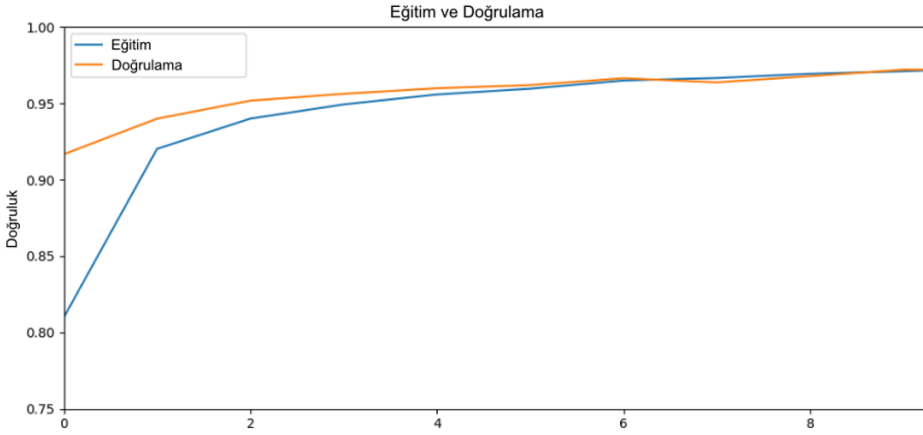
Gerçekleştirilen kapsamlı analiz, modelimizin bitki hastalıkları tespitindeki başarısını ve belirli bitki sınıflarını nasıl ayırt ettiğini açıkça sergilemektedir. ROC eğrileri ve Karışıklık Matrisi, modelimizin tarımsal alanda güvenilir ve doğru tahminler yapma kapasitesini doğrulamakta, yanlış pozitif ve yanlış negatif tahminlerin azlığıyla overfitting'e karşı direncini kanıtlamaktadır. Bu bulgular, modelimizin tarımsal ürünlerin sağlığını korumada ve hastalık yönetiminde stratejik bir araç olarak etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermekte, aynı zamanda modelin daha da geliştirilmesi için değerli içgörüler sunmaktadır. Sonuç olarak, bu analizler modelin sınıflandırma kabiliyetinin derinlemesine incelenmesinde ve tarımsal uygulamalarda karşılaşılabilecek zorluklara uyum sağlamada kritik bir rol oynayacaktır.

Tartışma

Tablo 2

Model Adı	Accuracy
CNN	96,84%
ResNet	99,2%
MobileNet	98,91%
InceptionV3	94,12%
Keras EfficientNet	94,05%

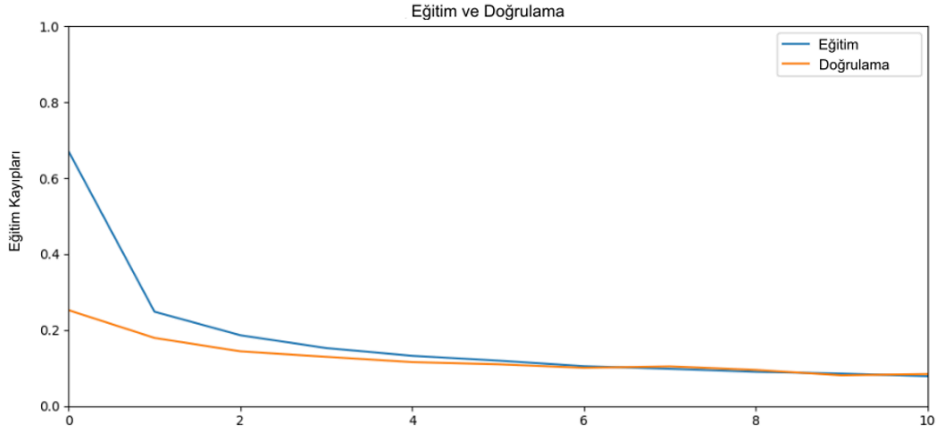
ResNet mimarisinin diğer popüler modeller olan CNN, MobileNet, InceptionV3 ve Keras EfficientNet ile karşılaştırıldığında gösterdiği üstün performansı ele alacağız. Sunulan verilere göre RESNET, %99,2'lik doğruluk oranı ile diğer modellere kıyasla daha yüksek bir başarı göstermiştir. Bu durum, ResNet'in derinlik ve residual öğrenme kapasitesinin karmaşık bitki hastalıkları sınıflandırma görevlerinde ne kadar etkili olduğunu altını çizerek. Bu sonuçlar, ResNet'in tarımsal alanlarda kullanılan sınıflandırma modelleri arasında neden tercih edilen bir seçenek olduğuna dair önemli içgörüler sunar.



Resim 19 - Eğitim ve Doğrulama Eğrileri

Eğitim ve doğrulama doğruluk eğrileri, modelin eğitim süresince kademeli ve sürekli bir iyileşme sergilediğini açıkça göstermektedir. Eğitim doğruluğunun hızla yükselmesi ve ardından sabit bir seviyeye ulaşması, modelin veri setini ezberlemeden öğrendiğini işaret eder. Özellikle, doğrulama doğruluğunun eğitim doğruluğuna yakın bir seviyede seyretmesi, modelin genelleştirme yeteneğinin güçlü olduğunu gösterir.

Bu, modelin gördüğü ve görmediği veriler üzerinde dengeli bir performans sergilediğini ve gerçek dünya koşullarında yüksek başarı potansiyeline sahip olduğunu kanıtlar. Bu eğriler, bitki hastalığı tespiti uygulamalarında ResNet mimarisinin tercih edilmesinin haklı nedenlerini ortaya koyar.



Resim 20 - Eğitim ve Doğrulama Kaybı Eğrileri

Eğitim ve doğrulama kaybı eğrileri, modelin eğitim sürecindeki performansının bir yansımasıdır. Eğitim kaybının ilk epoch'larda hızla azaldığını ve doğrulama kaybı ile yakın bir uyum içinde stabilize olduğunu gözlemlemekteyiz. Bu, modelin karmaşık veri setlerini hızlı bir şekilde öğrenebildiğini ve eğitim verilerine aşırı uyum sağlamaksızın genelleştirme yapabildiğini göstermektedir. Sabitlenen kayıp değerleri, modelin ne eğitim verilerini ezberlediğini ne de doğrulama verilerinde yüksek hata payıyla çalıştığını gösterir, bu da modelin güvenilir ve dengeli bir sınıflandırma performansına sahip olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Gözlemlenen eğitim ve doğrulama kayıp eğrileri, modelimizin bitki hastalıkları sınıflandırma görevine uygun olarak iyi bir öğrenme ve genelleme yeteneğine sahip olduğunu göstermektedir. Modelin eğitim sürecinde aşırı uyuma (overfitting) düşmeden tutarlı bir öğrenme sergilemesi ve doğrulama setinde de benzer bir başarı düzeyine ulaşması, bu modelin tarımsal uygulamalar için güvenilir bir seçenek olduğunun altını çizmektedir. Yüksek eğitim ve doğrulama doğruluğu, modelin sınıflandırma kapasitesinin yanı sıra karşılaştığı veri çeşitliliğine karşı duyarlılığını da yansıtmaktadır. Bu sonuçlar, modelin tarım sektöründeki pratik uygulamalarında yüksek başarı vaat ettiğini işaret etmektedir.

Sonuç

Bu makalenin özünde, tarımsal bitki hastalıklarının teşhisinde derin öğrenme teknolojilerinin uygulanabilirliği ve etkinliği konusunda kapsamlı bir araştırma yürütülmüştür. Geliştirilen model, geniş bir veri seti üzerindeki sağlıklı ve hastalıklı yaprak örneklerini yüksek doğrulukla sınıflandırarak, yapay zekanın bu alandaki uygulamalarının gücünü ortaya koymaktadır. Eğitim ve doğrulama süreçlerine dair incelenen kayıp ve doğruluk eğrileri, modelin öğrenme kapasitesinin yanı sıra, aşırı uyuma karşı olan direncini de sergilemektedir. Kullanıcı dostu arayüzün sağladığı kolaylıkla birlikte, modelin gelişmiş özelliklerinin tarımsal pratiklerdeki etkileri değerlendirilmiştir.

Bu çalışma, bilim ve teknolojinin tarımdaki entegrasyonunu daha da derinleştiren, bir yaklaşımın ürünüdür. Yapay zeka ve makine öğreniminin yanı sıra, veri bilimi, bitki biyolojisi ve tarımsal mühendislik gibi alanların birleşimiyle, modelin sadece teoride değil, aynı zamanda pratikte de nasıl değerli sonuçlar doğurabileceği gösterilmiştir. Çalışmanın sonuçları, gelecekteki yenilikçi tarımsal teknolojilerin geliştirilmesinde bir rehber niteliğinde olup, sürdürülebilir tarım uygulamalarına ve gıda güvenliğinin artırılmasına katkıda bulunabilecek potansiyele sahiptir. Bu araştırma, tarımsal bitki hastalıklarının teşhisi ve yönetiminde yapay zekanın rolünü derinlemesine incelemekte ve bu alandaki gelecek vaat eden araştırma yönlerini aydınlatmaktadır.

Kaynaklar

Alatawi, Anwar Abdullah, et al. "Plant disease detection using AI based vgg-16 model." *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 13.4 (2022).

Rezende, Vanessa, et al. "Image processing with convolutional neural networks for classification of plant diseases." *2019 8th Brazilian Conference on Intelligent Systems (BRACIS)*. IEEE, 2019.

Yang, Xin, and Tingwei Guo. "Machine learning in plant disease research." *March* 31 (2017): 1.

Ganatra, Nilay, and Atul Patel. "Performance analysis of fine-tuned convolutional neural network models for plant disease classification." *International Journal of Control and Automation* 13.3 (2020): 293-305.

Wang, Ruiqing, et al. "Deep neural network compression for plant disease recognition." *Symmetry* 13.10 (2021): 1769.

Guo, Yan, et al. "Plant disease identification based on deep learning algorithm in smart farming." *Discrete Dynamics in Nature and Society* 2020 (2020): 1-11.

Li, Lili, Shujuan Zhang, and Bin Wang. "Plant disease detection and classification by deep learning—a review." *IEEE Access* 9 (2021): 56683-56698.

S. R. Dubey and A. S. Jalal, "Adapted approach for fruit disease identification using images," *Int. J. Comput. Vis. Image Process.*, vol. 2, no. 3, pp. 44–58, Jul. 2012.

A.-L. Chai, B.-J. Li, Y.-X. Shi, Z.-X. Cen, H.-Y. Huang, and J. Liu "Recognition of tomato foliage disease based on computer vision technology" *Acta Horticulturae Sinica*, vol. 37, no. 9, pp. 1423–1430, Sep. 2010.

Z. R. Li and D. J. He, "Research on identify technologies of apple's disease based on mobile photograph image analysis," *Comput. Eng. Des.*, vol. 31, no. 13, pp. 3051–3053 and 3095, Jul. 2010.

Z.-X. Guan, J. Tang, B.-J. Yang, Y.-F. Zhou, D.-Y. Fan, and Q. Yao, "Study on recognition method of rice disease based on image," *Chin.J. Rice Sci.*, vol. 24, no. 5, pp. 497–502, May 2010.

J. G. A. Barbedo, "Factors influencing the use of deep learning for plant disease recognition," *Biosyst. Eng.*, vol. 172, pp. 84–91, Aug. 2018.

Kamilaris and F. X. Prenafeta-Boldú, "Deep learning in agriculture: A survey," *Comput. Electron. Agricult.*, vol. 147, pp. 70–90, Apr. 2018.

G. L. Grinblat, L. C. Uzal, M. G. Larese, and P. M. Granitto, "Deep learning for plant identification using vein morphological patterns," *Comput Electron. Agricult.*, vol. 127, pp. 418–424, Sep. 2016.

S. P. Mohanty, D. P. Hughes, and M. Salathé, "Using deep learning for image-based plant disease detection," *Frontiers Plant Sci.*, vol. 7, p. 1419, Sep. 2016.

J. Ma, K. Du, F. Zheng, L. Zhang, Z. Gong, and Z. Sun, "A recognition method for cucumber diseases using leaf symptom images based on deep

convolutional neural network,” *Comput. Electron. Agricult.*, vol. 154, pp. 18–24, Nov. 2018.

Y. Kawasaki, H. Uga, S. Kagiwada, and H. Iyatomi, “Basic study of automated diagnosis of viral plant diseases using convolutional neural networks,” in *Proc. Int. Symp. Vis. Comput., Las Vegas, NV, USA, Dec. 2015*, pp. 638–645.

Y. Kessentini, M. D. Besbes, S. Ammar, and A. Chabbouh, “A twostage deep neural network for multi-norm license plate detection and recognition,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 136, pp. 159–170, Dec. 2019.

K. Singh, B. Ganapathysubramanian, S. Sarkar, and A. Singh, “Deep learning for plant stress phenotyping: Trends and future perspectives,” *Trends Plant Sci.*, vol. 23, no. 10, pp. 883–898, Oct. 2018.

V. Singh, N. Sharma, and S. Singh, “A review of imaging techniques for plant disease detection,” *Artif. Intell. Agricult.*, vol. 4, pp. 229–242, Oct. 2020.

M. H. Saleem, J. Potgieter, and K. M. Arif, “Plant disease detection and classification by deep learning,” *Plants*, vol. 8, no. 11, pp. 468–489, Oct. 2019.

L. C. Ngugi, M. Abelwahab, and M. Abo-Zahhad, “Recent advances in image processing techniques for automated leaf pest and disease recognition—A review,” *Inf. Process. Agricult.*, vol. 180, pp. 26–50, Apr. 2020.

Nawaz, Marriam, et al. "A robust deep learning approach for tomato plant leaf disease localization and classification." *Scientific Reports* 12.1 (2022): 18568.

İnternet Kaynakları

URL 1 https://keras.io/api/callbacks/reduce_lr_on_plateau/

URL 2 <https://machinelearningmastery.com/better-deep-learning-neural-networks-crash-course/>

URL 3 <https://theailearner.com/2019/07/23/keras-callbacks-reducelearningrate/>

URL 4 <https://arxiv.org/abs/1704.04861>

URL 5 <https://machinelearningmastery.com/adam-optimization-algorithm-for-deep-learning/>

URL 6 <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2020/04/confusion-matrix-machine-learning/>

URL 7 [Hierarchical confusion matrix for classification performance evaluation | Journal of the Royal Statistical Society Series C: Applied Statistics | Oxford Academic \(oup.com\)](#)

Dört sınıflı veri seti kullanarak beyin tümörlerinin sınıflandırılması

Zihni KAYA^{1*}

Geliş tarihi / Received: 29.11.2023

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 04.12.2023

Kabul tarihi / Accepted: 06.12.2023

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69003

Öz

Dünya Sağlık Örgütü raporlarına göre beyin tümörlerine bağlı olarak meydana gelen ölümlerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Tüm hastalıklarda olduğu gibi beyin tümörlerinde de erken teşhis oldukça önemlidir. Hekimler tarafından MR görüntülerinden beyin tümörünün teşhis edilmesi hem zaman kaybına hem de hatalı yorumlara neden olabilir. Bu nedenle, zaman kaybını ve hata payını en aza indirmek için bilgisayar destekli otomatik tespit sistemleri önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Bu çalışmada, önerilen model ile beyin tümörlerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, dört sınıflı veri seti kullanılarak transfer öğrenme tabanlı Inception-ResNet-V2 evrişimli sinir ağı modeli ile beyin tümörlerinin sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, 5 kat çapraz doğrulama tekniği kullanılarak 1621 gliyom, 1645 menenjiyom, 1757 hipofiz bezi ve 2000 normal beyin görüntüsünün bulunduğu veri seti üzerinde test edilmiş ve %99,5 ortalama doğruluk başarımları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Beyin tümörü, evrişimli sinir ağları, transfer öğrenme, Inception-ResNet-V2*

¹İstanbul Aydın Üniversitesi, zihnikaya@gmail.com , Orcid: 0000-0001-6911-4995

Classification of brain tumors using a four-class data set

Abstract

According to World Health Organization reports, the number of deaths due to brain tumors is increasing day by day. As with all diseases, early diagnosis is very important in brain tumors. Diagnosis of brain tumors from MRI images by physicians can cause both loss of time and erroneous interpretations. Therefore, computer-aided automatic detection systems have become an important research topic to minimize time loss and error margin. In this study, the proposed model aims to classify brain tumors. For this purpose, a four-class data set was used to classify brain tumors using a transfer learning based Inception-ResNet-V2 convolutional neural network model. The obtained results were tested on a dataset of 1621 gliomas, 1645 meningiomas, 1757 pituitary glands and 2000 normal brain images using a 5-fold cross validation technique and an average accuracy of 99.5% was achieved.

Keywords: Brain tumor, convolutional neural networks, transfer learning, Inception-ResNet-V2

Giriş

Beyin tümörü, kafatası içindeki hücrelerin anormal bir şekilde çoğalması ve gelişmesiyle oluşmaktadır. Beyin, vücudun kontrol merkezi olduğundan tümörler kafatasına baskı yaparak insan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilir (DeAngelis, 2001). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) raporlarına göre beyin tümörlerine bağlı olarak meydana gelen ölümlerin sayısı her geçen gün artmaktadır. Tüm tümörlerde olduğu gibi beyin tümörlerinde de erken teşhis oldukça önemlidir. Beyin tümörlerinin erken teşhisi için genellikle Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) tekniği kullanılmaktadır. MRG, manyetik alanlar ve radyo dalgalarını kullanarak vücudun iç yapısı ve organlar ile ilgili detaylı bilgi sağlar (Oyar, 2008).

