



Editör Kurulu

Baş Editör

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sakaldaş

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Mesut Yücesan

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Timuçin Everest

Teknik Editör

Öğr. Gör. Dr. M. Onur Ünal

Teknik Editör

Öğr. Gör. Neşe Yıldız

Yazım ve Dil Editörü

Doç Dr. Mesut Yücesan

Yayın Editörü

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sakaldaş

Yayın veya Danışma Kurulu

Prof. Dr. Fatih Şen

fatih.sen@ege.edu.tr

Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Kenan Kaynaş

k_kaynas@comu.edu.tr

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Prof. Dr. Volkan Alptekin

volkan.alptekin@ikcu.edu.tr

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi

Doç. Dr. Halil Özekicioğlu

hozekicioğlu@akdeniz.edu.tr

Akdeniz Üniversitesi

Doç Dr. Uğur Ünal

ugunal@ku.edu.tr

Koç Üniversitesi

İçindekiler

Büyükbaş Hayvancılıkta Görüntü İşleme ile Sağlık ve Refah Tespiti

Arda AYDIN, Cihan Demir1

Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidan Randıman ve Gelişimlerine Etkilerinin Belirlenmesi

Elif Yıldırım, Alper Dardeniz16

Farklı Sulama Düzeylerinin Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısırın Kök Gelişimine Etkisi

Meryem GÜL, Muharrem Yetiş YAVUZ23

İlköğretim 4.Sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler Dersleri Öğretim Programlarının Üstbilisel Açından Analizi

Tuğçe DEĞİRMENCİ, Ganime AYDIN36

İstiridye Mantarında (*Pleurotus ostreatus*) Farklı Depolama Sıcaklıklarında Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kaliteye Etkileri

Samed BAŞYİĞİT, Mustafa SAKALDAŞ48

Kalkınmacı Merkez Bankacılığı

Ceyda TOY, Mesut YÜCESAN56

Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Böcekler Üzerindeki Olası Etkileri

İpek YAŞAR, Şahin KÖK, İsmail KASAP67

Nano-Boyutta Alüminyum Partikülü ile Basic Blue 11'in Sonokatalitik Oksidasyonunun İncelenmesi

Burcu İLERİ76

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

Ümit DEMİR, Nihal KULA, Bora UĞURLU91

Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Arda AKÇAL, Kenan KAYNAŞ109

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

Nahit BEK, Aslı BEK117

Ruelya'da (*Ruellia simplex* C. Wright) Farklı Oksin Uygulamalarının Bazı Çelik, Sürgün ve Köklenme Özelliklerine Etkileri

Didem KOYUNCU, Arda AKÇAL, Tolga SARIYER128

Farklı Domates Çeşitlerinin Güney Marmara Lokasyonlarındaki Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi: Çanakkale Domatesi Coğrafi İşaret Tescili

Seçkin KAYA, Sena ER, Kenan KAYNAŞ136



Büyükbaş Hayvancılıkta Görüntü İşleme ile Sağlık ve Refah Tespiti

Arda AYDIN^{1*}

<https://orcid.org/0000-0001-9670-5061>

Cihan DEMİR²

<https://orcid.org/0000-0002-2866-4074>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği

² Kırklareli Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu

*Sorumlu yazar: araydin@comu.edu.tr

Özet

Hayvancılık üretimi, et ve süt ürünlerine artan talep ile birlikte sürekli olarak artan dünya nüfusuna gıda sağlamak için küresel ölçekte, sığır işletmelerin kapasitelerinde hızlı bir büyümeye yol açmıştır. Bununla birlikte, tüketiciler, çiftlik hayvanlarının sağlığı ve refahı ile çiftliğin çevre koşullarına önemli derecede ilgi duymaktadırlar. Hayvan ihtiyaçlarının farkındalığı, hayvan sağlığı ve refahı için yeni üretim standartlarının temelini oluşturmaktadır. Sığır davranışları, ahır çevre durumu, gıda ve su yeterliliği, sağlık, refah ve üretim verimliliği hakkında bilgi sağlayabilir. Sığır davranışlarının gerçek zamanlı olarak belirlenmesi oldukça zordur, ancak teknolojinin artan kullanılabilirliği ve kabiliyeti, hayvan davranışlarının otomatik olarak izlenmesini pratik hale getirmektedir. Yeni teknolojiler olarak görüntü işleme teknikleri, hayvan davranışı izleme gereksinimlerini elde etmek için otomatik, temassız, stressiz ve uygun maliyetli bir yol sağlayabilir. 3D görüntüleme sistemleri ve hayvan davranışlarını etkin bir şekilde tanımlamak için daha fazla kullanılmış olan 2D kameralar ile geliştirilen sistemlerin performansı analiz edilerek, son teknoloji sistemlerin büyükbaşların beslenme, su içme, yatma, hareket etme, agresiflik düzeyi ve üreme davranışları bakımından değerlendirilmiştir. Hayvanların sağlık ve refah durumlarıyla birebir ilişkili olan bu davranışların erken tespiti, veterinerler ve çiftçiler bakımından oldukça önemli kazançların elde edilmesini sağlamaktadır. Bu teknolojiler, özellikle büyük ölçekli işletmelerde hayvanları 7/24 izleyerek anormal davranışları ve sağlık sorunlarını erken tespit edip çiftçiye zamanında müdahale şansı tanıyarak destek olabilir. Bu sayede hem hastalıkların yayılımı engellenmiş olacak hem de hastalıklarla mücadele maliyetleri azaltılmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Görüntü işleme, erken tespit, hayvan refahı, hayvan sağlığı

Health and Welfare Detection with Image Processing in Cattle Livestock

Abstract

Livestock production, together with raising demand for dairy foods, has entail a fast growing in the capacities of cow holdings on a global scale to provide food for the ever-increasing world population. However, consumers are seriously interested with the farm animals' health and welfare and the environmental conditions of the barn. Awareness of farm animals need forms the basis of new standards for health, welfare and production of animals. It can provide information on cattle behaviour, barn living conditions, feeding and drinking adequacy, production, health and welfare. Determining cattle behaviour in real time is quite difficult, but the increased availability and capability of the technology is making automatic monitoring practical for animal behaviour. As new technologies, image processing techniques may obtain an automatic, contactless, stress-free and cheap ways to ensure monitoring requirements in animal behaviour. The performance of the systems developed with 3D monitoring systems and 2D cameras, which have been used more and more to effectively describe animal behaviour, is reviewed by analysing, and the state-of-the-art systems are designed to help cattle feed, drink, lie, move, evaluated in terms of aggressiveness level and reproductive behaviour. Early detection of these behaviours, which are directly related to the health and welfare of animals, provides very important gains for veterinarians and farmers. These technologies may assist the farmer by tracing animals 24/7, detecting abnormal behaviour and health problems early, and giving the farmer a chance to intervene in a timely manner, especially in large-scale farms. In this way, both the spread of diseases will be prevented and the costs of fighting against diseases will be reduced

Keywords: Image processing, early detection, animal welfare, animal health

Giriş

Dünya genelindeki arazilerin büyük çoğunluğu, otlama, yemlik ve tahıl üretimi amacıyla hayvancılık sektörü tarafından kullanılmaktadır. Bununla birlikte, nüfus artışı, artan gelirler ve kentleşme nedeniyle hayvancılık ürünlerine yönelik küresel talebin daha da artması beklenmektedir (Bruinsma, 2003). Artan nüfusa gıda sağlamak için et ve süt ürünlerine yönelik pazar talebindeki artış, küresel ölçekte sığır işletmelerinin ölçeğinde hızlı bir büyümeye yol açmıştır. Dünya genelinde hayvancılığın ölçeği büyüdükçe, hayvan refahı konusunun ele alınması daha önemli hale gelmektedir. İnsanların hayvanlarla olan ilişkisi ve bakımları altındaki hayvanlara doğru davranılmasını sağlamakla yükümlü oldukları görev, hayvan refahı için esastır. Mevcut üretim ölçeği nedeniyle, hayvanların izlenmesinin artık çiftçiler tarafından geleneksel şekilde yapılamayacağı ve yeni dijital teknolojilerin benimsenmesini gerektirdiği konusunda artan bir farkındalık oluşmuştur.

Hayvan sağlığı ve refahı, davranışları, fizyolojileri, klinik durumları ve performansları gibi parametreler kullanılarak tanımlanabilir (Averós ve ark., 2010; Costa ve ark., 2014; Nasirahmadi ve ark., 2015). Hayvan davranışı, sağlık ve iyi refah arasında birçok bağlantı olduğu ortaya konmuştur (Broom, 2006; Bracke ve Spoolder, 2011; Murphy ve ark., 2014; Nasirahmadi ve ark., 2017). Hayvanların normal davranışlarının (yatma, beslenme ve su içme) ve anormal davranışlarının (saldırganlık ve topallık) erken ve gerçek zamanlı tespiti, hayvansal üretim maliyetini düşürmekte, hastalıklardan ve ölümlerden kaynaklanan kayıpları sınırlandırmakta ve çiftçilerin iş memnuniyetini arttırmaktadır. İçinde bulunduğumuz yüzyılda bilgi ve teknolojinin ilerlemesi, yüksek kaliteli hayvancılık ürünlerinin yeterliliği için insan beklentileri ile birlikte, gelişmiş üretim izleme talebini arttırmıştır. Yeni teknolojilerin gelişmesiyle, yeni sensörlerin uygulanması ve birden çok sistemden gelen verilerin işlem sürelerini azaltarak yorumlanması, çiftçiler ve araştırmacılar için bilgi temininin kolaylaşması anlamını taşımaktadır (Barkema ve ark., 2015).

Literatürde, bu tür teknolojilerin hayvanların hem normal hem de anormal davranışlarının gözlemlenmesine nasıl yardımcı olabileceğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Örnek olarak, hayvanların yerini belirlemek için radyo frekans sistemlerinin kullanılması ve bu konum verilerinin sığırların beslenme ve su içme davranışları hakkında bilgi sağlaması gösterilebilir (Sowell ve ark., 1998; Quimby ve ark., 2001; Wolfger ve ark., 2015; Shane ve ark., 2016). Bu teknik, ayrıca hareket ve topallık değerlendirmesi için de geniş çapta uygulanmıştır (Nielsen ve ark., 2010; Grégoire ve ark., 2013; Conte ve ark., 2014; Rutten ve ark., ark., 2013; Schlageter-Tello ve ark., 2014; Van Nuffel ve ark., 2015).

Bununla birlikte, hayvan davranışlarını izlemek için sensörlerin hayvanlara bağlanması strese neden olabilir ve bazı durumlarda, maliyetleri ve kırılabilirlikleri nedeniyle grup davranışlarını belirlemek için kullanılması pratik değildir. Birçok tarımsal ve endüstriyel süreçte yaygın olarak kabul edilen alternatif çözüm, makine vizyonudur (Shao ve Xin, 2008; Costa ve ark., 2014; Nasirahmadi ve ark., 2016b; Oczak ve ark., 2016). Otomatik bilgisayar görüntüleme sistemleri hem çiftçilerin hem de araştırmacıların hayvanları izleme sorunlarına çözüm bulmasına yardımcı olabilir. Örneğin hem zaman alıcı hem de maliyetli olan manuel yöntemler yerine görüntü işleme teknikleri aracılığıyla daha objektif ve sürekli ölçümler yapılarak hayvanların canlı ağırlıkları ve refah düzeyleri tespit edilebilir. Bilgisayarlı görme veya diğer adıyla yapay görme yaklaşımı, hayvanların doğal özelliklerini (şekil, renk, hareket) kullanarak hem iç hem de dış ortamlarda farklı hayvanlara uyarlanabilen, ucuz, kolay, stressiz ve temassız bir yöntemdir.

Bu derleme, sığır özelliklerini ve davranışlarını otomatik olarak ölçmek için görüntü işleme tekniklerini özetlemekte ve bu tekniklerle hayvanların sağlık ve refah düzeyinin nasıl belirlendiğini ortaya koymaktadır. Makale 8 bölüm olarak yapılandırılmıştır. Bölüm 1 çalışma hakkındaki genel bilgileri içerirken, Bölüm 2, bu alanda kullanılan farklı kamera ve görüntüleme sistemlerini kapsamaktadır. Bölüm 3 sığırlarda sağlık düzeyi ve hastalık tespiti için görüntü işlemenin kullanımını göstermektedir. Bölüm 4, hareket takibi ve beslenme davranışlarını ele almaktadır. Bölüm 5'te, yatma davranışı ve topallık ilişkisi tartışılmıştır. Bölüm 6, hayvanların saldırgan davranışlarının otomatik olarak izlenmesini ve kızgınlık tespiti için görüntü işlemenin nasıl kullanıldığını açıklarken, Bölüm 7 ise otomatik izleme sistemlerinde yaşanan sorunlar ve gelecekteki araştırma ihtiyaçlarını ortaya koymaktadır. Son olarak, sonuçlar Bölüm 8'de sunulmuştur.

Görüntüleme sistemleri

Herhangi bir yapay görme sisteminin ilk adımı olan görüntü alımı, kameradan gelen sinyallerin sayısal bir forma aktarılması olarak tanımlanmaktadır. Kameralar, yapay görme uygulamalarında çok önemli bir unsurdur, ancak her kamera türü, görüntünün parametreleri hakkında farklı bilgiler sunar. Bu literatür taramasının amaçları doğrultusunda, sığır davranış tespitinde uygulanan kameralar, (Charge Coupled Device) CCD kameralar, kızılötesi kameralar ve derinlik sensörlü 3 boyutlu kameralara ayrılabilir. CCD kameralar iki boyutlu görüntüler oluşturur ve nesnelere yansıyan görünür dalga boyu bantlarına duyarlıdır (Mendoza ve ark., 2006).

Bu tür kameralar, görüntüyü görünür kılmak için ek bir ışık kaynağına ihtiyaç duyar ve yapay görme sistemi tek veya birden fazla kameradan oluşmaktadır. Bu tür kameraların çiftlik hayvanlarının davranışlarının tespitinde kullanılmasına ilişkin örnekler çoktur (Shao ve ark., 1998; Hu ve Xin, 2000; Porto ve ark., 2015; Nasirahmadi ve ark., 2016b). Yakalanan görüntüler, renk, şekil ve doku özelliklerine dayalı görüntü özelliklerini çıkarmak için görüntü işleme algoritmaları tarafından analiz edilmektedir. CCD kameralar, ayrıca nesnelere piksellerini kırmızı, yeşil ve mavi (RGB) bantlarında sağlama yeteneğine sahiptir. Günümüzde farklı görüntü işleme algoritmaları bu bantları gri, ton, doygunluk, yoğunluk ve diğer parametrelere ilişkin bilgilere dönüştürmeye yardımcı olmaktadır.

Kızılötesi veya termal kameralar da optik veya yaygın olarak kullanılan 2 boyutlu CCD kameralara benzer şekilde çalışmaktadırlar. Burada bir lens, bir görüntü üretmek için enerjiyi bir dizi reseptöre odaklar. Kamera, bir nesnenin yüzeyinden kızılötesi radyasyonu alıp ölçerek, nesnenin yaydığı ısı hakkında bilgi yakalar ve ardından bunu bir radyan sıcaklık okumasına dönüştürür (James ve ark., 2014; Matzner ve ark., 2015). Bu nedenle, CCD kameralar görünür bantların radyasyonunu ölçerken, termal kameralar nesnelere karakteristik yakın kızılötesi radyasyonunu 8–12 µm dalga boyları aralığında tespit etmektedir (McCafferty ve ark., 2011). Termal görüntüleme endüstriyel, tıbbi ve askeri uygulamalar için geliştirilmiştir ancak birçok hayvancılık üretim çalışmasında da başarıyla uygulanmıştır (Gauthreaux ve Livingston, 2006; McCafferty, 2007). Tüm canlı hayvanlar kızılötesi radyasyon yayar ve bir nesnenin sıcaklığı ne kadar yüksek olursa, yayılan radyasyonun yoğunluğu da o kadar yüksek olur ve dolayısıyla ortaya çıkan görüntü o kadar parlak olur (Kastberger ve Stachl, 2003; Hristov ve ark., 2008).

Son on yılda, gelişen teknoloji ve azalan maliyet sayesinde, yapay görmede 3D görüntüleme sistemleri ile ilgili uygulamaların sayısı hızla artmaktadır. Bu tip görüntüleme sisteminin tarım ürünlerinde kullanımı da yakın zamanda Vázquez-Arellano ve ark., (2016) tarafından açıklanmıştır. Derinlik görüntüleme, birçok yapay görme sisteminin temel bir bileşenidir ve bu teknoloji kapsamında, Kinect kameralar hayvancılık uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. 3D kameralar, bir ışık yayarak ve ardından yayılan ışığın bir nesneye ve bir dedektöre geri gitmesi için zaman farkını ölçerek derinliği algılar. Kızılötesi ışık kaynağı ve CCD dedektörü kullanarak bir 3D görüntü sağlanabilir (Kolb ve ark., 2010; Pycinski ve ark., 2016). 3D kameralar ile gerçekleştirilen derinlik algılama, 2D görüntüleme sistemlerinde arka plan kaldırma, segmentasyon, özellik çıkarma ve aydınlatma varyansına duyarlılık gibi sorunlara neden olan yaygın sorunların üstesinden gelmeyi mümkün kılmaktadır. Time of flying (TOF) sistemleri, belirli bir zamanda yakaladıkları veri noktalarının sayısı ve nispeten sınırlı görüş alanı ile sınırlıdır. Bu sebeple derinlik algılama sistemleri doğruluk hatalarına sahiptirler (Shelley, 2013). Çiftlik ortamlarında, 3D kameraların yaygın alternatifleri olan stereo görüş, lazer veya 2D kameralar yerine kullanılması çok daha kolay ve ucuz olsa da derinlik görüntüleri halen istenmeyen bazı nesnelere (arka plan) algılayabilir ve bazı durumlarda daha iyi sonuçlar elde etmek için kalibrasyona ihtiyaç duymaktadırlar.

TOF (time of flying) ilkesine dayanan Kinect derinlik sensörü, yazılım geliştiricilerin gerçek zamanlı olarak nesnenin iskelet modelinin elde edilmesini mümkün kılmaktadır (Han ve ark., 2013). Kinect sensörü, bir RGB kamera ve kızılötesi projektörden alınan verileri kullanarak makinenin, nesnenin ve ortamın üçüncü boyutunu (derinliğini) algılamasını sağlamaktadır (Nathan ve ark., 2015; Westlund ve ark., 2015; Marinello ve ark., 2015). Derinlik bilgisi, yükseklik ölçümlerini çıkarmak veya gerçek dünya koordinatlarını 2D görüntüleme sistemlerine kıyasla çok daha kolay bir şekilde hesaplamak için faydalı olmaktadır. Ayrıca, derinlik bilgisi, hayvanlardan ilgilenilen bölgenin temel özelliklerinin çıkarılmasına da yardımcı olabilmektedir. Örneğin, Abdul Jabbar et al. (2017), süt

sığırlarında yüksek tespit oranıyla (%100) omurga ve kanca kemiklerini izlemek için bir eğrilik özelliği çıkarmak amacıyla derinlik bilgisini kullanmıştır. Bu gibi farklı kamera sistemlerinden temel görüntüler alındıktan sonra, görüntüden gelen bilgileri yorumlamak için görüntü analiz teknikleri gerçekleştirilmektedir.

Çiftlik hayvanları genellikle gruplar halinde yaşasa da birçok görevde tek tek hayvanların izlenmesi ana hedeflerden biridir. Sığırlar üzerinde yapılan bireysel çalışmaların çoğu, ağırlıklarının ve vücut durumlarının izlenmesi ve hayvanlarla ilişkili fiziksel veya fizyolojik değişiklikler yoluyla ineklerde mastitis gibi sağlık sorunlarının tespiti ile ilgilidir. Bu tür özelliklerin örnekleri, uygulanan görüntü analizi stratejileri ile birlikte aşağıdaki paragraflarda ele alınmıştır.

Sağlık düzeyi ve hastalık tespiti

Sığırların canlı ağırlığının bilinmesi, sürünün çıktısını etkileyen performansla ilgili parametrelerin (hayvan büyümesi, tek biçimlilik, yem dönüşüm verimliliği, yer tahsisi, sağlık ve pazara hazır olma durumu) kontrolünde önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca, süt ve et üretimi için canlı ağırlık izlemenin önemi de büyüktür. Hayvanlarda stres nedeniyle çiftlikte canlı ağırlığın manuel olarak belirlenmesinin zorluğu ve bunların hayvanlara zarar verme potansiyeli nedeniyle, görüntü işleme, sığır canlı ağırlığını ölçmek için birçok kez kullanılmıştır. Görüntülerden elde edilen kalça yüksekliği, vücut uzunluğu, kalça genişliği ve göğüs derinliği gibi özelliklerin yanı sıra çoklu doğrusal regresyon kullanarak inek canlı ağırlığı tespiti için üst ve yan görüş kameraları ve algoritmalar kullanılmıştır (Taşdemir ve ark., 2011; Özkaya, 2012). Daha önce, bireysel olarak boğaların canlı ağırlığının ölçümü için Stajnko ve ark. (2008) tarafından termografi ve görüntü analizine dayalı bir yöntem geliştirilmiştir. Termal kamera, boğayı çevreden doğru bir şekilde ayırabilmiştir. Ayrıca, son zamanlarda ineklerin vücut ağırlığı tespiti için 3D vücut ve kontur özelliklerine dayalı olarak bir TOF kamera yöntemi uygulanmıştır (Anglart, 2016).

Canlı bir ineğin vücut şekli ve durumu, sağlığı, üreme potansiyeli ve değeri, üreme veya karkas kalitesi açısından önemli bir göstergedir (Bercovich ve ark., 2013; Fischer ve ark., 2015). Canlı hayvan vücut durumunun gözle veya elle değerlendirilmesi zaman ve emek yoğunudur ayrıca büyük ölçüde bakıcının öznel görüşüne bağlıdır. Ancak bilgisayarlı görüntüleme yöntemleri, çiftlik içi uygulamalar için daha uygun maliyetli, hassas ve hızlı alternatifler haline gelmiştir. Aynı zamanda bakıcı veya çiftçi subjektifliğini de ortadan kaldırmıştır. Bazı çalışmalarda ise, sığır gövdesinin şekil tespiti için 3D kameralar (Wu ve ark., 2004), şekil ve vücut konturu tespiti için termal kameralar (Liu ve Zhu, 2013) kullanılmıştır. Görüntü işleme, üstten görünüm CCD kameraları (Bewley ve ark., 2008; Azzaro ve ark., 2011) ve termal kamera ölçümü ile tespit edilen anatomik noktalara (kanca ve kuyruk etrafındaki noktalar) dayalı olarak ineklerin vücut durumunun değerlendirilmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Örneğin bir çalışmada, yağ ve kas tabakalarının kalınlığını değerlendirmek ve vücut kondisyon skoru oluşturmak için kullanılmıştır (Halachmi ve ark., 2008). Bir diğer araştırmada, vücut şekli puanlaması için, ineğin sırtındaki 5 anatomik nokta arasındaki açılar ve mesafeler ile normalize edilmiş kuyruk-kafa konturundaki her noktadan şekil merkezine olan mesafeler vücut şekli puanlaması için kullanılmıştır (Bercovich ve ark., 2013). Ayrıca, RGB görüntülerine ve vücut özelliklerine dayalı olarak ineklerin vücut şeklinin yakalanması için yan görünüm görüntüleri de kullanılmıştır (González-Velasco ve ark., 2011; Hertem ve ark., 2013). Bir ineğin vücudunun 3D şeklini belirlemek için, 3D görüntülerde vücut özelliklerinin veya sırt duruşlarının çıkarılmasına dayanan TOF ve Kinect kameralar son yıllarda daha yoğun kullanılmaya başlanmıştır. (Weber ve ark., 2014; Salau ve ark., 2014; Fischer ve ark., 2015; Kuzuhara ve ark., 2015; Spoliansky ve ark., 2016).

Sığırlarda hayvan refahı ve hastalıklarla etkin bir şekilde başa çıkmak için hastalık semptomlarının veya anormal davranışların erken tespiti esastır, üretim kaybını ve hatta çiftlik hayvanlarının ölümünü en aza indirmeye yardımcı olabilir. Vücut sıcaklığının ölçülmesi, bir hayvanın sağlığını izlemek için yaygın bir yöntemdir (Hoffmann ve ark., 2013). Sonuç olarak, sağlık tespiti konusundaki araştırmaların çoğu termal kameralar kullanılarak yüzey sıcaklığı ölçümüne dayanmaktadır (Schaefer ve ark., 2004; Montanholi ve ark., 2008; Rainwater-Lovett ve ark., 2009; Wirthgen ve ark., 2011; Gloster ve ark., 2011). Örneğin, ineklerde en sık görülen hastalıklardan biri olan ve süt çiftçileri için büyük ekonomik kayıplara neden olan mastitis, meme yüzey sıcaklıklarına göre tespit edilmiştir (Hovinen ve ark., 2008; Çolak ve ark., 2008). Son zamanlarda, sağlık ve refahlarını

iyileştirmek için sığır gövdelerinde otomatik ektoparazit sayımı için bir termografi yöntemi geliştirilmiştir. Kene ve sinek gibi ektoparazitler ile ineğin vücut ısısı arasındaki sıcaklık farkı, bu parazitlerin görüntülerde tespit edilmesini mümkün kılmıştır (Cortivo ve ark., 2016). Bununla birlikte, hayvan yüzey sıcaklığının yorumlanmasındaki zorluklarla birlikte, birçok harici parametre (yüksek veya düşük sıcaklıklar, kirli yüzeyler ve nesneden merceğe olan değişken mesafe), termografi kullanılarak sağlık ve hastalığın gerçek zamanlı izlenmesini daha zor hale getirmektedir. Sonuç olarak, çalışmaların çoğunda diğer yöntemler (klinik belirtiler) sağlık sorunlarının saptanmasında güvenilirlikleri açısından doğrulama yöntemi olarak kullanılmıştır.

Hareket takibi ve beslenme davranışları

Hayvanların sağlık ve refahının izlenmesini otomatik hale getirmek için hayvan türlerine ve yetiştirilme durumlarına göre farklılık gösteren izleme yöntemleri geliştirilmiştir. Hayvana takılan tanımlama cihazlarına dayalı canlı hayvan takip araçlarının başında Bluetoothlar, WiFi ağları, radyo frekans yöntemleri ve GPS'ler yer almaktadır (Huhtala, 2007). Genel olarak, hayvan sağlığını, refahını ve üretim verimliliğini iyileştirmek için, çiftlik yönetiminde bireysel olarak hayvanların izlenmesi önemli bir rol oynar. Robotik sağımda süt ineklerinin bireysel ağırlığını, süt verimini ve topallığını ölçmek ve sağlık tespiti için hayvan hareketini değerlendirmek amacıyla radyo frekans yöntemlerini kullanmak bu teknoloji uygulamalarına örnektir. Çiftlik hayvanlarının bireysel olarak izlenmesi için, görüntü işleme teknikleri, alternatif yöntemlerin dezavantajları (fiyat, uygulama stresi ve hayvanla temas ihtiyacı) nedeniyle her geçen gün daha popüler hale gelmektedir. Görüntüleme ve sensör yaklaşımlarının kombinasyonu bazı durumlarda daha da faydalı olabilir. Örneğin, bireysel hayvan bir sensör (yani radyo frekansı tanımlaması) kullanılarak tanımlanabilirken, sağlık parametreleri de görüntü özellikleri kullanılarak izlenebilir. Bununla birlikte, bazı bireysel özelliklerin izlenmesi, özellikle sürüdeki hayvan sayısının fazla olduğu durumlar için hala zorludur ve ticari uygulamalardaki sorunları ele almak için görüntü işleme yöntemlerinin daha fazla geliştirilmesi gerekmektedir.

Literatürden elde edilen bilgiler, sığır yetiştiriciliğinde görüntü analiz yöntemlerinin çeşitli kullanımlarını göstermektedir. Bu makalenin ilerleyen kısımlarında ele alınacak davranış tespiti dışında, örnekler arasında robotik sağım ve süt inekleri için renk ve morfoloji özelliklerine dayalı meme başı konum tespiti ve meme alanına dayalı verim tahmini yer almaktadır (Bull ve ark., 1996; Zwervaegher ve ark., 2011). Bu bölümde, sığırların görüntü işleme teknikleri ile bireysel karakterizasyonu gözden geçirilmiştir. Grup içinde meydana gelebilecek davranışların tespiti ilerleyen bölümlerde ele alınacaktır. Bir yapay görme algılama tekniğini ve bir davranış algılama sisteminin performansını değerlendirmek için kullanılan doğrulama ölçekleri, duyarlılık, özgüllük, hata oranı, kesinlik ve doğruluk olarak tanımlanabilir. Burada bildirilen tüm doğruluk sonuçları, temel gerçekle korelasyona dayanmaktadır. Temel gerçek, görüntü işleme tarafından sağlanan bilgilere kıyasla doğrudan gözlem tarafından elde edilen verilere atıfta bulunmak için makine görüşünde kullanılmaktadır.

Beslenme ve su içme davranışları, hayvanların daha iyi yönetilmesini ve problemlerin tespit edilmesini sağlayabilecek önemli bilgiler içermektedir (Boutreau ve ark., 2007; Chapinal ve ark., 2007; Brown-Brandl ve ark., 2013a, 2013b). Bu davranışların tespit edilmesi et ve süt üretiminde önemli bir rol oynar ve hayvancılıkta ekonomi ve refah açısından önemlidir. Süt sığırlarının yem alım miktarı ve su kullanımı sağım verimliliğini etkilemektedir (Azizi ve ark., 2009; Appuhamy ve ark., 2016). Geleneksel olarak, beslenme davranışı doğrudan insan gözlemi yoluyla veya hızlandırılmış video kayıt teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Bach ve ark., 2004; Meiszberg ve ark., 2009). Ancak artık beslenme veya içme davranışlarını kaydetmek için bilgisayar kontrollü besleme istasyonları kullanılmakta ve radyo frekansı ile elektronik etiketleme yöntemlerini kullanarak hayvanların bireysel olarak incelenmesi mümkün olmaktadır (Rushen ve ark., 2012). Bununla birlikte, bu tür ekipmanlar pahalıdır ve hayvanların sınırlı sayıdaki besleme yerlerini paylaşmalarını gerektirir.

Son zamanlarda, sığırlarda beslenme ve içme davranışlarının tespiti için alternatif bir yöntem olarak bilgisayarlı görme kullanılmıştır. Bir besleme alanındaki süt ineklerinin varlığını kaydetmek ve besleme davranışını tespit etmek için, Porto ve ark. (2012, 2015) tarafından yukarıdan aşağıya görüntü elde eden çok kameralı bir video sistemi uygulanmıştır. Bir diğer çalışmada, bitişik dikkörtgenlerden oluşan şekilleri kullanarak Viola-Jones algoritmasına (Viola ve Jones, 2004) dayalı bir sınıflandırıcı geliştirilmiştir. İneği içeren bir görüntü, pozitif bir görüntü olarak kabul edilirken, negatif bir görüntü

ise yalnızca görüntünün arka planını içermektedir ve ineği içermemektedir. Sistemin inek besleme davranışını tespit etme yeteneğinin görsel tanıma ile karşılaştırıldığında %87 hassasiyete sahip olduğu bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada, Shelley (2013) tarafından bireysel bir ineğe ne kadar yemin dağıtıldığını ve tüketildiğini ölçen bir yem alımı izleme sistemi geliştirilmiştir. Yemleme öncesi ve sonrası yem bidonlarındaki değişimi kaydetmek ve izlemek için 3D görüntüleme sistemi uygulanmıştır. İzleme ekipmanı, bir ineğin kendi günlük yemini tüketmesinden önce ve sonra 3D görüntüyü kaydederek değerlendirilen hacimdeki değişikliklerle yem alımını ölçmüştür. Haznedeki yemin şekil ve kontur verileri kullanılarak yem hacimsel miktarı belirlenmiştir. Besleme hacmi ve görüntü verileri arasındaki korelasyon elde edildikten sonra süreç, tek bir ağırlığa dayalı değer elde etmek için doğrusal regresyon aracılığıyla hacim-ağırlık doğrusal eşlemesi kullanılarak, yem kutusu için bir çıktı değeri (ağırlık) belirlemek üzere ilerletilmiştir.

Özetle, besleme ve içme davranışlarını görüntü işleme yaklaşımlarıyla izlemek için hem 2D hem de 3D kameralar kullanılmıştır. 2D izleme esas olarak hayvanın şekil ve renk özelliklerine dayanmasına rağmen, süreci geliştirmek için bazı sınıflandırma modelleri uygulanmıştır. Bununla birlikte, hayvanların 3D hareket algılaması için nesneden kameraya olan mesafe ana ilkedir. Beslenme ve su içme zamanlarında birden fazla hayvanın aynı anda tanımlanması, özellikle sürünün kalabalık olduğu durumlarda, bu alandaki araştırmacılar tarafından henüz tam olarak çözülmemiş ek bir sorundur.

Yatma davranışı ve topallık ilişkisi

Yatma davranışı, hayvan sağlığı ve refahının belirlenmesinde kritik bir öneme sahiptir. Süt sığırlarında yatma davranışı süt üretimini etkilemekte ve yeterli yatma süresinden yoksun kalma refahı azaltmaktadır (Bewley ve ark., 2010). Yatma nöbetlerinin süresi ve sıklığı inek konforunun davranışsal göstergelerinden biridir ve yeterli dinlenme fırsatının et ve süt üretimini en üst düzeye çıkarmak için önemli olduğu düşünülmektedir (Porto ve ark., 2013; Haley ve ark., 2000). Cangar ve ark., (2008), tarafından ineklerin yatma davranışlarını gerçek zamanlı olarak tespit etmek için yukarıdan aşağıya bir CCD kamera sistemi geliştirilmiştir. İlk görüntüde merkez noktası ve ineğin oryantasyonu hesaplanarak bir yatma tespit algoritmasına gönderilmiştir. Bir ineğin yatma ve ayakta durma davranışları, hayvanın geometrik merkezinin x-y koordinatlarına, ineğin arka alanına (m²) ve kümülatif yürüdüğü mesafeye göre zamanın bir fonksiyonu olarak sınıflandırılmıştır. Yatma ve ayakta durma davranışlarının ortalama %85'i doğru olarak sınıflandırılmıştır. Porto ve ark., (2013) ise CCD kameraları ve Viola ve Jones algoritmasına dayalı görüntü işlemeyi kullanarak ineklerin yatma davranışını yüksek bir hassasiyetle (%92) saptamıştır. Panoramik olarak yukarıdan aşağıya görünümü izlemek için çok kameralı bir video kayıt sistemi kurulmuş ve ahırın panoramik olarak yukarıdan aşağıya görünümünden olumlu ve olumsuz görüntüler kırılmıştır. Pozitif ve negatif görüntüler, Viola-Jones algoritmasına dayalı bir sınıflandırıcıyı eğitmek için kullanılmış ve ardından her eğitilen sınıflandırıcı test aşamasında test edilmiştir. Ahır görüntü alanlarının piksel parlaklık değerleri gündüz saatlerinde oldukça değişken olmasına rağmen, sonuçlar, yatış davranışı dedektörünün eğitimi ve yürütülmesi için kullanılan görüntülerin sınıflandırma yöntemi sayesinde herhangi bir görüntü iyileştirme gerektirmediğini göstermiştir.

Ayrıca, ivmeölçerler, esas olarak sığırlar için, çiftlik hayvanlarının postüral davranışındaki değişiklikleri karakterize etmek için sensörler olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, sığırların yatma davranışlarının izlenmesi için sınıflandırıcılarla birlikte CCD kameralar da kullanılmıştır. Sığırlarda, bireysel inekler için yapay görme hareket değerlendirmesi yapılmıştır. Yatma davranışı nitelemesi için görüntü işleme çalışmaları, farklı matematiksel modellerle birlikte, görüntülerdeki şekil özelliklerine (yani x-y koordinatları, alan, çevre, uzunluk ve genişlik) dayanmaktadır.

Hayvanların hareketliliği, refah, sağlık durumu ve davranış bozukluklarındaki değişikliklerle ilişkilendirilebilir (Brendle ve Hoy, 2011). Manuel hareket skorlaması sığırlarda topallığı tespit etmek için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu, bir ineğin ayakta duruşunu veya yürüyüşünü görsel olarak inceleyerek yapılmaktadır (Sprecher ve ark., 1997). İnekler, ağrı veya rahatsızlığa tepki olarak yürüyüş anormallikleri sergileme eğilimindedirler. Bu topallık davranışı tespiti için sensörlerin ve farklı puanlama yöntemlerinin kullanımı Rutten ve ark. (2013) tarafından gözden geçirilmiştir. İnek topallık tespitini otomatikleştirmek için farklı yapay görme sistemleri geliştirilmiştir (Schlageter-Tello ve ark.

2014; Van Nuffel ve ark., 2015; Caja ve ark., 2016). Song ve ark. (2008) tarafından geliştirilen sistemde, çiftlikte sürekli algılama ve topallığın tahmini için yandan görünüşlü bir CCD kamera kullanmıştır.

Görüntülere bir arka plan çıkarma yöntemi uygulanmış ve ineğin dört toynaklarının merkez noktaları ayrılarak görüntüde aralarındaki farklı mesafelere göre farklı yönlerde (sol ön, sol arka, sağ ön ve sağ arka) tanımlamalar yapılmıştır. Dikey değerler (y) önceden tanımlanmış bir standart sınır değeri ve her gövde tarafında iki yatay değer (x) ile karşılaştırılarak, ön toynak ve arka toynak etiketlenmiştir. Yöntemin doğruluğunu kontrol etmek için tırnak izi yolu ile görsel hareket puanlaması arasındaki korelasyon elde edilmiş ve sonuçlar yüksek bir ortalama korelasyon katsayısını (%94,8) göstermiştir. Sunulan yöntem, küçük değişiklikleri, yani Skor 1 ve Skor 2'yi ayırt edememiştir. Kamera koruma sorunlarının yanı sıra sonuçlar, adım örtüşmesindeki değişikliklerin yürüyüş skorundaki değişikliklerle tutarlı bir şekilde eşleşmediğini de göstermiştir. Adım çakışması, manuel yürüme skorları ile ilişki gösteren bir değişkendir ancak tüm ineklerde topallık için tek bir sınıflandırıcı olarak kullanılacak kadar güçlü değildir.

Başka bir çalışmada, ineklerin duruş ve hareketlerini kaydetmek için, Pluk ve ark., (2012) tarafından bir kamera ve basınca duyarlı mat kullanılmıştır. Tırnağın zemine yerleştirilmesinin tam zamanlaması ve konumu, baskı matından elde edilmiştir. Konum bilgisi ile birlikte kameradan alınan görüntüler, belirlenen bacak için dokunma ve bırakma açılarını otomatik olarak hesaplamak için görüntü işleme amacıyla kullanılmıştır. Sonuçlar, hareket aralığındaki bir azalmayı veya ön toynakların serbest bırakma açısındaki bir artışı tespit ederek, ineklerin büyük bir yüzdesinin erken topallık tespiti için otomatik olarak doğru bir şekilde belirlenebileceğini göstermiştir. Topallığın postüral bir göstergesi olarak arka arka çıkarmak için Poursaberi ve ark. (2010), standart arka plan çıkarma teknikleri uygulamıştır. Daha sonra her bir ineğin ayakta ve yürürken sırtının eğriliği hesaplanarak sırt postür analizi yapılmıştır. Ardından ortalama ters ark yarıçapı topallık puanlaması için kullanılmıştır. Yöntemin duyarlılığı, hata oranı, özgüllüğü ve doğruluğu sırasıyla %100, %5,26, %97,6 ve %94,7 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde, Viazzi ve ark. (2013), Poursaberi ve ark. (2010) tarafından önerilen yöntemin daha da geliştirilmesi için kabul edilebilir bir sınıflandırma oranıyla (%85'ten fazla) sırt postürü kullanmıştır. Bu grup tarafından yapılan daha ileri araştırmalarda (Viazzi ve ark., 2014), anormal hareket veya topallık tespiti için sırt duruşunu ölçmek için bir 2D (CCD) ve bir Kinect derinlik sensörü kullanılmıştır. 2D kamera için kullanılan algoritma, sırt postür tanımaya dayalıdır (Poursaberi ve ark., 2010; Viazzi ve ark., 2013), 3D görüntü işleme yaklaşımı için ise her bir inek kayıt alanına ayrı ayrı sokulmuştur. Burada, iki ardışık ineği ayırmak için, Kinect derinlik sensörü inek ile sensör arasındaki mesafeyi hesaplarken boylamsal yön boyunca minimum mesafe uygulanmıştır. Daha sonra, topallık tespiti için 3 boyutlu görüntüde bulunan inek sırt konturu ve vücut yönelimi kullanılmıştır. İneğin konturu hesaplanmış ve ikili görüntünün simetrik eksenleri arasındaki mesafe, ineğin vücudundan kafasını çıkarmak için kullanılmıştır. Vücudun tepe noktası tespit edilerek görüntüde ineğin sırt ve boynu elde edilmiştir. Vücut oryantasyonu, vücut özellikleri kullanılarak hesaplanmış ve ardından oryantasyon eksenleri etrafındaki en yüksek pikseller (inek genişliğinin %10'u) arka omurgayı temsil etmiştir. Başlangıç noktası için hayvanın sırtının eğriliğindeki en yüksek nokta kullanılmış ve daha sonra hareket modeli hesaplaması için daha önce tartışılan prosedürün aynısı uygulanmıştır.

Son yıllarda gerçekleştirilen başka bir çalışmada, süt ineklerinde erken topallığı tespit etmek için 3D derinlikli video uygulanmıştır (Abdul Jabbar ve ark., 2017). İnek vücudunun yukarıdan aşağıya elde edilen 3D görüntüsü, kemiklerinin ve omurganın yüksek eğrilik özelliklerini segmentlere ayırmak için kullanılmıştır. Ardından, bölümlere ayrılmış bölgeleri izleyerek, izlenen bölgelerden yükseklik ölçümleri şeklinde bir hareket değeri elde edilmiştir. Bu değer, hareketliliği değerlendirmek ve erken topallığı tespit etmek için yürüyüş asimetrisi şeklinde ayrıca analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, Destek Vektör Makinesi (SVM) sınıflandırıcısı kullanılarak total ineklerin tespitinde %100 duyarlılık, total olmayan ineklerin tespitinde %75 özgüllük ve genel başarı oranı olarak %95,7 doğruluk elde edilmiştir.

Agresiflik ve kızgınlık tespiti

Hayvanlarda saldırgan davranış, diğer hayvanlara fiili veya potansiyel zarara (korkutma-tehdit) neden olan davranış olarak tanımlanmaktadır. Çiftlik hayvanlarının çoğu gruplar halinde yaşamaktadır ve yeni hayvanların karıştırılmasından sonraki ilk günlerde veya beslenme zamanlarında yiyecek

kaynakları için rekabet olduğunda saldırgan davranışlar gösterebilirler. Bu davranış, hayvanların büyümesini, sağlığını ve refahını etkileyebilir ve düşük performanstan kaynaklanan ekonomik kayıplara yol açabilir. Önceki yıllarda gerçekleştirilmiş olan çoğu saldırganlık çalışmasında, manuel olarak davranışları doğrudan gözlemleyen veya video kaydı alarak ardından bu kayıtların manuel olarak uzmanlar tarafından izlenmesi yoluyla gerçekleştirilmiştir.

Bununla birlikte, son zamanlarda görüntü işleme yöntemlerine dayalı olarak hayvancılıkta saldırgan davranışların otomatik olarak izlenmesini sağlayan çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Guzhva ve ark., (2016) tarafından inekler arasındaki etkileşimleri (vücut itme, kafa atma) izlemek için CCD tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir. Her bir inek çiftinden geometrik özellikler (mesafeler) çıkarılmış, ardından değerler yaklaşık %85'lik bir tespit doğruluğu ile bir SVM'nin girdileri olarak kullanılmıştır. Başka bir çalışmada, aktivite indeksi (hareket eden hayvanların piksel sayısı/toplam piksel sayısı) yüzdesine dayalı olarak saldırgan davranış tespiti için farklı bir yöntemin uygulanabilirliği test edilmiştir (Oczak ve ark., 2014). Çalışma sonucunda, etkinlik indeksinin beş özelliği (ortalama, maksimum, minimum, toplam ve varyans) farklı zaman aralıklarında kaydedilen videolardan hesaplanmış ve yüksek saldırganlık olaylarını %96,1 duyarlılık, %94,2 özgüllük ve %99,8 doğrulukla sınıflandırmıştır. Özetle, bazı çalışmalarda agresif davranış tespitini ele almak maksadıyla CCD ve Kinect kameraları uygulanmış olsa da ticari koşullarda güvenilir bir alarm sistemi geliştirmek için daha fazla çabaya ihtiyaç olduğu açıktır.

Bir hayvanın iki ön bacağını kaldırıp bunları veya göğüs kemiğini başka bir hayvanın vücudunun herhangi bir yerine veya kafasına koyması olarak tanımlanan binme davranışı, kızgınlık tespiti için üreme davranışının en yaygın olarak kullanılan göstergelerinden biridir (Rydhmer ve ark., 2006). Tsai ve Huang, (2014) tarafından inekler arasındaki teması tespit etmek için üstten görünüm sağlayan bir yapay görme sistemi geliştirilmiştir. Bir biniş olayında, başlangıçta bir inek birkaç saniye boyunca başka bir ineği yakından takip etmektedir. Bu nedenle, sıralı çerçevelerdeki ikili görüntülerde hareketli nesne uzunluklarındaki değişikliklere dayalı olarak binme davranışları tanımlanmıştır. Görüntülerdeki 2 inek uzunluğunda hareketli nesnenin uzunluğu, daha sonra, binme davranışını gerçekleştirirken kabaca 1,5 inek olarak değişmiştir. Son olarak, bir bakıcının (çiftçinin), tespit edilen sonuçların gerçek kızgınlık olayları olduğunu doğrulamak için kaydedilen video karelerini izlemesi sağlanmıştır. Binme davranışının otomatik olarak algılanması potansiyeli, pratikte şimdiye kadar çok az kullanılmıştır. Binme davranışı, saldırganlık davranış gibi, birden fazla hayvanı içeren daha karmaşık dizi analizine dayanır ve bu nedenle diğer davranış kategorileri için kullanılabilir basit şekil veya konum saptama görevlerinden daha zordur. Manuel olarak kızgınlık tespitindeki başarıda gözlem sayısı kadar gözlem zamanı da önemlidir. Çünkü bu konuda gerçekleştirilen çalışmalarda ineklerin büyük çoğunluğunun gece kızgınlık belirtileri gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu durum net olarak tam otomatik kızgınlık izleme ve tespit sistemlerinin önemini ortaya koymaktadır. Çünkü çiftçi veya bakıcılar genellikle geceleri uyuduğundan kızgınlık belirtilerini zamanında tespit edemezler. Bu bakımdan uyku veya dinlenme ihtiyacı bulunmayan 7/24 esasına göre çalışabilen 2D ve 3D kameraların kullanıldığı tam otomatik kızgınlık izleme ve tespit sistemlerinin önemi özellikle sürüdeki hayvan sayısı çoğaldıkça daha da artmaktadır.

Otomatik izleme sistemlerinde yaşanan sorunlar ve gelecekteki araştırma ihtiyaçları

Bu çalışma hem 2D hem de 3D bilgisayarlı yapay görme sistemlerinin sığırlarda davranışı, bireysel ve grup özelliklerini tespit etmek, sağlık ve refah seviyelerini belirlemek için ucuz, temassız ve müdahalesiz bir yol olarak en yaygın şekilde uygulandığını göstermektedir. Bazı durumlarda araştırmacılar, sistemleri ticari durumda geliştirmiş ve test etmiştir.

Hayvanlar büyüdükçe veya üreme durumu değiştikçe algoritmaların otomatik olarak ayarlanmasıyla, doğumdan kesime kadar çiftlik hayvanlarının değişen özelliklerine uyum sağlayabilen tam otomatik izleme ve tespit sistemleri geliştirilmiştir ve bu sistemlerin sahip oldukları kısıtların gelecekteki çalışmalarda ele alınması gerekmektedir. Hayvancılık çiftliklerinde çalışan izleme sistemleri, farklı sıcaklık, nem, toz ve ışık değişikliklerine maruz kalabilir ve bu nedenle, önceki çalışmalarda genel olarak dikkate alınmayan daha yüksek derecede esneklik ve daha geniş çalışma aralığı gerektirir. Çevresel değişiklikleri kaydetmek için yapay görme ve çok sensörlü yaklaşımların

kombinasyonu, yapay görme sistemlerindeki bazı ayırım sınırlamalarını telafi edebileceğinden, daha fazla sensör, sorun algılama performansının iyileşmesini sağlayabilir. Örneğin, 2D ve 3D kameralar ile 7/24 takip gerçekleştirilirken hayvan seslerini kaydetmek için akustik sensörlerin eşzamanlı uygulanması, hayvan refahı değerlendirmesini daha doğru hale getirebilir.

Ayrıca, çiftlik hayvanlarının bireysel olarak izlenmesinin otomasyonunda önemli pratik zorluklar vardır. Bireysel hayvan tanımlamada, bir gruptaki hayvanların oldukça benzer olabileceği gerçeğiyle birlikte, iç ve dış çiftlik ortamlarındaki çeşitli kontrolsüz koşullar nedeniyle görüntü analiziyle birlikte görüntü işlemeden daha fazla güvenilirlik sağlayan radyo frekansı etiketleri veya mikrofonlar gibi ekstra sensörler kullanılarak geliştirilebilir. Gelecekte, hali hazırda vahşi hayvanların dış ortamlarda izlenmesinde yaygın olarak kullanılan drone monteli kameralar gibi diğer görüntüleme sistemleri, sürüdeki hayvan sayısının fazla olduğu çiftliklerde farklı amaçlar için kullanılabilir. Bununla birlikte, drone vb. sistemler, tanıdık olmayan gürültü ve baş üstü varlığı nedeniyle hayvanları ürkütebilir ve normal davranışlarını bozabilir. Bu nedenle, yeni makine öğrenimi yöntemlerine dayalı ve gelişmiş teknolojilerin kullanıldığı daha fazla araştırmaya ihtiyaç olmakla birlikte hayvanların normal davranışlarını etkilemeyecek teknikler veya yöntemler konusunda yoğunlaşılması gerekmektedir.

Gelecekteki araştırma konuları, hayvan davranışlarını doğal biyolojilerine göre izlemek için eksiksiz ve gerçek zamanlı sistemlerin geliştirilmesi ve davranış değişikliklerinin saptanmasına izin vermek için çevresel parametrelerdeki değişiklikleri tespit etmek olabilir. Hayvancılık izleme üzerine yapılan çalışmaların çoğu karmaşık programlama algoritmalarına dayanmaktadır ve bilgisayar kullanma bilgisi gerektirmektedir. Sistemin işlerliği, özellikle çiftçiler için ne kadar kolay ve dostane bir kullanım olduğunun gösterilmesi, gelecekte geliştirilebilecek konuların başında yer almaktadır. Günümüzde, çiftliklerdeki ağların ve akıllı telefon cihazlarının geniş erişilebilirliği sayesinde, gerçek zamanlı çevrimiçi takip ve tespit sistemleri ile çiftçiler için anlık alarm sistemlerinin geliştirilmesine yönelik çok daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Hayvancılık takip sistemlerinde, büyük miktarlarda video kaydı yapılması gerekir. Bu yüksek boyuttaki verileri derlemek ve analiz etmek, çoğu araştırmacının bulgularını değerlendirirken karşılaştığı büyük bir zorluktur. Bu gibi durumlarda maliyetleri ve zamanlama taleplerini azaltmak için büyük ölçekli değerlendirme veri tabanları veya otomatik veri temizleme programları kullanılabilir. Bununla birlikte, gelecekte, hala zorlu olan bireysel hayvancılık davranışlarının izlenmesine yönelik hem 2D hem de 3D makine görme yaklaşımlarının daha etkili ve daha pratik şekilde uygulaması için daha fazla çaba harcanmalıdır. Çok sayıda hayvanın bulunduğu çiftliklerde verimliliği, işgücünü ve enerji maliyetini iyileştirmek amacıyla gerçekleştirilecek olan çalışmalarda, çiftlik ortamını otomatik izleme amacıyla daha uygun hale getirmede yapı tasarımcılarının, hayvan gereksinimlerini tanımlamak ve yanıtları yorumlamada hayvan biyologlarının ve mevcut araçları iyileştirmede için kontrol, süreç modelleme ve yapay görme uzmanlarının iş birliğine ihtiyaç vardır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, modern teknolojinin kullanılması, çiftlik sahiplerinin ve çalışanların hayvan üretimini ve refahını iyileştirmelerine yardımcı olmaktadır. Literatürde, ticari olarak uygulanabilir durumda bulunan yeni çiftlik yönetim sistemlerinde kullanılabilecek birçok farklı türde görüntü işleme sistemleri ve davranış analiz araçları bulunmaktadır. Bu incelemenin sonuçları, sığırların yatma, beslenme, su içme, hareket, saldırganlık ve kızgınlık davranışlarının tespiti için 2D ve 3D görüntüleme teknikleri kullanılan görüntü işleme sistemlerinin faydalı bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir. Bugüne kadar gerçekleştirilen çalışmaların çoğunda, matematiksel analiz yöntemleriyle birlikte üstten görünüm görüntülerini kullanarak çiftlik hayvanlarının davranışlarını izlemek için 2 boyutlu kameraların kullanımına odaklanılmıştır.

Modern dijital teknolojilerin ve geliştirilen algoritmaların Kinect ve TOF (time of flying) kameralar gibi 3D görüntüleme sistemlerinden elde edilen verilerin analizinde uygulanması, mevcut sistemlerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için araştırmacılara daha fazla olanak sunmaktadır. Ayrıca çiftçi veya veteriner, çiftlik hayvanlarının davranışları hakkında doğru ve zamanında elde ettiği bilgilerle sorunları çözmek için çok daha erken ve hızlı bir şekilde hareket edebilir. Ek olarak, hayvanlardaki bazı anormal davranışların zaman akışının ve sıklığının otomatik olarak izlenmesi, davranış probleminin önlenmesi veya hafifletilmesi için farklı yöntemler araştıran bilim insanlarının çalışmalarını da

Büyükbaş Hayvancılıkta Görüntü İşleme ile Sağlık ve Refah Tespiti

kolaylaştırabilir. Son zamanlarda araştırmacılar tarafından hayvan davranışlarının tespiti için birçok görüntü işleme tekniği geliştirilmiş olsa da bu tekniklerin daha fazla detaylandırılması ve farklı sensörler ile güçlendirilmesi hayvanların davranışlarını algılayabilen ve olağandışı durumlarda en iyi çözüme veya anlık uyarı alarmına karar verebilen otomatik yönetim sistemlerin geliştirilmesine büyük katkı sağlayacaktır. Ancak bu tarz bir yönetim sisteminin oluşturulması, sadece fizyoloji, zooloji ve teknoloji gibi farklı araştırma alanlarından oluşan ekipler kurulduğunda mümkündür. Tek kelime ile özetlemek gerekirse, bunu başarmak için, teknoloji bilimi ile hayvancılık bilimi iş birliği yapmalıdır!

Kaynakça

- Abdul Jabbar, K., Hansen, M.F., Smith, M.L., 2017. Early and non-intrusive lameness detection in dairy cows using 3-dimensional video. *Biosyst. Eng.* 153, 63–69.
- Anglart, D., 2016. Automatic Estimation of Body Weight and Body Condition Score in Dairy Cows Using 3D imaging technique. Second cycle A2E SLU, Dept. of Animal Nutrition and Management, Uppsala.
- Appuhamy, J.A.D.R.N., Judy, J.V., Kebreab, E., Kononoff, P.J., 2016. Prediction of drinking water intake by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99 (9), 7191–7205.
- Averós, X., Brossard, L., Dourmad, J.Y., de Greef, K.H., Edge, H.L., Edwards, S.A., Meunier-Salaün, M.C., 2010. A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127 (3–4), 73–85.
- Azizi, O., Kaufmann, O., Hasselmann, L., 2009. Relationship between feeding behaviour and feed intake of dairy cows depending on their parity and milk yield. *Livest. Sci.* 122 (2), 156–161.
- Azzaro, G., Caccamo, M., Ferguson, J.D., Battiato, S., Farinella, G.M., Guarnera, G.C., Puglisi, G., Petriglieri, R., Licitra, G., 2011. Objective estimation of body condition score by modelling cow body shape from digital images. *J. Dairy Sci.* 94 (4), 2126–2137.
- Bach, A., Iglesias, C., Busto, I., 2004. Technical note: a computerized system for monitoring feeding behavior and individual feed intake of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 87 (12), 4207–4209.
- Barkema, H.W., von Keyserlingk, M.A.G., Kastelic, J.P., Lam, T.J.G.M., Luby, C., Roy, J.P., LeBlanc, S.J., Keefe, G.P., Kelton, D.F., 2015. Invited review: changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. *J. Dairy Sci.* 98 (11), 7426–7445.
- Bercovich, A., Edan, Y., Alchanatis, V., Moallem, U., Parmet, Y., Honig, H., Maltz, E., Antler, A., Halachmi, I., 2013. Development of an automatic cow body condition scoring using body shape signature and Fourier descriptors. *J. Dairy Sci.* 96 (12), 8047–8059.
- Bewley, J.M., Boyce, R.E., Hockin, J., Munksgaard, L., Eicher, S.D., Einstein, M.E., Schutz, M.M., 2010. Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. *J. Dairy Res.* 77 (01), 1–6.
- Bewley, J.M., Peacock, A.M., Lewis, O., Boyce, R.E., Roberts, D.J., Coffey, M.P., Kenyon, S.J., Schutz, M.M., 2008. Potential for estimation of body condition scores in dairy cattle from digital images. *J. Dairy Sci.* 91 (9), 3439–3453.
- Botreau, R., Veissier, I., Butterworth, A., Bracke, M.B.M., Keeling, L.J., 2007. Definition of criteria for overall assessment of animal welfare. *Anim. Welf.* 16 (2), 225–228.
- Bracke, M.B.M., Spoolder, H.A.M., 2011. Review of wallowing in pigs: implications for animal welfare. *Anim. Welf.* 20 (3), 347–363.
- Brendle, J. & Hoy, S. Investigation of distances covered by fattening pigs measured with VideoMotionTracker®. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 132, 27–32 (2011).
- Broom, D.M., 2006. Behaviour and welfare in relation to pathology. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 97 (1), 73–83.
- Brown-Brandl, T.M., Eigenberg, R.A., Purswell, J.L., 2013a. Using thermal imaging as a method of investigating thermal thresholds in finishing pigs. *Biosyst. Eng.* 114 (3), 327–333.
- Brown-Brandl, T.M., Rohrer, G.A., Eigenberg, R.A., 2013b. Analysis of feeding behavior of group housed growing–finishing pigs. *Comput. Electron. Agric.* 96, 246–252.
- Bruinsma, J., 2003. *World Agriculture: Towards 2015/2030: An FAO Perspective*. Earthscan, London, pp. 2030.
- Bull, C.R., McFarlane, N.J.B., Zwiiggelaar, R., Allen, C.J., Mottram, T.T., 1996. Inspection of teats by colour image analysis for automatic milking systems. *Comput. Electron. Agric.* 15 (1), 15–26.
- Caja, G., Castro-Costa, A., Knight, C.H., 2016. Engineering to support wellbeing of dairy animals. *J. Dairy Res.* 83 (2), 136–147.
- Cangar, Ö., Leroy, T., Guarino, M., Vranken, E., Fallon, R., Lenehan, J., Mee, J., Berckmans, D., 2008. Automatic real-time monitoring of locomotion and posture behaviour of pregnant cows prior to calving using online image analysis. *Comput. Electron. Agric.* 64 (1), 53–60.

- Chapinal, N., Veira, D.M., Weary, D.M., Von Keyserlingk, M.A.G., 2007. Technical note: validation of a system for monitoring individual feeding and drinking behavior and intake in group-housed cattle. *J. Dairy Sci.* 90 (12), 5732–5736.
- Colak A, Polat B, Okumus Z, Kaya M, Yanmaz LE, Hayirli A (2008). Early detection of mastitis using infrared thermography in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91(11): 4244-4248.
- Conte, S., Bergeron, R., Gonyou, H., Brown, J., Rioja-Lang, F.C., Connor, L., Devillers, N., 2014. Measure and characterization of lameness in gestating sows using force plate, kinematic, and accelerometer methods. *J. Anim. Sci.* 92 (12), 5693–5703.
- Cortivo, P.D., Dias, E., Barcellos, J.O.J., Peripolli, V., Costa Jr, J.B.G., Dallago, B.S.L., McManus, C.M., 2016. Use of thermographic images to detect external parasite load in cattle. *Comput. Electron. Agric.* 127, 413–417.
- Costa, A., Ismayilova, G., Borgonovo, F., Viazzi, S., Berckmans, D., Guarino, M., 2014. Image-processing technique to measure pig activity in response to climatic variation in a pig barn. *Anim. Prod. Sci.* 54 (8), 1075–1083.
- Fischer, A., Luginbühl, T., Delattre, L., Delouard, J.M., Favardin, P., 2015. Rear shape in 3 dimensions summarized by principal component analysis is a good predictor of body condition score in Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98 (7), 4465–4476.
- Gauthreaux, S.A., Livingston, J.W., 2006. Monitoring bird migration with a fixed-beam radar and a thermal-imaging camera. *J. Field Ornithol.* 77 (3), 319–328.
- Gloster, J., Ebert, K., Gubbins, S., Bashiruddin, J., Paton, D.J., 2011. Normal variation in thermal radiated temperature in cattle: implications for foot-and-mouth disease detection. *BMC Vet. Res.* 7 (1), 1.
- González-Velasco, H.M., García-Orellana, C.J., Macías-Macías, M., Gallardo-Caballero, R., García-Manso, A., 2011. A morphological assessment system for ‘show quality’ bovine livestock based on image analysis. *Comput. Electron. Agric.* 78 (1), 80–87.
- Grégoire, J., Bergeron, R., D’Allaire, S., Meunier-Salaün, M.C., Devillers, N., 2013. Assessment of lameness in sows using gait, footprints, postural behaviour and foot lesion analysis. *Animal* 7 (07), 1163–1173.
- Guzhva, O., Ardö, H., Herlin, A., Nilsson, M., Åström, K., Bergsten, C., 2016. Feasibility study for the implementation of an automatic system for the detection of social interactions in the waiting area of automatic milking stations by using a video surveillance system. *Comput. Electron. Agric.* 127, 506–509.
- Halachmi, I., Polak, P., Roberts, D.J., Klopčič, M., 2008. Cow body shape and automation of condition scoring. *J. Dairy Sci.* 91 (11), 4444–4451.
- Haley, D.B., Rushen, J., Passillé, A.D., 2000. Behavioural indicators of cow comfort: activity and resting behaviour of dairy cows in two types of housing. *Can. J. Anim. Sci.* 80 (2), 257–263.
- Han, J., Shao, L., Xu, D., Shotton, J., 2013. Enhanced computer vision with Microsoft Kinect sensor: a review. *IEEE Trans. Cybern.* 43 (5), 1318–1334.
- Hertem, V.T., Alchanatis, V., Antler, A., Maltz, E., Halachmi, I., Schlageter-Tello, A., Lokhorst, C., Viazzi, S., Romanini, C.E.B., Pluk, A., Bahr, C., 2013. Comparison of segmentation algorithms for cow contour extraction from natural barn background inside view images. *Comput. Electron. Agric.* 91, 65–74.
- Hoffmann, G., Schmidt, M., Ammon, C., Rose-Meierhöfer, S., Burfeind, O., Heuwieser, W., Berg, W., 2013. Monitoring the body temperature of cows and calves using video recordings from an infrared thermography camera. *Vet. Res. Commun.* 37 (2), 91–99.
- Hovinen, M., Siivonen, J., Taponen, S., Hänninen, L., Pastell, M., Aisla, A.M., Pyörälä, S., 2008. Detection of clinical mastitis with the help of a thermal camera. *J. Dairy Sci.* 91 (12), 4592–4598.
- Hristov, N.I., Betke, M., Kunz, T.H., 2008. Applications of thermal infrared imaging for research in aeroecology. *Integr. Comp. Biol.* 48 (1), 50–59.
- Hu, J., Xin, H., 2000. Image-processing algorithms for behavior analysis of group-housed pigs. *Behav. Res. Methods Instrum. Comput.* 32 (1), 72–85.
- Huhtala, A., Suhonen, K., Mäkelä, P., Hakojärvi, M., Ahokas, J., 2007. Evaluation of instrumentation for cow positioning and tracking indoors. *Biosyst. Eng.* 96 (3), 399–405.

- James, C.A., Richardson, A.J., Watt, P.W., Maxwell, N.S., 2014. Reliability and validity of skin temperature measurement by telemetry thermistors and a thermal camera during exercise in the heat. *J. Therm. Biol.* 45, 141–149.
- Kastberger, G., Stachl, R., 2003. Infrared imaging technology and biological applications. *Behav. Res. Methods Instrum. Comput.* 35 (3), 429–439.
- Kolb, A., Barth, E., Koch, R., Larsen, R., 2010. Time-of-flight cameras in computer graphics. *Comput. Gr. Forum* 29 (1), 141–159.
- Kuzuhara, Y., Kawamura, K., Yoshitoshi, R., Tamaki, T., Sugai, S., Ikegami, M., Kurokawa, Y., Obitsu, T., Okita, M., Sugino, T., Yasuda, T., 2015. A preliminary study for predicting body weight and milk properties in lactating Holstein cows using a three-dimensional camera system. *Comput. Electron. Agric.* 111, 186–193.
- Liu, B., Zhu, W., 2013. Segmentation improvement of pig contour based on registration and fusion of IR thermal and optical images. In 2013 Ninth International Conference on Natural Computation (ICNC), 1424–1428.
- Marinello, F., Pezzuolo, A., Gasparini, F., Arvidsson, J., Sartori, L., 2015. Application of the Kinect sensor for dynamic soil surface characterization. *Precis. Agric.* 16 (6), 601–612.
- Matzner, S., Cullinan, V.I., Duberstein, C.A., 2015. Two-dimensional thermal video analysis of offshore bird and bat flight. *Ecol. Inf.* 30, 20–28.
- McCafferty, D.J., 2007. The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mamm. Rev.* 37 (3), 207–223.
- McCafferty, D.J., Gilbert, C., Paterson, W., Pomeroy, P.P., Thompson, D., Currie, J.I., Ancel, A., 2011. Estimating metabolic heat loss in birds and mammals by combining infrared thermography with biophysical modelling. *Comp. Biochem. Physiol. A: Mol. Integr. Physiol.* 158 (3), 337–345.
- Meiszberg, A.M., Johnson, A.K., Sadler, L.J., Carroll, J.A., Dailey, J.W., Krebs, N., 2009. Drinking behavior in nursery pigs: determining the accuracy between an automatic water meter versus human observers. *J. Anim. Sci.* 87 (12), 4173–4180.
- Mendoza, F., Dejmeq, P., Aguilera, J.M., 2006. Calibrated color measurements of agricultural foods using image analysis. *Postharvest Biol. Technol.* 41 (3), 285–295.
- Montanholi, Y.R., Odongo, N.E., Swanson, K.C., Schenkel, F.S., McBride, B.W., Miller, S.P., 2008. Application of infrared thermography as an indicator of heat and methane production and its use in the study of skin temperature in response to physiological events in dairy cattle (*Bos taurus*). *J. Therm. Biol.* 33 (8), 468–475.
- Murphy, E., Nordquist, R.E., van der Staay, F.J., 2014. A review of behavioural methods to study emotion and mood in pigs, *Sus scrofa*. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 159, 9–28.
- Nasirahmadi, A., Hensel, O., Edwards, S.A., Sturm, B., 2017. A new approach for categorizing pig lying behaviour based on a Delaunay triangulation method. *Animal* 11 (1), 131–139.
- Nasirahmadi, A., Hensel, O., Edwards, S.A., Sturm, B., 2016b. Automatic detection of mounting behaviours among pigs using image analysis. *Comput. Electron. Agric.* 124, 295–302.
- Nasirahmadi, A., Richter, U., Hensel, O., Edwards, S., Sturm, B., 2015. Using machine vision for investigation of changes in pig group lying patterns. *Comput. Electron. Agric.* 119, 184–190.
- Nathan, D., Huynh, D.Q., Rubenson, J., Rosenberg, M., 2015. Estimating physical activity energy expenditure with the kinect sensor in an exergaming environment. *PLoS One* 10, 5.
- Nielsen, L.R., Pedersen, A.R., Herskin, M.S., Munksgaard, L., 2010. Quantifying walking and standing behaviour of dairy cows using a moving average based on output from an accelerometer. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 127 (1), 12–19.
- Oczak, M., Maschat, K., Berckmans, D., Vranken, E., Baumgartner, J., 2016. Automatic estimation of number of piglets in a pen during farrowing, using image analysis. *Biosyst. Eng.* 151, 81–89.
- Oczak, M., Viazzi, S., Ismayilova, G., Sonoda, L.T., Roulston, N., Fels, M., Bahr, C., Hartung, J., Guarino, M., Berckmans, D., Vranken, E., 2014. Classification of aggressive behaviour in pigs by activity index and multilayer feed forward neural network. *Biosyst. Eng.* 119, 89–97.