Hekimler tarafından MR görüntülerinden beyin tümörünün teşhis edilmesi hem zaman kaybına hem de hatalı yorumlara neden olabilir. Bu nedenle, zaman kaybını ve hata payını en aza indirmek için bilgisayar destekli otomatik tespit sistemleri önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir. Günümüzde, görüntü analizinde en başarılı derin öğrenme mimarisi olan Evrişimli Sinir Ağları (ESA) görüntü sınıflandırma alanında yaygın olarak

kullanılmaktadır (Eker ve Duru, 2021). ESA'nın geleneksel ağlara kıyasla en büyük avantajı, önemli özellikleri herhangi bir insan müdahalesi olmadan otomatik olarak algılamasıdır.

Literatürde, ESA modelleri beyin MR görüntülerinin sınıflandırılması amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Özkaraca ve arkadaşları dört sınıflı beyin MR görüntülerini kullanarak klasik ESA, VGG16Net, DenseNet ve kendi geliştirdikleri yoğun katmanlara sahip ESA modeli ile tümör görüntülerini sınıflandırmışlardır (Özkaraca ve ark., 2023). Geliştirdikleri modelin başarımını arttırmadığını gözlemlediklerinden transfer öğrenme yöntemini kullanmamışlardır. Model doğruluğunu tahmin etmek için 10 kat çapraz doğrulama tekniğini uygulamışlardır. Deneysel çalışmalarda kendi geliştirdikleri ESA modeli ile %97 doğruluk başarımı elde etmişlerdir.

Gomez Guzman ve arkadaşları dört sınıflı veri seti kullanarak önceden eğitilmiş InceptionResNetv2, Inceptionv3, Xception, Resnet-50, EfficientnetB0, Mobilenetv2 ve klasik ESA modelleri ile beyin MR görüntülerini sınıflandırmışlardır (Gomez Guzman ve ark., 2023). Veri setindeki görüntülere ön işlem aşamasında yeniden boyutlandırma, etiketleme ve veri çoğaltma teknikleri uygulamışlardır. Veri setini %80 eğitim ve %20 test verisi olarak bölmüşlerdir. Model performansını kestirmek için 5 kat çapraz doğrulama yöntemini benimsemişlerdir. Deneysel çalışmalarda, önceden eğitilmiş Inception V3 modeli ile %97,12 doğruluk başarımına ulaşmışlardır.

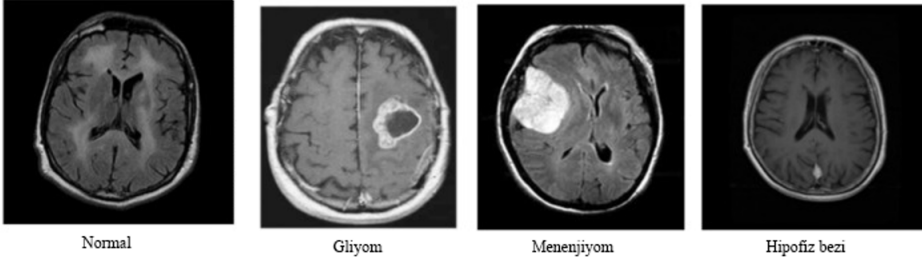
Ali ve arkadaşları dört sınıflı beyin MR görüntülerini hibrit bir yöntem kullanarak sınıflandırmışlardır (Ali ve ark., 2022). GoogleNet, Shuffle-Net ve NasNet-Mobile kullanarak çıkardıkları öznelikleri k-En Yakın Komşu (KNN), Destek Vektör Makineleri (DVM) ve Doğrusal Diskriminant Analizi (LDA) adı verilen bir grup sınıflandırıcıyı kullanarak sınıflandırmışlardır. Deneysel çalışmalarda, en yüksek doğruluk başarımını %98,4 ile Shuffle-Net modelini DVM ile birleştiren yöntemden elde etmişlerdir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada öncelikle, beyin MR görüntüleri ön işleminden geçirilmiştir. Daha sonra, Inception-ResNet-V2 modelinin evrişim katmanları kullanılarak görüntülerden öznelik çıkarımı yapılmıştır. Son olarak, veri seti, eğitim ve test kümelerine ayrılmış ve eğitim işlemi çok katmanlı sinir ağları kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti Figshare, SARTAJ ve BR35H veri setlerinin birleşiminden oluşmaktadır (Nickparvar, 2023). Veri setinde, her biri, gliyom (1621), menenjiyom (1645), hipofiz bezi (1757) ve tümörsüz (2000) sınıflarına ait 7023 beyin MR görüntüsü bulunmaktadır. Beyin MR görüntüleri 512x512x3 boyutlarında ve JPG formatındadır. Şekil 1’de veri setindeki her bir sınıfa ait beyin MR görüntülerinden örnekler verilmiştir.



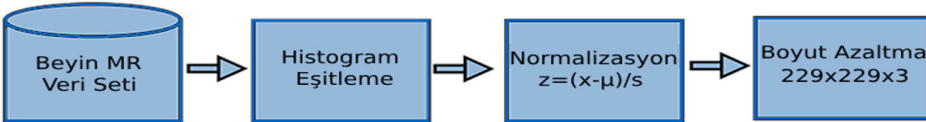
Şekil 1. Veri setindeki sınıflara ait beyin MR görüntüleri

Ön İşlem

İlk olarak, beyin MR görüntülerinin kontrastını arttırmak için görüntülere histogram eşitleme yöntemi uygulanmıştır. Sonrasında, görüntü yoğunluk değerlerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanarak z-skor normalizasyon yöntemi ile normalize edilmiştir. Z-skor normalizasyon denklemi Eş.1’de verilmiştir.

$$z = \frac{x - \mu}{s} \quad (1)$$

Eş. 1’de x eğitim setindeki her bir örneği, μ ortalamasını s ise örneklerin standart sapmasını göstermektedir. Son olarak görüntüler 224x24x3 boyutlarında olacak şekilde yeniden boyutlandırılmıştır. Şekil 2’de ön işlem aşamasında yapılan işlemlerin blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 2. Veri ön işlem aşamaları

Transfer Öğrenme

Transfer öğrenme önceden eğitilmiş bir modelden elde edilen bilginin başka bir veri setini öğrenmek için kullanıldığı bir yöntemdir (Deepak ve Ameer, 2019). Inception-ResNet-V2 modeli 164 katmana ve yaklaşık 54 milyon eğitilebilir parametreye sahiptir (Kanna ve ark., 2023). Bu tür derin öğrenme tabanlı modelleri eğitmek için büyük veri setlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Eğitim veri boyutu küçükse aşırı öğrenme meydana gelebilir. Bu nedenle, Inception-ResNet-V2 modeli 1000 farklı kategoride 1,2 milyon görüntüden oluşan ImageNet veri seti kullanılarak eğitilmiştir. Bu çalışmada kullanılan veri setine sahip model, sıfırdan eğitmek yerine, ImageNet veri setinde eğitilmiş modelin ağırlıkları ile başlatılmıştır. Ardından, bu çalışmanın amacı olan beyin tümörlerini sınıflandırma görevi için modelde ince ayar yapılmıştır.

Beyin tümörlerini sınıflandırma görevi için Inception-ResNet-V2 modelinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Modelin başarımını arttırdığı gözlemlendiğinden, çıktı katmanından önce 5 sinir hücresinden oluşan bir ara katman eklenmiştir. 1000 farklı sınıfı sınıflandırmak için tasarlanan orijinal modelin tam bağlı çıktı katmanı kaldırılmış yerine 4 sinir hücresinden oluşan yeni bir tam bağlı çıktı katmanı eklenmiştir.

Inception-ResNet-V2 Modeli

Inception ve ResNet modellerinin birleşiminden meydana gelen Inception-ResNet-V2, filtre birleştirme yerine artık bağlantıları kullanan Inception tarzı evrişimli sinir ağı modelidir (Szegedy ve ark., 2017). Evrişimli sinir ağı modellerinde kaybolan/patlayan gradyan sorunu nedeniyle ağın derinliği arttıkça performansı azalmaktadır. Bu problemin çözümü için artık bağlantı modeli kullanılmaktadır. Bu sayede, ağın derinliği ve performansı artarken kaybolan/patlayan gradyan sorunu da ortadan kalkmaktadır (He ve ark., 2016).

Bulgular

DeneySEL çalışmalar, Windows 10 işletim sisteminin kurulu olduğu Intel i7 11. nesil merkezi işlemci, NVIDIA GeForce RTX 3060 grafik işlemci ve 16GB RAM belleğe sahip bilgisayarda yapılmıştır. Inception-ResNet-V2 modeli Python programlama dili ve TensorFlow üzerine inşa edilmiş Keras kütüphanesi kullanılarak uygulanmıştır.

Model, öğrenme oranı 0,0001, tur sayısı 100, en küçük yığın boyutu 32 ve optimizasyon algoritması olarak RMSProp seçilerek eğitilmiştir.

Modelin veri setine aşırı uyum sağlamasını önlemek için erken durdurma yöntemi kullanılmıştır. Model doğruluğunu tahmin etmek için 5 kat çapraz doğrulama yöntemi uygulanmıştır. Model doğruluğu, tahmin edilen örnek sayısının toplam örnek sayısına bölümü ile elde edilmektedir. Tablo 1, 5 kat çapraz doğrulama sürecinde model doğruluğunu göstermektedir.

Tablo 1. *Doğrulama setleri için doğruluk oranları*

Doğrulama seti	Doğruluk
Doğrulama seti-1	98,43%
Doğrulama seti-2	98,64%
Doğrulama seti-3	99,72%
Doğrulama seti-4	100%
Doğrulama seti-5	99,93%
Ortalama	99,54%

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, önceden eğitilmiş Inception-ResNet-V2 evrişimli sinir ağı modeli kullanılarak beyin tümörlerinin sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Gliyom, menenjiyom, hipofiz bezi ve normal beyin MR görüntülerinden oluşan dört sınıflı veri seti kullanılarak beyin tümörleri sınıflandırılmıştır.

Tablo 2. *İlgili çalışmaların doğruluk oranları*

Çalışma	Yöntem	Veri Seti	Sınıf	Doğruluk
Özkaraca ve arkadaşları	VGG16Net/DenseNet-Softmax	Figshare, BR35H ve SARTAJ	4	94-97%
Gomez Guzman ve arkadaşları	Inception V3-Softmax	Figshare, BR35H ve SARTAJ	4	97,12%
Ali ve arkadaşları	ShuffleNet-DVM	Figshare, BR35H ve SARTAJ	4	98,40%
Önerilen model	Inception-ResNet-V2-Softmax	Figshare, BR35H ve SARTAJ	4	99,54%

Tablo 2’te literatürde yer alan dört sınıflı veri seti kullanılarak yapılan çalışmaların doğruluk oranları yer almaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların daha yüksek bir doğruluk oranına sahip olduğu görülmektedir. Önerilen model sayesinde, uzmanlar, beyin tümörlerini daha doğru ve daha kısa sürede sınıflandırabileceklerdir. Gelecek çalışmalarda, önerilen modelin bir karar destek sistemine taşınarak tıp doktorlarına beyin MR görüntülerinin sınıflandırılması konusunda kolaylık sağlaması

amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda web tabanlı açık kaynak kodlu bir yazılım geliştirilmesi düşünülmektedir.

Kaynaklar

Ali, R., Al-jumaili S., Duru, A. D., Uçan, O. N., Boyacı, A., Duru, D. G., (2022). Classification of brain tumors using MRI images based on convolutional neural network and supervised machine learning algorithms, *2022 International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 20-22 Ekim 2022. Ankara. ss. 822-827.

DeAngelis, L. M., (2001). Brain tumors, *New England Journal of Medicine*, 344, ss. 114-123.

Deepak, S., Ameer, P.M., (2019). Brain tumor classification using deep CNN features via transfer learning, *Computers in Biology and Medicine*, 111. ss. 1-7.

Eker, A.G., Duru, N., (2021). Medikal görüntü işlemede derin öğrenme uygulamaları, *Acta Infologica*, 5, ss. 459-474.

Gomez Guzman, M.A., Jimenez-Beristain, L., Garcia-Guerrero, E.E., Lopez-Bonilla, O.R., Tamayo-Perez, U.J., Esqueda-Elizondo, J.J., Palomino-Vizcaino, K., Inzunza-Gonzalez, E., (2023). Classifying brain tumors on magnetic resonance imaging by using convolutional neural networks, *Electronics*, 12. ss.1-22.

He, K., Zhang, X., Ren, S., Sun, J., (2016). Deep Residual Learning for Image Recognition, *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Las Vegas. ss.770-778.

Kanna, G.P., Kumar, S.J., Kumar, Y., Kumar, Y., Changela, A., Wozniak, M., Shafi J., Ljaz, M.F., (2023). Advanced deep learning techniques for early disease prediction in cauliflower plants, *Scientific Reports*, 13.

Nickparvar M., (2023). Brain tumor MRI dataset, <https://www.kaggle.com/datasets/masoudnickparvar/brain-tumor-mri-dataset>, (Erişim tarihi:16.11.2023).

Oyar, O., (2008). Magnetik rezonans görüntüleme (mrg)'nin klinik uygulamaları ve endikasyonları, *Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 5. ss.31-40.

Özkaraca, O., Bağrıaçık, O.İ., Gürüler, H., Khan, F., Hussain, J., Khan, J., Laila, U., (2023). Multiple brain tumor classification with dense CNN architecture using brain MRI images. *Life*, 13.

Szegedy, C., Loffe S., Vanhoucke, V., Alemi, A.A., (2017), Inception-v4, inception-ResNet and the impact of residual connections on learning, *in Proc. 31st AAAI Conf. Artif. Intell.*, 23 Ağustos 2016, San Francisco.

Physiological effects of vitamin e and selenium

Mehtap Odabasi^{1*}
Ebru Bardas Ozkan²

Geliş tarihi / Received: 22.06.2024

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 24.06.2024

Kabul tarihi / Accepted: 26.06.2024

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69004

Abstract

This study was planned to investigate the physiological properties of vitamin E and selenium on the human body. Vitamins are substances necessary for the body to maintain its vitality and most of them cannot be synthesised in the body, so they must be supplied with nutrients. Vitamin E and selenium together play an important role in protecting cells from oxidative damage, maintaining tissue health and supporting general health. Ensuring adequate intake of both nutrients is important for optimal health. Vitamin E, a powerful antioxidant, has been reported to protect cell membranes from oxidative damage, support the immune system and reduce inflammation. Selenium is an important trace element that enters the structure of antioxidants such as glutathione peroxidase and plays a vital role in enzymatic processes. However, Selenium is also important in the regulation of thyroid function. Selenium deficiency leads to cardiomyopathy types such as Keshan disease, and the immune system is weakened in deficiency. The synergistic effect of antioxidants such as vitamin E and selenium may reduce the risk of chronic diseases such as cancer, heart disease and neurodegenerative diseases by reducing oxidative damage at the cellular level. In this study, the sources, daily requirements and potential health effects of deficiencies of these antioxidants were discussed.

Keywords: *Vitamin E, Selenium, Physiological effect*

^{1*}Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry, Istanbul Food Control Laboratory Directorate, Istanbul, Türkiye, odabasimehtap1@gmail.com, Tlf 05057763214ORCID1: <https://orcid.org/0000-0001-7914-4506>

²Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, Erzincan, Türkiye, ORCID2: <https://orcid.org/0000-0002-7089-8771>

E vitamini ve selenyumun fizyolojik etkileri

Özet

Bu çalışma E vitamini ve selenyumun insan vücudu üzerindeki fizyolojik özelliklerini incelemek amacıyla planlanmıştır. Vitaminler vücudun canlılığını sürdürmesi için gerekli olan maddelerdir ve çoğu vücutta sentezlenemez, bu nedenle besinlerle sağlanması gerekir. E vitamini ve selenyum birlikte hücrelerin oksidatif hasardan korunmasında, doku sağlığının korunmasında ve genel sağlığın desteklenmesinde önemli rol oynar. Her iki besinin de yeterli miktarda alınmasını sağlamak optimal sağlık için önemlidir.

Güçlü bir antioksidan olan E vitamininin hücre zarlarını oksidatif hasardan koruduğu, bağışıklık sistemini desteklediği ve inflamasyonu azalttığı belirtilmiştir. Selenyum glutatyon peroksidaz gibi antioksidanların yapısına giren ve enzimatik süreçlerde hayati rol oynayan önemli bir iz elementtir. Bununla birlikte, Selenyum tiroid fonksiyonlarının düzenlenmesinde de önemlidir. Selenyum eksikliği, Keshan hastalığı gibi kardiyomiyopati türlerine yol açmakla birlikte eksikliğinde bağışıklık sistemi zayıflar. E vitamini ve selenyum gibi antioksidanların sinerjik etkisi hücresel düzeyde oksidatif hasarı azaltarak kanser, kalp hastalıkları ve nörodejeneratif hastalıklar gibi kronik hastalıkların riskini azaltabilir. Bu çalışmada bu antioksidanların kaynakları, günlük gereksinimleri ve eksikliklerinin potansiyel sağlık üzerine etkileri tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *E Vitamini, Selenyum, Fizyolojik etki*

Introduction

Vitamins are substances that are necessary for the body to maintain vitality and most cannot be synthesized in the body, therefore need to be supplied with nutrients. Among them, vitamin E is an essential vitamin that is soluble in oils. In the body, fat is stored in organs such as muscles, liver, heart, testicles and uterus (Pereira et al., 1999; Rizvi et al., 2014).

Vitamin E is in the structure of tocoferol and naturally contains various tokoferols such as alpha, beta, gamma, delta. Tocopherols are derivatives of chrome (2-methyl 6 chrome). Chromium is made up of a benzen with a piran circuit. α -tocoferol shows the most genis natural distribution and the greatest biological activity. The highest antioxidant activity of tocoferol

is α -tokoferol. Aromatic cells with the phenolic hydroxyl group found in their composition make up the chemically active part of the vitamin, and its antioxidant properties are derived from this group. α -tokoferol is found in different concentrations in tissues. The highest concentrations of vitamin E are found in membrane-rich cell fractions such as mitochondria and microsomes (Hall and Broughler, 1986; Buston and Ingold, 1986; Combs et al., 1975).

Absorption, transport, storage and disposal

Vitamins are absorbed from the intestines. Bile salts with oils and other fat-soluble vitamins (A,D,K) facilitate the absorption of vitamin E (Kremidjian-Schumacher and Statzky, 1987; Pereira et al., 1999).

Absorption mainly occurs in the proximal axis of the duodenum and jejunum. What is necessary for a good absorption is sufficient production of bile and, accordingly, the formation of specimens. Vitamin E absorption is negatively affected by the increase in long-chain unsaturated fatty acids (Combs et al., 1975). Pankreas enzymes (lipase) play an important role in the hydrolysis of vitamin E esters. The main product of hydrolysis of oils are free tokoferol (Ohtsuka et al., 1998).

E-vitamin or free alcohol, whether taken in the form of an ester, is absorbed as a free alcohol and from here it passes into the intestinal lymph vessels. They are absorbed by passive diffusion without any carrier protein. It is first taken from the liver, along with chilomicron residues, and participates in the blood flow through the lymph depending on lymphatic-derived lipoproteins (LDL, VLDL and Triglyceride). Tokoferols entering the general circulation in free form bind to plasma proteins (β -lipoproteins and globulines) to the liver, then transfer to extrahepatic tissues (Fenech and Ellul-Micallef, 1998; Spallhalz, 1990).

Tokoferol is transported through the blood to all the tissues of the body, where they concentrate in cell membrane-containing structures such as mitochondria, microsomes, nucleus and plasma membranes (Pehrson and Johnson, 1985).

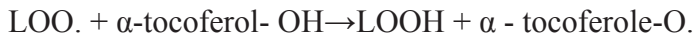
Vitamin E is mostly stored in organs such as the liver, glands, hypofysis, lymph, testicles, pancreas, lungs, kidneys, muscle tissue, thyroid glands etc. (Oldfiel, 1987; Halliwell, 1991).

It is that the highest amount of vitamin E is excreted through the bile (65-80% in humans). It is also that vitamin E is excreted through the feces through the bile in the liver after it is converted to α -tokoferylquinone, as well as into the urine by turning into α -tocofenonic acid (Yu, 1994; Aruamo et al., 1991).

Physiological functions of vitamin E

One of the most important known properties of vitamin E is that it prevents the autooxidation of unsaturated fatty acids because it is an antioxidant. Vitamin E forms the first line of defense that protects the polyunsaturated fatty acids found in cell membrane phospholipids from the effects of free radicals. Unsaturated fatty acids react quickly with oxygen because they have double bonds, reducing the reactivity of peroxide radicals by saturating peroxides and hydroperoxides that disrupt the structure and metabolism of mitochondrial, microsomal and intracellular membranes. The peripheral effect is prevented (Kremidjian-Schumacher and Statzky, 1987; Putnam and Comben, 1987).

Vitamin E is known as a chain-breaking antioxidant. Because their functions are to break down lipid peroxide radicals (LOO) and thus terminate lipid peroxidation chain reactions (Carter et al., 2005 ; Lee et al.,1998).



After all, the resulting tocoferoxyl radical is relatively stable and is not reactive enough to initiate lipid peroxidation on its own. This product of oxidation is discharged through the gallbladder by being conjugated with glucocoric acid. The antioxidant effect of tokoferol is effective in high oxygen concentrations. The highest oxygen acid tends to concentrate in lipid structures exposed to basin, such as erythrocytes and respiratory membranes .

All of the tocoferol in the erythrocytes is localized in the membrane. This localization plays an important role in the preservation of the hemolysis of cells, increasing the hemolyse of erythrocytes in the case of vitamin E deficiency. In vitro and in vivo, vitamin E supplementation reduces the hemolysis of erythrocytes (Lessard et al., 1991; Halliwell, 1991; Pennings et al., 1999; Rajashree and Puvanakrishnan, 1998).

It has been argued that tocoferols play a role in the metabolism of acrylic acid leukotriens, prostoglandins and prosthocyclines, as well as in the

synthesis of DNA, and that xanthine oxidase and creatinine kinase enzymes are increased in animals with insufficient vitamin E levels (Pennings et al., 1999).

Although the effect of vitamin E on sterility is not exactly known, it has only been observed in experimental animals. The storage of vitamin E in the liver, especially in the pituitary gland, the adrenal glands, the gonads and the uterus, is considered important for the physiological functions of these organs in reproduction (Ansay, 1983).

It has been that α -tokoferol can play an important role in the structure of membrane phospholipids due to its relationship with the formation of structural components of biological membranes (Dunn, 2007; Packer, 1991).

Other functions of vitamin E include; vitamin E plays a role as an inhibitor of thrombocyte aggregation. Thus, it inhibits the peroxidation of acrylic acid, which is necessary for the synthesis of the prostoglandins necessary in thrombocyte aggregation. Thrombocyte aggregation is inhibited by prostoglandin E (Packer, 1991).

It has also been that vitamin E also plays a role in high-energy phosphate compounds such as creatine phosphat and adenyline fosphate, in the synthesis of ascorbic acid, in ubiquinone syntheses, in sulfuramino acid metabolism, and in vitamin B12 metabolism (Dunn, 2007).

Deficiency of vitamins

The disorders associated with vitamin E deficiency in animal species and humans are very different. Vitamin E deficiency in laboratory animals causes disorders in reproductive systems. Male mice with vitamin E deficiency showed testicular atrophy, testicular degeneration and infertility, fetal resorption (Julian, 2005; Dhur et al, 1990; Dunn, 2007; Ohtsuka et al, 1998). In particular, liver necrosis, muscular dystrophy, tubular degeneration in the kidneys and vascular degenerations in the embryo are also formed (Ohtsuka et al., 1998; Pennings et al., 1999; Rajashree and Puvanakrishnan, 1998).

Experimentally found vitamin E deficiency in rats in the fragilities of their lysosomes, hydrolytic enzymes released caused a general decomposition of nucleic acid, protein, carbohydrates, mucopolysaccharide and other cell

components, resulting in a typical muscle dystrophy (Hidiroglu et al., 1990; Packer, 1990).

It has been that ruminants who received insufficient vitamin E gave birth to cyclically weak puppies and that these puppies were prone to nutritional muscular dystrophy [NMD], therefore weakness and abnormal posture were especially in young animals (Ansoy,1983; Placer et al, 1966), shortness of breath due to heart and diaphragm, deterioration of heart functions, decrease in the hormones of the pituitary gland, reduction of the body's resistance along with decreased levels of gamma globulin (Ansoy, 1983).

Humans and animals have tolerated high doses of vitamin E well. Vitamin E has been found to be less toxic compared to vitamins A and D (Dunn,2007; Ohtsuka et al, 1998). However, it cannot be said that there are no side effects at all in high doses. In studies with high doses of vitamin E in rats, chickens and humans, when 1000-2000 IU/kg of tocoferol was added to their diets, hematocrit values and reduction in cellular respiratory activity, prolongation of prothrombin in time differed in the blood table. There is a noticeable tendency to reticulosis (Vatassery et al., 1988).

It has been stated that taking high doses of vitamin E for long periods of time causes arthritis in blood pressure, nausea, allergies and disorders in iron metabolism (Combs et al., 1975).

Selenium (Se)

Selenium (Se) is a trace element necessary for the normal life of humans and animals. It was first discovered in 1918 by Berzelius, a chemist from Isvicre (Pehrson and Johnsson, 1985). Selenium has long been considered a toxic substance.

Selenium sources

The concentration of selenium in nutrients and feed is directly proportional to the Se concentration in the soil. The main source of the land is the land. If the amount of Se in the soil is sufficient, then in animals and humans fed with plants and feed grown in this soil, while in areas with insufficient level of Se, the signs of Se deficiency have been detected. Se is found in plants in the form of selenomethionine, se-methyl-selenomethione, selenosystine and selenosysteine (Bieri, 1959; Packer and Landvik, 1990; Gerloff, 1992).

An antagonistic effect has been detected between minerals such as zinc, sulfate and vanadium in the soil. Even if the amount of sulfate in the soil in excessive amounts is sufficient, it causes its insufficiency, preventing plants from binding Se (Hall and Braughlar, 1986; Lunec and Blaker, 1990).

Absorption, transport and storage

In the small intestine, it is absorbed from the regions between from the areas between duodenum-ilium and ilium-sekum. It also absorbs abomasum and rumene in ruminants. Inorganic form of Na-Selenite in monogastric It is better absorbed than ruminants (Smutna and Synes, 1979) .

Emylene Se is not fully identified in the body, but is transferred by binding to albumin in rats and LDL in humans (Jensen et al.,1988; Ullrey, 1992). The highest concentration of serum (0.2-0.8 µg/g) is found in the kidneys and liver. Skeletal muscles contain 50% of Se in the body (0.2 µg/g) (Burton and Ingold, 1986).

It is excreted with urine in single stomach animals, with feces in ruminants. The rate of excretion in the body; the pathway varies according to the amount of nutrients and the type of animal (Freeman and Cropo, 1982). When taken in toxic doses, excessive amounts are excreted through the respiratory tract. When taken orally, it is excreted in faeces and when given by injection, it is excreted in urine (Karakılıçık and Aksakal, 1993).

The physiological functions

The best known function of selenium is that it plays an important role in the conversion of peroxides and hydroperoxides, resulting from lipid peroxidation by the enzyme glutathione peroxydase (GSH-Px), into water and alcohols by catabolizing. The integrity of the cell membranes is preserved. Therefore, it plays an active role inining the physiological functions of cells. (Chang et al., 1994 ; Machlin, 1980; Pennings et al., 1999; Yu , 1994).

GSH-Px, a selenoprotein, is most active in the liver and erythrocytes, moderate in the heart, stomach, adrenal glands, lungs, kidneys and adipose tissues, and at least in the brain, eye lenses, skeletal tissue and testicles. It is also necessary for the production of pancreatic lipase and the normal morphology of the pancreas, which are responsible for the normal absorption of lipids and tocopherols from the gastrointestinal tract. It has

also been that Se is involved in the structure of enzymes such as GSH-px, 5'-deiodinase, and enzymes such as SGOT play an important role in synthesis and activity (Burton and Ingold, 1986; Placer et al., 1966).

As it prevents the hemolysis of blood vessels and the oxidation of hemoglobin by free radicals, it also serves as a carrier in plasma proteins while participating in endocrine activity and has been to have a positive effect on reproductive functions (Valko et al. 2007; Combs et al., 1975).

In experimental infections in animals with selenium deficiency, these animals have been to be resistant to infections, while those animals are even more resistant against infections if they are given Se (Calvert and Cornelius, 1990; Cheeseman and Stater, 1993). It is said that it is an effective rolintln in the prevention of clinical and subclinical mastitis, which can be caused by its stimulating effect on immune functions and antibody production (Packer and Landvik, 1990; Smutna and Synes 1979). In humans, it has been recorded that in physiological amounts that Se is anti-cancer effective, there has been a positive relationship between cancer and Se concentration (Aruoma et al., 1991).

The relationship between vitamin E and Selenium

GSH-Px is a selenoprotein containing 4 atoms of selenium in each molecule. It is that GSH-Px catalyzes the transformation of fatty acids peroxides into alcohols by protecting cell membranes and subcellular membrane from oxidative destruction (McIntosh et al, 1998 ; Pennings et al., 1999).

The tocoferol molecules bind to the doymamide fatty acid molecule and form weak chemical compounds with them during cellular respiration (Pennings et al., 1999; Packer, 1991). They do this in this way; because unsaturated fatty acids have double bonds, they quickly react with oxygen to form peroxides and hydroperoxides. Here, vitamin E saturates the hydrogen protons with peroxide and hydroperoxide, which stops the reaction by reducing the activity of peroxide radicals. The formed peroxides are partitioned via GSH-Px (Buston and Ingold, 1986; Halliwell, 1991). If the tocoferols are not sufficient to bind to all of the saturated fatty acid molecules, or if the amount of GSH-Px is not enough to block all peroxides, then tissue coagulation occurs. The symptoms of vitamin E deficiency are similar. Vitamins and vitamin E can never replace each other (Vanmetre and Collan, 2001; McIntosh et al., 1998).

Selenium affects vitamin E needs in at least three ways. First, it enables the absorption of vitamin E, a vitamin that dissolves in fat by ensuring that its fat loss occurs normally by preserving the integrity of the pancreas. Secondly, the unknown It helps to prevent the retention of Evitamins in blood plasma. Third, it reduces the use of vitamin E by entering the structure of the GSH-Px enzyme by converting free radicals into water (McGrath et al.,1997; Packer and Landvik, 1990).

Conclusion

Vitamins are substances that are necessary for the body to maintain vitality and most cannot be synthesized in the body, therefore need to be supplied with nutrients. Together, vitamin E and selenium play crucial roles in protecting cells from oxidative damage, maintaining tissue health, and supporting overall well-being. Ensuring an adequate intake of both nutrients is important for optimal health.

References

- Ansary, M. (1983). Les glucocorticoides: pharmacologie et principes d'utilisation en clinique. Pt. 2. Synthèse. *Annales de Medecine Veterinaire* (Vol. 127). 249-264(4)
- Aruoma, O. I., Kaur, H., & Halliwell, B. (1991). Oxygen free radicals and human diseases. *Journal of the Royal Society of Health*, 111(5), 172–177. <https://doi.org/10.1177/146642409111100506>
- Bieri J. G. (1959). An effect of selenium and cystine on lipide peroxidation in tissues deficient in vitamin E. *Nature*, 184(Suppl 15), 1148–1149. <https://doi.org/10.1038/1841148a0>
- Burton, G. W., & Ingold, K. U. (1986). Vitamin E: application of the principles of physical organic chemistry to the exploration of its structure and function. *Accounts of Chemical Research*, 19(7), 194-201.
- Calvert, C. A., & Cornelius, L. M. (1990). The pharmacodynamic differences among glucocorticoid preparations. *Veterinary Medicine*, 85 (8), 860-865.
- Carter, J. N., Gill, D. R., Krehbiel, C. R., Confer, A. W., Smith, R. A., Lalman, D. L., ... & McDowell, L. R. (2005). Vitamin E supplementation of newly arrived feedlot calves. *Journal of Animal Science*, 83(8), 1924-1932.

Chang, W. P., Hom, J. S., Dietert, R. R., Combs, G. F., Jr, & Marsh, J. A. (1994). Effect of dietary vitamin E and selenium deficiency on chicken splenocyte proliferation and cell surface marker expression. *Immunopharmacology and Immunotoxicology*, 16(2), 203–223. <https://doi.org/10.3109/08923979409007091>

Cheeseman, K. H., & Slater, T. F. (1993). An introduction to free radical biochemistry. *British Medical Bulletin*, 49(3), 481–493. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a072625>

Combs, G. F., Jr, Noguchi, T., & Scott, M. L. (1975). Mechanisms of action of selenium and vitamin E in protection of biological membranes. *Federation Proceedings*, 34(11), 2090–2095.

Dunn, A., Galan, P., & Hercberg, S. (1990). Relationship between selenium, immunity and resistance against infection. Comparative biochemistry and physiology. *Comparative Pharmacology and Toxicology*, 96(2), 271–280. [https://doi.org/10.1016/0742-8413\(90\)90007-v](https://doi.org/10.1016/0742-8413(90)90007-v)

Fenech, A. G., & Ellul-Micallef, R. (1998). Selenium, glutathione peroxidase and superoxide dismutase in maltese asthmatic patients: effect of glucocorticoid administration. *Pulmonary Pharmacology & Therapeutics*, 11(4), 301–308. <https://doi.org/10.1006/pupt.1998.0122>

Freeman, B. A., & Crapo, J. D. (1982). Biology of disease: free radicals and tissue injury. Laboratory investigation; *Journal of Technical Methods and Pathology*, 47(5), 412-426.