- Ozkaya, S. 2012. Accuracy of body measurements using digital image analysis in female Holstein calves. *Animal Production Science*, 52: 917-920.
- Pluk, A., Bahr, C., Poursaberi, A., Maertens, W., Van Nuffel, A., Berckmans, D., 2012. Automatic measurement of touch and release angles of the fetlock joint for lameness detection in dairy cattle using vision techniques. *J. Dairy Sci.* 95 (4), 1738–1748.
- Porto, S.M., Arcidiacono, C., Anguzza, U., Cascone, G., 2015. The automatic detection of dairy cow feeding and standing behaviours in free-stall barns by a computer vision-based system. *Biosyst. Eng.* 133, 46–55.
- Porto, S.M., Arcidiacono, C., Anguzza, U., Cascone, G., 2013. A computer vision-based system for the automatic detection of lying behaviour of dairy cows in free-stall barns. *Biosyst. Eng.* 115 (2), 184–194.
- Porto, S.M., Arcidiacono, C., Guarnera, G.C., Cascone, G., 2012. Preliminary study for the implementation of an image analysis algorithm to detect dairy cow presence at the feed barrier. *J. Agric. Eng. Res.* 42 (4), 17–24.
- Poursaberi, A., Bahr, C., Pluk, A., Van Nuffel, A., Berckmans, D., 2010. Real-time automatic lameness detection based on back posture extraction in dairy cattle: shape analysis of cow with image processing techniques. *Comput. Electron. Agric.* 74 (1), 110–119.
- Pycinski, B., Czajkowska, J., Badura, P., Juszczak, J., Pietka, E., 2016. Time-of-flight camera, optical tracker and computed tomography in pairwise data registration. *PLoS One* 11, 7.
- Quimby, W.F., Sowell, B.F., Bowman, J.G.P., Branine, M.E., Hubbert, M.E., Sherwood, H.W., 2001. Application of feeding behaviour to predict morbidity of newly received calves in a commercial feedlot. *Can. J. Anim. Rydhmer Sci.* 81 (3), 315–320.
- Rainwater-Lovett, K., Pacheco, J.M., Packer, C., Rodriguez, L.L., 2009. Detection of foot-and-mouth disease virus infected cattle using infrared thermography. *Vet. J.* 180 (3), 317–324.
- Rushen, J., Chapinal, N., De Passille, A.M., 2012. Automated monitoring of behavioural based animal welfare indicators. *Anim. Welf.* 21 (3), 339.
- Rutten, C.J., Velthuis, A.G.J., Steeneveld, W., Hogeveen, H., 2013. Invited review: sensors to support health management on dairy farms. *J. Dairy Sci.* 96 (4), 1928–1952.
- Rydhmer, L., Zamaratskaia, G., Andersson, H.K., Algers, B., Guillemet, R., Lundström, K., 2006. Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agric. Scand. Sect.* 56 (2), 109–119.
- Salau, J., Haas, J.H., Junge, W., Bauer, U., Harms, J., Bielecki, S., 2014. Feasibility of automated body trait determination using the SR4K time-of-flight camera in cow A. Nasirahmadi et al. *Livestock Science* 202 (2017) 25–38 37 barns. *SpringerPlus* 3 (1), 1.
- Schaefer, A.L., Cook, N., Tessaro, S.V., Deregt, D., Desroches, G., Dubeski, P.L., Tong, A.K.W., Godson, D.L., 2004. Early detection and prediction of infection using infrared thermography. *Can. J. Anim. Sci.* 84 (1), 73–80.
- Schlageter-Tello, A., Bokkers, E.A., Koerkamp, P.W.G., Van Hertem, T., Viazzi, S., Romanini, C.E., Halachmi, I., Bahr, C., Berckmans, D., Lokhorst, K., 2014. Manual and automatic locomotion scoring systems in dairy cows: a review. *Prev. Vet. Med.* 116 (1), 12–25.
- Shane, D.D., White, B.J., Larson, R.L., Amrine, D.E., Kramer, J.L., 2016. Probabilities of cattle participating in eating and drinking behavior when located at feeding and watering locations by a real time location system. *Comput. Electron. Agric.* 127, 460–466.
- Shao, B., Xin, H., 2008. A real-time computer vision assessment and control of thermal comfort for group-housed pigs. *Comput. Electron. Agric.* 62 (1), 15–21.
- Shao, J., Xin, H., Harmon, J.D., 1998. Comparison of image feature extraction for classification of swine thermal comfort behavior. *Comput. Electron. Agric.* 19 (3), 223–232.
- Shelley, Anthony N., 2013. Monitoring Dairy Cow Feed Intake Using Machine Vision. *Electrical and Computer Engineering, University of Kentucky (Theses and Dissertations)*.
- Song, X., Leroy, T., Vranken, E., Maertens, W., Sonck, B., Berckmans, D., 2008. Automatic detection of lameness in dairy cattle—Vision-based trackway analysis in cow's locomotion. *Comput. Electron. Agric.* 64 (1), 39–44.

- Sowell, B.F., Bowman, J.G.P., Branine, M.E., Hubbert, M.E., 1998. Radio frequency technology to measure feeding behavior and health of feedlot steers. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 59 (4), 277–284.
- Spoliansky, R., Edan, Y., Parmet, Y., Halachmi, I., 2016. Development of automatic body condition scoring using a low-cost 3-dimensional Kinect camera. *J. Dairy Sci.* 99 (9), 7714–7725.
- Sprecher, D.J., Hostetler, D.E., Kaneene, J.B., 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47 (6), 1179–1187.
- Stajanko, D., Brus, M., Hočevár, M., 2008. Estimation of bull live weight through thermographically measured body dimensions. *Comput. Electron. Agric.* 61 (2), 233–240.
- Tasdemir, S., Urkmez, A., Inal, S., 2011. Determination of body measurements on the Holstein cows using digital image analysis and estimation of live weight with regression analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 76, 189–197.
- Tsai, D.M., Huang, C.Y., 2014. A motion and image analysis method for automatic detection of estrus and mating behavior in cattle. *Comput. Electron. Agric.* 104, 25–31.
- Van Nuffel, A., Zwervaegher, I., Van Weyenberg, S., Pastell, M., Thorup, V.M., Bahr, C., Sonck, B., Saeys, W., 2015. Lameness detection in dairy cows: part 2. Use of sensors to automatically register changes in locomotion or behavior. *Animal* 5 (3), 861–885.
- Vázquez-Arellano, M., Griepentrog, H.W., Reiser, D., Paraforos, D.S., 2016. 3-D imaging systems for agricultural applications - a review. *Sensors* 16 (5), 618.
- Viazzi, S., Bahr, C., Schlageter-Tello, A., Van Hertem, T., Romanini, C.E.B., Pluk, A., Halachmi, I., Lokhorst, C., Berckmans, D., 2013. Analysis of individual classification of lameness using automatic measurement of back posture in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 96 (1), 257–266.
- Viazzi, S., Bahr, C., Van Hertem, T., Schlageter-Tello, A., Romanini, C.E.B., Halachmi, I., Lokhorst, C., Berckmans, D., 2014. Comparison of a three-dimensional and two-dimensional camera system for automated measurement of back posture in dairy cows. *Comput. Electron. Agric.* 100, 139–147.
- Viola, P., Jones, M.J., 2004. Robust real-time face detection. *Int. J. Comput. Vision.* 57 (2), 137–154.
- Weber, A., Salau, J., Haas, J.H., Junge, W., Bauer, U., Harms, J., Suhr, O., Schönrock, K., Rothfuß, H., Bielecki, S., Thaller, G., 2014. Estimation of backfat thickness using extracted traits from an automatic 3D optical system in lactating Holstein-Friesian cows. *Livest. Sci.* 165, 129–137.
- Westlund, J.K., D’Mello, S.K., Olney, A.M., 2015. Motion tracker: camera-based monitoring of bodily movements using motion silhouettes. *PLoS One* 10, 6.
- Wirthgen, T., Zipser, S., Franze, U., Geidel, S., Lempe, G., 2011. Automatic infrared-based temperature measuring system for health monitoring in veterinary applications. *IEEE SENSORS Proceedings*, Limerick, 1800–1803.
- Wolfger, B., Manns, B.J., Barkema, H.W., Schwartzkopf-Genswein, K.S., Dorin, C., Orsel, K., 2015. Evaluating the cost implications of a radio frequency identification feeding system for early detection of bovine respiratory disease in feedlot cattle. *Prev. Vet. Med.* 118 (4), 285–292.
- Wu, J., Tillet, R., McFarlane, N., Ju, X., Siebert, J.P., Schofield, P., 2004. Extracting the three-dimensional shape of live pigs using stereo photogrammetry. *Comput. Electron. Agric.* 44 (3), 203–222.
- Zwertvaegher, I., Baert, J., Vangeyte, J., Genbrugge, A., Van Weyenberg, S., 2011. Objective measuring technique for teat dimensions of dairy cows. *Biosyst. Eng.* 110 (2), 206–212. Wright, J., “A Bright Idea: Manipulating Photoperiod to Improve Milk Production”, *Dairy, Livestock & Field Crops*, 20(10), 1-3, 2011.



Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidan Randıman ve Gelişimlerine Etkilerinin Belirlenmesi

Elif YILDIRIM¹

<https://orcid.org/0000-0002-7062-2433>

Alper DARDENİZ^{1*}

<https://orcid.org/0000-0003-3480-662X>

¹ÇOMÜ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. 17100, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: adardeniz@comu.edu.tr

Özet

Bu araştırma, farklı anaçların 'Red Globe' üzüm çeşidinde tüplü (kaplı) fidan randıman ve gelişimlerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla, Manisa ilindeki 'Çalışkan Asma Fidancılığı' işletmesinde 2016 yılı içerisinde yürütülmüştür. Araştırmada '5BB', '41B', '110R', '1613C' ve '1103P' Amerikan asma anaçları ile 'Red Globe' üzüm çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. En yüksek tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/41B (%80,83) çeşit/anaç kombinasyonundan, en düşük tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/1613C (%35,00) çeşit/anaç kombinasyonundan elde edilmiştir. En yüksek I. boy tüplü (kaplı) fidan randımanları sırasıyla Red Globe/1103P (%53,33) ve Red Globe/41B (%51,66) çeşit/anaç kombinasyonlarından, en düşük I. boy tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/1613C (%17,50) çeşit/anaç kombinasyonundan alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Red Globe üzüm çeşidi, Tüplü (kaplı) fidan, Affinite, Fidan randımanı.

Abstract

Determination of the Effects of Different Rootstocks on the Yield and Development of Potted (Coated) Saplings in 'Red Globe' Grape Varieties

This research was carried out in 2016 in the 'Çalışkan Vine Arboriculture' management in Manisa province in order to determine the effects of different rootstocks on the yield and development of potted sapling of the 'Red Globe' grape variety. In the study, saplings of Red Globe grape variety and '5BB', '41B', '110R', '1613C', '1103P' American vine rootstocks were used as material. The highest potted seedling yield was obtained from Red Globe/41B (80.83%) variety/rootstock combination, the lowest potted seedling yield was obtained from Red Globe/1613C (35.00%) variety/rootstock combination. The highest yields of 1st length potted seedlings were Red Globe/1103P (53.33%) and Red Globe/41B (51.66%) cultivar/rootstock combinations, respectively, while the lowest yields of 1st length potted seedlings were Red Globe/1613C (17.50%) variety of rootstock combination.

Keywords: Red Globe grape variety, Potted (Coated) sapling, Affinity, Sapling yield.

Giriş

Ülkemizde 2015 yılında 4 981 436 adet, 2016 yılında 4 349 560 adet, 2017 yılında 3 826 412 adet, 2018 yılında 2 276 000 adet ve 2019 yılında ise 3 054 188 adet sertifikalı asma fidanı üretilmiştir (Anonim, 2020). Günümüzde ülkemizin neredeyse tamamı filoksera ile bulaşıktır (İlter ve ark., 1984; Ecevit ve Baydar, 2000).

Tüplü (kaplı) asma fidanı üretimi başlangıçta klon seleksiyonu ile seçilmiş virüsten arı fertlerin daha hızlı çoğaltılabilmeleri amacıyla geliştirilmiş olup uygulamanın başarılı olduğu anlaşıldıktan sonra ilk defa Federal Almanya, Fransa ve ABD’de sera şartlarında yaygınlaşmıştır. Böylece fidanlık kayıplarının en düşük seviyeye indirilmesi ve yeni bağ tesisi kurulması sırasında zaman kaybının ortadan kaldırılabilmesi amaçlanmıştır (Weaver, 1976). Sera koşullarında tüplü asma fidanı üretimi oldukça kısa bir dönem içerisinde gerçekleştirilebildiğinden, aynı alanı kullanmak suretiyle bir yıl içerisinde 2–3 kez fidan üretimi yapılabilmektedir (Richarde, 1976).

Fidan üretim aşamalarındaki kayıpların %2–5’inin aşı yapımında, %2–30’unun çimlendirme esnasında ve en önemli miktarının (%20–72) ise fidanlık parsellerindeki köklendirme sırasında meydana geldiği, böylece aşılı asma fidanı randımanlarının %25–57 arasında değiştiği bildirilmektedir (Kocamaz, 1991). Serada tüplü (kaplı) aşılı fidan randımanlarımız %60–75 düzeylerinde değişmektedir. Ancak açık köklü aşılı fidan randımanlarımız daha düşük olup, bu değer klasik eski sistem tek sıra çiziye dikim yönteminde %33–34 iken, malç–damla sulama kombinasyonlu çift sıra tepe (yüzlek) dikim yönteminde %46–47 seviyelerine ancak yükseltilebilmiştir (Dardeniz ve ark., 2015).

Günümüzde aşıda sorun yaşanan bazı aşı kombinasyonlarına; Red Globe/5BB, Red Globe/1103P, Yuvarlak Çekirdeksiz/41B, Superior Seedless/41B, Alphonse Lavallée/41B, Trakya İlkeren/41B, Syrah/41B, Razakı/41B Superior Seedless/5BB, Atasarı/99R ve Atasarı/420A örnek olarak verilebilir. Aşı tutum oranının düşük olması veya aşılarda tutmaması bir uyumsuzluk belirtisi olarak görülse de, randıman düşüklüğü gözlenen her kombinasyonun uyumsuz olduğunu söylemek doğru değildir. Nitekim 41B anacının köklü çeliklerini kullanan Kısmalı (1979), bu durumda randımanın 3 kattan fazla yükseldiğini ve esas sorunun bazı anaçlardaki köklenme güçlüğünden ileri geldiğini belirtmektedir. Günümüzde henüz, bütün mevcut üzüm çeşitleriyle iyi uyuşan ve her türlü iklim ve toprak koşulunda yetişen ideal bir anaç bulunmamaktadır.

Bazı virüs hastalıklarından dolayı anaç ile kalemin kaynaşmaması birçok araştırmacı tarafından uyumsuzluk olarak kabul edilmektedir. Bazı kombinasyonlarda toksik etkiyi yapan madde virüs kaynaklı olabilir. Örneğin; Red Globe üzüm çeşidi, özellikle 1103P ve 5BB anaçları üzerine aşılandığında, fidanlık şartlarında ileriki dönemlerde çökme yaparak randıman düşüklüğü meydana getirebilmektedir. Red Globe/41B ve Red Globe/140Ru aşı kombinasyonlarında ise bir sorun yaşanmamaktadır. Red Globe üzüm çeşidinin kendine has bu virüs hastalığı haziran ayı başından itibaren ortaya çıkmaktadır. Genel olarak, fidanlık şartlarında aşılı çeliğin gelişimi yavaşlayarak yapraklarda giderek artan bir solgunluk ve sararma görülmekte, aşılı çeliğin kök bölgesinde çürümeler olmakta ve belirli bir boya ulaşamayan fidanlarda çökme ve kuruma meydana gelmektedir. Belirli bir boya ulaşan fidanlarda ise zarar görülmemekte ve fidanlar kurtulmaktadır. Böylece, bazı anaçlar üzerinde %20–30'lara varan oranda kayıplar meydana gelmekte ve böyle fidanların acilen parselden uzaklaştırılmaları gerekmektedir (Dardeniz, 2011).

Asmalarda yaprak kıvrıklığı hastalığına neden olan ‘Grapevine Red Globe virus’ (GRGV) ‘Grapevine fleck virus’ benzeri virüslerden olup, *Vitis* türlerinde bulunmuş olan 47. virüstür (Walter ve Martelli, 1997; Sabanadzovic ve ark., 2000).

İlk olarak 2000 yılında güney İtalya’da ve daha sonra Yunanistan ve Kaliforniya’da tanımlanmış olup çoğaltım ve aşılama yoluyla yayıldığı düşünülen GRGV, daha sonra Fransa’da da bulunmuştur. Yakın akrabası olan ‘Grapevine fleck virus’e benzer şekilde *Vitis vinifera* ve anaçlarda canlılık, köklenme yeteneği ve aşı uyuşmasını etkileyen gizli veya yarı gizli enfeksiyonlara neden olabileceği belirtilmektedir (Beuve ve ark., 2015).

Bariz semptomlara neden olmayan ve asmalar üzerindeki potansiyel etkisi çok fazla bilinmeyen GRGV’nin, Çin’in Liaoning Eyaleti’nde klorotik beneklenme sergileyen ve *Vitis vinifera*’nın aşılama için anaç olarak kullanılan ‘Beta’ asmalarındaki varlığı yakın zamanda doğrulanmıştır. GRGV, Cabernet

Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidan Randıman ve Gelişimlerine Etkilerinin Belirlenmesi

Franc, Cabernet Sauvignon ve Chardonnay üzüm çeşitlerinde de bulunmuş, konunun aydınlatılması üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (Fan ve ark., 2016).

Türkiye’de Red Globe üzüm çeşidi ile kurulan bağlarda ikinci yılı takiben omcalarda kurumalar gözlemlenmekte, bağlar sökülme zorunda kalınmakta, başka çeşitler dikilmekte ve bağcılar çok büyük ekonomik kayıplar yaşamaktadır. Bağcılık yatırımlarında yapılacak en ufak hatanın milli servetimizde önemli kayıplara yol açacağı göz ardı edilmemelidir (İşçi ve ark., 2013).

Red Globe UC patentli dünya çapında bir sofralık üzüm çeşidi olup, Kaliforniya’da ilk nesil sofralık üzüm bağlarının hikâyesinin kendi kökleri üzerine dikilmeleri şeklinde başladığı bilinmektedir. İlerleyen yıllarda, nematod ve diğer problemler sebebiyle plantasyonların yenilenmesi gerekmiştir. Luvisi D. isimli araştırmacı, Kern County bağlarında bu üzüm çeşidiyle ilgili bir takım problemler saptamıştır. Buna göre; 1996 yılında deneme bağında Red Globe üzüm çeşidinin 5BB, 3309C ve 1103P üzerine aşılınmış olan asmalarının ikinci yıllarında öldükleri, kendi kökü üzerine yetiştirilen Red Globe üzüm çeşidine ait omcaların ise yaşamlarını devam ettirdiği tespit edilmiştir. Daha fazla anaç üzerinde Red Globe üzüm çeşidi ile yeni çalışmaların yapılmasının gerekliliği belirtilmiştir (Uyemoto ve ark., 2000).

Yürütülen bir araştırmada, farklı anaçlar (1103P ve 110R) üzerine aşılı Red Globe üzüm çeşidinin tüplü fidanlarında sürgün uzunluğu parametresinde önemli farklılık belirlenmiştir. Buna göre Red Globe/1103P (34,12 cm) çeşit/anaç kombinasyonu, Red Globe/110R (21,79 cm) çeşit/anaç kombinasyonundan daha uzun sürgünler oluşturmuştur. Aynı çalışmada Red Globe/1103P (4,41 mm) ve Red Globe/110R (4,71 mm) çeşit/anaç kombinasyonlarının sürgün çapı ile Red Globe/1103P (%43,70) ve Red Globe/110R (%45,50) çeşit/anaç kombinasyonlarının fidan randımanları arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir (Eroğlu, 2014).

Bir başka araştırmada 12 farklı asma anacı ile aşılı Red Globe üzüm çeşidinin tüplü fidan performansları incelenmiştir. Bu sonuçlara göre; ilk yıl aşılana çeliklerin 110 R ve SO4 anaçları için %76’sı, ikinci yıl ise Fercal anacı için %19 ve SO4 anacı için %17’si tüplü fidana dönüşmüştür. İlk yıl 1613C ve 1616C anaçları ile ikinci yıl 140Ru, 41B ve 99R anaçları, tüplü fidan randımanı açısından oldukça kötü sonuçlar vermişlerdir (İşçi ve ark., 2013).

Bu araştırma, farklı anaçların Red Globe üzüm çeşidinde tüplü (kaplı) fidan randıman ve gelişimlerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Bu araştırma, Manisa ilinde bulunan ‘Çalışkan Asma Fidancılığı’ işletmesinde, 2016 yılı içerisinde yürütülmüştür. Araştırmada Red Globe üzüm çeşidinin kalemleri 5BB, 41B, 110R, 1103P ve 1613C anaçlarının aşılabilir çeliklerinin üzerine masa başı omega aşısı yöntemiyle aşılacaktır. Araştırmada; 1 çeşit (Red Globe) x 5 anaç x 3 tekerrür (her tekerrürde 40 adet aşılı çelik) olmak üzere toplam 600 adet aşılı çelik kullanılmıştır.

Çeşit damızlığı parselden kış budaması sırasında (Ocak-Şubat) alınan kalemler demetler halinde polietilen torbalar içinde, soğuk depoda kontrollü koşullarda (1-4°C ve %80-85 nem) muhafaza edilmiştir. Aralık-Ocak ayları içerisinde ise anaç damızlığı parsellerinden yaklaşık 40 cm uzunluğundaki aşılabilir çelikler hazırlanmıştır.

Tek gözlü olarak hazırlanmış Red Globe üzüm çeşidine ait kalemler ile gözleri köreltilmiş aşılabilir (aşılık) çelikler, 2016 yılı üretimi sezonunda ‘Çalışkan Asma Fidancılığı’na ait aşısı üretim tesisinde pedallı tip omega aşısı makinalarında aşılacaktır.

Her bir çeşit/anaç kombinasyonuna ait aşılı çelikler, çimlendirme ortamı olarak içerisinde çam talaşı bulunan Richter sandıkları içerisine yerleştirilmiş ve çimlendirme odasına alınmıştır. Aşılık çeliklerin bulunduğu çimlendirme odası ortamı 3 hafta süreyle 22°C’den 27°C’ye kadar kademeli olarak artırılmış ve bağıl nem oranı ise %80-85 düzeyinde tutulmuştur.

Aşılık çelikler nisan ayı başında tüplere dikilmiştir. Bu tüpler 15-20 cm en ve boya sahip siyah polietilen özelliğe sahip torbalardır. Bu torbalara toprak ve çiftlik gübresi karışımı konulmuştur. Uygulamalardan sonra 15 Mart 2016 tarihinde, tüplü çelikler sisleme ünitesine sahip olan sera

Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidan Randıman ve Gelişimlerine Etkilerinin Belirlenmesi

İçerisindeki köklendirme tezgâhlarına yerleştirilmiştir. Fidanlar, 15 Mart–24 Mayıs 2016 tarihleri arasında yaklaşık iki ay serada gelişmeye bırakılmıştır.

Tüplü (kaplı) aşılı fidanların satışa hazır duruma gelmesiyle (1 Haziran) seraya gidilerek, tüplü (kaplı) aşılı fidanlarda çeşitli parametreler değerlendirilmiştir. Fidanlık randımanı ile 1. boy aşılı asma fidanı randımanı parametreleri her tekerrürdeki dikili fidanların tamamında, diğer parametreler ise 30'ar adet tüplü (kaplı) aşılı fidan üzerinde yapılan sayım ve ölçümler ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada; tüplü (kaplı) fidan randımanı (%), 1. boy tüplü (kaplı) fidan randımanı (%), 1.–2. boğum arası kalınlığı (mm), 4.–5. boğum arası kalınlığı (mm), 7.–8. boğum arası kalınlığı (mm), ana sürgün uzunluğu (cm), ana sürgündeki boğum sayısı (adet), ana sürgündeki ortalama boğum uzunluğu (cm), anaç kalınlığı (mm), aşı noktası kalınlığı (mm), yanal sürgün sayısı (adet), yanal sürgünlerin toplam uzunluğu (cm), yanal sürgün üzerindeki boğum sayısı (adet), tüplü fidandaki toplam boğum sayısı (adet) parametreleri incelenmiştir.

Tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulan araştırmadan elde edilmiş olan bulgular; 'SAS 9.1.3 portable' istatistik paket programı kapsamında varyans analizine göre incelenmiş, uygulamalara ait ortalama değerler ise LSD çoklu karşılaştırma testine göre değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Farklı anaçların Red Globe üzüm çeşidinde tüplü (kaplı) fidan randıman ve gelişimlerine etkilerinin belirlenmesi isimli araştırmadan elde edilmiş olan bulgular Çizelge 1., Çizelge 2. ve Çizelge 3.'te sunulmuştur.

En yüksek tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/41B (%80,83) çeşit/anaç kombinasyonundan, en düşük tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/1613C (%35,00) çeşit/anaç kombinasyonundan elde edilmiş, diğer çeşit/anaç kombinasyonları ise arada farklı gurupları oluşturmuştur. En yüksek I. boy tüplü (kaplı) fidan randımanları sırasıyla Red Globe/1103P (%53,33) ve Red Globe/41B (%51,66) çeşit/anaç kombinasyonlarından, en düşük I. boy tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/1613C (%17,50) çeşit/anaç kombinasyonundan alınmış, diğer çeşit/anaç kombinasyonları ise arada farklı gurupları teşkil etmiştir. Farklı anaçların Red Globe üzüm çeşidinde 1.–2. boğum arası kalınlığı ve 4.–5. boğum arası kalınlığında önemli bir farklılık oluşturmadığı belirlenmiştir. Ancak 7.–8. boğum arası kalınlığına bakıldığında en yüksek değerin Red Globe/5BB (1,62 mm), en düşük değerin Red Globe/41B (1,30 mm) çeşit/anaç kombinasyonlarından alındığı, diğer çeşit/anaç kombinasyonlarının ise ara gurupları oluşturduğu görülmektedir (Çizelge 1.).

Çizelge 1. Tüplü (kaplı) fidanlarda fidan randımanları ve vejetatif gelişime ait bazı özellikler

Çeşit/anaç kombinasyonları	Tüplü (kaplı) fidan randımanı (%)	1. boy tüplü (kaplı) fidan randımanı (%)	1.–2. boğum arası kalınlığı (mm)	4.–5. boğum arası kalınlığı (mm)	7.–8. boğum arası kalınlığı (mm)
Red Globe/5BB	69,16 b	46,66 b	4,04	2,24	1,62 a
Red Globe/41B	80,83 a	51,66 ab	4,27	2,37	1,30 c
Red Globe/110R	50,00 c	30,00 c	4,00	2,37	1,48 abc
Red Globe/1613C	35,00 d	17,50 d	4,46	2,17	1,54 ab
Red Globe/1103P	69,16 b	53,33 a	4,10	2,35	1,32 bc
LSD*	5,3815	6,4321	ÖD	ÖD	0,2334

*P<0,05 düzeyinde önemli. ÖD: Önemli değil (P>0,05).

En yüksek ana sürgün uzunluğu Red Globe/1103P (13,21 cm), en düşük ana sürgün uzunluğu sırayla Red Globe/110R (6,87 cm), Red Globe/1613C (7,74 cm) ve Red Globe/41B (8,13 cm) çeşit/anaç kombinasyonlarında bulunmuş, Red Globe/5BB (11,23 cm) çeşit/anaç kombinasyonu ise arada farklı bir grubu oluşturmuştur. En yüksek ana sürgündeki boğum sayısını sırasıyla Red Globe/1103P (6,37 adet) ve Red Globe/5BB (6,32 adet) çeşit/anaç kombinasyonları, en düşük ana sürgündeki boğum sayısını Red Globe/41B (4,80 adet) ve Red Globe/110R (5,13 adet) çeşit/anaç kombinasyonları

Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidan Randıman ve Gelişimlerine Etkilerinin Belirlenmesi

oluşturmuş, Red Globe/1613C (5,83 adet) çeşit/anaç kombinasyonu ise arada başka bir grubu teşkil etmiştir. En yüksek ana sürgündeki ortalama boğum uzunluğu Red Globe/1103P (1,94 cm), en düşük ana sürgündeki ortalama boğum uzunluğu Red Globe/1613C (1,23 cm) çeşit/anaç kombinasyonlarından alınmış, diğer çeşit/anaç kombinasyonları ara grupları meydana getirmiştir. Anaç kalınlığı ve aşı noktası kalınlığı parametrelerinde farklı çeşit/anaç kombinasyonları bazında önemli bir farklılık tespit edilememiştir (Çizelge 2.).

Çizelge 2. Tüplü (kaplı) fidanlarda vejetatif gelişime ait bazı özellikler

Çeşit/anaç kombinasyonları	Ana sürgün uzunluğu (cm)	Ana sürgündeki boğum sayısı (adet)	Ana sürgündeki ortalama boğum uzunluğu (cm)	Anaç kalınlığı (mm)	Aşı noktası kalınlığı (mm)
Red Globe/5BB	11,23 b	6,32 ab	1,74 ab	9,95	16,95
Red Globe/41B	8,13 c	4,80 c	1,64 bc	9,93	16,63
Red Globe/110R	6,87 c	5,13 c	1,43 cd	10,04	16,79
Red Globe/1613C	7,74 c	5,83 b	1,23 d	9,62	17,08
Red Globe/1103P	13,21 a	6,37 a	1,94 a	10,28	17,20
LSD	1,5792	0,5123	0,2829	ÖD	ÖD

*P<0,05 düzeyinde önemli. ÖD: Önemli değil (P>0,05).

Yanal sürgün sayısı parametresinde farklı çeşit/anaç kombinasyonları bazında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Bununla birlikte, yanal sürgünlerin toplam uzunluğu Red Globe/5BB (3,13 cm) çeşit/anaç kombinasyonunda en yüksek, sırasıyla Red Globe/1613C (1,36 cm) ve Red Globe/110R (1,62 cm) çeşit/anaç kombinasyonlarında en düşük olarak bulunmuş, diğer çeşit/anaç kombinasyonları ara gurubu oluşturmuştur (Çizelge 3.).

Çizelge 3. Tüplü (kaplı) aşıllı fidanlarda yanal sürgün ve toplam boğum sayısına ait veriler

Çeşit/anaç Kombinasyonları	Yanal sürgün sayısı (adet)	Yanal sürgünlerin toplam uzunluğu (cm)	Yanal sürgün üzerindeki boğum sayısı (adet)	Tüplü fidandaki toplam boğum sayısı (adet)
Red Globe/5BB	0,730	3,13 a	2,05 a	8,37 a
Red Globe/41B	0,650	2,33 ab	1,42 b	6,22 c
Red Globe/110R	0,540	1,62 b	1,02 b	6,15 c
Red Globe/1613C	0,520	1,36 b	1,45 b	7,28 b
Red Globe/1103P	0,580	2,08 ab	1,25 b	7,62 b
LSD	ÖD	1,0612	0,4704	0,6351

*P<0,05 düzeyinde önemli. ÖD: Önemli değil (P>0,05).

En yüksek yanal sürgün üzerindeki boğum sayısı Red Globe/5BB (2,05 adet), en düşük değerler ise sırasıyla Red Globe/110R (1,02 adet), Red Globe/1103P (1,25 adet), Red Globe/41B (1,42 adet) ve Red Globe/1613C (1,45 adet) çeşit/anaç kombinasyonlarından alınmıştır. Tüplü fidandaki toplam boğum sayısı en yüksek olarak Red Globe/5BB (8,37 adet), en düşük olarak sırasıyla Red Globe/110R (6,15 adet) ve Red Globe/41B (6,22 adet) çeşit/anaç kombinasyonlarından elde edilmiş, diğer çeşit/anaç kombinasyonları arada başka bir grubu meydana getirmiştir (Çizelge 3.).

Fidan randımanları farklı çeşit/anaç kombinasyonlarına göre değişebilmektedir (Ecevit ve Baydar, 2000). Bu çalışmada da, en yüksek tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/41B, en düşük tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/1613C çeşit/anaç kombinasyonundan elde edilmiş olup, tüplü (kaplı) fidan randımanları bakımından oldukça büyük bir farklılığın meydana geldiği görülmektedir.

Farklı Anaçların 'Red Globe' Üzüm Çeşidinde Tüplü (Kaplı) Fidan Randıman ve Gelişimlerine Etkilerinin Belirlenmesi

Yürütülen bir araştırmada 1103P ve 110R anaçlarının üzerine aşılı Red Globe üzüm çeşidinin tüplü fidanlarında sürgün uzunluğu parametresinde önemli farklılık belirlenmiştir. Buna göre Red Globe/1103P (34,12 cm) çeşit/anaç kombinasyonu, Red Globe/110R (21,79 cm) çeşit/anaç kombinasyonundan daha uzun sürgünler oluşturmuştur (Eroğlu, 2014). Bu araştırmada da, Red Globe/1103P (13,21 cm) çeşit/anaç kombinasyonundan, Red Globe/110R (6,87 cm) çeşit/anaç kombinasyonuna kıyasla daha uzun ana sürgünler elde edilmiştir. Bu yöndeki bulgularımız, araştırmacının bulgularını destekler niteliktedir.

Eroğlu (2014) tarafından yürütülen araştırmada, 1103P ve 110R anaçlarının üzerine aşılı Red Globe üzüm çeşidinin tüplü fidanlarında fidan randımanları arasında (Red Globe/1103P; %43,70 ve Red Globe/110R; %45,50) önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Bu araştırmada ise; Red Globe/1103P (%69,16) ve Red Globe/110R (%50,00) çeşit/anaç kombinasyonları ve diğer çeşit/anaç kombinasyonları arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Farklı asma anaçları ile aşılı Red Globe üzüm çeşidinin tüplü fidan performansları sonuçlarına göre; ilk yıl aşılana çeliklerin 110 R ve SO4 anaçları için %76'sı, ikinci yıl ise Fercal anacı için %19 ve SO4 anacı için %17'si tüplü fidana dönüşmüştür (İşçi ve ark., 2013). Bu araştırmada ise; en düşük tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/1613C (%35,00), en yüksek tüplü fidan randımanı Red Globe/41B (%80,83) çeşit/anaç kombinasyonundan elde edilmiş olup, bütün çeşit/anaç kombinasyonlarının ortalanması %60,83 düzeyindedir.

Red Globe/1103P ve Red Globe/5BB çeşit/anaç kombinasyonlarında, fidanlık şartlarında ileriki dönemlerde çökmeler ve randıman düşüklüğü meydana gelebilmekte, Red Globe/41B ve Red Globe/140Ru aşılı kombinasyonlarında ise bir sorun yaşanmamaktadır (Dardeniz, 2011). Bu araştırmada, Red Globe/1103P ve Red Globe/5BB çeşit/anaç kombinasyonlarından yaklaşık %70 düzeyinde normal bir tüplü (kaplı) fidan randımanı elde edilmiş olup, herhangi olumsuz bir durum ile karşılaşılmamıştır.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, en yüksek tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/41B, en düşük tüplü (kaplı) fidan randımanı Red Globe/1613C çeşit/anaç kombinasyonundan elde edilmiştir. En yüksek I. boy tüplü (kaplı) fidan randımanları sırasıyla Red Globe/1103P ve Red Globe/41B, en düşük I. boy tüplü (kaplı) fidan randımanı ise Red Globe/1613C çeşit/anaç kombinasyonundan alınmıştır.

Bu araştırmada, bazı yıllarda belirli bir dönemden sonra çökmeler görülebilen Red Globe/1103P ve Red Globe/5BB çeşit/anaç kombinasyonlarından yaklaşık %70 düzeyinde normal bir tüplü (kaplı) fidan randımanı elde edilebilmiştir.

Tüplü fidan satışları haziran ayı başı itibarıyla başladığından, tüplü (kaplı) fidanlara ait verilerin bu tarihte alınmış olması itibarıyla tüplü fidanların vejetatif yazlık sürgün gelişimleri biraz zayıf kalmıştır. Yürütülecek olan benzer çalışmalarda veri değerlendirmesinin daha geç yapılması durumunda, daha yüksek değerlerin elde edilebileceği düşünülmektedir.

Not: Bu makale, Ziraat Yüksek Mühendisi Elif Yıldırım'ın yüksek lisans tezinin bir kısmından derlenerek hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Anonim, 2020. www.tarimorman.gov.tr/Bügem (Erişim tarihi: 05.06.2020).
- Beuve, M., Candresse, T., Tannières, M., Lemaire, O., 2015. First report of grapevine Red Globe Virus (GRGV) in grapevine in France. The American Phytopathological Society. 99 (3): 422. ISSN: 0191-2917. e-ISSN: 1943-7692.
- Dardeniz, A., 2011. Aşılı köklü asma fidanı üretimi ve son gelişmeler. Bağcılık Ders Notları. 72 s.
- Dardeniz, A., Ateş, F., Çoban, H., Kahraman, K.A., Savaş, Y., Ali, B., Gökdemir, A., 2015. Günümüz asma fidancılık işletmelerinde yürütülen asma fidanı üretim faaliyetlerinin irdelenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 3 (2): 127-143.
- Ecevit, F.M., Baydar, N., 2000. Aşılı asma fidanı üretiminde farklı aşılama yöntemlerinin aşıda başarı üzerine etkileri. II. Ulusal Fidancılık Sempozyumu Bildiri Özetleri. Ödemiş/İzmir.
- Eroğlu, D., 2014. Bazı üzüm çeşitlerinin aşılı tüplü fidan üretiminde farklı biyolojik preparat uygulamalarının etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. 81 s.
- İlter, E., Kısmalı, İ., Atilla, A., Uzun, İ., 1984. Asma fidanı sorunu ve çözümü için öneriler. Türkiye II. Bağcılık ve Şarapçılık Sempozyumu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 23-31 s. Manisa.
- İşçi, B., Altındişli, A., Kacar, E., Dilli, Y., Soltekin, O., Önder, S., Savaş, Y., 2013. Farklı asma anaçları ile aşılı Red Globe üzüm çeşidinin fidan randımanı üzerine bir çalışma. Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi-A (Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu Özel Sayısı). 27: 17-26.
- Fan, X.D., Dong, Y.F., Zhang, Z.P., Ren, F., Hu, G.J., Li, Z.N., Zhou, J., 2016. First report of Grapevine Red Globe virus (GRGV) in grapevines in China. The American Phytopathological Society. 100 (11): 2340. ISSN: 0191-2917. e-ISSN:1943-7692.
- Kısmalı, İ., 1979. Aşılı-köklü asma fidanı üretimi. Bitki. 6 (2): 170-180.
- Kocamaz, E., 1991. Türkiye'de asma fidanı üretimi, sorunlar ve çözüm yolları. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Türkiye I. Fidancılık Sempozyumu. 137-148. Ankara.
- Sabanadzovic, S., Abou-Ghanem, N., Castellano, M.A., Digiario, M., Martelli, G.P., 2000. Grapevine fleck virus-like viruses in *Vitis*. Archives Virology. 145: 553-565.
- Richarde, W., 1976. Propagation of grape by grafting. Plant propagator 22 (1): 9-10 (Hort. Abstr. 46 (11): 10136.
- Uyemoto, J.K., Rowhani, A., Luvisi, D., 2000. An association of rootstock stem lesions in *Vitis* species and different graft-transmissible agents. In: Proceedings of the 13th ICVG Meetings. Adelaide, Australia. p 83.
- Walter, B., Martelli, G.P., 1997. Clonal and sanitary selection of the grapevine. In: Walter B (ed) Sanitary selection of the grapevine. Protocols for detection of viruses and virus-like diseases. Les Colloques 86, 43-95. INRA Editions, Paris.
- Weaver, R.J., 1976. Grape Growing. John Wiley and Sons. New York. 371 p.



Farklı Sulama Düzeylerinin Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısırın Kök Gelişimine Etkisi

Meryem GÜL^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-1152-8615>

Muharrem Yetiş YAVUZ¹

<https://orcid.org/0000-0002-1607-3189>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı.

*Sorumlu yazar: meryemgul@dsi.gov.tr

Özet

Bu çalışmanın amacı, farklı sulama düzeylerinin mısırın (*Zea mays*) kök gelişimine olan etkisinin araştırılmasıdır. Deneme 2019 yılında ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür. Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede 90 cm'lik toprak profilinde ölçülen eksik nem miktarının %100 (S1); %80 (S2); %60 (S3); %40 (S4); %0'ın (S5) sulama suyu olarak uygulandığı beş sulama düzeyi vardır. Denemede konulara sırası ile 546 mm (S1); 455,6 mm (S2); 365,2 mm (S3); 274,8 mm (S4) ve 94 mm (S5) sulama suyu uygulanmıştır. Konularda gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi 754,9 mm (S1); 671,71 mm (S2); 585,39 mm (S3); 519,44 mm (S4) ve 341,66 mm (S5) olmuştur. Sulama düzeylerinin toplam kök uzunluklarına etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P=0,0762$). Konularda en yüksek toplam kök uzunluğu 3879,77 cm ile S4 ve en düşük 2525,11 cm ile S5 konularında tespit edilmiştir. Konularda toplam kök yüzey alanlarının derinliğe göre farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0,0079$). Ayrıca konularda derinliğe göre kök yüzey alanlarının dağılımı istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0,0001$). Konularda en yüksek toplam kök yüzey alanı 187,71 cm² ile S2 ve en düşük 110,18cm² ile S5 konularında tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Damla sulama, Mısır, Etkili kök derinliği, Kök uzunluğu

The Effect of Different Irrigation Levels on Root Growth of Corn Irrigated by Drip Irrigation Method

Abstract

The objective of this study is to investigate the effect of different irrigation levels on the root growth of maize (*Zea mays*). The trial was carried out at ÇOMÜ Agricultural Faculty, Dardanos Research and Application Center in 2019. The experiment was carried out according to the split-plot design with three replications. The treatments included five irrigation levels; which provided 100% (S1), 80% (S2), 60% (S3), 40% (S4), and 0% (S5) of the missing moisture as irrigation water as determined by the measurements in the 90-cm soil profile. The amounts of water given to the plots based on the treatments were 546 mm (S1), 455.6 mm (S2), 365.2 mm (S3), 274.8 mm (S4), and 94 mm (S5), respectively. The difference among irrigation levels for the total root length was statistically insignificant ($P=0.0762$). The highest total root length was found in S4 with 3879.77 cm and the lowest in S5 with 2525.11 cm. The differences in the total root surface areas of the subjects according to the depth were found to be statistically significant ($P=0.0079$). Similarly, the distribution of root surface areas according to the depth was found to be statistically different ($P<0.0001$). The highest total root surface area was found in S2 187.71 cm² and the lowest in S5 with 110.18cm².

Keywords: Drip irrigation, Corn, Effective root depth, Root length

Giriş

Bitki kök sisteminin su alma mekanizması toprak-bitki-atmosfer ilişkisinde önemli rol oynar. Kök sisteminin su alması yalnızca bitkinin su alma yeteneğini değil aynı zamanda, kaynak koşullarında oluşan değişime tepkiyi de belirler. Böylece bitkiler için tarımsal su yönetimi ve uygun sulama programlarının hazırlanması için temel bilgi sağlar (Wang ve ark. 2010). Minirhizotron tekniği gibi bitkiyi tahrip etmeyen yöntemler de olmakla beraber bitki köklerine ilişkin araştırmalar genellikle kök sisteminin tamamının kazılarak çıkartılmasıyla yapılmıştır (Yavuz ve ark 2009, Dahlman and Kucera, 1965; Feng et al.,2008; Jackson et al.,1996).

Bitkiye özel kök dinamikleri ve kök biyokütlesi bitkinin su ve besin maddesi alımı üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bitki köklerinin ana görevi, uyum sağladıkları toprak içerisinde bulunan su ve besin maddesini almaktır. Kök sistemi bitki ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri arasında köprü görevi gördüğünden bitki gelişimi ve verim üzerinde önemli etkiye sahiptir (Klepper, 1990). Kök sisteminin gelişiminde toprağın bir takım fiziksel özelliklerinin yanı sıra toprak nem içeriği de önemli bir etkidir. Uygulanan sulama yöntemi veya sulama düzeyi, kök sisteminin yatay ve dikey gelişimini etkilemenin yanı sıra bitki besin maddelerinin toprak içerisinde taşınmasını da sağlamaktadır. Bu durum dikkate alınarak özellikle su tasarrufu sağlamak amacı ile kök bölgesinin kısmen sulandığı veya damla sulama gibi suyun, diğer yöntemlere göre daha az kullanıldığı yöntemlerin kök gelişimine olan etkisi, bitkilerin su ve besin maddesi alımları ve dolayısı ile verimleri de farklıdır (Wiesler ve ark., 1994). Bu nedenle toprakta bitki tarafından kullanılacak su miktarının hesaplanmasında, bitki kök sisteminin dikey olarak ulaştığı derinlik ve yatay olarak kapladığı alan dikkate alınan önemli bir parametredir.

Yapılan araştırmalarda uygulanan farklı sulama yöntemleri ve sulama düzeylerinin kök gelişimine etkili olduğu görülmüştür. Yapılan araştırmalara göre uygulanan yetiştirme tekniği ile ve sulama düzeyinin mısır kök sistemini, su ve besin kullanım verimliliğini ve tane verimini etkilediği görülmüştür (Mitchell ve Sparks, 1982; Anderson, 1987; Materechera ve Mloza-Banda, 1997; Khan ve ark, 2012). Tam su alma koşullarında kök gelişiminin su stresi altında oluşan kök gelişimine göre daha iyi olduğu ifade edilmektedir (Adiku ve ark, 2001). Farklı sulama stratejilerinin, ekim yöntemlerinin kışlık buğday kök büyümesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir araştırmada sıralı ekimin ve su kısıtının sırt üstü ekim ve tam sulamada elde edilene kıyasla ortalama kök uzunluğu yoğunluğunu ve kök kütle yoğunluğunu azalttığını göstermiştir (Mehrabi ve ark., 2021).

Yapılan tarımsal uygulamalar ve su kısıtı, kök sisteminin toprak profili içerisinde dağılımını etkilemektedir. Dolayısı ile gereksinim duydukları suyu değişik katmanlarda ve değişik oranlarda tüketebilmektedirler. Asbjornsen ve ark (2007) izotop teknolojisini kullanarak yaptıkları araştırmada Çoklu Kaynak Kütle Dengesi Analizinden üretilen frekans histografları, mısır ve araştırmalarında yer alan çayırın tükettikleri suyun sırasıyla %45 ve %36'sını üst 0-20 cm toprak derinliğinde aldığını tespit etmişlerdir. Buna karşılık, savana ve ormanlık alanda yetişen meşe ağaçları, sularının sırasıyla %40'ını ve %20'sini üst 20 cm'den ve %60'ını ve %80'ini >60 cm derinliklerden elde ettiğini ifade etmiştir. Öte yandan Dehqani ve ark. (2019) Karık işletim tiplerinin ve su kısıtının kök gelişimine etkisi araştırmalarında en yüksek kök yoğunluğunu 0-20 cm'ler arasında tespit etmişlerdir.

Bu araştırma ile farklı sulama düzeyleri etkisi altında mısırın kök gelişimi incelenmiştir. Uygulanan sulamasuyu kısıtının etkisi ile mısır kök profilinin toprak içerisinde hangi katmanlarda yoğunlaşacağı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Deneme, 2019 yılında ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde yüksek lisans tez projesi olarak yürütülmüştür. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin kuzeyinde Dardanos Höyüğü, güneyinde ÇOMÜ Sosyal Tesisleri, doğusunda Çanakkale- Güzelyalı ulaşım yolu ve batısında Çanakkale Boğazı yer almaktadır. Denizden yüksekliği 17 m olan uygulama merkezi 400 04' 30" K, 60 21' 59" D enlem ve boylamlarında yer almaktadır. Deneme alanı altta marn ana materyali üzerinde gelişmiş, üstte çamur akıntıları ile gelen sediment üzerinde oluşmuş topraklardan oluşmaktadır. Toprak, Soil Taxonomy (1998)'e göre tipik Haploxererts, FAO (1974)'e göre EutricVertisollerdir

Farklı Sulama Düzeylerinin Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısırın Kök Gelişimine

(Özcan ve ark., 2004; Yüksel ve Ekinci, 2021). Deneme alanı topraklarına ilişkin bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1.'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.

Derinlik (cm)	Bünye Sınıfı	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	TK (mm)	SN (mm)	pH	EC (dS. m ⁻¹)	Organik Madde (%)
0-30	CL	1.36	122	69	7.7	0.177	2.29
30-60	CL	1.55	149	93	8.0	0.255	1.71
60-90	CL	1.55	144	102	8.0	0.122	0.81
90-120	CL	1.43	137	90	8.1	0.137	1.41

TK: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası, EC: Elektriksel iletkenlik

Çanakkale ili ve çevresinde Marmara iklimi hakimdir. Marmara iklimi, kışları Akdeniz iklimi kadar ılık yazları Karadeniz iklimi kadar yağışlı değildir. İklim özellikleri olarak Karadeniz, Akdeniz ve karasal iklim kuşakları arasında bir geçiş iklimi özelliği taşımaktadır. Buna bağlı olarak doğal bitki örtüsünü alçak kesimlerde Akdeniz kökenli bitkiler, yüksek kesimlerin kuzeye bakan yamaçlarında Karadeniz bitki topluluğu özelliğindeki nemli ormanlar görülmektedir. Çanakkale ili ve çevresine ait uzun yıllık ortalama iklim verileri Çizelge 2.'de ve 2019 yılı uygulama dönemine ait bazı iklim verileri ise Çizelge 3.'te verilmiştir (MGM. 2021).

Çizelge 2. Yılları arası Çanakkale ili ve çevresi bazı ortalama iklim verileri

	Aylar											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI
Sıcaklık (°C)	6.2	6.7	8.4	12.6	17.5	22.2	25.1	25.0	21.1	16.3	12.0	8.4
Nem (%)	83.2	81.0	80.7	79.3	76.9	72.1	68.5	69.7	72.7	77.7	81.5	83.4
Toplam Yağış (mm)	91.6	71.7	65.9	45.0	29.8	25.3	14.5	9.4	25.2	55.3	84.9	105.4
Mak. Rüzgâr Hızı (m sec)	4.4	4.6	4.3	3.8	3.5	3.3	3.8	3.8	3.6	3.8	4.0	4.5
Açık Yüzey Buharlaşması (mm)	0.0	1.4		109.3	166.0	215.6	264.5	246.5	167.6	102.8	41.2	10.0

Çizelge 3. Uygulama dönemine ait bazı iklimsel veriler.

2019 yılı uygulama dönemine ait bazı iklim verileri.						
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Sıcaklık (°C)	19.7	25.8	26.8	27.5	23.3	19.3
Nem (%)	64.7	58.7	51.9	52.9	54.2	67.2
Toplam Yağış (mm)	4.50	56.8	19.6	10.50	1	34.8
Mak. Rüzgâr Hızı (m/sn)	S 15,9	NNE 17,0	NNW 16,5	NNE 14,9	ENE 14,9	WNW 23,7
Açık Yüzey Buharlaşması (mm)	149,8	228,6	313,1	329,6	244,2	128,2

Tohum ekimi 23 Mayıs 2019 tarihinde ve sıra arası 70 cm, sıra üzeri yaklaşık 20 cm olacak şekilde yapılmıştır. Parsellerde çimlenme ve çıkışların düzgün olması amacı ile intaş sulaması yapılmıştır. Çıkışların tamamlanmasından sonra çapalama ve seyreltme yapılmıştır.

Deneme konuları bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Parseller 4 sıradan oluşmaktadır. Sıralar 15 m uzunluğunda ve 70 cm sıra aralığına sahiptir. Buna göre deneme alanı 3 blok ve toplam 15 parselden oluşmaktadır.

Damla sulama yönteminin uygulandığı araştırmada S1, S2, S3, S4 ve S5 olmak üzere 5 farklı sulama düzeyi bulunmaktadır. Bunlar sırası ile 90 cm'lik etkili kök derinliğinde ölçülen eksik nem

Farklı Sulama Düzeylerinin Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısırın Kök Gelişimine

miktarının %100, %80, %60, %40, %0'ının sulama suyu olarak uygulandığı konulardır. S1 konuları kontrol parsellerini oluşturmaktadır. Toprak nem açığı bu parsellerden alınan toprak örneklerinden gravimetrik yöntemle hesaplanarak tespit edilmiştir.

Sulama uygulamalarına mısırın toprak üstü gövde yüksekliği 30–35 cm'ye ulaştığında ve 90 cm'lik etkili kök derinliğinde toprağın kullanılabilir nem kapasitesinin %50'si tüketildiğinde başlanılmıştır. İlk sulamada tanık konu olan S1 konusunda ölçülen eksiklik tarla kapasitesine getirilmiştir. Takip eden sulamalar da 10 günlük sulama aralığında yine tanık konuda ölçülen kök derinliğinde oluşan nem eksikliği dikkate alınarak yapılmıştır.

Sulama sisteminde uygulanan sulama suyu miktarı,

$$d_n = \frac{P_w}{100} \gamma D \frac{P}{100} \dots \dots \dots 1$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte,

P_w = S1 konusunda sulamadan bir önceki gün gravimetrik yöntemle hesaplanan toprağın kuru ağırlığın %'si cinsinden eksik nem miktarı (mm),

γ = toprak hacim ağırlığı (g/cm³),

D = S1 konusunda alınan toprak örneklerinden tespit edilen etkili kök derinliği (mm),

d_n = Toprakta derinlik cinsinden eksik nem miktarı (mm) ,

P = Islatılan alan yüzdesi (%)'dir.

Böylece her sulama düzeyi için kök gelişim performanslarına göre sulama suyu miktarları hesaplanmaktadır.

Sulama süresi,

$$T_a = \frac{1000 d_n}{q N E_a} \dots \dots \dots 2$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte,

T_a = Sulama süresi (h),

d_n = Net sulama suyu miktarı (mm/h),

E_a = Su uygulama randımanı (%),

q = Damlatıcı debisi (L/h),

N = Damlatıcı sayısı (Adet),

Damlatıcı sayısı,

$$N = \frac{1000}{S_d S_L} \dots \dots \dots 3$$

eşitliği ile hesaplanmıştır. Eşitlikte,

N = Damlatıcı sayısı (Adet),

S_d = Damlatıcı aralığı (m),

S_L = Lateral aralığı (m),

Damlatıcı aralığı ise,

$$S_d = 0,9 \sqrt{\frac{q}{I}} \dots \dots \dots 4$$

Eşitlikte,

S_d = Damlatıcı aralığı (m),

q = damlatıcı debisi (L/h),

I = İnfiltrasyon hızı (mm/h)'dir.

Kök uzunluklarının tespiti amacı ile bozulmamış toprak örneklerinin alınmasında 8 cm çapında ve 15 cm uzunluğa kadar bozulmamış toprak örneği alabilen iki parçalı kök burgu seti kullanılmıştır. Toprağın 100 cm derinliğine kadar 10 cm uzunluğunda alınan örnekler yıkama zamanına kadar buzdolabında bekletilmiştir (Melhuish ve Lang 1969; Olivera ve ark. 2000; Kavdir ve Smucker, 2005). Bozulmamış toprak örneklerinden elde edilen köklerin tarayıcıdan geçirilerek, görüntülerinin alınmasında Epson marka Epson Perfection V700 PHOTO model scanner kullanılmıştır. Görüntüler

Farklı Sulama Düzeylerinin Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısırın Kök Gelişimine

kullanılarak kök ölçümlerinin yapılmasında WinRhizo Basic programı kullanılmıştır (Himmelbauer ve ark. 2003). WinRhizo Basic programı ile alınan bozulmamış toprak örneği içerisinde toplam kök uzunlukları (cm), toplam kök yüzey alanı (cm²) belirlenmiştir.

Elde edilen tüm veriler SAS 1999 programı ile istatistik analizlerine tabi tutulmuştur.

Bulgular ve Tartışma

Parsellerde ilk sulama 06.07.2019 tarihinde yapılmıştır. İlk sulamayı takip eden konulu sulamalar 10 gün aralıklarla devam ettirilerek toplam 7 sulama gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4). Koçanlarda mısır tanelerinin sertleşmeye başlaması ile sulamalara son verilmiştir.

Her sulama öncesinde konuların tamamında 90 cm'lik toprak profilinde eksik nem miktarı tespit edilmiştir (Çizelge 5). S1 konusunda tespit edilen eksik nem miktarı dikkate alınarak sulama suyu miktarı hesaplanmıştır. İlk sulamada konu özellikleri dikkate alınmaksızın tamamına, S1 konusuna hesaplanan sulama suyu miktarının tamamı olan 64 mm sulama suyu uygulanmıştır.

Buna göre S5 konusuna ekimden hemen sonra çimlenmenin sağlanması için uygulanan 30 mm intaş sulaması ve konu özellikleri dikkate alınmaksızın yapılan ilk sulamada uygulanan 64 mm sulama suyu dışında uygulama yapılmamıştır. Diğer konulara ise konu özelliklerine göre sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 4. Sulama sayısı ve tarihleri

Sulama Sayısı	Tarih
İntaş Sulaması	24.05.2019
1.Sulama	06.07.2019
2.Sulama	16.07.2019
3.Sulama	26.07.2019
4.Sulama	05.08.2019
5.Sulama	15.08.2019
6.Sulama	25.08.2019
7.Sulama	04.09.2019

Çizelge 5. Sulamalar öncesi 90 cm'lik toprak derinliğinde tespit edilen eksik nem miktarları

Sulama Sayısı	TK-MN (mm)				
	S1	S2	S3	S4	S5
1.Sulama	304,69	280,69	256,69	232,69	184,69
2.Sulama	282,09	292,69	262,03	228,45	163,88
3.Sulama	313,58	280,78	390,97	248,83	142,66
4.Sulama	300,77	298,46	250,43	217,82	126,67
5.Sulama	303,64	301,17	265,89	230,54	124,63
6.Sulama	313,11	293,47	252,94	217,98	116,38
7.Sulama	308,66	321,47	251,80	241,45	109,54

TK: Tarla kapasitesi; MN: Mevcut nem

Çizelge 6. Konulara göre uygulanan sulama suyu miktarları

Sulama No (Tarih)	S1 (%100) mm	S2 (%80) mm	S3 (560) mm	S4 (%40) mm	S5 (%0) mm
İntaş Sulaması	30	30	30	30	30
1.Sulama	64	64	64	64	64
2.Sulama	76	60,8	45,6	30,4	
3.Sulama	61	48,8	36,6	24,4	
4.Sulama	65	52	39	26	
5.Sulama	83	66,4	49,8	33,2	
6.Sulama	84	67,2	50,4	33,6	
7.Sulama	83	66,4	49,8	33,2	
Toplam Sulama Suyu Miktarı	546	455,6	365,2	274,8	94
Mevsimlik Bitki Su Tüketimi (mm)	754,9	671,71	585,39	519,44	341,66

Deneme süresince 10 günlük sulama aralığı ile toplam 7 sulama yapılmıştır. En fazla sulama suyu 546 mm ile eksik toprak nemimin %100'nü alan S1 konusunda uygulanmıştır. Diğer konulara S2'den başlamak üzere sırası ile 455,6 mm, 365,2 mm, 274,8 mm ve S5 konusuna 94 mm sulama suyu uygulanmıştır (Çizelge 6). Yavuz ve ark. (2012) Çanakkale koşullarında iki yıl süre ile yürüttüğü araştırmada yıllara göre 511 mm ve 494 mm sulama suyu uygulanmıştır. Çakır (2004), Kırklareli koşullarında hibrit mısır ile yürüttüğü araştırmada yine yıllara göre 525 ve 574 mm, Yazar ve ark. (2002), Güney Doğu Anadolu bölgesinde yürüttükleri araştırmada 581 mm sulama suyu uygulamıştır. Cavero ve ark. (2000), İspanya'nın yarı kurak bölgeleri için mısır için sulama suyu miktarını 505 ile 568 mm arasında olması gerektiğini belirtmektedir. Daha düşük miktarlardaki sulama suyu Karadeniz Bölgesi gibi, toplam yıllık ve vejetasyon süresince düşen yağışların çok fazla olduğu alanlar için verilmektedir (Bayrak, 1979). En yüksek mevsimlik bitki su tüketimi 754,9 mm ile S1 konusunda gerçekleşmiştir (Çizelge 6). Bunu 671,71 mm ile S2, 585,39 mm ile S3, 519,44 mm S4 ve 341,66 mm ile S5 konuları izlemiştir. Yetiştirilen bitkilerin mevsimlik su tüketimi miktarları uygulanan sulama programlarına ve sulama suyu miktarlarına bağlı olduğu kadar, araştırma konusu olan bitkinin gelişme mevsiminin (vejetasyon süresinin) uzunluğu ile de yakından ilgili olduğu ve belirtilen koşullara göre farklılıkların oluşabileceği bilinmektedir (Yavuz ve ark. 2012). Mısır bitkisi ile farklı coğrafik bölgelerde yapılan araştırmalarda, bitkinin mevsimlik su tüketimi değerinin 500-800 mm arasında değiştiği ifade edilmektedir (Doorenbos ve Kassam,1979). Çukurova koşullarında ana ürün olarak yetiştirilen mısırın ortalama mevsimlik su tüketimi değerleri 631 mm olarak saptanmıştır (Köksal, 1995).

Uygulanan sulama aralığı sabit olmakla beraber, her sulamada uygulanan sulama suyu miktarları farklı olmuştur. Sulama suyu miktarının hesaplandığı S1 konusunda ilk sulamada 64 mm uygulanırken 7. sulamada 83 mm uygulanmıştır. Bunun sıcaklık ve rüzgâr gibi su tüketimini artıran iklim olaylarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

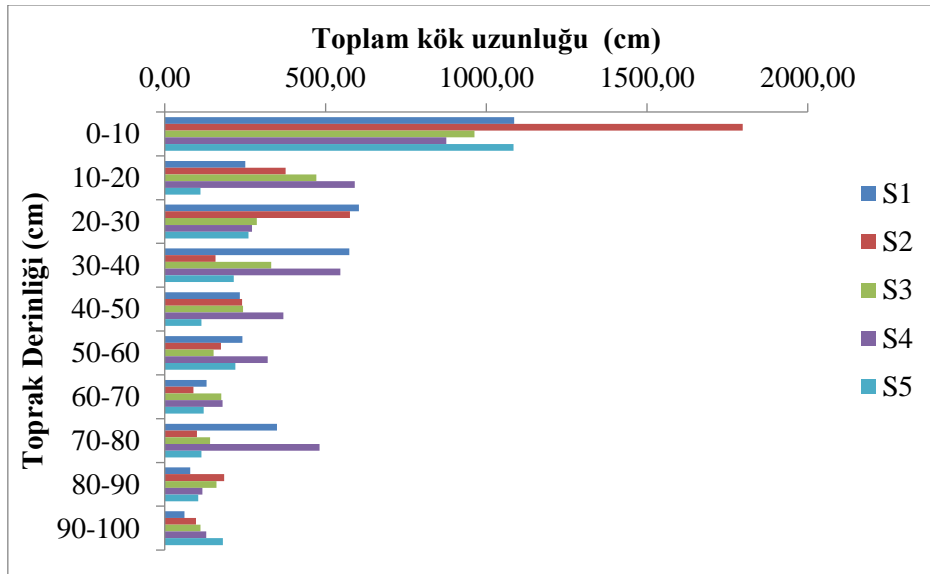
Kök ölçümleri

Sulama düzeyinin kök gelişimine ve toplam kök uzuluğuna etkisinin tespit edilmesi amacı ile kök ölçümleri hasattan hemen sonra, tek ölçüm olarak yapılmıştır. Bu amaçla toprağın 100 cm derinliğine kadar kesintisiz olarak her biri 10 cm uzunluğunda, 8 cm çapında ve 502,4 cm³ hacme sahip bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır. 502,4 cm³ toprak hacmi içerisinde ölçülen kök uzunlukları cm cinsinden ve oransal olarak derinliğe göre değişimleri Çizelge 7 ve Şekil 1 ve 2'de verilmiştir.

Farklı Sulama Düzeylerinin Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısırın Kök Gelişimine

Çizelge 7. Kök uzunluklarının derinliğe göre değişimi

Sulama Düzeylerine Göre Bitki Kök Uzunlukları (cm)					
Derinlik (cm)	S1	S2	S3	S4	S5
0-10	1087,14	1798,05	963,24	875,84	1084,86
10-20	250,45	376,18	471,45	591,15	111,54
20-30	603,62	576,06	286,64	271,12	260,90
30-40	573,72	158,07	331,48	545,90	214,96
40-50	233,43	241,09	243,29	368,70	113,75
50-60	241,62	175,12	152,33	319,96	219,78
60-70	130,50	89,32	176,22	179,43	121,13
70-80	348,84	99,84	141,14	481,23	113,73
80-90	79,24	185,34	160,65	117,36	103,98
90-100	61,15	97,57	111,24	129,09	180,49
<i>Toplam</i>	<i>3609,73</i>	<i>3796,65</i>	<i>3037,68</i>	<i>3879,77</i>	<i>2525,11</i>



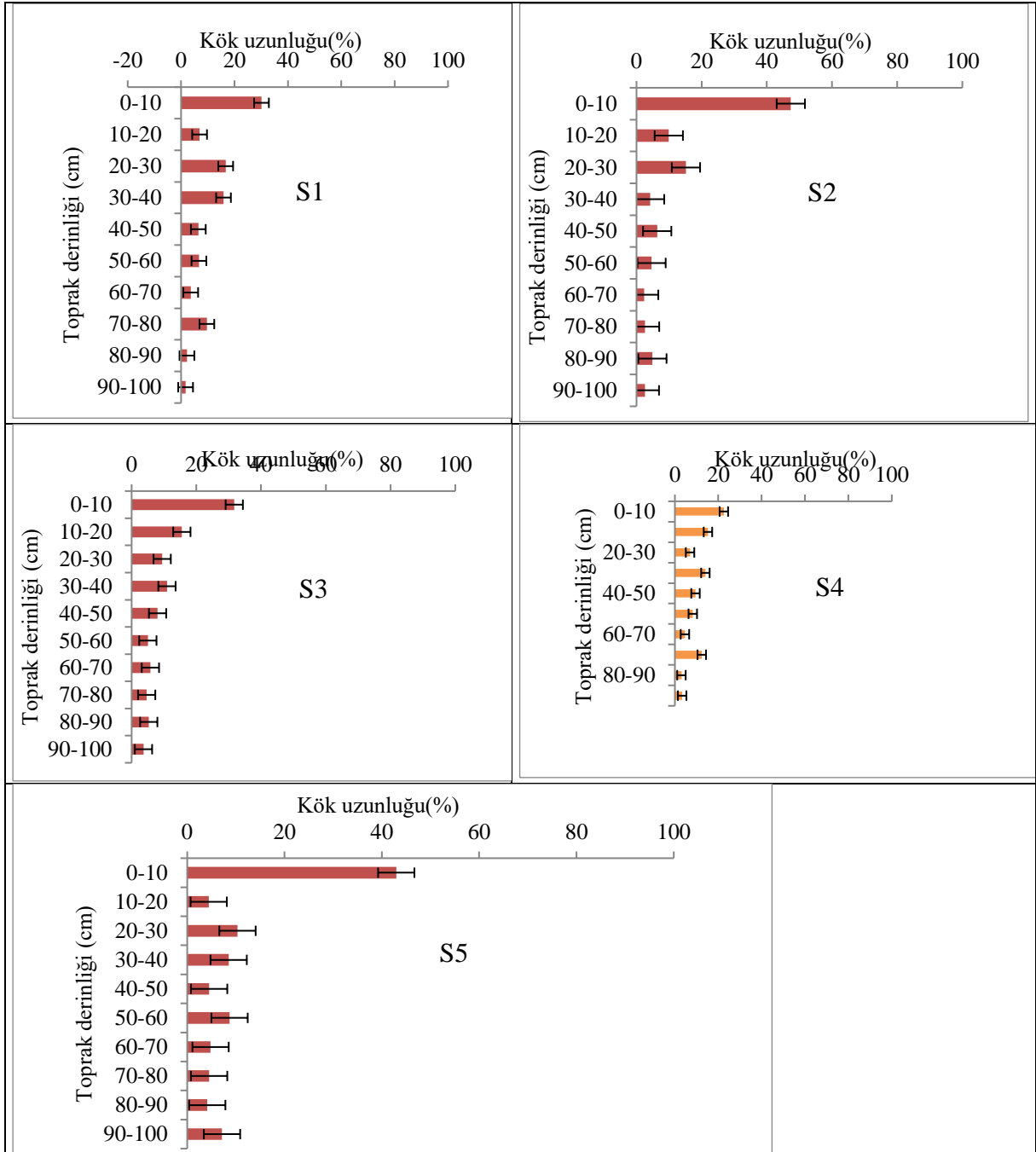
Şekil 1. Kök uzunluklarının derinliğe göre dağılımı

Sulama düzeyleri ile kök uzunlukları arasındaki fark istatistik olarak önemsiz bulunmuş olmakla beraber ($P=0,0762$), ölçüm yapılan 100 cm'lik kök derinliğinde en yüksek toplam kök uzunluğu 3879,77 cm ile S4 konusunda tespit edilmiştir. Bunu 3796,65 cm ile S2, 3609,73 cm ile S1, 3037,68 cm ile S3 ve 2525,11 cm ile S5 konuları izlemiştir (Çizelge 7). Wang ve ark. (2019) pamuk ile yaptıkları çalışmalarında, toprak nemini tarla kapasitesinin %90, %75 ve %60'ı düzeyinde tuttıkları koşulda en fazla kök gelişimini %75 nem düzeyinde tespit etmişlerdir. Yang ve ark. (2010) alternatif sulama yöntemi ile su kısıtının uygulandığı koşullarda mısır kök gelişiminin arttığını belirtmektedir. Sulama suyu eksikliği kök oluşumunu iki farklı şekilde etkilemiştir. Bunlardan ilki, sulama suyu eksikliği kök oluşumunu artırmıştır. Sulama suyu eksikliğinin ikinci etkisi kök uzunluğunun derinliğe göre dağılımıdır (Çizelge 7, Şekil 1, Şekil 2). Yapılan istatistiksel analizde konularda derinliğe göre kök uzunluğu dağılımı önemli bulunmuştur ($P<0,0001$). S1 ve S4 konularında, diğer konularda olduğu gibi 0-10 cm'ler arası kök uzunluğu fazla olmakla beraber, özellikle 10-90 cm'ler arasında dengeli bir dağılımın olduğu görülmektedir. Ancak diğer konularda 0-10 cm'lik diğer bir ifade ile örnek alınan ilk katmanda kök yoğunluğunun diğer katmanlara göre çok fazla olduğu görülmüştür. Özellikle S2 konusunda köklerin %47,36'sı ilk katmanda yer almaktadır. Bunu %42,96 ile S5, %31,71 S3 ve %30,12 ile de S1 takip etmektedir (Şekil2).