Gerloff, B. J. (1992). Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 70(12), 3934–3940. <https://doi.org/10.2527/1992.70123934x>

Hall, E. D., & Braughler, J. M. (1986). Role of lipid peroxidation in post-traumatic spinal cord degeneration: a review. *Central Nervous System Trauma*, 3(4), 281-294. <https://doi.org/10.1089/cns.1986.3.281>

Halliwell, B. (1991). Reactive oxygen species in living systems: source, biochemistry, and role in human disease. *The American Journal of Medicine*, 91(3), S14-S22. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\[91\]90279-7](https://doi.org/10.1016/0002-9343[91]90279-7)

Hidiroglou, M., Batra, T. R., & Zhao, X. (1997). Bioavailability of vitamin E compounds and the effect of supplementation on release of superoxide

and hydrogen peroxide by bovine neutrophils. *Journal of Dairy Science*, 80(1), 187–193. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75926-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75926-5)

Jensen, M., Hakkarainen, J., Lindholm, A., & Jönsson, L. (1988). Vitamin E requirement of growing swine. *Journal of Animal Science*, 66(12), 3101–3111. <https://doi.org/10.2527/jas1988.66123101x>

Julian R. J. (2005). Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry--a review. *Veterinary Journal*, 169(3), 350–369. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2004.04.015>

Karakilcik A. Z. and Aksakal, M. (1993). Some Metabolic Functions and Metabolism of Selenium and its relations with Vitamin E,4(2) 283-291 <https://doi.org/10.58600/eurjther-199342-1111-x>

Kiremidjian-Schumacher, L., & Stotzky, G. (1987). Selenium and immune responses. *Environmental research*, 42(2), 277–303. [https://doi.org/10.1016/s0013-9351\(87\)80194-9](https://doi.org/10.1016/s0013-9351(87)80194-9)

Lee, J. W., Iwatsuru, M., & Nishigori, H. (1998). Alteration of Activities of Hepatic Antioxidant Defence Enzymes in Developing Chick Embryos After Glucocorticoid Administration-A Factor to Produce Some Adverse Effects? *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 50(6), 655-660.<https://doi.org/10.1111/j.2042-7158.1998.tb06901.x>

Lessard, M., Yang, W. C., Elliott, G. S., Rebar, A. H., Van Vleet, J. F., Deslauriers, N., Brisson, G. J., & Schultz, R. D. (1991). Cellular immune responses in pigs fed a vitamin E- and selenium-deficient diet. *Journal of Animal Science*, 69(4), 1575–1582. <https://doi.org/10.2527/1991.6941575x>

Lunec, J., & Blake, D. (1990). Oxygen free radicals: their relevance to disease processes. Cohen RD, Lewis B, Albert KGMM. *The Metabolic and Molecular Basis of Acquired Disease*. Balliere Tindall, London, 189-212.

Machlin, L. J. (Ed.). (1980). Vitamin E. A comprehensive treatise (pp. x+-660pp).

McGrath, L. T., Treacy, R., McClean, E., & Brown, J. H. (1997). Oxidative stress in cyclosporin and azathioprine treated renal transplant patients. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 264(1), 1–12. [https://doi.org/10.1016/s0009-8981\(97\)00088-0](https://doi.org/10.1016/s0009-8981(97)00088-0)

McIntosh, L. J., Hong, K. E., & Sapolsky, R. M. (1998). Glucocorticoids may alter antioxidant enzyme capacity in the brain: baseline studies. *Brain Research*, 791(1-2), 209–214. [https://doi.org/10.1016/s0006-8993\(98\)00115-2](https://doi.org/10.1016/s0006-8993(98)00115-2)

Ohtsuka, A., Kojima, H., Ohtani, T., & Hayashi, K. (1998). Vitamin E reduces glucocorticoid-induced oxidative stress in rat skeletal muscle. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 44(6), 779–786. <https://doi.org/10.3177/jnsv.44.779>

Ohtsuka, A., Ohtani, T., Horiguchi, H., Kojima, H., & Hayashi, K. (1998). Vitamin E reduces glucocorticoid-induced growth inhibition and lipid peroxidation in rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 44(2), 237–247. <https://doi.org/10.3177/jnsv.44.237>

Oldfield, J. E. (1987). The two faces of selenium. *The Journal of Nutrition*, 117(12), 2002-2008. <https://doi.org/10.1093/jn/117.12.2002>

Packer L. (1991). Protective role of vitamin E in biological systems. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53(4 Suppl), 1050S–1055S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/53.4.1050S>

Packer, L., & Landvik, S. (1990). Vitamin E in biological systems. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 264, 93–103. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-5730-8_13

Pehrson, B., & Johnsson, S. (1985). Selenium and glutathione peroxidase in blood and tissues and growth and feed efficiency in young bulls at different dietary selenium levels. *Zentralblatt fur Veterinarmedizin. Reihe A*, 32(7), 492–501. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.1985.tb01969.x>

Pennings, H. J., Borm, P. J., Evelo, C. A., & Wouters, E. M. (1999). Changes in levels of catalase and glutathione in erythrocytes of patients with stable asthma, treated with beclomethasone dipropionate. *European Respiratory Journal*, 13(6), 1260-1266.

Pereira, B., Bechara, E. J. H., Mendonca, J. R., & Curi, R. (1999). Superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase activities in the lymphoid organs and skeletal muscles of rats treated with dexamethasone. *Cell Biochemistry and Function: Cellular Biochemistry and Its Modulation by Active Agents or Disease*, 17(1), 15-19.

- Placer, Z. A., Cushman, L. L., & Johnson, B. C. (1966). Estimation of product of lipid peroxidation (malonyl dialdehyde) in biochemical systems. *Analytical Biochemistry*, 16(2), 359–364. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(66\)90167-9](https://doi.org/10.1016/0003-2697(66)90167-9)
- Putnam, M. E., & Comben, N. (1987). Vitamin E. *The Veterinary Record*, 121(23), 541–545.
- Rajashree, S., & Puvanakrishnan, R. (1998). Dexamethasone induced alterations in enzymatic and nonenzymatic antioxidant status in heart and kidney of rats. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 181, 77-85.
- Rizvi, S., Raza, S. T., Ahmed, F., Ahmad, A., Abbas, S., & Mahdi, F. (2014). The role of vitamin e in human health and some diseases. *Sultan Qaboos University Medical Journal*, 14(2), e157–e165.
- Smutna, M., & Synek, O. (1979). Lipid peroxidation in semen of the boar. *Acta Veterinaria Brno*, 48(1-4), 35-43.
- Spallholz J. E. (1990). Selenium and glutathione peroxidase: essential nutrient and antioxidant component of the immune system. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 262, 145–158. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0553-8_12
- Ullrey D. E. (1992). Basis for regulation of selenium supplements in animal diets. *Journal of Animal Science*, 70(12), 3922–3927. <https://doi.org/10.2527/1992.70123922x>.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 39(1), 44–84. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2006.07.001>
- Van Metre, D. C., & Callan, R. J. (2001). Selenium and vitamin E. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 17(2), 373–viii. [https://doi.org/10.1016/s0749-0720\(15\)30034-7](https://doi.org/10.1016/s0749-0720(15)30034-7)
- Vatassery, G. T., Brin, M. F., Fahn, S., Kayden, H. J., & Traber, M. G. (1988). Effect of high doses of dietary vitamin E on the concentrations of vitamin E in several brain regions, plasma, liver, and adipose tissue of rats. *Journal of Neurochemistry*, 51(2), 621–623. <https://doi.org/10.1111/j.1471-4159.1988.tb01083.x>
- Yu B. P. (1994). Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiological Reviews*, 74(1), 139–162. <https://doi.org/10.1152/physrev.1994.74.1.139>

Veri madenciliği yöntemleriyle araç özelliklerinin incelenmesi

Farid YUSUBOV¹
Hakan Burak EMEKLİ^{2*}

Geliş tarihi / Received: 10.06.2024

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 15.06.2024

Kabul tarihi / Accepted: 25.06.2024

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v19i69005

Öz

Otomotiv endüstrisinin küresel olarak her iki yönde, ekonomi ve günlük varlığımız üzerindeki etkisi çok büyüktür. Yalnızca ulaşım işlevi görmekle kalmamakta, bunun çok daha ötesinde araçlar; aynı zamanda veri üreten makineler haline de gelmiş durumdadır. Üreticiler veya bayiler model çeşitleri, üretim oranları gibi kategoriler de dahil olmak üzere çeşitli kayıtları tutar ve istatistikleri toplarlar; sürülen araçların kat ettiği mesafe kilometre sayacı okumaları, satın alma maliyetleri veya onarım/bakım giderleri, ilk veya uzun vadeli araç sahipliği ile ilgili maliyet faktörleri, yakıt türü/beygir gücü/toplam hacmi gibi motor özellikleri, vites küçültme noktalarında şanzıman özellikleri ve daha fazlası bilgiler toplanmaktadır. Bu çalışmada, otomobil sektörüne ait araç verileri kullanılarak veri madenciliği yöntemlerinden Apriori algoritması ile birliktelik analizi gerçekleştirilmiştir. Toplamda 634 aracın modeli, üretim kategorisi, menzil (katedilen mesafe) kategorisi, fiyat kategorisi, motor hacmi kategorisi, beygir gücü kategorisi, yakıt türü, maliyet kategorisi ve vites türü olmak üzere 9 farklı kategori üzerinden analizi yapılmış, verileri herkese açık bir kaynaktan toplanmıştır. Apriori algoritması kullanılarak bu özellikler arasındaki en güçlü ilişkiler belirlenmiştir. Sonuçlar; yüksek maliyet kategorisindeki araçların genellikle benzin yakıt türüne sahip olduğunu, yeni üretim kategorisindeki araçların ise genellikle az yürüş kategorisinde olduğunu göstermektedir. Ayrıca, düz vites türündeki araçların büyük oranda benzinli olduğu ortaya çıkmıştır. Düşük maliyet kategorisindeki araçların ise genellikle dizel yakıt türüne sahip olduğu bulunmuştur. Analiz edilen 634

^{1*} İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği, 34295 Küçükçekmece/İst., faridyusubov@stu.aydin.edu.tr, ORCID ID: 0009-0006-7537-0964

² İstanbul Aydın Üniversitesi, Anadolu BİL Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Programcılığı, 34295 Küçükçekmece/İst., hakanemekli@aydin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6503-1284

araç, geniş bir yelpazede model ve kategorilere sahiptir. Özellikle, yakıt türü ile maliyet kategorisi arasındaki güçlü ilişki, benzinli araçların genellikle yüksek maliyet kategorisinde olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra, yeni üretim kategorisindeki araçların az yürüş kategorisinde olması, bu araçların genellikle daha az kullanıldığını veya daha yeni olduklarını göstermektedir. Bu bulgular, otomotiv endüstrisi ve tüketici davranışları üzerinde yeni bakış açıları sunmakta olup, araç üreticileri ve satıcıları için potansiyel müşteri tercihlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olabilir. Bu çalışma, büyük veri setlerinden bilgi çıkarma ve karar verme süreçlerini desteklemenin önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: veri madenciliği, apriori algoritması, weka

Analysis of vehicle features using data mining methods

Abstract

Globally, the impact of the automotive industry on the economy and our daily existence is enormous, in both directions. Not only do they function as transportation, but far beyond that, vehicles have also become data generating machines. Manufacturers or dealers keep various records and collect statistics, including categories such as model types, production rates, etc.; odometer readings of the distance driven, purchase costs or repair/maintenance expenses, cost factors related to initial or long-term vehicle ownership, engine characteristics such as fuel type/horsepower/overall volume, transmission characteristics at downshift points and more. In this study, association analysis was performed with the Apriori algorithm, one of the data mining methods, using vehicle data from the automobile sector. A total of 634 cars were analyzed based on nine different categories: model, production category, mileage category, price category, engine size category, horsepower category, fuel type, cost category, and transmission type. The data was collected from a publicly accessible source. The Apriori algorithm was used to identify the strongest relationships between these attributes. The results show that vehicles in the high-cost category generally have gasoline fuel type, while vehicles in the new production category are generally in the low range category. In addition, the vehicles in the manual transmission type were found to be mostly gasoline. Vehicles in the low-cost category were generally found to have diesel fuel type. The 634 vehicles analyzed cover a wide range of models and categories. In particular, the strong relationship between fuel type and cost category suggests that gasoline vehicles are usually in the high-cost category. In addition, vehicles in the new production category are in

the low-walk category, indicating that these vehicles are generally less used or newer. These findings offer new insights on the automotive industry and consumer behavior and can help vehicle manufacturers and dealers to better understand potential customer preferences. This study highlights the importance of extracting information from large data sets and supporting decision-making processes.

Keywords: data mining, apriori algorithm, weka

Giriş

Modern araçların en büyük özellikleri, sürücüler ve araçların kendileri hakkında veri toplama kapasitesinin yüksek olmasıdır. Bu özel veriler, araç performansının test edilmesine, güvenlik önlemlerinin anlaşılmasına ve aynı zamanda son kullanıcının memnuniyetini artırılmasına oldukça büyük katkı sağlamaktadır. Sahip olunan bu verilerin kendisi bile üreticiler arasındaki rekabetin daha da artmasına, sektörde başarıların kazanılmasına yol açmaktadır. Günümüzde araç satın almada en büyük etki, kullanıcı yorumu ve otomobil üreticisinin başarılı öz geçmişiştir.

Potansiyel olarak yararlı bilgiler, farklı içgörüler üretmek anlamına gelir. Geleneksel analiz tekniklerini kullanmak bu durumda zor olabilmektedir. Ancak Veri Madenciliği bu tür durumlar için pratik çözümler sunmaktadır. Bilgisayar bilimi uzmanları, otomotiv sektöründeki pazar eğilimleri gibi durumların daha iyi anlaşılmasına yol açarak, büyük ve karmaşık veri kümelerini ayıklayıp yorumlayabilen teknikler geliştirmişlerdir.

Son yıllarda, veri madenciliği yazılımı, birliktelik kuralı madenciliği olarak bilinen işlemsel veri tabanlarında bulunan öğeler arasındaki ilişkileri veya onları keşfetme potansiyeli nedeniyle giderek daha da önemli hale gelmiştir. Apriori, Tertlus ve Fp-Growth gibi algoritmalar Birliktelik Kuralları tekniklerinde kullanılmaktadır (Alan ve Yeşilyurt, 2019). Apriori Algoritması, günümüzde başarıyla kullanılan güçlü bir hesaplama algoritması olarak ortaya çıkmıştır. Son yıllarda apriori algoritması ile genellikle büyük veri kümeleri içinde sıklıkla birlikte meydana gelen öğe kümeleri arasındaki kalıpları keşfetmek için kullanılmaktadır.

Bu araştırma, Apriori algoritmasını araç modeli, üretim, fiyat ve kilometre kategorileri, motor, yakıt verimliliği oranı, maliyet kategorisi ve şanzıman türü gibi çeşitli özellikler boyunca 643 farklı araç hakkında bilgi içeren ve verileri açık bir kaynaktan alınmış bir veri kümesine uygulayarak

bu tür teknikleri güçlendirmeyi amaçlamaktadır (URL1). Temel vurgu, araba satın alımıyla ilgili müşteri davranışını anlamak olmuştur. Apriori Algoritması gibi analitik araçları kullanmak, belirli araba modellerini ve özelliklerini seçerken tüketici tercihlerini daha iyi anlamaya, yaklaşan endüstri trendlerini tahmin etmeye ve farklı faktörlerin araç maliyeti ve yakıt verimliliğine nasıl katkıda bulunduğunu ayırt etme becerisine yol açmaktadır.

Problemin tanımı

Araştırmanın temel zorluğu, otomobil özelliklerinin birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu anlamaktır. Bu hem araba alıcıları hem de satıcıları için önemli bilgiler sağlar. Çeşitli araç özelliklerinin büyük ve karmaşık veri kümelerinde nasıl etkileşime girdiğinin anlaşılmasını gerektirmektedir. Bu niteliklerin birbirleri üzerindeki etkileri doğrusal olmadığında özellikle karmaşıktır. Bu nedenle, problem birliktelik kuralı analizi gerektirmektedir. Birliktelik kuralları, büyük veri kümelerinden öğeler arasındaki ilişkileri çıkarmaya yönelik bir tekniktir. Özellikle, birliktelik kuralı analizimiz, araç maliyet kategorileri ve yakıt türleri arasındaki ilişki gibi belirli ilişkileri ortaya çıkarır.

Materyal ve yöntem

İncelemede kullanılan veri seti, 634 örnelemeye ve 9 farklı özelliği sahip. Bunlar: AracModeli, UretimKategori, YurusKategori, FiyatKategori, MotorHacmiCCKategori, BeygirGucuKategori, YakıtTuru, MaliyetKategori ve VitesTuru. Bu özellikler arasındaki ilişkileri incelemek için Apriori algoritması kullanılmıştır. Apriori, sık öge kümesi madenciliği ve ilişkilendirme kuralı öğrenimi için kullanılmaktadır (Kumbhare ve Chobe, 2014). Apriori tabanlı algoritmalar, market sepeti verileri gibi seyrek veri kümelerinde iyi performans göstermektedir (Zaki ve Hsiao, 2002).

Weka, açık kaynak kodlu veri madenciliği görevleri için kullanılan bir programdır ve programın açılış ekranı Şekil 1’de gösterilmiştir. Bu program veri ön işleme, sınıflandırma, regresyon, kümeleme ve birliktelik kuralına ait algoritmaları desteklemektedir (Alan ve Yeşilyurt, 2019). Bu çalışmada, otomobil veri setini analiz etmek için birliktelik kuralı madenciliği işlevi kullanılmıştır.