Machado ve ark. (2003), sulama seviyesinin bir sonucu olarak toprak profili içindeki suyun dağılımının, toprakta bitki kökleri tarafından besin maddelerinin taşınması ve alımının yanı sıra yatay ve dikey kök gelişiminin de etkilendiğini bildirmiştir. Benzer bir bulgular Sperry ve ark. (2002), Song ve Li. (2006), Hu ve ark. (2009) tarafından bildirilmiştir. Mahgoub ve ark. (2017) kumlu topraklarda farklı sulama yöntemlerinin mısır ve börülcenin kök gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmada kök

yoğunluğunun toprak derinliği ile ters orantılı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Chen ve ark. (2010), toprak derinliği arttıkça kök kütesinin azaldığını ve kök kütesinin çoğunun 0-20 cm toprak derinliğinde bulunduğunu bildirmiştir.

Toplam kök uzunluğunun toprak profili içerisinde derinliğe göre oransal dağılımı, aynı zamanda oransal olarak bitkinin su tüketimi amacı ile kullandığı derinliği de ifade etmektedir. Sulama suyunun eksik uygulandığı konularda, toplam kök uzunluğunun üst katmanlarda yoğunlaşması, bitkinin su tüketimi amacı ile kullandığı toprak derinliğini kısıtlamaktadır. Bu durumda sulama suyu gereksinimi hesaplamalarında kullandığımız ve “Bitkinin gereksinim duyduğu suyun %80’ini tükettiği derinlik” olarak ifade ettiğimiz etkili kök derinliği kavramı kısıtlı sulama yapılan alanlarda kontrollü olarak kullanılmalıdır. Yukarıda ifade edildiği gibi kök uzunluklarının ölçülmesi amacı ile hasat sonrası alınan toprak örneklerinden ölçülen kök uzunluklarına göre etkili kök derinliği konulara göre değişim göstermektedir (Çizelge8). Etkili kök derinliği S1, S4 ve S5 konularında 70 cm’de gerçekleşirken, S2 konusunda 50 cm’de, S3 konusunda ise 60 cm’de gerçekleşmiştir.



Şekil 2. Kök uzunluklarının derinliğe göre dağılımı (%)

Farklı Sulama Düzeylerinin Damla Sulama Yöntemi ile Sulanan Mısırın Kök Gelişimine

Çizelge 8. Kök uzunluklarının oransal olarak derinliğe göre değişimi ve konulara göre etkili kök derinlikleri

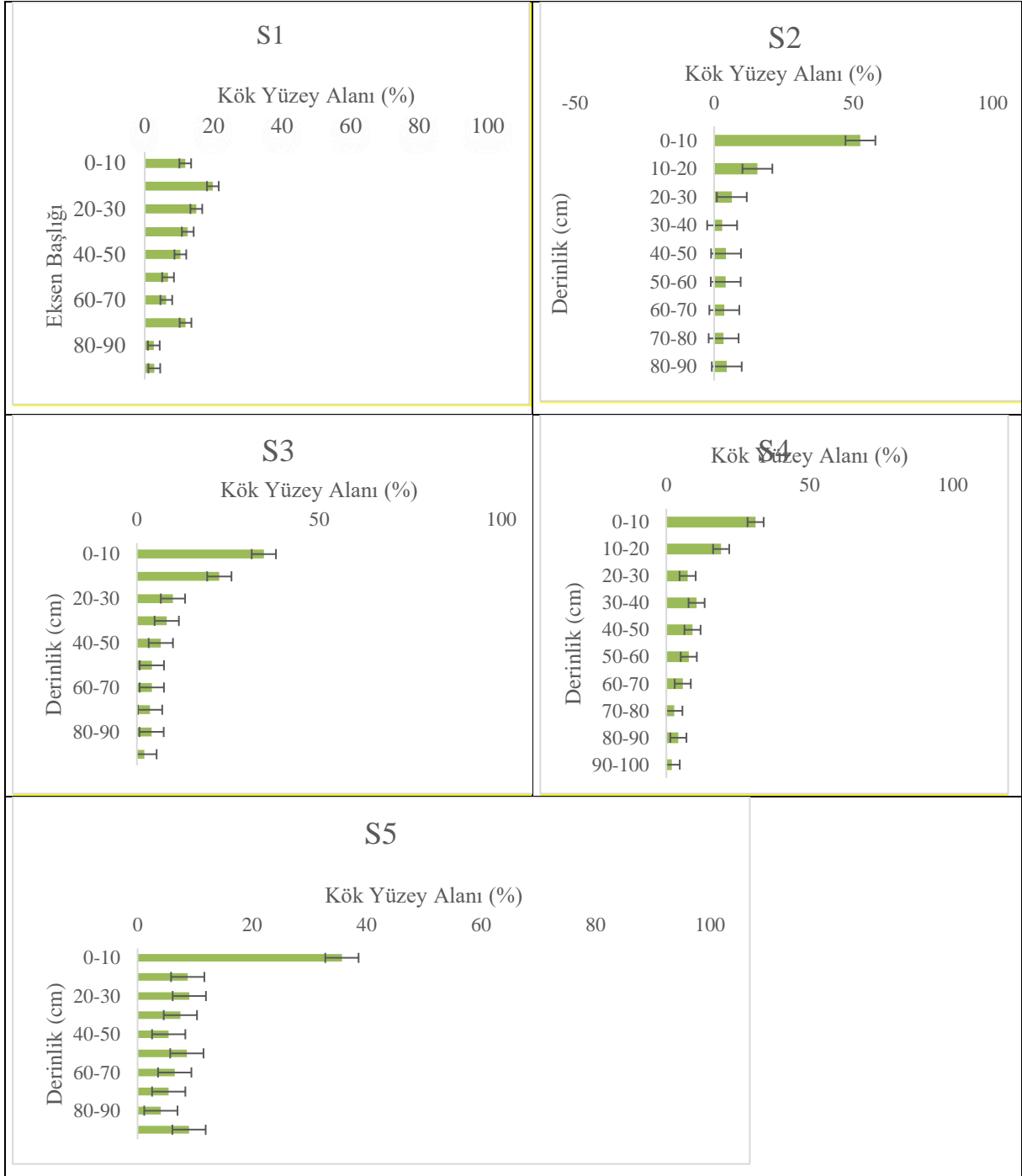
Sulama Düzeylerine Göre Kök Uzunlukları (%)*					
Derinlik (cm)	S1	S2	S3	S4	S5
0-10	30,12	47,36	31,71	22,57	42,96
10-20	6,94	9,91	15,52	15,24	4,42
20-30	16,72	15,17	9,44	6,99	10,33
30-40	15,89	4,16	10,91	14,07	8,51
40-50	6,47	6,35	8,01	9,50	4,50
50-60	6,69	4,61	5,01	8,25	8,70
60-70	3,62	2,35	5,80	4,62	4,80
70-80	9,66	2,63	4,65	12,40	4,50
80-90	2,20	4,88	5,29	3,02	4,12
90-100	1,69	2,57	3,66	3,33	7,15
<i>Toplam</i>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Konularda toplam kök yüzey alanlarının derinliğe göre farkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0,0079$). Ayrıca konularda derinliğe göre kök yüzey alanlarının dağılımı istatistiksel olarak farklıdır ($P<0,0001$). Konularda en yüksek toplam kök yüzey alanı $187,71 \text{ cm}^2$ ile S2 konusunda ve en düşük $110,18 \text{ cm}^2$ ile S5 konularında tespit edilmiştir. S3 konusunu $167,66 \text{ cm}^2$, S4 konusunda $154,32 \text{ cm}^2$ ve S1 konusunda $149,26 \text{ cm}^2$ olarak bulunmuştur (Çizelge 9). Konu derinliğe göre incelendiğinde kök yüzey alanı ağırlıklı olarak 0-60 cm'ler arasında olduğu görülmektedir. Özellikle S2 ve S5 konularında toplam kök yüzey alanının yaklaşık %50'si'un 0-10 cm'ler arasında olduğu görülmüştür. Diğer konularda ise S1' de %29,44, S3'te %32,84, S5'te %45 ve S4 de %27,55'si bu derinlikte tespit edilmiştir (Şekil 3).

Çizelge 9. Sulama Düzeylerine Göre Ortalama Kök Yüzey Alanı ve Derinliğe Göre Oransal Dağılımı

Derinlik (cm)	Konulara Göre Kök Yüzey Alanları									
	S1		S2		S3		S4		S5	
	cm ²	%	cm ²	%	cm ²	%	cm ²	%	cm ²	%
0-10	44,09	29,54	94,79	50,50	55,06	32,84	42,51	27,55	52,99	48,10
10-20	14,75	9,88	23,96	12,76	33,71	20,11	26,02	16,86	8,15	7,40
20-30	26,04	17,45	21,18	11,29	17,51	10,45	10,02	6,49	9,64	8,75
30-40	20,01	13,41	8,00	4,26	15,77	9,41	22,74	14,74	6,74	6,12
40-50	9,59	6,43	9,96	5,31	10,48	6,25	15,40	9,98	4,08	3,70
50-60	9,26	6,21	7,69	4,10	7,22	4,31	18,79	12,18	7,62	6,92
60-70	6,13	4,11	4,31	2,30	7,04	4,20	8,01	5,19	4,58	4,16
70-80	13,75	9,21	4,71	2,51	7,23	4,31	1,53	0,99	4,08	3,70
80-90	3,13	2,10	7,69	4,10	7,69	4,59	5,46	3,54	4,63	4,20
90-100	2,51	1,68	5,42	2,89	5,95	3,55	3,83	2,48	7,67	6,96
<i>Toplam</i>	149,26	100	187,71	100	167,66	100	154,32	100	110,18	100

Sartori ve ark. (2016) soyada en yüksek kök yüzey alanını toprak nem içeriğinin %60 olduğu koşullarda ölçmüştür. Halil ve ark (2021), 2015- 2016 yıllarında mısır (Zeamays L.) bitkisi üzerinde üç farklı dikim yöntemini [geniş yatak ve karık (BBF), sığ ve dar karık (SNF) ve derin ve geniş karık (DWF)] ve dört sulama seviyesini karşılaştırmışlardır. Sonuçlar, derin ve geniş karık yönteminin SNF ve BBF ile karşılaştırıldığında kök uzunluğunu, kök hacmini, kök yüzey alanını ve kök kuru ağırlığını arttırdığını ortaya koymaktadır.



Şekil 3. Kök yüzey alanlarının derinliğe göre dağılımı (%)

Mevcut toprak neminin %50'si azaldığında yapılan sulama, dikim yöntemlerinden bağımsız olarak kök uzunluğu, kök yüzey alanı ve tane verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Min ve ark. (2014), Pamuk bitkisinde toprağa verilen azot oranı arttıkça, kök yüzey alanının azaldığını belirtmişlerdir. Azotlu gübreleme yapılmayan parsellerde kök yüzey alanı, azot verilen parsellere göre %17 ila 21 daha fazla olmuştur. Chen ve ark. (2010), toprak derinliği arttıkça kök kütlelerinin azaldığını ve kök kütlelerinin çoğunun 0-20 cm toprak derinliğinde bulunduğunu bildirmiştir. Yıllar ve N-gübre uygulama oranlarının ortalaması alındığında, artan sulama seviyeleri ile domates bitkisinin toplam kök yüzey alanı, ortalama çap ve toplam kök hacmi arttığı bildirilmiştir. En fazla kök yüzey alanı ve toplam kök hacmi, daha yüksek sulama seviyelerinde ve N-gübre oranlarında elde edilmiştir (Wang ve ark. 2019). Kışlık buğdayda 75 mm kısıtlı sulama ile sulanan bitkilerde hasat sırasında 150 mm kısıtlı sulama işlemine göre 0-30 cm toprak profilinde önemli ölçüde daha yüksek kök yüzey alanı yoğunluğuna sahip bulunmuştur (Ali ve ark. 2019).

SONUÇ

Deneme konuları 7 kez sulanmış ve S1'den başlamak üzere sırası ile 46 mm, 455,6 mm, 365,2 mm, 274,8 mm ve 94 mm sulama suyu uygulanmıştır. Konularda gerçekleşen mevsimlik bitki su tüketimi aynı sıra ile 754,9 mm, 671,71 m, 585,39 mm, 519,44 mm ve 341,66 mm olmuştur. Sulama düzeylerinin toplam kök uzunlukları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuş olmakla beraber ($P=0,0762$), eksik su alan konularda ölçülen toplam kök uzunluğu daha fazladır. En yüksek toplam kök uzunluğu 3879,77 cm ile S4 ve en düşük 2525,11 cm ile S5 konularında tespit edilmiştir. Konularda toplam kök yüzey alanlarının derinliğe göre farkları istastiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0,0079$). Ayrıca konularda derinliğe göre kök yüzey alanlarının dağılımı istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($P<0,0001$). Konularda en yüksek toplam kök yüzey alanı 187,71 cm² ile S2 ve en düşük 110,18cm² ile S5 konularında tespit edilmiştir. Su kısıtı, konularda üst katmanlarda oluşan kök miktarının artmasına neden olmuştur. Bu da yine 0-30 cm gibi toprağın üst kamanlarında ölçülen kök yüzey alanını artırmıştır.

Teşekkür

Bu araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Araştırma Koordinasyon Birimince FYL-2019-2944 kodlu proje olarak desteklenmiştir.

Not: Bu çalışma birinci yazarın yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

Kaynakça

- Adiku, S.G.K, Ozier-Lafontaine, H., Bajazet, T., 2001. Patterns of root growth and water uptake of a maize-cowpea mixture grown under green house conditions. *Plant and Soil* **235**: 85–94.
- Ali, S., Xu, Y., Ma, X., Ahmad, I., Jia, Q., Akmal, M., ... & Jia, Z., 2019. Deficit irrigation strategies to improve winter wheat productivity and regulating root growth under different planting patterns. *Agricultural Water Management*, *219*, 1-11.
- Anderson, E.L., 1987. Corn root growth and distribution as influenced by tillage and nitrogen fertilization. *Agron. J.*, *79*, 544–549.
- Asbjornsen, H., Mora, G., Helmers, M.J., 2007. Variation in water uptake dynamics among contrasting agricultural and native plant communities in the Midwestern U.S. *Agriculture, Ecosystems & Environment* Volume 121, Issue 4, August 2007, Pages 343-356.
- Bayrak F., 1979. Bafra Ovası Koşullarında Mısır Su Tüketimi, Toprak Araştırma Enstitüsü, Yayın Genel No: 15, Rapor Seri No: 13, Samsun, Pp: 30.
- Cavero, J., Farre, I., Debake, P., Faci, J., Playan, E., 2000. Simulation of maize yield under water stress with EPIC phase and CROPWAT in a semi arid climate. *Agron J.* *92*, 679-690.
- Çakır, R., 2004. Effect of Water Stress at Different Development Stages on Vegetative and Reproductive Growth of Corn. *Field Crops Research*, *89* (1): 1-16.
- Chen, W., Hou, Z., Wu, L., Liang, Y., & Wei, C., 2010. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. *Plant and soil*, *326*(1), 61-73.
- Dahlman, R.C., Kucera, C.L., 1965. Root productivity and turnover in native prairie. *Ecology* *46*, 84–89.
- Dehqani, M., Emamzadei, M.N., Shahnazari, A. Gheisari, M., 2019. The Effect of Furrow Irrigation Management on Termination of Corn Root Growth. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. Volume 50, ISSUE 5, page 1255-1264.
- Doorenbos J., Kassam A.H., 1979. Yield Response to Water, FAO Irr. And Drain. Paper No:33, Rome, Italy. Pp: 193.
- Feng, Q., Si, J., Li, J., Xi, H., 2008. Feature of root distribution of *Populus euphratica* and its water uptake model in extreme arid region. *Adv. Earth Sci.* *23*, 765–772.
- Halli, H. M., Angadi, S., Kumar, A., Govindasamy, P., Madar, R., El-Ansary, D. O., Elansary, H. O., 2021. Influence of Planting and Irrigation Levels as Physical Methods on Maize Root Morphological Traits, Grain Yield and Water Productivity in Semi-Arid Region. *Agronomy*, *11*(2), 294.
- Himmelbauer, M. L., Loiskandl, W., Kastanek, F., 2004. Estimating length, average diameter and surface area of root using two different image analysis systems. *Plant and Soil* *260*: 111–120.
- Hu, T., Kang, S., Li, F., Zhang, J., 2009. Effects of partial root-zone irrigation on the nitrogen absorption and utilization of maize. *Agricultural Water Management* *96*(2): 208-214.
- Jackson, R.B., Canadell, J., Ehleringer, J.R., Mooney, H.A., Sala, O.E., Schulze, E.D., 1996. A global analysis of root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia* *108*, 389–411.
- Kavdir, Y., & Smucker, A. J., 2005. Soil aggregate sequestration of cover crop root and shoot-derived nitrogen. *Plant and soil*, *272*(1), 263-276.
- Khan, M.B.; Rafiq, R.; Hussain, M.; Farooq, M.; Jabran, K., 2012. Ridge sowing improves root system, phosphorus uptake, growth and yield of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Measurements*, *22*, 309–317.
- Klepper, B., 1990. Root growth and water uptake. *Irrigation of agricultural crops*, Ed: Stewart, B.A., Neilsen, D.R. Madison, Wisconsin USA, Pp: 281–321.
- Köksal H., 1995. Çukurova Koşullarında II. Ürün Mısır Bitkisi Su–Üretim Fonksiyonları ve Farklı Büyüme Modellerinin Yöreye Uygunluğunun Saptanması Üzerine Bir Araştırma, (Doktora Tezi) Ç.Ü. Fen. Bil. Ens. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Adana, Pp: 199.
- Machado, R.M.A., Oliveira, M.R.G., 2003. Comparison of tomato root distributions by and destructive sampling, *Plant and Soil* *255*: pp.375-385.
- Mahgoub, N.A., Ibrahim, A.M., Ali, M.O., 2017. Effect of different irrigation systems on root growth of maize and cowpea plants in sandy soil. *Eurasian J Soil Sci* (4) 374 – 37.

- Materechera, S.A.; Mloza-Banda, H.R., 1997. Soil penetration resistance, root growth and yield of maize as influenced by tillage system on ridges in Malawi. *Soil Tillage Res.*, 41, 13–24.
- Mehrabi, F., Sepaskhah, A.R., Ahmadi, S.H., 2021. Winter wheat root distribution with irrigation, planting methods, and nitrogen application. *NutrCyclAgroecosyst* (2021) 119:231–245.
- MGM., 2021. Çanakkale İli ve çevresi uzun yıllık iklim ortalamaları. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=CANAKKALE>
- Min, W., Guo, H., Zhou, G., Zhang, W., Ma, L., Ye, J., Hou, Z., 2014. Root distribution and growth of cotton as affected by drip irrigation with saline water. *FieldCropsResearch*, 169, 1-10.
- Mitchell, W.H.; Sparks, D.L., 1982. Influence of subsurface irrigation and organic additions on top and root growth of fieldcorn. *Agron. J.*, 74, 1084–10818.
- Oliveira MRG, vanNoordwijk M, Gaze SR, Brouwer G, Bona S, Mosca G, Hairiah K., 2000. Augersampling, ingrowth cores and pinboard methods. In: Smit AL, Bengough AG, Engels C, vanNoordwijk M, Pellerin S, van de Geijn SC (eds) *Root Methods: A Handbook*. Springer, Berlin, p 587.
- Özcan H., Ekinci H., Yüksel O., Kavdır Y., Kaptan H., 2004. Dardanos Yerleşkesi toprakları, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi yayınları, No: 39. Çanakkale, 63s.
- Sartori, G.M.S., De David, E.M.R., FernandoTeixeiraNicoloso, F.T., Schorr, M.R.W., AlbertoCargneluttiFilho, A.C., 2016. GabrielDonato, G., Growth and development of soybean roots according to planting management systems and irrigation in low land areas. *CiênciaRural*, Santa Maria, v.46, n.9, p.1572-1578, set.
- Song, H.X., Li, S.X., 2006. Root function in nutrient uptake and soil water effect on NO₃⁻-N and NH₄⁺-N migration. *Agricultural Sciences in China*5(5): 377-383.
- Sperry, J.S., Stiller, V., Hacke, U.G., 2002. Soil water uptake and water transport through root systems. In: *Plant Roots: The Hidden Half*. Waisel, Y., Eshel, A., Kafkafi, U. (Eds.). 3rd Edition, MarcelDekkerInc. New York, USA. pp. 1008-1040.
- Statistical Analysis System (SAS), 1987. SAS V 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC 27513-2414, USA.
- Wang, P., Song, X., Han, D., Zhang, Y., Liu, X., 2010. A study of root water uptake of crops indicated by hydrogen and oxygen stable isotopes: A case in Shanxi Province, China. *Agricultural Water Management* 97 (2010) 475–482.
- Yang, C.H., Chai, Q., Huang, G.B., 2010. Root distribution and yield responses of wheat/maize intercropping to alternate irrigation in the arid areas of northwest China. *Plant, Soil and Environment*. 56, 2010 (6): 253–262.
- Yavuz, M.Y., Çakır, R., Kavdır, Y., Bahar, E., Deveciler, M., 2009. Tekil Lateral Tekniği ile Uygulanan Farklı Su Düzeylerinin Mısır Bitkisinin Verimi ve Kök Dağılımı Üzerine Etkileri. I. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş 27-29.
- Yavuz, M.Y., Çakır, R., Kavdır, Y., Deveciler, M., Bahar, E., 2012. Irrigation water management for sprinkler irrigated corn using rooting data obtained by the minirhizotron technique. *Int. J. Agric. Biol.*, 14: 11–19.
- Yazar, A., Sezen, S., Gencel, B., 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Irrig-Drain*. 51, 293-300.
- Yüksel, A., Ekinci, H., 2021. Çanakkale Koşullarında Andezitlerde Toprak Oluşumu. *Lapseki Meslek Yüksek Okulu Uygulamalı Araştırmalar Dergisi*. Cilt 2, Sayı 3, 103 – 115.
- Wang, X., Yun, J., Shi, P., Li, Z., Li, P., Xing, Y. 2019. Root growth, fruit yield and water use efficiency of greenhouse grown tomato under different irrigation regimes and nitrogen levels. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(2), 400-415.
- WIESLER, F., Horst, W.J., 1994. Root growth of maize cultivars under field conditions as studied by the core and method and relationships to shoot growth, *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*. 157: 5, 351-358.



İlköğretim 4.Sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler Dersleri Öğretim Programlarının Üstbilisel Açıdan Analizi

Tuççe DEĞİRMENCİ^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-8076-3512>

Ganime AYDIN²

<https://orcid.org/0000-0001-6112-5243>

¹ Çınar Koleji, İstanbul

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu

*Sorumlu yazar: tugcedegirmenci@cinarkoleji.com.tr

Özet

Anlamli ve kalici öğrenme ile literatürümüze giren üstbilis kavramı, bireylerin zihinsel faaliyetleri üzerindeki tahmin etme, plan yapma, izleme ve değerlendirme süreçlerini kapsamaktadır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, yenilenen ilköğretim programlarımızdaki program kazanımlarının, becerilerinin ve ölçme değerlendirme uygulamalarının üstbilisel düzeyleri bakımından incelemektir. Çalışmada, İlköğretim 4.sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri ve Sosyal Bilgiler dersleri öğretim programları kazanımları, program becerileri ve ölçme değerlendirme yöntemleri üstbilisel açıdan incelenmiştir. Araştırma nitel araştırma türünde olup inceleme nesnesini Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanmış 2018-2019 eğitim öğretim yılı itibariyle öğretimi gerçekleştirilen 4.sınıf Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler ve Fen Bilimleri öğretim programları oluşturmaktadır. Program kazanımları incelenirken Krathwohl ve diğerleri (2001) tarafından yenilenen Bloom Taksonomisi kullanılırken, program becerileri ve ölçme-değerlendirme yöntemleri incelenirken araştırmacılar tarafından literatürden yararlanılarak geliştirilen kodlar kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, program kazanımlarının ve becerilerinin üstbilisel bilgiye yönelik yeterli düzeye sahip olmadığı, daha çok kavramsal bilgi boyutunda becerilerin bulunduğu, kazanımların tüm bilgi düzeylerine eşit şekilde dağıtılmadığı ancak ölçme değerlendirme süreçlerinin üstbilisel öğretimi destekler nitelikte olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üstbilis, program kazanımları, ölçme ve değerlendirme, program becerileri.

The Analysis Of 4 Th Class Turkish, Mathematics, Science, Social Science's Curriculums Along With Metacognitive Perspective

Abstract

The metacognition concept, which made its way into literature with meaningful and permanent learning has involved process of guessing on mentation, planning, observing and evaluating. The individual who manages the learning process and finds the possibility to revise it by realizing the errors in the process has reached a lifelong learning, which supports lasting learning from the core points of our education. According to this study, the acquisitions, skills and measurement evaluation methods of Turkish, Mathematics, Science and Social Sciences teaching programmes on 4th grade level were reviewed along with metacognitive perspective. The qualitative research design was used with the study object which was published by the Ministry of National Education (MoNE) as of 2018-2019 academic year. The renewed Bloom taxonomy was by Krathwohl and the others (2001) and use of codes developed by researchers during the analysis of program skills and measurement-evaluation methods were used. As a result of the analyses, it has been inclined that the programme acquisitions have not been for metacognitive knowledge level have not distributed equally to all knowledge levels. However, it has been determined that the process of assessment and evaluation is such as to support metacognition teaching.

Keywords: Metacognition, acquisition, assessment and evaluation, program skills.

Giriş

Eğitim, tüm uluslar için önemli bir kavramdır. Eğitim kavramı ile karşımıza; öğrenme ve öğretmen gibi iki önemli unsur çıkar. Öğretmen uygun bir öğrenme ortamını sağladığında ise anlamlı öğrenme gerçekleşir. Anlamlı öğrenme kavramı ise karşımıza kişinin kendi öğrenme deneyimleri üzerinde bilgi sahibi olduğu, tüm süreçleri farkında olarak ilerlediği, kendi öğrenme süreçlerini düzenlediği bir ortamda gerçekleşir ve kalıcı hale gelir ve bu durum da bilişsel süreçler ile ilişkilidir.

Bilişsel psikoloji insan algılarını, düşüncelerini ve belleğini anlamaya odaklanan teorik bir yaklaşımdır. Öğreneni bilginin aktif bir işleyicisi, bilgisayar dünyasından alınan bir mecaz olarak tanımlar ve bilgiye ve öğrencilerin kendi öğrenmelerine karşı bakış açılarını önemser. Bilişsel psikoloji ilerledikçe bir üst boyutu olan üstbilis kavramını ortaya çıkarmıştır.

Üstbilis kavramı, bireylerin zihinsel faaliyetlerinden tahmin, planlama, izleme ve değerlendirme yeteneklerini ifade etmektedir (Özsoy, 2008). Drmrod (1990) ise üstbilisi, bir öğrencinin öğrenme süreçlerinde kendi öğrenme süreçlerinin farkında olması, öğrenme yöntemlerini kendine göre ayarlayabilmesi, karşılaştığı görevlerde başarılı olacağı yaklaşımı seçebilmesi, kendi öğrenme durumunu izleyebilmesi, hafızasındaki eski bilgilerini geri çağırabilme becerilerine sahip olması olarak ifade etmektedir.

Son yıllarda üstbilis (metacognition) ile eş anlamda birçok sözcük kullanılmaktadır (Aktürk, 2010). Steinbach'a göre bazı çalışmalarda üstbilis öz-yönetim (self-management) üst-öğrenme(meta-learning) veya üst-düşünme (meta- mentaition) olarak geçmektedir (Aktürk, 2010). Veenman, Van Hout-Wolters ve Afflerbach (2006) üstbilisi literatürdeki üstbilişsel düşüncelerini (metacognitive beliefs), yürütücü becerilerini (executive skills), üst unsurlarını (meta-components), öz düzenlemelerini ve öğrenmelerin eleştirilmesinin (judgements of learning) benzerinde farklı terimler ile ifade etmişlerdir (Aktürk, 2010). Türkiye'de bilim adamlarının üstbilis kavramına yönelik olarak, yürütücü bilis (Senemoğlu, 2005) ve bilis bilgisi (Özer, 1998), bilis ötesi (Demirel, 2003; Namlu, 2004), bilis üstü (Demir, 2000), bilişsel farkındalık (Doğanay, 1996; Duman, 2008) gibi farklı terimler kullanılmaktadır.

Üstbilis dediğimizde literatürde kavramı ilk kullanan ve detaylandıran Flavell gelmektedir. Flavell (1979), üstbilisi ve bilis kontrolünü dört boyutta ifade etmiştir. Bu boyutlar; üstbilişsel bilgi, deneyim, hedefler (görevler), işlemlerdir (strateji). Literatürde, birbirinden farklı sınıflamalar görülmektedir. Ancak zamanla yapılan çalışmalar ile net bir model belirlenmiştir. Üstbilis; üstbilişsel bilgi ve üstbilişsel kontrol olarak iki boyuttan oluşmuştur (Karaman ve diğ., 2013). Üstbilişsel bilgi, öğrenme yetisine sahip bireyin bilgisidir, bireyin öğrenme performansının etkileyebilecek faktörleri farkında olmasıdır. Bireyin öğrenme stratejilerini, stratejilerin ne zaman ve neden kullanılacağını ifade eden bilgidir.

Flavell (1979)'e göre üstbilişsel bilgi kendi içinde yordam bilgisi, bildirimsel bilgi ve iki bilgi türünü içeren duruma dayalı bilgi olarak üç bölümde ele alınmıştır (Özsoy, 2008; Özsoy ve Günindi, 2011).

a. Yordam bilgisi: Bir görevin veya işin başarıyla sonuçlanabilmesi için gerekenlerin bilinmesidir. Matematik dersinde bir üçgenin alanının nasıl hesaplanacağını bilmesi yordam bilgisidir. Yordam bilgisi bir işin yapım bilgisini içerir (Özsoy, 2008).

b. Bildirimsel bilgi: Bir görevin işi ya da görevi kendisinin yapabilme durumunun farkındalığı bildirimsel bilgidir. Bir Matematik sorusundaki üçgen alanı hesaplama işleminin yapılabilme durumunu bilmek bildirimsel bilgiye örnektir (Özsoy, 2008).

c. Duruma dayalı bilgi: Bireyin karşılaştıkları durumlarda hangi bilgi türünü kullanacağını bilmesi duruma dayalı bilgidir. Bireyin yordama ve bildirimsel bilgilerinin her ikisine sahip olması ve gereken durumlarda seçim yaparak bilgi türlerini kullanmasıdır (Özsoy, 2008).

Üstbilişsel bilgi; duruma yönelik, bireyin öğrenmelerinde sahip olduğu bilgiyi ve yapabileceklerinin farkında olmasını kapsar. Üstbilis bireylerin tüm bu bilgileri bilmesine ek olarak farklı durumlara uygun olarak seçip kullanması demektir. Üstbilişsel bilgiyi kullanabilme becerisi ise üstbilişsel kontroldür.

Üstbilişsel bilgiden önceki bilişsel aşamadaki bilgi işleme süreçleri Bloom ve diğerleri tarafından 1956 yılında “Eğitim Hedeflerinin Sınıflaması: El Kitabı I: Bilişsel Alan olarak kitap halinde yayınlanan taksonomi kitabında eğitim hedeflerinin bilişsel düzeyde sistemli şekilde sınıflandırılmıştır. Öğretmenler, eğitimciler, çeşitli ölçme ve değerlendirme uzmanları sınıflamayı kullanarak eğitim hedeflerini somut şekilde aşamalı olarak görme imkânı bulmuşlardır (Kratthwohl ve diğerleri, 2014). Hazırladığı taksonomi basit düzeylerden karmaşık süreçlere doğru bilgi, kavrama, uygulama, analiz etme, sentez ve değerlendirme süreçleri olarak altı seviyeden oluşmaktadır (Ünsal& Korkmaz, 2017). Anderson, Krathwohl ve arkadaşları 1995 yılında Bloom’un sınıflamasını düzenlemek ve yenilemek üzere bir çalışma grubu oluşturmuşlar ve 1997 yılında yeni bir sınıflandırma ortaya çıkarmışlardır. Hatırla, anla, uygula, analiz et, değerlendir, yarat olarak tekrar düzenlenmiştir. Revize edilmiş taksonomide bilgi basamağı genişletilmiş, bilginin akademik bir alanı tanımlayan olay, terminoloji, ilişkiler, yönelimler, sınıflamalar, kriterler, yöntem, ilke ve genellemeler ile teori ve yapıların içeriklerini de kapsadığı düşünülmüştür. Kavrama basamağı ise daha ayrıntılı hâle getirilmiş, alt basamaklarının sayısı artırılmıştır. Burada esas değişiklik sentez basamağının kaldırılarak bu basamağın yaratıcılık adı altında en üst basamağa alınmasıdır. Böylece Bloom’un sınıflamasındaki en üst basamak olan değerlendirme basamağı, bu sınıflamada son basamak olan yaratıcılıktan bir önceki basamak hâline getirilmiştir (Yüksel, 2007).

Bloom ve diğerlerinin hazırladıkları taksonomide bilişsel hedef süreçleri bilgi ile başlar ve bu hedef aynı zamanda anlama ve bilginin kullanımını da kapsamaktadır (Bekdemir ve Selim, 2008). Krathwhol ve diğerlerinin (1964) revize ettiği taksonomide bilginin kavrama ile sentez arasında olması gerektiği savunulur. İki taksonomide ana fikir aynı olmasına rağmen bilişsel psikolojideki gelişmelerle bilgi boyutu düzenlenerek dört basamaklı hale getirilmiştir. Bilgi boyutunda yeni düzenlemede biliş üstü bilgisi (metacognitive knowledge) dahil edilmiştir. Biliş bilgisi kişinin öz bilişsel süreçlerinin farkındalığını ifade etmektedir.

Bu araştırmanın amacı, İlköğretim 4. sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler Öğretim Programları’nın kazanımlarını, becerilerini, ölçme değerlendirme yöntemlerini üstbilişsel bilgi düzeyleri esas alınarak incelemektir. Çalışmada aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır.

- Milli eğitim Bakanlığı [MEB] İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler Öğretim programı kazanımları hangi üstbilişsel düzeyleri kapsamaktadır?
- MEB İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler öğretim programları hangi üst düzey becerileri kapsamaktadır?
- MEB İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik ve Sosyal Bilgiler Öğretim Programları hangi üstbilişsel ölçme ve değerlendirme yöntemlerini kapsamaktadır?

Öğretim programlarındaki kazanımlar; bilişsel süreç ve bilgi birikimi boyutu açısından Bloom Taksonomisi’ nin revize edilen hali olan Krathwhol ve diğerleri (2001) tarafından yapılan çalışmadaki ölçütler kullanılarak incelenmiştir. Program incelenirken öğrencilerin anlamlı öğrenmeleri üzerinde önemli bir kavram olan üstbiliş kavramının yeni hazırlanan program üzerinde ne düzeyde yer aldığı çalışmanın temel amacını oluşturmuştur. Program becerileri ve ölçme değerlendirme yöntemleri literatürden yararlanılarak geliştirilen ölçütler ile incelenmiş ve yorumlanmıştır. Araştırmada, 2018-2019 yılları için Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik ve Sosyal Bilgiler derslerinde tüm yurttaki kullanılmak üzere kabul edilmiş Öğretim Programları incelenmiştir.

Yapılan bu araştırma ile Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri ve Sosyal Bilgiler dersleri için uygulanması Millî Eğitim Bakanlığı tarafından kararlaştırılan öğretim programlarındaki kazanımların üstbilişsel açıdan düzeylerini ve uygunluğu belirlenecektir. Üst düzey becerilerin kapsamı planıyla hazırlanan programda kazanımlar ile bu düşüncenin ne düzeyde gerçekleştiği ortaya çıkacaktır. Çalışma, üstbilişsel yönelik öğretim programlarında bulunan kazanımlar ile, kazandırılması beklenen becerilerin entegre edilmesine yönelik destek sağlayabilmesi açısından önemlidir.

2. Yöntem

2.1. Araştırmanın Modeli/ Deseni

Araştırma nitel araştırma yönteminde durum çalışmasına göre gerçekleştirilmiştir. Nitel araştırmalar ilk önemli araştırma yöntemlerindedir. Bu yöntemler; mülakat, gözlem vb. yapılarak insanların yaptıklarını, bildiklerini ve hissettiklerini ortaya çıkarır. (Patton, 2014). Bu araştırma 2018-2019 eğitim öğretim yılları için Millî Eğitim Bakanlığı tarafından Fen Bilimleri, Matematik, Türkçe ve Sosyal Bilgiler derslerinde tüm yurttaki kullanılmak üzere kabul edilmiş öğretim programlarının üstbilişsel açıdan uygunluğunu belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın deseninde doküman incelemesi kullanılmıştır. Fraenkel ve Wallen (2006) doküman inceleme için sekiz aşama belirlemiştir; ilk aşama içerik analizinin yapılma amacının belirlenmesidir, sonra neyin analiz edileceğine karar verilen analiz birimlerinin belirlenmesidir, daha sonra araştırma amacına uygun olarak anali edilecek verilerin yerlerini saptar, elde edilen veriler ile amaçlar arasındaki ilişkiyi ifade eden mantıksal bir yapı oluşturulur, araştırmacı örneklem planını geliştirir ve kodlama kategorilerini belirleme aşamalarını izleyerek verileri analiz için hazırlar, amaçlı örneklem kullanılır, çalışma aynı dokümanlar başka bir uzman tarafından incelendiğinde aynı sonuçlar ortaya çıkacak niteliğe sahip olmalıdır.

2.2. İnceleme Nesnesi

Bu araştırmanın inceleme nesnesini Millî Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu'nun 17/07/2017 tarihli ve 75 sayılı ile kabul edilen 2018-2019 eğitim öğretim yılı itibarıyla öğretimi gerçekleştirilen 4.sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler Öğretim Programları oluşturmaktadır. Öğretim programlarında yer alan ders kazanımları, hedeflenen beceriler ve ölçme değerlendirme yöntemleri üstbilişsel açıdan analiz edilmiştir.

2.3. Verilerin Analizi

Araştırmada Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik ve Sosyal Bilgiler öğretim programları; ünite kazanımları, program becerileri ve ölçme değerlendirme yöntemleri çerçevesinde incelenmiştir. Ünite kazanımları incelenirken Krathwohl ve diğerleri (2001) tarafından revize edilen Bloom Taksonomisi kullanılmıştır. Taksonomide işlemsel süreçler bilgi birikimi ve bilişsel süreç boyutları olarak ikiye ayrılmıştır. Bilgi birikimi; olgusal bilgi, kavramsal bilgi, işlemsel bilgi, üstbilişsel bilgi boyutları yer alır. Bilişsel süreç boyutları; hatırlama, anlama, uygulama, çözümlenme, değerlendirme ve yaratma basamakları bulunmaktadır.

Program becerileri incelenirken araştırmacılar tarafından literatürden yararlanılarak geliştirilen ve uzman görüşü alınan üst düzey beceriler ölçütü kullanılmıştır.

Ölçme ve değerlendirme yöntemleri incelenirken araştırmacılar tarafından geliştirilen üstbilişsel ölçme ve değerlendirme ölçütleri kullanılmıştır. Belirlenen ölçütler 3 uzman tarafından ortak şekilde oluşturulmuştur. Uzmanlar tarafından belirlenen ölçütler ile yapılan değerlendirme sonrası tekrar uzman görüşüne sunulmuş ve uzman onayı alınmıştır. İlköğretim 4.sınıf Türkçe öğretim programı sadece temel becerileri ele aldığı için değerlendirmeye alınmamıştır.

Veri analizinde içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizindeki temel amaç toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve veri ilişkilerine ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

2.4. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenilirliği

Araştırmada iç geçerlilik, çeşitleme (Triangulation), uzman incelemesi ve katılımcı teyidi ile sağlanmıştır. Güvenilirlik yöntemlerinden teyit edilebilirlik kullanılmıştır. Dışarıdan bir uzman ile araştırmada ulaşılan yargılar, yorumlar ve öneriler ham verilere göre gidilip gidilmediğine ilişkin bir değerlendirme yapmıştır. (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmada araştırmacı, danışman ve dışardan bir uzmanın analizleri karşılaştırması ile analizci üçgenlemesi yapılmıştır (Patton,2014). Buna göre 3 analiz sonuçları Miles and Huberman (1994) güvenilirlik formülü ($Reliability = \frac{Consensus}{Consensus + Disconsensus}$) kullanılarak hesaplanmış ve %88 bulunmuştur. Sonucun %100'e ulaşması için analizler tekrar değerlendirilmiş ve ortak görüş sağlanmıştır.

3. Bulgular

Araştırmada MEB İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler öğretim programları; program kazanımlarının üstbilişsel düzeyleri, program becerileri, ölçme değerlendirme yöntemleri bakımından incelenmiştir. Bu bölümde araştırmanın bulguları üç alt problem boyutlarında sunulmuştur.

3.1. Programların üstbilişsel düzeylere göre durumu

Araştırmanın birinci alt problemine (M.E.B. İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler öğretim programı kazanımları hangi üstbilişsel düzeyleri kapsamaktadır?) ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir. Üstbilişsel düzeyler yenilenmiş Bloom Taksonomisi'ne göre bilgi işleme süreçleri ve bilişsel süreç boyutları olmak üzere iki alt boyutta ele alınmıştır.

Tablo 1. MEB Fen Bilimleri, Matematik, Sosyal Bilgiler ve Türkçe Programları'nın Bilgi İşleme Süreçleri

Kazanım Çizelgesi	Olgusal Bilgi	Kavramsal Bilgisi	İşlemsel Bilgi	Üstbilişsel Bilgi	Toplam
Fen Bilimleri	24	14	5	3	46
Türkçe	33	27	6	10	76
Matematik	11	34	19	8	72
Sosyal Bilgiler	14	10	6	0	30
Toplam	82	85	36	21	224

Tablo 1'de yer alan verilere göre, İlköğretim 4.sınıf Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik ve Sosyal Bilgiler öğretim programlarında yer alan 224 kazanım incelendiğinde bilgi birikimi boyutu bakımından en çok kavramsal bilgi (85 kazanım, %37,04) sonrasında olgusal bilgi (82 kazanım, %36,08), işlemsel bilgi (36 kazanım, %15,84) ve son olarak üstbilişsel bilgi (21 kazanım, %9,24) şeklinde sıralandığı belirlenmiştir. Programlar incelendiğinde üstbilişsel bilginin en az kullanılan bilgi türü olduğu görülmüştür.

Tablo 2. MEB Fen Bilimleri, Matematik, Sosyal Bilgiler ve Türkçe Programlarının Bilişsel Süreç Boyutları

Kazanım Çizelgesi-BSBS	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma	Toplam
Fen Bilimleri	4	31	4	3	0	4	46
Türkçe	6	22	38	4	5	1	76
Matematik	2	21	47	2	0	0	72
Sosyal Bilgiler	5	11	11	2	0	1	30
Toplam	17	85	100	11	5	6	224

Tablo 2'ye göre Programlarda bilişsel süreç boyutları bakımından yapılan incelemede ise en çok uygulama boyutu (100 kazanım, %44) sonra anlama (85 kazanım, %39,95), hatırlama (17 kazanım,

%7,48), çözümlenme (11 kazanım, %4,84), yaratma (6 kazanım, %2,64) ve değerlendirme (5 kazanım, %2,2) şeklinde sıralandığı görülmüştür. Bu bağlamda çözümlenme, değerlendirme, yaratma dediğimiz üst düzey becerilerin hedef alınarak hazırlandığı öğretim programında kazanımların üst düzey becerileri hedeflenen düzeyde kapsamadığı belirlenmiştir.

3.2. Program becerilerinin üstbilişsel düzeylere göre durumu

Araştırmanın 2. alt problemine (M.E.B. İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler öğretim programları hangi üst düzey becerileri kapsamaktadır?) ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

Tablo 3. MEB İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik ve Sosyal Bilgiler Öğretim Programlarında Yer Alan Üstbilişsel Beceriler

	Program Becerileri	Sayısı ve Oranı
Bilişsel Beceriler %51,03	Bilme	1 beceri (%2, 43)
	Uygulama	12 beceri (%29,06)
	Akıl Yürütme	8 beceri (%19,44)
	Tahmin Etme	0 beceri
Üstbilişsel Beceriler %48,06	Uygulama	4 beceri (%9,72)
	İzleme	2 beceri (%4,86)
	Değerlendirme	1 beceri (%2,43)

Tablo 3’de yer alan MEB İlköğretim Fen Bilimleri, Matematik ve Sosyal Bilgiler Öğretim Programlarında var olan 41 beceri incelendiğinde %51,03’ü bilişsel beceriler, %48,06’sı üstbilişsel beceri olduğu görülmüştür. Bilişsel becerilerin çoğu uygulama (12 beceri, %29,06) sonra akıl yürütme (8 beceri, %19,44), bilme (1 beceri, %2,43) şeklinde sıralandığı görülmüştür. Üstbilişsel beceri düzeylerinde yapılan incelemede ise en çok plan yapma basamağına (13 beceri, %31,59) yönelik becerilerin olduğu sonrasında uygulama (4 beceri, %9,72), izleme (2 beceri, %4,86), değerlendirme (1 beceri, %2,43) olarak sıralandığı ve tahmin etmeye yönelik becerinin olmadığı görülmüştür.

3.3. Programların ölçme ve değerlendirme yöntemlerinin üstbilişsel düzeylere göre durumu

Araştırmanın 3. alt problemine (M.E.B. İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik ve Sosyal Bilgiler Öğretim Programları hangi üstbilişsel ölçme ve değerlendirme yöntemlerini kapsamaktadır?) ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

İlköğretim 4.Sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilgiler Dersleri Öğretim Programlarının Üstbilişsel Açından Analizi

Tablo 4. MEB İlköğretim Fen Bilimleri, Türkçe, Matematik ve Sosyal Bilgiler Öğretim Programlarında Yer Alan Üstbilişsel Ölçme ve Değerlendirme Yöntemleri

Değerlendirme Yöntemleri	
Tanıma amaçlı değerlendirme	Üst düzey düşünme becerilerinin, kazanımların ve değerlerin, ön öğrenmelere ilişkin düzeylerinin saptanmasıdır.
İzleme amaçlı değerlendirme	Öğrencilere not kaygısı olmadan, dönem boyunca olan süreçteki gelişimi esas alan değerlendirmedir
Sonuç odaklı değerlendirme	Öğretim süreci sonucunda öğrenmelerin hangi düzeyde gerçekleştiğinin tespit edildiği değerlendirmedir

Kaynak: MEB, Matematik Öğretim Programı, 2017

Öğretim programlarında öğrencileri değerlendirirken, değerlendirme sürecine dahil edilmesi, öğrenme güçlüklerinin saptanması ve çözümünde, anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin sağlanması için geri bildirimlerin alındığı bir yaklaşım benimsenmiştir. Öğrenci başarılarından elde edilen sayısal değerlerin anlam kazanabilmesi için süreçteki gelişimin önemsenmesi temel alınmıştır. Öğretim süreçlerinde ölçme ve değerlendirme etkinliklerinde; tanıma, izleme ve sonuç odaklı değerlendirmeler üç biçimde gerçekleştirilmiştir (MEB, 2017).

Değerlendirme çalışmalarında öğrencilerin öz değerlendirme yapmalarına olanak sağlanmalıdır. Öz değerlendirme, akran değerlendirme ve grup değerlendirme gibi yöntemler üç aşamada gerçekleştirilir; öğrenci önce sözel, sonrasında yazılı olarak kendi öğrenme süreçlerine, ürünlerine yönelik değerlendirmede bulunmalıdır, son olarak öğrenciye sunulan dereceli puanlama anahtar, öz değerlendirme formlar, dereceleme ölçekleri vb. kullanılarak değerlendirme nicel hale getirilmelidir. Ölçme ve değerlendirme süreçlerinde bireysel farklılıklara önem verilmelidir (MEB, 2017).

Tablo 4.te, programda yer alan ölçme değerlendirme süreci incelenmiş ve öz değerlendirmenin önemle üzerinde durulduğu tespit edilmiştir. Üstbilişsel ölçme değerlendirmede kullanılabilecek yöntemlerden olan öz değerlendirme (self assessment) öğrencilerin tam ve aktif öğrenmelerine katkıda bulundurarak Üstbilişsel gelişimini de desteklemektedir. Öğrencilerin değerlendirmelerinde sadece sonucun değil, sürecin izlendiği ve gelişimin esas olduğu değerlendirme öğrencinin aktif öğrenme ortamında, öğretmenin geri dönütleri ile derin bir öğrenme ortamı yaratacaktır.

4. Tartışma ve Sonuç

Araştırma kapsamında İlköğretim 4.sınıf Türkçe, Matematik, Fen Bilimleri ve Sosyal Bilgiler dersleri öğretim programlarındaki kazanımlar, Krathwohl ve diğerleri (2001) tarafından revize edilen Bloom Taksonomisi kullanılarak, temel beceriler literatürden yararlanılarak oluşturulan bilişsel ve üstbilişsel beceriler ölçütleri bakımından, ölçme-değerlendirme süreçleri ise araştırmacı ve iki uzman tarafından literatürden yararlanılarak oluşturulan ölçütler kullanılarak incelenmiştir.

Krathwohl ve diğerleri (2001) tarafından revize edilen taksonomiye göre İlköğretim 4.sınıf Türkçe, Matematik, Sosyal Bilgiler ve Fen Bilimleri öğretim programlarındaki kazanımlarında literatürü destekler nitelikte üstbilişsel düzeylerin en alt seviyelerde yer aldığı görülmüştür. İlköğretim program kazanımlarını sıraladığımızda üstbilişsel bilgi boyutuna yönelik (21 kazanım, %9,24) olduğu belirlenmiştir. Kazanımların daha çok kavramsal bilgi (85 kazanım, %37,04) boyutunda olduğu görülmüştür. Bilişsel süreç boyutları bakımından ise üst düzey beceriler (çözümleme, değerlendirme ve yaratma) boyutlarına yönelik kazanımların çok düşük seviyelerde olduğu buradaki sıralamanın; çözümleme (11 kazanım, %4,84), yaratma (6 kazanım, %2,64) ve değerlendirme (5 kazanım, %2,2)

şeklinde olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Aslan ve Atik (2018) yaptıkları ilköğretim Türkçe programlarının Bloom Taksonomisi'yle incelendiği çalışmalarında üstbilişsel bilgi boyutunda en az kazanımın bulunduğu, Yolcu (2019) Fen Bilimleri dersi program kazanımlarını Bloom Taksonomisi'yle incelediği çalışmada bilişsel süreç boyutlarında homojen bir dağılım olmadığı, kazanımların öğrencilerin zihinsel gelişim düzeylerine uygunluk göstermediğini belirlemiştir.

Elde edilen veriler ışığında MEB (2017) İlköğretim Fen Bilimleri programının üst düzey bilişsel becerilere yönelik hazırlanması amacıyla oluşturulmasına rağmen bu tür kazanımlara sınırlı düzeyde yer verildiği görülmüştür. Kazanımların bilgi boyutları bakımından 2017 program vizyonu ile örtüşmediği görülmüştür. Ayrıca ülkemizin de katıldığı ulusal sınavlara bakıldığında üst düzey becerilere yönelik öğrencilerimizin ilerleme kaydetmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır. Yenilenen öğretim programında bu amaç bulunmasına rağmen kazanım düzeyinde önceki programa kıyasla ilerleme olduğu ancak sınırlı düzeyde kaldığı tespit edilmiştir.

Programlarda yer alan beceriler incelendiğinde üst düzey becerilerin üç öğretim programında da yer aldığı belirlenmiştir. İlköğretim 4.sınıf Türkçe öğretim programı sadece temel becerileri ele aldığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Programlar incelenirken derse yönelik temel beceriler dışındaki beceriler ele alınmıştır. İlköğretim 4.sınıf Matematik, Sosyal Bilgiler ve Fen Bilimleri program becerileri incelendiğinde becerilerin üst düzey becerileri daha çok kapsadığı görülmüştür (%52,03). Üstbilişsel beceriler bakımından en çok plan yapma basamağına (13 beceri, %31,59) yönelik becerilerin olduğu sonrasında uygulama (4 beceri, %9,72), izleme (2 beceri, %4,86), değerlendirme (1 beceri, %2,43) olarak sıralandığı ve tahmin etmeye yönelik becerinin olmadığı görülmüştür. Benzer sonuçlara Sosyal Bilgiler ders programı becerilerini inceleyen Çelik ve Kamış (2019)'da ulaşılmıştır. Etkili bir öğretim programı için kazanımlar en az anlama düzeyinde olmalıdır (Anderson ve Krathwohl, 2001).

Program becerilerinin kazanımlar yazılırken genel hatlarıyla ele alınması becerilerdeki üst düzey biliş kullanımlarının çokluğu ancak kazanım ve ölçme değerlendirmedeki yetersizlik arasında bir tezatlık oluşturmuştur. Benzer sonuçlara, öğretim programlarını inceleyen Yaz ve Kurnaz, 2017; Zorluoğlu ve diğ., 2017; Gümüş ve diğerleri, 2009; Dindar ve Demir, 2006 tarafından da ulaşılmıştır. Öğretim programında öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerini kazanabilmesi için üst düzey bilişsel boyutlara yönelik program kazanımlarının ve etkinliklerinin sunulması gerekmektedir. Aynı öneriler Aydın ve Yılmaz (2010), Zorluoğlu ve diğ.(2016) tarafından da yapılmıştır.

Son olarak programların ölçme değerlendirme süreçleri incelenmiş ve üstbilişi destekler nitelikte olduğu saptanmıştır. Bireyin kendi öğrenme süreçlerinden sonra kendi değerlendirme süreçlerinin yapıldığı değerlendirme yöntemleri programda belirtilmiştir. Ayrıca değerlendirmeler yapılırken hem sonucun hem de sürecin ele alınması öğrencilerin süreç sonundaki zihinsel gelişimleri ile süreç öncesindeki zihinsel gelişimlerini kıyaslayarak bilginin yarattığı gelişimleri fark edebilme imkânı tanımıştır. Üzerinde durulan ölçme değerlendirme yöntemlerinin örneklenmediği programda görülmüştür. Literatürde incelenen çalışmalarda öğretmenlerin süreç ve öznel değerlendirmelerine vakit bulamama, ders saatlerinin azlığı, işlenmesi gereken konuların çokluğu vb. nedenlerle yapamadığı öngörülürse programın uygulama basamağının eğitim süreçlerini değerlendirmede olumsuz etki yaratabileceği düşünülmektedir (Göçer, 2007).

Yenilenen eğitim programlarından ilköğretim programları kazanımlar, beceriler ve ölçme değerlendirme boyutları bakımından incelendiğinde üstbilişsel öğretimi destekler nitelikte olmadığı görülmektedir. Kazanımlar ve beceriler bakımından ülkemizin de girdiği ulusal sınavlarda elde edilen temel düzey becerilere yönelik başarıların yenilenen program ile üst düzey becerilere hitap etmesi planlanmış ancak yapılan incelemeler sonucunda üst düzey beceriler bakımından sınırlı olduğu görülmüştür. Öğretim programları kazanımlarının öğretmenler ve sınavlar açısından bağlayıcı olduğu düşünülürse bu konuda daha fazla çalışmanın yapılması gerektiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Ölçme ve değerlendirme açısından baktığımızda ise programın üstbilişi destekler nitelikte süreç değerlendirmelerini önerdiği görülmektedir.

Bu çerçevede öğretim programları hazırlanırken, 21. yüzyıl becerilerinin dikkate alınması, öğrencinin öğrenme süreçlerinde aktif olacağı bir planlamanın tasarlanması, üstbilişsel nitelikte uygulama ve değerlendirme sorularının sorulması teşvik edilebilir.

Kaynakça

- Aktürk, A. O. (2010). Bilgisayar Dersinde Üstbilis Öğretim Stratejilerinin Etkisi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi/ Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Anderson, L. W., ve Krathwohl, D. R. (2014). Öğrenme öğretim ve değerlendirme ile ilgili bir sınıflama: Bloom'un eğitimin hedefleri ile ilgili sınıflamasının güncelleştirilmiş biçimi. Pegem Akademi.
- Aslan, M., & Atik, U. (2018). 2015 ve 2017 İlkokul Türkçe Dersi Öğretim programı kazanımlarının revize edilmiş bloom taksonomisine göre incelenmesi. *Uluslararası Türkçe Edebiyat Kültür Eğitim (TEKE) Dergisi*, 7(1), 528-547. http://www.tekederisi.com/Makaleler/1256296798_29aslan.pdf adresinden 23.11.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Aydın, N., & Yılmaz, A. (2010). Yapılandırıcı yaklaşımın öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 39(39). <http://efdergi.hacettepe.edu.tr/yonetim/icerik/makaleler/459-published.pdf> adresinden 23.11.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Aydın, E. (2017). Türkçe Dersi Öğretim Programlarının (2015 ve 2017) Değerlendirilmesi. *Electronic Turkish Studies*, 12(28). <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=13082140&AN=127198490&h=m3L149SlanstPb0Jv5uxH3yIw%2F5x5wgSNU3ytkqJW0vw04wYn%2BQoSZHuEPOtZTFQq2UAqz1BH5n3iVLUTyLmbQ%3D%3D&crl=c> adresinden 23.11.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Baltacı, M., Akpınar, B. (2011). Web tabanlı öğretimin öğrenenlerin üstbilis farkındalık düzeyine etkisi/The effect of webbased instruction on the metacognition awareness levels of learners. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8(16). <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423909347.pdf> adresinden 12.10.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Baş, Özlem. (2016). İlkokul Öğrencilerinin Okudukları Peri Masallarında Metinler Arası İlişkilerin İncelenmesi. *International Journal of Science Education*, 11(3) <http://dx.doi.org/10.7827/TurkishStudies.9309>
- Bekdemir, M., ve Selim, Y. (2008). Revize Edilmiş Bloom Taksonomisi ve Cebir Öğrenme Alanı Örneğinde Uygulaması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2). <https://s3.amazonaws.com/academia.edu> adresinden 23.11.2016 tarihinde alınmıştır.
- Biggs, J. (1988). The role of metacognition in enhancing learning, *Australian Journal of Education*, 32(2), 127-138. <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/000494418803200201> adresinden 23.6.2017 tarihinde alınmıştır.
- Blakey, E. and Spence, S. (1990). Developing Metacognition. Syracuse, NY: ERIC Information Center Resources [ED327218]. <https://eric.ed.gov/?id=ED327218> adresinden 24.6.2017 tarihinde alınmıştır.
- Brown, A. L. (1978). "Knowing When, Where and How to Remember: A Problem of metacognition", In R. Glaser (Ed.). *Advances in Instructional Psychology* (p.77-165). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Çelik, A. & Kandaş, E, 2019, Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programının Öğrenme Alanı Beceri İlişkisi Bağlamında Değerlendirilmesi. *Anadolu Kültürel Araştırmalar Dergisi*, 3(3), 391-410. <http://ankad.org/index.php/Ankad/article/view/69> adresinden 1.1.2020 tarihinde alınmıştır.
- Demir, G. Ö. (2000). A model to investigate probability and mathematics achievement in terms of cognitive, and effective variables. Unpublished B.S. Thesis. İstanbul: Boğaziçi University, The Institute of Science and Engineering.
- Demir, Ö. D., ve Kaya, H. I. (2015). Öğretmen Adaylarının Bilişsel Farkındalık Beceri Düzeylerinin Eleştirel Düşünme Durumları İle İlişkilerinin İncelenmesi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi= Pegem Journal of Education and Instruction*, 5(1), 35. <http://search.proquest.com/openview/3ed067614910c1e326c9994373b793ee/1?pqorigsite=gscholar&view=2040921> adresinden 23.4.2016 tarihinde alınmıştır.
- Demir, Ö., Kaya, H. İ. (2015). An investigation of relations between pre-service Teachers' metacognition skill levels and their critical thinking situations. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 5(1), 35-68. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2015.003> adresinden 18.3.2017 tarihinde alınmıştır.
- Demirel, Ö. (2003). Eğitim Sözlüğü (Dictionary of Education), Ankara: PegemA Yayıncılık.

- Dindar, H., & Demir, M. (2006). Beşinci sınıf öğretmenlerinin fen bilgisi dersi sınav sorularının Bloom taksonomisine göre değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26(3). DOI: 10.17152 / GEFD.20582
- Doğanay, A. (1996). Öğrenmenin Boyutları: Birleşik Bir Öğretim Modeli. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(2), 48-54.
- Drmrod, J. E. (1990). Human learning. New York: Macmillan
- Duman, B. (2008). "Eğitim ve Öğretim İle İlgili Temel Kavramlar", "Üstbiliş- Bilişsel Farkındalık". (Editör: Bilal Duman). Öğretim İlke ve Yöntemleri. Ankara: Maya Akademi, 1-125, 504-532.
- Durmuş, B. (2017). 4. sınıf din kültürü ve ahlak bilgisi dersi öğretim programı kazanımlarının bloom ve revize edilmiş bloom taksonomilerine göre değerlendirilmesi. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 11(21), 44-58. <http://mjer.penpublishing.net/makale/365> adresinden alınmıştır.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.34.10.906>
- Feyzioğlu, E. Y., Ergin, Ö. (2012). 5E Öğrenme modelinin kullanıldığı öğretimin yedinci sınıf öğrencilerinin üst bilişlerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 9(3), 55-77. https://www.researchgate.net/profile/Eylem_Yildiz_Feyzioglu/publication/287575831_5E_Ogrenme_modelinin_kullanildiği_ogretimin_yedinci_sinif_ogrencilerinin_ust_bilislerine_etkisi/links/5818441208aecd7d8969134c/5E-Oegrenme-modelinin-kullanildiği-oegretimin-yedinci-sinif-oegrencilerinin-uest-bilislerine-etkisi.pdf adresinden 17.6.2016 tarihinde alınmıştır.
- Fraenkel, J. R., ve Wallen, N. E (2006). How to design and evaluate research in education Mc Grawall Hill.
- Göçer, A. (2007). İlköğretim I. Kademedeki Türkçe Öğretiminde Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları, *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi*, MEB, Sayı, 94, 43.
- Göçmen, Beytullah. İlköğretim 4. sınıf Sosyal Bilgiler Derslerindeki Bilgiyi Kullanılabilir Biçimlerde Planlama ve Yazma Becerilerinin Geliştirilmesinin Öğrencilerin Öğrenme ve Hatırlama Düzeyine Etkisi. (2007). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. Ankara.
- Gümüş, İ., Ermurat, D. G., Kaya, Y., Kırıcı, M., ve Kurt, M. (2009). Analysis for High School Biology Exam Questions According to Their Cognitive Development Levels. *Journal of Education Faculty*, 11(2), 151-162. <http://eefdergi.erkincan.edu.tr/article/download/1006000643/1006000528> adresinden 20.7.2016 tarihinde alınmıştır.
- Karadağ, Ruhan, and Şerif Kaya. "Evaluation of Objectives in Primary Education Curricula Based on Marzano Taxonomy: A Case Study." *Journal of Theoretical Educational Science/Kuramsal Eğitimbilim Dergisi* 10.2 (2017) https://www.researchgate.net/publication/321881652_Evaluation_of_Objectives_in_Primary_Education_Curricula_Based_on_Marzano_Taxonomy_A_Case_Study adresinden 20.06.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Karaman, İ. (2005). Erzurum ilinde bulunan liselerdeki fizik sınav sorularının Bloom taksonomisinin basamaklarına göre analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1). <http://gefad.gazi.edu.tr/article/viewFile/5000078741/5000072960> adresinden 19.4.2016 tarihinde alınmıştır.
- Karaman, P., Şahin, Ç., Durukan, H. (2014). Üstbilişin öğrenme, öğretme ve ölçme-değerlendirme açısından incelenmesi. <http://acikerisim.usak.edu.tr:8080/xmlui/handle/usak/305> adresinden 20.10.2016 tarihinde alınmıştır.
- Küçük-Özcan, Z. Ç. (2000). Teaching Metacognitive Strategies to 6th Grade Students. Unpublished B.S. Thesis. İstanbul: Bogaziçi University, The Institute of Science and Engineering.
- MEB (2005). EARGED İlköğretim 1-5 Sınıf Pilot Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi
- Milli Eğitim Bakanlığı (2017). İlköğretim Fen Bilimleri Dersi (İlkokul ve Ortaokul 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2017). İlköğretim Matematik Dersi (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2017). İlköğretim Sosyal Bilgiler Dersi (İlkokul ve Ortaokul 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

- Milli Eğitim Bakanlığı (2017). İlköğretim Türkçe Dersi (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Namlu, A. G. (2004). Bilişötesi Öğrenme Stratejileri Ölçme Aracının Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 123-136. <http://hdl.handle.net/11421/475> adresinden 23.11.2016 tarihinde alınmıştır.
- O'Neil, H. F., & Spielberger, C. D. (Eds.). (1979). Cognitive and affective learning strategies. Academic Pr.
- Özer, B. (1998). "Öğrenmeyi Öğretme". (Editör: Ayhan Hakan). Eğitim Bilimlerinde Yenilikler. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi İlköğretim Öğretmenliği Lisans Tamamlama Programı, 146-164. doi: 10.145279786053641483.08.
- Özsoy, G. (2008). Üstbiliş. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6 (4), 713-740. <http://dergipark.gov.tr/tebd/issue/26110/275094> adresinden 13.11.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Özsoy, G., ve Günindi, Y. (2011). Prospective preschool teachers' metacognitive awareness. *İlköğretim Online*, 10(2). <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/90652> adresinden 15.8.2017 tarihinde alınmıştır.
- Öztürk, Z. F. Öztürk, T. (2013). Kanada (Ontario) Sosyal Bilgiler Öğretim Programı ve Bu Programın Türkiye Sosyal Bilgiler Öğretim Programıyla Karşılaştırılması. Ordu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi <http://hdl.handle.net/11489/336> adresinden 15.08.2017 tarihinde erişilmiştir.
- Patton, M. Q. (2014). Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri. Ankara: PegemAkademi.
- Piaget, J. (1950). Explanation in sociology. *Sociological studies*, 30-96.
- Presley, M., ve McCormick, C. (2007). Cognition, Teaching, and Assessment. Harper Collins College Publishers.
- Senemoğlu, N. (2005). Gelişim, öğrenme ve öğretim (12. baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Şanlı, C., & Pınar, A. (2017). Sosyal bilgiler dersi sınav sorularının yenilenen Bloom taksonomisine göre incelenmesi. *İlköğretim Online*, 16(3). <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/330534> adresinden 20.3.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Şeker, H. (2010). Bloom'un Taksonomisinden, Bilişsel Süreç Boyutlarının Sınıflandırılmasına Doğru Revize Edilen Taksonomi Üzerine. Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi, 39. <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423874847.pdf> adresinden 3.2.2016 tarihinde alınmıştır.
- Ünsal, S., ve Korkmaz, F. (2017). Eğitim Programı Tasarımı Tercihlerine Yönelik Öğretmen Görüşleri. Mersin University Journal of the Faculty of Education, 31(1).
- Veenman, M. V., Van Hout-Wolters, B. H., ve Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition and learning*, 1(1), 3-14. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11409-006-6893-0?LI=true> adresinden 23.11.2016 tarihinde alınmıştır.
- Yaz, Ö. V., & Kurnaz, M. A. (2013). Fen Bilimleri Öğretim Programının İncelenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2017(8), 173-184. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net> adresinden 21.5.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yüksel, S. (2007). Bilişsel alanın sınıflamasında (taksonomi) yeni gelişmeler ve sınıflamalar. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5 (3), 479-509. <https://web.b.ebscohost.com> adresinden 23.5.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Yolcu, H (2019). İlkokul öğretim programı 3 ve 4. sınıf fen bilimleri dersi kazanımlarının revize edilmiş Bloom Taksonomisi Açısından Analizi ve Değerlendirilmesi. *Elementary Education Online*, 18 (1). <http://ilkogretim-online.org.tr/index.pap/io/article/view/2844> adresinden 22.12.2019 tarihinde erişilmiştir.
- Zorluoğlu, S. L., Kızılaslan, A., ve Sözbilir, M. (2016). Ortaöğretim kimya dersi öğretim programı kazanımlarının yapılandırılmış Bloom taksonomisine göre analizi ve değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(1). <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/balikesirnef/article/view/5000193988> adresinden 22.11.2016 tarihinde alınmıştır.
- Zorluoğlu, S. L., Şahintürk, A., ve Bağrıyanık, K. E. (2017). 2013 Yılı Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarının Yenilenmiş Bloom Taksonomisine Göre Analizi ve Değerlendirilmesi/Analysis and

Evaluation of Science Course Curriculum Learning Outcomes of the Year 2013 According to the Revised Bloom Taxonomy. Bartın Üniversitesi Egitim Fakültesi Dergisi, 6(1), 1.<https://search.proquest.com/openview/5553a3073686a3473ff94aa20a902606/1?pq-origsite=gscholarvecbl=203219> adresinden 23.11.2018 tarihinde alınmıştır.



İstiridye Mantarında (*Pleurotus ostreatus*) Farklı Depolama Sıcaklıklarında Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kaliteye Etkileri

Samed BAŞYİĞİT^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-5643-5308>

Mustafa SAKALDAŞ²

<https://orcid.org/0000-0002-4105-6399>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale,

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksek Okulu, Gıda İşleme Bölümü, Lapseki- Çanakkale

*Sorumlu yazar: samedbasyigit@hotmail.com

Özet

Bu Çalışmada; Türkiye’de hızla popülaritesi artan, besin ve tat özellikleriyle farklı pazarlarda beğeni toplayan; buna karşın, muhafaza süresinin çok kısa oluşu ve özellikle raf ömrü süresince çok büyük oranda kalite kaybının yaşandığı İstiridye mantarında (*Pleurotus ostreatus*) modifiye atmosfer paketleme uygulamalarıyla muhafaza süresinin uzatılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda; Çanakkale- Işıklar köyünde bulunan özel üretim çadırlarında bulunan pamuk yetiştirme ortamında gelişim göstermiş ve ‘Cypra’ ticari markalı miselyum kullanılmış mantarlarda polimer özelliğe sahip modifiye atmosfer ambalaj materyalleriyle farklı sıcaklıklarda muhafaza işlemi söz konusu olmuştur. Bu muhafaza sıcaklıkları; stok depolamayı ifade eden 0-2°C; süpermarket sebze-meyve rafı koşullarını ifade eden 10-12°C ve tüketici saklama koşullarını ifade eden 4-6°C olmuştur. Mantarlar farklı sıcaklıklarda 7 gün süreyle muhafaza edilmişlerdir. Muhafaza süresi sonunda ürünlerde; zemin rengi parlaklığı, ağırlık kaybı, SÇKM, protein içeriği ve görsel kalite özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre modifiye atmosfer paketleme (MAP), tüm depolama sıcaklıklarında kalitenin korunumunu önemli seviyede sağlamıştır. Diğer taraftan; 0°C sıcaklık kalitenin korunumu açısından en iyi sonuçları vermesine karşın; ürünün diğer depolama sıcaklıklarında da büyük kalite kayıpları olmadan MAP uygulamasıyla muhafaza edilebildiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İstiridye mantarı, Modifiye atmosfer paketleme, Muhafaza, Sıcaklık, Kalite.