Şekil 1. Weka programı

Veri

Bu çalışmanın ana hedefi, otomobil veri seti içindeki modelleri ve onlar arasındaki ilişkileri belirlemek ve otomotiv sektörü hakkında değerli bilgiler sağlamaktır. Bu amacı gerçekleştirmek için, www.arabam.com isimli popüler ikinci el araba alım-satım sitesinden çekilen ve tüm kullanıcılara açık bir veri seti kullanılmıştır. Şekil 2’de verilen veri seti, 15-25 Mayıs 2024 tarihleri arasında toplandı ve 2022 yılındaki satış trendlerini yansıtan, en çok satın alınan 5 araba modelini içermektedir (URL3). Bu çalışmada, 634 araçtan oluşan herkese açık bir veri kümesi kullanılmıştır (URL1).

Kullanılan araç modelleri:

Araba İsmi	Pazar Payı	Başlangıç Fiyat
Fiat Egea Sedan	68.779 (%11.61)	374.900 TL
Renault Clio	41.607 (%7.02)	376.900 TL
Toyota Carolla Sedan	30.948 (%5.22)	642.000 TL
Renault Megane	28.886 (%4.87)	551.000 TL
Fiat Egea Cross	26.341 (%4.44)	422.900 TL

Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2021	44.000	39.205	1798	98	Hibrit	3,5	149,35	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2022	26.000	39.359	1798	98	Hibrit	3,5	149,35	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2022	6.053	43.698	1798	98	Hibrit	3,5	149,35	Oto
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2016	265.000	15.031	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2017	228.000	17.944	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2019	114.000	17.975	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2017	186.000	18.130	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2016	193.000	18.285	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2018	183.432	18.370	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2016	172.000	19.212	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2019	136.000	19.525	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2017	172.600	19.827	1461	75	Dizel	3,6	153,61	Duz

Şekil 2. Ham veri seti

Ayrıcalıklar

Kullanılan araçların hepsi, arabam.com sitesinde kategori olarak bulunan “Boyasız ve Değişensiz” seçimi yapılarak alınmıştır. Tüm araçlar 2016-2023 üretim yıllarını kapsamakta ve arabaların hepsi Benzin, Dizel ve Hibrit yakıt türüne sahip. Şanzıman türü 3 seçimden: Düz vites, Otomatik vites ve Yarı Otomatik vitesten oluşmakta. Yakıt fiyatı 15 Mayıs 2024’te alınmış ve değerlerin hepsi İstanbul ortalaması: 95 Oktanlı benzinde litre başı fiyat 42,67TL, Dizel yakıtı içinse litre başına düşen maliyet 40,16TL olarak kabul edilmiştir ve döviz kuru 1 dolar için 32,2667TL olarak hesaplanmıştır (URL2). Gelecekte döviz değişimi göz önüne alınarak fiyatlar dolara eşitlenmiştir. İnceleme nominal veri üzerinde gerçekleştiği için tüm sayısal verilere karşılık nominal bir kategori oluşturuldu. Üretim yılları 3/2/3 oranında 3, yürüş kilometreleri ise genel kullanıcı yaklaşımına bağlı 3 kategoriye ayrılmıştır. Veri setindeki fiyatlar Z-Skoru standart sapma ve aritmetik ortalama değerleri kullanılarak belirlenen ucuz, orta ve pahalı kategorilerine ayrılmıştır. Motor hacimleri frekanslarına göre 5/4/5 oranda 3 gruba ayrılmıştır. Beygir gücü de benzer şekilde frekanslarına göre 5/4/5 oranına bağlı kategorize edilmiştir. Yakıt maliyetleri ise veri setindeki minimum ve maksimum değerlere göre düşük, orta ve yüksek olarak sınıflandırılmıştır ve Şekil 3’te verilmiştir.

Kategori	Az	Orta	Çok/Yüksek
Üretim Yılı	Eski: 2016-2018	Orta: 2019-2020	Yeni: 2021-2023
Yürüş KM	Az: 0-50,000	Orta: 50,000-100,000	Çok: 100,000+
Fiyat	Ucuz: 15,031\$ - 20,764\$	Orta: 20,919\$ - 34,091\$	Pahalı: 34,401\$ - 58,884\$
Motor Hacmi	898-1198	1329-1368	1461-1798
Beygir Gücü	65-95	99-116	125-140
Yakıt Maliyeti	73,61 - 89,10 TL	89,11 - 116,57 TL	116,58 TL-144.13 TL

Şekil 3. Kategorileştirme

Tüm koşullar göz önünde bulundurularak veri seti kategorize edilmiş ve Şekil 4'te son halini almıştır.

Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2019	Orta	79.000	Orta	30.837	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2020	Orta	118.000	Cok	31.302	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2020	Orta	83.000	Orta	31.766	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2022	Yeni	110.000	Cok	31.766	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2019	Orta	69.500	Orta	31.983	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2020	Orta	79.800	Orta	32.951	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2021	Yeni	56.900	Orta	33.430	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2019	Orta	208.000	Cok	34.091	Orta	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2022	Yeni	17.000	Az	38.430	Pahali	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2021	Yeni	44.000	Az	39.205	Pahali	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2022	Yeni	26.000	Az	39.359	Pahali	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Toyota Corolla 1.8 Hybrid Dream	2022	Yeni	6.053	Az	43.680	Pahali	1790	Yukse	98	Dusuk	Hibrit	3,5	149,35	Dusuk	Oto
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2016	Eski	265.000	Cok	15.031	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2017	Eski	228.000	Cok	17.944	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2019	Orta	114.000	Cok	17.975	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2017	Eski	186.000	Cok	18.130	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2016	Eski	193.000	Cok	18.285	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2018	Eski	183.432	Cok	18.370	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2016	Eski	172.000	Cok	19.212	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2019	Orta	136.000	Cok	19.525	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2017	Eski	172.600	Cok	19.827	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi SportTourer Joy	2017	Eski	107.000	Cok	19.835	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2017	Eski	112.000	Cok	20.145	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz
Renault Clio 1.5 dCi Joy	2018	Eski	176.000	Cok	20.145	Ucuz	1461	Yukse	75	Dusuk	Dizel	3,6	153,61	Dusuk	Duz

Şekil 4. Kategorileştirme sonrası veri seti

Daha sonrasında araçların modeli, üretim kategorisi, yürüş (kat edilen mesafe) kategorisi, fiyat kategorisi, motor hacmi kategorisi, beygir gücü kategorisi, yakıt türü, maliyet kategorisi ve vites türü kalmak şartıyla, tüm sayısal öznitelikli veriler silinerek weka programında kullanılmak üzere nominal türüne çevrilmiştir. Potansiyel olarak aracı belirleyen en uygun faktör ve inceleme odaklı olduğu için bu 9 nitelik Şekil 5'te olduğu gibi tercih edilmiştir.

toyota_corolla_1.8_hybrid_dream	Orta	Cok	Orta	Yukse	Dusuk	Hibrit	Dusuk	Oto
Toyota_Corolla_1.8_Hybrid_Dream	Yeni	Az	Pahali	Yukse	Dusuk	Hibrit	Dusuk	Oto
Toyota_Corolla_1.8_Hybrid_Dream	Yeni	Az	Pahali	Yukse	Dusuk	Hibrit	Dusuk	Oto
Toyota_Corolla_1.8_Hybrid_Dream	Yeni	Az	Pahali	Yukse	Dusuk	Hibrit	Dusuk	Oto
Toyota_Corolla_1.8_Hybrid_Dream	Yeni	Az	Pahali	Yukse	Dusuk	Hibrit	Dusuk	Oto
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_Joy	Orta	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz
Renault_Clio_1.5_dCi_SportTourer_Joy	Eski	Cok	Ucuz	Yukse	Dusuk	Dizel	Dusuk	Duz

Şekil 5. Sonuç kategori

Birliktelik kuralı

Birliktelik kuralı analizi, büyük veri kümelerindeki öge grupları arasındaki ilginç ilişkileri bulmak için kullanılan ve yaygın olarak uygulanan bir veri madenciliği tekniğidir. İlk olarak 1993 yılında Rakesh Agrawal ve arkadaşları tarafından 'mağaza sepeti analizi' bağlamında tanıtılmıştır (Ateş ve Karabatak, 2017). Bu teknik, bir mağazada müşteriler tarafından hangi ürünlerin birlikte satın alındığını belirlemek için kullanılmıştır.

Birliktelik kuralı analizi, birbiriyle ilişkili veri öğelerini bulmak için kullanılır. Bu teknik, bir dizi öğeyi diğerinden tahmin etmek veya çıkarmak için kullanılır. Örneğin, bir müşterinin ekmek satın aldığı gözlemlenirse, aynı müşterinin tereyağı da satın alacağı tahmin edilebilir.

Bu teknik, büyük veri setlerinden anlamlı ve faydalı bilgiler elde etmenin etkili bir yoludur (Ateş ve Karabatak, 2017).

Hem akademik araştırmalarda, hem de bir dizi endüstride, perakende, telekomünikasyon, finans ve sağlık gibi alanlarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Birliktelik kuralı analizi bu alanlarda karar verme sürecini iyileştirir ve daha bilinçli stratejik kararlar alınmasını sağlar.

Weka programından elde edilen sonuçlar

Apriori algoritması kullanılarak birliktelik analizi için %25’li minimum destek değeri ve %90 oranla minimum güven değeri belirlenmiştir. Apriori algoritmasını kullanılarak gerçekleştirilen birliktelik analizi 20 adet güven değeri yüksek kural oluşturmuştur. Uygulamanın verdiği sonuçlar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Analiz sonuçları

Sıra	Koşullu Öğe (X)	Sonuç Öğesi (Y)	Destek	Güven	Kaldırma	Leverage	Conviction
1	MaliyetKategori=Yuksek	YakitTuru=Benzin	279	1	1.42	0.13	82.29
2	MaliyetKategori=Yuksek VitesTuru=Duz	YakitTuru=Benzin	201	1	1.42	0.09	59.29
3	YurusKategori=Az MaliyetKategori=Yuksek	YakitTuru=Benzin	196	1	1.42	0.09	57.81
4	FiyatKategori=Orta MaliyetKategori=Yuksek	YakitTuru=Benzin	191	1	1.42	0.09	56.34
5	MotorHacmiCCKategori=Orta MaliyetKategori=Yuksek	YakitTuru=Benzin	189	1	1.42	0.09	55.75
6	FiyatKategori=Orta MaliyetKategori=Yuksek VitesTuru=Duz	YakitTuru=Benzin	172	1	1.42	0.08	50.73
7	MotorHacmiCCKategori=Orta MaliyetKategori=Yuksek VitesTuru=Duz	YakitTuru=Benzin	172	1	1.42	0.08	50.73
8	YakitTuru=Dizel	MaliyetKategori =Dusuk	167	1	3.37	0.19	117.48
9	UretimKategori=Yeni MaliyetKategori=Yuksek	YakitTuru=Benzin	166	1	1.42	0.08	48.96
10	MaliyetKategori=Orta	YakitTuru=Benzin	167	0.98	1.38	0.07	9.85
11	YurusKategori=Az VitesTuru=Duz	YakitTuru=Benzin	169	0.97	1.38	0.07	8.31

12	MotorHacmiCCKategori=Orta YakitTuru=Benzin VitesTuru=Duz	MaliyetKategori =Yuksek	179	0.96	2.18	0.15	12.53
13	MotorHacmiCCKategori=Orta VitesTuru=Duz	YakitTuru=Benzin	190	0.94	1.34	0.07	4.67
14	YurusKategori=Az FiyatKategori=Orta	YakitTuru=Benzin	214	0.94	1.33	0.08	4.51
15	BeygirGucuKategori=Dusuk YakitTuru=Benzin	VitesTuru=Duz	225	0.93	1.69	0.14	6.3
16	MotorHacmiCCKategori=Orta MaliyetKategori=Yuksek	VitesTuru=Duz	189	0.91	1.65	0.11	4.7
17	MotorHacmiCCKategori=Orta YakitTuru=Benzin MaliyetKategori=Yuksek	VitesTuru=Duz	189	0.91	1.65	0.11	4.7
18	MotorHacmiCCKategori=Orta MaliyetKategori=Yuksek	YakitTuru=Benzin VitesTuru=Duz	189	0.91	2.1	0.14	5.95
19	YurusKategori=Az	YakitTuru=Benzin	320	0.91	1.29	0.1	3.04
20	MotorHacmiCCKategori=Orta VitesTuru=Duz	MaliyetKategori =Yuksek	172	0.91	2.06	0.14	5.6

Bulgular

Tablo 1'de görülen ve analiz sonucunda elde edilen genel değerlere bakarak her bir kural için daha detaylı yaklaşımlar şunlardır:

- 1) Maliyet kategorisi "yüksek" olan 279 örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.13 seviyesinde bir avantaj sağlar. Maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 82.29 kat daha az olasıdır.
- 2) Maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olan 201 örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.09 seviyesinde bir avantaj sağlar. Maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 59.29 kat daha az olasıdır.
- 3) Yürüş kategorisi "az" ve maliyet kategorisi "yüksek" olan 196 örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Yürüş kategorisi "az" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.09 seviyesinde bir avantaj sağlar. Yürüş kategorisi "az" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 57.81 kat daha az olasıdır.

- 4) Fiyat kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olan 191 örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Fiyat kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.09 seviyesinde bir avantaj sağlar. Fiyat kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 56.34 kat daha az olasıdır.
- 5) Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olan 189 örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.09 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 55.75 kat daha az olasıdır.
- 6) Fiyat kategorisi "orta", maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olan 172 örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Fiyat kategorisi "orta", maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.08 seviyesinde bir avantaj sağlar. Fiyat kategorisi "orta", maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 50.73 kat daha az olasıdır.
- 7) Motor hacmi kategorisi "orta", maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olan 172 örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Motor hacmi kategorisi "orta", maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.08 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta", maliyet kategorisi "yüksek" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 50.73 kat daha az olasıdır.
- 8) Yakıt türü "dizel" olan 167 örneğin tamamı düşük maliyet kategorisindedir (%100 güven). Yakıt türü "dizel" olduğunda, düşük maliyet kategorisinde olma olasılığı 3.37 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.19 seviyesinde bir avantaj sağlar. Yakıt türü "dizel" olduğunda, düşük maliyet kategorisinde olmama durumu 117.48 kat daha az olasıdır.
- 9) Üretim kategorisi "yeni" ve maliyet kategorisi "yüksek" olan 166

örneğin tamamı benzin yakıt türüne sahiptir (%100 güven). Üretim kategorisi "yeni" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.42 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.08 seviyesinde bir avantaj sağlar. Üretim kategorisi "yeni" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 48.96 kat daha az olasıdır.

- 10) Maliyet kategorisi "orta" olan 167 örneğin %98'i benzin yakıt türüne sahiptir. Maliyet kategorisi "orta" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.38 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.07 seviyesinde bir avantaj sağlar. Maliyet kategorisi "orta" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 9.85 kat daha az olasıdır.
- 11) Yürüş kategorisi "az" ve vites türü "düz" olan 169 örneğin %97'si benzin yakıt türüne sahiptir. Yürüş kategorisi "az" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.38 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.07 seviyesinde bir avantaj sağlar. Yürüş kategorisi "az" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 8.31 kat daha az olasıdır.
- 12) Motor hacmi kategorisi "orta", yakıt türü "benzin" ve vites türü "düz" olan 179 örneğin %96'sı yüksek maliyet kategorisindedir. Motor hacmi kategorisi "orta", yakıt türü "benzin" ve vites türü "düz" olduğunda, yüksek maliyet kategorisinde olma olasılığı 2.18 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.15 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta", yakıt türü "benzin" ve vites türü "düz" olduğunda, yüksek maliyet kategorisinde olmama durumu 12.53 kat daha az olasıdır.
- 13) Motor hacmi kategorisi "orta" ve vites türü "düz" olan 190 örneğin %94'ü benzin yakıt türüne sahiptir. Motor hacmi kategorisi "orta" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.34 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.07 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta" ve vites türü "düz" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 4.67 kat daha az olasıdır.
- 14) Yürüş kategorisi "az" ve fiyat kategorisi "orta" olan 214 örneğin %94'ü benzin yakıt türüne sahiptir. Yürüş kategorisi "az" ve fiyat kategorisi "orta" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.33 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.08 seviyesinde bir avantaj sağlar. Yürüş kategorisi "az" ve fiyat kategorisi "orta" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 4.51 kat daha az olasıdır.

- 15) Beygir gücü kategorisi "düşük" ve yakıt türü "benzin" olan 225 örneğin %93'ü manuel viteslidir (düz). Beygir gücü kategorisi "düşük" ve yakıt türü "benzin" olduğunda, manuel vitesli olma olasılığı 1.69 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.14 seviyesinde bir avantaj sağlar. Beygir gücü kategorisi "düşük" ve yakıt türü "benzin" olduğunda, manuel vitesli olmama durumu 6.3 kat daha az olasıdır.
- 16) Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olan 189 örneğin %91'i manuel viteslidir (düz). Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, manuel vitesli olma olasılığı 1.65 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.11 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, manuel vitesli olmama durumu 4.7 kat daha az olasıdır.
- 17) Motor hacmi kategorisi "orta", yakıt türü "benzin" ve maliyet kategorisi "yüksek" olan 189 örneğin %91'i manuel viteslidir (düz). Motor hacmi kategorisi "orta", yakıt türü "benzin" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, manuel vitesli olma olasılığı 1.65 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.11 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta", yakıt türü "benzin" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, manuel vitesli olmama durumu 4.7 kat daha az olasıdır.
- 18) Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olan 189 örneğin %91'i yakıt türü "benzin" ve manuel viteslidir (düz). Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, yakıt türü "benzin" ve manuel vitesli olma olasılığı 2.1 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.14 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta" ve maliyet kategorisi "yüksek" olduğunda, yakıt türü "benzin" ve manuel vitesli olmama durumu 5.95 kat daha az olasıdır.
- 19) Yürüş kategorisi "az" olan 320 örneğin %91'i benzin yakıt türüne sahiptir. Yürüş kategorisi "az" olduğunda, benzin yakıt türü olma olasılığı 1.29 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.1 seviyesinde bir avantaj sağlar. Yürüş kategorisi "az" olduğunda, benzin yakıt türü olmama durumu 3.04 kat daha az olasıdır.
- 20) Motor hacmi kategorisi "orta" ve vites türü "düz" olan 172 örneğin %91'i yüksek maliyet kategorisindedir. Motor hacmi kategorisi "orta" ve vites türü "düz" olduğunda, yüksek maliyet kategorisinde olma

olasılığı 2.06 kat artar. Bu kural, bağımsız olaylarla karşılaştırıldığında, 0.14 seviyesinde bir avantaj sağlar. Motor hacmi kategorisi "orta" ve vites türü "düz" olduğunda, yüksek maliyet kategorisinde olmama durumu 5.6 kat daha az olasıdır.

Tartışma

Otomotiv sektörü ve araç alıcıları için önemli olan bulgular, motor seçiminde maliyet, motor hacmi, yakıt tüketimi ve fiyat kategorisinin önemini vurgular. Bu inceleme sonucunda, çeşitli boyutlarda öge kümeleri oluşturulmuştur:

- **Tekli Öğeler:** İlk olarak, her bir özelliğin en az %25 (158 örnek) destek aldığı 16 farklı öge kümesi oluşturulmuştur.
- **Çiftli Öğeler:** Bu tekli öğeleri birleştirerek, en az %25 destek alan 25 çiftli öge kümesi oluşturulmuştur.
- **Üçlü Öğeler:** Çiftli öğeleri birleştirerek, en az %25 destek alan 18 üçlü öge kümesi oluşturulmuştur.
- **Dörtlü Öğeler:** Son olarak, bu üçlü öğeleri birleştirerek, en az %25 destek alan 2 dörtlü öge kümesi oluşturulmuştur.

Apriori algoritması ile yapılan bu analizde, toplamda 15 döngü gerçekleştirilmiş ve minimum güvenilirlik sınırı olmaksızın öge kümelerinin birliktelikleri Şekil 6 'da olduğu gibi belirlenmiştir.

Kural	Güvenilirlik	Açıklama
MaliyetKategori=Yuksek YakitTuru=Benzin	1	Yüksek maliyetli araçlar genellikle benzinlidir.
YakitTuru=Dizel MaliyetKategori=Dusuk	1	Dizel araçlar genellikle düşük maliyetlidir.
MaliyetKategori=Orta MotorHacmiCCKategori=Orta YurusKilometre=Az FiyatKategori=Orta YakitTuru=Benzin	0.8	Orta maliyetli, orta motor hacimli, az kilometreli ve orta fiyatlı araçlar genellikle benzinlidir.
MaliyetKategori=Orta MotorHacmiCCKategori=Orta YurusKilometre=Az FiyatKategori=Orta YakitTuru=Dizel	0.7	Orta maliyetli, orta motor hacimli, az kilometreli ve orta fiyatlı araçlar bazen dizel olabilir.
MotorHacmiCCKategori=Orta YakitTuru=Benzin VitesTuru=Manuel	0.9	Orta motor hacimli benzinli araçlar genellikle manuel şanzımanlıdır.
MotorHacmiCCKategori=Orta YakitTuru=Dizel VitesTuru=Otomatik	0.8	Orta motor hacimli dizel araçlar genellikle otomatik şanzımanlıdır.

Şekil 6. Bulgu tablosu

Maliyet kategorisi yüksek olan araçların çoğunluğunun benzinli yakıt türüne sahip olduğu analiz edilmiştir. Spesifik olarak, yüksek maliyet, manuel şanzıman, düşük kilometre performansı ve orta motor hacminin birleşimi, aracın benzinli olma olasılığını artırmaktadır. Fakat bu, benzinli araçların genellikle daha yüksek maliyetlerle sonuçlanmasını göstermektedir. Ayrıca, dizel araçlar genellikle düşük maliyet kategorisinde bulunmaktadır.

Böylece, dizel araçların daha ekonomik maliyette olduğunu vurgulamakta ve düşük maliyet kategorisinde yer alma olasılığının benzinlilere nazaran daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Orta maliyete sahip araçların bir kısmı da benzin yakıt türüne sahiptir; fakat bu ilişki, yüksek maliyet kategorisindeki kadar belirgin değildir. Orta maliyet kategorisinde benzinli araçların yanı sıra farklı yakıt türleri de bulunmaktadır. Ayrıca, düşük kilometreli araçların çoğunun benzinle çalıştığı görüldü. Kilometresi düşük araçlar daha az kullanıldığı için yakıt türü olarak benzin tercih edilmektedir. Bu ise az kullanılan benzinli araçların değerini daha iyi koruduğunu göstermektedir.

Motor hacmine ve manuel şanzımanlı araçların yüksek maliyet kategorisinde olma olasılığı daha yüksektir. Bu durum, benzinli araçlar için de geçerlidir. Motor hacmi, şanzıman tipi ve maliyet arasındaki ilişki, teknik özelliklerin araç maliyetleri üzerindeki etkisini açıkça göstermektedir.

Sonuç

Bu analiz sonuçları, yakıtla çalışan yüksek maliyet kategorisindeki araçların büyük çoğunluğunun manuel şanzımanla tercih edildiğini gözlemlenmektedir. Bu gözlem, kullanıcıların yüksek performans ve enerji verimliliği nedeniyle manuel şanzımanlı araçları tercih ettiği sonucunu çıkartmaktadır. Ayrıca bu araçların bakım ve onarım maliyetlerinin yüksek olması, bunların neden genellikle yüksek maliyetli olarak sınıflandırıldığını da açıklamaktadır.

Düşük hız kategorisine sahip araçların benzin kullanma olasılığı daha yüksektir. Bu durum, nadiren kullanılan araç sahiplerinin yakıt tasarruflu araçları tercih ettiğini, çünkü bu araçların genellikle düşük kilometrelerde daha verimli olduğunu, sahiplerinin yakıt tercihlerini etkilediğini gösteriyor. Dizel araçların daha çok düşük maliyet kategorisinde yer alması, daha ekonomik ve uzun süreli bir kullanım sağladığı incelenmiştir. Uzun yolculuklarda ve yoğun kullanımda yakıt tüketimi daha düşük olan dizel araçlar bu nedenle bu kategoriye daha uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Bu içgörüler, hem üreticiler hem de tüketiciler için araç endüstrisindeki karar alma süreçlerini etkileme potansiyeline sahiptir. Üreticiler bu tür analizleri araç özelliklerini ve fiyatlarını iyileştirmek için kullanabilirken, tüketiciler de ihtiyaçlarını en iyi karşılayan aracı seçmek için daha bilinçli kararlar verebilir. Bu tür analizlerde büyük veri kümeleri için veri madenciliği teknikleri kullanıldığında sektör eğilimleri ve müşteri tercihleri daha iyi anlaşılabilir. Bu, üretim stratejilerinin ve gelecekteki pazarlama kampanyalarının daha iyi planlanması için değerli bilgiler sağlar. Veri madenciliği tekniklerinin kullanılması, ikinci el araç pazarındaki eğilimleri ve ilişkileri anlamada önemli bir araçtır. Bu çalışma, bu tekniklerin nasıl kullanılabileceği konusunda bir örnektir. Ancak, daha fazla bilgi ve anlayış elde etmek için daha geniş ve daha karmaşık veri setlerinin analizi gerekmektedir.

Kaynaklar

Alan, M. A. & Yeşilyurt, C. (2019). Birliktelik Kuralları Madenciliği İle Yatan Hasta Profiline Çıkarılması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 23, Özel Sayı, 1917-1926.

Ateş, Y. & Karabatak, M. (2017). Nicel Birliktelik Kuralları İçin Çoklu Minimum Destek Değeri. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29 (2), 57-65.

Kumbhare, T., & Chobe, S. (2014). An Overview of Association Rule Mining Algorithms. *(IJCSIT) International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 927-930.

Zaki, M., & Hsiao, C.-J. (2002). CHARM: An Efficient Algorithm for Closed Itemset Mining. *SIAM International Conference on Data Mining*, (s. 457-473).

İnternet kaynakları

URL1- <https://www.arabam.com>, (Erişim tarihi: 15.05.2024).

URL2- <https://www.petrolofisi.com.tr/akaryakit-fiyatlari>, (Erişim tarihi: 15.05.2024).

URL3- <https://www.cnnturk.com/otomobil/2022-yilinda-en-cok-satilan-otomobil-araba-markalari-hangi-otomobil-modeli-kac-adet-satti?page=1> , (Erişim tarihi: 15.05.2024).

Yazar Kılavuzu

Aşağıda belirtilen yayın ilkeleri ve yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmış yazılar, “makale sunum formu” ile birlikte e-posta yoluyla aşağıdaki adreslere gönderilebilir.

Çevirisi yapılmış makalelerin değerlendirmeye alınabilmesi için özgün metinlerin ve makale sahibinden (asıl yazar veya hak sahibi yayınevi) izin yazılarının da gönderilmesi zorunludur.

Ön inceleme ve hakem değerlendirmesi doğrultusunda geliştirilmek ve/veya düzeltilmek üzere yazarlarına geri gönderilen yazılar, gerekli düzeltmeler yapılarak en geç bir ay içinde tekrar dergiye ulaştırılır.

Yapılan ön incelemede yazım kurallarına uyulmadığı tespit edilen makaleler düzeltilmesi için yazarına iade edilir ve yayım programına alınmaz.

Yayın İlkeleri

1. Dergide yayımlanan makaleler yazı işlerinin izni olmaksızın başka hiçbir yerde yayımlanamaz veya bildiri olarak sunulamaz. Kısmen veya tamamen yayımlanan makaleler kaynak gösterilmeden hiçbir yerde kullanılamaz. Dergiye gönderilen makalelerin içerikleri özgün, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmamış veya yayımlanmak üzere gönderilmemiş olmalıdır. Makaledeki yazarlar isim sırası konusunda fikir birliğine sahip olmalıdır.
2. ABMYO Dergisi’ne gönderilen yazılar, referans sistemi, dipnot gösterme biçimi ve kaynakça düzenlenmesinde American Psychological Association (APA) stilinde hazırlanmalıdır. APA’nın 6. baskısı, yazarların dikkate alacağı versiyonu olmalıdır. Bununla birlikte kaynakça düzenlenirken Türkçe’ye uyarlanmış ve APA’nın istisnası olan hususlar da bulunmaktadır. Türkçede gün ve ay içeren tarihler önce gün, sonra ay şeklinde (örneğin 12 Şubat) yazılmalıdır.
3. ABMYO Dergisi’nde yayımlanan makaleler yayın tarihinden itibaren

derginin bir sonraki sayısına kadar tartışmaya açık olacaktır. Makaleler için yapılan eleştiriler dergide yayımlanacaktır.

4. Makaleler en fazla 12 sayfa olmalıdır. Makaleler en az Word 6.0/95 formatında diskette veya CD'de teslim edilmeli ya da ABMYO Dergisi elektronik posta adresine gönderilmelidir. Orijinal olarak hazırlanmış makaleler % 20 oranında kcltlerek basılacaktır, bu nedenle şekil ve tablolar bu durum göz önünde bulundurulurak hazırlanmalıdır. ABMYO Dergisi siyah beyaz basıldığından gönderilen makaledeki resim, fotoğraf, şekil ya da grafikler renkli olmamalıdır.
5. Dergide yayımlanmak üzere gönderilen yazıların, daha önce hiçbir yerde yayımlanmamış olması veya bir başka yayın organında değerlendirme aşamasında bulunmaması gerekmektedir.
6. Herhangi bir sempozyum, kongre, konferans vb. bilimsel etkinliklerde sunulmuş veya sunulacak olan bildiri metinleri, yayımlanmamış olması koşulu ile hakem değerlendirmesine gönderilir.
7. Dergi Yayın Kurulu, makaleleri,  hakem gönderir. Makaleler, en az iki hakemin olumlu görüşüyle yayımlanır.
8. Yayımlanması için düzeltilmesine karar verilen yazıların, yazarları tarafından en geç (posta süresi de dahil olmak üzere) 30 gün içerisinde, yeniden Yayın Kuruluna gönderilmesi gerekir. Belirlenen sürede gönderilen makaleler bir sonraki dönemde yayımlanmak üzere sıraya konulur. Metin, değişiklikleri isteyen hakemler tarafından yeniden incelenebilir.
9. Hakem onayı alan makaleler, raporların tamamlanma tarihlerine göre sıraya konularak yayımlanır.
10. Dergiye gönderilecek yazılar, iki kopya alınarak hazırlanmalıdır. Bunlardan bir kopya posta yolu ile gönderilmeli; bir kopya ise; elektronik posta aracılığıyla iletilmelidir. Elektronik posta olarak gönderilen nüshada, yazar/yazarların adı soyadı, makalelerin tam adı, bağlı buldukları kurum ve ünvanları, iş-cep telefonları ve elektronik posta adreslerini içeren bir kapak sayfası bulunmalıdır. Kapak sayfası, posta yolu ile gönderilecek kopyaya da eklenmelidir.

11. Yazarlar, yayınlarını İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisine göndermekle, telif haklarını İstanbul Aydın Üniversitesine devretmiş sayılırlar.
12. Dergide yazısı yayımlanan yazarlara, iki adet dergi ücretsiz olarak gönderilir. Ayrıca telif hakkı ödenmez.
13. Ulusal ve uluslararası düzeyde akademik bilgi paylaşımının sağlanması amacıyla İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi'nde yayımlanmak üzere Hakem Kurulundan geçen yazılar Üniversitenin internet sitesine bağlı olarak da yayımlanabilir.
14. Dergiye gönderilen yazılar, yayımlanmasa dahi iade edilmez.

Yazım Kuralları

I. Makale Türleri

Dergiye gönderilen makaleler aşağıdaki özellikleri taşıyan çalışmalar olmalıdır:

- Özgün araştırmalarla ilgili çalışmalar,
- Uygulama örneklerini bilimsel bir yaklaşımla anlatan çalışmalar,
- Belirli bir konuda, önemli gelişmeleri değerlendirip eksiklikleri ortaya koyan derleme çalışmaları,
- Tez çalışmasından elde edilen sonuçların bilimsel tutarlılığı olan bir bölümünden ya da tümünden yararlanılarak hazırlanmış, doktora öğrencisinin ve tez danışmanının ortak yazar olarak yer aldığı bilimsel makaleler.

II. Sayfa Düzeni

Sayfa boyutu A4 kâğıt boyutunda olmalı, sayfa yapısında sağdan ve soldan 2 cm; üstten 2.5 cm; alttan da 3 cm boşluk bırakılmış olmalıdır. Metin, sağ ve sola dayalı (justify), özet ve abstract tek aralık olarak, ana metin 1,5 aralıkla yazılmalı, paragraflar arasında bir satır boşluk bırakılmalıdır. Başlık, şekil adı, tablo adı gibi formatı belirtilmiş yazılar dışında kalan metin Times New Roman yazı karakterinde 12 punto ile yazılmalıdır.

III. Makale Başlığı

Makale başlığı metnin içeriğini yansıtmalı, 70 harfi geçmemeli ve gereksiz

uzatmalardan kaçınılmalı; Times New Roman yazı karakterinde 20 punto ile yazılmalı ve sadece başlığın ilk harfi büyük olmalıdır. Başlık sayfanın üst sınırından 6 cm boşluk bırakıldıktan sonra yazılmalıdır.

IV. Yazar Adı

Yazar adı sayfanın üst sınırından 10 cm aşağıda olmalıdır. Yazar adının ilk harfi ve soyadı büyük harf olmak üzere Times New Roman, 12 punto, sağa yaslanmış şekilde ve **koyu** olarak yazılmalıdır. Yazar adı birden çok olması durumunda, isimlerin her birine üslü sayı şeklinde bir numara verilerek kurumları dipnotta belirtilecektir. Yazışmalara yapılacağı yazarın isminin yanına asteriks (*) işareti koyulacak ve kurumu, telefon numarası, elektronik posta adresi, yayının 1. Sayfasının altında dip not (footer) olarak alttan 2 cm yukarıda, bir çizgi çekilerek, 10 punto, Times New Roman ve italik formatıyla yazılmalıdır.

V. Kısaltmalar, ilgili bilim alanının standart kısaltmaları olmalı ve metin içinde ilk geçtiği yerde tanımlanmalıdır.

VI. Türkçe Öz

Öz; yazıya konu olan çalışmanın amaçlarını, kullanılan yöntemleri, ulaşılan sonuçları, değerlendirmeleri içermeli ve 200-250 kelime arasında olmalıdır. Bu haliyle özet, yapılan çalışma hakkında fikir verebilmelidir. Öz, Times New Roman yazı karakteri ile 12 punto, italik olarak sayfanın üst sınırından 13cm boşluk bırakıldıktan sonra yazılmalı ve satırlar arasında tek aralık bırakılmalıdır. Öz kelimesi **koyu** olmalıdır. Öz kelimesi ile metin arasında bir satır boşluk bırakılmalıdır.