The Effects of Modified Atmosphere Packaging at Different Storage Temperatures on Quality of Oyster Mushroom (*Pleurotus Ostreatus*)

Abstract

The effects of modified atmosphere packaging (MAP) on quality parameters of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) at different storage temperatures were determined. Thus, oyster mushrooms grown on cotton culture were stored at 0-2 °C (bulk cold storage temperature), 10-12°C (supermarket shelf condition temperature) and 4-6 °C (consumer refrigerator temperature) for 7 days respectively. Some quality parameters such as skin color (L*- brilliance), weight loss, soluble solids content, protein content and visual quality were assessed after cold storage. According to the results, MAP treatment prevented the quality losses including all parameters assessed at each storage temperature. Moreover, the best results of quality parameters were fixed on oyster mushrooms stored at 0-2 °C. However, quality losses were insignificant with MAP treatment at other storage temperatures.

Keywords: Oyster mushroom, Modified atmosphere packaging, Storage, Temperature, Quality.

Giriş

Dünyada mantar türlerinin insan beslenme ve sağlığı kıymetinin daha iyi kavranmasıyla kültür mantarı yetiştiriciliğine karşı olan ilgide de artış olmuştur. Bu kapsamda; *Pleurotus ostreatus* mantarı (kayın ya da istiridye mantarı), şapkali mantar (*Agaricus bisporus*) dan sonra Dünya üzerinde en çok üretilen ikinci kültür mantarı türüdür (Anonymous, 2009). Bu mantar, taşıdığı ekonomik ve ekolojik değerlerin yanı sıra tıbbi özelliklere de sahiptir (Güler, 1988). İstiridye mantarı beyaz şapkali mantar (*Agaricus bisporus*) türünden farklı olarak, yetiştirme ortamının (kompost) fermente olmamış materyal olması açısından üretimini çekici hale getirmiştir. Bunun yanında; bu mantar türünün üretiminde kültürel işlemlerin azlığı, zirai hastalık ve zararlılara karşı dirençli olması gibi nedenlerle bu mantarın üretimini, farklı mantar türlerinin üretimine kıyasla daha avantajlı kılmaktadır (Sánchez 2010).

Eski çağlardan beri insanlık açısından önemli bir gıda tipi olan mantarlar, içerdiği protein ve vitaminlerin yanında; önemli bir karbonhidrat, lif ve mineral madde kaynağıdır. Bunun yanında; bu mantarlar düşük yağ oranına sahiptirler (Sanmee ve ark., 2003, Vetter 2003, Pekşen ve ark., 2007).

Halk arasında et yerine ikame besin olarak da bilinen kayın ya da istiridye mantarı; sağlık kapsamında sahip olduğu yüksek besleme değerinin yanında tıbbi özellikler açısından ayrıca kendine has aroma ve lezzetiyle değerli bir besin kaynağı olarak gün geçtikçe popülerlik kazanmaktadır.

Günümüzde Dünya nüfusunun %30 gibi bir kesiminin protein açısından yetersiz besleniyor oluşu, mantarların yaş ağırlık üzerinden %4 civarında protein içerdiği düşünüldüğünde, mantarları önemli bir alternatif besin haline getirmektedir (Poppe, 2000).

Kayın (İstiridye) mantarının, istiridyeye benzeyen geniş bir baş bölümü vardır. Ortalama çapı 5 ile 25 cm arasında değişir, doğal ve endüstriyel örneklerinin renkleri beyazla gri veya meşe kabuğu rengiyle koyu kahverengi arasındadır. *Pleurotus* türleri, botanik sınıflandırmada *Hymenomyces* sınıfının, *Agaricales* takımı, *Tricholomataceae* familyası ve *Pleurotus* cinsine dahildirler (Alexopoulos ve ark., 1996).

Bu mantar türünün yetiştiriciliği sonrası atık kompost 6 ay çürütüldükten sonra sebzeçilikte fide ortamı, 2 yıl çürütüldükten sonra ise organik gübre veya mantar üretiminde örtü toprağı olarak kullanılabilir (Ağaoğlu ve İlbay, 1989). Mantar yetiştiriciliği sonrası atık kompost 6 ay çürütüldükten sonra sebzeçilikte fide ortamı, 2 yıl çürütüldükten sonra ise organik gübre veya tekrar mantar üretiminde örtü toprağı olarak kullanılabilir (Ağaoğlu ve İlbay, 1989).

Yapılan bir araştırmada, modifiye atmosfer koşullarının ve Sitokinin hormon uygulamalarının, mantarın hasat sonrası fizyolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Aynı olgunlukta hasat edilen mantar şapkaları (*Agaricus bisporus*) 0, 5, 10, 15 ppm'lik Sitokinin (Nitrozyne) solüsyonuna daldırılarak, 0° C sıcaklıkta ve %90-95 neme sahip soğuk hava depolarında açıkta, streç ve polietilen (PE) ambalaj malzemeleri ile 9 gün muhafaza edilmiştir. Bu örneklerde hasat döneminde ve soğuk hava deposuna alındıktan sonra 3 gün aralıklarla ağırlık kaybı, renk (L*, Chroma ve Hue), C vitamini, toplam fenolik (TF) ve polifenol oksidaz enzimi (PPO) miktarları belirlenmiştir (Çavuşoğlu ve Gökçenay, 2018).

Bu araştırmada, modifiye atmosferli depolama koşulları ile sitokinin uygulamalarının depolama süresince ağırlık kaybı, şapka rengi, C vitamini kaybı, toplam fenolik bileşik kaybı ve PPO enzim aktivitesinin azalması açıkta depolama koşulları ve kontrollere göre daha etkili bulunmuştur. Muhafaza sonunda hemen hemen bütün ambalaj ve uygulamalarda ağırlık kaybı ve PPO aktivitesinde artış olduğu görülürken, toplam fenolik bileşik miktarında, C vitamini miktarında ve L* değerlerinde bir azalış meydana geldiği gözlemlenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bitki Materyali

Çalışmada; Çanakkale- Işıklar köyü civarında bulunan kapalı çadır mantar üretim tesisinde pamuk yetiştirme ortamında gelişim göstermiş 'Cypra 51' ticari isimli kışlık miselyumların kullanıldığı istiridye (kayın) mantarı (*Pleurotus ostreatus*) mantar ürünleri bitki materyali olarak kullanılmıştır (Şekil 1).

İstiridye Mantarında (Pleurotus Ostreatus) Farklı Depolama Sıcaklıklarında Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kaliteye Etkileri



Şekil 1. Araştırmaları yapılan istiridye mantarı örneklerinin genel görünümü

Hasat Sonrası Uygulamalar ve Depolama

Çalışmada; hasat tarihi 30.03.2019 olup hasat edilen ürünler 1 saat içerisinde ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Soğuk Hava Ünitelerine getirilmişlerdir. Ürünler içerisinde mekanik zarara uğramış olanlar elimine edildikten sonra kullanılacak istiridye mantarları 6 farklı gruba ayrılmışlardır. Üç farklı depolama sıcaklığı için Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) bazlı modifiye atmosfer paketleme (MAP) işlemine tabi tutulanlar ve herhangi bir uygulamaya tabi tutulmayan kontrol ürünleri olarak 6 farklı ürün grubu söz konusu olmuştur. Çalışmada kullanılan depolama sıcaklıkları: 0-2°C; 4-6°C ve 10-12°C olmuştur. Çalışmada hasattan sonra ve 7 gün muhafaza süresinden sonra bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Bu özellikler; zemin rengi parlaklığı (L*), toplam ağırlık kaybı (%), suda çözünür kuru madde oranı (SÇKM) (%), protein içeriği, görsel kalite (1-5), paket içi gaz konsantrasyonları (%) dir. Çalışma; tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde yaklaşık 1 kg ağırlığında mantar demetleri kullanılmıştır.

Kalite Özellikleri

Suda çözünür kuru madde oranı (SÇKM): Her bir mantar yaprağından alınan meyve suyundan birkaç damla alınarak Atago Pocket PAL-1(Japan) marka dijital refraktometresiyle ölçülmesi sonucunda elde edilmiştir.

Ağırlık kaybı: Her bir İstiridye mantarı demetinde her denemede uygulamada teker teker hassas teraziyile tartılarak ölçümler elde edilmiştir.

Zemin rengi: örneklerde renk ölçümü Konica Minolta marka renk ölçer ile L*, a*, b* renk düzleminde ölçülmüş, Hue açısı ($H = \arctan(b^*/a^*)$) (renk tonu) ve Chroma($C = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5}$) değerleri (renk yoğunluğu) hesaplanarak Carreno vd. (1996) tarafından tanımlanan renk indisine (CIRG) dönüştürülmüştür. (Cantürk, 2011)

(1; Çok kötü, 2; Kötü, 3; Tüketilebilir, 4; İyi, 5; Mükemmel

Protein miktarı: ICP cihazı yardımıyla ölçümü gerçekleştirmiştir.

Görsel kalite: Görsel olarak aynı uzman tarafından yapılan değerlendirilmiştir. Duyusal testlerde; mantarda görülen, renk değişimi, buruşma, kriterleri ele alınmıştır. Bu amaçla her uygulamadan 4 er adet mantar örneği alınmış, görsel testlerle kalite durumu incelenmiş ve bu özellikler aşağıda belirtildiği şekilde puanlanarak değerlendirilmiştir.

1; Çok kötü, 2; Kötü, 3; Tüketilebilir, 4; İyi, 5; Mükemmel

Paket içi gaz konsantrasyonları (%): PBI GAS Dansensör cihazı yardımıyla modifiye atmosfer paket içerisinde %O₂ ve CO₂ mol değerleri ölçülerek elde edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Ağırlık kaybı

Farklı depolama sıcaklıklardaki muhafaza ortamlarına göre ağırlık kaybı değerleri ele alındığında MAP'ın ağırlık kaybının kontrole göre çok az olduğu ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan depolama sıcaklığı; ağırlık kaybını önemli düzeyde ($p < 0,05$) etkilemiştir. Bu kapsamda; ağırlık kaybının en yüksek düzeyde görüldüğü depolama sıcaklığı 10-12°C olurken, en düşük ağırlık kaybı değerleri 0-2°C sıcaklıkta depolanan mantarlarda görülmüştür (Çizelge 1). Söz konusu durum hem MAP

İstiridye Mantarında (Pleurotus Ostreatus) Farklı Depolama Sıcaklıklarında Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kaliteye Etkileri

uygulanmış hem de uygulanmamış mantarlarda görülmüştür saptanmıştır. Mantarları, muhafaza açısından diğer meyve ve sebzelerden ayırt eden özelliği dış koruyucu bir tabakanın olmayışıdır. Bu özelliği yanında çok hızlı bir solunum gerçekleştirmesi sebebiyle ağırlık kaybındaki artışlar kısa sürede hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu nedenle düşük sıcaklıklar ve ambalaj materyali kullanımı kısa sürede belirgin etkilerini göstermişlerdir.

Çizelge 1. Farklı depolama sıcaklıklarında MAP uygulamasının ağırlık kaybına etkileri (%).

Sıcaklık	Hasat	7. Gün Kontrol	7. Gün MAP	Sıcaklık Ort
0-2 °C	0 e	5,123 ± 0,546 c	2,631 ± 0,479 d	1,94 B
4-6 °C	0 e	9,784 ± 0,745 b	4,993 ± 0,562 c	3,70 AB
10-12° C	0 e	12,891 ± 0,891 a	5,462 ± 0,461 c	4,59 A
Süre Ortalaması	0 B	6,814 A		-----
Uygulama Ortalaması		4,63 A	2,18 B	-----
“MSD*Süre” ve “MSD*Uygulama”: 1,3417			MSD*Sıcaklık: 1,983	

MSD*Süre*Sıcaklık*Uygulama: 1,3038.

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) oranı

Mantarda önemli bir olgunluk parametresi olan suda çözünür kuru madde (SÇKM) oranı kapsamında çalışmadaki tüm faktörler etkili olmuştur. Farklı depolama sıcaklıklarına göre SÇKM değerleri önemli düzeyde ($p<0,05$) farklılık göstermişlerdir. En yüksek değerler 0°C-2°C sıcaklıkta elde edilirken; en düşük değerler 10-12°C sıcaklıkta görülmüştür. Diğer taraftan; depolama süresi arttıkça yine mantar doluluğunu kaybettiği için SÇKM değerinde düşüşler saptanmıştır (Çizelge 2). Bunun yanında; MAP uygulanmış mantarlarda saptanan SÇKM değerleri önemli seviyede ($p<0,05$) yüksek olmuştur.

Çizelge 2. Farklı depolama sıcaklıklarında MAP uygulamasının suda çözünür kuru madde oranına etkisi (SÇKM) (%).

Sıcaklık	Hasat	7. Gün Kontrol	7. Gün MAP	Sıcaklık Ort
0-2 °C	5,45 ± 0,41 a	2,75 ± 0,26 d	3,88 ± 0,15 b	4,38 A
4-6 °C	5,45 ± 0,41 a	2,25 ± 0,23 d	3,73 ± 0,26 bc	4,22 AB
10-12° C	5,45 ± 0,41 a	1,24 ± 0,13 e	2,84 ± 0,17 cd	3,75 B
Süre Ortalaması	5,45 A	2,78 B		-----
Uygulama Ortalaması		4,47 A	3,77 B	-----
“MSD*Süre” ve “MSD*Uygulama”: 0,3817			MSD*Sıcaklık: 0,5642	

MSD*Süre*Sıcaklık*Uygulama: 0,9559.

Zemin rengi

Zemin renginin mantarda en önemli ibaresi olan parlaklık (L) değeri parametresinde; diğer kalite parametrelerine benzer şekilde depolama süresi kalitenin azalması dolayısıyla matlaşmanın artmasını beraberinde getirmiştir. Diğer taraftan; MAP uygulaması matlaşmayı önemli düzeyde ($p<0,05$) engellemiştir. Buna karşın; depolama sıcaklığının matlaşma üzerinde önemli düzeyde etkisi görülmemiştir (Çizelge 3). Tüketici açısından mantardaki en önemli kalite parametrelerinden olan mantarın beyazlığı (Gormley ve MacCanna, 1967) kapsamında MAP uygulamasının belirgin etkisi her depolama sıcaklığında saptanmıştır.

İstiridye Mantarında (Pleurotus Ostreatus) Farklı Depolama Sıcaklıklarında Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kaliteye Etkileri

Çizelge 3. Farklı depolama sıcaklıklarında MAP uygulamasının zemin rengi parlaklığına (L*) etkisi

Sıcaklık	Hasat	7. Gün Kontrol	7. Gün MAP	Sıcaklık Ort
0-2 °C	66,07 ± 0,33 a	62,18 ± 0,41 d	65,67 ± 0,39 ab	64,99
4-6 °C	66,07 ± 0,33 a	60,03 ± 0,24 e	64,74 ± 0,31 bc	64,23
10-12° C	66,07 ± 0,33 a	57,28 ± 0,28 f	64,61 ± 0,33 c	63,51
Süre Ortalaması	66,07 A	62,42 B		-----
Uygulama Ortalaması		62,95 B	65,54 A	-----
“MSD*Süre” ve “MSD*Uygulama”: 1,1441			(Ö.D.)	

MSD*Süre*Sıcaklık*Uygulama: 0,9744; (Ö.D.): İstatistiksel olarak önemli düzeyde değil.

Görsel kalite

Mantarda görülen, renk değişimi, buruşma, dirilik, tazelik gibi özellikleri kapsayan görsel kalite değerleri kapsamında 7 günlük depolama süresi görsel kalitede önemli düzeyde ($p < 0,05$) düşüslere neden olmuştur. Bunun yanında; MAP uygulaması belirgin şekilde görsel kalitenin korunumunu sağlamıştır (Çizelge 4). Buna karşın; depolama sıcaklıkları arasında önemli düzeyde farklılık görülmemiştir ($p > 0,05$). Bunun nedeni MAP uygulamalarında tüm sıcaklıklarda kalite kayıplarının minimal seviyede seyretmesidir (Şekil 2). MAP uygulamalarının farklı mantar türlerinde kaliteye olan bu olumlu etkileri daha önce yapılan bazı çalışmalarla saptanmıştır (Henze, 1989; Burton, 1991).



Şekil 2. Depolama sonunda görülen mantar örnekleri (Kontrol solda, MAP sağda).

Çizelge 4. Farklı depolama sıcaklıklarında MAP uygulamasının istiridye mantarında görsel kalite değerleri (1-5) üzerine etkileri.

Sıcaklık	Hasat	7. Gün Kontrol	7. Gün MAP	Sıcaklık Ort
0-2 °C	4,26 ± 0,28 a	2,53 ± 0,23 b	4,20 ± 0,24 a	3,81
4-6 °C	4,26 ± 0,28 a	2,00 ± 0,21 b	4,00 ± 0,23 a	3,63
10-12° C	4,26 ± 0,28 a	1,20 ± 0,09 c	3,86 ± 0,13 a	3,40
Süre Ortalaması	4,26 A	2,97 B		-----
Uygulama Ortalaması		3,09 B	4,14 A	-----
“MSD*Süre” ve “MSD*Uygulama”: 0,4442			(Ö.D.)	

MSD*Süre*Sıcaklık*Uygulama: 0,7125; (Ö.D.): İstatistiksel olarak önemli düzeyde değil.

İstiridyde Mantarında (Pleurotus Ostreatus) Farklı Depolama Sıcaklıklarında Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kaliteye Etkileri

Protein miktarı

İstiridyde mantarında besin içeriği açısından önemli bir yere sahip olmasından dolayı önemli bir kalite parametresi de olan protein miktarı açısından; Protein miktarındaki azalmalar 0-2 °C sıcaklıkta önemli düzeyde minimize edilmiştir. Diğer taraftan MAP uygulaması, protein miktarının korunumunda önemli düzeyde rol oynamıştır ($p<0,05$). MAP uygulanan mantarlarda tespit edilen protein miktarı, tüm depolama sıcaklıklarında kontrole göre yüksek seviyededir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı depolama sıcaklıklarında MAP uygulamasının protein miktarına olan etkileri.

Sıcaklık	Hasat	7. Gün Kontrol	7. Gün MAP	Sıcaklık Ort
0-2 °C	3,98 ± 0,46 a	1,73 ± 0,24 bc	3,65 ± 0,32 a	3,34 A
4-6 °C	3,98 ± 0,46 a	1,56 ± 0,33 bc	2,54 ± 0,21 b	3,02 AB
10-12° C	3,98 ± 0,46 a	1,12 ± 0,11 c	1,77 ± 0,25 bc	2,71 B
Süre Ortalaması	3,98 A	2,06 B		-----
Uygulama Ortalaması		2,73 B	3,32 A	-----
“MSD*Süre” ve “MSD*Uygulama”:			0,3879	0,5733

MSD*Süre*Sıcaklık*Uygulama: 1,094.

Paket içi gaz konsantrasyonu

Çalışmada incelenen parametreler kapsamında; modifiye atmosfer paketleme uygulaması, üç farklı depolama sıcaklığında da kontrole göre belirgin şekilde olumlu sonuçlar vermiştir. Bunun yanında; özellikle 0-2° C ile 4-6° C arasında, kalite parametrelerine ait sonuçlarda oldukça yakın bulgular elde edilmiştir. Bu bağlamda; üç farklı depolama sıcaklığında paket içi gaz konsantrasyonları incelendiğinde özellikle 3. gün depolamadan sonra karbondioksit miktarında belirgin bir artış görülürken, oksijen miktarında da dikkate değer bir azalış söz konusu olmuştur (Çizelge 6). Sıcaklığa bağlı olarak gün sürelerinin artması mantarlarda gaz konsantrasyonunun değişimine neden olmaktadır. Bunun nedeni mantarın solunumunda bulunmasıdır. Mantarlar paket içindeki O₂'ni kullanıp ortama CO₂ vererek paket içi gaz konsantrasyonunu değiştirmektedir. Sıcaklık arttıkça solunumda arttığı için paket içi gaz konsantrasyonu en yüksek değişim 10° C sıcaklıkta; en düşük değişim ise 0° C sıcaklıkta görülmüştür.

Çizelge 6. Farklı sıcaklıklarda paket içi gaz konsantrasyonlarının günlük değişimi.

Gaz konsantrasyon değerleri (%)		0 C	4 C	10 C
1. Gün	O ₂	15,62	16,07	15,51
	CO ₂	3,64	4,25	5,46
2. Gün	O ₂	15,01	16,11	14,56
	CO ₂	4,12	4,56	6,12
3. Gün	O ₂	14,11	15,74	13,94
	CO ₂	4,98	5,03	6,84
4. Gün	O ₂	13,06	15,29	12,34
	CO ₂	5,13	5,79	7,92
5. Gün	O ₂	12,13	14,23	11,75
	CO ₂	5,76	6,84	8,34
6. Gün	O ₂	11,34	13,62	10,56
	CO ₂	6,08	7,36	9,02
7. Gün	O ₂	11,02	11,98	10,03
	CO ₂	6,71	8,12	9,86

Sonuç ve Öneriler

Elde edilen sonuçlara göre modifiye atmosfer paketleme (MAP), tüm depolama sıcaklıklarında kalitenin korunumunu önemli seviyede sağlamıştır. 0°C-2°C sıcaklık ise kalitenin korunumu açısından en iyi sonuçları vermesi, bu mantar türünde de düşük sıcaklık koşullarında muhafazanın kalite parametrelerini koruma açısından daha etkili olduğunu göstermektedir.

İstiridye Mantarında (Pleurotus Ostreatus) Farklı Depolama Sıcaklıklarında Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Kaliteye Etkileri

Diğer taraftan; ürünün diğer depolama sıcaklıklarında da büyük kalite kayıpları olmadan MAP uygulamasıyla muhafaza edilebildiği saptanmıştır. Paket içi gaz konsantrasyonları kapsamında ise sıcaklık yükseldikçe CO₂ miktarının solunumla ilişkili olarak arttığı saptanmıştır.

Türkiye’de ve Dünya’da popülaritesi artan fakat muhafaza süresinin çok kısa olması nedeniyle üretimi ve tüketimi kısıtlı olan bu mantar türünde kalıntı sorunu olmaksızın kalitenin korunumu koşuluyla muhafaza süresinin uzatılması üretici ve tüketici açısından büyük önem arz etmektedir. Söz konusu durum; bu türün ihracat potansiyelini de arttıracaktır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar; üretici ve tüketicilerin muhafaza ve market ile raf ömrü konusunda yaşadıkları sorunu en aza indirebilmek için yapılan bu çalışma bazı sorunların çözümünde yardımcı olabilir ve ileride yapılacak olan mantar muhafazası çalışmalarına yol gösterici nitelikte olabilir.

Not: Bu çalışma, Samed Başyiğit’in yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

Kaynakça

- Ağaoğlu, Y.S., İlbay, M.E., 1989. Kültür Mantarı (*A. bisporus*) Yetiştiriciliği. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 19- 39, Ankara.
- Anonymous, 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), (<http://faostat.fao.org>). Erişim tarihi: 19.05.2019
- Alexopoulos, C., Mims, C., Blackwell, M. 1996. Introductory mycology (Wiley & Sons, New York). Erişim tarihi: 19.05.2019
- Birben, H., Çaycı, G., Kütük, C. 1999. Atık mantar kompostunun Begonya (*Begonia semperflorens*) bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 14-17 Eylül, Ankara, s.187-191.
- Burton, K.S. 1991. Modified atmosphere packaging of mushrooms-Review and recent developments. Mushroom Science. 13(2): 683-688.
- Chang, S. T., 1999. World Production of Cultivated Edible and Medicinal Mushrooms in 1997 with Emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. In China. International J. Med. Mush. 1: 291–300.
- Çavuşoğlu, Ş. ve Gökçenay, G.,2018. "Farklı Dozlarda Uygulanan Sitokininin Beyaz Şapkalı Mantarın (*Agaricus bisporus*) Muhafazası Üzerine Etkisi". Mantar Dergisi 9 / 1 (Nisan 2018): 80-91.
- Gormley TR & MacCanna C (1967). Pre-packaging and shelf life of mushrooms. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 6: 255-265.
- Güler, M. 1988. Kayın Mantarı Yetiştiriciliği. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, 669: 52, Ankara.
- Henze, J. 1989. Storage and transport of Pleurotus mushrooms in atmospheres with high CO2 concentrations. Acta Horticulturae. 258: 579-584.
- Pekşen, A., B. Kibar, G. Yakupoğlu. 2007. Yenilebilir Bazı *Lactirus* Türlerinin Morfolojik Özelliklerinin, Protein ve Mineral İçeriklerinin Belirlenmesi. OMÜ Zir.Fak. Dergisi. 22(3):301-305.
- Poppe, J., 2000. Use of Agricultural Waste Materials in The Cultivation of Mushrooms. In Proceedings of The 15th International Congress on The Science and Cultivation of Edible Fungi, ed. Van Griensven, L.J.L.D., pp. 3-23. Rotterdeam: Balkema. ISBN 90- 5809-1449.
- Sánchez, C. 2010. Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and Other Edible Mushrooms. Appl Microbiol Biotechnol, 85:1321-1337
- Sanmee, R., B. Dell, P. Lumyong, K. Izumori, S. Lumyong. 2003. Nutritive Value of Popular Wild Edible Mushrooms from Northern Thailand Food Chem.84(4): 527-532.
- Vetter, J. 2003. Chemical Composition of Fresh and Conserved *Agaricus bisporus* Mushroom. Eur Food Res Technol (2003) 217:10–12.



Kalkınmacı Merkez Bankacılığı

Ceyda TOY^{1*}

<https://orcid.org/0000-0001-5881-1488>

Mesut YÜCESAN²

<https://orcid.org/0000-0001-9893-5020>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Finans Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: ceydatoy96@gmail.com

Özet

2008 küresel finansal krizinin etkileri geniş bir coğrafyada ve ciddi derecede hissedilmesiyle birlikte neo-liberal anlayış çerçevesindeki enflasyon hedeflemesi stratejisi hakkında eleştiriler ortaya çıkmaya başlamıştır. Fiyat istikrarının olduğu ülkelerin bile bu krizden etkilenmeleri akılda soru işaretlerini arttırmış ve yeni bir strateji arayışına girilmiştir. Bu bağlamda, bazı ülkelerde kalkınmacı merkez bankacılığı kavramından yüksek sesle bahsedilmeye başlanmış ve merkez bankası yasaları değiştirilerek bu sisteme geçiş yapılmıştır. Çalışmada merkez bankacılığının tarihsel gelişimi çerçevesinde genel bir bakış sunulmuş; kalkınmacı merkez bankacılığı kavramı incelenmiştir. Arjantin ve Bangladeş ekonomilerinin makroekonomik göstergeleri ayrı ayrı ele alınmış, Türkiye ekonomisinin kalkınmacı merkez bankacılığı ihtiyacı sorgulanmış ve Türkiye özelinde politika önerileri oluşturulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Merkez Bankası, Enflasyon Hedeflemesi Stratejisi, Kalkınmacı Merkez Bankacılığı

Developmental Central Banking

Abstract

As the effects of the 2008 global financial crisis were felt seriously in a wide geography, criticisms began to emerge about the inflation targeting strategy within the framework of the neo-liberal approach. Countries which use price stability as economic strategy is affected by this crisis and this situation has raised questions about a new strategy has been needed. In this context, the concept of developmental central banking has started to be mentioned loudly in some countries and the central bank laws have been changed and this system has been transitioned. The study provides an overview for one of the new central banking concept which is the developmental central banking. The macroeconomic indicators of the economies of Argentina and Bangladesh have been handled separately, the need for developmental central banking of the Turkish economy has been questioned and policy recommendations have been tried to be made for Turkey.

Keywords: Central Banking, Inflation Targeting Strategy, Developmental Central Banking

Giriş

Amerikan efsanesi mizahçı Will Rogers'ın "İnsanlığın en büyük 3 icadı ateş, tekerlek ve merkez bankalarıdır." sözü, merkez bankacılığının önemi anlatır niteliktedir (Üzar ve Başoğlu, 2017: 125). Merkez bankası kısaca, bir ülke ya da ülkeler grubunun para politikasından sorumlu kurum olarak tanımlanabilmektedir. Ekonomiler açısından hayati öneme sahip kurumlardır ve günümüzde neredeyse her ülke bir merkez bankasına sahiptir.

Merkez bankacılığının ortaya çıktığı günden günümüze kadar olan süreçte görev ve yetkileri birçok değişikliğe uğramıştır. Ancak 2008 küresel ekonomik krizi dengelerin değişmesine sebep olmuş ve duvarların ötesine geçmeye zorlamıştır. Birçok ülke tarafından uygulanan neo-liberal merkez bankacılığı konusunda soru işaretleri oluşmuş, eleştiriler çoğalmıştır. Enflasyon ile mücadele ederken, yani merkez bankaları fiyat istikrarı kavramına odaklanırken büyüme, istihdam, finansal istikrar, gelirin adil dağılımı gibi konularda yetersiz kaldığı düşünülmeye başlanmıştır. Bu konudaki belirsizlikler devam ederken, alternatif merkez bankacılığı stratejileri güncel tartışma konuları arasına girmeyi çoktan başarmıştır.

Kalkınma kavramı birçok unsuru içerisinde barındırmaktadır. Temiz bir çevre, uzun ve kaliteli insan yaşamı, her bireyin eğitime ulaşabilmesi, eğitimin kaliteli olması, gelirin adil dağıtılması, yoksulluğun en aza indirilmesi gibi birçok ifade kalkınmanın temelini oluşturmaktadır. Bu ifadelere bakıldığında aslında kalkınmacı merkez bankacılığı ile kastedilen büyüme merkez bankasıdır. Kalkınma, iktisadi büyümenin yanında sosyal, politik ve ekonomik alanlarda oluşan yapısal dönüşümleri de içermektedir.

Gelişmekte olan bazı ülkeler –örneğin en çok bilinen ülkeler Arjantin ve Bangladeş- merkez bankacılığı serüveninin içerisinde çok önemli bir yeri olan kalkınmacı merkez bankacılığı anlayışını benimsemişlerdir. Merkez bankası yasalarını değiştirmişler; büyüme, istihdam, gelir adaleti, sosyal adalet, sanayileşme gibi kalkınmacı kavramları yasalarına eklemişlerdir.

Çalışmada literatür araştırmasına yer verilmiş, merkez bankacılığının tarihsel süreci incelenmiş, görev ve yetkilerine değinilmiştir. Kalkınmacı merkez bankacılığı kavramının neyi ifade ettiği anlatılmış, göze çarpan ülkeler olarak Arjantin ve Bangladeş örnekleri ele alınmış, bu ülkelerin politika faizi, enflasyon, büyüme, GSYİH, işsizlik verileri incelenmiş ve Türkiye için bir değerlendirme yapılmıştır.

Kuruluşundan Günümüze Merkez Bankacılığına Genel Bakış

Merkez bankası en yüksek likiditeye sahip kağıt parayı yaratan, bu banknotları tedavüle sokan, ülke ya da ülkeler grubunun ulusal parasının değerini istikrarlı hale getirmek için para politikası araçlarını kullanan, para miktarını kontrol eden, devletin bir kurumu olmasına karşılık hükümetten bağımsız ancak hükümet ile uyumlu çalışan ve kar amacı gütmeyen bir bankadır. Merkez bankalarının genellikle temel amacı ülkedeki fiyat istikrarının ve bununla birlikte finansal istikrarın sürdürülmesidir (Erdoğan Kurumlu, 2018: 353, Üzar ve Başoğlu, 2017: 126). Bunun yanında, hükümetleri finanse etmek, finansal sistemin gelişimini desteklemek, para politikalarını uygulamak, ulusal parayı dolaşıma sürmek ve ulusal paranın değerini korumak gibi görevleri de vardır.

Merkez bankacılığı sistemi M.Ö. 3500 yılında Sümerlerde kurulan 'maket' adı verilen tapınaklarda ortaya çıkmıştır. Takas ekonomisinin olduğu bu dönemlerde insanlar fazla hasadını en güvenilir yer olarak bildikleri tapınaklara vermiştir. Tapınak rahipleri bırakılan hasatları ihtiyacı olan hanehalkına kredi olarak vermek suretiyle gelir elde etmişlerdir. Böylelikle ilk merkez bankacılığı sistemi kurulmuştur. 20.yy.'dan önce merkez bankası kavramı açıkça kullanılmamıştır (Ertan, 2019: 3).

İlk olarak 1668 yılında savaşın finansmanı amacıyla İsveç'te kurulan Bank of the Estate of the Realm, merkez bankacılığı sisteminin öncülerindendir (Gediz ve Sağın, 2015: 96). Ancak, gerçek anlamda ilk merkez bankası 1694 yılında kurulan İngiltere Merkez Bankası yani Bank of England'dır. Bunun sebebi, üç önemli fonksiyonu içermesidir; devletin bankası olma, banknot ihraç etmede tekel konumunda olma ve likiditenin son mercii olma (Önder, 2005: 10).

Devletler, 20.yüzyıla kadar olan süreçte yaşanan savaşların finansmanını bulmakta güçlük çektikleri için, para basma yetkisine sahip olan merkez bankalarından borçlanma yolunu seçmişlerdir.

Kalkınmacı Merkez Bankacılığı

Ancak bu süreçte olması gerekenden fazla banknot basılması, yüksek enflasyonu da beraberinde getirmiştir (Üzar ve Başoğlu, 2017: 126).

Merkez bankaları ilk olarak kar amacı gütmeyen kurumlar olarak değil de özel ticari bankalar olarak meydana çıkmıştır (Önder, 2005: 10). Modern olarak ifade edilen merkez bankalarının 20.yüzyılda ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Günümüzde ise Merkez Bankası olmayan ülke neredeyse kalmamıştır (Ertan, 2019: 4). Bankaların bankası diye bahsedilen Merkez Bankaları'nın görevleri buldukları ülkelerin şartlarına göre değişiklik gösterse de hemen hemen aynı görevlere sahiptir. Merkez bankaları özellikle savaş dönemlerinde kamunun finansörü olarak anılsa da, esas görevleri paranın iç ve dış değerini korumaktır.

Devletlerin siyasal ve ekonomik anlamda bağımsız olabilmeleri için bir merkez bankasına sahip olmaları gerekmektedir. Merkez bankaları ekonomiyi ve dolayısıyla bankacılık sektörünü ve finansal sektörü doğrudan etkilemektedir. Ülkeler arasında merkez bankalarının görev ve yetkileri farklılık göstermektedir (Erek, 2019: 9). Merkez bankalarının ortak olan görev ve yetkileri şunlardır (Öztürk, 2014: 72-74; Sargın, 2017: 7-8; Erdoğan Kurumlu, 2018: 355-356):

- Fiyat istikrarını, finansal ve reel istikrarı sağlamak
- Ödemeler bilançosu dengesini sağlamak
- İstihdam düzeyini yükseltmek
- Ulusal paranın iç ve dış değerini korumak için döviz piyasasında işlem yapmak
- Zorunlu karşılık oranlarını belirlemek
- Reeskont ve avans işlemlerini yapmak
- Ülkenin altın ve döviz rezervlerini yönetmek
- Banknot ihracını yapmak, para ve kredi hacmini kontrol etmek
- Devletin haznedarlığı yapmak
- Hükümete mali ve ekonomik konularda danışmanlık yapmak
- Para arzının kontrolünü sağlamak
- Mali piyasaları izlemek amacıyla mali kurumlardan para ve kredi gibi konularda istatistikî bilgi toplayarak gerekli bilgileri değerlendirmeye yetkilidir.

Merkez Bankası'nın görev ve yetkilerinden de görüleceği üzere, nihai hedef finansal istikrar olsa da para ve sermaye piyasalarının işleyişi ve ülkenin kalkınmasına destek verilmesi için de yetkilendirilmiştir.

Kalkınmacı Merkez Bankacılığı

Parasal hedefleme ve döviz kuru hedeflemesinden istenilen başarının elde edilememesi sebebiyle 1990'lardan itibaren Yeni Zelanda başta olmak üzere birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede enflasyon hedefleme stratejisi uygulanmaya başlamıştır. Bu strateji sayesinde enflasyonda tek hanelere inilmeye başlanmış ve büyük ölçüde başarı sağlanmıştır.

1970'li yıllardan 2008 krizine kadar olan süreçte merkez bankacılığı sisteminde neo-liberalizmin hakimiyet sürdüğü söylenebilir. Küresel krize kadar tek geçerli strateji olarak görülen ve Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası'nın da halen uygulamakta ısrar ettiği neo-liberal merkez bankacılığının odak noktalarını şöyle sıralamak mümkündür: 1) Merkez bankası bağımsızlığı ön plandadır; 2) Nihai hedef fiyat istikrarıdır, diğer tüm amaçları göz ardı etmektedir; 3) Para politikası konusunda doğrudan finansal teknikler yerine dolaylı tekniklerin tercih edilmesidir (Epstein, 2013: 276; Ünay, 2015: 2-3).

Merkez bankası stratejileri hakkında 2000'li yıllardan itibaren tüm dünyada bir uzlaşmaya varılmıştır. Bu uzlaşma, istikrarlı bir fiyatlar genel düzeyi seviyesi sayesinde ekonomik istikrarın oluşacağı beklentisi yani enflasyon hedefleme stratejisidir. Ancak Eylül 2008'e gelindiğinde Amerikalı yatırım bankası Lehman Brothers'ın batması ile birlikte küresel kriz tüm dünyaya yayılmaya başlamıştır. Bu durumun sonucunda ise, temel varsayımlara dayanan ve uzlaşma sağlanmış olan merkez bankacılığı ile ilgili soru işaretleri oluşmaya başlamıştır. Gözden geçirilmesi ve hatta yeniden oluşturulması gerekli hale gelmiştir (Blanchard, 2011: 3; Mishkin, 2012: 1).

2008 küresel krizinden önce merkez bankalarının kullandığı en temel para politikası aracı kısa dönemli faiz oranlarıydı. Bu araç, enflasyonda istikrarı sağlama amacına ulaşmak için faiz oranlarını kullanarak tüketim ve yatırımı doğrudan etkilemekte ve ekonominin işleyişine müdahale etmektedir. Bu stratejinin getirdiği bazı sorunlar –fiyat istikrarına rağmen makroekonomik sorunlar ve enflasyon-çıktı düzeyi arasındaki ilişkinin yapısı- 2008 krizi ile birlikte su yüzüne çıkmıştır. (Blanchard, 2011:3; Peersman, 2014: 2). Bu kriz ile birlikte neo-liberalizmin hakim olduğu merkez bankacılığı daha da çok eleştirilmeye başlanmıştır.

Kalkınmacı merkez bankacılığı anlayışı, neo-liberal merkez bankacılığı anlayışının günümüzdeki iktisadi faktörleri görmezden geldiğini vurgulamakta ve merkez bankalarının bu iktisadi faktörler üzerinde daha etkin olabileceği fikrini benimsemektedir. Kalkınma olgusunun bir faktörü olan merkez bankaları, sürdürülebilir büyüme, tam istihdam, finansal istikrar, verimli yatırımlar, kredi tahsisi ve faiz oranı farklılaştırılması gibi doğrudan finansal teknikler ile sanayileşmenin desteklenmesi gibi durumlar için göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir (Oktar, Akyazı ve Ünar, 2017: 586). Bu bağlamda bakıldığında, kalkınmacı merkez bankacılığının, neo-liberalizmin dışında kalan heteredoks bir anlayış olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Üzar ve Başoğlu, 2017: 139).

Merkez bankacılığının tarihsel gelişimi incelendiğinde ve ülkeler arasındaki gelişmişlik düzeyleri veri alındığında kalkınmacı merkez bankacılığının ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Doğu Asya’da Güney Kore, Çin ve Tayvan; Latin Amerika’da Brezilya ve Arjantin’in mucizeler yarattığı görülmektedir. Bu ülkeler kalkınmacılığı ön planda tutarak çok önemli başarılarla imza atmışlardır (Epstein, 2013: 275-277).

Günümüz ekonomilerinde ise enflasyon hedeflemesi stratejilerini uygulayan ancak neo-liberalizmden farklı olarak kalkınmacılığa öncelik veren merkez bankaları da bulunmaktadır. Buna en iyi örnek şüphesiz Arjantin ve Bangladeş’tir (Ünay, 2015: 5).

Literatür

Bakan (2009) yaptığı çalışmada, 1980-2009 yılları arasında Türkiye’de uygulanan neo-liberal iktisat politikalarını incelemiş ve sonucunda ülkemizin piyasa ekonomisini etkin bir şekilde çalıştırmadığı sonucuna varmıştır. Bakan’a göre bunun en büyük sebebi ise kamu sektörünün ekonomide ağırlıklı bir yer tutmasıdır.

Epstein (2013) yaptığı çalışmada, 2007-2008’de başlayan ve devam eden Büyük Mali Kriz’de, makroekonomik ve mali politikaya yönelik önceden baskın olan neo-liberal yaklaşımı çarpıcı biçimde sorgulamaktadır. Epstein’e göre, gelişmekte olan ülkelerin merkez bankaları artık ileri ülkelerin merkez bankalarının ve IMF’nin söylediklerinden yola çıkmamalı, bunun yerine ne yaptıklarına bakmalı ve kendi dikkatli deneylerinde bunların ötesine geçmelidir. Arjantin ve Bangladeş’in merkez bankaları gibi, ekonomik ve finansal istikrarla birlikte kapsayıcı ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmeye yardımcı olabilecek, yeniden canlanmış bir kalkınmacı merkez bankacılığı geleneği yaratacaklar.

Ünay (2015) yaptığı çalışmada, kalkınmacı merkez bankacılığı kavramından ve bu kavramın uygulanışına örnek olarak Arjantin ve Bangladeş ülkelerinden bahsetmektedir. Türkiye’nin kalkınmacı merkez bankacılığına ihtiyacı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Ekinci (2015) yaptığı çalışmada, Güney Kore örneğini incelemiştir. Güney Kore’de uygulanan politikalar için merkez bankasına yeterli yetki verilmediği sonucuna ulaşmıştır. Bu nedenle, kalkınmayı sağlayanın merkez bankası dışındaki faktörlerde aranması gerektiği savunulmaktadır.

Akçay (2017) yaptığı çalışmada, Güney Kore ve Japonya örneklerini ele almıştır. Bu ülkelerdeki ekonomik başarının, uygulanan kalkınmacı merkez bankacılığı anlayışı sayesinde oluştuğu vurgulanmaktadır.

Oktar, Akyazı ve Üzar (2017) yaptıkları çalışmada, Türkiye için kalkınmayı öncelikli hale getiren bir merkez bankasına ihtiyaç duyulup duyulmadığını araştırmışlardır. Türkiye’de uygulanan enflasyon hedeflemesinin detaylarla beraber ele alındığında gerektiği kadar başarılı olamadığı, dolayısıyla kalkınmacı bir anlayışın Türkiye için iyi bir alternatif olabileceği savunulmuştur.

Kalkınmacı Merkez Bankacılığı

Beken (2020) yaptığı çalışmada, kalkınmacı merkez bankacılığı anlayışını ele almış, merkez bankacılığı serüveninde tarihsel gelişimi incelemiş, dünya ve Türkiye üzerinden değerlendirmeler yapmış ve öneriler sunmuştur.

Üzar ve Başoğlu (2017) yaptıkları çalışmada, merkez bankacılığı serüvenini incelemiş; kalkınmacı merkez bankacılığı ve enflasyon hedeflemesi stratejisini karşılaştırmışlardır. Her ülkenin kendine özgü ihtiyaçlarını karşılayabilecek olan politikaları uygulaması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Ulaşılan bu sonuçlar ışığında bakıldığında Arjantin, Bangladeş ve Türkiye üzerine değerlendirmeler yapılacaktır.

Arjantin Örneği

1935 yılında kurulan Arjantin Merkez Bankası'nın temel amacı ekonominin canlanması için destek vermektir (Beken, 2020: 416). 2000'li yılların başlarında Türkiye ile beraber yaşadığı krizden sonra makroekonomik anlamda cesur ve kararlı adım atan Arjantin, merkez bankacılığı kavramı açısından bilinen farklı bir çizgiye geçmiştir (Ünay, 2015: 5). Yakın geçmişe baktığımızda neo-liberal merkez bankacılığının duvarlarını yıkarak kalkınmacı bir anlayışla ilerleyen ülkelerden birisi olduğu görülmektedir. Arjantin hükümeti Mart 2012'de merkez bankası için yeni bir yasa onaylamıştır. Bu yasa ile birlikte, Arjantin Merkez Bankası'nın görevleri revize edilmiştir, yeni amaçlar tanımlanmıştır. Geleneksel çizgiden uzak olan bu yeni merkez bankası yasasının gerçekleştirmeyi taahhüt ettiği faktörler parasal istikrar, finansal istikrar, ekonomik kalkınma, istihdam ve sosyal adalettir (Oktar ve ark., 2017: 588). Arjantin Merkez Bankası daha güçlü bir konuma getirilmiştir.

Bu yeni merkez bankası yasası bazı kesimler tarafından oldukça sert eleştirilere maruz kalmıştır. Arjantin Merkez Bankası'nın bağımsızlığını kaybettiğine ve hükümetin himayesine girdiğine yönelik negatif eleştiriler yapılmıştır. Ancak ilerleyen süreç göstermiştir ki, bu negatif eleştirilerin altı boş çıkmıştır.

Arjantin'in 2008-2020 yılları arasındaki makroekonomik göstergeleri çizelge 1'de ele alınmıştır.

Çizelge 1. Arjantin'in makroekonomik göstergeleri

Yıllar	Politika Faizi ^{1 2}	Enflasyon	Büyüme	GSYİH (Milyon \$)	İşsizlik
2008	-	23.17	4.06	361.558	7.84
2009	-	15.38	-5.92	332.976	8.65
2010	12.25	20.92	10.13	423.627	7.71
2011	11.79	23.70	6	530.163	7.18
2012	12.75	22.31	-1.03	545.982	7.22
2013	14.57	23.95	2.41	552.025	7.1
2014	26.77	40.28	-2.51	526.32	7.27
2015	26.96	26.58	2.73	594.749	7.61
2016	28.79	41.12	-2.08	557.531	7.97
2017	26.42	26.01	2.82	643.629	8.35
2018	44.14	40.01	-2.57	517.627	9.22
2019	65.44	50.62	-2.09	445.445	9.84
2020	39.70	39.84	-9.91	383.067	11.67

¹2013 yılından 2014 yılına geçiş sürecinde Arjantin Merkez Bankası politika kağıtlarında değişiklik olmuştur. Politika faiz belirleyicisi 35 günlük Merkez Bankası kağıtları iken, haftalık repoya çevrilmiştir. Çizelgedeki büyük sıçramanın sebebi budur.

²2008 ve 2009 yılları için ülke merkez bankasında veri bulunmamaktadır.

Kaynak: Trading Economics, Banco Central De La Republica Argentina, The World Bank, Our World In Data

Arjantin, son yılları çok büyük sıkıntılarla geçen bir ülkedir. Kalkınmacı merkez bankacılığı uygulamasının başarıya ulaşmasını engelleyen sıkıntıların en başında yozlaşmış bir kamu mekanizması gelmektedir. Nitekim mekanizma 2017 yılının sonundan başlayarak büyük bir çıkmaza girmiş ve 2018 yılı Arjantin için doların ve enflasyonun 2 kata yakın yükseldiği kriz dönemi ile geçmiştir. Rüşvet

defterleri gibi skandalların ortaya çıkması ile birlikte kamuya olan güven iyice sarsılmış ve protestolar, istifalar devleti adeta başıboş konuma getirmiştir (Anadolu Haber Ajansı, 2018).

Kalkınmacı merkez bankacılığı modern ve sürdürülebilir bir yöntem olsa da bir sonuç olarak bir kamu programıdır. Dolayısıyla Arjantin, başarısız bir kamu politikası veya politik yozlaşma ile bu tür programların başarısız olmasının en büyük nedenlerini ortaya koyan bir örnektir.

Bangladeş Örneği

Arjantin gibi Bangladeş'te de merkez bankası yasası değişmiş, 2009 itibarıyla kalkınmacı merkez bankacılığı anlayışını benimsemiştir. Bu yasa ile birlikte parasal ve finansal istikrarın sağlanmasının yanında üretim artışı, istihdam artışı ve verimli kaynakların birbirine entegre edilmesi gibi kalkınmacılık hedefleri de Bangladeş Merkez Bankası'nın yetkilerine eklenmiştir (Oktar ve ark., 2017: 588). Bu yasa ile finansal katılımın sağlanması ve daha çok insanın finansal ortamla bütünleştirilmesi amaçlanmıştır (Üzar ve Başoğlu, 2017: 140).

Arjantin ve Bangladeş kalkınmacı merkez bankacılığı serüvenin en belirgin örnekleridir. Bu iki ülkede de görüldüğü üzere, gelişmekte olan ülkelerin kalkınma ve sosyo-ekonomik açıdan değişimleri göz önüne alındığında neo-liberal merkez bankacılığının yetersiz kaldığı görülmektedir (Ünay, 2015: 5). Kalkınmacı merkez bankaları, neo-liberal merkez bankalarının uyguladığı enflasyon hedefi amacının tek başına bir şey ifade etmeyeceğini, özellikle de küresel kriz sonrasında ülkelerin kendi ihtiyaçlarına uygun politikalar uygulamaları gerektiğini söylemek mümkündür. Özellikle de gelişmekte olan ülkeler açısından bakıldığında, kalkınmacı merkez bankacılığı önemli bir alternatif olmaktadır.

Bangladeş'in 2008-2020 yılları arasındaki makroekonomik göstergeleri çizelge 2'de ele alınmıştır.

Çizelge 2. Bangladeş'in makroekonomik göstergeleri

Yıllar	Politika Faizi ¹	Enflasyon	Büyüme	GSYİH (Milyon \$)	İşsizlik
2008	8.5	7.86	6.01	91.631	4.29
2009	8.75	6.76	5.05	102.468	5
2010	4.5	7.14	5.57	115.279	3.38
2011	6.5	7.86	6.46	128.638	3.71
2012	7.75	8.16	6.52	133.356	4.06
2013	7.5	7.17	6.01	149.99	4.43
2014	7.5	5.67	6.06	172.885	4.39
2015	7.5	5.87	6.55	195.079	4.38
2016	6.75	6.73	7.11	221.415	4.35
2017	6.75	6.28	7.28	249.711	4.37
2018	6	5.60	7.86	274.039	4.29
2019	6	4.46	8.15	302.563	4.22
2020	4.5	5.51	2.38	324.239	5.3

¹2008 ve 2009 yılları için ülke merkez bankasında veri bulunmamaktadır.

Kaynak: Trading Economics, The World Bank, Our World In Data

Bangladeş 160 milyonu aşkın nüfusu ile Arjantin ve Türkiye'den daha büyük bir nüfusa sahiptir. Tablo incelendiğinde kalkınmacı merkez bankacılığı politikalarının makro ekonomik göstergeler üzerindeki ciddi olumlu etkisi gözlemlenebilmektedir. Ancak istatistiklerden uzaklaşıldığı zaman durumun pek iç açıcı olmadığı görülmektedir. Şöyle ki, nüfusunun ciddi bir bölümü açlık sınırında olan ve insana yakışmayan yaşam koşulları içerisinde bulunmaktadır.

Programı uygulamaya başladığı yıllardan bu yana GSYİH'i 3 kattan fazla arttıran, sürdürülebilir bir enflasyon, işsizlik ve faiz görünümüne sahip olan ülke için daha yolun başında demek doğru bir tespit olacaktır. En büyük sorunu kontrolsüz nüfus artışı olan ülkenin bu konuda da adımlar attığı ve nüfus artışını son 10 yılda yüzde 1'in altına düşürdüğü bilinmektedir. Orta ve ileri teknoloji sanayi atılımları ve İngilizce'nin artık anadil olmaya çok yaklaştığı ülke, gelecek yıllara daha umut verici bakmaktadır.

Bangladeş kalkınmacı merkez bankacılığının çok yönlü bir program olarak diğer kamu kurumları tarafından desteklenmesine ve ülke politikalarının kalkınma amacı üzerine kurulması neticesinde başarıya ulaştığını göstermek açısından önemli bir örnektir. Aynı zamanda bu programların kalkınma kavramının gerekliliklerini yerine getirebilmek için ciddi bir süreye ve üzerinde sağlam adımlarla ilerlenebilecek bir tabana ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Türkiye Açısından Bir Değerlendirme

1715 sayılı kanun ile 1930 yılında kurulan Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, 1931 yılında faaliyete geçmiştir (TCMB, 2019). Türkiye tarihine bakıldığında merkez bankacılığını üç döneme ayırmak mümkün olmaktadır. 1931-1970 yılları arasında temel amaç iktisadi kalkınmadır. 1970-2001 yılları arasında ise TCMB'nin yasal durumu, görevleri ve yetkileri değişmiştir (TCMB, 2008). Son dönemi ise köklü değişikliklerin yaşandığı 2001'den günümüze kadarki süreç olarak ele alınabilmektedir.

1970-2001 yılları arasında uygulanan 1211 sayılı Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası yasasına baktığımızda “para ve kredi politikasını kalkınma planları ve yıllık programlara uygun bir tarzda yürütmek” ifadesi temel görevler kısmında yer almaktadır. Bu bağlamda, 2001 öncesinde uygulamada olan yasal düzenlemenin kalkınmacı merkez bankacılığı uygulamalarının bir örneği olduğu görülmektedir. Yasadan da anlaşılacağı üzere, bir ülkedeki merkez bankasının kalkınmacı olabilmesi için, o ülkede ekonominin resmi olarak kalkınma planlaması ile yönetilmesi gerekmektedir (Akçay, 2017).

2000 yılı başında ülkemizde enflasyonu düşürme programı yürürlüğe girmiştir. Türkiye 2002 yılından itibaren enflasyonu azaltmak amacıyla enflasyon hedeflemesi rejimini uygulamaya başlamıştır. 2001 krizinden sonra Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası nihai hedefini fiyat istikrarı olarak belirlemiştir. Bu durum ile enflasyonla mücadelede başarılı olunabileceği düşünülmüştür.

Türkiye’de enflasyon hedeflemesinin uygulandığı süreç incelendiğinde; 2002-2005 yılları arasında örtük enflasyon hedeflemesi, 2006-2010 yılları arasında açık enflasyon hedeflemesi ve 2011 yılından günümüze kadarki süreçte esnek enflasyon hedeflemesinin uygulandığı bilinmektedir.

Türkiye’nin 2008-2020 yılları arasındaki makroekonomik göstergeleri çizelge 3’te ele alınmıştır.

Çizelge 3. Türkiye’nin makroekonomik göstergeleri

Yıllar	Hedeflenen Enflasyon	Enflasyon	Politika Faizi ¹	Büyüme	GSYİH (Milyon \$)	İşsizlik
2008	4	10,1	-	0.82	770.462	9.71
2009	7,5	6,5	-	-4.82	649.273	12.55
2010	6,5	6,4	6.75	8.43	776.993	10.66
2011	5,5	10,4	6	11.20	838.763	8.8
2012	5	6,2	5.5	4.79	880.556	8.15
2013	5	7,4	4.5	8.49	957.738	8.73
2014	5	8,2	9.1	4.94	938.953	9.88
2015	5	8,8	7.6	6.08	864.317	10.24
2016	5	8,5	8	3.32	869.693	10.84
2017	5	11,92	8	7.50	858.996	10.82
2018	5	20,30	19.41	2.96	778.377	10.89
2019	5	11,84	15.56	0.92	761.428	13.67
2020	5	14,60	11.37	1.76	720.101	13.92

¹2008 ve 2009 yılları için ülke merkez bankasında veri bulunmamaktadır.

Kaynak: TCMB, The World Bank, Our World In Data

Örtük enflasyon hedeflemesinin uygulandığı yıllar olan 2002-2005 yıllarında gerçekleşen enflasyon oranları hedeflenen enflasyon oranlarının altında gerçekleşmiştir. Bu bağlamda, 2002-2005 yılları arasında Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası’nın enflasyon hedeflemesi stratejisini başarılı bir şekilde uyguladığı görülmektedir. 2006 yılında açık enflasyon hedeflemesine geçildiğinde ise Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası’nın hedeflenen enflasyon oranlarını yakalamakta güçlük çektiği

görülmektedir. 2011 yılından günümüze kadar olan süreçte üst üste enflasyon hedeflerinin gerçekleşen enflasyon rakamlarının çok gerisinde kaldığı göze çarpmaktadır.

Neo-liberal merkez bankacılığı anlayışı çerçevesinde, enflasyonun belirli bir düzeyde ve mümkün olduğunca düşük gerçekleştiği ekonomilerde geleceğe dair belirsizliklerin azalacağı savunulmaktadır. Bu açıdan incelendiğinde, Türkiye’de enflasyon hedeflemesinin uygulandığı süreçte Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası’nın kararlı adımlar atması ile enflasyon rakamlarında önemli ölçüde azalmalar yaşanmıştır. Ancak neo-liberal merkez bankacılığı anlayışının öngördüğü gibi, düşük enflasyonun gerçekleşmesi, ekonomideki diğer amaçlananların gerçekleştirilebilmesi açısından kilit nokta olup olmadığı tartışmalara yol açmaktadır. Türkiye ekonomisine bakıldığında, enflasyonda sağlanan kısmi başarıya karşılık diğer değişkenlerde bozulmalar görülmektedir (Oktar ve ark., 2017: 591).

Türkiye kalkınmayı yerelden sağlamaya çalışan bir ülkedir. Birçok senaryoda bu program başarıya ulaşan ve kalkınmayı tüm ülkeye yayan bir çalışma olarak göze çarpmaktadır. Türkiye açısından batısı ile doğusu arasında ciddi eğitim, gelir gibi uçurumların bulunduğu bir ülkede yerelden kalkınma çok doğru bir seçimdir. Ancak ülkede kalkınmanın önündeki en büyük engel tahmin edilemeyen enflasyon ve kur riski olarak göze çarpmaktadır.

Günümüzdeki duruma bakıldığı zaman maliye politikaları ve kalkınma isteği ile merkez bankasının artık etkisi tartışılır hale gelmiş olan standart politikaları birbirini yakalayamaz hatta engel teşkil eder duruma gelmiştir.

Bu sebeplerle Türkiye’nin makroekonomik stratejiler ile uyum içerisinde olan, büyüme dostu, istihdam dostu, yatırım dostu ve kalkınmacı bir merkez bankacılığı çerçevesine ihtiyacı olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Bu şekilde kalkınmayı destekleyici politikalar üreten merkez bankası kalkınmanın bir koruyucu rolünü üstlenerek maliye politikaları ile uyumlu çalışabilecek ve eski güvenini kazanarak kararlı daha etkili bir konuma gelecektir.

Türkiye için kalkınmacı merkez bankacılığı uygulamasına ihtiyaç olup olmadığı konusunda farklı görüşler ortaya çıkmaktadır. Ancak bu farklı görüşler içerisinde getirilen en önemli eleştiri, bu stratejiyi uygulayan ülkelerin alt gelirli ülkeler olması ve bu ülkelerde kamusal ahlakın gelişmemiş olmasıdır.

Sonuç ve Öneriler

Merkez bankaları ülkelerde paranın politikasının yönetiminden sorumlu kurumlardır. Para politikası, ekonomideki sorunların çözülebilmesi için bazı araçlara sahiptir. Hedefledikleri stratejilere uygun olarak bu politika araçlarını kullanmaktadırlar. Merkez bankalarının uyguladıkları politikalar, ülkelerin sosyolojik ve siyasal altyapıları ile yakın ilişkilidir ve altyapılar değiştikçe politikalar da değişmektedir. Merkez bankalarının hedefledikleri stratejiler ne olursa olsun, ülkelerin gelişmişlikleri hangi düzeyde gerçekleşirse gerçekleşsin, o ülkenin istihdam, büyüme ve kalkınma seviyelerinin de bu stratejiden etkileneceği kabul edilen bir gerçektir. Özellikle ekonomik bunalım dönemlerinde merkez bankalarının uyguladıkları politikaların tartışma konusu olması, aslında merkez bankacılığı kavramının üstlendiği sorumluluğun bir neticesidir.

Kalkınmacı merkez bankacılığı kavramı yakın süreçte ortaya çıkan bir kavram değildir. Merkez bankacılığı tarihçesine bakıldığında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde örneklerine rastlanılmaktadır. Fiyat istikrarının nihai hedef olarak belirlendiği neo-liberal anlayış çerçevesindeki enflasyon hedeflemesi rejimi oldukça geniş alanlarda uygulanan ve 2008 krizine kadar da nispeten başarılı görülen bir stratejiydi. 2008 krizi ile birlikte görülmüştür ki, fiyat istikrarı ve finansal istikrarı beraber sağlamak oldukça zordur. İzlenen politikaların yapısal anlamda düzenlemelere ve değişime uğraması gerektiği düşünülmeye başlamıştır.

Kalkınmacı merkez bankacılığı özellikle gelişmekte olan ülkeler için önerilen bir stratejidir. Enflasyon hedeflemesi stratejisini uygulayan bir merkez bankası için başarı kriteri fiyat istikrarı olarak kabul edilebilmektedir. Ancak kalkınmacı merkez bankacılığının başarılı olmasının hangi faktörlere bağlı olduğu henüz netlik kazanan bir olgu değildir. Başarılı olup olmadığına bakılmak istendiğinde

Kalkınmacı Merkez Bankacılığı

hangi göstergelerin incelenmesi gerektiği üzerinde uzlaşısı sağlanamamıştır. Çünkü kalkınma göstergeleri çok fazla konuda ve çok yönlü olabilmektedir.

Merkez bankasının kalkınmacılık işlevini yerine getirebileceği konusunda tartışmalar yaşanmaktadır. Bu tartışmalar amaç ve araç ilişkisi üzerinde yoğunlaşmaktadır. Merkez bankalarının amaç ve araçlarının arasındaki ilişki, merkez bankasının kalkınma kavramından sorumlu tek kurum olup olmayacağı ve kalkınma anlamında göstereceği performans ölçecek bir ölçüt olmaması nedeniyle başarı durumunun belirlenme şeklinin nasıl olacağı sorgulanmaktadır.

Kalkınma tek başına merkez bankasına devredilemeyecek kadar karmaşık bir konudur. Günümüzde birçok politika farklı şekilde uygulanmaya başladığı gibi, kalkınma politikaları da çok büyük bir değişim içerisine girmiştir. Dolayısıyla merkez bankasının kalkınmayı yöneten bir kurum olmasındansa kalkınma politikalarını destekleyici para politikaları üreten bir kurum olması daha işlevsel olacaktır. Geçmişe kıyasla merkez bankalarının neo-liberal anlayışın aksine ülke ekonomisinin kalkınmasına yönelik para politikalarıyla uygulatacakları para alternatif politikalarla daha önemli bir yere sahip olacağı görülmektedir.

Kaynakça

- Akçay, Ü. (2017, 11 13). 'Kalkınmacı' Merkez Bankası I. gazete duvar: <https://www.gazeteduvar.com.tr/yazarlar/2017/11/13/kalkinmaci-merkez-bankasi-i> adresinden alındı
- Anadolu Haber Ajansı. (2018, 12 3). *Arjantin'de 2018 ekonomik krizle geçti.* 9 13, 2021 tarihinde AA: <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/arjantinde-2018-ekonomik-krizle-gecti/1352750#:~:text=Dolar%2C%202018'de%20y%C3%BCzde%20100,ula%C5%9Farak%2040%20pesonun%20%C3%BCzerine%20%C3%A7%C4%B1kt%C4%B1>. adresinden alındı
- Argentina. (2017). 9 13, 2021 tarihinde Economic Survey of Latin America and the Caribbean: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42002/23/EEI2017_Argentina_en.pdf adresinden alındı
- Bakan, S. (2009). 1980'den Günümüze Türkiye'de Uygulanan Neo-Liberal İktisat Politikaları. *T.C. Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 116-125.
- Banco Central De La Republica Argentina. (2021). 9 14, 2021 tarihinde Banco Central De La Republica Argentina: http://www.bcra.gob.ar/PublicacionesEstadisticas/Principales_variables_datos_i.asp adresinden alındı
- Beken, H. G. (2020). Kalkınmacı Merkez Bankacılığı: Dünya Örnekleri ve TCMB Değerlendirmesi. *Siirt Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 409-430.
- Blanchard, O. (tarih yok). Monetary Policy in the Wake of the Crisis. *IMF Macro Conference*.
- Ekinci, N. K. (2015, 03 02). *Para, Merkez Bankası ve kalkınmacılık: 'Yasası ne olursa' olsun anlayışının sonu yok.* 5 26, 2021 tarihinde Diken Gazetesi: <https://www.diken.com.tr/para-merkez-bankasi-ve-kalkinmacilik-yasasi-ne-olursa-olsun-anlayisinin-sonu-yok/> adresinden alındı
- Epstein, G. (2013). Developmental Central Banking: Winning The Future By Updating A Page From The Past. *Review of Keynesian Economics*, 273-287.
- Erdoğan Kurumlu, D. (2018). *Makro İktisat ve Para-Banka Kredi*. Pegem Akademi.
- Erek, M. S. (2019). Merkez Bankası Bağımsızlığı ve Mali Güvenilirlik İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Örneği. *Marmara Üniversitesi Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü Bankacılık Anabilim Dalı Doktora Tezi*.
- Ertan, A. (2019). Merkez Bankası Bağımsızlığının Önemi ve Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Teorisi Yüksek Lisans Tezi*.
- Gediz, D., & Sağın, A. (2015). Merkez Bankası Bağımsızlığı Kavramı. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi*, 95-112.
- Mishkin, F. S. (2012). Central Banking after the Crisis. *Graduate School of Business, Columbia University*.
- Oktar, S., Akyazı, H., & Üzar, U. (2017). Kalkınmacı Merkez Bankacılığı: Türkiye İçin Alternatif Olabilir Mi? *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 577-600.
- Our World In Data. (2021). *Unemployment rate, 2020.* 9 15, 2021 tarihinde Our World In Data: <https://ourworldindata.org/grapher/unemployment-rate> adresinden alındı
- Önder, T. (2005). Para Politikası: Araçları, Amaçları ve Türkiye Uygulaması. *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Piyasalar Genel Müdürlüğü Uzmanlık Yeterlilik Tezi*.
- Öztürk, N. (2014). Para Politikasının Amaçları Araçları ve Alternatif Para Politikası Stratejileri. *Para Banka Kredi*. içinde Ekin Yayıncılık.
- Peersman, G. (2014). The Effectiveness of Unconventional Monetary Policies. *Ghent University Faculty of Economics and Business Administration*, 1-17.
- Sargın, C. (2017). Merkez Bankası Bağımsızlığı ve İşsizlik Oranlarına Etkisi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.
- TCMB. (2008). *Dünden Bugüne Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası*. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. adresinden alındı
- TCMB. (2019, Şubat). *Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Tarihçesi ve Görevleri*. 5 20, 2021 tarihinde Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. adresinden alındı

- TCMB. (2021). *1 Hafta Repo*. 9 14, 2021 tarihinde Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Temel+Faaliyetler/Para+Politikasi/Merkez+Bankasi+Faiz+Oranlari/1+Hafta+Repo> adresinden alındı
- TCMB. (2021). *Enflasyon Hedefleri*. 8 12, 2021 tarihinde Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası: <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Temel+Faaliyetler/Para+Politikasi/Fiyat+Istikrari+ve+Enflasyon/Enflasyonun+Hedefleri> adresinden alındı
- The World Bank. (2021). *GDP (current US\$) - Turkey, Argentina, Bangladesh*. 9 15, 2021 tarihinde The World Bank Data: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2020&locations=TR-AR-BD&start=2008&view=chart> adresinden alındı
- The World Bank. (2021). *GDP growth (annual %) - Argentina, Bangladesh, Turkey*. 9 16, 2021 tarihinde The World Bank Data: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2020&locations=TR-AR-BD&start=2008&view=chart> adresinden alındı
- The World Bank. (2021). *Inflation, GDP deflator (annual %) - Argentina, Bangladesh*. 9 15, 2021 tarihinde The World Bank Data: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.DEFL.KD.ZG?end=2020&locations=AR-BD&start=2000> adresinden alındı
- Trading Economics. (2021). *Argentina 7-Day Leliq Rate*. 9 14, 2021 tarihinde Trading Economics: <https://tradingeconomics.com/argentina/interest-rate> adresinden alındı
- Trading Economics. (2021). *Bangladesh Repo Rate*. 9 15, 2021 tarihinde Trading Economics: <https://tradingeconomics.com/bangladesh/interest-rate> adresinden alındı
- Ünay, S. (2015). Türkiye'nin "Kalkınmacı Merkez Bankası" İhtiyacı. *SETA Perspektif*.
- Üzar, U., & Başoğlu, A. (2017). Merkez Bankacılığı ve Yeni Arayışlar: Nominal GSYH Hedeflemesi ve Kalkınmacı Merkez Bankacılığı Tartışmaları. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, 123-145.



Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Böcekler Üzerindeki Olası Etkileri

İpek YAŞAR^{1*}

Şahin KÖK²

İsmail KASAP¹

<https://orcid.org/0000-0002-1447-6232>

<https://orcid.org/0000-0002-1092-8596>

<https://orcid.org/0000-0002-0015-4558>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bitki Koruma Programı, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: ipek.yasar@comu.edu.tr

Özet

Küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan iklim değişikliği tüm dünyanın en önemli ekolojik sorunlarının başında gelmektedir. Böcekler de dahil birçok hayvanın biyolojisi ve davranışı etkilenebileceği gibi onların yaşam alanlarında ve beslenme alışkanlıklarında da değişimler ortaya çıkabilmektedir. Böcekler yeryüzünde bulunan canlı türlerinin büyük bir çoğunluğunu oluşturması nedeniyle küresel iklim değişikliklerinden en fazla etkilenmesi beklenen canlı gruplarının başında gelmektedir. Ekosistemde küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisiyle ortaya çıkan sıcaklık artışı böceklerin gelişme sürelerinin normalden çok daha kısa sürmesine ve üreme kabiliyetlerinde artışa neden olacaktır. Yeryüzünde mevcut böcek türlerinin bir kısmını yok ederken, önemli bir kısmının da yaşam alanlarını etkileyerek popülasyonlarda göç davranışının artmasına neden olacaktır. Bu da mevcut zararlıların yanında daha önce bölgede görülmemiş böcek türlerinin tarım arazilerinde ortaya çıkmasıyla zararlı sayılarında artışa bağlı olarak tarımsal ürünlerde ekonomik kayıpların ortaya çıkmasına neden olacaktır. Tüm bu etkilerin yanında özellikle tarımsal üretim ve biyoçeşitlilik için büyük öneme sahip olan arıların da yaşam alanlarında önemli olumsuz etkiler meydana geleceği öngörülmektedir. Bu çalışmada küresel ısınma ve iklim değişikliğinin ekosistemde meydana getirdiği etkilerin biyoçeşitlilik ve tarımsal üretimin ana unsurlarından olan böceklerdeki olası etkileri ve gelecekte ortaya çıkabilecek sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Böcek, Tarımsal Zararlı, Biyoçeşitlilik, Küresel Isınma, İklim Değişikliği

The Potential Impacts of the Global Warming and Climate Change on Insects

Absract

Climate change caused by global warming is one of the most important ecological problems of the world. The biology and behavior of many animals, including insects, may be affected, as well as changes in their habitats and feeding habits. Since insects constitute the vast majority of living species on earth, they are one of the living groups that are expected to be affected the most by climate changes. The increase in temperature in the ecosystem due to the effect of global warming and climate change will cause the development period of insects to take much shorter than normal and increase their reproductive abilities. While it will destroy some of the existing insect species on the earth, it will affect the habitats of a significant part of it, causing an increase in migration behavior in populations. This will cause economic losses in agricultural products due to the increase in the number of pests as the insect species, which were not seen in the region before, along with the existing pests appear in the agricultural lands. In addition to all these effects, it is predicted that there will be significant negative impacts on the habitats of bees, which have great importance especially for agricultural production and biodiversity. In this study, the possible effects and future consequences of the effects of global warming and climate change on biodiversity and insects, which are the main elements of agricultural production, will be evaluated.

Keywords: Insect, Agricultural Pest, Biodiversity, Global Warming, Climate Change

Giriş

Son yıllarda tüm ülkelerin dikkat çektiği artan sera gazı salınımı, endüstriyel gelişim ile birlikte ozon tabakasının incelmeye ve dünyanın ortalama sıcaklık değerlerini arttırarak küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan iklim değişikliği, dünya ülkelerinin en önemli ekolojik sorununu oluşturmaktadır (Harrington ve ark., 2001; Bale ve ark., 2002; Fuhrer, 2003). Küresel ısınma, insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan gazların, doğal sera gazlarının etkisini arttırması ile dünya yüzeyinde ortalama sıcaklığın yükselmesine ve bunun sonucunda da iklim değişimlerine yol açmaktadır (Dellal ve ark., 2011).

Geçmişten günümüze yüzey sıcaklığı düzenli olarak artmaktadır. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)'nin üçüncü raporuna göre 2100 yılına kadar dünya yüzey sıcaklığı ortalamasının 1,4-5,8 °C arasında artacağı ve atmosferdeki CO₂ konsantrasyonunun da 540-970 ppm civarında olacağı tahmin edilmektedir (Bale ve ark., 2002). İklimdeki bu değişiklikler, karasal ekosistemleri farklı zamansal ve mekansal ölçeklerde etkileyerek, küresel çapta etkilerinin yıllarca gözlenebileceği ve hatta tek tek organizmalar, organeller düzeyinde lokalize etkilere ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Fuhrer, 2003). Dünya genelinde kara ve denizlerde meydana gelen sıcaklık artışları, buzulların erimesi sonucu deniz suyunun yükselmesi, taşkınlar, aşırı buharlaşma ve kuraklığın ortaya çıkması, şiddetli fırtınalar, ani yağışlar, özellikle sera gazları ve endüstriyel gazlar sonucu ortaya çıkan CO₂ gazının etkileri küresel ısınmanın varlığını ortaya koymaktadır (Fuhrer, 2003). Küresel ısınma sonucu yaşanan bu değişiklikler böcekler dahil birçok hayvanın biyolojisi ve davranışı üzerinde etkili olduğu gibi onların yaşam alanlarında ve beslenme alışkanlıklarında da değişimlere sebep olmaktadır. Böcekler yeryüzünde bulunan canlı türlerinin büyük bir çoğunluğunu oluşturması ve sıcaklığa bağlı olarak biyolojik gelişimlerini tamamlamaları nedeniyle küresel iklim değişikliklerinden en fazla etkilenmesi beklenen canlı gruplarının başında gelmektedir (Harrington ve ark., 2001). Bu çalışmada küresel ısınma ve iklim değişikliğinin ekosistemde meydana getirdiği etkilerin biyoçeşitlilik ve tarımsal üretimin ana unsurlarından olan böceklerdeki olası etkileri ve gelecekte ortaya çıkabilecek sonuçları değerlendirilecektir.

Küresel İklim Değişikliğinin Böcekler Üzerine Doğrudan Etkileri

Küresel iklim değişiklikleri sonucu artan sıcaklığın böceklerin gelişimi, üremesi, hayatta kalma süresi, popülasyon yoğunluğu ve türlerin yayılmasına doğrudan etkisi bulunmaktadır. Çevre faktörleri arasında sıcaklığın böcekler üzerine etkisinin daha yüksek olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmektedir (Bale ve ark., 2002).

Sıcaklık artışı böceklerin fizyolojilerinin hızlanmasıyla daha kısa sürede gelişmelerine, üreme gücünde artışa neden olarak yılda verdiği döl (nesil) sayısının da artmasına neden olmaktadır. Örneğin; afitlerin (Hemiptera: Aphididae) 2°C'lik bir sıcaklık artışı ile yılda meydana gelen döl sayısının 4 veya 5 döl daha fazla olacağı tahmin edilmektedir (Harrington ve ark., 2001). Sıcaklık artışı, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae) gibi ekonomik açıdan önemli bazı kabuk böceklerinin, yaşam döngülerini daha erken tamamlamasına ve bir sezon içerisinde ek nesil vermesine neden olacaktır (Lange ve ark., 2006; Jönsson ve ark., 2009). Optimum sıcaklık değerleri üzerinde birçok böcek türünün büyüme oranlarında düşüşler, doğurganlığın azalması ve ölüm oranlarında artış gözlenebilmektedir (Rouault ve ark., 2006). Aynı zamanda sıcaklık artışı, kışlayan böceklerin kışı geçirme süresinin azalmasına da sebep olabilmektedir (Ayres ve Lombardero, 2000).

Bazı böcek türleri, yaşam döngüsündeki değişiklikler yoluyla iklim değişikliği stresinden de kurtulabilir. Daha yüksek sıcaklıklara sahip ortamlardan gelen böcek popülasyonları, uygunluğu arttırmak için daha yüksek doğurganlığa ve daha kısa büyüme süresine sahip olabilir. Artan sıcaklıkların bir diğer etkisi, çok döl veren türlerin her yıl döl sayısında artışa neden olmasıdır. Üzüm güvesi, *Paralobesia viteana* (Clemens) (Lepidoptera: Tortricidae) için fenolojiye dayalı ortalama yüzey sıcaklıklarındaki 2°C'lik artışın, yumurtlama döneminde bir kaymaya neden olarak döl sayısı üzerinde dramatik etkilere sahip olabileceği öngörülmüştür (Tobin ve ark., 2008). Diğer taraftan, gelişme eşiği 10 °C olan bir böcek için bu ortalama sıcaklıkta herhangi bir biyolojik gelişim gözlenmezken, ortalamada oluşabilecek 1 °C'lik sıcaklık artışı bile bu böceğin o bölgede daha hızlı gelişme göstererek zarar oluşturma potansiyelinin artmasını sağlayabilmektedir. Ortalama sıcaklığın artışı ile birçok böceğin hayat döngüsü 2-3 hafta daha erken tamamlanabilecektir. Sıcaklık ortalamasındaki 3 °C' lik

artışın *Delia radicum* (L.) (Diptera: Anthomyiidae)'un bir ay daha erken aktif hale gelmesine ve kelebeklerin daha erken görülmesine sebep olacaktır (Cannon, 1998). Ilıman bölgelerde yaşayan birçok böcek türünün yaşam döngülerini tamamlaması ve kış mevsiminin düşük sıcaklıklarına dayanabilmesi için bir diyapoz dönemi geçirmesi gereklidir. Artan sıcaklık koşulları, kış aylarında aktif olarak beslenen Çam kese tırtılı, *Thaumetopoea pityocampa* (Den.&Schiff) (Lepidoptera: Thaumetopoeidae)'nın beslenmesi ve popülasyon yoğunluğunu arttırabilmesi için teşvik edici bir faktör olabilir (Bale ve ark., 2002).

Böcekler soğukkanlı canlılar olduğundan dağılımları iklimle yakından ilişkilidir. Böceklerin fenolojileri, çiftleşmesi, konukçu bulma ve kolonizasyon oluşumu gibi temel parametreler böceklerin göç davranışını etkilemektedir. Böcek uçuşu için gerekli sıcaklık eşikleri hem türler arasında hem de türler içinde, mevsime ve bölgeye göre değişmektedir (Johnson ve Taylor, 1957). Böcekler, fizyolojik yapılarının yanı sıra, uçuş aktivitelerinde hava durumu gibi çevresel koşullardan da etkilenmektedir. Ayrıca, böceğin ortaya çıkışı ve kışlama sonrası ilk popülasyonu; gün uzunluğu ve sıcaklık eşiklerinin kombinasyonuna bağlı olabilir. Örneğin, *I. typographus*'un üreme diyapozunun sona ermesinden sonra belirli bir termal eşik ve bir fotoperiyot eşiğinin üzerinde belirli bir etkili sıcaklık toplamını dikkate alarak uçuş aktivitesi göstermektedir (Baier ve ark., 2007). Ilıman bölgelerdeki birçok böcek türünün coğrafi aralığı, sıcaklık eşikleri ile belirlenir. Örneğin, azalan kar yağışı *T. pityocampa*'nın son zamanlarda yüksek dağlara doğru genişlemesine sebep olmuştur (Kiritani, 2006). Avrupa'da yaklaşık olarak 35 kelebek türünün %63'ü sıcaklıktaki 0.8 °C' lik artış sebebiyle kuzeye doğru göç eğilimi göstermişlerdir. Bu değişikliklerin önümüzdeki yüzyıl içinde de gerçekleşeceği ve birçok türün yok olacağı tahmin edilmektedir (Ward ve Master, 2007). Küresel ısınmaya bağlı olarak yeryüzünde mevcut böcek türlerinin bir kısmı yok olurken, bir kısmı da yaşam alanlarını değiştirerek daha önce zararına rastlanmayan tarım alanlarına göç etmektedirler. Sıcaklık nedeniyle böceklerin göç etmesine örnek olarak İngiltere'de yaşamaya başlayan pis kokulu böcek *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae)'yı ve günümüzün en önemli domates zararlılarından olan domates güvesi *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)'yı verebiliriz.

Küresel ısınma nedeniyle bazı bölgelerde yağış rejiminin artacağı, bazı bölgelerde ise kuraklık şiddetinin artış göstereceği tahmin edilmektedir. Yağışta meydana gelen bu değişim bazı böcek türlerini öldürmekte ya da konukçu bitkilerinden uzaklaştırmaktadır. Örneğin, artan yaz yağışları toprakta yaşayan tel kurtları, *Agriotes lineatus* (L.) (Coleoptera: Elateridae)'un toprak üzerindeki popülasyonunda hızlı bir artışa neden olmaktadır (Staley ve ark., 2007). Afrika'da, yağış rejimindeki değişiklikler çöl çekirgesi *Schistocerca gregaria* (Forsk.) (Orthoptera: Acrididae)'nın göçlerine neden olmaktadır (Hulme ve ark., 2001). Özellikle Kasım aylarındaki yüksek yağış miktarı yeşil kurt *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)'nın daha yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaşmasına ve beraberinde tarımsal ürünlere verdiği zararın artmasına neden olmaktadır (Srivastava ve ark., 2010). Ortalama yağışın birkaç bölgede azalacağı ve yaz kuraklıklarının meydana geleceği tahmin edilmektedir. Kuraklık koşulları, *Scopelosaurus lepidus* (Krefft & Maul) (Chordata: Craniata)'un yumurtalarının canlılığını ciddi şekilde etkilemekte ve çok kurak koşullarda yumurta açılımının neredeyse hiç olmadığı belirtilmiştir (Johnson ve ark., 2010).

Küresel İklim Değişikliğinin Böcekler Üzerindeki Dolaylı Etkileri

Küresel iklim değişimleri sonucu bitkilerde ortaya çıkan su stresi ve bitki kalitesindeki farklılaşmalar, böcek popülasyonlarının üreme ve beslenme davranışlarını etkilemektedir. Sıcaklıkların artması ile bitki yapraklarında oluşan sararmalar, bitkilere özelleşmiş zararlıların farklı konukçulara yönelmesi ve bunun etkisiyle zararlıların konukçu spektrumunda genişlemelere sebep olabilir. Bu durum da böceklerin beslenme davranışlarını zenginleştirmektedir. Bitkilerde artan sıcaklık sonucu ortaya çıkan su stresi bitkilerin biyokimyasal yapısındaki aminoasit, şeker ve alkol konsantrasyonlarının yükselmesine neden olarak bitkilerin zararlı istilalarına karşı daha duyarlı hale gelmesine neden olabilmektedir (Mattson ve Haack, 1987). Ayrıca bitkilerdeki sakaroz konsantrasyonunun artması, daha iyi aminoasit ve şeker varlığına ve bununla birlikte daha kaliteli bitki oluşumuna neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise özellikle çekirgeler ve kelebekler gibi böcek türlerinin bu bitkilerde beslenerek, üreme ve gelişme potansiyeli artabilir (Rubenstein, 1992).

Bitki bünyesindeki su içerikleri, dayanıklılık özellikleri, dayanıklılık kimyasallarının oranları, nitrojen içeriklerindeki değişimlere bağlıdır. Karbon miktarındaki artış nitrojen oranını arttırarak daha fazla fotosentezin gerçekleşmesine ve dolayısıyla bitkilerin daha hızlı büyümesine neden olabilecektir. Fotosentez oranlarının değişimi, bitki türlerinin kimyasal bileşimi ve bitki rekabeti gibi faktörlerdeki değişimlerin biyolojik çeşitliliği etkilemesi beklenmektedir. İklim değişiklikleri sonucu bitkilerin kimyasal yapıları çeşitli şekillerde etkileneceğinden böceklerin beslenebileceği bitki alternatifleri de çoğalacaktır (Coviella, 1998; Özgen ve Karsavuran, 2009). Sıcaklık artışı, ağaçların su stresine girmesine ve en önemli savunma bariyerleri olan reçine üretimini olumsuz bir şekilde etkilemektedir. Böylece ağaçlarda görülen su açığı; kabuk böcekleri salgınını arttıran ana etkenlerden biri olarak görülmektedir (Şimşek ve ark., 2010).

Küresel İklim Değişikliklerinin Doğal Düşmanlar Üzerine Etkileri

İklim değişikliğine, zararlı böcekler ve bunların predatörleri ile parazitoidleri farklı şekillerde tepki vermektedir. Küresel ısınma, biyolojik karakterleri etkilemenin yanı sıra, etkileşim halindeki popülasyonlar arasında zamansal uyumsuzluğa neden olabilir. Yüksek sıcaklıklar, böceklerin doğal düşmanlar tarafından uğrayabilecekleri saldırılara hassas oldukları dönemleri daha hızlı geçirmelerine neden olurken predatör ve parazitoidlerin konukçu arama davranışlarında değişimler gözlenebilir. Konukçu ve avcılar arasında zamansal çakışma olmaması gibi etkilerin gözlenmesiyle konukçunun parazitlenme ve avlanma ihtimallerinde düşüşler gözlenebilir (Petzoldt ve Seaman, 2007). Yani sıcaklıktaki değişim, zararlı ile mevcut doğal düşmanı arasındaki ilişkiyi de önemli derecede etkilemektedir. Örneğin 11 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bezelye afidi, *Acyrtosipon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae)'un üreme oranı, yedi noktalı uğur böceği *Coccinella septempunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae)'nın tüketemeyeceği kadar artmakta, 11 °C'nin altındaki sıcaklıklarda ise durum tam tersi olmaktadır (Harrington ve ark., 2001). Örneğin, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Hemiptera: Delphacidae)'in yumurta gelişim süresi 25°C'de 10.4 gün iken 27 ve 28°C'de 7.9 gündür. Bununla birlikte parazitoidi *Camponotus chloridae* (Uchida) (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nin ise 12-37°C gibi geniş bir sıcaklık aralığında başarılı bir şekilde gelişirken 12 °C altındaki ve 37°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ölüm oranları artmaktadır (Heong ve ark., 1995). *C. chloridae*'nin pupa ölüm yüzdesinin 22°C'nin üzerinde ve altında arttığı, en yüksek ölüm oranının 37°C'de gerçekleştiği gözlenmiştir. Sıcaklık artışına bağlı olarak ömür uzunluğu azalmıştır. Ergin dişilerin en yüksek yaşam süresi (17.2 ± 3.6 gün) 12°C'de kaydedilmiş ve artan sıcaklıkla birlikte yaşam süresi sürekli olarak azalmıştır. Ergin dişi parazitoidlerin yaşam süresi 37°C'de 4 günden az olmuştur. Günlük üreme modeli ve tahminler *C. chloridae*'nin diğer yaşam tablosu istatistikleri, performansının 22°C'nin altında ve üstünde düştüğünü göstermektedir (Pandey ve Tripathi, 2008).

CO₂ artışı ile bitkideki sekonder metabolitler gibi kimyasal olaylar, biyolojik ajanların konukçularını bulma davranışlarını etkileyerek üreme potansiyelini arttırabilmektedir (Özgen ve Karsavuran, 2009). Örneğin; bazı afit türlerinin CO₂ artışı ile alarm feromonlarına verdikleri tepkinin azaldığı ve bu yüzden doğal düşman saldırılarına daha hassas oldukları tespit edilmiştir (Awmack ve ark., 1997). Heong ve ark. (1995) yapmış oldukları çalışmada, *N. lugens*'nin yumurta predatörü *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter) (Hemiptera: Miridae)'in 32°C'ye kadar artan sıcaklıklarla konukçusuna karşı saldırısının arttığı ve 35°C'de saldırı hızını azalttığını bildirmişlerdir.

Küresel İklim Değişikliğinin Paraziter Hastalıklar Üzerindeki Etkileri

Küresel ısınma nedeniyle böcek popülasyonlarında görülen artış ve yaşam alanlarındaki genişleme, daha önce bazı vektör böceklerin taşıdıkları hastalıkların orjininden farklı bölgelerde görülmesine neden olabilmektedir. Özellikle karasal iklime sahip bölgelerde daha önce görülmeyen parazitler hastalıkların yaygınlaşacağı ve bunun sonucunda ise iklim değişiminin dünyayı parazitler için daha iyi bir yer haline getireceği öngörülmektedir (Ostfeld, 2009). Sıcaklığın artması ile vektör böceklerin taşımış oldukları hastalık etmenleri vektör içerisindeki gelişme süresini daha da hızlandırarak konukçusunu daha kısa periyotlarda enfekte edebilecektir (Samways, 2005).

İklim değişikliği etkisiyle soğuk kışların yaşandığı karasal iklim bölgelerinde yaban hayatını etkileyen bazı böcek ve kene türleri gibi parazitler etmenlerin, ılık geçen kışların etkisiyle daha fazla hayatta kaldığı ve bunun da hayvanlar için stres oluşturarak yaşam mücadelelerini zorlaştırdığı yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Dobson, 2009). Doğal ekosistemin bozulmasıyla birçok hastalık etmeni

parazitlerin, biyolojik gelişimleri hızlanarak daha fazla yayılma alanı göstereceği öngörülmektedir. Örneğin, sıcaklıktaki 2°C'lik bir artış sivrisineklerin gelişim hızlarını 2 katından daha fazla arttırarak yeryüzünde görülen sıtma hastalığını %42'den %60 oranına çıkarabilecektir (Reiter, 2008). Kolombiya'nın And dağlarında *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) sineklerinin taşımış olduğu kas ve eklem ağrılarına sebep olan "Dengue ateşi" hastalığı 1000 m' ye kadar yüksekliklerde görülebilirken günümüzde 2200 m' kadar yüksekliklerde dahi görülmeye başlanmıştır (Samways, 2005). Özellikle geviş getiren hayvanlarda görülen ve sivrisineklerin nakletmiş olduğu "Rift Vadisi Humması"; ateş, burun akıntısı, gözyaşı, kusma, kanlı ishal, gebelerde yaygın yavru atmaya ve genç hayvanlarda yüksek ateş ve ani ölümlere yol açan zoonoz bir hastalıktır. Küresel iklim değişimi sonucu meydana gelen yoğun yağışlar sebebiyle yaygınlığı artan başka bir hastalık etmenidir. Yapılan çalışmalar sonucunda, 1°C'lik sıcaklık artışının bile veba görülme oranını %50 oranında arttırarak sağlık sorunları yaratabileceği öngörülmektedir (Reiter, 2008; Baer ve Singer, 2012).

Küresel İklim Değişikliğinin Zararlı Mücadelesindeki Önemi

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin, eklembacaklıların çeşitliliği ve bolluğu, zararlı böceklerin coğrafi dağılımı, popülasyon dinamikleri, böcek biyotipleri, herbivor-bitki etkileşimleri, doğal düşmanların aktivitesi ve bolluğu, türlerin yok olması ve bitki koruma teknolojilerinin etkinliğinde büyük değişikliklere neden olması öngörülmektedir. Coğrafi yayılımdaki değişiklikler ve böcek popülasyonlarındaki artışların ürünlerdeki kayıpların oranını arttırması ve dolayısıyla mahsul üretimi ve gıda güvenliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olması beklenmektedir. Zararlı böceklerin dağılımı, iklim değişikliğinin tetiklediği ürün desenlerindeki değişikliklerden de etkilenecektir. Küresel ısınma aynı zamanda konukçu bitki direncinin, transgenik bitkilerin, doğal düşmanların, biyopestisitlerin ve zararlı yönetiminde kullanılan sentetik kimyasalların etkinliğini de azaltacaktır. Bu nedenle, gelecekte küresel ısınma ve iklim değişikliği başlıkları altında etkili olacak sağlam teknolojiler geliştirmek için iklim değişikliğinin zararlı böcekler üzerindeki olası etkileri hakkında daha fazla güncel bilgi üretmeye ihtiyaç vardır (Sharma, 2010).

Böceklerle karşı konukçu bitki direnci, zararlı yönetiminin çevre dostu bileşenlerinden biridir. Bununla birlikte, iklim değişikliği böcek zararlıları ve konukçu bitkiler arasındaki etkileşimleri değiştirebilir. Hindistan' da sorgum tatarcık sineklerine, *Stenodiplosis sorghicola* (Coquillett) (Diptera: Cecidomyiidae)'ya karşı direnç gösteren sorgum çeşitlerinin, Kenya' da Ekvator yakınlarında yüksek nem ve ılıman sıcaklık koşullarında bu zararlıya karşı duyarlı hale geldiği gözlenmiştir (Sharma ve ark., 1999). Yüksek sıcaklık ve yüksek CO₂ seviyeleri veya kuraklık dönemlerinin transgenik bitkiler üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, *Bacillus thuringiensis* (Berliner) (Bacillales: Bacillaceae)'in toksin proteini seviyelerinde azalmanın gerçekleştiği gözlenmiştir (Chen ve ark., 2005; Chen ve ark., 2005a; Dong ve Li, 2007). Yapılan başka bir çalışmada ise pamuk kurdu, *Heliothis virescens* (F.) (Lepidoptera: Noctuidae)'in Texas, (ABD)'da yüksek sıcaklıklar nedeniyle Bt pamuklarını yok ettiği gözlenmiştir (Kaiser, 1996). Bu nedenle, iklim değişikliğinin zararlı yönetimi açısından transgenik bitkilerin etkinliği üzerindeki olası etkilerini anlamak önemlidir. Sıcaklık, UV radyasyonundaki artış ve bağıl nemdeki azalma, zararlı kontrol yöntemlerinin birçoğunun daha az etkili olmasına neden olabilir ve bu tür bir etki, doğal bitki ürünleri ve biyopestisitler üzerinde daha da belirgin olacaktır (Pareek ve ark., 2017). Piretroidler, organofosfatlar ve özellikle biyopestisitler gibi belirli pestisitler, yüksek sıcaklıklarda daha hızlı bozulmaktadır. Örneğin entomopatojenik fungus olan *Beauveria bassiana* (Balsamo) (Ascomycetes: Clavicipitaceae)'nın biyolojik aktivitesi, 25°C sıcaklıklarda azalmaktadır (Amarasekare ve Edelson, 2004). Değişen ve artan sıcaklıklar, zararlı yönetiminde kullanılan ürünlerin birçoğunun daha az etkili olmasına veya hiç etkili olmamasına neden olabileceği için daha sık insektisit uygulamaları gerektirebilir (Musser ve Shelton, 2005). Dolayısıyla bu durum hem zararlılarda direnç gelişiminin artması hem de uygulama maliyetlerin artması ile sonuçlanabilir. Chen ve McCarl (2001), 2090 iklim projeksiyonları kapsamında bitki zararlıları ile mücadele maliyetlerinin mısır, soya fasulyesi, pamuk ve patates için %3-10 artış göstereceğini ve ABD' de iklim değişikliğine bağlı pestisit uygulamalarının maliyet etkileri nedeniyle toplumda yılda tahmini 200 milyon dolar kayıp gerçekleşeceğini öngörmektedirler (Chen ve McCarl, 2001).

Küresel İklim Değişikliğinin Polinatör Böcekler Üzerindeki Etkileri

Tarımı yapılmakta olan kültür bitkilerinin %75'i tozlaşmak için böceklere gereksinim duymaktadır. Polinatör böceklerin ürün verim ve kalitesinin arttırılmasındaki önemi yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Klein ve ark., 2007). Tozlaşmayı sağlayan böceklerin çoğunluğunu arılar oluşturmaktadır. Bunlardan, bal arıları (*Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae)) tarımsal üretim açısından en değerli tozlaştırıcılardır (Özbek, 2003; Calderone, 2012). Bal arılarının yokluğunda birçok kültür bitkisinde %90 civarında verim kaybı gözlenebilmektedir (Klein ve ark., 2007).

İklim değişikliğinin etkisi ile sıcaklık artışı sonucu, bitkilerdeki çiçeklenme periyodunun süresi azalmaktadır. Bu durum arıların ve diğer polinatör böceklerin besin bulmakta zorlanmasına ve sonuç olarak popülasyonlarında azalmalara ya da toplu olarak yok olmalarına sebep olmaktadır. Küresel ısınmanın bir diğer sonucu olan aşırı yağışlar nedeniyle ortaya çıkan su baskınları arı koloni kayıplarına neden olurken, kuraklığın etkisiyle su kaynaklarında oluşan ciddi orandaki azalmalar arıların doğal düşmanları için daha uygun ortamların oluşmasına neden olmaktadır (Klein ve ark., 2007; Tirado ve ark., 2013). Bunun yanı sıra iklim değişikliği ile kolonilerdeki bulaşıcı hastalıkların ve *Varroa destructor* (Anderson and Truman) (Acari: Varroidae), gibi parazit akarların varlığının artışı ile bal arısı kolonilerinde ciddi ölümler gözlenebilecektir (Switaneck ve ark., 2015). Ayrıca küresel ısınma ile ortaya çıkan ısı değişimleri çiçeklenme periyodu süresinin azalmasına, bal üreticilerinin besin için çiçekli bitkileri aramada daha fazla çaba göstermesine neden olmaktadır. Bu durum hem üretim maliyetini arttırmakta hem de iş gücü kaybına neden olmaktadır (Topal ve ark., 2016).

Sonuç

Küresel ısınma ile ortaya çıkan iklim değişikliği dünya üzerindeki böceklerde dahil tüm canlıları ilgilendiren en önemli sorunlardan biridir. Sonuç olarak istisnalar dışında küresel iklim değişiminin böcekler için olumlu yönde etki göstereceği öngörülürken insan yaşamı ve tarımsal üretim için tam aksi yönde etki göstermesi beklenmektedir. Ekosistemin korunması, besin zincirinin bozulmaması, insan yaşamı için gerekli bitkisel üretimin sürdürülebilir olarak devam edebilmesi açısından küresel ısınma ile mücadele tüm dünya ülkeleri için öncelik arz etmektedir. Ekosistemi korumanın tek yolu küresel ısınma sürecini yavaşlatabilecek ya da durdurabilecek çözümleri üretmektir. Ekosistemin en güçlü elemanlarından olan böcekler üzerinde ve böceklerin diğer canlılarla olan ilişkileri üzerinde oluşacak etkilerin araştırılacağı çalışmalara önem verilmeli, geleceği yakından ilgilendiren olası riskleri öngörerek çözüme yönelik çalışmalara öncelik verilmelidir.

Not: Bu makale 03-05 Haziran 2021 tarihlerinde gerçekleşen Uluslararası Küresel İklim Değişikliği Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuş ve bildiri kitapçığında özet bildiri olarak yer almıştır.

Kaynakça

- Amarasekare, K. G. ve Edelson, J., 2004. Effect of temperature on efficacy of insecticides to differential grasshopper (Orthoptera: Acrididae). *Journal of Economic Entomology*. 97 (5), 1595-1602.
- Awmack, C. S., Woodcock, C.M. ve Harrington, R., 1997. Climate change may increase vulnerability of aphids to natural enemies. *Ecological Entomology*. 22, 366-368.
- Ayres, M.P. and Lombardero, M.J., 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Sci. Total Environ*. 262: 263-286.
- Baer, H. and Singer, M. 2012. *Global warming and the political ecology of health: emerging crises and systemic solutions*. Walnut Creek, California. Left Coast Press. 1st Edition. ISBN 9781598743548.
- Baier, J., Pennerstorfer, A. and Schopf, P., 2007. A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col. Scolytidae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation. *Forest Ecol. and Mgt.* 171-186.
- Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J.E.G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L., Pres, M.C., Symrnioudis, I., Watt, A.D., Whittaker, J.B., 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8: 1-16.
- Calderone, N.W., 2012. Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: trend analysis of aggregate data for the period 1992–2009, *PLoS ONE* 7(5): e37235.
- Cannon, R.J.C., 1998. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non- indigenous species. *Global Change Biology*. 4: 785-796.
- Chen, C.-C. ve McCarl, B. A., 2001. Pesticide usage as influenced by climate: a statistical investigation. *Climatic Change*, 50 (1-2), 475-487.
- Chen, D.H., Ye, G.Y., Yang, C.Q., Chen, Y. and Wu, Y.K. 2005. The effect of high temperature on the insecticidal properties of bt cotton, *environ. Exp. Bot.* 53: 333-342.
- Chen, F.J., Wu, G., Ge, F., Parajulee, M.N., Shrestha, R.B., 2005a. Effects of elevated CO₂ and transgenic Bt cotton on plant chemistry, performance, and feeding of an insect herbivore, the cotton bollworm, *entomol. Exp. Appl*, 115: 341-350.
- Coviella, C.E., Trumble, J., 1998. Effects of elevated atmospheric carbon dioxide on insect- plant interactions. *Conservation Biology*, 4(13), 700-712.
- Dellal, İ., McCarl, B.A., Butt, T., 2011. The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 12 (1):376-385.
- Dobson, A., 2009. Climate variability, global change, immunity, and the dynamics of infectious diseases. *Ecology*. 90 (4): 920-927.
- Dong, H.Z., Li, W.J., 2007. Variability of endotoxin expression in Bt transgenic cotton. *J. Agron. & Crop Sci.* 193: 21-29.
- Fuhrer, J., 2003. Agroecosystem responses to combinations of elevated CO₂, ozone, and global climate change, *agriculture, Ecosystem and Environment*, 9,7: 1-20.
- Harrington, R., Fleming, R.A., Woiwod, P., 2001. Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: Can they be predicted *Agricultural and Forest Entomology*, 3: 233-240.
- Heong, K.L., Y.H. Song, S. Pimsamarn, R. Zhang and Bae, S.D., 1995. *Global Warming and Rice Arthropod Communities In: Climate Change and Rice*. (Eds. Peng, S., Ingram, K.T., Neue, H.U. and Ziska, L.H.), Springer publications, Berlin, 327-335.
- Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T., New, M., Lister, D., 2001. African climate change: 1900–2100, *Climate Res.*, 17: 145-168.
- Johnson, C.G., Taylor, L.R., 1957. Periodism and energy summation with special reference to light rhythms in aphids, *J. Experimental Biol.* 34: 209-221.
- Johnson, S.N., Gregory, P.J., McNicol, J.W., Oodally, Y., Zhang, X., Murray, P.J., 2010. Effects of soil conditions and drought on egg hatching and larval survival of the clover root weevil (*Sitona lepidus*). *Appld. Soil Ecol.* 44: 75-79.

- Jönsson, A.M., Appelberg, G., Harding, S., Barring, L., 2009. Spatio-temporal impact of climate change on the activity and voltinism of the spruce bark beetle. *Ips typographus*. *Glob Chang Biol*. 15: 486- 499.
- Kaiser, J., 1996. Pests overwhelm Bt cotton crop. *Science*, 273: 423.
- Kiritani, K., 2006. Predicting impacts of global warming on population dynamics and distribution of arthropods in Japan. *Popln. Ecol*. 48: 5-12.
- Klein, A.M., Vaissiere, B.E., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C., Tscharntke, T., 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *proc. r. soc. b. biol. sci.*, 274: 303–313.
- Lange, H., Okland, B., Krokene, P., 2006. Thresholds in the life cycle of the spruce bark beetle under climate change. *Int. J. for Complex Systems*. 1648: 1-10.
- Mattson, W. J., Haack, R. A., 1987. The role of drought in outbreaks of plant-eating. *Insects. Bioscience*. 37, 110-119.
- Musser F. R., Shelton A. M., 2005. The influence of post-exposure temperature on the toxicity of insecticides to *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Pest Management Science*. 61:508–510.
- Ostfeld, R.S., 2009. Climate change and the distribution and intensity of infectious diseases. *Ecology*. 90 (4): 903-905.
- Özbek, H., 2003. Türkiye’de arılar ve tozlaşma sorunu. *Uludağ Arıcılık Dergisi*. 3: 41-44.
- Özgen, İ., Karsavuran, Y., 2009. Küresel iklim değişikliklerinin böcekler açısından değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 13, 51-61.
- Pandey, A.K., Tripathi, C.P.M., 2008. Effect of temperature on the development, fecundity, progeny sex ratio and life-table of 2 *Campoletis chloridae*, an endo-larval parasitoid of the pod borer, *Helicoverpa armigera*. *Bio Control*. 53: 461-471.
- Pareek, A., Meena, B., Sharma, S., Tatarwal, M., Kalyan, R. ve Meena, B., 2017. Impact of climate change on insect pests and their management strategies. *Climate Change and Sustainable Agriculture*. 253-286.
- Petzoldt, C. and Seaman, A., 2007. Climate change effects on insects and pathogens, climate change and agriculture: promoting practical and profitable responses. *New York State Agricultural Extension Station*. Geneva. <https://www.panna.org/sites/default/files/CC%20insects&pests.pdf> [Erişim Tarihi: 08.06.2021].
- Reiter, P. 2008. Climate change and mosquito-borne disease: knowing the horse before hitching the cart. *Rev Sci Tech*. 27 (2): 383-398.
- Rouault, G., J.N. Candau, F. Lieutier, L.M. Nageleisen, J.C. Martin and N. Warzee, 2006. Effects of drought and heat on forest insect populations in relation to the 2003 drought in Western Europe. *Ann. of Forest Sci.*, 63: 613-624.
- Rubenstein, D. I. 1992. The greenhouse effect and changes in animal behavior: effects on social structure and life-history strategies. In *Global Warming and Biological Diversity*. 14, 180-192.
- Samways, M. J., 2005. *Global climate change and synergistic impacts. insect diversity conservation*. Cambridge University Press. New York. 136-151.
- Sharma, H.C. 2010. Global warming and climate change: impact on arthropod biodiversity, pest management, and food security. In R. Thakur, P.R. Gupta and A.K. Verma (eds.), *Souven. Natn. Symp. Perspectives and Challenges of Integrated Pest Management for Sustainable Agriculture*. Nauni, Solan. Himachal Pradesh. pp 1– 14.
- Sharma, H.C., Mukuru, S.Z., Manyasa, E., and Were, J. 1999. Breakdown of resistance to Sorghum midge, *Stenodiplosis sorghicola*, *Euphytica*. 109:131-140.
- Srivastava, C.P., N. Joshi and T.P. Trivedi, 2010. Forecasting of *Helicoverpa armigera* population and impact of climate change, *Ind. J. Agrl. Sci.*, 80(1): 3-10.
- Staley, J.T., C.J. Hodgson, S.R. Mortimer, M.D. Morecroft, G.J. Masters, V.K. Brown and M.E. Taylor, 2007. Effects of summer rainfall manipulations on the abundance and vertical distribution of herbivorous soil macro-invertebrates. *Eur. J. Soil Biol.*, 43: 189-198.
- Switaneck, M., Brodschneider, R., Crailsheim, K., Truhetz, H., 2015. Impacts of Austrian climate variability on honey bee mortality. In *EGU General Assembly Conference Abstracts*. 17, 9575.

- Şimşek, Z., Kondur, Y., Şimşek, M., 2009. Küresel iklim değişikliğinin kabuk böcekleri üzerinde beklenen etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*. 3 (2): 149-157.
- Tirado, R., Simon, G., Johnston, P., 2013. A review of factors that put pollinators and agriculture in europe at risk. *Greenpeace Research Laboratories Technical Report*. 44p.
- Tobin, P.C, S. Nagarkatti, G. Loeab and M.C. Saunders, 2008. Historical and projected interactions between climate change and insect voltinism in a multivoltine species. *Global Change Biol.*, 14: 951-957.
- Topal, E., Özsoy, N., Şahinler, N. 2016. Küresel ısınma ve arıcılığın geleceği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 21(1):112-120.
- Ward, N.L., Masters, G.J., 2007. Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores. *Global Change Biology*. 13: 1-11.



Nano–Boyutta Alüminyum Partikülü ile Basic Blue 11’in Sonokatalitik Oksidasyonunun İncelenmesi

Burcu İLERİ^{1*}

<https://orcid.org/0000-0001-6609-9048>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Çanakkale, Türkiye.

*Sorumlu yazar: burcuileri@comu.edu.tr

Özet

Tekstil endüstrisinde yüksek konsantrasyonda organik madde ve boya içeren renkli atıksu açığa çıkmaktadır. Bu tür atıksuların arıtılabilirliğinde yaygın olarak kimyasal veya ileri oksidasyon prosesleri kullanılmaktadır. Son zamanlarda sıfır değerlikli partiküller (Al^0 , Cu^0 , Fe^0 , Mg^0 , Ni^0 , Zn^0) kullanılarak suda bulunan kirleticilerin giderimi konusunda çalışmalar yer almaktadır. Çalışma kapsamında, kesikli reaktör düzeneğinde ultrases (US–40 kHz) ve nano–boyutta sıfır değerlikli alüminyum (nZVAL) partikülünün tekli ve birleşik (US/nZVAL) proses uygulamalarının Basic Blue 11 (BB11) boya giderimine pH, nZVAL dozu ve reaksiyon süresi parametrelerinin etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, nZVAL partikülünün adsorpsiyon kapasitesinin pH 10 değerinde daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ultrases prosesi tek başına uygulandığında BB11 boya gideriminde etkisi az iken, nZVAL partikülü tek başına kullanıldığında 0.40 g nZVAL dozunda 60 dk’da elde edilen benzer sonuç, birleşik US/nZVAL prosesi kullanıldığında 0.20 g dozda elde edilmiştir. Ultrases etkisi altında nZVAL partikül çap boyutu küçüldüğünden ve yüzey alanı arttığından daha düşük dozda ve kısa sürede BB11 giderimi elde edilmiştir. nZVAL partikülünün BB11 gideriminde geri kazanımı ve tekrar kullanılabilirliği araştırılmış ve nZVAL tek kullanıldığında 2 kez, birleşik US/nZVAL uygulandığında 5 kez tekrar kullanılabilceği ortaya konmuştur. nZVAL ve ultrases prosesi ile boya adsorpsiyonunun Langmuir izotermine ve ikinci dereceden adsorpsiyon kinetiğine uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Basic Blue 11, İleri Oksidasyon Prosesi, İzoterm, Kinetik, Sıfır yüklü alüminyum, Ultrases

Investigation of Sonocatalytic Oxidation of Basic Blue 11 with Nano–Size Aluminum Particle

Abstract

In the textile industry, colored wastewater containing high concentrations of organic matter and dyes is released. Chemical or advanced oxidation processes are commonly used in the treatment of such wastewater. Recently, there have been studies on the removal of pollutants in water using zero–valent particles (Al^0 , Cu^0 , Fe^0 , Mg^0 , Ni^0 , Zn^0). Within the scope of the study, the effects of the alone and combined (US/nZVAL) process applications of ultrasound (US–40 kHz) and nano–sized zero–valent aluminum (nZVAL) particles in batch reactor setup on pH, nZVAL dose, and reaction time parameters were investigated in terms of Basic Blue 11 (BB11) dye removal. According to the results obtained, it was determined that the adsorption capacity of the nZVAL particle was better at pH 10. When the effect of the ultrasound process alone was low, a similar result, which was obtained in 60 minutes at a dose of 0.40 g nZVAL when the nZVAL particle was used alone, was obtained at a dose of 0.20 g using the combined US/nZVAL process. Since the nZVAL particle diameter size decreased and the surface area increased under the effect of ultrasound, BB11 removal was obtained at a lower dose and in a short time. The recovery and reusability of the nZVAL particle in BB11 removal was investigated, and it was found out that while nZVAL was used 2 times when used alone, it could be reused 5 times when the combined US/nZVAL process was applied. It was also determined that dye adsorption with nZVAL and the ultrasound process was in accordance with the Langmuir isotherm and second order adsorption kinetics.

Keywords: Basic Blue 11, Advanced Oxidation Process, Isotherm, Kinetic, Zero–valent aluminium, Ultrasound

Giriş

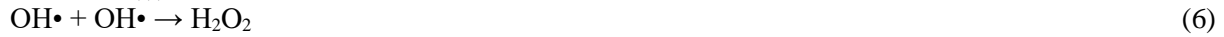
Tekstil endüstrisinde üretim sırasında yüksek hacimde su ve farklı karakterde boya türleri (anyonik, kationik ve reaktif) kullanılmaktadır (Ho ve Chiang, 2001; Sülkü, 2012; Yagub ve ark., 2014; Deng ve ark., 2020). Boyar maddeler, sentetik kökenli olmaları ve karmaşık aromatik yapılar içermesinden dolayı su içerisinde kararlı yapıda olmasına sebep olmaktadır. Yüksek konsantrasyonda boyar madde, organik madde ve askıda katı madde (AKM) içeren tekstil atıksularının doğrudan alıcı ortama deşarj edilmesiyle suda ışık geçirgenliğini azaltmakta ve biyolojik aktiviteyi olumsuz yönde etkilemektedir (Bisschops ve Spanjers, 2003; Forgacs ve ark., 2004; Atacag Erkurt, 2010; Yaseen ve Scholz, 2018). Tekstil endüstrisinden kaynaklanan atıksular alıcı ortama deşarj edilmeden önce fiziksel, kimyasal, biyolojik veya ileri oksidasyon prosesleri kullanılarak arıtılmaktadır (Atacag Erkurt, 2010). İleri Oksidasyon Prosesleri (İOP), toksik ve biyolojik arıtılabilirliği zor organik maddeleri zararsız son ürünlere dönüştürebilmektedir. Fenton, foto–fenton, elektrokimyasal, kimyasal indirgeme, fotokatalitik oksidasyon, ultrases (US) gibi ileri oksidasyon proseslerinin boya gideriminde etkili olduğu yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır (Rezaee ve ark., 2008; Radha ve ark., 2009; Singh ve Arora, 2011; Eren, 2012; Abid ve ark., 2012; Ertugay ve Acar, 2019; Cai ve ark., 2016; Hassaan ve El Nemr, 2017; Sharma ve Kaur, 2018; İleri, 2022). Son zamanlarda atıksudan azo boya, fenol, ağır metal, nitrat, perklorat gibi toksik bileşiklerin gideriminde sıfır değerlikli partiküller (Al^0 , Cu^0 , Fe^0 , Mg^0 , Mn^0 , Ni^0 , Ti^0 , Zn^0) kullanılarak yapılan çalışmalar artmaktadır (Fu ve ark., 2014; İleri ve ark., 2015; Ayyıldız ve ark., 2016; Dutta ve ark., 2016; Raman ve Kanmani, 2016; Nidheesh ve ark., 2018; Marcelo ve ark., 2018; Taherkhani ve Khani, 2019; İleri ve ark., 2019; İleri, 2019; Wang ve ark., 2020; İleri ve Doğu, 2022). Biyolojik ayrışması zor olan kirleticilerin gideriminde en çok kullanılan partiküllerden biri sıfır değerlikli demir (Fe^0) ($E^0(Fe^{2+}/Fe^0) = -0.44$ V) elementidir (Fan ve ark., 2009; Dutta ve ark., 2016; Abd El–Lateef ve ark., 2018; Qui ve ark., 2018). Sudan ağır metal (Li ve ark., 2016), p–nitrofenol (Du ve ark., 2017), klorlu organik bileşikler (Mdlovu ve ark., 2019; Wang ve ark., 2020), perklorat (Lien ve ark., 2010), nitrat (Hwang ve ark., 2011), pestisit (Fu ve ark., 2014) ve azo boya (Cai ve ark., 2015; Hamdy ve ark., 2018) gideriminde Fe^0 elementinin etkili bir indirgeyici olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.

Sıfır değerlikli alüminyum (Al^0) partikülü yüksek elektrokimyasal potansiyele ($E^0 = -1.662$ V) sahip etkili bir indirgeyicidir (Bokare ve Choi, 2009; Yang ve ark., 2016). Al^0 partikülü suda bulunan azo boya (Wang ve ark., 2014; Yang ve ark., 2017; Khatri ve ark., 2018; İleri ve Doğu, 2022), nitrat (İleri, 2016; Esfahani ve Datta 2018), nitrobenzen (Yang ve ark., 2017), fenol (Cheng ve ark., 2015; Wu ve ark., 2021), perklorat (Lien ve ark., 2010), krom(VI) (Lin ve ark., 2009; Treviño ve ark., 2014; Fu ve ark., 2015a; Jiang ve ark., 2017), klor (McCafferty, 2003) ve bisfenol A (Liu ve ark., 2011) gibi kirleticilerin adsorpsiyon, oksidasyon ve indirgeme mekanizmaları ile giderimini sağlamaktadır. Denklem 2–4’ de gösterilen reaksiyona göre hidrojen peroksit (H_2O_2) ve serbest radikaller ($OH\cdot$, $HO_2\cdot$, $Cl\cdot$, $SO_4\cdot$) oluşmakta ve Al^0 metali kullanılarak sudan uzaklaştırılması zor olan boyaların giderilmesinde etkili olduğu rapor edilmektedir (Chen ve ark., 2011; Wang ve ark., 2014; Xei ve ark., 2021; İleri ve Doğu, 2022).



Reaksiyon sırasında, pH değerine ve giderime bağlı olarak Al^0 yüzeyi alüminyum hidroksit ($Al(OH)_3$) veya alüminyum oksit (Al_2O_3) ile kaplanmakta ve indirgeme kapasitesi azalmaktadır (Mahmoud ve ark., 2020; ; İleri ve Doğu, 2022). Oksit film oluşumunu önlemek için, Al^0 partikülünün yüzey aktivitesini arttırmak amacıyla asit ile yıkama (İleri ve Doğu, 2022), baz ile yıkama (Wang ve ark., 2014; Xie ve ark., 2021) veya bimetalik formlar (Fe/Al , Pd/Al , Cu/Al , Mn/Al) (Lien ve Zhang, 2002; Yang ve ark., 2013; Fu ve ark., 2014; Fu ve ark., 2015b; Hsu ve ark., 2016; AboliGhasemabadi ve ark., 2020) şeklinde işlemler kullanılarak partikülün adsorpsiyon ve indirgeme kapasitesi arttırılmaktadır. Bu yöntemlere alternatif olarak partikül yüzey aktivitesinin iyileştirilmesi ve oksit tabakanın önlenmesinde son yıllarda US teknolojisi kullanılmaktadır. Ultrasonik oksidasyon sistemi, su arıtımında “kavitasyon” prensibine dayalı olarak çalışan ve ses dalgası ile geliştirilen bir kimyasal

oksidasyon yöntemidir. Ultrases etkisiyle yüksek basınç, sıcaklık ile su ve oksijenin ayrışması sonucu yüksek reaktif özelliğinde oksijen türleri oluşmakta ve üretilen serbest radikallerin ($\text{OH}\cdot$, $\text{HO}_2\cdot$, $\text{Cl}\cdot$, $\text{SO}_4\cdot$) ayrışma ve oksidasyon ile kavitasyon olayı gerçekleşmektedir (Suslick, 1998; Mason ve Peters, 2001; Beckett ve Hua, 2001). Kavitasyon adı verilen bu noktada kütle ve ısı transferi çok hızlı gerçekleşmektedir (Mason ve Peters, 2001; Brotchie ve ark., 2012). Ultrasesin etkisiyle su ve oksijen molekülleri serbest hidroksil ($\text{OH}\cdot$) ve hidrojen ($\text{H}\cdot$) radikallerine ayrışmakta (Denklem 5) ve sudan giderimi zor olan organik bileşiklerin ve boyar maddelerin okside olmasında etkili olmaktadır (Breitbach ve ark., 2003; Eren ve O'Shea, 2020; İleri ve Doğu, 2022). Ayrıca açığa çıkan serbest $\text{OH}\cdot$ radikaller reaksiyona girerek H_2O_2 ($E^0= 1.77 \text{ V}$) güçlü oksidantını oluşturmaktadır (Denklem 6) (Breitbach ve ark., 2003; Pokhrel ve ark., 2016). Ultrases prosesinin, Fe^0 (US/ Fe^0) (Chen ve ark., 2011; Eren, 2012b.), Mg^0 (US/ Mg^0) (İleri ve ark., 2015) ve Al^0 (US/ Al^0) (Wang ve ark., 2014; İleri ve Doğu, 2022) partiküllerin yüzeyini aktive ettiği ve giderimi arttırdığı araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.



Bu çalışma kapsamında, pH, nZVAL dozu ve reaksiyon süresi parametreleri dikkate alınarak tek başına nZVAL, US ve birleşik US/nZVAL proseslerinin BB11 giderimine etkisi araştırılmıştır. Ultrases etkisi ile nZVAL katalizörünün yüzey alanı ve gözenek çapında iyileştirme sağlanması ve BB11 gideriminde tekrar kullanılabilirliğine süreklilik kazandırılması hedeflenmiştir. nZVAL partikülünün kimyasal, fiziksel ve mineralojik özellikleri taramalı elektron mikroskobu (FE-SEM), X-ışını kırınımı (XRD), Brunauer-Emmer-Teller (BET), Mastersizer ve X-ışını floresan (XRF) analizleri ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, adsorpsiyon izoterm ve kinetik modeller kullanılarak değerlendirilmiştir. Belirlenen optimum şartlar dikkate alınarak, nZVAL partikülü reaksiyon sonunda geri kazanılarak BB11 boya gideriminde tekrar kullanılabilirliği araştırılmış ve böylece oluşan atık çamur hacmi minimize edilmiştir.

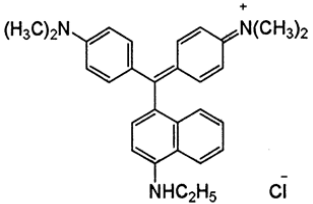
Materyal ve Yöntem

Materyal

Basic Blue 11 Boyar Maddesi

Boya çözeltisi hazırlamak için katyonik özellikte Basic Blue 11 (Victoria Blue R) ($\text{C}_{29}\text{H}_{32}\text{ClN}_3$) boyası kullanılmış ve BB11 boyasına ait özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Boyar maddenin stok çözeltisi 1000 mg/L konsantrasyonunda hazırlanmıştır. İstenilen konsantrasyon aralığına göre seyreltme işlemi yapılmıştır. Deneylerde BB11 boyar maddesinin başlangıç konsantrasyonu 20 mg/L olarak kullanılmıştır.

Çizelge 1. Basic Blue 11 boyasının özellikleri

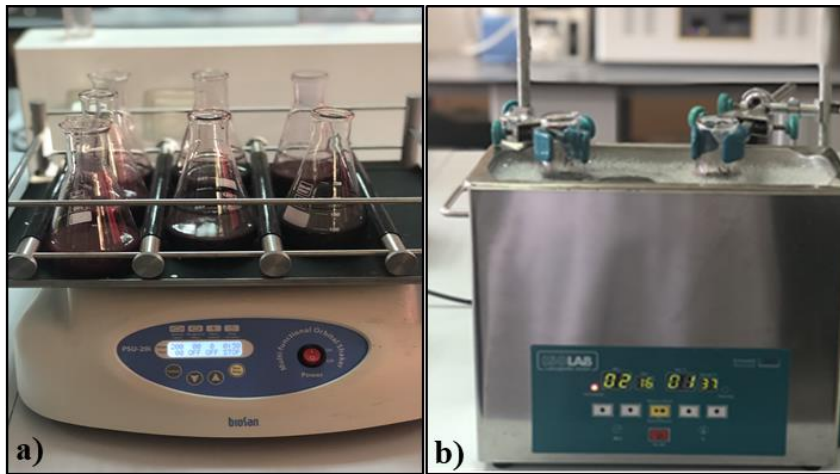
Özellikleri	Basic Blue 11
Kimyasal yapısı	
Kimyasal formülü	$\text{C}_{29}\text{H}_{32}\text{ClN}_3$
C. I. ismi	C.I. Basic Blue 11
Eşanlamlı	Victoria Blue R
Moleküler ağırlığı	458,04 g/mol
λ_{max}	615 nm

Nano–Boyutta Sıfır Değerlikli Alüminyumun Asitle Modifikasyonu

Doğal nZVAI partikülünden (%99 saflıkta, Nanografi) 1 g tartılmış ve 0.10 mol/L hidroklorik asit (HCl, Merck, \geq %36) (50 mL) ile 5 dakika süresince orbital çalkalayıcı (BioSan PSU–20i, Riga, Litvanya) kullanılarak karışım sağlanmıştır (Şekil 1a). Süre sonunda nZVAI partikülü 0.45 μ m çapında membran filtreden süzölmüş ve vakumlu etüvde 50 °C’ de 1 saat kurutma işlemi yapılmıştır. Deneyde asitle modifiye edilen nZVAI partikülü kullanılmıştır. nZVAI partikülünün izoelektrik noktasını (pH_{pzc}) belirlemek için 50 mL hacimde farklı pH (2, 4, 6, 8, 10 ve 12) değerlerine sahip 0.1 M potasyum nitrat (KNO_3 , Merck, \geq %99) çözeltileri hazırlanmış ve içerisine 1 g nZVAI ilave edilerek 24 saat karıştırılmıştır (İleri ve Şanlıyüksel Yücel, 2020). Reaksiyon sonunda çözeltilerin pH değeri pH metre cihazı ile ölçülmüştür (WTW, Almanya). $pH_{başlangıç}$ ’a karşılık ΔpH grafiği çizilmiş ve $y=0$ olan noktadan pH_{pzc} değeri hesaplanmıştır.

Yöntem

Basic Blue 11 giderim deneyleri kapsamında deneysel çalışmalar kesikli reaktör düzeneğinde yürütölmüştür. Örneklerin pH değeri ayarlamasında 0.1 M HCl veya 0.1 M NaOH çözeltileri kullanılmıştır. BB11 boya giderim deneylerinde 40 kHz frekanslı US, nZVAI ve birleşik US/nZVAI prosesleri kullanılmış ve pH, nZVAI dozu ve reaksiyon süresi parametrelerinin BB11 giderim verimine etkisi belirlenmiştir. İlk olarak, nZVAI tek başına kullanılmış ve orbital çalkalayıcı yardımıyla BB11 arıtımına pH, reaksiyon süresi ve nZVAI dozunun etkisi tespit edilmiştir. İkinci aşamada ise, 40 kHz frekanslı ultrases cihazı kullanılmış (Şekil 1b) ve reaksiyon süresi ve nZVAI dozunun etkisi araştırılmıştır. Üçüncü aşamada ise, US prosesi ile nZVAI partikülü birleşik olarak BB11 gideriminde test edilmiş ve pH, reaksiyon süresi ve nZVAI dozunun etkisi belirlenmiştir. Belirlenen optimum şartlar dikkate alınarak, nZVAI partikülünün geri kazanımı ve tekrar kullanılabilirliği araştırılmıştır. Deney sırasında çözeltilerin pH değeri pH metre cihazı ile ölçülmüştür. BB11 absorbans değeri spektrofotometre kullanılarak 615 nm dalga boyunda ölçülmüştür (Hach Lange DR 5000, ABD). Boya giderimi sonrasında elde edilen optimum sonuçlar için reaksiyon mekanizmaları adsorpsiyon izoterm (Langmuir ve Freundlich) ve kinetik (Birinci dereceden, İkinci dereceden, Partikül içi difüzyon ve Elovich) modelleri ile analiz edilmiştir. Deneyler 3 tekrerrülü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. a) Orbital çalkalayıcı, b) 40 kHz frekanslı ultrasonik banyo cihazı

Nano–Boyutta Sıfır Değerlikli Alüminyumun Yüzey Karakterizasyonu

Basic Blue 11 arıtımı amacıyla kullanılan nZVAI partikülünün fiziksel özellikleri partikül boyut ve spesifik yüzey alanı (BET) analizi ile, morfolojik ve kristal yapısı ile elementel içeriği taramalı elektron mikroskopu (SEM–EDS) analizi ile, kimyasal içeriği X–Ray fluorescence (XRF) analizi ve mineralojik bileşimi X–Işınları difraktometresinde (XRD) analizi ile tespit edilmiştir.

Adsorpsiyon İzotermi

Adsorpsiyon izotermi, sabit sıcaklıkta adsorbanın birim ağırlığı başına adsorplanan madde miktarı ile çözeltide kalan madde miktarı arasındaki ilişkiyi gösteren matematiksel modellerdir (Eren ve ark., 2020). Adsorbanın etkinliğini belirlemede ve sulu çözeltideki bir bileşiğin adsorban üzerinde birikimini ifade eden izoterm modelleri geliştirilmiştir. Langmuir izotermi, adsorban yüzeyinin tamamen aynı olduğu, adsorpsiyonun adsorban üzerinde tek tabaka halinde tutulduğu ve adsorplanan moleküller sabit olup hareket etmediği ayrıca adsorbanın yüzeyinde enerji dağılımının homojen olduğu kabul edilmektedir (Langmuir, 1916). Langmuir izotermine ait eşitlik denklem (9) ve (10)' da verilmiştir.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{W} \quad (9)$$

$$C_e/q_e = q_{max} * b + C_e/q_{max} \quad (10)$$

q_e : Adsorbanın birim kütlede adsorplanan madde miktarı (mg/g); C_0 : Adsorplanan maddenin başlangıç konsantrasyonu (mg/L); C_e : Adsorplanan maddenin çözeltide kalan konsantrasyonu (mg/L); V : Çözelti hacmi (L); W : Adsorban ağırlığı (g); q_{max} : Adsorbanın maksimum adsorplama kapasitesi (mg/g); b : Langmuir sabiti (L/mg).

Freundlich adsorpsiyon izotermi belli miktarda adsorban yüzeyinde adsorplanan madde miktarının üstel bir fonksiyonudur (Freundlich, 1906). Freundlich izotermine ait denklem (11) ve (12)'de verilmiştir.

$$q_e = K_F * C_e^{1/n} \quad (11)$$

$$\log q_e = \log K_F + 1/n * \log C_e \quad (12)$$

K_F : Adsorpsiyon kapasitesinin büyüklüğü; n : Adsorpsiyon şiddeti

Adsorpsiyon Kinetik Modellerinin Belirlenmesi

BB 11 boyasının nZVAL üzerinde adsorpsiyonu Lagergren's birinci dereceden (Lagergren, 1898), ikinci dereceden (Ho ve McKay, 1998), partikül içi difüzyon (Weber ve Morris, 1963) ve Elovich (Chien ve Clayton, 1980) kinetik modellerine göre belirlenmiştir. Lagergren's birinci dereceden adsorpsiyon kinetiği denklem 13' de verildiği şekilde t 'ye karşılık $\ln(q_e - q_t)$ grafiği çizilmiş ve hız sabiti (k_1) ve q_e miktarı hesaplanmıştır. İkinci dereceden adsorpsiyon kinetiği denklem 14' de verildiği şekilde t 'ye karşılık t/q_t grafiği çizilmiş ve k_2 ve q_e değeri belirlenmiştir. Parçacık içi difüzyonun modeli için $t^{1/2}$ 'ye karşılık q_t grafiği çizilmiş ve denklem 15' de verilen k_{id} ve C değeri hesaplanmıştır. Elovich kinetik model için q_t 'ye karşılık $\ln t$ grafiği çizilmiş ve denklem 16' da verilen α ve β sabitleri hesaplanmıştır.

$$\ln(q_e - q_t) = \ln q_e - k_1 t \quad (13)$$

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{q_e^2 k_2} + \frac{t}{q_e} \quad (14)$$

$$q_t = k_{id} t^{1/2} + C \quad (15)$$

$$q_t = \left(\frac{1}{\beta}\right) \ln \alpha \beta + \left(\frac{1}{\beta}\right) \ln t \quad (16)$$

q_t : Herhangi bir t anında adsorplanan madde miktarı (mg/g); k_1 : Lagergren's hız sabiti (1/dk); k_2 : ikinci dereceden hız sabiti (g/mg dk); k_{id} : parçacık içi difüzyonunun hız sabiti (mg/g dk^{1/2}), α : başlangıç adsorpsiyon oranı (mg/g dk), β : desorpsiyon sabiti (g/mg).

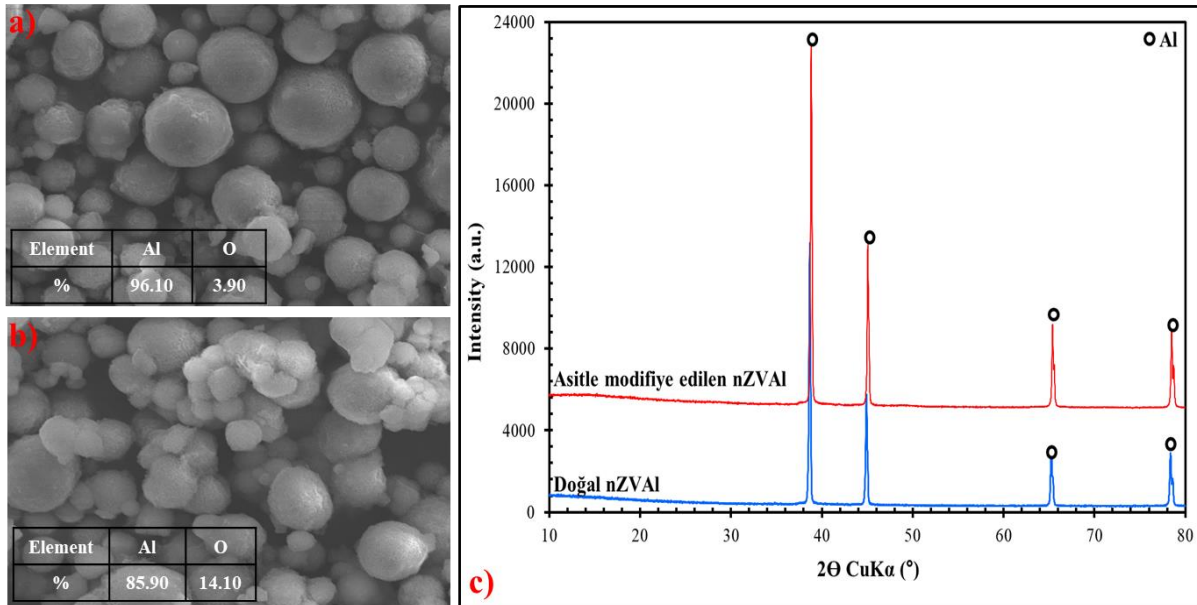
nZVAL Geri Kazanımı ve Tekrar Kullanılabilirliği

Oluşan nZVAL çamur hacminin minimize edilmesi amacıyla, deney sonunda nZVAL partikülü geri kazanılarak BB11 gideriminde tekrar kullanılabilirliği araştırılmıştır. Optimum deneysel şartlar dikkate alınarak (BB11= 20 mg/L, 0.20 g/100 mL, t= 30 dk, pH= 10), nZVAL tek ve birleşik US/nZVAL prosesleri kullanılmış ve 30 dk reaksiyon sonunda nZVAL partikülü vakum altında filtre edilmiş, saf su ve etanol ile yıkanmıştır. Filtrelemeden sonra geri kazanılan nZVAL partikülü 50 C'de etüvde 30 dk kurutulmuştur. Geri kazanılan nZVAL partikülü yeni hazırlanan BB11 boya örneğine ilave edilmiş ve deney tekrar başlatılmıştır. Geri kazanım deneyi giderim verimi %20'nin altına düşene kadar devam ettirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

nZVAL Yüzey Karakterizasyonu

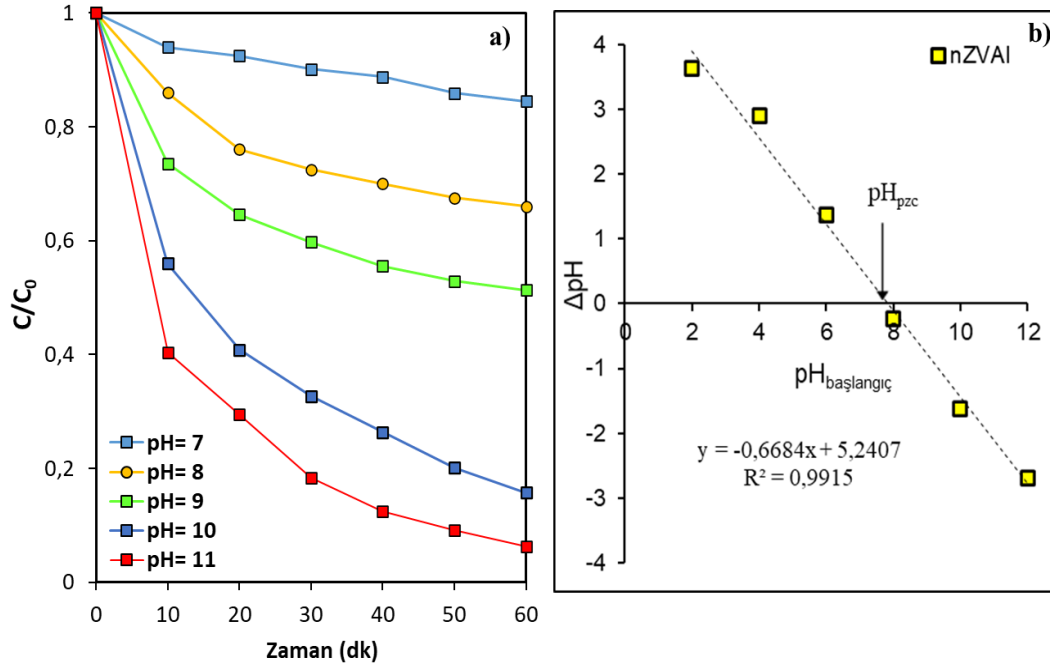
Şekil 2a'da doğal nZVAL ve Şekil 2b'de ise asitle modifiye edilen nZVAL'in FE-SEM görüntüleri gösterilmiştir. FE-SEM görüntülerine göre, doğal nZVAL'in morfolojisi düzgün küresel şekilde dağılım göstermiştir. Asit ile modifikasyondan sonra nZVAL partikül çapının küçüldüğü ve yüzeyinin parçalanmış olduğu görülmektedir. EDS sonucuna göre, temel bileşik olarak alüminyum ve oksijen yüzdesi doğal nZVAL ve asitle modifiye edilen nZVAL için sırasıyla %96.10 ve %3.90 ile %85.90 ve %14.10 olarak belirlenmiştir. XRD analizi ile nZVAL yapısının alüminyumdan oluştuğu ortaya konmuştur (Şekil 2c). Mastersizer analizine göre, doğal nZVAL partikül boyutu ortalama 1967 nm ölçülmüştür. Asitle modifikasyon sonucu nZVAL parçacık boyutunun %32'ye kadar azaldığı belirlenmiştir. BET analizine göre, doğal ve asitle modifiye edilen nZVAL'in yüzey alanı sırasıyla 3.24 m²/g ve 16.38 m²/g olarak ölçülmüştür. XRF analizi ile doğal ve asitle modifiye edilen nZVAL'in alümina (Al₂O₃, %99.86), silika (SiO₂, %0.051), demir oksit (Fe₂O₃, %0.064) ve potasyum oksit (K₂O, %0.025) elementlerinden oluştuğunu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Doğal nZVAL (a), asitle modifiye edilen nZVAL (b) partikülünün SEM görüntüsü ve EDS sonucu, nZVAL partikülünün XRD piki (c)

pH Değerinin BB11 Boya Giderimine Etkisi

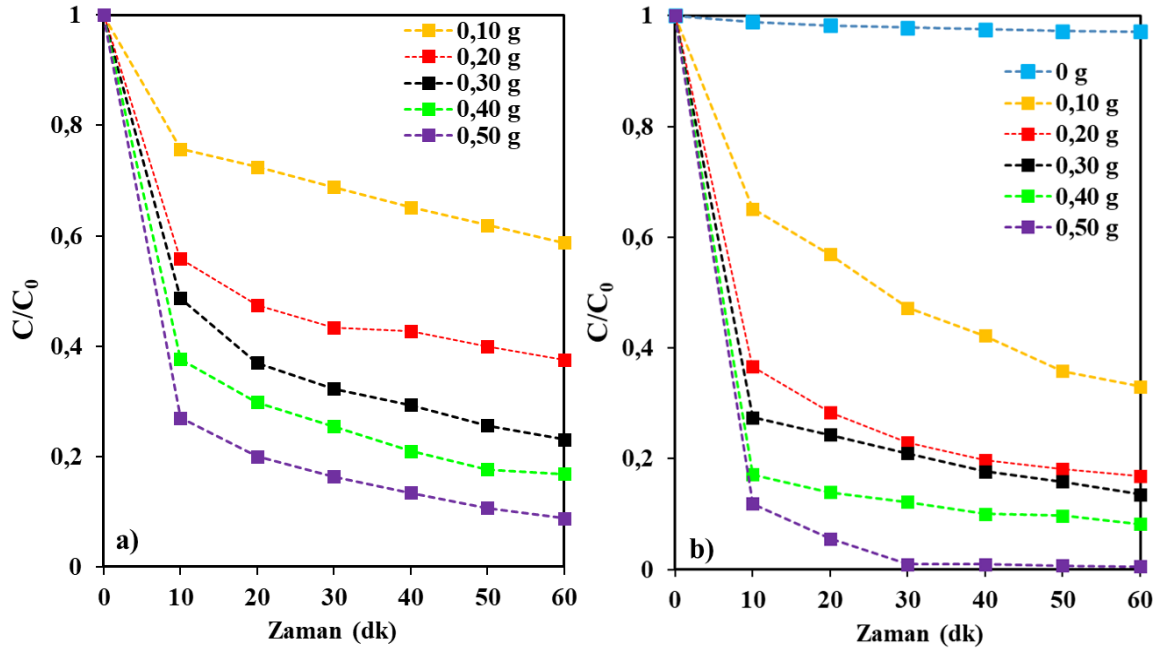
pH değeri hem partikül üzerinde yüzey bağlanma bölgelerini hem de boya moleküllerinin çekim kuvvetini etkilediğinden adsorpsiyon ve oksidasyon sürecini etkilemektedir. pH değerinin BB11 giderimi üzerindeki etkisi nZVAL prosesi kullanılarak farklı başlangıç pH (7–11) değerlerinde araştırılmıştır (Şekil 3a). pH'nın artmasıyla birlikte adsorpsiyon miktarında artış olduğu, nZVAL metali ile pH 10'da en fazla adsorpsiyonun gerçekleştiği belirlenmiştir. nZVAL'in izoelektrik noktası 7.83 olarak hesaplanmıştır (Şekil 3b). pH 8 ve pH 10 aralığında nZVAL yüzeyi negatif olarak yüklendiği ve BB11 katyonik boyasının kolayca adsorbe edildiği ortaya konmuştur. nZVAL partikülünün dış yüzeyi pH_{pzc} 'nin altında pozitif yüke sahip iken, $pH > pH_{pzc}$ olduğunda negatif yüzey yüküne sahip olduğundan BB11 arıtımında etkili bir katalizör olduğu belirlenmiştir. Tek başına nZVAL giderim verimi pH 7 ile 11 arasında sırasıyla %15'ten %94'e artmıştır. Düşük pH değerinde nZVAL yüzeyi ile BB11 boya arasında yüzey yükünün etkisi ile elektrostatik itme kuvvetinden dolayı elektron transferi ve difüzyon hızı azaldığından verim düşük elde edilmiştir. nZVAL kullanılarak BB11 giderim verimi en yüksek pH 10 değerinde elde edilmiştir.



Şekil 3. pH değerinin BB11 giderimine etkisi (a), nZVAL izoelektrik noktası (b), BB11= 20 mg/L, nZVAL= 0.20 g/100 mL

nZVAL Dozunun BB11 Boya Giderimine Etkisi

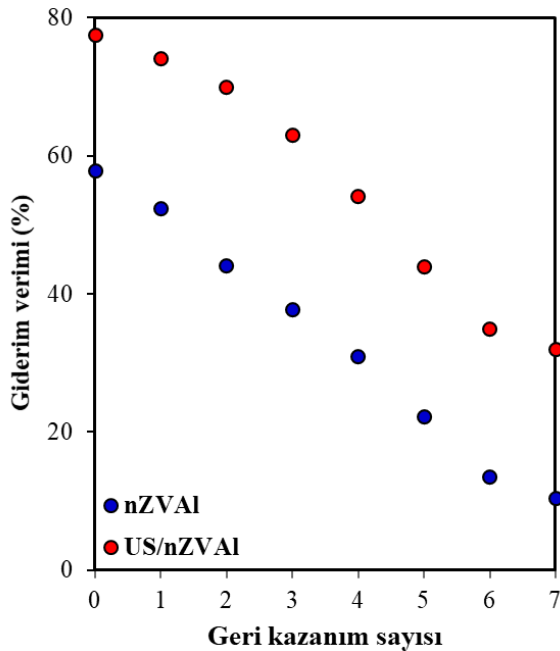
Boya gideriminde kullanılan partikül maddenin yüzey alanı ve porozitesi adsorpsiyon veriminde etkili olmaktadır. Tek başına nZVAL ve birleşik US/nZVAL proseslerinin BB11 giderimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla deneyler 4 farklı nZVAL dozu (0.20 g, 0.30 g, 0.40 g ve 0.50 g/100 mL) kullanılarak 60 dk boyunca yürütülmüştür (Şekil 4a, b). nZVAL dozunun artırılması ile etkin aktif alan sayısı artmış ve boya giderim verimliliği üzerinde etkili olmuştur. nZVAL dozu 0.40 g'dan 0.50 g'a çıkarıldığında renk giderim oranı az oranda değişmiştir. Ultrases prosesi tek başına uygulandığında BB11 giderimi %15'in altında elde edilmiştir (Şekil 4b). Birleşik US/nZVAL prosesi kullanıldığında daha düşük dozda BB11 giderimi elde edilmiştir. nZVAL dozu 0.10 g'dan 2 katına çıkarıldığında yüksek bir artış elde edilmiştir. nZVAL dozu 0.20 g'dan 0.30 g'a artırıldığında giderim verimi değişmezken, doz 0.50 g uygulandığında BB11 giderimi 30 dk sonunda tamamlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, BB11 giderimi için tek nZVAL uygulandığında 60 dk süre sonunda 0.40 g dozda elde edilen benzer sonuç, birleşik US/nZVAL prosesi uygulandığında 0.20 g dozda tespit edilmiştir. Sonuçlardan görüldüğü üzere, doz arttıkça adsorpsiyon kapasitesinin arttığı ve US etkisiyle yüzey alanı artan nZVAL ile kısa sürede ve düşük dozda daha etkili BB11 gideriminin sağlandığı tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (Chen ve ark., 2011; Wang ve ark., 2014; İleri ve Doğu, 2022). Birleşik US/ Fe^0 partikülü ile yapılan bir çalışmada, US gücü etkisiyle partikül yüzey alanının arttığı ve böylece adsorpsiyon kapasitesinin arttığı vurgulanmıştır (Chen ve ark., 2011). İleri ve Doğu (2022) tarafından, reaktif mavisi 19 gideriminde nZVAL tek ve birleşik US/nZVAL prosesi kullanılmış ve birleşik US/nZVAL prosesi uygulandığında 0.10 g dozda 30 dk'da elde edilen benzer sonuç, nZVAL tek kullanıldığında 0.20 g dozda 60 dk'da elde edilmiştir.



Şekil 4. nZVAI dozunun BB11 giderimine etkisi, a) nZVAI, b) US/nZVAI, BB11= 20 mg/L, pH= 10

nZVAI Partikülünün Geri Kazanımı ve Tekrar Kullanılabilirliği

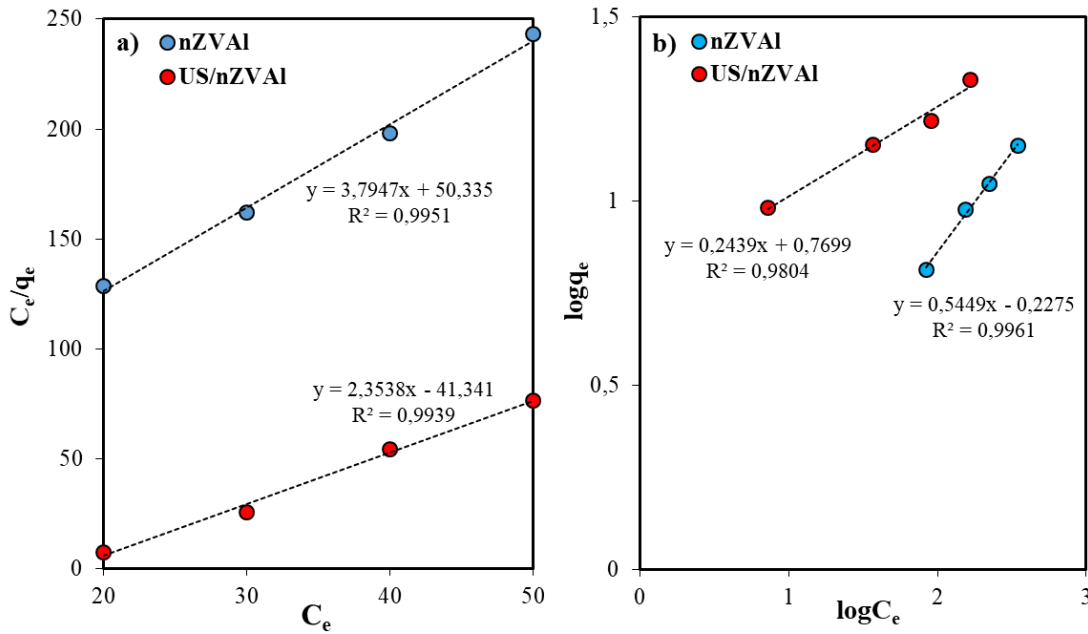
Atık partikül hacim oluşumunu azaltmak amacıyla optimum şartlar altında BB11 gideriminde nZVAI partikülünün tekrar kullanılabilirliği araştırılmıştır. Deney sonunda nZVAI:BB11 partikülü 7 kez geri kazanılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 5'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre, ilk geri kazanımda nZVAI partikülünün reaktifliğinin devam ettiği tespit edilmiştir. Geri kazanım sayısı arttıkça, nZVAI partikülünün aktif yüzey alan sayısının ve kapasitesinin azaldığı görülmektedir. BB11 giderimi incelendiğinde, geri kazanım sayısı arttıkça nZVAI tek kullanıldığında giderim verimi %57'den %10'a azalırken; birleşik US/nZVAI prosesi uygulandığında giderim veriminin %78'den %32'ye azaldığı tespit edilmiştir. %50'nin altına düştüğü giderim verimi dikkate alındığında, birleşik US/nZVAI prosesi kullanıldığında 5 kez, nZVAI tek başına uygulandığında 2 kez partikülün geri kazanılarak BB11 giderimi için tekrar kullanılabilirliği belirlenmiştir. Ultrases etkisi ile aktif yüzey alanı arttığından giderimin devam ettiği ve geri kazanılarak 5 kez tekrar kullanılabilirliği ortaya konmuştur.



Şekil 5. nZVAI partikülünün tekrar kullanılabilirliğinin BB11 giderim verimine etkisi, nZVAI dozu= 0.20 g/100 mL, t= 30 dk, BB11= 20 mg/L, pH= 10

Adsorpsiyon İzoterm Çalışmaları

Farklı başlangıç konsantrasyonlarda (20–50 mg/L) BB11 çözeltisi kullanılarak optimum deneysel şartlarda (nZVAL dozu= 0.20 g/100 mL, t= 30 dk, pH= 10) deney yürütülmüş ve elde edilen sonuçlara Langmuir ve Freundlich izoterm modelleri uygulanmıştır (Şekil 6a, b). Langmuir sabitleri q_{max} ile b grafiğin eğim ve kesim noktasından hesaplanmıştır. Freundlich sabiti n grafiğin eğim noktasından, K_f ise grafiğin kesim noktasından hesaplanmıştır. Çizelge 2'de hesaplanan izoterm parametrelerinin ve korelasyon katsayılarının karşılaştırılması verilmiştir. Maksimum adsorplama kapasitesi (q_{max}) nZVAL ve US/nZVAL için 0.26 mg/g ve 0.42 mg/g olarak hesaplanmıştır. Ultrasesin etkisiyle adsorplama kapasitesinin 2 katına çıktığı belirlenmiştir. Hesaplanan korelasyon katsayısına (R^2) göre BB11 giderimi için elde edilen datanın Langmuir adsorpsiyon izotermine uyumlu olduğu tespit edilmiştir.



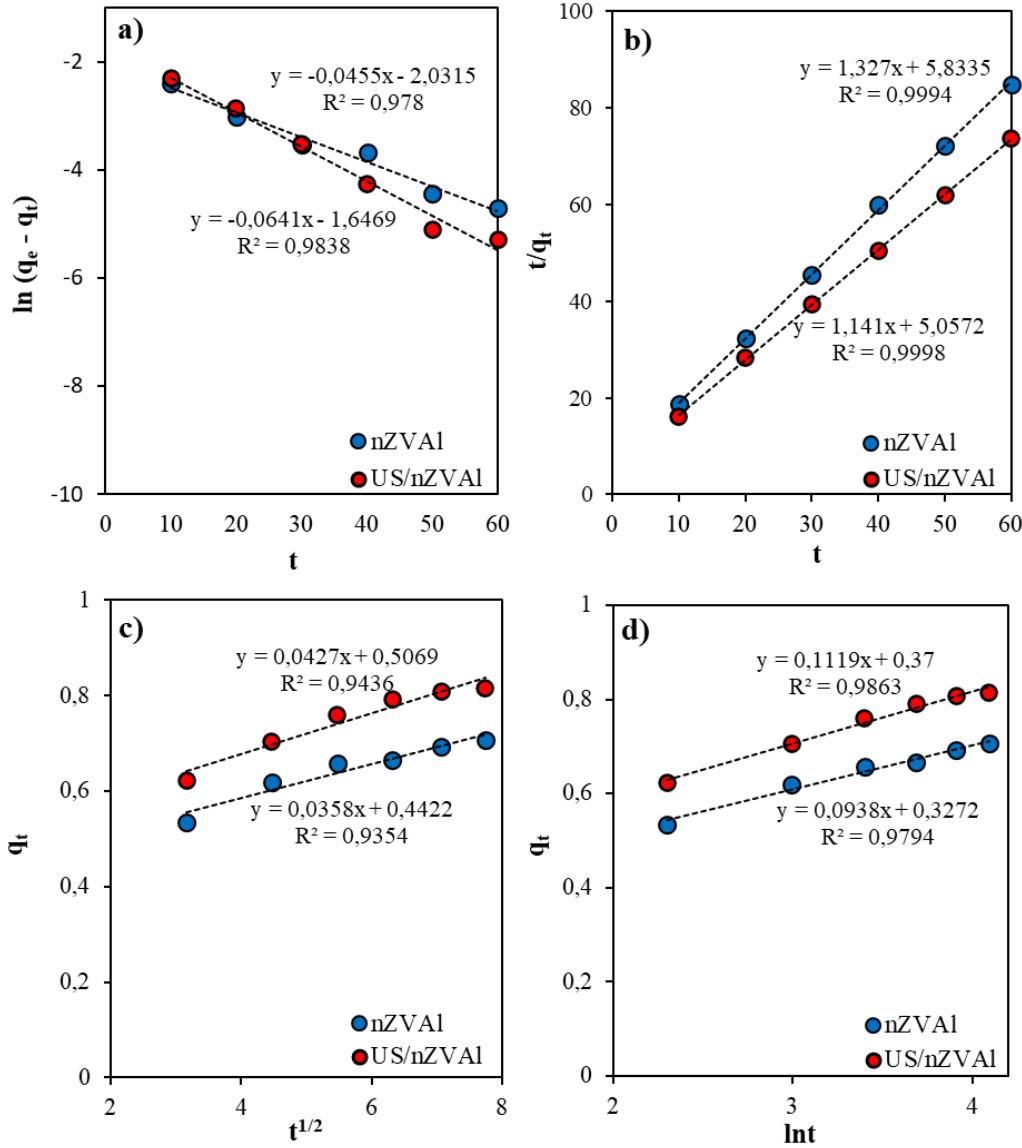
Şekil 6. Adsorpsiyon izoterm grafiği a) Langmuir izotermi, b) Freundlich izotermi

Çizelge 2. BB11 boyasının nZVAL partikülü üzerine adsorpsiyonunda Langmuir ve Freundlich adsorpsiyon izoterm parametrelerinin ve korelasyon katsayılarının karşılaştırılması

Adsorpsiyon izotermi	Parametre	nZVAL	US/nZVAL
Langmuir	q_{max} (mg/g)	0.26	0.42
	b (L/mg)	0.076	0.057
	R^2	0.99	0.99
Freundlich	K_f (L/mg)	5.75	0.60
	n	4.16	1.85
	R^2	0.85	0.98

Adsorpsiyon Kinetiği

Adsorpsiyon verimi ve hızına etki eden parametrelerin belirlenmesi aşamasında adsorpsiyon kinetiği önemli olmaktadır. nZVAL partikülü üzerinde BB11 boya adsorpsiyonu Lagergren's birinci dereceden, ikinci dereceden, partikül içi difüzyon ve Elovich kinetik modellerine göre belirlenmiştir (Şekil 7a–d). Adsorpsiyon kinetik çalışmasından nZVAL üzerinde BB11 boyasının adsorpsiyonuna ait hesaplanan hız katsayıları ile korelasyon katsayıları karşılaştırmalı olarak Çizelge 3'de verilmiştir. Adsorpsiyon kinetiklerine ait grafikler dikkate alındığında, nZVAL tek ve birleşik US/nZVAL için en yüksek R^2 değerine göre (0.99) ikinci dereceden hız kinetiği modeline uyduğu belirlenmiştir.



Şekil 7. Adsorpsiyon kinetik modelleri a) Birinci dereceden adsorpsiyon kinetiği, b) İkinci dereceden adsorpsiyon kinetiği, c) Parçacık içi difüzyon modeli, d) Elovich kinetik model

Çizelge 3. BB11 boyasının nZVAI üzerine adsorpsiyonunda kinetik parametrelerinin ve hız katsayılarının karşılaştırılması

Model	Parametre	nZVAI	US/nZVAI
Birinci dereceden adsorpsiyon kinetiği	q_e (mg/g)	0.13	0.19
	k_1 (1/dk)	0.04	0.06
	R^2	0.97	0.98
İkinci dereceden adsorpsiyon kinetiği	q_e (mg/g)	0.75	0.87
	k_2 (g/mg dk)	0.30	0.26
	R^2	0.99	0.99
Parçacık içi difüzyon	k_{id} (mg/g dk ^{1/2})	0.03	0.04
	C (mg/g)	0.44	0.50
	R^2	0.93	0.94
Elovich	α (mg/g dk)	2.13	2.34
	β (g/mg)	10.75	9.09
	R^2	0.97	0.98

Sonuç ve Öneriler

Tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan BB11 boyasının giderilmesi amacıyla nZVAL partikülü ile US tek ve birleşik US/nZVAL prosesleri kullanılmış ve giderim verimine pH, nZVAL dozu ve reaksiyon süresinin etkisi ortaya konmuştur. Katyonik karakterde olan BB11 boyasının nZVAL partikülü ile giderim verimi pH 10 değerinde yüksek elde edilmiştir. Ultrases mekanik kuvvet etkisiyle (40 kHz) nZVAL partikülünün yüzey alanı artmış ve çap boyutu azalmıştır. Bu etki ile BB11 giderim verimi düşük doz ve kısa sürede elde edilmiştir. nZVAL partikülü tek başına kullanıldığında 0.40 g nZVAL dozunda 60 dk’ da elde edilen benzer sonuç, birleşik US/nZVAL prosesi kullanıldığında 0.20 g dozda elde edilmiştir. Ultrases etkisi ile nZVAL daha geniş yüzey alana sahip olduğundan geri kazanım sırasında aktifliğinin devam ettiği ve daha yüksek adsorpsiyon kapasitesine sahip olduğu ortaya konmuştur. Buna göre, BB11 gideriminde nZVAL partikülünün tek nZVAL kullanıldığında 2 kez, birleşik US/nZVAL prosesi ile 5 kez geri kazanılarak BB11 gideriminde tekrar kullanılabilceği ortaya konmuştur. Adsorpsiyon izoterm çalışmasında elde edilen dataların R^2 değerine göre Langmuir izotermine ve ikinci dereceden adsorpsiyon kinetiğine uygun olduğu tespit edilmiştir. nZVAL partikülünün adsorplama kapasitesinin yüksek olduğu ve suda bulunan diğer kirleticilerin ve azo boya türlerinin giderimi için alternatif bir katalizör olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince kısmen desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA–2020–3349.

Kaynakça

- Abd El-Lateef, H.M., Khalaf, M., Saleh, M., 2018. Adsorption and removal of cationic and anionic surfactants using zero-valent iron nanoparticles. *J. Mol. Liq.* 268: 497–505. [10.1016/j.molliq.2018.07.093](https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.07.093)
- Abid, M.F., Zablouk, M.A., Abid-Alameer, A.M., 2012. Experimental study of dye removal from industrial wastewater by membrane technologies of reverse osmosis and nanofiltration. *IJEHSE*. 9 (1): 1–9. [10.1186/1735-2746-9-17](https://doi.org/10.1186/1735-2746-9-17)
- AboliGhasemabadi, M., Mbarek, W.B., Cerrillo-Gil, A., Roca-Bisbe, H., Casabella, O., Blaquez, P., Pineda, E., Escoda, L., Sunol, J.J., 2020. Azo-dye degradation by Mn-Al powders. *J. Environ. Manage.* 25: 110012. [10.1016/j.jenvman.2019.110012](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110012)
- Ayyıldız, Ö., Acar, E., İleri, B., 2016. Sonocatalytic reduction of hexavalent chromium by metallic magnesium particles. *Water Air Soil Pollut.* 227: 1–9. [10.1007/s11270-016-3065-y](https://doi.org/10.1007/s11270-016-3065-y)
- Atacag Erkurt, H., 2010. *The Handbook of Environmental Chemistry. Biodegradation of Azo Dyes*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 9. 222 s.
- Beckett, M.A., Hua, I., 2001. Impact of ultrasonic frequency on aqueous sonoluminescence and sonochemistry. *J. Phys. Chem.* 105 (15): 3796–3802. [10.1021/jp003226x](https://doi.org/10.1021/jp003226x)
- Bisschops, I., Spanjers, H., 2003. Literature review on textile wastewater characterization. *Environ. Technol.* 24 (11): 1399–1411. [10.1080/09593330309385684](https://doi.org/10.1080/09593330309385684)
- Bokare, A.D., Choi, W., 2009. Zero-valent aluminum for oxidative degradation of aqueous organic pollutants. *Environ. Sci. Technol.* 43 (18): 7130–7135. [10.1021/es9013823](https://doi.org/10.1021/es9013823)
- Breitbach, M., Bathen, D., Schmidt-Traub, H., 2003. Effect of ultrasound on adsorption and desorption processes. *Ind. Eng. Chem. Res.* 42 (22): 5635–5646. [10.1021/ie030333f](https://doi.org/10.1021/ie030333f)
- Brotchie, A., Borisova, D., Belova, V., Möhwald, H., Shchukin, D., 2012. Ultrasonic modification of aluminum surfaces: comparison between thermal and ultrasonics effects. *J. Phys. Chem.* 116 (14): 7952–7956. [10.1021/jp3016408](https://doi.org/10.1021/jp3016408)
- Cai, M.Q., Wei, X.Q., Song, Z.J., Jin, M.C., 2015. Decolorization of azo dye orange g by aluminum powder enhanced by ultrasonic irradiation. *Ultrason. Sonochem.* 22: 167–173. [10.1016/j.ultsonch.2014.06.023](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.06.023)
- Cai, M., Su, J., Lian, G., Wei, X., Dong, C., Zhang, H., Jin, M., Wei, Z., 2016. Sono-advanced fenton decolorization of azo dye orange g: analysis of synergistic effect and mechanisms. *Ultrason. Sonochem.* 31: 193–200. [10.1016/j.ultsonch.2015.12.017](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.12.017)
- Chen, B., Wang, X., Wang, C., Jiang, W., Li, S., 2011. Degradation of azo dye direct sky blue 5B by sonication combined zero-valent iron. *Ultrason. Sonochem.* 18 (5): 1091–1096. [10.1016/j.ultsonch.2011.03.026](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2011.03.026)
- Cheng, Z., Fu, F., Pang, Y., Tang, B., Lu, J., 2015. Removal of phenol by acid-washed zero-valent aluminum in the presence of H₂O₂. *Chem. Eng. Sci.* 260: 284–290. [10.1080/19443994.2015.1006259](https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1006259)
- Chien, S.H., Clayton, W.R., 1980. Application of elovich equation to the kinetics of phosphate release and sorption in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: 265–268. [10.2136/sssaj1980.03615995004400020013x](https://doi.org/10.2136/sssaj1980.03615995004400020013x)
- Deng, D., Lamssali, M., Aryal, N., Ofori-Boadu, A., Jha, M. K., Samuel, R.E., 2020. Textiles wastewater treatment technology: a review. *Water Environ. Res.* 92 (10): 1805–1810. [10.1002/wer.1437](https://doi.org/10.1002/wer.1437)
- Du, J., Che, D., Li, X., Guo, W., Ren, N., 2017. Factors affecting p-nitrophenol removal by microscale zero-valent iron coupling with weak magnetic field. *RSC Adv.* 7: 18231–18237. [10.1039/C7RA02002C](https://doi.org/10.1039/C7RA02002C)
- Dutta, S., Saha, R., Kalita, H., Bezbaruah, A.N., 2016. Rapid reductive degradation of azo and anthraquinone dyes by nanoscale zero-valent iron. *Environ. Technol. Innov.* 5: 176–187. [10.1016/j.eti.2016.03.001](https://doi.org/10.1016/j.eti.2016.03.001)
- Eren, Z., 2012a. Ultrasound as a basic and auxiliary process for dye remediation: a review. *J. Environ. Manage.* 104: 127–141. [10.1016/j.jenvman.2012.03.028](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.03.028)
- Eren, Z., 2012b. Degradation of an azo dye with homogeneous and heterogeneous catalysts by sonophotolysis. *Clean – Soil, Air, Water.* 40 (11): 1284–1289. [10.1002/clen.201100384](https://doi.org/10.1002/clen.201100384)
- Eren, Z., O’Shea, K., 2020. Definition of the optimum conditions of dual frequency (20 kHz+640 kHz) ultrasonic system by decolorization of crystal violet dye. *J. Fac. Eng. Archit. Gaz.* 35 (3): 1257–1268. [10.17341/gazimmfd.563811](https://doi.org/10.17341/gazimmfd.563811)

- Eren, Z., Bozkurt, A.E., Dönmez, Z., 2020. Fuel–oil kaynaklı bir uçucu kül olan Hopa termik santrali uçucu külünün adsorpsiyon kapasitesinin incelenmesi. *J. Environ. Natur. Stud.* 2 (2): 69–85.
- Ertugay, N., Acar, F.N., 2013. Sonokatalitik oksidasyon ile direct blue 71 azo boyasının renk giderimi. *İğdır Üniv. Fen Bilim. Enst. Der.* 3 (1): 55–60. [10.1080/19443994.2013.774296](https://doi.org/10.1080/19443994.2013.774296)
- Esfahani, A.R., Datta, T., 2018. Nitrate removal from water using zero–valent aluminium. *J. Water Environ. Technol.* 34 (2020): 25–36. [10.1111/wej.12438](https://doi.org/10.1111/wej.12438)
- Fan, J., Guo, Y., Wang, J., Fan, M., 2009. Rapid decolorization of azo dye methyl orange in aqueous solution by nanoscale zerovalent iron particles. *J. Hazard. Mater.* 166 (2–3): 904–910. [10.1016/j.jhazmat.2008.11.091](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.091)
- Forgacs, E., Cserhati, T., Oros, G., 2004. Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environ. Int.* 30 (7): 953–971. [10.1016/j.envint.2004.02.001](https://doi.org/10.1016/j.envint.2004.02.001)
- Freundlich, H., 1906. Adsorption in solution. *Phys. Chem. Soc.* 40: 1361–1368.
- Fu, F., Dionysiou, D.D., Liu, H., 2014. The use of zero–valent iron for groundwater remediation and wastewater treatment: a review. *J. Hazard. Mater.* 267: 194–205. [10.1016/j.jhazmat.2013.12.062](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.12.062)
- Fu, F., Han, W., Cheng, Z., Tang, B., 2015a. Removal of hexavalent chromium from wastewater by acid–washed zero–valent aluminum. *Desalin. Water Treat.* 57, 5592–5600. [10.1080/19443994.2015.1006259](https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1006259)
- Fu, F., Cheng, Z., Dionysiou, D.D., Tang, B., 2015b. Fe/Al bimetallic particles for the fast and highly efficient removal of Cr(VI) over a wide pH range: performance and mechanism. *J. Hazard. Mater.* 298: 261–269. [10.1016/j.jhazmat.2015.05.047](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.05.047)
- Hamdy, A., Mostafa, K., Nasr, N., 2018. Zero–valent iron nanoparticles for methylene blue removal from aqueous solutions and textile wastewater treatment, with cost estimation. *Water Sci. Technol.* 78 (2): 367–378. [10.2166/wst.2018.306](https://doi.org/10.2166/wst.2018.306)
- Hassaan, M.A., El Nemr, A., 2017. Advanced oxidation processes for textile wastewater treatment. *J. Photochem. Photobiol. C.* 2 (3): 85–93. [10.11648/j.ijpp.20170203.13](https://doi.org/10.11648/j.ijpp.20170203.13)
- Ho, Y., McKay, G., 1998. Pseudo–second order model for sorption processes. *Process Biochem.* 34: 451–465. [10.1016/S0032-9592\(98\)00112-5](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(98)00112-5)
- Hsu, L.C., Chen, K.Y., Chan, Y.T., Deng, Y., Hwang, C.E., Liu, Y.T., Wang, S.L., Kuan, W.H., Tzou, Y.M., 2016. MS title: catalytic oxidation and removal of arsenite in the presence of Fe ions and zero–valent Al metals. *J. Hazard. Mater.* 317: 237–245. [10.1016/j.jhazmat.2016.05.071](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.05.071)
- Hwang, Y.H., Kim, D.G., Shin, H.S., 2011. Mechanism study of nitrate reduction by nano zero valent iron. *J. Hazard. Mater.* 185: 1513–1521. [10.1016/j.jhazmat.2010.10.078](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2010.10.078)
- İleri, B., Ayyıldız, O., Apaydın, O., 2015. Ultrasound–assisted activation of zero–valent magnesium for nitrate denitrification: identification of reaction by–products and pathways. *J. Hazard. Mater.* 292: 1–8. [10.1016/j.jhazmat.2015.03.004](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.03.004)
- İleri, B., 2016. Ultrases ve sıfır yüklü metal partikülleri (Al^0 ve Mg^0) ile nitratın denitrifikasyonu. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi. 118 s.
- İleri, B., 2019. Removal of methyl red dye by adsorption process using modified fly ash with ultrasound process. *Dokuz Eylül Univ. Fac. Engin. J. Sci. Eng.* 21 (61): 25–40. [10.21205/deufmd.2019216103](https://doi.org/10.21205/deufmd.2019216103)
- İleri, B., Terzioğlu, O., Çiçi, Y., 2019. Sıfır değerlikli mangan ve ultrases ile nitratın kimyasal denitrifikasyonu. *ÇOMÜ Fen Bilim. Enst. Der.* 5 (1): 32–48. [10.28979/comufbed.529912](https://doi.org/10.28979/comufbed.529912)
- İleri, B., Şanlıyüksel Yücel, D., 2020. Metal removal from acid mine lake using ultrasound–assisted modified fly ash at different frequencies. *Environ. Monit. Assess.* 192: 1–18. [10.1007/s10661-020-8150-4](https://doi.org/10.1007/s10661-020-8150-4)
- İleri, B., 2022. Sono–assisted adsorption of acid violet 7 and basic violet 10 dyes from aqueous solutions: evaluation of isotherm and kinetic parameters. *Environ. Eng. Res.* 27 (1): 200287. [10.4491/eer.2020.287](https://doi.org/10.4491/eer.2020.287)
- İleri, B., Doğu, İ., 2022. Sono–degradation of reactive blue 19 in aqueous solution and synthetic textile industry wastewater by nanoscale zero–valent aluminum. *J. Environ. Manage.* 303: 114200. [10.1016/j.jenvman.2021.114200](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114200)
- Jiang, B., Xin, S., Gao, L., Luo, S., Xue, J., Wu, M., 2017. Dramatically enhanced aerobic Cr(VI) reduction with scrap zero–valent aluminum induced by oxalate. *Chem. Eng. J.* 308: 588–596. [10.1016/j.cej.2016.09.098](https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.09.098)

- Khatri, J., Nidheesh, P.V., Singh, T.S.A., Suresh Kumar, M., 2018. Advanced oxidation processes based on zero-valent aluminium for treating textile wastewater. *Chem. Eng.* 348: 67–73. [10.1016/j.cej.2018.04.074](https://doi.org/10.1016/j.cej.2018.04.074)
- Lagergren, S. 1898. About the theory of so-called adsorption of soluble substances. *Kung Sven Vetens Hand Band.* 24: 1–39.
- Langmuir, I., 1916. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica, and platinum. *J. Am. Chem. Soc.* 40: 1361–1403. [10.1021/ja02242a004](https://doi.org/10.1021/ja02242a004)
- Li, L., Hu, J., Shi, X., Fan, M., Luo, J., Wei, X., 2016. Nanoscale zero-valent metals: a review of synthesis, characterization, and applications to environmental remediation. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 23: 17880–17900. [10.1007/s11356-016-6626-0](https://doi.org/10.1007/s11356-016-6626-0)
- Li, S., Wang, W., Liang, F., Wei-Xian, Z., 2016. Heavy metal removal using nanoscale zero-valent iron (nZVI): theory and application. *J. Hazard. Mater.* 322 (Part A): 163–171. [10.1016/j.jhazmat.2016.01.032](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.01.032)
- Lien, H.L., Zhang, W., 2002. Enhanced dehalogenation of halogenated methanes by bimetallic Cu/Al. *Chemosphere.* 49: 371–378. [10.1016/S0045-6535\(02\)00248-5](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00248-5)
- Lien, H.L., Yu, C.C., Lee, Y.C., 2010. Perchlorate removal by acidified zero-valent aluminum and aluminum hydroxide. *Chemosphere.* 80 (8): 888–893. [10.1016/j.chemosphere.2010.05.013](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.05.013)
- Lin, C.J., Wang, S.L., Huang, P.M., Tzou, Y.M., Liu, J.C., Chen, C.C., Chen, J.H., Lin, C., 2009. Chromate reduction by zero-valent Al metal as catalyzed by polyoxometalate. *Water Res.* 43: 5015–5022. [10.1016/j.watres.2009.08.015](https://doi.org/10.1016/j.watres.2009.08.015)
- Liu, W., Zhang, H., Cao, B., Lin, K., Gan, J., 2011. Oxidative removal of bisphenol A using zero valent aluminum–acid system. *Water Res.* 45 (4): 1872–1878. [10.1016/j.watres.2010.12.004](https://doi.org/10.1016/j.watres.2010.12.004)
- Mahmoud, A.S., Farag, R.S., Elshfai, M.M., Mohamed, L.A., Ragheb, S.M., 2020. Nano zero-valent aluminum (nZVAL) preparation, characterization, and application for the removal of soluble organic matter with artificial intelligence, isotherm study, and kinetic analysis. *Water Air Soil Pollut.* 12: 1–13. [10.1177/1178622119878707](https://doi.org/10.1177/1178622119878707)
- Marcelo, C.R., Puiatti, G.A., Nascimento, M.A., Oliveira, A.F., Lopes, R.P., 2018. Degradation of the reactive blue 4 dye in aqueous solution using zero-valent copper nanoparticles. *J. Nanomater.* 2018: 1–10. [10.1155/2018/4642038](https://doi.org/10.1155/2018/4642038)
- Mason, T.J., Peters, D., 2001. *Advances in sonochemistry, ultrasound in environmental protection.* 6, JAI an Imprint of Elsevier Science, England.
- McCafferty, E., 2003. Sequence of steps in the pitting of aluminum by chloride ions. *Corros. Sci.* 45 (7): 1421–1438. [10.1016/S0010-938X\(02\)00231-7](https://doi.org/10.1016/S0010-938X(02)00231-7)
- Mdlovu, N.V., Lin, K.S., Chen, C.Y., Mavuso, F.A., Kunene, S.C., Carrera Espinoza, M.J., 2019. In-situ reductive degradation of chlorinated DNAPLs in contaminated groundwater using polyethyleneimine-modified zero-valent iron nanoparticles. *Chemosphere.* 224: 816–826. [10.1016/j.chemosphere.2019.02.160](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.160)
- Nidheesh, P.V., Khatri, J., Singh, T.S.A., Gandhimathi, R., Ramesh, S.T., 2018. Review of zero-valent aluminium-based water and wastewater treatment methods. *Chemosphere.* 200: 621–631. [10.1016/j.chemosphere.2018.02.155](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.02.155)
- Pokhrel, N., Vabbina, P.K., Pala, N., 2016. Sonochemistry: science and engineering. *Ultrason. Sonochem.* 29: 104–128. [10.1016/j.ultsonch.2015.07.023](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.07.023)
- Qui, G., Wu, Y., Qi, L., Chen, C., Bao, L., Qui, M., 2018. Study on the degradation of azo dye wastewater by zero-valent iron. *Nat. Environ. Pollut. Technol.* 17 (2): 479–483.
- Radha, K.V., Sridevi, V., Kalaivani, K., 2009. Electrochemical oxidation for the treatment of textile industry wastewater. *Biores. Technol.* 100: 987–990. [10.1016/j.biortech.2008.06.048](https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.06.048)
- Raman, C.D., Kanmani, S., 2016. Textile dye degradation using nano zero valent iron: a review. *J. Environ. Manage.* 177 (15): 341–355. [10.1016/j.jenvman.2016.04.034](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.04.034)
- Rezaee, A., Ghaneian, M.T., Hashemian, S.J., Moussavi, G., Khavanin, A., Ghanizadeh, G., 2008. Decolorization of reactive blue 19 dye from textile wastewater by the UV/H₂O₂ Process. *Res. J. Appl. Sci.* 8: 1108–1112. [10.3923/jas.2008.1108.1112](https://doi.org/10.3923/jas.2008.1108.1112)
- Sharma, S. Kaur, A., 2018. Various methods for removal of dyes from industrial effluents—a review. *Indian J. Sci. Technol.* 11 (12): 1–21. [10.17485/ijst/2018/v11i12/120847](https://doi.org/10.17485/ijst/2018/v11i12/120847)

- Singh, K., Arora, S., 2011. Removal of synthetic textile dyes from wastewaters: a critical review on present treatment technologies. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 41: 807–878. [10.1080/10643380903218376](https://doi.org/10.1080/10643380903218376)
- Taherkhani, S., Khani, A., 2019. Preparation of nanosized zero-valent zinc (Zn⁰) immobilized on ZnO as redox nanocomposite for degradation of methyl orange from aqueous solution. *J. Environ. Health Sustain. Dev.* 4 (1): 557–66. [10.18502/jehsd.v4i1.486](https://doi.org/10.18502/jehsd.v4i1.486)
- Treviño, P., Ibanez, J.G., Vasquez-Medrano, R., 2014. Chromium(VI) reduction kinetics by zero-valent aluminum. *Int. J. Electrochem. Sci.* 9 (5): 2556–2564.
- Wang, A., Guo, W., Hao, F., Yue, X., Leng, Y., 2014. Degradation of acid orange 7 in aqueous solution by zero-valent aluminum under ultrasonic irradiation. *Ultrason. Sonochem.* 21 (2): 572–575. [10.1016/j.ultsonch.2013.10.015](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2013.10.015)
- Wang, W., Zhao, P., Hu, Y., Zan, R., 2020. Application of weak magnetic field coupling with zero-valent iron for remediation of groundwater and wastewater: a review. *J. Clean. Prod.* 262: 121341. [10.1016/j.jclepro.2020.121341](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121341)
- Weber, W.J., Morris, J.K., 1963. Kinetics of adsorption on carbon from solution. *J. Sanit. Eng. Div.* 89: 31–60. [10.1061/JSEDAI.0000467](https://doi.org/10.1061/JSEDAI.0000467)
- Wu, S., Yang, S., Li, Q., Wang, M., Xue, Y., 2021. Iron(II) sulfate crystals assisted mechanochemical modification of microscale zero-valent aluminum (mZVAL) for oxidative degradation of phenol in water. *Chemosphere.* 274: 129767. [10.1016/j.chemosphere.2021.129767](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.129767)
- Xei, S., Yang, Y., Gai, W.Z., Deng, Z.Y., 2021. Oxide modified aluminum for removal of methyl orange and methyl blue in aqueous solution. *RSC Adv.* 11: 867. [10.1039/D0RA09048D](https://doi.org/10.1039/D0RA09048D)
- Yagub, M.T., Sen, T.K., Afroze, S., Ang, H.M., 2014. Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review. *Adv. Colloid Interface Sci.* 209: 172–184. [10.1016/j.cis.2014.04.002](https://doi.org/10.1016/j.cis.2014.04.002)
- Yang, B., Deng, S., Yu, G., Lu, Y., Zhang, H., Xiao, J., Chen, G., Cheng, X., Shi, L., 2013. Pd/Al bimetallic nanoparticles for complete hydrochlorination of 3-chlorophenol in aqueous solution. *Chem. Eng. J.* 219: 492–498. [10.1016/j.cej.2012.11.108](https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.11.108)
- Yang, S., Zheng, D., Chang, S., Shi, C., 2016. Zero valent aluminum based oxidation/reduction technology applied in water treatment. *Prog. Chem.* 28 (5): 754–762. [10.7536/PC151047](https://doi.org/10.7536/PC151047)
- Yang, S., Zheng, D., Ren, T., Zhang, Y., Xin, J., 2017. Zero-valent aluminum for reductive removal of aqueous pollutants over a wide pH range: performance and mechanism especially at near-neutral pH. *Water Res.* 123: 704–714. [10.1016/j.watres.2017.07.013](https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.013)
- Yaseen, D.A., Scholz, M., 2018. Textile dye wastewater characteristics and constituents of synthetic effluents: a critical review. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 16 (4): 1193–1226. [10.1007/s13762-018-2130-z](https://doi.org/10.1007/s13762-018-2130-z)



Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

Ümit DEMİR^{1*}

Nihal KULA²

Bora UĞURLU³

<https://orcid.org/0000-0003-4899-4895>

<https://orcid.org/0000-0002-2633-1823>

<https://orcid.org/0000-0001-6769-9563>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Teknik Bilimler MYO, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, 17100, Çanakkale, Türkiye

²Ziraat Yüksek Mühendisi, Osterras Tarım Veterinerlik San. ve Tic. A.Ş., 07500, Antalya, Türkiye

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, 17100, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar: umitdemir@comu.edu.tr

Özet

Teknolojinin hızlı gelişmesiyle ortaya çıkan yenilikler, bitkisel ve hayvansal üretimin de konusu haline gelerek bu alandaki üretimlerin ekonomik, sürdürülebilir ve üretken olmasına katkıları getirebilmektedir. Yazılım geliştirmede kullanılan yapay zekâ teknikleri günümüzde tarım süreçlerinin kolaylaştırılması ve süreçlerde yaşanan sorun ve aksaklıklara çözüm ve alternatifler getirilmesine yönelik önemli bir araç konumuna gelmiştir. Uygulama süreçlerine yönelik hazırlanan farklı algoritmalar ve yazılımların kullanımı ile tarımsal üretim süreçlerinde; bitkisel üretimin planlanmasında, bitki sınıflandırılmasında, üretim veriminin tahmininde, bitkisel hastalıkların, zararlıların ve yabancı otların tespitinde gibi konu başlıklarında araştırmacılar tarafından çok sayıda çalışmalar ve araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Mevcut alanyazın incelendiği zaman domates hastalıkları ve zararlılarının tespitine yönelik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmada üretim sürecinde hastalık ve zararlısı çok olan domates üretimine yönelik hastalık bilgilendirme sistemi geliştirmesine yönelik yazılım modeli geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda mevcut alanyazın araştırmaları incelenerek hastalık tespitine yönelik karar destek yazılımına yönelik bir akış diyagramı modeli geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Zekâ, domates zararlısı, görüntü işleme, karar destek modeli.

Decision Support Model Suggestion for The Use of Artificial Intelligence in Agriculture: Sample for Tomato Pest Detection

Abstract

The innovations that emerge with the rapid development of technology, become the subject of plant and animal production and contribute to the economic, sustainable, and productive production in this field. Artificial intelligence techniques used in software development have become an important tool to facilitate agricultural processes and to find solutions and alternatives to the problems and problems experienced in the processes. In agricultural production processes with the use of different algorithms and software prepared for application processes; Many studies and research have been started by researchers on topics such as planning of plant production, plant classification, estimation of production yield, detection of plant diseases, pests, and weeds. When the current literature is examined, it has been observed that studies on tomato diseases and pests are very limited. For this reason, it is aimed to develop a software model for the development of disease information systems for tomato production, which has many diseases and pests during the production process. In this context, a flow diagram model was developed for decision support software for disease detection by examining the existing literature.

Keywords: Artificial intelligence, tomato pest, image processing, decision support model.

Giriş

Domates, ülkemizde ve dünyada en çok üretilen ve tüketilen tarım ürünlerinden birisidir (Öktüren ve ark., 2016). Dünyada tarımsal üretimde oluşan kayıpların nedeni incelendiği zaman %9,1'inin hastalıklardan, %11,2'sinin zararlılardan, %14,7'sinin ise yabancı otlar kaynaklı olduğu görülmektedir. Bu oran tüm dünyadaki tarımsal üretimin üçte birine yakın bir orandır. Bu kayıplara %6-12 arasında değişebilen hasat sonrası kayıplar eklendiği zaman toplam kayıp oranı %50'lere yaklaşmaktadır (Toksöz ve ark., 2018). Üretim sürecinde domates yetiştiriciliğini en önemli sorunların başında zararlılar gelmektedir. Domates zararlıları domates meyvesinin kalite ve verim değerlerini pazarlama sürecinde olumsuzluklara yol açmaktadır (Yılmaz ve ark., 2014). Domates üretiminde başlıca zararlılar; yaprak galerisineği, kırmızı örümcek, pas akarı, yaprak biti ve Thrips olarak belirtilmektedir (Erdoğan ve ark., 2014). Bu zararlılara ek olarak domates güvesi 2009 yılından beri ülkemizde domates yetiştiriciliğinde en çok mücadele edilen zararlı olarak ana zararlı konumuna gelmiştir. Zararlılar ile mücadele de ülkemizde kimyasal mücadele kısa süre içerisinde sonuç alınmasını sağladığı için üreticiler daha fazla tercih edebilmektedirler. Oysaki, zararlılar ile mücadelede kimyasal mücadelenin tercih edilmesi insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkilere yol açabilmektedir. Yoğun ve bilinçsiz kullanım durumunda gıdalarda, yaşam alanlarında (toprakta, suda ve havada) kimyasallar kalıcı olabilmektedir (Oğuz, 1996). Kalıcılık etkisinden dolayı kimyasal mücadele yöntemlerinde tarımsal ürünlerde ve çevreye yönelik olumsuz etkilerinin büyük bir önemle dikkate alınması gerekmektedir (Tiryaki ve ark., 2010). Bu kapsamda hastalıkların belirlenmesinde ve önlemlerin alınmasında mutlaka bir uzman görüşü alınarak gerekli uygulamaların yapılması gerekmektedir. Zirai danışmanlık sistemi ile tüm üreticilerin ihtiyaç duyulan anda yardım ve destek alması mümkün olamaya bilmektedir. Zirai mücadele de anlık uygulamanın birçok uygulama durumunda büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda üreticinin herhangi bilgi alabileceği mobil uygulamaların üreticilere büyük olanaklar sağlayacağı düşünülmektedir. Yapay zekaya dayalı çıkarım motorları sayesinde üretim faaliyetinde bulunan kullanıcılara birçok kolaylık sağlayabilir.

Yapay zekâ, bir bilgisayarın ya da bilgisayar destekli bir sistemin, genellikle insana özgü özellikler ile çözüm yolu bulma, anlama, anlamlı ilişki çıkartma, genelleme ve geçmişteki deneyimlerinden öğrenme gibi yüksek mantık süreçleri bulunduran görevleri yerine getirme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Nabiyev, 2012). Yapay zekâ günlük hayatın farklı alanlarında kullanımı dışında; tahmin, sınıflandırma, kümeleme gibi görevleri de yerine getirebilmektedir (Atalay ve Çelik, 2017). Karar alma süreçlerinde görüntü işleme teknikleri oldukça önemli bir yer almaktadır. Tarımda, görüntü işleme ve bilgisayarlı görme uygulamalarının ekipman maliyetlerinin düşmesi ile hesaplama yeteneklerinin artması, nitelikli gıda değerlendirme yöntemlerine olan ilginin artması ile yapay zekâ kullanımına yönelik ilgi giderek artmıştır (Mahajan, Das, & Sardana, 2015). Model tanıma algoritmaları ve otomatik sınıflandırma araçları ile birleştirilmiş olan görüntü işleme teknikleri ile gıda kalitesini analiz edilmesi mümkün olmuştur (Patrício & Rieder, 2018). Yapay zekâ ve görüntü işlemede meydana gelen bu gelişmeler tarımda da uygulama sonuçlarına yansımış ve akıllı tarım uygulamalarına fırsat sağlamıştır. Yapay zekâ ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin tarım alanında kullanımıyla Akıllı Tarım veya Tarım 4.0 olarak adlandırılan teknoloji gün geçtikçe yaygınlaşmış ve gelişmiş ülkelerin birçoğunda başarılı bir şekilde uygulamaya başlanmıştır (Uzun, Bilban ve Arıkan, 2018). Gelişmiş birçok teknoloji ve modern bilişim yöntemlerinin bir araya getirilerek tarımda etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasına akıllı tarım denmektedir (Wolfert ve ark., 2016). Akıllı tarım kapsamında günümüzde bitki hastalıkları alanında çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Aksoy, Halis ve Salman, 2020). Wicaksono ve ark. (2020) elma yaprağı hastalığının belirlenmesine yönelik evrimsel sinir ağları (Convolutional Neural Network-CNN) yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarında, PlantVillage veri seti kullanılarak uyuz, siyah çürük, sedir pas hastalığı ve sağlıklı yaprak görüntüleri içeren toplam 3151 görüntü setinden yararlanılmıştır. Gerçekleştirdikleri uygulamada eğitim verilerinde %99,2 ortalama doğruluk elde ederken, test sürecinde ise %94,9 oranında doğruluk sonucuna ulaşmışlardır. Cruz ve ark. (2019) çalışmalarında üzüm meyvesinde gözlemlenen asma sarılığı hastalığının yapay zekâ ile tespitine yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Hastalık tespitinde yaprak renginde meydana gelen değişimden yararlanılmışlardır. Çalışmalarında, asma görüntülerini CNN yöntemi kullanarak açık kaynak PlantVillage veri setini kullanarak etiketlendirmişlerdir. Baranwal ve ark. (2019) elma yaprağı hastalık tespitinde CNN sinir ağı setinde bulunan GoogLeNet mimarisi kullanılmıştır. 22 katman barındıran mimari ile, PlantVillage veri kümesinin alt kümesi üzerinde doğrulama işlemi yapmışlardır. Veri seti

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

olarak siyah çürük, uyuz ve pas hastalığı taşıyan 1526 hastalıklı ve sağlıklı yaprak görüntüsü kullanmışlardır. Çalışma sonucunda ortalama %98,42 doğruluk oranı elde etmişlerdir. Alruwaili ve ark. (2019) ise bitki hastalığının tespitine yönelik çalışmalarında CNN içerisinde yer alan AlexNet mimarisinden yararlanmışlardır. Çalışmalarında, 14 farklı bitki türü ve 26 farklı hastalığa yönelik toplam 54.306 görüntü içeren PlantVillage veri setinden yararlanmışlardır. Sonuç olarak kullandıkları AlexNet modeli ile %99,11 doğruluk elde etmişlerdir. Bir diğer çalışmada Ferentinos (2018), bitki hastalıklarının teşhisi için CNN kullanılarak geliştirdikleri modelde eğitim ve test için açık kaynak ve 87.848 görüntüden oluşan veri setinden yararlanmışlardır. Bu veri setinde 25 farklı bitki ve bunlarda gözlemlenen 58 farklı hastalığını içermektedir. Domates hastalıklarının belirlenmesine yönelik olarak özel geliştirilmiş çalışmalar son derece sınırlıdır. Bu çalışmalardan birisi olan Mokhtar ve ark. (2015) 800 sağlıklı ve hastalıklı domates yaprağı üzerinde yapmış oldukları çalışma sonucunda %99,83 doğruluk oranında tespit yapabildikleri sonucuna ulaşmışlardır. Sonuç olarak yapay zekaya dayalı hastalık tespiti son derece güncel bir konudur. Bu çalışmalarda PlantVillage gibi 14 farklı bitkiye ait 26 hastalık örneği içeren hazır açık kaynak kütüphaneleri kullanılmıştır. Ülkemizde ise hastalık belirlenmesine yönelik halihazırda bir yazılımsal bir kayıt envanteri (veri tabanı) oluşturmaya yönelik bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Bu da ülkemizin yapay zekaya dayalı ziraat uygulamalarının geliştirilmesi açısından önemli bir eksikliğin göstergesidir. Bu çalışmada yaprak üzerinden domates hastalığının tespitine yönelik bir yazılımsal karar modeli (akış diyagramı) geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Araştırmada görsel analiz yöntemleri ile belirlenmesi mümkün olan hastalıklar ve zararlılar seçilmiştir. Ek laboratuvar testi gereksinimi duyulan ve görsel tanılama imkânı düşük olan hastalık belirtileri çalışma kapsamına alınmamıştır. Bu kapsamda alan uzmanlarından alınan görüş doğrultusunda domates güvesi, beyazsinekler, thripsler, yaprak bitleri, yaprak galerisinekleri, domates mildiyösü hastalığı, domates lekeli solgunluk virüsü, sarı yaprak kıvrıcıklığı virüsü ve domates mozayik virüsü hastalıklardan görsel tanılama için örneklem olarak belirlenmiştir. Görsel algılamaya dayalı hastalık çalışmaları incelenmiştir. Görsel olarak tanımlanan hastalıkların tespitine yönelik yeni bir algoritmik model geliştirilmiştir.

Domates Hastalıkları ve Zararlıları

Domates hastalıkları ve zararlıları alt başlıklar ile bu bölümde açıklanmıştır.

3.1. Domates Güvesi [(*Tuta absoluta*)]: Türkiye’de ilk kez 2009 yılında tespit edilen (Öztemiz ve ark., 2018) bu zararlı hızla çoğalarak domates üretiminin yapıldığı tüm üretim alanlarında görünür hale gelmiştir. Günümüzde tarlada ve örtü altı domates yetiştiriciliğinde ana zararlı konumuna gelmiştir. Yumurtadan çıkan larva; yaprak, meyve, sap, gövde ve büyüme noktalarında galeriler (delikler) açarak besin ihtiyacını karşılamaktadır. Bu beslenme sonucunda bitkiyi tamamen kurutabilmektedir (Öztemiz, 2012). Domates güvesi görünümünden dolayı Yeşilkurt zararlısı ile karıştırılabilmektedir. Yeşilkurt domates güvesine göre daha iridir. Ayrıca domates meyvesi üzerinde daha büyük delikler açar. Domates Güvesi zararlısı kabuk altındaki yakın etli bölümden beslenerek daha küçük delikler açarlar. Ayrıca, domates güvesi olgunlaşmamış domates meyvelerini daha fazla tercih etmektedirler (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 1: Domates Güvesi Zararlısı ve Etkileri Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı,2016).

3.2. Beyazsinekler [(*Bemisia tabaci* (Genn.). *Sera Beyazsineği* (Hemiptera:Aleyrodidae)]: Beyazsineklerin erginleri yaklaşık 1 mm boyuna sahiptir. Erginleri beyaz kanatlı ve sarımsı renktedir. Dişileri 50-500 arası yumurta bırakabilmektedir. Ergin ve larvalar öz suyu ile beslendikleri konukçu bitkilerin yapraklarında sarımsı renkte lekeler meydana getirmektedir. Ürün üzerinde fazla olduğu durumlarda bitkinin ve meyvenin gelişmesini durdurabilmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

Ergin ve larvalar beslendikleri sırada balımsı madde salgılayarak fumajine yani mantara yol açabilmektedir (Toprakçı ve Göçmen, 2016). Bu salgı gözenekleri kapatarak bitkinin fotosentez yapmasını engelleyerek, bitki gelişimi zayıflatır ve bitkinin ölümüne yol açabilir (Buss, 2013).



Resim 2: Domates Güvesi Zararlısı ve Etkileri Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016; Toprakçı ve Göçmen, 2016)

3.3. *Thripsler [Thrips tabaci Lind. (Tütün thrips) ve Frankliniella occidentalis (Pergande) (Çiçek thrips) (Thysanoptera: Thripidae)]*: Erginler açık sarı veya sarımsı esmer renkli, genelde 0,5-2 mm boyunda, dar ve silindirik vücuta sahiptirler. Kanatları kirpik biçiminde saçaklıdır. Bu nedenle kirpik kanatlılar olarak da tanınmaktadır. Dişileri yumurtalarını genellikle yaprak gibi daha yumuşak doku içine bırakırlar. Larvalar çıkar çıkmaz yaprağın alt yüzeyinden beslenirler. Ergin ve larvalar yaprakların alt yüzünde birlikte bulunurlar. Bir dişi yaşamı boyunca 70-100 yumurta bırakabilmektedir. Bitkinin her tarafında özellikle yaprak altında bulunurlar. Erginleri ve larvaları bitkilerin yaprak, sap ve meyvelerin epidermis tabakasından çıkardıkları öz suyu ile beslenmektedirler. Beslenme sonucu yaprakta beyazımsı veya gümüşü lekeler görülmektedir. Meyvede ise genelde şekil bozukluklarına yol açmaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016). Ayrıca, domates lekeli solgunluk virüsünün etkisini artırmasına yol açarak (Şevik, 2008) bu virüsün zararlar oluşturmada etkili olmaktadır (Arli-Sokmen ve Şevik, 2013).



Resim 3: Thripsler Zararlısı ve Etkileri Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.4. *Yaprak Bitleri*: Vücutları yumuşak ve oval biçimde, 1,5-3.0 mm boyunda ve yeşil, sarı, siyah renklerde olabilmektedir (Düzgüneş ve Tuatay, 1956; Blackman ve Eastop, 1984). Erginleri bitkilerin taze sürgün, yaprak ve yaprak altlarında toplu hâlde bulunurlar. Yaprak bitleri bitki öz suyunu emerek beslenirler. Beslendikleri yapraklar ve taze sürgünler kıvrılarak şekli bozulur. Salgıladıkları tatlımsı maddenin bitkilerin üzerini kaplayarak saprofitik mantarlara yol açarlar. Fotosentezi engelleyerek verim kaybına ve kalite bozulmasına yol açarlar (Toprakçı ve Göçmen, 2016).



Resim 4: Yaprak Biti Zararlıları (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2008)

3.5. *Yeşilkurt [Helicoverpa sp. (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)]*: Ergin kelebeklerinin kanat açıklığı 35-40 mm, olup bej-kahverengi veya yeşilimsi renktedirler. Yeşilkurtlar kış sezonunu toprakta pupa olarak geçirir. Bir dişi 700-1.500 kadar yumurta bırakabilir. Larvaları bitkilerin yapraklarda, meyvelerde ve taze sürgünlerde görülürler. Larvalar önce yapraklardan beslenirler. Yenilen kısımlar önce sararırlar daha sonra ise kurumaya yol açarlar. Meyvesinde de delikler açarak içerisine girerler ve orada beslenirler. Bunun sonucunda meyvede çürümeye yol açarlar (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2016).

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği



Resim 5: Yeşilkurt Zararlısı ve Etkileri Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016; Toprakçı ve ark., 2018)

3.6. *Pamuk Yaprakkurdu* [*Spodoptera Littoralis* Boisd. Lep.:Noctuidae]:Ergin kelebeklerinin kanatlarında gri kahverengi zemin üzerinde karışık açık sarı çizgiler görülür. Gündüzleri kuytu yerlerde saklanırken geceleri aktiflerdir. Larvalar yaprakta meyve üzerinde bulurlar. Zararlısı yılda 4-6 döl verebilmektedir. Larvaları bitkinin yaprak, çiçek ve meyvelerinde beslenirler. Meyvede oluşturdukları delikler kuru ve yüzeysel olabilmektedir. Bitki sulama sürecinde zamansız ve fazla sulama yapılmamalıdır (Toprakçı ve Göçmen, 2016).



Resim 6: Pamuk Yaprakkurdu Ergin ve Larvası ve Etkileri Görseli (Toprakçı ve Göçmen,2016)

3.7. *Kök-ur Nematodları* [*Meloidogyne spp.*]:Kök-ur nematodları geniş konukçu dizisine sahip bir zararlıdır (Siddiği, 2000; Rius ve ark., 2007). Gelişim dönemleri yumurta, 2. dönem larva, 3. dönem larva, 4. dönem larva ve ergin dönem olarak tanımlanmaktadır. Kök-ur nematodları bitki kökünde urlar meydana getirerek zarar meydana getirirler.



Resim 7: Kök-Ur Nematodlarının Zararı (Toksöz ve ark., 2018; Toprakçı ve Göçmen, 2016)

3.8. *Domates Pas Akarı* [*Aculops lycopersici*]: Sarımsı beyaz renkli, kamburca, ince uzun, iğ şeklinde bulunmaktadır. Kış sezonunu ekim alanındaki bitki artıkları arasında geçirirler. Yüksek sıcaklık ve düşük nem bu zararlının çoğalmasını hızlandırır. Pas akarları yaz sezonunda da çoğalmaya devam ederler. Bitkinin öz suyunu emerek bitkiye zarar verir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016). Zarar gören gövde ve yapraklar parlak kahverengi veya kıvılcımsı renge dönüşümler gözlemlenebilir (Toprakçı ve Göçmen, 2016). Alt yapraklarda kuruma, gövde üzerinde çatlamalara yol açarak büyümeyi durdurur. Meyvelerin üzerinde sertleşme ve çatlama meydana gelir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 8: Domates Pas Akarı Hastalığı Görseli (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı,2016; Toprakçı ve Göçmen, 2016)

3.9. *Kırmızı Örümcekler* [*Tetranychus spp. (Acarina: Tetranychidae)*]: Erginleri kısa, şekli ovaldir. Yaprakların alt bölümlerinde ördükleri ipek ağları içerisinde örümceklerin ergin, larva ve

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

yumurta gelişim evreleri beraber görülebilir. Bitkilerin özsuğunu emerek yaprakları sarartır, kıvrılarak dökülürler (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 9: Kırmızı Örümcek Zararlısı ve Etkileri Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.10. Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığı [*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*]: Hastalık bakterisi tohum ile taşınabilmektedir. Bunun dışında bulaşık bitki artıkları yardımıyla toprağa bulaştırılabilmektedir. Tohuma yerleşen bakteri iletim demetleri sayesinde bitkinin tamamına yayılmaktadır. Çiçek devresinde alt yapraklardan solmaya yol açarak yukarıya ilerler. Solgunluk bitkinin bir tarafında görülerek yapraklar ileriki aşamalarda kurumalara yol açarlar. Ayrıca hastalığın sonraki dönemlerinde domates gövdesinde yaralar ve çatlaklar meydana geldiği için bakteriyel kanser de denilmektedir. Meyvelerinde ortası açık kahverengi, çevresi ise beyaz halkalı küçük lekeler meydana gelir. Tohumların renginde değişiklik olur.



Resim 10: Bakteriyel Solgunluk Hastalığı Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

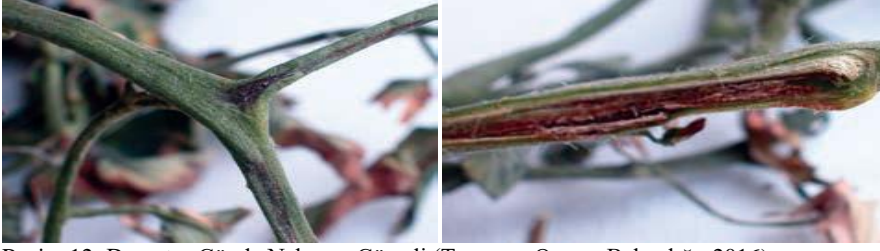
3.11. Kurşuni Küf Hastalığı [*Botrytis cinerea*]: Domatesin çiçek döneminde da taç yaprakları hastalığa çok duyarlıdır. Hastalık bu bölümlerden meyveye geçerek meyve çürüklüğüne yol açarlar. Hastalık gövde ve meyvelerde de zararlara yol açar. Lekeleri başta toplu iğne başı büyüklüğünde iken ileriki dönemlerde bitkinin iç kısmında gelişerek genişleyerek dokulara yayılır. Bitki dokusunda çatlamaya yol açarak konukçuda su kaybı meydana gelir. Gövdede ve meyve sapındaki lekeleri meyve dökümüne yol açar (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 11: Kurşuni Küf Hastalığı Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

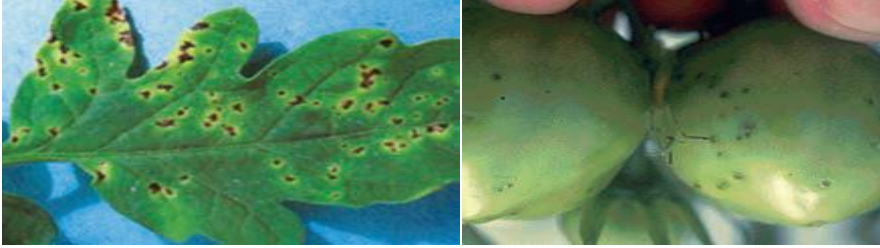
3.12. Domates Öz (Gövde) Nekrozu [*Pseudomonas corrugata*, *viridiflava*, *P. Cichorii*]: Hastalığı yol açan bakteriler toprak kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Düşük gece sıcaklığı ile yüksek nem hastalığa uygun zemini yaratmaktadır. Üst yapraklarında solgunluk ile birleşen bir sararma meydana gelir. Bitki gövdesi üzerindeki koltuk bölgelerinde kahverengi siyah lekeler meydana gelir. Gövde, yaprak ve meyve sapları boyuna kesildiklerinde öz dokusunda kahverengi siyah renk gözlemlenir. Hastalık ilerlediği dönemlerde özde parçalanma ve boşalma meydana gelebilir. Hasta bitkiler yaşamlarını genelde sürdürür fakat solgunluk ve bitki ölümleri meydana gelir. Gövde üzerinde kök gelişimi gözlemlenebilir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği



Resim 12: Domates Gövde Nekrozu Görself (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.13. Bakteriyel Benek Hastalığı [*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*]: Yaprak üzerinde, çiçekte ve bitki ile meyve sapslarında kahverengiden siyaha doğru değışkenlik gösterebilen küçük boyutlu lekeler gözlemlenir. İlerleyen aşamalarda yapraklarda bulunan küçük lekeler birleşerek daha büyük lekeler oluşturur. Meyvelerde küçük, koyu kahverengi, yüzeysel kabarcıklar şeklinde lekeler gözlemlenebilir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 13: Bakteriyel Benek Hastalığı Görself (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.14. Domates Mildiyösü Hastalığı [*Phytophthora infestans*]: Hastalığın ilk belirtileri yaprakta ve gövde üzerinde yukarıdan incelendiğinde soluk yeşil renkte büyük, sonraki aşamalarda esmerleşen leke oluşumudur. Rutubetli havalarda yaprak alt bölgesi incelendiğinde gri tonlarda, ince tüylü bir tabaka oluştuğu gözlemlenir. Meyvede ise sap kısmında küçük, gri kahverenginde lekeler oluşur. Lekeler daha sonra büyüyerek kahverengi benekli çürükler meydana getirir. Hastalık bütün bitkiye yayılarak yanık halini alarak bitkiyi kurutabilir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 14: Domates Mildiyösü Hastalığı Görself (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.15. Yaprak Küfü Hastalığı [*Cladosporium fulvum*]: Hastalık belirtisi olarak öncelikli olarak domates yaprak üst bölgesinde sarı renkli lekeler gözlemlenir. Sonraki aşamada oluşan lekelerin alt kısmında zeytin rengi veya kahverengi tonlarında bir küf oluşur. Daha sonra küfler bütün yaprakları kaplayarak bitkiyi kurutur. En önemli belirtisi yaprakların alt kısmında oluşan koyu küf tabakasıdır. Hastalık genellikle örtüaltı üretimde gözlemlenir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).