VII. Anahtar Kelimeler

Öz ve Abstract kısımlarından sonra, makalenin konu sınıflandırmasının yapılabilmesi için en az 3, en çok 6 adet anahtar kelime verilmelidir. Anahtar kelimeler önemlerine göre sıralanmış, Times New Roman yazı karakteri ile Türkçe anahtar kelimeler 12 punto, İngilizce keywords 11 punto ve italik yazılmalıdır. Sadece “anahtar kelimeler” ve “keywords” kelimeleri **koyu** ve *italik* olarak yazılmalıdır. Türkçe öz ile anahtar kelimeler arasında ve abstract ile keywords arasında bir satır boşluk bırakılmalıdır. Özel isimler hariç anahtar kelimeler küçük harfle yazılacaktır.

VIII. Makalenin İngilizce Başlığı

Makalenin İngilizce başlığı sadece ilk harfi büyük olmak üzere Times New Roman yazı karakterinde 16 punto ile koyu olarak ve sola yanaşık yazılmalıdır.

IX. İngilizce Özet (Abstract)

İngilizce özet, yazıya konu olan çalışmanın amaçlarını, yazıda kullanılan yöntemleri, ulaşılan sonuçları ve değerlendirmeleri içeren, Türkçe özette olduğu gibi bilgi vermek üzere, 200-250 kelime arasında olacak şekilde hazırlanmalıdır. Abstract, Times New Roman yazı karakteri ile 11 punto, italik ve satırlar arasında tek aralık olacak şekilde yazılmalı, sadece “abstract” kelimesi 12 punto ve **koyu** olmalıdır.

X. Başlıklar

- Ana Başlık

Giriş bölümü yazıyı doğrudan ilgilendiren, uzun tarihçeler içermeyen bir bölüm olmalıdır. Tüm ana başlıklar sola dayalı olarak Times New Roman formatında 14 punto, **koyu** ve başlığın sadece ilk kelimesinin ilk harfi büyük olacak şekilde yazılmalıdır. Hiçbir başlığın önüne numara veya herhangi bir işaret konulmamalıdır. Ana başlıklardan önce boşluk bırakılmamalı, ana başlıktan sonra boşluk bırakılmadan makale metni başlamalı, metin yazı karakteri Times New Roman ve 12 punto olmalıdır.

-Ara Başlık

Ana başlıktan sonra herhangi bir metin yazılmadan ara başlık yazılması gerektiğinde arada boşluk bırakılmayacaktır. Ara başlıklar sola dayalı olarak Times New Roman formatında, 12 punto, **koyu** yazılmalı ve başlığın sadece ilk kelimesinin ilk harfi büyük olmalıdır. Ara başlıktan sonra boşluk bırakılmadan makale metni başlamalıdır. Herhangi bir metin yazıldıktan sonra konulacak ara başlıklardan önce bir boşluk bırakılmalıdır.

-Alt Başlık

Alt başlıklar paragrafın başında ve metinden bir çizgi (-) işareti ile ayrılarak yazılmalı ve hemen yanından metin devam etmelidir. Alt başlık Times New Roman yazı tipinde italik, 12 punto ve sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük olarak yazılmalıdır.

XI. Şekiller

Metin içinde yer alan şekiller metin sınırlarını aşmayacak şekilde ortalanarak konulmalıdır. Şekiller mutlaka net ve okunaklı olmalıdır. Baskı sırasında yayın %20 oranında küçültüleceği için şekil büyüklükleri bu durum göz önünde bulundurularak belirlenmelidir. Şekiller ya bir çizim programı ile çizilmiş olmalı ya da taranmış ise en az 300dpi çözünürlükte taranmış olmalıdır. Şekil olarak gösterilen grafik, resim ve metin kutularında yer alan yazı ve sayıların büyüklüğü makale içinde Times New Roman karakteri ile yazılmış 9 punto boyutundaki bir yazının büyüklüğünden az olmamalıdır. Şekil numaraları ve adları şeklin altında ortalanarak, tek aralıklı ve Times New Roman 12 punto ile *italik* yazılmalı ve sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük olmalıdır. Şekilden önce, şekil adından önce ve sonra da birer satır boşluk bırakılmalıdır. Şekiller metin içine yerleştirilirken mutlaka şekilden önce atıfta bulunulmalıdır.

XII. Resim ve Fotoğraflar

Resim ve fotoğraflar taranmış ise en az 300 dpi çözünürlükte taranmış olmalı, metin içinde mutlaka atıfta bulunulmalı, şekillerle beraber numaralandırılmalıdır.

XIII. Tablolar ve Denklemler

Metin içerisinde yer alan tablolar metin sınırlarını aşmayacak şekilde ortalanarak konulmalıdır. Tablo numaraları ve adları, tablonun üstünde tek aralık ve Times New Roman 12 punto ile sadece ilk kelimenin ilk harf büyük olacak şekilde ortalanarak ve *italik* yazılmalıdır. Tablo adı yazılırken üstte ve altta birer satır, tablodan sonra ise bir satır boşluk bırakılmalıdır. Tablolara tablodan önce mutlaka metin içerisinde atıfta bulunulmalıdır.

Tablo satır ve sütunlarındaki rakam ve yazılar Times New Roman 12 punto yazılmalıdır. Ancak zorunlu kalman durumlarda yazı boyutu yazı sınırlarını geçmeyecek şekilde en az 9 puntoya kadar düşürülebilir. Tablodaki parametre ve isimlerin yer aldığı ilk satırın hem altı hem de üstü 1.5 punto kalınlıkta birer çizgi ile kapatılmalıdır. Daha sonraki satırlarda herhangi bir yatay ve dikey çizgi kullanılmadan son satırın altına bir çizgi daha ilave edilerek tablo sınırlandırılmalıdır.

Metin içerisine yazılacak denklemler, Microsoft Word yazım programındaki Equation Editör ile sola dayalı olarak yazılmalı ve eşitliklere sağa dayalı

olarak parantez içerisinde numara verilmelidir.

XIV. Semboller

Makale çok sayıda sembol içeriyor ya da makaledeki sembollerin açıklanması gerekiyorsa uluslararası standarda uygun olarak, semboller, kaynaklardan önce, Times New Roman 11 punto ile italik yazılmalıdır. Makalede ondalık gösteriminde nokta kullanılmalı, binlikleri ayırırken virgül veya nokta kullanılmamalı gerekiyorsa tek boşluk kullanılmalıdır.

XV. Kaynaklar

Dergideki referans sistemi, American Psychologists Association (APA) versiyon 6' dır. APA sistemine göre yazılmış bir eserin sonunda muhakkak ki bir kaynakça bölümü olmalıdır. Sayfanın başına Kaynaklar (başlık 14 punto, küçük harfle, sadece ilk harf büyük olmalı) diye yazılmalıdır. Metin içinde gönderme yapılmış/anılmış her eser kaynakçada belirtilmelidir.

Makale metninin sonunda bulunan kaynaklar bölümü yazar soyadına göre A'dan Z'ye doğru, alfabetik bir şekilde sıralanmalı ve Kaynaklar içeriği Times New Roman 11 punto ile yazılmalı, sadece dergi, kitap ya da sempozyum adları italik olmalıdır.

Kaynaklarda, varsa cilt numarası koyu renkte, sayı numarası normal karakter ile yazılmalıdır. Kaynaklar kısmında yer alan ulusal-uluslararası makalelerin yer aldığı dergi adları kısaltılmış halleriyle değil, açık olarak yazılmalıdır.

» **Örnek:** Dergi adı Wat. Res. şeklinde değil, Water Resources şeklinde yazılmalıdır.

Yazı içinde atıfta bulunulan kaynaklar; ya ...Smith (1980)... şeklinde cümlelerin içinde, ya ...(Smith, 1980; Adams, 1981) ya da (Smith vd., 1980) şeklinde cümlelerin sonunda yazar soyadı ve yayın yılı belirtilerek verilmelidir. İki yazarlı kaynaklarda iki yazarın da soyadı yazılmalı (Snell ve Ettore, 1971), ikiden fazla yazarlı kaynaklar parantez içinde gösterilecek ise vd. kısaltması kullanılmalı (Li vd., 1998), parantez dışında Li ve diğerleri (1998) kullanılmalıdır.

-Metin içinde kitap, dergi ve film, TV programı adları italik yazılır. Örneğin, Siyaset Meydanı Programı'nda (...).

-Ayrıca yeni veya teknik bir terim metin içinde ilk geçtiği anda italik

yazılabilir, sonrasında italik yazılmaz. Örneğin, 1990’lardan sonra alımlama çalışmaları Türkiye’de de artış göstermiştir.

-İngilizcede yaygın olan ifadeler ve kısaltmaları italik yazılmaz. Metinde bir ifadeyi daha çok vurgulamak amacıyla italik yazılmaz.

-Organizasyon kısaltmaları: İlk alıntıda adı açıkça yazılmalıdır; eğer okuyucu kısaltmayı yakından biliyorsa sonrakilerde kısaltma kullanılmalıdır.

» **Örnek:** İlk Alıntı: National Institute of Mental Health (NIMH),
Sonrakiler: (NIMH, 2015)

40 ya da daha fazla alıntı sözcük varsa, içeriden, tek veya sık satır aralığı vererek, ana metinden daha küçük bir puntoyla (10 veya 11 punto), italik olmadan, tırnaksız yazılır. Sonunda paragraf içinde sayfa numarası yazılır.

Dönüşüm Krishnamurti’ye göre (1998),

(...) zamanın bir sonucu değildir. Dönüşüm sessiz, sakin, pasif bir zihnin sonucudur. Zihin bir sonuca odaklandığında, artık pasif değildir. İnsan dönmek istedikçe, değişmek istedikçe, olanı değiştirmek istedikçe, bir sonuca odaklanacaktır, bir sonucu arayacaktır. Zihin basit bir şekilde olanı anlamağa niyet etmek zorundadır. O zaman sakinleşebilir. Bu sakinlik içinde, insan olanı anlayabilir. Dolayısıyla bir dönüşüm olabilir (s.83).

E-maile, telefonla, yüz yüze ya da başka biçimlerde yapılan kişisel görüşmelere dayalı bilgiler, metin içinde gösterilir, ancak kaynakçaya yazılmazlar. Örneğin:

Profesör Mark Post, “et üretimindeki temel sorunun verimsizlik olduğunu ve et üretimini bir tarım sürecinden fabrika sürecine dönüştürmek gerektiğini “ söyledi. (Mark Post kişisel görüşme, 24 Aralık 2011).

- Kanunların metin içinde ilk defa gösterimi:

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası’na dayanılarak halkın mahalli müşterek ihtiyaçlarını karşılamak üzere belediyeler kurulmuştur (Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 1982:Madde 127).

Belli koşulları sağlayan ve nüfus yoğunluğu fazla olan belediyelerde hizmetin daha etkin ve verimli şekilde verilebilmesi amacıyla Yapı Kontrol

Müdürlükleri kurulmuştur (Belediye Kanunu [BK], 2005:Madde 48).

- Kanun metinde ikinci defa geçtiğinde:

Belediyeler 5393 sayılı yasanın kendilerine vermiş oldukları yetki çerçevesinde yapacakları işlerle ilgili olarak yönetmelikler çıkarırlar ([BK], 2005:Madde 48).

Kaynak gösterimleri aşağıdaki örnekler gibi yapılmalıdır.

Ulusal - Uluslararası Makaleler

- » Ishidate, M., Sofuni, T., Yoshikawa, K., Hayashi, M., Nohmi, T., Sawada, M., Matsuoka, A., (1984). Primary mutagenicity screening of food additives currently used in Japan. *Food and Chemical Toxicology*, 22(8), 623-636.
- » Pandey, A. K., Kumar, P., Singh, P., Tripathi, N. N., Bajpai, V. K., (2017). Essential oils: Sources of antimicrobials and food preservatives. *Microbiology*, 7: 2161. doi: 10.3389/fmicb.
- » Gezgin, S., (2009). Medyanın sorumluluğu (Türk Alman ilişkileri Örneğinde). İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 1: 44-54.

Ulusal - Uluslararası Bildiriler

- » Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., (1998). *Magnetic fields*, Proceedings, 5tJl Conference, Electronics, 117-143, Sydney, A.

Ulusal - Uluslararası Kitap

- » Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., (1998). *Magnetic fields*, 295, Mc. Graw Press, London.

Kitap İçinde Bölüm

- » Sensoy, T., (1998). *Magnetic fields*, in Reinhardt, M, eds, Physics, Mc. Graw HM Press, 2-5, Oxford, UK.

Çeviri Kitap

- » Ong, W.J (1995). *Sözlü ve Yazılı Kültür*. Sema Postacıoğlu (Çev.). 136, Metis Yayınevi. İstanbul

Editörlü Kitap

» Çebi, M.(Ed).(2003). *Medya Etki Araştırmaları* 142, Alternatif Yayınevi. Ankara.

Editörlü Kitapta Bölüm

» Keeplinger. H,M(2003). *Etki Kavramının Sınırları*. Murat Çebi (Ed.), Medya Etki Araştırmaları 142, Alternatif Yayınevi. Ankara.

Dergiden Makale

» Gezgin, S. (2009). Medyanın Sorumluluğu (Türk Alman ilişkileri Örneğinde). İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1, 44-54

Basılmamış Tezler, Bildiriler

» Arvas, İ.S (2010). *Cumhuriyet Döneminde Basında Etik Bağlamda Ortaya Konulan Uygulamalar ve Bir Meslek Örgütü: Basın Konseyi*. (Yayınlanmamış doktora tezi.) İstanbul Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Kanun ve Yönetmelikler

» *Türkiye Cumhuriyeti Anayasası* (1982), Kanun No:2709, Resmi Gazete: 09.11.1982/17863.

» *Yapı Denetimi Hakkında Kanun* (2001), Kanun No:4708, Resmi Gazete: 13.07.2001/24461.

» *Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği* (2008), Kanun No:4708, Resmi Gazete: 05.02.2008/26778.

İnternette Makale

» Koloğlu, O. (1999). *Medya, Devlet ve Sermaye*.
<http://dorduncukuvvetmedya.com>

Basılmış Bilimsel Rapor

» Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., eds. (1998). Magnetic fields, J., Technical Report, ICTP TRIL Programme, 12, Trieste.

Mesleki Teknik Rapor

» Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., eds. (1998). *Manyetik Alan Teorisi*,

Teknik Rapor 5, CEV Vakfı, İstanbul.

Doktora, Y. Lisans Tezi

» Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., (1998). *Manyetik Alan Teorisi*, Doktora tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Standartlar

» TS920, (1990). *Binalarda rüzgar yükü kuralları, Türk Standartları*, Ankara. ix) Güncel Yazı,

» Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., (1998). Manyetik Alan Teorisi, *Bilim ve Teknik*, 63, 7, 3-5

Web Adresleri

Kaynakların A'dan Z'ye sıralanması bittikten sonra 1 punto kalınlıkta bir çizgi çekilerek, çizginin altından itibaren, internet kaynakları, siteden yararlanılan tarihle beraber yazılmalıdır.

» Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., (1998). *Manyetik Alan Teorisi*, <http://www.server.com/final/paper1.html>, (21.12.2005)

Broşür (Tarihsiz ve yazarsız):

» *Inside these doors: A guidebook of Elfreth's Alley homes* [Brochure]. (t.y.).Philadelphia: Elfreth's Alley Association.

Film

» Yönetmenin Soyadı, Yönetmenin Adının Baş Harfleri. (Yönetmen). (Yıl). *Filmin adı italik şekilde*. Prodüksiyon şehri: Prodüksiyon şirketi ismi.

» Huston, J. (Yönetmen/Senaryo Yazarı). (1941). *Malta Şahini* [Film]. U.S.: Warner.

» Metin içindeyse: (*Malta Şahini*, 1941) şeklinde gösterilir.

Fotoğraf

» Adams, Ansel. (1927). *Monolith, the face of Half Dome*, Yosemite National Park [Fotoğraf]. Art Institute, Chicago.

Metin içindeyse: (Adams, 1927) şeklinde gösterilir.

Görüşme

» Arroyo, Gloria Macapagal. (2003). A time for Prayer. Michael Schuman ile söyleşi. *Time*. 28 Temmuz 2003. Erişim Tarihi 13 Ocak 2004, <http://www.times.com/time/nation/article/0,8599,471205,00.html>

Rapor ve teknik makaleler

» Gencil Bek, M. (1998). Mediscape Turkey 2000 (Report No. 2). Ankara: BAYAUM.

Televizyon programı

» Long, T. (Yazar), ve Moore, S. D. (Yönetmen). (2002). Bart vs. Lisa vs. 3. Sınıf [Televizyon Dizisi]. B. Oakley ve J. Weinstein (Yapımcı), *Simpsonlar* içinde. Bölüm: 1403 F55079. Fox.

Metin içindeyse: (Simpsonlar, 2002) şeklinde gösterilir.