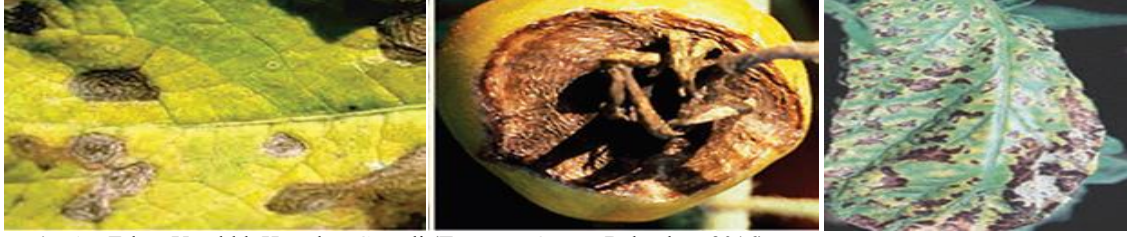


Resim 15: Yaprak Küfü Hastalığı Görself (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.16. Erken Yanıklık Hastalığı [*Alternaria solani*]: Bu hastalık bitkilerin her gelişim döneminde görülebilir. Erken devrelerinde fidelerde kök çürüklüğü veya kökboğazı yanıklığı meydana

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

getirir. İlk belirtileri taze olmayan eski yapraklarda gözlemlenir. Bitkinin yaprağında, sapında ve meyvesinde küçük kahverengi lekeler gözlemlenir. Hastalığın şiddetli durumlarında bütün yaprakları kurutur. Çiçekte ve meyve sapslarında hastalık görülürse dökülmeler meydana gelir. Meyvelerde sap kısmında koyu renkli çökmeler ve sınırlanmış lekeler gözlemlenir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 16: Erken Yanıklık Hastalığı Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.17. Bakteriyel Leke Hastalığı [*Xanthomonas vesicatoria*]: Yapraklarda önce küçük, şekilsiz, yağlımsı lekeler gözlemlenir. Daha sonra lekeler birleşerek tüm yaprağı kuruturlar. Erken hastalık gözlemlenirse fidelerde yanıklar gözlemlenir. Ayrıca yaprak ve meyve sapında yaprak belirtilerindeki gibi yağlı lekeler oluşur. Meyvelerde küçük, daha sonra daha büyük, çukur, ortası çatlayan lekelerle meyveyi çürütebilir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 17: Erken Yanıklık Hastalığı Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.18. Domates Lekeli Solgunluk Virüsü [*Tomato Spotted Wilt Tospovirus*]: Hastalığa Tospovirus türüne ait virüs kaynaklıdır. Virüs Thrips türleri ile taşınma işlemi gerçekleşir. Hastalık, domates yaprakları üzerinde bronzlaşma, kıvrılma, nekrotik çizgilere ve beneklere yol açar. Yaprak sapı, gövde ve yeni çıkan sürgünlerde koyu kahverengi sürgünler meydana gelir. Sürgün ucunda geriye doğru kuruma, bitkide tek yönlü bodurluk ve solgunluk gözlemlenebilir. Olgunlaşan meyvesinde açık kırmızı veya sarı alanlar oluşur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 18: Domates Lekeli Solgunluk Hastalığı Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

3.19. Domates Mozayik Virüsü [*Tomato Mosaic Tobamovirus*]: Hastalığa Tütün mozaik virüsleri yol açmaktadır. Virüs hastalıklı bitki artıklarında, yabancı otlarda, sigara ve tütün kırıntılarında yaşar. Yapraklar üzerinde açık yeşil, sarı ve koyu yeşil renkte mozaik lekeler gözlemlenir. Yaprak üzerinde kıvrılmalar oluşarak esnekliğini kaybeder ve kırılabilir. Bitkilerde bodurluk meydana gelir. Yapraklarda mor renk gözlemlenir. Yaprak ve meyve üzerinde uzun kahverengi çizgiler gözlemlenir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016).



Resim 19: Domates Mozayik Virüsü Hastalığı Görseli (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2016)

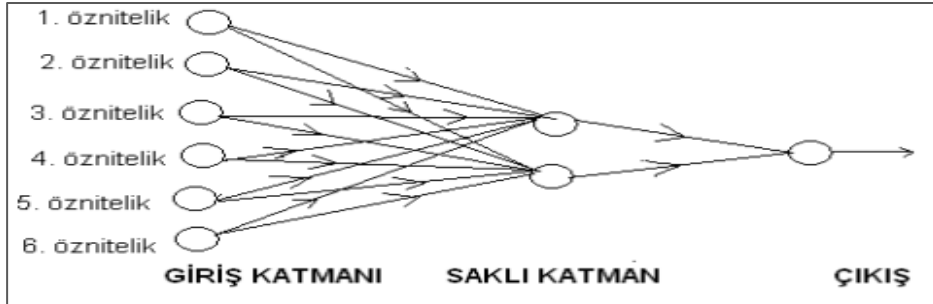
3.20. *Yaprak Galerisineklere* [*Liriomyza spp.*]: Erginleri 1,3-2,3 mm uzunluğunda ve gri siyah arası değişen renktedirler. Yumurtaları yaklaşık 0,2 mm uzunluğunda şeffaf ve beyaz renktedir. Yumurtadan çıkan larvalar renksiz ve olgunlaştığında 3 mm uzunluğunda soluk portakal sarısı görünüm alır. Larvalar yaprakta ve sapında galeriler açarak beslenirler (Toprakçı ve Göçmen, 2016). Larvaların açtığı galeriler, yaprakta geniş alanlar bitkinin fotosentez yapmasını engelleyerek kurumaya, yaprak dökülmesine, tomurcuk ve çiçek gözlerinin düşmesine yol açarlar. Sarı nokta şeklinde açılan yaralar fotosentezi olumsuz yönde etkiler (Turanlı, 2006, Tarım ve Orman Bakanlığı, 2008 ve 2011).



Resim 20: Yaprak Galerisineği Zararı (Toprakçı ve ark., 2018)

Yapay Sinir Ağları ve Ziraat Alanındaki Uygulamaları

Teknoloji ve yazılım alanında gerçekleşen gelişmeler ile bitki zararlılarına yönelik farklı uygulamalar geliştirilmesine de katkı getirmiştir. Yapay sinir ağları bu alandaki önemli gelişmelerden birisidir. Yapay sinir ağları, insan yapısını inceleyerek onun yapabildiği becerilerini gerçekleştirebilme çabalarının bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda, beynin nöron-fiziksel yapısı incelenerek beynin davranışları tam olarak modellenmeye çalışılmıştır. Modelleme kapsamında farklı yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir (Karadağ ve Özerdem, 2014). Yapay sinir ağları, birbirlerine farklı bağlantılar ile ilişkilendirilmiş birçok nöronlardan oluşan matematiksel bir sistemdir. Bir işlem birimi, diğer nöronlardan sinyalleri alarak bu sinyalleri birleştirirler. İşlem birimleri bir ağ üzerinde birbirlerine bağlanarak sinir ağlarını meydana getirirler (Karadağ ve Taşaltın, 2016). Yapay Sinir Ağları nöron gösterim şeması şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: Yapay Sinir Ağları Nöron Gösterim Şeması (Karadağ ve Taşaltın, 2016)

Alanyazında yapay zekaya dayalı tarım uygulamaları incelendiğinde farklı bitkilerde farklı durumların görsel algılama yöntemi olan spektral yansımalar kullanılarak farklı yapay sinir ağı yöntemlerinin kullanımı ile sınıflandırma çalışmaları yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda genelde spektrometre kullanılarak sınıflandırma çalışmaları yapılmaktadır. Örneğin; Zhang ve ark. (2002); spektrometre cihazı ile sağlıklı ve hastalıklı incelemeleri ile spektral yansımalarını analiz yöntemleri ile incelemişlerdir. Huang ve Apan (2006); kereviz yapraklarından spektrometre ile topladıkları 30 hastalıklı ve 41 sağlıklı yapraklardan elde ettikleri veriler ile hastalık tespiti yapmışlardır. Larsolle ve Muhammed (2007); iki ayrı üründe (Buğday ve Arpa) spektrometre cihazı ile elde edilen spektral yansımalar en yakın komşu yöntemini kullanarak sınıflandırma işlemi yapmıştır. Liu ve ark. (2010); pirinç salkımlarının boş, sağlıklı ve hastalıklı durumlarının yakın ve kızıl ötesi spektroskopisi ile elde edilen değerleri farklı yöntemler ile karşılaştırma işlemlerini gerçekleştirmişlerdir. Sankaran ve ark. (2012); Avokado yapraklarında laurelwilt (bir mantar hastalığı) etkisinin ağaç üzerindeki gelişiminin etkisini inceleme çalışması yapmışlar. Sağlıklı, hasarlı, belirtisiz ve donmuş gibi etiketlenen yapraklardan alınan bilgiler ile öznelik çıkarımı için farklı yöntemler kullanarak yüksek başarı oranları elde edilmiştir. Mishra ve ark. (2012); Narenciye bahçesinden 80 hastalıklı 55 sağlıklı yapraklardan Spektrometre cihazından verileri alarak, en yakın komşu (k-Nearest Neighbors (KNN)), Mantıksal

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

Tablo 1: Domates Görsel Hastalık Belirtileri ve Nedenleri (Mokhtar ve ark., 2015)

Görsel Belirti	Hastalık veya Zararlı Türü
Siyah, kahverengi, koyu veya sulu noktalar	Bakteriyel benek-Bakteriyel nokta- Erken yanıklığı-Gri yaprak lekesi-Geç yanıklık-Septoria yaprak lekesi-Örümcek akarları-Domates benekli solgunluk virüsü
Koyu çizgiler	Tütün mozaik virüsü
Yeşillikteki delikler	Yaprak bitleri-Salyangozlar-Tütün boynuz kurdu-Domates kurdu-Domates boynuz kurdu
Düzensiz noktalar	Gri küf-Geç yanıklık
Yaprak kahverengileşmesi	Bakteriyel pamukçuk
Yaprak beneklenmesi	Salatalık mozaik virüsü-Tütün mozaik virüsü- Herbisit yaralanması
Yaprak rulo	Yaprak bitleri-Kıvrıkcık üst virüs-Herbisit
Morlaşan Damarlar	Yaralanma-Fizyolojik yaprak rulo- Patates yaprağı rulo
Spiral tasarımlar	Fosfor eksikliği
Yapışkan çiy (tatlı özsu)	Yaprak madencileri-Beyaz sinekler
Soyulmuş yapraklar, yaprak dökümü	Yaprak bitleri-Beyaz sinekler
Beyaz noktalar	Tütün boynuz kurdu-Domates kurdu-Domates boynuz kurdu
Sararma ve solma	Yaprak küfı-Magnezyum eksikliği-Toz halinde küf-Örümcek akarları

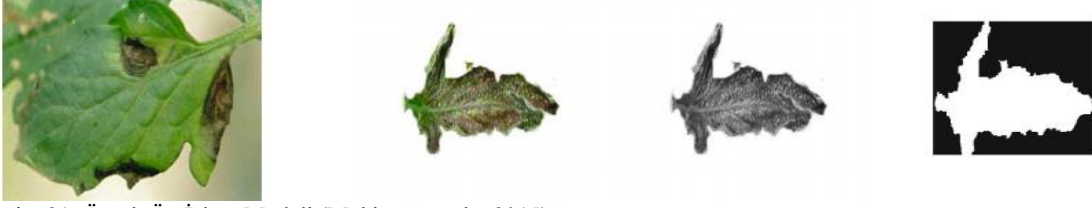
Domates hastalıklarının belirlenmesine yönelik geliştirilen bu algoritmik yapıda karar yapıları kullanılarak elde edilen belirtilere yönelik hastalık tahminlerinde bulunulması amaçlanmıştır. Görüntü işleme tabanlı geliştirilen algoritmik modelde hastalığın düzen yapısını tasvir etmek amacıyla bileşenlere ait görüntüler esas alınmaktadır. Bu kapsamda görüntü algılama algoritmaları dijital görüntü edinme ve toplama ile başlamaktadır. Elde edilen görüntüleri bir sonraki adıma hazırlama amacıyla, görüntü işleme teknikleri uygulanır. Bu kapsamda görüntü döndürme, yeniden boyutlandırma, görüntü filtreleme gibi teknikler kullanılabilir (Mokhtar ve ark., 2015). Ana görüntü elde edildikten sonra renk, doku, şekil gibi uygun öznitelik çıkarma tekniklerini kullanarak daha fazla analiz için görüntü hazır hale getirilmesi amaçlanmaktadır. Bundan sonraki adımda ise görüntüleri belirli özelliklere göre sınıflandırmak için birkaç analitik ayırt etme tekniği kullanılacaktır. Algoritmik adım başlıkları alt adımlarla tanımlanmıştır.

Görüntü Alma Aşaması: Bu aşamada görüntü yakalama amacıyla kullanılan kamera özelliği ile görüntünün dijital olarak alınarak sisteme aktarılması amaçlanmaktadır (Din ve ark., 2018).

Ön İşlem Aşaması: Bu aşama; yaprak görüntüsünün çıkarılması, renk dönüşümü, resim boyutlandırma, arkaplan görüntünün temizlenmesi, görüntü geliştirme ve dış kenar temizlenmesi alt aşamalarından oluşmaktadır. Ön işlem aşamasında ilk önce elde edilen görüntüden yaprak görüntüsü çıkarılır. Elde edilen dijital görüntünün renk dönüşümü yapılır. Renkli görüntülerin (RGB) kırmızı, yeşil ve mavi renk değerlerine sahiplerdir. Ön işlem aşamasında elde edilen renk değerleri (1)'de belirtilen formül işlemi uygulanarak alan belirleme işlemi için tek renk olarak gri renge dönüştürülür.

$$\text{Gray} = 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B \quad (1)$$

Elde edilen görüntünün karşılaştırma işlemleri için aynı boyutlara getirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda en boy oranına dikkat ederek görüntü yeniden boyutlandırılır. Daha sonra resmin arkaplanı, görsel uygulama tekniği ile çıkarılır. Görüntü geliştirme sürecinde görüntülere bazı geliştirme teknikleri uygulanır. Öncelikle görüntü üzerinde oluşabilecek boşlukları doldurmak için görüntü doldurma tekniği kullanılır. İkinci olarak, görüntü erozyonu ve genişlemesi matematiksel morfolojinin temel dönüşümleridir; integral geometride kullanılan Minkowski çıkarma ve toplama teknikleri kullanılabilir (Mokhtar ve ark., 2015). Manuel kırma adımından sonra ortaya çıkan görüntüyü gidermek için görüntü temizleme tekniği kullanılır. Ön işleme aşamasının son adımı olarak görüntüde yer alan dış siyah alan temizlenir. Bu tanımlanan işlem adımlarına ait örnek bir görünüm Resim 21'de verilmiştir.



Resim 21: Örnek Ön İşlem Modeli (Mokhtar ve ark., 2015)

Özellik Çıkarma Aşaması: Özellik çıkarmanın amacı, her görüntünün doku, renk ve şekil gibi belirli özelliklerini veya özelliklerini ölçmektir. Sağlıklı ve etkilenmiş yaprağı tanımak ve tanımlamak için, daha sonra sınıflandırma için kullanılmak üzere elde edilen görüntüdeki renk özelliklerinin ve bunların kapladığı alanların belirlenmesi gerekmektedir. Bu işleme bölümlendirme adı da verilmektedir (Din ve ark., 2018). Görüntüyü temsil eden benzersiz özelliklere ulaşmak için bir görüntünün hem renginin hem de dokusunun hesaba katıldığı metodolojidir (Amoda, Jadhav ve Naikwadi, 2014). Yaprak üzerindeki hastalıklı bölgelerin alanı, o bölgeleri oluşturan piksel sayısının toplamının yaprağı oluşturan toplam piksel sayısına oranlanarak yaprak üzerindeki kapladığı alan yani hastalığın şiddeti hesaplanabilmektedir (Altaş, Özgüven ve Yanar, 2019). Yaprakta yer alan toplam satır sayısı m, toplam sütun piksel sayısı n olmak üzere her bir p(x,y) koordinatı incelenir. Yani toplam olarak m*n adet piksel kontrol edilmiş olur. Hastalık veya zararlının yaprağı kaplama oranı bozuk veya zarar tespit edilen bölgenin (toplam bozuk piksel sayısı) toplam alana (piksel sayısına) bölümü şeklinde hesaplanabilecektir. İlgili hesaplama işlemleri (2), (3) ve (4) numaralı formül alanlarında tanımlanmıştır.

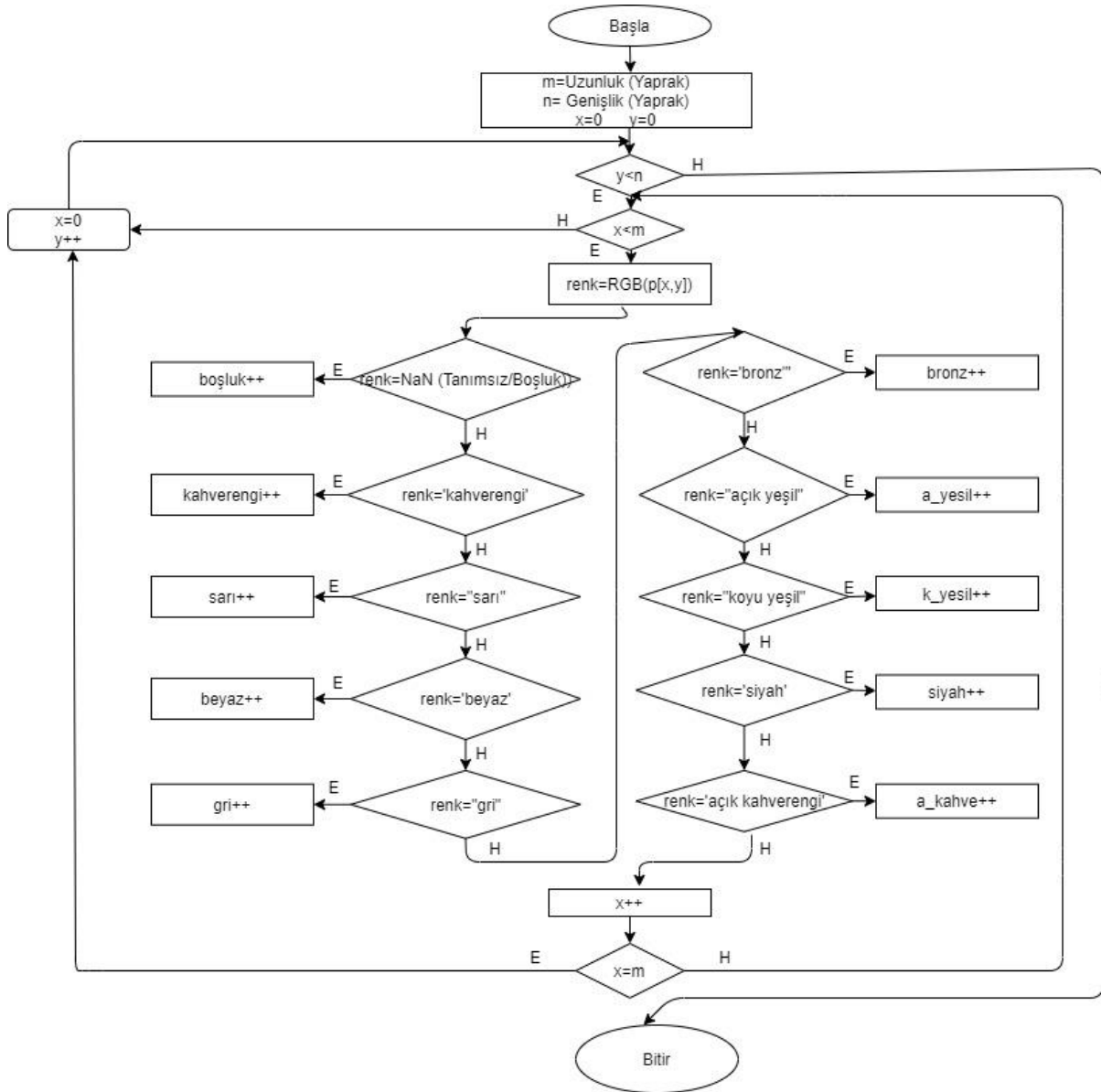
$$Hastalıklı Alan = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n p(x,y) \quad (2)$$

$$p(x,y) = \begin{cases} \text{Eğer } p(x,y) \in k \text{ ise } 1 \text{ sonucu üret} \\ \text{Eğer } p(x,y) \notin k \text{ ise } 0 \text{ sonucu üret} \end{cases} \quad (3)$$

$$Hastalık Oranı (\%) = \frac{Hastalıklı Alan}{Toplam Alan} \quad (4)$$

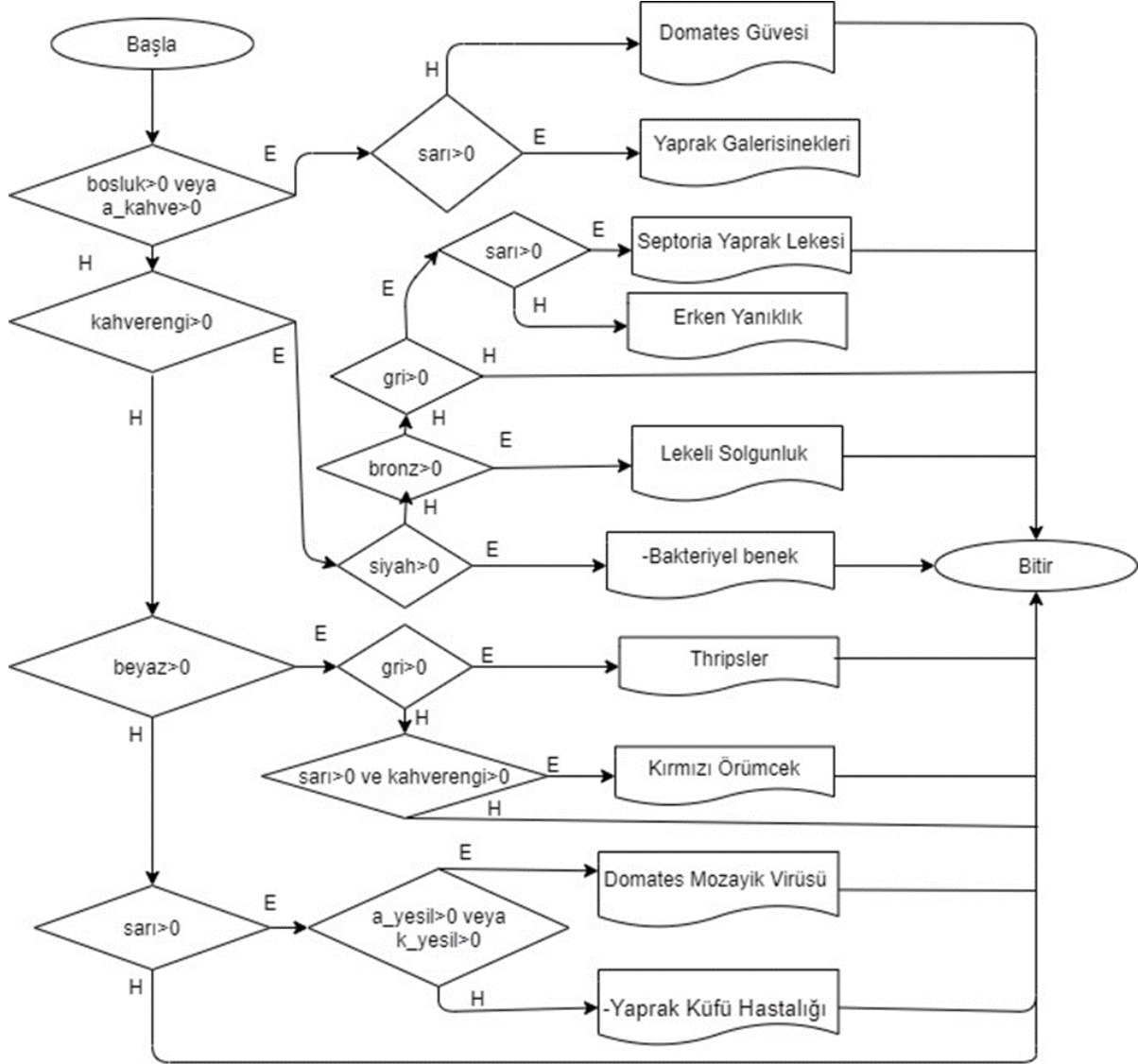
Görsel Algılamaya Dayalı Karar Destek Yapısının Akış Diyagramı Şemaları

Mevcut alanyazın araştırmaları sonucunda domates yaprağından hastalık analizine yönelik 2 aşamadan oluşan hastalık belirleme analiz algoritması ve akış diyagramı geliştirilmiştir. Birinci aşamada (Şekil 3) yaprakta bulunan tüm pikseller satır ve sütun tarama modeli ile incelenmektedir. Elde edilen renk değerlerine göre hastalık belirtisi olan renklerin ve boşluk miktarının belirlenmesi sağlanmaktadır.



Şekil 3. Domates Yaprak Üstü Renk Değerlerinin Tespiti Akış Diyagramı

İkinci aşamada ise (Şekil 4) elde edilen renk değerine göre karar yapısı oluşturulmuştur. Bu karar yapısında hastalık belirtisi olan renk ve renk değerlerinin bulunma durumuna göre kararlar alınmıştır. Örneğin yaprak üzerinde kahverengi ve siyah renkler tespit edildiyse karar yapısı “Bakteriyel Benek” sonucunu üretecektir. Eğer beyaz ve gri renk değerleri yaprak üzerinde belirlendi ise “Thripsler” sonucu üretilenektir.



Şekil 4. Domates Yaprak Üstünden Belirlenen renk Değerlerine İlişkin Hastalık Tespiti Akış Diyagramı

Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma sonucunda yapay zekaya dayalı domates hastalıklarının tespitine yönelik yeni bir model geliştirilmiştir. Mevcut alanyazın araştırması incelendiği zaman bitki hastalıklarının görsel olarak tespitine yönelik çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Altaş, Güven ve Yanar, 2019; Karadöl, Aybek ve Üçgül, 2019; Sabancı ve Aydın, 2014; Türkoğlu ve ark., 2020). Altaş, Güven ve Yanar (2019) şeker pancarı üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmada yaprak yüzeyinde farklı renk tonlarının belirlenmesinden çok lekeli ve ölü bölümler üzerinden hastalık oranı tespit etmeye yönelik olarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Karadöl, Aybek ve Üçgül (2020) yabancı otlar ile kimyasal mücadelenin sağlanması için tespitine yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sabancı ve Aydın (2014)' da şeker pancarı üretiminde yabancı otların görüntü işleme ile tespiti ile kimyasal mücadelenin sağlanmasına yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Türkoğlu ve ark. (2020) ise kayısıya yönelik dört hastalık belirlenmesine yönelik derin evrimsel sinir ağı modeline sahip bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde çok yaygın bir şekilde örtü altı ve üstü üretimi olan domatese yönelik ulusal herhangi bir çalışmaya ise ulaşamamıştır. Domates hastalıklarının yaprakdan görsel algılama ile renk analizi yapılarak hastalık/zararlı tespitine yönelik uluslararası düzeyde dayalı olarak gerçekleştirilen birçok araştırma mevcuttur (Din ve ark., 2018; Mokhtar ve ark., 2015; Muludi ve ark., 2018; Rupanagudi ve ark. 2015). Mokhtar ve ark. (2015) domates yaprağından sadece sağlıklı ve sağlıklı olarak bitki yaprak analiz işlemlerini gerçekleştirmiştir. Herhangi bir zararlı tespiti çalışmalarında yapmamışlardır. Muludi ve ark. (2018) yaprak dışında kök, ürün üzerinden mobil olarak

Tarımda Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Karar Destek Modeli Önerisi: Domates Zararlısı Tespiti Örneği

domates hastalıklarının tespitine yönelik bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Sınırlı sayıda renk ve hastalık üzerinden gerçekleştirilen çalışmada hastalık tespit oranı doğruluk oranı çoğunlukla %70'in altında elde edilmiştir. Bunda farklı bölümlerinin aynı anda incelenmesi sonucu ayrıntılı analiz yapılmamasının etki olduğu düşünülmektedir. Rupanagudi ve ark. (2015) ise sadece domateste zarar verici delici böceklerin erken tespitine yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada yapraktaki değişimden çok böceğin tespitine yönelik bir çalışmadır. Din ve ark., (2018) ise gerçekleştirdikleri domates zararlısının tespitine yönelik karar yapısının algoritmik modeli kapalıdır. Benzer durum farklı bitkilerin tespitine yönelik çalışmalar için de geçerlidir. Bu nedenle mevcut alanyazın araştırmalarının hem alanyazına hem de yeni modellerin gelişimine katkısının sınırlı olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ile bitki görsel analiz ve hastalık tespitine yönelik alanyazına yeni bir bakış açısı getirmesi beklenilmektedir. Özellikle ülkemizde bitki hastalıklarının tespitine yönelik bir açık kaynak hastalık ve zararlı tespit çalışmasının ülkemizin bu alandaki gelişimine katkı getireceği düşünülmektedir. Alanyazın incelenmesinde farklı bitki hastalık ve zararlı tespitinde PlantVillage gibi hazır kütüphaneler kullanıldığı (Baranwal ve ark. (2019): Elma, Cruz ve ark. (2019): Üzüm, Wicaksono ve ark. (2020):Elma) görülmektedir. Ülkemizde ise hastalık belirlenmesine yönelik halihazırda bir yazılımsal bir kayıt envanteri (veri tabanı) oluşturmaya yönelik bir çalışmaya ulaşamamıştır. Bu da ülkemizin yapay zekaya dayalı ziraat uygulamalarının geliştirilmesi açısından önemli bir eksikliğin göstergesidir. Bu nedenle Tarım ve Orman Bakanlığı'nın destekleyeceği projeler ve hibeler ile bu alandaki çalışmalar hızlandırılması sağlanabilir.

Kaynakça

- Aksoy, B., Halis, H. D., & Salman, O. K. M. (2020). Elma Bitkisindeki Hastalıkların Yapay Zekâ Yöntemleri ile Tespiti ve Yapay Zekâ Yöntemlerinin Performanslarının Karşılaştırılması. *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 2(3), 194-210.
- Akyazı, R. Ve Ecevit, O., 2005. Seralarda Kırmızı Örümcekler [Tetranychus Spp. (Acarina: Tetranychidae)] ile Mücadelede Predatör Akarların Kullanımı. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 2006,21(1):122-131.
- Alruwaili M., Abd El-Ghany S., Shehab A. (2019). An enhanced plant disease classifier model based on deep learning techniques. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1):7159- 7164.
- Altaş, Z., Özgüven, M. M., & Yanar, Y. (2019). *Bitki Hastalık ve Zararlı Düzeylerinin Belirlenmesinde Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanımı: Şeker Pancarı Yaprak Leke Hastalığı Örneği*. In International Erciyes Agriculture, Animal&Food Sciences Conference (pp. 24-27).
- Amoda, N., Jadhav, B., & Naikwadi, S. (2014). Detection and classification of plant diseases by image processing. *International Journal of Innovative Science, Engineering and Technology*, 1(2), 70-74.
- Anonymus, 1996. *Teknik Tarım Rehber Kitap*. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, İzmir Müdürlüğü Yayın No.: 350, İzmir.
- Arli-Sokmen, M., & Sevik, M. A. (2013). Spread of Tomato spotted wilt virus from an internal virus source by thrips species in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 41(2), 159-168.
- Asferi, B. (2010). *Exploring pest management practices and development of knowledge base system for pepper disease diagnosis* (Doctoral dissertation, M. Sc. Thesis, Addis Ababa University, Addis Ababa, Ethiopia).
- Atalay, M., & Çelik, E. (2017). Büyük Veri Analizinde Yapay Zekâ Ve Makine Öğrenmesi Uygulamaları-Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Big Data Analysis. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155-172.
- Baranwal, S., Khandelwal, S., & Arora, A. (2019). *Deep learning convolutional neural network for apple leaves disease detection*. In Proceedings of International Conference on Sustainable Computing in Science, Technology and Management (SUSCOM), Amity University Rajasthan, Jaipur-India.
- Blackman, R.L., Eastop, V.F., 1984. *Aphids on the World's Crops, An Identification Guide*. Department of Entomology, British Museum (Natural History).
- Bueno, V.H.P. 2005. *Implementation of Biological Control in Greenhouses in Latin America: How Far are We?* 2nd International Symposium on Biological Control of Arthropods. USDA Forest Service Publication FHTET-2005-08:531-537.
- Buss E.A., (2013). *Whiteflies on Landscape Ornamentals*. Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension, ENY-317.
- Cruz, A., Ampatzidis, Y., Pierro, R., Materazzi, A., Panattoni, A., De Bellis, L., & Luvisi, A. (2019). Detection of grapevine yellows symptoms in *Vitis vinifera* L. with artificial intelligence. *Computers and electronics in agriculture*, 157, 63-76.
- Din, M. Z., Adnan, S. M., Ahmad, W. ..., & Ismail, J. (2018). Classification of disease in tomato plants' leaf using image segmentation and SVM. *Tech. Journal Univ. Eng. Technol*, 23(2), 81-88.
- Donohue, K. D., Huang, L., Burks, T., Forsberg, F., & Piccoli, C. W. (2001). Tissue classification with generalized spectrum parameters. *Ultrasound in medicine & biology*, 27(11), 1505-1514.
- Düzgüneş, Z., Tuatay, N., (1956). *Türkiye Aphid'leri*. Ziraat Vekaleti, Ankara Zirai Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü, 4, 63.
- Erdoğan, P., Bariş, A., ve Alpkent, Y. N. (2014). Orta Anadolu Bölgesinde Domateslerde Zararlı Olan Domates Güvesi [Tuta Absoluta Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)]nin Sürveyi ile Popülasyon Takibi. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(3), 255-265.
- Faria, C.A., Torres, J.B., Fernandes, A.M.V., Farias, A.M.I. 2008. Parasitism of Tuta Absoluta in Tomato Plants by Trichogramma Pretiosum Riley in Response to Host Density and Plant Structures. *Ciencia Rural, Santa Maria*, 38(6):1504-1509.
- Ferentinos, K. P. (2018). Deep learning models for plant disease detection and diagnosis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 311-318.

- Huang, J. F., & Apan, A. (2006). Detection of Sclerotinia rot disease on celery using hyperspectral data and partial least squares regression. *Journal of Spatial Science*, 51(2), 129-142.
- Kabiri, F., Vila, E., & Cabello, T. (2010). Trichogramma achieves An Excellent Biocontrol Agent Against Tuta absoluta. *Sting. Newsletter on Biological Control*, 33:5-6.
- Karadağ, K., & Taşaltın, R. (2016). Biber bitkisinden alınan spektral yansımaların yapay sinir ağları kullanarak hastalık tespiti. *Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(5), 50-59.
- Karadöl, H., Aybek, A., & Üçgöl, M. (2020). Development of an Automatic System to Detect and Spray Herbicides in Corn Fields. *Journal of Agricultural Sciences*, 26(2), 190-200.
- Kısmalı, Ş.N. ve Madanlar (1988). A.indicanın Böceklere Etkileri Üzerinde Bir İnceleme. *Türk.Entomol.Dergisi*, 12(4):239-249.
- Koçer, G., ve Eltez, S. (2004). Serada Domates Yetiştiriciliğinde Farklı Renkte Malç Kullanımının Verim, Kalite ve Sera Beyaz Sineği Trialeurodes Vaporariorum (Westw.) (Homoptera:Aleyrodidae) Nimf Populasyonuna Olan Etkileri Üzerine Araştırmalar. *Alatırım*, 36.
- Larsolle, A., & Muhammed, H. H. (2007). Measuring crop status using multivariate analysis of hyperspectral field reflectance with application to disease severity and plant density. *Precision Agriculture*, 8(1-2), 37-47.
- Li, X., & He, Y. (2008). Discriminating varieties of tea plant based on Vis/NIR spectral characteristics and using artificial neural networks. *Biosystems Engineering*, 99(3), 313-321.
- Liaghat, S., Ehsani, R., Mansor, S., Shafri, H. Z., Meon, S., Sankaran, S., & Azam, S. H. (2014). Early detection of basal stem rot disease (Ganoderma) in oil palms based on hyperspectral reflectance data using pattern recognition algorithms. *International Journal of Remote Sensing*, 35(10), 3427-3439.
- Liu, Z. Y., Wu, H. F., & Huang, J. F. (2010). Application of neural networks to discriminate fungal infection levels in rice panicles using hyperspectral reflectance and principal components analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 72(2), 99-106.
- Mahajan, S., Das, A., & Sardana, H. K. (2015). Image acquisition techniques for assessment of legume quality. *Trends in Food Science & Technology*, 42(2), 116-133.
- Mishra, A. R., Karimi, D., Ehsani, R., & Lee, W. S. (2012). Identification of citrus greening (HLB) using a VIS-NIR spectroscopy technique. *Transactions of the ASABE*, 55(2), 711-720.
- Mokhtar, U., El Bendary, N., Hassenian, A. E., Emary, E., Mahmoud, M. A., Hefny, H., & Tolba, M. F. (2015). SVM-based detection of tomato leaves diseases. In *Intelligent Systems' 2014* (pp. 641-652). Springer, Cham.
- Muludi, K., Suharjo, R., Syarif, A., & Ramadhani, F. (2018). Implementation of forward chaining and certainty factor method on Android-based expert system of tomato diseases identification. *(IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(9), 451-459.
- Nabiyev, V. V. (2012). *Yapay zeka: insan-bilgisayar etkileşimi*. Seçkin Yayıncılık.
- Oğuz, C. (1996). *Konya İli Çumra İlçesinde Domates Yetiştiriciliği Yapan Tarım İşletmelerinde Verimlilik Analizi Üzerine Bir Çalışma*. Türkiye II. Tarım Ekonomisi Kongresi, 4-6.
- Öktüren, A. F., Demirtaş, E. I., & Arı, N. (2016). Açıkta domates yetiştiriciliğinde yapraktan uygulanan humik asitin bitkinin beslenme durumu, verimi ve kalitesi üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(1), 21-25.
- Öztemiz, S. (2012). Domates güvesi [(Tuta absoluta Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve Biyolojik Mücadelesi. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 15(4), 47.
- Özyılmaz, U. (2020). Evaluation of the effectiveness of antagonistic bacteria against Phytophthora blight disease in pepper with artificial intelligence. *Biological Control*, 151, 104379.
- Patrício, D. I., & Rieder, R. (2018). Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. *Computers and electronics in agriculture*, 153, 69-81.
- Rius, J. P., Vovlas, N., Troccoli, A., Liébanas, G., Landa, B. B., & Castillo, P. (2007). A new root-knot nematode parasitizing sea rocket from Spanish Mediterranean coastal dunes: Meloidogyne dunensis n. sp.(Nematoda: Meloidogynidae). *Journal of Nematology*, 39(2), 190.

- Rumpf, T., Mahlein, A. K., Steiner, U., Oerke, E. C., Dehne, H. W., & Plümer, L. (2010). Early detection and classification of plant diseases with support vector machines based on hyperspectral reflectance. *Computers and electronics in agriculture*, 74(1), 91-99.
- Rupanagudi, S. R., Ranjani, B. S., Nagaraj, P., Bhat, V. G., & Thippeswamy, G. (2015). *A novel cloud computing-based smart farming system for early detection of borer insects in tomatoes*. In 2015 international conference on communication, information & computing technology (ICCICT) (pp. 1-6). IEEE.
- Sankaran, S., Ehsani, R., Inch, S. A., & Ploetz, R. C. (2012). Evaluation of visible-near infrared reflectance spectra of avocado leaves as a non-destructive sensing tool for detection of laurel wilt. *Plant disease*, 96(11), 1683-1689.
- Siddiqi, M. R. (2000). *Tylenchida Parasites of Plants and Insects*. CABI Publishing. CAB.
- Şevik M. (2008). Thrips (Thripidae: Thy.) Türleri ile Taşınan Bitki Virüsleri, *DERİM*, 25(1): 1-11.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2008). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*. Cilt III. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Yay., Ankara, 344 s.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2011). *Örtüaltı Entegre Mücadele Teknik Talimatı*. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Yay., Ank., 163 s.
- Tarım ve Orman Bakanlığı (2016). *Domates Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele*. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü. 64 s.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., & Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(2), 154-169.
- Toksöz, A. G. Ş., Kushiyeve, R., Baltacı, A., Türk, E., Saruhan, Ö. Ü. İ. (2018). Organik Domates Yetiştiriciliğinde Zararlılar ile Mücadele. *TÜRKTOB Dergisi*, 26, 32-37.
- Toprakçı, N ve Göçmen H., 2016. Domates Zararlıları. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*. 17, 60-65.
- Türkoğlu, M., Hanbay, K., Sivrikaya, I. S., & Hanbay, D. (2020). Derin Evrimsel Sinir Ağı Kullanılarak Kayısı Hastalıklarının Sınıflandırılması. *Bilis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1), 334-345.
- Uzun, Y., Bilban, M., & Arıkan, H. (2018). *Tarım ve Kırsal Kalkınmada Yapay Zeka Kullanımı*. VI. Uluslararası KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 26-27.
- Vicente, N. E., ve Acosta, N. (1992). Biological and chemical control of nematodes in Capsicum annum L. *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 76(3-4), 171-176.
- Wicaksono, G., & Andryana, S. (2020). Aplikasi Pendeteksi Penyakit Pada Daun Tanaman Apel Dengan Metode Convolutional Neural Network. *JOINTECS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 5(1), 9-16.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming—a review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80.
- Wu, D., Feng, L., Zhang, C., & He, Y. (2008). Early detection of Botrytis cinerea on eggplant leaves based on visible and near-infrared spectroscopy. *Transactions of the ASABE*, 51(3), 1133-1139.
- Yılmaz, M., Kavak, S., Baysal, Ö., 2014. Bazı ticari sabit ve uçucu yağların domates bakteriyel kanser ve solgunluk etmeni üzerine antibakteriyel etkileri. *Derim*, 31(1), 50-60.
- Zehnder, G., Gurr, G. M., Kühne, S., Wade, M. R., Wratten, S. D., & Wyss, E. (2007). Arthropod Pest Management in Organic Crops, *Annu. Rev. Entomol.*, 52, 57–80.
- Zhang, M., Liu, X., & O'Neill, M. (2002). Spectral discrimination of Phytophthora infestans infection on tomatoes based on principal component and cluster analyses. *International Journal of Remote Sensing*, 23(6), 1095-1107.



Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Arda AKÇAL^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-0426-0745>

Kenan KAYNAŞ¹

<https://orcid.org/0000-0002-5925-721X>

¹ ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 17020, Çanakkale

*Sorumlu yazar: aakcal@comu.edu.tr

Özet

Bu çalışma, saksılı süs bitkisi olarak yetiştirilen siklamen bitkileri üzerinde tuz stresinin etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesinin ısıtmasız cam serasında gerçekleştirilen çalışmada bitkisel materyal olarak doğal yayılışa sahip siklamen türlerinden *Cyclamen hederifolium* Aiton.'nun 10-12 cm çevre uzunluğuna sahip yumruları kullanılmıştır. Topraksız tarım tekniği ile torf ortamında yetiştirilen bitkiler Hoagland besin çözümü ile sulanmış, sulama suyuna üç farklı konsantrasyonda (T₁; K: Kontrol, T₂; K+1dSm⁻¹, T₃; K+2 dSm⁻¹, T₄; K+3 dSm⁻¹) NaCl ilavesi gerçekleştirilerek tuz uygulanmıştır. Çalışmada, farklı tuzluluk düzeylerinin bitkiler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler incelenmiştir. *C. hederifolium* Aiton. türü için üç ayrı tuzluluk düzeyinin (T₂, T₃, T₄) etkisi de, kontrol (T₁)'e göre (p<0,05) istatistiksel bakımdan önemli bulunmuştur. Tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak bitkide yaprak alanının küçüldüğü, yumru ağırlığının azaldığı, çiçeklenmenin geciktiği ve çiçek tomurcuğu sayısının azaldığı belirlenmiştir. 2dSm⁻¹ üzerindeki tuzluluk değerlerinin bitki yapraklarında stomal geçirgenlik, yaprak oransal su içeriğinin ve toplam klorofil miktarının azalmasına neden olurken, lipid peroksidasyon (MDA) düzeyi, toplam şeker miktarı ve prolin konsantrasyonunun ise arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cyclamen hederifolium* Aiton., Tuz stresi, Bitki gelişimi, Çiçeklenme

The Effects of Salinity Stress on Plant Growth Performance and Flowering Characteristics of Cyclamen (*Cyclamen hederifolium* Aiton.)

Abstract

This study was carried out to determine the effects of salinity stress on cyclamen (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) grown as a potted ornamental plant. In the study, carried out in the unheated glass greenhouse of Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, tubers of *Cyclamen hederifolium* Aiton., one of the natural cyclamen species, with a circumference of 10-12 cm were used as plant material. Plants grown in peat medium by using soilless culture technique, were irrigated with Hoagland nutrient solution and four different concentrations (T₀; K: Control, T₁; K+1dSm⁻¹, T₂; K+2 dSm⁻¹, T₃; K+3 dSm⁻¹) of salinity level created by addition to the irrigation water. Salt applications were carried out with the addition of NaCl. In the study, morphological, physiological and biochemical properties were investigated in order to determine the effects of different salinity levels on plants. The effect of three different salinity levels (T₂, T₃, T₄) for *C. hederifolium* was also found to be significant compared to the control (T₁) (p<0.05). Depending on the increase in salinity level, it was determined that the leaf area of the plant decreased, weight of the tuber decreased, the flowering was delayed and the number of flower buds decreased. It was determined that salinity values above 2dSm⁻¹ caused a decrease in stomal permeability, leaf water content and total chlorophyll amount in plant leaves, while lipid peroxidation (MDA) level, total sugar amount and proline concentration increased

Keywords: *Cyclamen hederifolium* Aiton., Salinity stress, Plant development, Flowering

Giriş

Son yıllarda dünya üzerinde iklimsel değişimlerin daha sık yaşanmasıyla birlikte, bitkiler üzerinde stres koşullarının oluşmasında birçok fonksiyonun rol oynadığı görülmektedir. Bu durum karşısında bitkilerin kendi içerisinde meydana getirdiği metabolik faaliyetler aksamaya başlarken, çevresel stres koşullarına adaptasyon süreci de gecikmektedir.

Bitkisel üretim bakımından stres; ekolojide yaşamı sınırlandırabilen, bitkilerde büyüme ve gelişme olaylarını kontrol altına alarak verimlilik ve kalitenin doğrudan ya da dolaylı olarak azalmasına neden olan, abiyotik ve biyotik nedenlere bağlı faktörler olarak açıklanmaktadır. Kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklıklar, radyasyon vb. etmenler günümüzde en çok karşılaşılan çevresel stres faktörleridir. Abiyotik kökenli stres bitkilerde fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeydeki pek çok olayı etkilese de bitkilerin zaman içerisinde strese dayanım gösterebilecek özelliklerini geliştirebildiği bilinmektedir.

Günümüzde bitkisel üretimi tehdit eden en önemli çevresel stres etmenlerin başında tuzluluk yer almaktadır. Toprak ve sulama suyundaki tuzluluğun artışı karşısında yetiştiricilik yapılan alanlarda toprağın strüktürel yapısı bozulurken, bu durum özellikle kurak ve yarı-kurak alanlarda yetiştirilen kültür bitkilerini olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple, park ve rekreasyon alanlarının oluşturulmasında öncelikli olarak doğal bitki genotipleri tercih edilmelidir. Doğal türler yabancı kökenli bitkilere oranla farklı ekolojik şartlara daha dayanıklıdır. Bitkiye uygun yetiştirme tekniği kullanıldığında bu bitkiler ekstrem iklim koşullarından çok daha az etkilenirler. Barış (2007)'a göre doğal bitki formları lokal çevresel koşullara yüksek düzeyde adaptasyon sağlamaktadır, toprakta verimliliği artırırlar, erozyonu önler ve diğer kültür bitkilerine nazaran daha az bakıma ihtiyaç gösterirler.

Son yıllarda dış mekan süs bitkilerinin kullanıldığı bahçe düzenlemelerinde de, su isteği yönünden kanaatkar veya kurağa ve tuzluluğa dayanımı yüksek olan doğal bitki türleri tercih edilmeye başlamıştır. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi bakımından tarımsal üretimde doğal tür ve genotiplerin ıslah edilerek kullanılması çevresel stres faktörlerine dayanıklılığı da beraberinde getirmektedir. Özellikle doğal çiçek soğanları (geofitler), dış ortamda olumsuz hava koşullarına gösterdiği dayanıklılık nedeniyle peyzaj çalışmalarında sıklıkla tercih edilen doğal bitki gruplarıdır.

Geofit bitkilerin yetiştirme sezonu sonunda toprak üzerinde kalan vegetatif aksamı kuruyup yok olurken, toprak altında besin depolamak üzerine farklılaşmış gövdeleriyle yaşam döngülerini sağladığı bilinmektedir. Küresel düzeyde yaşanan iklim değişiklikleri ile birlikte etkisini arttıran kuraklık ve tuzluluk gibi çevresel etmenler son yıllarda geofitlerin de doğada zarar görmesine neden olmuştur. Geofit bitkileri özellikle yaz aylarını düşük yağış miktarına sahip ortam içerisinde geçirmekte, yüksek ışık şiddeti ve yüksek sıcaklık gibi birçok zorlu çevre koşulu altında yaşamlarını sürdürmektedir.

Primulaceae (*Myrsinaceae*) familyası içerisinde yer alan Siklamen cinsi (*Cyclamen* spp.) en önemli geofit bitki gruplarından. Siklamen türleri genellikle kuru havanın hakim olduğu yazları, toprak altında, yumru şeklinde şişkin gövdeleriyle dorman halde geçirir. Yuvarlaktan kalp şekline kadar değişen karakteristik yaprak formları, gümüşü desenlere sahip alacalı yeşil yaprak renkleri ve uzunlamasına kıvrılmış petalleri bulunan çiçek formuyla doğanın dikkat çekici bitkilerindendir. Sonbaharda veya ilkbaharda çiçeklenebilen türleri bulunur. Çiçek renkleri kremden pembe tonlarına kadar değişkenlik gösterir. Siklamenin bitki organlarını korumaya yönelik kendi içerisinde oluşturduğu fizyolojik savunma mekanizması, bitkiyi diğer geofit türler içerisinde farklı kılan önemli özelliklerden birisidir. Birçok siklamen türünde çiçek saplarının döllenmeden sonra spiral şeklinde kıvrılarak tohum kapsüllerini toprağa çektiği; böylece tohumlarını otlayan hayvanlardan, rüzgarın ve güneşin kurutucu etkilerinden uzaklaştırdığı belirtilmiştir (Mathew ve Özhatay, 2001). Siklamen cinsinin dünya üzerinde 21 türü bulunurken, Türkiye'de özellikle Batı Anadolu'da *Cyclamen hederifolium* Aiton. türü doğal popülasyonlar halinde yayılış göstermektedir.

Bitkilerde stres konuları kapsamında gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, tuzlu koşullar altında saksılı süs bitkisi olarak yetiştirilen *Cyclamen hederifolium* Aiton. bitkilerinde, farklı düzeylerde uygulanan tuz konsantrasyonlarının bitki gelişimi ve çiçeklenme özellikleri bakımından etkilerinin ortaya konulmasıdır.

Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, 2010-2011 yılları içerisinde Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nin Dardanos Yerleşkesinde (40° 4' N, 26° 21' E) yer alan ısıtmasız cam seraya yerleştirilen bençler üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Denemede bitkisel materyal olarak siklamen cinsi içerisinde yer alan *Cyclamen hederifolium* Aiton. türüne ait 10-12 cm çevre uzunluğundaki yumrular kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Denemenin yürütüldüğü ısıtmasız cam sera ve deneme alanının görünümü.



Şekil 2. *Cyclamen hederifolium* Aiton. 'da yumru ve yaprakların görünümü.

Bitkilerin yetiştirilmesi için 1L, alttan drenajlı plastik saksılar seçilmiştir. Saksıların içerisine ¾ oranında torf ilavesi yapılmış ve siklamen yumruları uygun dikim derinliğine göre saksılara alınmıştır. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfun ve sulama suyunun kimyasal yapısına ilişkin bazı özellikler Çizelge 1 ve 2 'de yer almaktadır. Hoagland (1938)'in formülasyonuna göre hazırlanan bitki çözeltilisine belirli miktarlarda NaCl ilavesi gerçekleştirilerek tuz uygulamaları yumru dikiminden sonra yapılmıştır. Hazırlanan çözeltilinin pH'sı 5,7 olarak ölçülmüştür. Hazırlanan çözeltilinin içerdiği tuz konsantrasyonu ölçülmüş, saptanan değer kontrol (T₁) olarak kabul edilmiş ve elektriksel iletkenliği EC metre ile ölçülerek belirlenmiştir. Diğer uygulama konuları (T₂, T₃, T₄), T₁ için ölçülen EC değerinin 1, 2 ve 3 d Sm⁻¹ düzeyinde artırılması sonucunda oluşturulmuştur. Vejetasyon ortasında (20. hafta) yapılan EC ölçümlerini takiben T₁, T₂, T₃ ve T₄ için sırasıyla; 1,73 dSm⁻¹, 2,92 dSm⁻¹, 3,95 dSm⁻¹ ve 5,44 dSm⁻¹ tuzluluk düzeyi saptanmıştır.

Çizelge 1. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan torfun kimyasal özellikleri

pH	EC	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	CaCO ₃
	mScm ⁻¹	kgda ⁻¹	kgda ⁻¹	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	(%)
6.83	1.24	2.31	594.3	8092	2500	3.18	5.05	5.00	14.60	5.78

Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan sulama suyu kalitesine ilişkin değerler

pH	Na (%)	EC dS m ⁻¹	Katyon (MeI ⁻¹)					Anyon (MeI ⁻¹)				
			Na	K	Ca	Mg	Toplam	HCO ₃	CO ₃	Cl	SO ₄	Toplam
7.4	0.3	0.43	1.0	0.2	2.3	1.72	5.22	2.4	-	1.6	1.22	5.22

Denemede bitkiler üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamalarının etkilerinin ortaya çıkarılması amacıyla aşağıdaki ölçüm ve analizler gerçekleştirilmiştir. Buna göre;

Yaprak alanı (mm²): Her saksılı bitkiden randomize olarak belirlenen 3'er adet yaprak örneği seçilmiş ve yaprak alanı yaprak alan ölçer ile saptanmıştır.

Yaprak biyomasi (g): Yaprakların yaş ağırlıkları tartılarak belirlenmiş; aynı örnekler alınarak 48 saat süre ile 65 °C sıcaklıktaki etüvde kurutma işlemine tabi tutularak ağırlıkları saptanmıştır.

Yumuru ağırlığı (g): Saksı yüzeyinden itibaren bitkide yaprakların tepe noktasına kadar olan kısım dijital kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir.

Çiçeklenme zamanı (gün): Yetiştirme ortamına yumruların dikilmesinden sonra oluşan ilk çiçek tomurcuklarının yetiştirme ortamı üzerinde görüldüğü tarih esas alınarak, arada geçen zaman belirlenmiştir.

Çiçek sayısı (adet): Bitki başına düşen toplam çiçek sayısı hesaplanmıştır.

Yaprak stoma direnci (s cm⁻¹): Her saksılı bitkiden randomize olarak seçilen 3'er adet yaprak örneği üzerinde Delta-T Devices marka AP4 model taşınabilir porometre cihazı ile haftalık olarak ölçüm alınarak ortalama değer belirlenmiştir.

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ) (%): Taze ağırlıkları tartılarak belirlenmiş olan yaprak örnekleri saf su içerisinde 4 saat bekletildikten sonra turgor ağırlıkları belirlenmiştir. 65°C etüvde 48 saat kurutma işleminin ardından kuru ağırlık belirlenmiştir. Elde edilen taze ve kuru ağırlıkları (Türkan ve ark., 2005) formülüne edilerek oranlama yapılmış ve YOSİ değeri (%) hesaplanmıştır.

$(TA-KA) / (TuA-KA) \times 100$ TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

Toplam klorofil miktarı (µg/100cm²): Her uygulamadan alınan yaprak örneklerindeki toplam klorofil miktarı spektrofotometrik yöntem (Holden,1976) ile belirlenmiştir. Spektrofotometre cihazında (Shimadzu UV-1800) 663, 645 ve 652 nm dalga boyunda absorbans okumaları gerçekleştirilmiş, düzeltme yoluyla toplam klorofil miktarı hesaplanmıştır.

Lipid peroksidasyonu (µmol/g): Her uygulamadan alınan yaprak örneklerindeki MDA (Malondialdehit) miktarı spektrofotometrik yöntem (Lutts ve ark.,1996) ile belirlenmiştir.

$MDA = (A_{532} - A_{600}) \times \text{Ektrakt hacmi (ml)} / (155\text{mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$

Toplam şeker (g/100g): Yaprak örneklerinin şeker miktarı dinitrofenol kullanılarak spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Ross, 1959).

Prolin konsantrasyonu (µmol/g): Spektrofotometrik olarak Bates ve ark. (1973) tarafından uygulanan yöntemle belirlenmiştir.

Tesadüf blokları deneme desenine göre kurgulanan çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinin gerçekleştirilmesinde "SAS 9.0" paket programından yararlanılmıştır. Elde edilen veriler üzerinde varyans analizi gerçekleştirilmiştir (SAS, Inst., 2003). Ortalamaların LSD testi kullanılarak %5 önem seviyesinde karşılaştırması yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Cyclamen hederifolium Aiton. Bitkileri üzerinde gerçekleştirilen farklı düzeylerdeki tuz uygulamalarının, fenolojik ve morfolojik bazı bitki gelişim parametreleri üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak (p<0.05) önemli bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Bitkilerin yaprak alanı tuz konsantrasyonuna bağlı olarak uygulanan tuzluluk düzeyi arttıkça Na ve Cl iyonlarının etkisi altında azalış göstermiştir. En yüksek yaprak alanı değeri ortalama 1315,25 mm² ile kontrolde (T₁) saptanırken, en düşük değer ise ortalama 996,04 mm² ile T₄ uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde edilen bulgulara paralel olarak Lutts ve ark. (1996), tuz stresine giren bitkilerde kontrol bitkilerine oranla daha küçük yaprak alanının meydana geldiğini rapor etmiştir.

Çizelge 3'e göre yaprak biomas değerleri incelendiğinde, bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonlarındaki yükselmenin yaprak yaş ve kuru ağırlıklarını da önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Yaprak bioması en yüksek değere (4,339 g) kontrol bitkilerinde ulaşırken, bunu sırasıyla T₂ (3,442 g), T₃ (2,819g) ve T₄ (2,174 g) uygulamaları takip etmiştir. Siklamende yaprak biomas değerleri tuzluluk düzeyi arttıkça azalış göstermiştir. Sonneveld ve Voogt (1983), bazı örtü altı süs bitkileri üzerinde yaptıkları çalışmalarda, ortamdaki tuzluluk düzeyinin artışına bağlı olarak bitki biomasında zamanla azalma kaydedildiğini belirtmişlerdir. Buna göre farklı tuz düzeylerinin *Cyclamen hederifolium* Aiton.'da yaprak biomasını azalttığına ilişkin çalışmada elde ettiğimiz bulgu, araştırmacıların bulgularını desteklemektedir. Yumru ağırlığı için de benzer bulgular tespit edilmiştir. Kontrol (T₁) bitkilerinde ortalama olarak 11,435g ile en yüksek yumru ağırlığı değerine ulaşılırken, ortalama 10,434 g ile en düşük değer T₄ tuzluluk düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Bu durum artan tuz konsantrasyonu neticesinde siklamende yumrunun ortamdan yeterli düzeyde besin ve su alımını sağlayamadığını göstermektedir.

Cyclamen hederifolium Aiton. türü doğal ortamda hava koşullarına bağlı olarak Ağustos-Ekim ayları arasında çiçeklenme gösterirken, çalışmanın örtü altında kontrollü şartlarda olmasına karşın çiçeklenmenin genel olarak tuz uygulamalarının etkisi altında farklı zaman aralıklarında gerçekleştiği gözlenmiştir. Yumru dikiminden itibaren en erken çiçeklenme ortalama 19,8 gün ile kontrol bitkilerinde gerçekleşirken, bunu sırasıyla T₃ ve T₄ uygulamaları izlemiştir. En geç çiçeklenme zamanı ortalama 29,5 gün ile T₄ uygulamasında saptanmıştır. Bu bağlamda, çalışmada bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonları yükseldikçe tuz stresine giren bitkilerde çiçeklenme zamanının geciktiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Diğer taraftan, denemede saksıda yetiştirilen siklamenlerde uygulanan farklı tuzluluk düzeylerine bağlı olarak meydana gelen çiçek tomurcuğu sayısının da önemli ölçüde etkilendiği gözlenmiştir. Buna göre en fazla çiçek sayısı ortalama 8,8 adet ile T₁ (Kontrol) tuzluluk düzeyinde saptanırken, en az çiçek sayısı ise ortalama 3,0 adet ile T₄ tuzluluk düzeyinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Tuzluluk düzeyindeki artış bitkinin kompaktlığını değiştirerek daha az sayıda çiçek oluşmasına neden olmuştur.

Çizelge 3. Farklı tuzluluk düzeylerinin *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un bitki gelişim özellikleri üzerine etkisi

	Yaprak alanı (mm ²)	Yaprak bioması (g)	Yumru ağırlığı (g)	Çiçeklenme zamanı (gün)	Çiçek sayısı (adet)
T ₁ : Kontrol (K)	1315,25 a	4,339 a	11,435 a	19,8 d	8,8 a
T ₂ : K+1 dS/m	1226,70 b	3,442 b	11,247 a	23,3 c	5,3 b
T ₃ : K+2 dS/m	1139,75 c	2,819 c	10,859 b	26,4 b	4,6 c
T ₄ : K+3 dS/m	996,04 d	2,174 d	10,434 c	29,5 a	3,0 d
LSD _(0,05)	0,422	0,582	0,272	2,68	0,324

Çalışmada *Cyclamen hederifolium* Aiton. bitkiler üzerinde gerçekleştirilen tuz uygulamalarının, bitkinin bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerinde de istatistikî bakımdan önemli düzeyde (p<0,05) etki meydana getirdiği saptanmıştır (Çizelge 4).

Siklamen yaprakları üzerinde ölçülen stomal direnç değerlerinin tuzluluk düzeyindeki artışa paralel olarak yükseldiği Çizelge 4'de görülmektedir. Diğer bir ifadeyle yaprak stoma geçirgenliği azalmıştır. En yüksek değer ortalama 2,192 s cm⁻¹ ile T₄ tuzluluk düzeyinde belirlenirken, en düşük değer ise ortalama 1,145 s cm⁻¹ ile kontrol (T₁) bitkilerinde ölçülmüştür. Burada stoma geçirgenliğinde meydana gelen azalışın en önemli nedenlerinden bir tanesi, tuz stresi karşısında bitkilerin stoma açıklıklarını kapatarak, difüze olan O₂ ve CO₂'i kontrol etmesidir. Siklamenin yapraktan olan

Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

transpirasyonunu bu şekilde azaltması, stomal geçirgenliğin azalmasına yol açmıştır. Benzer şekilde bir çok araştırmacı strese giren bitkilerde su noksanlığı ve diğer çevresel faktörlerin etkisi altında yaprak stoma geçirgenliğinin azalabileceğini belirtmiştir (Jones, 1992; Eriş ve ark., 1998; Kaynaş ve Kaynaş, 2001).

Yaprak oransal su içeriği (YOSİ), stres koşullarında bitki bünyesinde su varlığının en önemli göstergelerindedir. Çalışmada elde edilen bulgular YOSİ değerlerinin yetiştirme ortamında artan tuz konsantrasyonu karşısında azaldığını göstermektedir. Tuz uygulaması yapılmayan kontrol bitkilerinde en yüksek YOSİ değeri ortalama %90,76 oranında saptanırken, en düşük değer ise T₄ (%73,09) uygulamasında belirlenmiştir. Romanello ve ark., (2008) *Acorus americanus*'un tuzlu koşullar altında yetiştirildiği bir araştırmada kontrol bitkilerine göre YOSİ değerinin %35 oranında azalış gösterdiğini bildirmişlerdir. Siklamen üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin yaprak oransal su içeriği üzerine etkilerinin belirlendiği bu araştırmada da benzer bulgular elde edilmiştir.

Uygulamalar sonucunda *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un yapraklarında toplam klorofil değerleri incelendiğinde, tuzluluk değeri yükseldikçe toplam klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Kontrol bitkilerinde ortalama 52, 439 µg/100cm² olarak belirlenen toplam klorofil miktarı, tuz uygulamalarına bağlı olarak azalış göstermiş ve en yüksek tuzluluk düzeyinde (T₄) en düşük değerini 24,690 µg/100cm² almıştır. Agastian ve ark. (2000) dut bitkileri üzerinde NaCl'ün biyokimyasal etkilerini inceledikleri bir çalışmada, toplam klorofil miktarının tuzluluğun etkisi altında azaldığını rapor etmiştir. Yaşar (2003)'a göre yapraklarda toplam klorofil miktarındaki azalış, tuz konsantrasyonundaki yükselişle birlikte yaprak hücresi membranında iyon birikiminin fazla olması ve stomaların düzensiz çalışmasından kaynaklanmaktadır.

Çalışmada tuz uygulamalarının bitki gelişimi üzerindeki diğer bir olumsuz etkisi, yapraklardaki lipid peroksidasyon düzeyinin (MDA) tuz stresine giren bitkilerde daha yüksek değerlere çıkmış olmasıdır. Diğer bir deyişle, yüksek tuzluluk düzeyleri bitkiyi oksidatif strese sokarak serbest radikallerin meydana gelmesine yol açmakta ve buna bağlı olarak yaprak hücresinde bulunan lipidler bozunmaya uğramaktadır. Hücre zarında meydana gelen bu zararlanmanın son ürünü olan MDA miktarı bu çalışmada uygulanan tuzluluk düzeylerindeki artışa paralel olarak yüksek değerler almıştır (Çizelge 4).

C. hederifolium Aiton. için yaprakta toplam şeker miktarı bakımından tüm tuzluluk düzeylerinin kontrol bitkilerine kıyasla p<0,05 seviyesinde istatistiksel anlamda önemli etkide bulunduğu belirlenmiştir. En yüksek toplam şeker miktarı değeri 2,027 g/100g ile T₄ tuzluluk düzeyinde tespit edilirken bunu sırasıyla T₃, T₂ ve T₁ (kontrol) tuzluluk düzeyleri takip etmiştir. Yıldırım ve ark (2009), tarafından *Cyclamen hederifolium* Aiton.'da daha önce yürütülen benzer bir başka araştırmada, sulama seviyelerindeki azalış neticesinde yaprak toplam şeker miktarında bir artış görüldüğü rapor edilmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz bu bulgular, araştırmacıların ortaya koyduğu bu sonuçlarla da desteklemektedir. Diğer taraftan, siklamen bitkileri üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, tuz uygulamaları neticesinde artan tuzluluk düzeyindeki artışa paralel olarak yaprakta prolin düzeyinin de yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 4). Bohnert ve Sheveleva (1998)'ya göre prolin stres koşullarında artan, serbest oksijen radikallerinin etkisini azaltan ve stres şartlarına dayanımda ön planda yer alarak koruma sağlayan azot yapılı bir bileşik formudur. Farklı araştırmacılar tarafından da tuzluluk, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklık gibi birçok abiyotik stres faktörünün farklı bitki gruplarında prolin birikimini artırdığına yönelik tespitler rapor edilmiştir (Siripornadulsil ve ark., 2002; Asraf ve Harris, 2004).

Tuz Stresinin Siklamenin (*Cyclamen hederifolium* Aiton.) Bitki Gelişim Performansı ve Çiçeklenme Özelliklerine Etkileri

Çizelge 4. Farklı tuzluluk düzeylerinin *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkisi.

	Y.Stoma direnci (s cm ⁻¹)	YOSİ (%)	Toplam klorofil (µg/100cm ²)	MDA (µmol/g)	Toplam şeker (g/100g)	Prolin (µmol/g)
T ₁ : Kontrol (K)	1,145 d	90,76 a	52,439a	4,19 d	1,409 d	1,316 d
T ₂ : K+1 dS/m	1,619 c	87,23 b	47,021 b	9,41 c	1,687 c	2,870 c
T ₃ : K+2 dS/m	1,860 b	81,44 c	32,053 c	22,53 b	1,940 b	4,090 b
T ₄ : K+3 dS/m	2,192 a	73,09 d	24,690 d	32,71 a	2,027 a	5,734 a
LSD _(0,05)	0,223	2,98	3,087	2,61	0,079	1,170

Sonuçlar ve Öneriler

Siklamen (*Cyclamen* spp.) cinsi içerisinde yer alan *Cyclamen hederifolium* Aiton. türü Avrupa'nın en yaygın siklamen türlerinden biridir ve ülkemizde çoğunlukla Batı Anadolu'da doğal olarak yayılış gösteren ekonomik öneme sahip geofit bitkidir. Bu çalışmada, *Cyclamen hederifolium* Aiton. türü üzerinde farklı tuzluluk düzeylerinin etkileri incelenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, hazırlanan farklı düzeydeki NaCl konsantrasyonu ile gerçekleştirilen tuz uygulamalarının *Cyclamen hederifolium* Aiton.'nun bitki gelişim performansını önemli düzeyde etkilediğine işaret etmektedir. Tuzluluk düzeyindeki artış neticesinde bu siklamen türünde bitkinin yeni oluşan yapraklarının daha küçük olduğu, yaprak ve yumru ağırlığının azaldığı, bitkide çiçeklenmenin geciktiği ve meydana gelen çiçek tomurcuğu sayısında ise belirgin düzeyde azalma olduğu belirlenmiştir. Bitkinin fenolojik ve morfolojik özelliklerinde görülen bu değişimler *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un tuz stresine verdiği önemli bir yanıtıdır. Diğer taraftan, yükselen tuzluluk değerlerine karşın bitkide fizyolojik ve biyokimyasal bakımdan da tepkiler söz konusudur. Bitki hücrelerine Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının sızması sonucunda ozmotik potansiyel düşük seyretmiş ve tuzluluk düzeyindeki artışa bağlı olarak strese giren bitkilerde metabolizmanın yavaşladığı gözlenmiştir. Bu durum çalışmada kullanılan siklamen bitkilerinde büyüme ve gelişmenin tuz uygulamalarından önemli düzeyde etkilendiğini göstermektedir. Öte yandan, siklamenin tuz stresinden kaçınmak ve yapraktan transpirasyonu azaltmak için stomalarını kapatıp stomal direnci arttırdığı, buna karşın yaprak oransal su içeriği ve klorofil miktarının ise azaldığı belirlenmiştir. Bitkide yüksek tuzluluk seviyelerinde lipid peroksidasyon düzeyinin yükselmesi, toplam şeker miktarı ve prolin konsantrasyonunun artması da siklamenin tuz stresine girdiğini gösteren başlıca diğer parametrelerdir.