İletişim Bilgileri:

Anadolu Bil Meslek Yüksek Okulu Dergisi Yayın Koordinatörlüğü

İstanbul Aydın Üniversitesi

Beşyol Mahallesi, İnönü Caddesi, Nu: 38
Sefaköy, Küçükçekmece/İstanbul

Tel: 0535 354 64 73

Web Sayfası: <http://abmyod.aydin.edu.tr/>

E-posta: candanvarlik@aydin.edu.tr

Author's Guide

Author's may send their articles which are prepared in accordance with the below stated publishing and editorial principles, together with the "article presentation form" via e-mail to the provided addresses.

Providing the permissions of the authors (the main author or the rightful publishing house) is obligatory for the translated texts and articles as well.

The articles which are sent to their authors for further improvement and/or proofreading following the preliminary reviews and referee evaluations, must be edited accordingly and delivered back to the journal in one month at the latest.

On the other hand, the articles which are found to be conflicting with this guideline, will be returned to their authors for further proofreading and will not be issued.

Publishing Principles

1. The articles to be published in the journal cannot be published or presented elsewhere without the permission of the Editorial Board. The articles that are published, partially or as a whole, cannot be used elsewhere without citation. The journal only accepts original manuscripts which are not published, being reviewed for publication or accepted to be published previously. The authors of the related articles must build a consensus upon the name order.
2. The articles delivered to the journal are expected to be arranged according to American Psychological Association (APA) style regarding the references, footnotes and bibliography. The authors must consult the 6th edition of APA.
3. The articles that are published in the journal will be open for discussion from the date of publication till the next issue of the journal. The criticisms made for the articles will be published in the journal as well. The articles must not exceed 12 pages and they must be handed

as a disc or delivered via e-mail to the given addresses. The originally prepared manuscripts will be scaled down by 20 % while printing, thus the sizes of the figures and tables must be arranged accordingly. Also, the journal is printed black and white, therefore the photographs, images, figures or graphics within the text must not be colored.

4. The journal only accepts manuscripts which are not published, being reviewed for publication or accepted to be published previously.
5. The papers that are presented or to be presented in a scientific gathering such as symposium, congress or conference can be accepted for referee evaluation provided that they are not published.
6. The Editorial Board of the Journal delivers the article to three different referees. The articles are published at least with two positive referee reviews.
7. The manuscripts that are expected to be revised must be completed and resent to the Editorial Board within 30 days (including the posting time). Manuscripts that are sent within the specified period will be queued to be published in the next issue. Manuscript revision may also be evaluated by the referees who demanded the changes.
8. The approved articles are published one after another regarding the completion dates of their referee reports.
9. The manuscripts to be sent to the journal must be prepared as two copies. One of the two copies must be posted as a hard copy and the other must be delivered via e-mail. Both of the delivered copies (digital and hardcopy) must include a cover page which contains the names and the surnames of the author(s), the full title of their articles, their titles and the workplaces, work and mobile phones as well as e-mails.
10. The copyrights of the manuscripts which are accepted to be published following the evaluation process, are considered as transferred to Istanbul Aydin University.
11. Following the publication of the article, two copies of the related issue of

the journal is delivered to the author. No royalty is paid to the authors.

12. The manuscripts which pass Referee Board and to be published with the purpose of sharing knowledge on a national and international basis, may be published depending on the website of the university.
13. The manuscripts sent to the journal are not be returned even if not to be published.

Editorial Principles

I. Types of Articles

The articles to be published in the journal are expected to be as follows;

- » Works related to original studies,
- » Works which explain application examples in a scientific way,
- » Works of collection presenting the deficiencies and evaluating the developments on a specific subject,
- » Scientific articles that are prepared using the results obtained from a thesis, where there is a scientific consistency partially or as a whole and in which the doctorate student and the advisor have worked together as collective authors.

II. Page Layout

A4 page size with 2 cm margins on left and right; 2.5 cm on up and 3 cm on the bottom of the page. The text must be justified and written with 1,5 space whereas the Turkish and English abstracts must be written with single space leaving an empty line between the paragraphs. The text, excluding the title, name of the figure or table for which the format is specified, must be written using Times New Roman font type in 12-point size in general.

III. Article Titles

The title of the article must reflect its content, must not exceed 70 characters. Authors must avoid redundancy; the title must be typed using Times New Roman font type in 20-point size with only the initial letter of the title

capitalized. The title must be 6 cm below the upper page limit.

» **The English Title of the Article**

12-point size, **bold**, Times New Roman font type with only the initial letter of the first word capitalized.

IV. Author's name(s) and Address(es)

10 cm below the upper page limit, only the initials of the name and surname capitalized, Times New Roman in 12-point size, aligned to right and **bold**. In case there are more than one author name to be mentioned, each author's institution must be indicated as a footnote. The author responsible for correspondence must be indicated with an asterisk (*) and his/ her contact information such as institution, phone number and e-mail address must be given on the first page of the article as a footnote with 2 cm above the bottom page limit using 10-point size Times New Roman font type.

V. Scientifically standardized abbreviations should be preferred and explained where it is first mentioned.

VI. Abstract

The abstract must contain the purpose(s), methods, results and evaluations regarding the subject of the work and consist between 200-250 words. In this respect, the abstract must be able to give an idea about the work to the reader. Starting from 13 cm below the upper page limit, the abstract must be typed with single space using 12-point size Times New Roman font type in italics. The title of the abstract (Abstract) must be typed in bold leaving an empty line before the text.

VII. Keywords

Following the abstract part, at least 3 and at most 6 keywords must be given in order for the article subject to be classified. The keywords must be prioritized with 12-point size Times New Roman font type for Turkish and 11-point size and italics for English with only the "**Keywords**" typed in **bold**. There must be a blank space between the abstract and the keywords. Keywords must be typed in lower-case letters unless indicating a proper name.

VIII. Titles

» ***English Title of the Article***

Only the initial letter capitalized; Times New Roman, 16-point size, bold and aligned to the left.

» ***Main Title***

The introduction section must be directly related to the text itself without long background information. All main titles must be aligned to the left using 14-point size, bold, Times New Roman font type with only the initial letter of the title capitalized. Titles must not start with numbers or any kind of signs. Main titles must not have space before or after them and the main title must immediately be followed by the text (12-point size, Times New Roman) without an empty line.

Section Titles

No empty space is required when main titles are to be followed by the section titles without a text. The section titles must be aligned to the left and written in 12-point size, Times New Roman font type in bold with only the initial letter of the first word capitalized. Section titles must be followed by the text without an empty line in between. However, any section title following a text must have an empty line before.

» ***Sub-titles***

Sub-titles must be typed at the beginning of the text and separated from the text using a hyphen (-) after which must follow the text without a space. Sub-titles must be written in 12-point size italics using Times New Roman font type with only the initial letter of the first word capitalized.

IX. Figures

The figures included in the text must be centered on the page aligned with the text. The figures must be clear and understandable. The manuscripts will be scaled down by 20 % while printing thus the sizes of the figures must be arranged accordingly. The drawings must either be prepared in a digital drawing software or if scanned the file must at least have 300dpi definition. The texts found in graphics, images and text boxes must not be smaller than a text written with 9-point size in Times New Roman font-type. The numbers and the names of the figures must be centered on the page, typed under the figure itself, following a single space with 12-point size italics

in Times New Roman font-type with only the initial letter of the first word capitalized. There must be a single space before the figure, its title and after its title. The figures must be referred to within the text prior to the figure.

X. Images and Photographs

The images, photographs or special drawings included within the text must be scanned in 300 ppi (300 pixels per inch) with a 10 cm short edge in JPEG format, cited within the text and numbered together with figures.

XI. Tables and Equations

The tables included in the text must be centered on the page aligned with the text. The numbers and the names of the table must be typed above the table leaving a single space before and after as well as below the table using italics, 12-point size, Times New Roman font type; the title and the number must be centered with only the initial letter of the first word capitalized. Tables must certainly be referred to within the text beforehand. The contents of the tables lines and columns must be typed with Times New Roman font-type and in 12-point size. In case necessary the font size can be decreased down to 9-point size not exceeding text limits. The first line of the table, where the parameters and the names are found, must be closed by a 1.5-point size thick line from above and under. The table must be limited by adding an additional line under the last line of the table without using horizontal or vertical lines.

The equations to be written within the text must be typed using Microsoft Word Equation Editor and aligned to left with equals numbered within parentheses and aligned to the right.

XII. Symbols

In case the article contains a lot of symbols or they are required to be explained, symbols should be written in 11-point size italics with Times New Roman font type before the bibliography in accordance with international standards. Decimal demonstrations must be done with full stop“.” with no comma separating thousands. If required use space.

III. Bibliography

The reference system for the journal is American Psychologist Association (APA) 6th Edition. A work prepared in APA system must have a references section at the end. The page must begin with a title named "References" written in 14-point size Times New Roman with only the initial letter capitalized. Any work referred or quoted within the text must be cited in the references section.

The references content must be placed at the end of the text, aligned in an alphabetical order with Times New Roman, 11-point size with only the names of journals, books or symposiums written in *Italics* as shown in the following examples.

In case there is, the volume numbers must be typed in **bold** and issue numbers in regular characters. The names of the journals where national or international articles are taken must not be abbreviated and must be given in full.

» **Example:** Name of the journal should be written as *Water Resources*, not as *Wat. Res.*

Citation must be as follows within the text in a sentence...Smith (1980)... or ...(Smith, 1980; Adams, 1981) as well as (Smith et al., 1980) at the end of a sentence indicating the surname and publishing year of the work. For citing the works with two authors, the surnames of both authors must be mentioned as follows (Snell and Etre, 1971). In case there are more than two authors to be indicated in the citation then "et al." abbreviation must be used, in parentheses (Li et al. 1998) or within a sentence ... Li et al. (1998)...
- The names of books, magazines or journals, films or TV programs must be written in italics.

- A new or technical term may be written in italics when it is mentioned for the first time in the text and with regular characters later on.

- The common expressions and abbreviations in English must be written in regular characters. Italics must not be used for emphasizing an expression more.

-Organization abbreviations: the first reference must include the full name clearly; the abbreviations can be used later on in case the reader is familiar with the concept.

Example: First reference: National Institute of Mental Health (NIMH),
Later on: (NIMH, 2015)

Place direct quotations that are 40 words, or longer, in a free-standing block of typewritten lines, and omit quotation marks. Use a smaller point size than the text itself (10 or 11) and add page number in parenthesis at the end of the quote.

Example:

According to Krishnamurti (1998),
(...) zamanın bir sonucu değildir. Dönüşüm sessiz, sakin, pasif bir zihnin sonucudur. Zihin bir sonuca odaklandığında, artık pasif değildir. İnsan dönüşmek istedikçe, değişmek istedikçe, olanı değiştirmek istedikçe, bir sonuca odaklanacaktır, bir sonucu arayacaktır. Zihin basit bir şekilde olanı anlamağa niyet etmek zorundadır. O zaman sakinleşebilir. Bu sakinlik içinde, insan olanı anlayabilir. Dolayısıyla bir dönüşüm olabilir (s.83).

Information based on personal conversations that are realized through e-mail, telephone, face to face communication and in other ways are cited within the text but not in references section.

Initial use of laws within a text:

For laws (statutes), the preferred form includes the name of the law and the year – e.g. (Child Abuse Prevention and Treatment Act of 1974). APA style requires anything cited briefly in the text (e.g. in parentheses) should also have a complete listing in the References list. Belli koşulları sağlayan ve nüfus yoğunluğu fazla olan belediyelerde hizmetin daha etkin ve verimli şekilde verilebilmesi amacıyla Yapı Kontrol Müdürlükleri kurulmuştur (Belediye Kanunu [BK], 2005:Madde 48).

Repeated use of laws in a text:

Belediyeler 5393 sayılı yasanın kendilerine vermiş oldukları yetki çerçevesinde yapacakları işlerle ilgili olarak yönetmelikler çıkarırlar ([BK], 2005:Madde 48).

Bibliography should be prepared as follows:

National – International Articles

- » Ishidate, M., Sofuni, T., Yoshikawa, K., Hayashi, M., Nohmi, T., Sawada, M., Matsuoka, A., (1984). Primary mutagenicity screening of food additives currently used in Japan. *Food and Chemical Toxicology*, 22(8), 623-636.
- » Pandey, A. K., Kumar, P., Singh, P., Tripathi, N. N., Bajpai, V. K., (2017). Essential oils: Sources of antimicrobials and food preservatives. *Microbiology*, 7: 2161. doi: 10.3389/fmicb.
- » Gezgin, S., (2009). Medyanın sorumluluğu (Türk Alman ilişkileri Örneğinde). İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 1: 44-54.

National – International Papers

- » Yılmaz, A., Brown, O. and Nelson, H., (1998). *Magnetic fields*, Proceedings, 5tJl Conference, Electronics, 117-143, Sydney, A.

National – International Books

- » Yılmaz, A., Brown, O. and Nelson, H., (1998). *Magnetic fields*, 295, Mc. Graw Press, London.

Sections from Books

- » Sensoy, T., (1998). *Magnetic fields*, in Reinhardt, M, eds, Physics, Mc. Graw HM Press, 2-5, Oxford, UK.

Translated Books

- » Ong, W.J (1995). *Sözlü ve Yazılı Kültür. Sema Postacıoğlu (Çev.)*. 136, Metis Yayınevi. İstanbul

Edited Books

» Çebi, M.(Ed).(2003). *Medya Etki Araştırmaları* 142, Alternatif Yayınevi. Ankara.

Sections from Edited Books

» Keeplinger. H,M(2003). *Etki Kavramının Sınırları*. Murat Çebi (Ed.), *Medya Etki Araştırmaları* 142, Alternatif Yayınevi. Ankara.

Journal Articles

» Gezgin, S. (2009). Medyanın Sorumluluğu (Türk Alman ilişkileri Örneğinde). İstanbul Aydın Üniversitesi / Sosyal Bilimler Dergisi, 1, 44-54

Unpublished Theses, Papers

Arvas, İ.S (2010). *Cumhuriyet Döneminde Basında Etik Bağlamda Ortaya Konulan Uygulamalar ve Bir Meslek Örgütü: Basın Konseyi*. (Unpublished Doctorate thesis) İstanbul Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Law and Regulations

» *Türkiye Cumhuriyeti Anayasası* (1982), Kanun No:2709, Resmi Gazete: 09.11.1982/17863.

» *Yapı Denetimi Hakkında Kanun* (2001), Kanun No:4708, Resmi Gazete: 13.07.2001/24461.

» *Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği* (2008), Kanun No:4708, Resmi Gazete: 05.02.2008/26778.

Online Articles

» Koloğlu, O. (1999). *Medya, Devlet ve Sermaye*. <http://dorduncukuvvetmedya.com>

Printed Scientific Reports

» Yılmaz, A., Brown, O. and Nelson, H., eds. (1998). *Magnetic fields*, J., Technical Report, ICTP TRIL Programme, 12, Trieste.

Vocational, Technical Reports

» Yılmaz, A., Brown, O. and Nelson, H., eds. (1998). *Manyetik Alan*

Teorisi, Teknik Rapor 5, CEV Vakfı, İstanbul.

Theses

» Yılmaz, A., Brown, O. ve Nelson, H., (1998). *Manyetik Alan Teorisi*, Doktora tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Standards

» TS920, (1990). *Binalarda rüzgar yükü kuralları*, Türk Standartları, Ankara. ix) Güncel Yazı

» Yılmaz, A., Brown, O. and Nelson, H., (1998). *Manyetik Alan Teorisi*, *Bilim ve Teknik*, 63, 7, 3-5

Online Sources

Following the alphabetical order of the sources, online sources must be indicated below a 1-point size line together with the date the source was used.

» Yılmaz, A., Brown, O. and Nelson, H., (1998). *Manyetik Alan Teorisi*, <http://www.server.com/final/paper1.html>, (21.12.2005)

Booklets (no date, no author):

» *Inside these doors: A guidebook of Elfreth's Alley homes* [Brochure]. (t.y.). Philadelphia: Elfreth's Alley Association.

Film

» Director's Surname, Director's Initials. (Director). (Year). *Name of the film in italics*. Production city: Production company name.

» Huston, J. (Director/Scriptwriter). (1941). *Malta Şahini* [Film]. U.S.: Warner.

Within the text: ...(Malta Şahini, 1941)...

Photograph

» Adams, Ansel. (1927). *Monolith, the face of Half Dome*, Yosemite National Park [Fotoğraf]. Art Institute, Chicago.

» Within the text: ...(Adams, 1927)...

Dialogue

» Arroyo, Gloria Macapagal. (2003). A time for Prayer. Michael Schuman ile söyleşi. *Time*. 28 Temmuz 2003. Erişim Tarihi 13 Ocak 2004, <http://www.times.com/time/nation/article/0,8599,471205,00.html>

Report and technical articles

» Gencil Bek, M. (1998). Mediscape Turkey 2000 (Report No. 2). Ankara: BAYAUM.

TV Show

» Long, T. (Author), and Moore, S. D. (Director). (2002). Bart vs. Lisa vs. 3 Grade [TV Series]. B. Oakley and J. Weinstein (Producer), *Simpsons*. Episode: 1403 F55079. Fox.

Within the text: ...(Simpsons, 2002)...

Contact Information:

Anadolu Bil Meslek Yüksek Okulu Dergisi Editorial Board

Istanbul Aydin University
Beşyol Mahallesi, İnönü Caddesi, No: 38
Sefaköy, Küçükçekmece/Istanbul

Tel: 0535 354 64 73

Web: <http://abmyod.aydin.edu.tr/>

E-mail: candanvarlik@aydin.edu.tr