Sonuç olarak; tuz stresinin etkileri göz önüne alındığında, *Cyclamen hederifolium* Aiton.'un 2dSm⁻¹ e kadar olan tuzluluk düzeyine tolerasyon gösterdiği, bunu üzerindeki tuzluluk düzeylerinden olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bu bakımdan bitki özellikle yüksek seviyede tuzluluk problemi olmayan alanlarda ve farklı yetiştirme ortamlarında saksılı süs bitkisi olarak değerlendirilebilir.

Not: Bu çalışma, ÇOMÜ Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında yürütülmüş, BAP tarafından 2009/86 nolu proje kapsamında desteklenmiş olan; 'Türkiye'de Doğal Yayılış Gösteren Bazı Siklamen Türlerinde Abiyotik Stres Koşullarının Bitki Gelişimi ve Çiçeklenme Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi' başlıklı Doktora Tez çalışmasından üretilmiştir.

Kaynakça

- Agastian P., Kingsley S.J. ve Vivekanandan M., 2000. Effect of Salinity on Photosynthesis and Biochemical Characteristics in Mulberry Genotypes. *Photosynthetica*, (38): 287-290.
- Asraf M. ve Harris P.J.C., 2004. Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Sci.* (166): 3-16.
- Barış M.E., 2007. Kurakçıl Peyzaj, *Bilim ve Teknik*, vol.478: 24-26, TÜBİTAK.
- Bates L.S., Waldren R.P. ve Teare I.D. 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. *J. Plant and Soil.* (39): 205-207.
- Bohnert H.J ve Sheveleva E., 1998. Plant Stress Adaptations Making Metabolism Move. *Current Opinion in Plant Biology*, (1): 267-277.
- Eriş A., Sivritepe N. ve Sivritepe H.Ö., 1998. Asmalarda Su Stresine Karşı Ortaya Çıkan Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Reaksiyonlar. *IV. Bağcılık sempozyumu*, 20-23 Ekim, Yalova, s. 64-68.
- Hoagland D.R. ve Arnon D.I. 1938. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Circ. Calif. Agr. Exp. Sta.*, 347-461.
- Holden M., 1976. Chlorophyll in Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. Vol. 2 (T. W. Goodwin, Ed.). Academic Press, London pp: 1 – 37
- Jones H.G., 1992. *Plants and Microclimate*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Kaynaş N. ve K. Kaynaş, 2001. Farklı Kurak Koşullar Altında Bulunan Erik Çöğür Anaçlarında Meydana Gelen Bazı Fizyolojik ve Morfolojik Değişimler. *I. Sert Çekirdekli Meyveler Semp.* 25-28 Eylül 2001, S 213-220. Yalova.
- Lutts S., Kinet J.M. ve Bouhartmont. J., 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa L.*) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Ann. Bot.*, 78: 389-398.
- Mathew B. ve Özhatay N., 2001. Türkiye'nin Siklamenleri. Türkiye Doğal Hayatı Koruma Derneği, Sirkeci, İstanbul, 32s.
- Romanello G.A., Chuchra-Zbytniuk K.L, Vandermer J.L. ve Touchette B.W., 2008. Morphological Adjustments Promote Drought Avoidance in The Wetland Plant *Acorus americanus*. *Aquatic Botany*, Volume 89, Issue 4, November 2008, p 390-396
- Ross A. F., 1959. Dinitrophenol Method for Reducing Sugar, In Potato Processing. Ed. W. F. Tulburt and O. Smith. S. 469 – 470. *Tavi Publishing co.* Wesport, Connecticut.
- SAS Institute Inc., 2003. 100 SAS Campus Drive Cary, NC 27513-2414 USA
- Siripornadulsil S., Train S., Verma D.P.S. ve Sayre R.T., 2002. Molecular Mechanisms of Proline-Mediated Tolerance to Toxic Heavy Metals in Transgenic Microalgae. *Plant Cell* 14, 2837-2847.
- Sonneveld C. ve Voogt T., 1983. Studies on The Salt Tolerance of Some Flower Crops Grown Under Glass. *Plant and Soil*, 74, 41-52.
- Türkan İ., Bor M., Özdemir F. ve Koca H., 2005. Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in the Leaves of Drought-Tolerant *P. acutifolius* Gray and Drought Sensitive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stress. *Plant Science*, 168; 223-231.
- Yaşar F., 2003. Tuz Stresi Altındaki Patlıcan Genotiplerinde Bazı Antioksidant Enzim Aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* Olarak İncelenmesi. Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yıldırım M., Akçal A. ve Kaynaş K., 2009. The Response of *Cyclamen hederifolium* to Water Stress Induced by Different Irrigation Levels, *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (6), 1069-1073 p, 20, March 2009.



Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

Nahit BEK^{1*}

<https://orcid.org/0000-0002-7767-9774>

Aşlı BEK²

<https://orcid.org/0000-0003-0013-6568>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Kamu Yönetimi

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi

*Sorumlu yazar: nahitbek@gmail.com

Özet

Bazı bilim insanları tarafından “21. yüzyılın vebası” olarak nitelendirilen Covid-19 salgını, insan yaşamını her açıdan etkisi altına alan küresel bir salgın olarak tarihteki yerini almıştır. Dünyanın işleyişini (siyasi, ticari, kültürel vb. ilişkiler) derinden sarsan covid-19 kurumsal yapıların işleyişini de aynı ölçüde etkilemiştir. Belediye yönetimleri de yerel ölçekte temel hizmet sağlayan kurumlar olması hasebiyle salgınla mücadelede ciddi bir imtihan vermişlerdir/vermektedirler. Etkisini hala devam ettiren covid-19 ile mücadelede belediyelerin görev ve yetkileri ile gerçekleştirdiği faaliyetler çalışmanın odak noktasında yer almaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi çalışmanın örneklemini oluşturmaktadır. Çalışmanın amacı İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin salgınla mücadele sürecinde gerçekleştirmiş olduğu faaliyetleri, görev ve sorumlulukları ile karşılaştırarak bu kapsamda bir değerlendirme yapmaktır. Uluslararası kuruluşların raporları, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin faaliyet raporları, ulusal ve yerel basında yer alan haberler araştırmanın verilerini elde etmek için yararlanılan kaynaklardır. Araştırma sonucunda İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin salgınla mücadele kapsamında sosyal yardımlar başta olmak üzere dezenfekte işlemleri, maske üretimi gibi normal dönemlerde gerçekleştirilen hizmetlerin dışında hizmetler sunduğuna rastlanmıştır. Bununla beraber merkezi idare ve diğer paydaşların dahil olduğu yönetim odaklı bir sürecin zayıf olduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Covid-19, İstanbul Büyükşehir Belediyesi, salgın, yerel yönetimler

Local Governments' Challenge With COVID-19: The Case Of Istanbul Metropolitan Municipality

Abstract

Described as the "plague of the 21st century" by some scientists, the Covid-19 epidemic has taken its place in history as a global epidemic that affects human life in every aspect. Covid-19, which profoundly shook the functioning of the world (political, commercial, cultural etc.), also affected the functioning of institutional structures to the same extent. Municipal governments also give a serious test in the fight against the epidemic, as they are institutions that provide basic services at the local scale. In the fight against Covid-19, which continues its impact, the duties and authorities of the municipalities and their activities are at the focus of the study. Istanbul Metropolitan Municipality constitutes the sample of the study. The study aims to evaluate by comparing the activities, duties, and responsibilities of Istanbul Metropolitan Municipality during the fight against the epidemic. The reports of international organizations, the annual reports of Istanbul Metropolitan Municipality, the news in the national and local press are the sources used to obtain the data of the research. As a result of the research, it was found that Istanbul Metropolitan Municipality provides extra services other than the services performed in normal periods, such as social assistance, disinfection processes, and mask production, within the scope of fighting the epidemic. However, it can be said that a governance-oriented process involving the central administration and other stakeholders is weak.

Keywords: Covid-19, Istanbul Metropolitan Municipality, epidemic, local governments

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

Giriş

Çin'in Vuhan kentinde 12 Aralık 2019 tarihinde ortaya çıkan Yeni Koronavirüs Hastalığı (coronavirus disease/COVID-19) salgını 11 Mart 2020'de Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından küresel salgın anlamına gelen "pandemi" ilan edilmiştir. Tüm dünyayı etkisi altına alan covid-19 pandemisi, bilinmeyenleri çok olan bu nedenle de dünyanın işleyişini derinden sarsan bir süreç olarak yaşanmaktadır. Pandemi, ekonomiden sosyal hayata kadar yaşamın her alanını etkilemiştir. Ülkeler arası ticaret durma noktasına gelmiş, insanlar kendilerini korumak için evlerine kapanmıştır. Toplumların fiziksel ve ruhsal sağlığını derinden etkileyen pandemi koşulları en çok kalabalık şehirlerde kendini hissettirmiştir. Hayatın normal seyrini değiştiren ve yeni normalleri hayatın her alanına sokan pandemi, nüfusun yoğun olduğu kentsel alanlarda etkisini daha fazla göstermektedir. Bu süreçte kentsel alanlarda vatandaşa hizmet sunma görevinin en önemli üstlenicilerinden olan belediyeler salgınla mücadelede de önemli bir yer edinmiştir. Nasıl ki hizmetlerin daha etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yerel yönetimlerin öneminden bahsediliyor ise salgın ve benzeri acil durumlara hızlı bir şekilde müdahale edebilmek için de aynı önemden bahsedilebilir. Nüfusun önemli bir kısmına ev sahipliği yapan belediyeler yayılım hızı yüksek olan covid-19 salgınıyla mücadelede öncelikli aktörler arasında yer almaktadır. Salgınla mücadelenin gereklilikleri doğrultusunda hizmet sunma yöntemlerini güncelleyerek salgının hızını hafifletmeyi hedefleyen belediyeler faaliyetlerinin ve hizmetlerinin birçoğunu e- belediye uygulamaları aracılığıyla internet üzerinden gerçekleştirme yoluna gitmişlerdir.

Salgının etkileri en çok sağlık sektörü üzerinde görülmekle birlikte ekonomik, kültürel ve sosyal başta olmak üzere pek çok alanı etkilemiştir. Bu noktada merkezi yönetimle birlikte yerel yönetimlere de sorumluluklar düşmektedir (Bilgili, 2020: 221). Belediyeler sağlıkla ilgili hizmetlerin dışında çeşitli kültürel ve sosyal etkinlikleri iletişim kanalları aracılığıyla gerçekleştirmiştir. Bu çalışmanın amacı COVID-19 salgını sürecinde İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin (İBB) salgınla mücadele kapsamında gerçekleştirmiş olduğu faaliyetleri sınıflandırarak ortaya koymak ve bu faaliyetlerin etkinliğini hem kanunlar hem de basında çıkan haberler çerçevesinde değerlendirmektir. Basında yer alan haberler salgınla mücadelede aksaklıklar olduğu varsayımını doğrulamaktadır. Bu varsayımdan yola çıkarak bulgular çerçevesinde mantıksal bir sonuç çıkarılmaya çalışılacaktır. Türkiye nüfusunun yaklaşık olarak %18,5'inin İstanbul'da ikamet etmesi ve buna bağlı olarak covid-19 vakalarının yoğun olması nedeniyle çalışmanın örnekleme İBB olarak belirlenmiştir.

Dünyada COVID-19 Salgını

Tarihin çeşitli dönemlerinde insanlık salgın hastalıklar ile karşı karşıya gelmiştir. 2019 yılında Çin'de ortaya çıkan ve 2020 yılında da pandemi ilan edilen covid-19 salgını tarihte karşılaşılan ilk salgın olmadığı gibi muhtemelen son salgında olmayacaktır. Amwas Vebası (639), Kara Veba (1347-1351), Kolera (1817), İspanyol Gribi (1918-1920), Hong Kong Gribi (1968-1969), Çiçek Hastalığı (1700), Domuz Gribi (1976-1988-2009), Kuş Gribi (1918-2005-2008) yaşanan salgınlar olarak tarihteki yerini almıştır. HIV/AIDS olarak adlandırılan ve etkisi hala devam eden İnsan Bağışıklığı Yetmezliği Virüsü nedeniyle 2017 yılı verilerine göre 36,7 milyon kişinin enfekte olduğu ve 1981 yılından itibaren 35 milyon kişinin HIV virüsü nedeniyle öldüğü bilinmektedir (Aslan, 2020: 36-38). Sadece yirmi birinci yüzyıla bakıldığında, 1970 sonrasında 1500 civarında hastalığa sebep olma niteliğinde patojen¹ tespit edilmiştir. Bu patojenlerin %70'i hayvansal kökenli olup, tamamı büyük bir salgına sebep olmadığı bilinmektedir (Budak ve Korkmaz, 2020: 63).

31 Aralık 2019 tarihinde Dünya Sağlık Örgütü Çin Ülke Ofisi, Çin'in Hubei Eyaletinin Vuhan kentinde sebebi bilinmeyen zatürre vakaları olduğunu bildirmiştir. Akabinde 5 Ocak 2020 tarihinde insanlarda daha önce görülmeyen yeni bir virüsün varlığı bildirilmiştir. İlk olarak 2019-nCoV olarak ifade edilen virüs COVID-19 olarak isimlendirilmiştir (Budak ve Korkmaz, 2020: 62)

Bulaşıcılığı olan ve salgın halinde görülen bir hastalığın pandemi olarak tanımlanabilmesi için hastalığa neden olan virüsün yeni bir virüs olmasının yanı sıra virüsün insandan insana kolay ve sürekli bulaşması gibi özellikler göstermesi gerekmektedir (Sevin vd., 2020: 8). COVID-19 ismi verilen yeni

¹ Fransızca pathogene kelimesinden gelen patojen, Türk Dil Kurumu Türkçe sözlüğüne göre hastalığa neden olan her tür mikrop olarak tanımlanmaktadır (TDK Güncel Sözlük).

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihanı: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

virüsün kolay ve sürekli bulaşma özelliği göstermesi DSÖ'nün bu salgını pandemi ilan etmesine neden olmuştur (Serinikli, 2021: 278). DSÖ'nün verilerine göre 2021 yılı Ağustos ayının sonunda tüm dünyada toplam 212 milyondan fazla kişi Covid-19 hastalığına yakalanmış olup, hastalık sebebiyle 4,5 milyondan fazla kişi yaşamını yitirmiştir (WHO, 2021). Öte yandan covid-19 virüsü değişimler geçirmekte olup dünya üzerinde çeşitli varyantlarına rastlanmaktadır. Alfa Varyantı, Gamma Varyantı, Delta Varyantı ve Beta Varyantı² COVID-19'un bilinen türevleridir. Bahsi geçen değişimlerin büyük bölümü virüsün ana özelliklerini değiştirmezken "mutasyon" olarak ifade edilen bazı değişimler, virüsün temel niteliklerini ve tesirini etkilemektedir (Euronews, 2021). Dünya COVID-19'a karşı bir teyakkuz halinde olup öte yandan mücadele çalışmaları hızla devam etmektedir. Covid-19 ile mücadele eden birçok ülke aşı çalışmaları yürütmektedir. Dünya genelinde 120'den fazla aşı üzerinde çalışıldığı ve bazılarının umut verici olduğu bilinmekle birlikte, bilim insanları salgının sadece aşı ile sona erebileceği gibi bir düşüncenin gerçeği yansıtmadığını belirtmektedirler (Sert Karaaslan, 2020: 1).

Türkiye'de COVID-19 Salgını ve Alınan Başlıca Tedbirler

Belediyelerin sağlıkla ilgili görevlerine değinmeden önce Türkiye'nin Covid-19 politikalarını ve covid-19 verilerini aktarmak belediyelerin içinde bulunduğu salgın durumunu anlamaya yardımcı olacaktır. Koronavirüs salgınının dünyada hızla yayılmaya başlamasına müteakip T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından 10 Ocak 2020' de enfeksiyon, göğüs hastalıkları, mikrobiyoloji, viroloji, acil tıp, yoğun bakım ve halk sağlığı uzmanı akademisyenlerden oluşan 31 kişilik bir Koronavirüs Bilimsel Danışma Kurulu (Bilim Kurulu) oluşturulmuştur. Bilim Kurulu hastalığın seyrini çok yönlü olarak takip etmeye, raporlamaya, tedavi protokollerini belirlemeye ve tedbirlerle ilgili görüş bildirmeye başlamıştır. Türkiye'de resmi olarak bildirilen ilk Covid -19 vakası 11 Mart 2020 tarihlidir. 17 Mart 2020 tarihinde ise Türkiye'de covid-19 kaynaklı ilk ölüm gerçekleşmiştir (TÜSPE Rapor, 2020/2: 29).

Salgının Türkiye'de görülmeye başlaması ve salgın kaynaklı ölümlerin yaşanmasıyla birlikte izlenen kamu politikaları da revize edilmiştir. Sosyal hayatın maske mesafe ve hijyen kuralları ile kontrollü sosyal hayat prensipleri çerçevesinde devam etmesi hayatın yeni normalleri arasına girmiştir. Bununla beraber salgın sürecinde Türkiye'de izlenen kamu politikalarını dört ana başlık etrafında toplamamız mümkündür. Bu başlıklar; Toplumsal bilinçlendirme çalışmaları, ulaşım ve dolaşımın kısıtlanması, Ekonomik önlemler ve düzenlemeler ile sosyal yardım ve dayanışmanın sağlanması şeklindedir. Ayrıca toplumsal tabanda karşılık bulan "evde kal" çağrısı, sosyal faaliyetlerin kısıtlanması, uzaktan eğitim modeline geçilmesi, uluslararası seyahatin kısıtlanması gibi süreci destekleyen politikalara da yer verilmiştir. Toplumsal bilinçlendirme, sportif faaliyetlere ara verilmesi, ulusal ve uluslararası dolaşımın kısıtlanması, ekonomik önlemler, vergi erteleme, vergi muafiyetleri, sağlık altyapısının güçlendirilmesi vb. uygulamalar da yine pandemi ile mücadelede ulusal ölçekte gerçekleştirilen uygulamaların başında gelmektedir (Turan, 2020: 14- 20). Türkiye'de ilk vakanın görüldüğü tarihten bugüne (9 Eylül 2021) kadar toplam vaka sayısı 6 milyon 39 bin 857 kişi iken, aynı tarih itibarıyla covid-19 nedeniyle hayatını kaybedenlerin sayısı 52 bin 860'tır (covid19.saglik.gov.tr/). Salgının yayılımını durdurmak için gerçekleştirilen faaliyetlerin başında aşılama çalışmaları gelmektedir. Türkiye'de acil kullanım onayı verilmesinin ardından ilk CoronaVac aşısı Sağlık Bakanı Koca'ya yapılmıştır (aa.com.tr). 8 Eylül 2021 tarihi itibarıyla toplam yapılan aşı sayısı 99 milyon 926 bin 213'tür. Bunlardan 1. doz uygulanan kişi sayısı 50 milyon 787 bin 277 kişi iken 2. doz uygulanan kişi sayısı ise 39 milyon 450 bin 82 kişidir (covid19asi.saglik.gov.tr/).

Belediyelerin Sağlıkla İlgili Görevleri

İnsan sağlığını ilgilendiren konular ile çevresel, toplumsal ve ekonomik etkenler birbirinden bağımsız değildir. Başka bir ifadeyle insan sağlığı çevresel, toplumsal ve ekonomik etkenlerle doğrudan ilgilidir. Bireyin sağlığını korumak için altyapı hizmetleri, hava kirliliği, gürültü kirliliği, çevre kirliliği gibi olumsuz etkenlerin giderilmesi gerekmektedir (Şahin, 2009: 1). 1961 tarih ve 224 sayılı Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Hakkında Kanun'a göre sağlık: "yalnız hastalık ve maluliyet hallerinin bulunmamasından ibaret olmayıp, fiziki, ruhi ve sosyal bakımdan tam bir iyilik hali" olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla sağlık denilince akla ilk gelen beden sağlığı yani hasta/sağlıklı olma

² Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), Koronavirüs'ün bugüne dek ortaya çıkan mutasyonlarından dördünü (Alfa, Beta, Gamma, Delta) "Endişe Verici Varyant" (VOC), sekizini ise "İzlenmesi Gereken Varyant" (VOI) olarak tanımlamıştır.

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

halini değil birçok etkeni içeren geniş bir çerçeveyi düşünmek gerekmektedir. Bu çerçevede ulusal ve yerel ölçekte birçok aktör karşımıza çıkmaktadır. Ancak bu çalışmada yerel yönetim birimleri arasında yer alan belediyelerin sağlıkla ilgili görev ve yetkileri ele alınacaktır.

Belediyeler, insan sağlığı, hayvan sağlığı, altyapı hizmetleri, çevre temizliği, gürültü kirliliğinin önlenmesi ve gıda üretiminin sağlıklı koşullarda gerçekleşmesi gibi birçok konuda kanunlarla yetkili kılınmıştır. Belediyelerin sağlıkla ilgili faaliyetlerde bulunabilmesi için hukuken yetkili sayılması gerekmektedir. 3.7.2005 tarihli ve 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 14. maddesi belediyelerin görev ve sorumluluklarını belirtmektedir. Bu maddeye göre belediyelerin sağlıkla ilgili başlıca görevlerini aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür;

- *Kentsel altyapı hizmetleri³
- *Çevre ve çevre sağlığı
- *Temizlik ve katı atık
- *Zabıta⁴
- *Acil yardım, kurtarma ve ambulans
- *Ağaçlandırma, park ve yeşil alanlar
- *Sağlıkla ilgili tesislerin açılabilmesi ve işletilebilmesi
- *Halk sağlığına ve çevreye etkisi olan iş yerlerini kentin belirli yerlerine toplamak
- *Çevre kirliliği oluşmaması için gereken tedbirleri almak (5393 sayılı Belediye Kanunu, m.14).

5393 sayılı Belediye Kanunu'nda yukarıda sayıldığı şekliyle sağlıkla ilgili görev ve sorumluluklara yer verilmiştir. Bununla beraber 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'nda da belediyelerin sağlıkla ilgili görevlerine yer verilmiştir. 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu'na göre belediyelerin sağlıkla ilgili görevleri:

- *Sürdürülebilir kalkınma ilkesine uygun olarak çevrenin, tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasını sağlamak,
- *Ağaçlandırma yapmak,
- *Halk sağlığına ve çevreye etkisi olan iş yerlerini kentin belirli yerlerine toplamak,
- *Büyükşehir katı atık yönetim planını yapmak, yaptırmak,
- *Zabıta hizmetlerini yerine getirmek,
- *Gıda ile ilgili olanlar dahil birinci sınıf gayrisihhi müesseseleri ruhsatlandırmak ve denetlemek,
- *Yiyecek ve içecek maddelerinin tahlilini yapmak üzere laboratuvarlar kurmak ve işletmek,
- *Gerektiğinde sağlık hizmetleri için bina ve tesisler yapmak,
- *Su ve kanalizasyon hizmetlerini yürütmek, derelerin ıslahını yapmak,
- *Doğal afetlerle ilgili planlamaları ve diğer hazırlıkları büyükşehir ölçeğinde yapmak,
- *Sağlık merkezleri, hastaneler, gezici sağlık üniteleri kurmak, işletmek veya işlettirmek,
- *Sağlıkla ilgili tesislerin bakım ve onarımını gerçekleştirmek.

³ Kanalizasyon, imar, su vb.

⁴ Örneğin, gıdaların kent sakinlerine ulaşması sürecinin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi hususunda kontrol ve denetim faaliyeti çerçevesindeki zabıta hizmetleri.

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu'nda belediyelerin sağlıkla ilgili başlıca görevleri olarak sayılmaktadır (5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu, m.7). Ayrıca 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 38. maddesinde belde halkının huzur, esenlik, sağlık ve mutluluğu için gereken önlemleri almak belediye başkanının görevleri arasında sayılmaktadır. Belediye ve Büyükşehir Belediye Kanunlarına ek olarak 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu sağlıkla ilgili hizmetlerin sunumu ve kurumların koordinasyonunu açıklamaktadır. Ayrıca, 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 20. maddesinde belediyelerin salgın hastalıklarla mücadele etmesi görevi yer almaktadır. 1593 sayılı kanun şehir, kasaba ve köylerdeki sağlığın korunması veya halk sağlığıyla ilgili yardımların gerçekleştirilmesi hususunda belediyelere ve diğer mahalli idarelere lüzumu halinde görev verilebileceğini ve bu idarelerin görev ve sorumluluklarını tanımlamaktadır (Demir Uslu, 2021: 925). Beledi nitelikteki hizmetlerinin sağlıkla doğrudan ilgili olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu hizmetlerde meydana gelebilecek aksaklıklar halk sağlığını tehlikeye düşürme potansiyeline sahiptir (Gürün, 2018: 131).

YÖNTEM

Araştırmanın amacı ve önemi, kapsamı ve sınırları, veri toplama yöntemi ve analiz tekniği, geçerliği ve güvenilirliği yöntem başlığı altında anlatılmıştır. Araştırma yöntemleri nicel ve nitel yöntemler olmak üzere ikiye ayrılır. Bazı akademik çalışmalarda her iki yöntemden de yararlanıldığına rastlanmaktadır. Bu çalışmada nitel araştırma tekniklerinden yararlanılmıştır. Kapsayıcı bir terim olan nitel araştırma tanımlama, çözme, yorumlama ve anlamlı ilgi terimler bulmaya çalışan teknikleri içeren sistematik bir süreci ifade etmektedir (Sharan, 2015:13). Bu çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Doküman analizi, yazılı belgeleri sistematik bir biçimde analiz etmek için kullanılan bir nitel araştırma yöntemidir. Doküman analizi basılı ve elektronik olmak üzere tüm kaynakları incelemek amacıyla kullanılan bir yöntemdir (Kıral, 2020: 173). Araştırma kapsamında başta Belediye Kanunu ve Büyükşehir Belediye Kanunu olmak üzere yasalarca belediyelere verilen görevler (sağlıkla ilgili görevler) ortaya koyulmuştur. Ulusal ve yerel basında yer alan haberler ve belediyenin raporları⁵ doğrultusunda İBB'nin salgınla mücadele sürecinde gerçekleştirdiği faaliyetlere yer verilerek belediyelerin görev ve yetkileri kapsamında karşılaştırması yapılmıştır. Belediyelerin sağlıkla ilgili görev ve sorumlulukları ile İBB'nin salgınla ilgili faaliyetleri tablolaştırılarak karşılaştırılacak olup, olağan üstü bir süreç olan pandemi koşullarında gerçekleştirilen faaliyetlerin tablo içinde/dışında kalma durumu da ortaya koyulacaktır.

Amaç ve Önem

Salgınlar bulaşı oranı yüksek olan ve toplum sağlığını tehdit eden hastalık süreçleridir. Salgınlar virüsün yapısına göre değişmekle birlikte insan nüfusunun kalabalık olduğu alanlarda hızlı bir şekilde yayılım göstermektedir. Türkiye'de nüfusun %93'ünün il ve ilçe merkezlerinde yaşadığı göz önüne alındığında belediyelerin ve büyükşehir belediyelerinin salgından en çok etkilenen idareler olduğu gerçeği karşımıza çıkmaktadır (data.tuik.gov.tr, 2021). İşte bu noktada araştırmanın amacı, İBB'nin salgınla mücadele sürecinde gerçekleştirmiş olduğu faaliyetleri, görev ve sorumlulukları ile karşılaştırarak bu kapsamda bir değerlendirme yapmaktır. Araştırma, İstanbul'un nüfus bakımından Türkiye'nin en kalabalık şehri olması açısından önem taşımaktadır.

Kapsam ve Sınırlar

Araştırma kapsamında belediyelerin sağlıkla ilgili kanuni görevleri ve salgın döneminde gerçekleştirmiş oldukları faaliyetler incelenmiştir. Araştırma İBB ile sınırlı tutulmuştur. İBB'nin salgın sürecinde gerçekleştirmiş olduğu faaliyetler belediyenin resmi raporlarından alınmış olup basında yer alan haberlerle desteklenmiştir.

Veri Toplama Yöntemi ve Analiz Tekniği

Türkiye'de Koronavirüs vakalarının %60'ı İstanbul'da görülmektedir (koronavirus.ibb.istanbul). Bu nedenle İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından "koronavirus.ibb.istanbul" adıyla

⁵ İBB, Mart-Nisan 2020 dönemi ve Mayıs- Haziran 2020 dönemlerini kapsayan iki adet kapsamlı faaliyet raporu yayınlamıştır. Bununla beraber, güncel durum raporları, değerlendirme raporları ve acil tedbir önerileri şeklinde olmak üzere çeşitli dokümanlar koronavirus.ibb.istanbul adresinde yer almaktadır. Çalışma kapsamında değerlendirilen veriler faaliyet raporları esas alınarak hazırlanmıştır.

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

resmi bir site kurulmuştur. Araştırmada kullanılan raporlar İBB'nin kurmuş olduğu siteden alınarak çalışmaya veri teşkil etmiştir. Raporlarda yer alan bilgiler daha sonra yazıya dökülerek yorumlanmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler belediyelerin sağlıkla ilgili görevleriyle karşılaştırılarak bulgulara ulaşılmıştır.

Geçerlilik ve Güvenirlilik

Tüm araştırmalarda olduğu gibi nitel araştırmalarda da geçerlik ve güvenilirlik büyük öneme sahiptir. *Trustworthines*, geçerlilik ve güvenilirlik ile ilgili nitel araştırmalarda kullanılan bir kavramdır. Lincoln ve Guba tarafından 1985 yılında geliştirilen *Trustworthines*'in inandırıcılık, transfer edilebilirlik, değişmezlik ve teyitedilebilirlik olmak üzere dört temel ilkesi bulunmaktadır (Güler vd, 2015: 385).

İç geçerliliğin karşılığı olan inandırıcılık toplanan verilerin doğruluğunu teyit etmek anlamına gelmektedir. İnandırıcılığı sağlamaya yönelik yoğun ve uzun süreli katılım ve çeşitlilik olmak üzere iki yol bulunmaktadır. Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan raporlara ulaşılan tarih ve raporların kaynağının açıkça sunulması benzer konuda çalışma yapacak kişilerin aynı verilere ulaşabilmelerini sağlamaktadır. Bu durum araştırmanın inandırıcılığını ortaya koymaktadır. Veri toplama ve analiz sürecinde tutarlı bir yol izlenerek, veriler nesnel ve tarafsız bir şekilde aktarılmıştır.

BULGULAR

Bu başlık altında, araştırma kapsamında incelenen ikincil verilerden hareketle İBB'nin covid-19 ile mücadelesi kapsamında gerçekleştirdiği faaliyetlere yer verilmiştir. Ayrıca kanunların belediyelere tanıdığı sağlıkla ilgili görevler ile salgın döneminde gerçekleştirdiği faaliyetler tablolastırılarak farklılıklar gösterilmeye çalışılmıştır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Salgınla Mücadele Faaliyetleri

Covid-19 salgınının ortaya çıkmasıyla birlikte vaka sayılarının en sık görüldüğü yerleşim alanları kentler olmuştur. Bu durumun temel nedeni kentsel alanlardaki nüfus yoğunluğunun ortaya çıkarmış olduğu bulaş riski olarak kabul edilmektedir. İstanbul, 15 milyonun üzerinde nüfusu ile Türkiye'nin en kalabalık şehri durumundadır. Bu kalabalık nüfus salgının yayılım hızını da etkilemektedir. Bu nedenle salgınla mücadele kapsamında İBB'ye önemli sorumluluklar düşmektedir. İBB'nin salgınla mücadele kapsamında gerçekleştirdiği faaliyetleri, kamuoyunda farkındalık oluşturma, eğitim ve kültür, sosyal yardımlar ve sağlık hizmetleri alanında yapılan çalışmalar olarak dört başlık altında sınıflandırabiliriz.

Kamuoyunda farkındalığın oluşması amacıyla pandemi ilan edilmeden önce faaliyetlerine başlayan İBB yazılı ve görsel bilgilendirme çalışmaları kapsamında; üst geçit, billboard, raket afiş, afiş, elektrik direği dikey afiş, metro, tramvay, otobüs, şehri hatları vapurları ve meydanlarda bulunan bilgi ekranlarında spotlar yayınlamıştır. İBB basın yayın müdürlüğü ve halkla ilişkiler müdürlüğü aracılığıyla 2020 yılı Mart ayında 300 bin adet broşür dağıtılmıştır. İBB'nin web sayfası üzerinden DSÖ'nün COVID-19'la ilgili bilgi notu erişime açılmıştır. Banner⁶ ile koronavirüse karşı alınabilecek tedbirleri içeren 14 kural yayınlanmıştır. Bilgilendirme çalışmaları işaret dilinde videolar haline getirilerek paylaşılması, İBB personeline koronavirüs bilgilendirme kitapçıklarının dağıtılması, "sorularla yeni koronavirüs" adlı videonun hazırlanarak yayınlanması, halkın salgınla ilgili sağlıklı bilgiye ulaşabilmesi adına "koronavirus.ibb.istanbul" adlı sitenin yayına alınması vb. uygulamalar şeklinde süreklilik arz etmiştir. İBB'nin koronavirüsle mücadele faaliyet raporları incelendiğinde düzenli olarak bu faaliyetlere yer verildiği görülmektedir (koronavirus.ibb.istanbul).

Eğitim ve kültür faaliyetleri kapsamında ilk olarak planlanmış olan eğitim ve kültür faaliyetlerinin iptal edilmesi veya ertelenmesi sağlanmıştır. Müze ve kütüphane faaliyetleri geçici olarak durdurulmuş olup kültür sanat faaliyetlerinin gerçekleştirildiği salonların dezenfeksiyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Evde kalanların egzersiz yapabilmesi için online spor tesislerinin açılması, sosyal

⁶ Banner: Reklam ve tanıtım amaçlı hazırlanan, web siteleri, mobil uygulamalar ve gazetelerde başlık, içerik içinde ya da alt kısımda yer alabilecek ölçülerde ya da afiş olarak, tasarlanmış kurumsal iletişim öğesidir. Genelde logo ile bütünleşik olarak kullanılır.

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

medya üzerinden halk konseri tertibi, İstanbul kitapçısı şubelerinin online ortamlara taşınması ve indirimli kitap satışlarının gerçekleştirilmesi, Dünya Tiyatrolar Günü'nde online oyunların sergilenmesi, sanatsal etkinliklerin dijital platformlara aktarılması, “gezgin söyleşileri” formatıyla İstanbul'un tanıtımına ve turizme yönelik söyleşilerin gerçekleştirilmesi, online satranç turnuvası düzenlenmesi, covid-19 konuşmaları video seminerleri düzenlenmesi, dünya kentleriyle salgın süreciyle ilgili bilgi alışverişinde bulunulması, engelli bireylere yönelik evde spor faaliyetleriyle ilgili videolar yayınlanması İBB'nin salgınla mücadele kapsamında gerçekleştirdiği sosyal ve kültürel faaliyetlerin başında gelmektedir.

Salgınla mücadele alanında önemle üzerinde durulması gereken bir başka faaliyet alanı da salgından ekonomik açıdan olumsuz etkilenenlere yönelik gerçekleştirilen sosyal yardımlardır. Bu kapsamda İBB'nin gerçekleştirmiş olduğu sosyal yardımların başlıcaları; borçlardan kaynaklı su kapama faaliyetleri durdurularak borçları nedeniyle suyu kapalı olan vatandaşların sularının açılması, hasta ve yaşlı aboneler için Mobil İSKİ'nin aktif ve kesintisiz bir biçimde çalışmaya başlaması, beş farklı dilde koronavirüs bilgilendirme animasyonlarının hazırlanarak göçmen ve yabancı nüfusun yoğun olarak kullandığı iletişim kanallarında yayınlanması, sağlık çalışanlarına İSPARK ve toplu ulaşımın ücretsiz hale getirilmesi, hastane ve çevresindeki otoparkların vatandaşlar için ücretsiz hale getirilmesi, engelli ve 65 yaş üstü vatandaşların adreslerinin belirlenerek 65 yaş üzeri vatandaşların acil ihtiyaçlarının karşılanması, otel sahipleriyle işbirliği yapılarak sağlık çalışanlarına konaklama imkanı sunulması, psikolojik danışma hattı kurularak İstanbullulara psikolojik destek sağlanması, evsizlere barınma desteğinin sağlanması, ihtiyaç sahibi ailelere market alışverişi desteği sağlanması, askıda fatura uygulaması ile hayırseverler tarafından ihtiyaç sahibi ailelerin faturalarının ödenmesine aracılık edilmesi, ihtiyaç sahiplerine dağıtılmak üzere gıda kolilerinin hazırlanması İBB'nin koronavirüsle mücadele faaliyet raporlarına yansayan uygulamalardır.

Sağlık ile ilgili hizmetler tasnifinde ise öncelikli olarak temizlik faaliyetlerinin artırılarak gerçekleştirildiğini görmekteyiz. Bu kapsamda; aylık koruyuculuğu olan nano teknoloji ile üç düzeyde temizlik faaliyetleri, vapurlar ve iskelelerde 2 aylık koruyuculuğu olan dezenfektan yapılması, otobüslerin tüm yüzeylerinin günlük periyotlarla deterjan ile temizlenmesi, mobil dezenfeksiyon ekiplerinin oluşturulması, metrobüs istasyonlarına ve tramvay hattına el dezenfeksiyon ünitelerinin yerleştirilmesi, İBB'ye ait kapalı mekanlarda dezenfeksiyon işlemlerinin yapılması, kamuya ait ibadethaneler, adliye binaları, hastahaneler ve sağlık kuruluşlarında dezenfeksiyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi, camilerle birlikte farklı dinlere ait ibadethanelerin dezenfekte edilmesi, tıbbi atıkların toplanması faaliyetlerinin hızlandırılarak tıbbi atık yakma tesislerinin 24 saat çalışır hale getirilmesi, İGDAŞ'ın ana hizmet binalarına ısı ölçer termal kameraların kurulması, iş yerlerinin açılması ve kapanmasına yönelik denetimlerin gerçekleştirilmesi, ruhsatı İBB tarafından verilen işyerlerinin denetlenmesi faaliyetleri, İBB'ye bağlı tıp merkezlerinde acil yardım ambulanslarının görevlendirilmesi, il sağlık müdürlüğü araçlarına dezenfekte hizmeti sunulması, maske üretiminin gerçekleştirilmesi, “yeni normal”e geçişle birlikte yeniden açılmaya yönelik tedbirlerin alınması, mahalle muhtarlıklarına maske ve dezenfektan dağıtımının gerçekleştirilmesi, toplu taşımada karekod ile mobil geçiş işlemlerinin başlatılması İBB'nin salgınla mücadele faaliyetleri arasında yer alan uygulamalardır.

İBB'nin koronavirüsle mücadele faaliyet raporları incelendiğinde, vatandaşların evrak işlemlerinin fiziki ortamlardan kaldırılarak online işlemler halinde hizmet vermeye başlanması, sokak hayvanlarının beslenmesi için kuru mama dağıtım işlemleri, belediye başkanlığı nezdinde yetki ve sınırlar dahilinde kurulların⁷ oluşturulması, İstanbul Kart'a temassızlık özelliğinin getirilmesi gibi teknolojik imkanlarla bulaş riski azaltılmaya çalışılmıştır. Basında yer alan haberlerde de İBB'nin salgınla mücadelede aldığı tedbirlere ve bu kapsamda gerçekleştirdiği uygulamalara rastlanmaktadır. Sputniknews haber sitesinde İBB başkanlığında sivil toplum kuruluşları (stk) ve gönüllülerin birlikteliğiyle İstanbul Yardımlaşma ve Koordinasyon Merkezi'nin kurulduğu ve valiliğin gerçekleştirmiş olduğu gıda yardımlarına lojistik manada destek sağlandığı bilgisi yer almaktadır (tr.sputniknews.com, 2020). Marmara Belediyeler Birliği'nin internet sitesinde İBB'nin girişimleriyle

⁷ Şehirler arası otobüsle seyahatlerin temini, denetlenmesi ve düzenlenmesi için “Otogarda Seyahat İzin Kurulu”nun oluşturulması gibi.

Yerel Yönetimlerin COVID-19 ile İmtihani: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği

2000 civarında otel odasının sağlıkçıların kullanımına açıldığı ifade edilmiştir (marmara.gov.tr, 2020). Anadolu ajansında yer alan haberde ise İBB'nin ihtiyaç sahibi ailelere destek olmak için yardım kampanyası başlattığı, sürecin dayanışma ve seferberlik ruhu ile aşılabacağı belirtilerek böyle bir kampanyanın başlatıldığına yer verilmiştir (aa.com.tr, 2020). Ayrıca, ulusal basında, "İBB'nin Sosyal Yardımları Kesildi.", "İBB Binlerce Vatandaşın Sosyal Yardımını Kesip Borç Avans Sistemini Getirmiş." (haber365.com.tr; sabah.com.tr) başlıklarıyla yer alan haberlere de rastlanmaktadır. Borç avans sistemi, İBB'nin resmi internet sitesinde "İBB'den İstanbulluya Nakit Destek" başlığıyla duyurulmuştur (www.ibb.istanbul, 2021). Benzer haberler toplu taşımada yaşanan yoğunluğa yönelik olarak, İBB'nin salgın döneminde yeterli ek sefer koymadığı ve pandemi sürecinde toplu taşıma sistemini verimli yönetemediği şeklinde ulusal basında yer almıştır (sabah.com.tr). Bu yönde çıkan haberler, İBB'nin salgınla mücadele faaliyet raporlarında yer alan verilerle örtüşmemektedir.

Tablo 1: Büyükşehir Belediyelerinin Sağlıkla İlgili Görevleri ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin COVID-19 ile Mücadele Kapsamında Gerçekleştirdiği Faaliyetler

Sıra No	Büyükşehir Belediyelerinin Sağlıkla İlgili Görevleri	İBB'nin COVID-19'la Mücadelede Gerçekleştirdiği Faaliyetler
1	Çevrenin, tarım alanlarının ve su havzalarının korunmasını sağlamak	Bilgilendirme faaliyetlerinin yapılması
2	Ağaçlandırma yapmak	Dezenfeksiyon işlemlerinin yapılması
3	Halk sağlığına ve çevreye etkisi olan iş yerlerini kentin belirli yerlerine toplamak	Kültürel faaliyetlerin internet ortamına taşınması
4	Büyükşehir katı atık yönetim planını yapmak, yaptırmak	Online sosyal etkinliklerin düzenlenmesi
5	Zabıta hizmetlerini yerine getirmek	Borç nedeniyle su kapama faaliyetlerinin durdurulması
6	Gıda ile ilgili olanlar dahil birinci sınıf gayrisihhi müesseseleri ruhsatlandırmak ve denetlemek	İhtiyaç sahiplerine psikolojik destek sağlanması
7	Yiyecek ve içecek maddelerinin tahlilini yapmak üzere laboratuvarlar kurmak ve işletmek	65 yaş üstü insanların acil ihtiyaçlarının karşılanması
8	Gerektiğinde sağlık hizmetleri için bina ve tesisler yapmak	Sağlık çalışanları için konaklama imkanı sağlanması
9	Su ve kanalizasyon hizmetlerini yürütmek, derelerin ıslahını yapmak	Mobil dezenfeksiyon ekiplerinin oluşturulması
10	Doğal afetlerle ilgili planlamaları ve diğer hazırlıkları büyükşehir ölçeğinde yapmak	Maske üretiminin gerçekleştirilmesi
11	Sağlık merkezleri, hastaneler, gezici sağlık üniteleri kurmak, işletmek veya işlettiirmek	Bulaşı riskini azaltmak için İstanbul Kart'a temassızlık özelliğinin getirilmesi
12	Sağlıkla ilgili tesislerin bakım ve onarımını gerçekleştirmek	İhtiyaç sahibi ailelere destek olmak için yardım kampanyası düzenleme

İBB'nin salgın döneminde gerçekleştirdiği faaliyetler kanunların belediyelere verdiği sağlıkla ilgili görevleri kapsamakla birlikte birçok açıdan farklılık arz etmektedir. Tablo 1'e bakıldığı zaman kanunların büyükşehir belediyesine verdiği görevler ile salgın döneminde gerçekleştirilen görevler arasında farklılıklar görülmektedir. Olağan dönemlerde yer almayan görev ve sorumlulukların salgınlar vb. olağanüstü dönemlerde gerçekleştirildiği görülmektedir. Salgın döneminde gerçekleştirilen faaliyetleri sağlıkla ilgili görevler kapsamında değerlendirdiğimiz zaman, dezenfeksiyon işlemlerinin gerçekleştirilmesi, maske üretimine başlanması, sağlık çalışanlarına sunulan destekler önde gelen faaliyetler olarak bulgular arasında yer almaktadır. Ancak faaliyet raporları ve basında çıkan haberler incelendiğinde karşılaşılan tablo, İBB'nin sosyal yardım faaliyetlerine yönelik çalışmalara ağırlık verdiğini ortaya koymaktadır. Belediyeye su borcu olan vatandaşların temiz suya ulaşımını sağlamak için borçların ertelenmesi, 65 yaş üstü insanların acil ihtiyaçlarının karşılanması, salgından psikolojik olarak etkilenenlere psikolojik destek sağlanması, ekonomik açıdan ihtiyaç sahipliği bulunanlara maddi destekte bulunulması gibi sosyal yardım faaliyetleri araştırmadan elde edilen bulgular arasındadır. Ayrıca kültürel faaliyetlerin online olarak gerçekleştirilmesi de araştırmadan elde edilen bulgulardandır.

Değerlendirme ve Sonuç

Hayatın akışını temelden sarsan COVID-19 gibi küresel ölçekli salgınlar hem merkezi hem de yerel yönetim birimlerinin faaliyetlerini de doğrudan etkilemektedir. Bu kapsamda belediyeler de hizmetlerini salgın şartlarına göre revize ederek gerçekleştirmektedirler. Normal dönemde yerine getirmiş olduğu hizmetlerin salgın döneminde aksamaması ve salgınla mücadeleye uygun bir şekilde sürdürülebilmesi için belediyelere büyük sorumluluklar düşmektedir. Bir yandan vatandaşların belediyeden aldığı hizmetin aksamaması gerekirken diğer yandan bu hizmetlerin toplum sağlığını tehdit etmeyecek şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. İstanbul, nüfusun çokluğuyla doğru orantılı şekilde COVID-19 vakaları en yüksek olan şehirlerin başında gelmektedir. İBB gibi kalabalık bir nüfusa hizmet sunan bir yerel yönetim biriminin hizmetleri de salgınla mücadele kapsamında çeşitlilik göstermektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında İBB'nin salgın döneminde gerçekleştirdiği faaliyetler bilgilendirme çalışmaları, kültürel faaliyetler, sosyal yardımlar ve sağlık ile ilgili faaliyetler olarak temel bir sınıflandırmaya tabii tutulmuştur. Bu kapsamda kanunla belediyelere verilen görevlerin (sağlıkla ilgili) dışında salgınla mücadeleye yönelik faaliyetler ön plana çıkmaktadır. Bu faaliyetler arasında ise salgından olumsuz etkilenen vatandaşlara yönelik gerçekleştirilen sosyal yardımlar ön planda yer almaktadır. Ayrıca belediyenin normal dönemlerde yerine getirdiği temizlik faaliyetlerinde ciddi oranda artış gerçekleşmiştir. Salgının bulaşı riskini azaltmak için dezenfeksiyon çalışmaları gerçekleştirilerek belediyenin yetkisi altında olan alanlar dezenfekte edilmiştir. Tüm bu faaliyetlerin yanı sıra ulusal basında olumlu ve olumsuz haberlere rastlanılmaktadır. Sosyal yardımların kesilerek ihtiyaç sahiplerine borç verilmek suretiyle destek sağlanması ve toplu taşımada yaşanan aksaklıklar gibi olumsuz gelişmeler bu haberlerin başında gelmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında İBB'nin salgınla mücadele sürecinde yürüttüğü faaliyetlerin belediye kanununda yer alan görevlerden farklılaştığı görülmektedir. Bu farklılık salgının türü ve salgınla mücadelenin gereklilikleriyle ilgili bir durumu ortaya koymaktadır. İBB'nin imkanları dahilinde bir mücadele yürüttüğü gözlenmiştir. Bununla beraber basında yer alan haberler ışığında sürecin yürütülmesinde eksiklikler olduğu söylenebilir. Sonuç olarak salgın döneminde yerel yönetimlerin faaliyetleri hastalığın seyrine ve halk sağlığı üzerindeki etkilerine göre çeşitlilik arz etmektedir. Bu kapsamda belediyeler yerine getirdiği hizmetleri ihtiyaçlar doğrultusunda revize ederek çözüm üretmeye çalışmaktadır. Yerel yönetimlerin kendi kriz masalarını oluşturarak hizmetleri daha hızlı ve verimli bir şekilde yerine getirmek istemeleri olumlu bir gelişme olmakla beraber ulusal hatta küresel ölçekte bir salgınla mücadele yürütülürken yerel ve merkezi birimlerin iş birliği içerisinde faaliyette bulunması daha etkili bir mücadele ortaya koyacaktır. Basında yer alan haberler, hizmet sunulan nüfusun büyüklüğü ve salgının boyutları göz önüne alındığında sürece katkı sunabilecek tüm paydaşların dahil edildiği bir kriz yönetim sürecinin paydaşı olarak gerçekleştirilecek bir mücadelenin daha verimli olacağı söylenebilir.

Kaynakça

- Aslan, Recep (2020). "Tarihten Günümüze Epidemiler, Pandemiler ve Covid-19" *Ayrıntı Dergisi*, 8(65), 35-41.
- Budak, Fatih ve Korkmaz, Şerif (2020). COVID-19 Pandemi Sürecine Yönelik Genel Bir Değerlendirme: Türkiye Örneği. *Sosyal Araştırmalar ve Yönetim Dergisi*, (1), 62-79.
- Bilgili, Muhammed Yunus (2020). Merkezi Yönetim, Yerel Yönetimler ve Koronavirüs (COVID- 19) Salgını, *Turkish Studies*, 15(6), 219-235
- Demir Uslu, Yeter (2021). Yerel Yönetimlerin Sağlık Hizmet Sunum Roller ve Faaliyetleri: AB Ülkeleri ve Türkiye, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 56(2), 923-940
- Güler, Ahmet, Halıcıoğlu, Bülent, Taşğın, Serkan (2015). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma*. Seçkin Yayınevi: Ankara.
- Gürün, Fethi, (2018). Belediyelerde Sağlık Hizmetlerinin Türk Mevzuatındaki Yeri, *Üsküdar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, S.6, ss.125-150
- İBB Koronavirüsle Mücadele İçin Yardım Kampanyası Başlattı, <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/ibb-koronavirusle-mucadele-icin-yardim-kampanyasi-baslatti/1784820>, Erişim tarihi: 2.09.2021
- İBB Koronavirüsle Mücadele Faaliyet Raporu Mart-Nisan 2020, <https://4sdh5ekllrln.merlincdn.net/wp-content/uploads/2020/06/iBB-Koronavirus-Faaliyet-Raporu-Mart-Nisan.pdf> Erişim tarihi 20.8.2021
- İBB Koronavirüsle Mücadele Faaliyet Raporu Mayıs-Haziran 2020, <https://4sdh5ekllrln.merlincdn.net/wp-content/uploads/2020/12/covit-bulten-mayis-haziran-YEDEK01.pdf> Erişim tarihi 20.8.2021
- İBB Bilimsel Danışma Kurulu 3. Zirve Değerlendirme Raporu Nisan 2021, <https://koronavirus.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2021/04/IBB-BDK-3.zirve-raporu.pdf> Erişim tarihi 21.8.2021
- "İlk KoronaVac Aşısı Sağlık Bakanı Fahrettin Koca'ya Yapıldı" <https://www.aa.com.tr/tr/koronavirus/ilk-koronavac-asisi-saglik-bakani-kocaya-yapildi/2108932>, Erişim Tarihi: 30.08.2021
- İşlek Elif, Özatkan Yonca, Bilir Merve, Arı Hakan Oğuz, Çelik Hüseyin ve Yıldırım Hasan Hüseyin (2020). COVID-19 Pandemi Yönetiminde Türkiye Örneği: Sağlık Politikası Uygulamaları ve Stratejileri. *TÜSPEC Rapor: 2020/2*, TÜSPE Yayınları, Ankara.
- Kıral, Bilgen (2020). Nitel Bir Veri Analizi Yöntemi Olarak Doküman Analizi, *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı:15, ss.170-189
- Sevin, Ayşe Ece, Bektaş Otman, Burcu, Çelen, Emine, Kozikoğlu, Emir, Oğuz, Kadir Burak, Kavak, Kubilay, Bitlis, Melis, Şalgam, Sultan ve Çınar, Şimal (2020) Bir Eko-Sosyal Kriz olarak COVID-19 salgını ve sürdürülebilirlik. *Escarus Yayınları*, İstanbul.
- Serinikli, Nilüfer (2021). "COVID-19 salgın sürecinde örgütsel değişim: uzaktan/evden çalışma modeli". *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi The Journal of International Social Sciences*, 31(1), ss: 277-288.
- Sert Karaaslan, Yeşim (2020). "Dünya'da Kovid-19'a Karşı 120'den Fazla Aşı Üzerinde Çalışılıyor" <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/dunyada-kovid-19a-karsi-120-den-fazla-asi-uzerinde-calisiliyor/2039664>, Erişim Tarihi: 20/08/2021
- Şahin, Salih Kenan (2009). Sağlıkta Yerel Yönetimlerin Rolü, <https://www.sdplatform.com/Yazilar/Kose-Yazilari/181/Saglikta-yerel-yonetimlerin-rolu.aspx>
- Sharan B. Merriam (2015) *Nitel Araştırma Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*, (çev. Selahattin Turan), Nobel Akademik Yayıncılık
- Sputnik Türkiye (2020). İstanbul'da Yeni koronavirüs Önlemleri, İBB'ye ait Spor Salonları ve Atatürk Havalimanı Hastane Olarak Kullanılabilir" <https://tr.sputniknews.com/20200327/imamoglu-koronavirus-onlemlerini-acikladi-sokaga-cikmamayla-ilgili-kararlar-daha-radikal-sekilde-1041697716.html>, Erişim tarihi: 01.09.2021
- Marmara Belediyeler Birliği, (2020). İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Koronavirüs Tedbirleri, <https://marmara.gov.tr/covid-19/istanbul-buyuksehir-belediyesinin-koronavirus-tedbirleri/>, Erişim tarihi: 01.09.2021
- T.C. Sağlık Bakanlığı Covid-19 Aşısı Bilgilendirme Platformu, 2021 <https://covid19asi.saglik.gov.tr/>, Erişim Tarihi: 09.09.2021

- Turan, Abdulmenaf, (2020). Türkiye’de COVID-19 ile Mücadele: Politikalar ve Aktörler, Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, Cilt:3, Sayı:1, 1-25
- Türk Dil Kurumu Güncel Sözlük, “patojen” <https://sozluk.gov.tr/> Erişim Tarihi: 25/08/2021
- Who, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Koronavirüs (COVID-19) Panosu- <https://covid19.who.int/> Erişim Tarihi: 20/08/2021
- Alfa, Beta, Delta, Gamma... Koronavirüs Varyantları Neler? Hangi Varyant Ne Kadar Etkiliyor? <https://tr.euronews.com/2021/06/30/alfa-beta-delta-gamma-koronavirus-varyantlar-neler-hangi-varyant-ne-kadar-etkili> Erişim Tarihi: 24.08.2020
- Adrese Dayalı Nüfus Sayım Sonuçları, 2020, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2020-37210>, Erişim tarihi: 15.09.2020
- İBB Binlerce Vatandaşın Sosyal Yardımını Kesip Borç Avans Sistemini Getirmiş, <https://www.haber365.com.tr/ibb-binlerce-vatandasin-sosyal-yardimini-kesip-borc-avans-sistemini-getirmis-h266064>, Erişim tarihi: 16.9.2021
- İBB’nin Sosyal Yardımları Kesildi. <https://www.sabah.com.tr/yasam/2021/09/16/ibbnin-sosyal-yardimlari-kesildi> Erişim Tarihi: 16.9.2021
- İBB’den İstanbulluya Nakit Destek, <https://www.ibb.istanbul/arsiv/38151/ibbden-istanbulluya-nakit-destek> Erişim tarihi: 10.9.2021
- İstanbul’un Toplu Taşıma Sorunu, https://www.sabah.com.tr/yazarlar/gunaydin/sb-mevlut_tezel/2020/11/30/istanbulun-toplu-tasima-sorunu Erişim tarihi: 10.9.2021
- 3/7/2005 kabul tarih ve 5393 kanun numaralı Belediye Kanunu, Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih:13/7/2005, Sayı:25874
- 10/7/2004 kabul tarih ve 5216 kanun numaralı Büyükşehir Belediye Kanunu, Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih:23/7/2004, Sayı:25531
- 5/1/1961 kabul tarih ve 224 kanun numaralı Sağlık Hizmetlerinin Sosyalleştirilmesi Hakkında Kanun, Yayımlandığı Resmî Gazete Tarih:12/1/1961, Sayı:10705



Ruelya'da (*Ruellia simplex* C. Wright) Farklı Oksin Uygulamalarının Bazı Çelik, Sürgün ve Köklenme Özelliklerine Etkileri

Didem KOYUNCU^{1*}

Arda AKÇAL²

Tolga SARIYER²

<https://orcid.org/0000-0001-7093-4878>

<https://orcid.org/0000-0002-0426-0745>

<https://orcid.org/0000-0002-1844-2996>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

*Sorumlu yazar: didemkoyuncuisgu@gmail.com

Özet

Süs bitkilerinde çoğaltım konusundaki bilgi eksikliği nedeninden dolayı çoğaltım materyalleri genellikle ithal olarak elde edilmektedir. Bu durum süs bitkileri üretiminde ek masrafa neden olmaktadır. Ruelya çalı formu sık çiçeklenen bir süs bitkisidir. Çalışma, son zamanlarda peyzaj çalışmalarında sıklıkla kullanılan Ruelya (*Ruellia simplex* C. Wright)'nın çoğaltımına farklı köklendirme ortamlarının (torf, torf+perlit, perlit, kokopit) ve farklı konsantrasyonlarda IBA (500, 1000, 2000, 4000 ppm) ve NAA (250, 500, 1000, 2000 ppm) uygulamalarının etkisinin araştırılması amacı ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda incelenen köklenme süresi (gün), çelik canlılık oranı (%), çelik ağırlığı (g), çelik sürme oranı (%), sürgün sayısı (adet/çelik), sürgün uzunluğu (mm) parametreleri açısından perlit ortamına ait IBA 1000 ve 2000 konsantrasyonlarının en başarılı uygulamalar olduğu belirlenmiştir. İkinci en başarılı uygulamaların ise perlit ortamındaki NAA 1000 ve 2000 ppm konsantrasyonları ile torf+perlit ortamındaki IBA 1000 ppm uygulamasının olduğu belirlenmiştir. IBA 4000 ppm uygulamasının ise tüm ortamlarda çelik kalite özelliklerine olumsuz etki ettiği, bununla birlikte çalışmada perlit ortamının en başarılı, kokopit ortamının ise en başarısız ortam olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Ruellia simplex* C. Wright, köklendirme ortamı, İndol Bütirik Asit (IBA), Naftalin Asetik Asit (NAA)

The Effects of Different Auxin Applications on Some Cutting, Shoot and Rooting Characteristics in Ruelia (*Ruellia brittoniana*)

Abstract

Due to the lack of knowledge about propagation in ornamental plants, propagation materials are generally imported. This situation causes additional costs in the production of ornamental plants. Ruelia is a shrub-shaped ornamental plant with frequent flowering. The study was conducted to investigate the effect of different rooting media and different concentrations of IBA (500, 1000, 2000, 4000 ppm) and NAA (250, 500, 1000, 2000 ppm) applications on the propagation of Ruelia (*Ruellia simplex* C. Wright), which has been used frequently recently in landscape purposes. As a result of the study, it was determined that IBA 1000 and 2000 ppm concentrations of perlite medium were the most successful applications in terms of rooting time, cutting viability rate, cutting weight, cutting ratio, shoot number, shoot length parameters. It was determined that the second most successful applications were NAA 1000 ppm and 2000 ppm concentrations in perlite medium and concentration of IBA 1000 ppm in peat + perlite medium. It was determined that the concentration of IBA 4000 ppm had a negative effect on the cutting quality properties in all environments. However, in the study, it was seen that the perlite medium was the most successful and the cocopeat medium was the most unsuccessful.

Key words: *Ruellia simplex* C. Wright, rooting media, Indol Butyric Acid (IBA), Naphytaleyn Acidic Acid (NAA)

Giriş

Dünya'da nüfus artışı, betonarme yapıların çoğalması, sanayileşme gibi çevre üzerinde baskı yaratan çeşitli olumsuz etmenler nedeniyle peyzaj ve süs bitkilerine ihtiyaç artmaya başlamıştır. Süs ve peyzaj bitkileri sektörü Dünya'da önemi gittikçe artan bir sektördür. Bu bitkilerin ihracatı da önemli bir gelir kapısıdır. Süs ve peyzaj bitkilerinin çoğaltılması çoğu zaman bu çoğaltma tekniğini iyi bilen eğitilmiş iş gücü gerektirmektedir. Bu iş gücünün bulunmadığı durumlarda bu bitkiler ithal edilmekte bu durum ise bu işe ekstra bir maliyet kazandırmaktadır. Peyzaj ve süs bitkileri sektöründe dışa bağımlılığın azaltılması bu maliyetin ortadan kaldırılabilmesi açısından önemlidir. Çoğu peyzaj ve süs bitkisinde çeliklerde köklendirme yapılarak uygulanan çoğaltım yöntemi BBD (Bitki Büyüme Düzenleyiciler) in kullanımı hakkında bilgi sahibi olmayı da beraberinde gerektirmektedir.

Bitki büyüme düzenleyiciler, bitkilerde sentezlenen, bitkilerde diğer kısımlara taşınan ve taşındığı bölgede de etki gösterebilen, büyüme ve bununla ilişkili diğer fizyoloji ile ilgili olayları kontrol eden, çok az konsantrasyonlarda dahi etki gösteren organik maddeler olarak adlandırılmaktadır (Öktüren ve Sönmez, 2005).

Peyzaj alanlarında çalı formulu bitkiler düz alanlara dalgali bir yapı kazandırmak amacı ile kullanılabilir gibi, tamamlayıcı olarak da kullanılabilir. Mor renkli çiçekleri ile gösterişli bir süs bitkisi olan ve sürekli çiçek açan ruelya (*Ruellia simplex* C. Wright), çalı formunda olup peyzaj alanlarında sıklıkla kullanılmakla birlikte, saksı bitkisi olarak da kullanılabilir. Bir çalışmada (Sankar ve ark., 2018) *Ruellia simplex* C. Wright'ın *Acanthacea* familyasından olduğu, menekşe-mor renkli çiçek açtığı ve yıl boyunca çiçeklenebildiğinden bahsedilmiştir. Başka bir çalışmada (Mustaffer ve ark., 2018) *Ruellia simplex* C. Wright'ın hızlı büyüdüğünden, çiçeklenme yeteneği yanı sıra güçlü bir vejetatif büyüme eğilimi olduğundan bu nedenle yükseklik kontrolü için düzenli budama gerektirdiğinden bahsedilmiştir.

Polat ve ark. (2017), Red Lake ve Rosenthal frenk üzümü çeşitlerinin çeliklerinin köklenmesine alınma zamanı (Ağustos-Mart) ve IBA (1000 ppm, kontrol) uygulamalarının etkisini belirlemiştir. Yaptıkları çalışmada her iki çeşit için en yüksek köklenme oranının kasım ayında alınan çeliklerde olduğu belirlenmiştir. Köklenme oranı bakımından en yüksek değer Red Lake çeşidinde IBA uygulamasının 1000 ppm dozunda belirlenmiştir.

Mirihagalla ve Fernando (2020), süs bitkisi olan *Coleus* spp., meyve ve süs ağacı olarak tanınan *Syzygium jambos* (L.) Alston, bir narenciye melezi olan tatlı limon (*Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle) çeşitlerinde köklenmeye Aloe vera jeli ve 0.3% IBA uygulamalarının etkisini araştırmışlar, uygulama sonunda kök özellikleri dikkate alındığında *Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle ve *Syzygium jambos* (L.) Alston da Aloe vera jel uygulamasının IBA yerine kullanılabileceğini, aynı zamanda bahsi geçen uygulamaların bazı kök özelliklerini iyileştirici etki ettiğini belirlemiştir.

Şeker ve ark. (2010) tarafından kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) bitkisinde beş farklı dönemde alınan çeliklerde, perlit ortamında farklı dozlarda İndol Bütirik Asit (IBA) ile Naftalin Asetik Asit (NAA) tek ve kombinasyon hormon uygulamalarının köklenme oranı üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada 2000 ppm lik İndol Bütirik Asit (IBA) çözeltisinin 31 Temmuz döneminde alınan çeliklerinin sınırlı sayıda kök oluşumu sağladığı ifade edilmiş, en iyi köklenme oranının ise 4000 ppm İndol Bütirik Asit (IBA) uygulamasından elde edildiği rapor edilmiştir.

Erken ve Özzambak (2014), süs bitkisi olarak değerlendirilen katır tırnağı (*Genista lydia* var. *antiochia* (Boiss.) P.E.Gibbsvar. *lydia*) bitkisinde farklı dönemlerde alınan çeliklere (ekim, kasım, şubat, mart, nisan) dört farklı dozda IBA ve NAA uygulamalarının etkisini belirlemek amacı ile yaptıkları çalışmada, en başarılı uygulamaların şubat ayında daha sonra kasım ayında yapılan uygulamalar olduğunu belirlemişler, en iyi sonuçların ise Naftalin Asetik Asit (NAA) uygulamalarının 1000, 2000, 4000 ppm dozlarından elde edildiğini belirtmişlerdir.

Abu-Zahra ve ark. (2013), tarafından biberiye (*Rosmarinus officinalis* L.), duvar sarmaşığı (*Hedera helix* L.), ok başı sarmaşığı (*Syngonium* spp.), gardenya (*Gardenia* spp.) süs bitkilerinde oksin (NAA) hormon konsantrasyonlarının (0, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 ppm NAA) köklenmeye etkilerinin araştırıldığı çalışmada, farklı konsantrasyonlardaki oksin uygulamaları ile köklenme artışı sağlanmıştır. Çalışmalarında, biberiye ve duvar sarmaşığı çeliklerinde en yüksek köklenme yüzdesinin

Ruelya'da (*Ruellia simplex* C. Wright) Farklı Oksin Uygulamalarının Bazı Çelik, Sürgün ve Köklenme Özelliklerine Etkileri

3000 ppm Naftalin Asetik Asit (NAA) uygulaması ile elde edildiğini, gardenya ve ok başı sarmaşığı çeliklerinde ise en iyi köklenme yüzdesinin sırasıyla 4000 ve 1000 ppm Naftalin Asetik Asit (NAA) uygulamaları ile elde edildiğini belirtmişlerdir.

Shirzad ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, *Ficus benjamina* L. bitkisinde dört farklı İndol Bütirik Asit konsantrasyonu ve değişik köklendirme ortamlarının (kum, perlit, kum+perlit) köklenmeye etkisini araştırmışlar, çalışma sonucunda en yüksek köklenme yüzdesi değerinin '4000 ppm İndol Bütirik Asit (IBA) + perlite ortamı' ile '6000 ppm İndol Bütirik Asit (IBA) + kum ortamı' uygulamalarından elde edildiğini, en yüksek kök sayısı değerinin ise yine kum ortamında '6000 ppm'lik IBA uygulamasında belirlendiğini ifade etmişlerdir.

Fascella ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada farklı zamanlarda elde edilen (Şubat, Nisan, Kasım) *Artemisia arborescens* (Vaill.) L. çeliklerinde farklı torf ve perlit ortamlarında (2:1, 1:1 ve 1:2) farklı Naftalin Asetik Asit (NAA) (0, 0.4%) uygulamaları yapmışlar, çalışma sonucunda şubat ayında elde edilen çeliklerin en yüksek köklenme oranına sahip olduğu belirlenmiş, ortam ve hormon uygulamalarının ise köklenme oranına etki etmediği belirlenmiştir.

Amri ve ark. (2010), *Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.'de çelik alınan bitki yaşı (3 ve 15 yıl), İndol Bütirik Asit (IBA) uygulamaları (0, 300 ppm) ve çelik kesim pozisyonunun (dördüncü noddan sürgünün apeksine, sürgün altından orta ve bazal pozisyonlar) çelik köklenmesine etkilerini belirledikleri çalışmalarında, İndol Bütirik Asit (IBA) uygulanmış çeliklerin uygulanmamışlara göre daha yüksek köklenme yüzdesi, kök sayısı, kök uzunluğuna sahip olduğunu belirlemiştir.

Singh ve ark. (2014), dut (*Morus Alba* L.) çeliklerinde kumlu toprak, çiftlik gübresi (1:1) otamında çeşitli dozlarda (1000, 1500, 2000 mg.L-1) IBA ve NAA uygulamaları yaptıkları çalışmada, uygulamalar arasında 2000 ppm IBA uygulamalarının ortalama sürmüş çelik sayısı, ortalama çelik çapı, çeliklerdeki ortalama yaprak sayısı, köklenmiş çelik yüzdesi, ortalama primer kök sayısı, ortalama sekonder kök sayısı, çeliklerdeki ortalama kök uzunluğu parametreleri açısından en iyi değerleri aldığını belirlemiştir.

Aminah ve ark. (1995), *Shorea leprosula* Miq.'nın yapraklı çeliklerinde farklı dozlarda (0, 20, 40, 60 ve 80 µg) İndol Bütirik Asit (IBA) uygulaması yaptıkları çelikleri 12 hafta süresince köklendirme işlemine tabi tutmuşlardır. Çalışmaları sonucunda 0 µg IBA uygulaması yapılan çeliklerde çelik çapının 40 ve 60 µg IBA uygulanan çeliklere göre daha düşük olduğunu, 0, 20 ve 80 µg IBA uygulamaları arasında istatistiksel farklılık olmadığını, 12 hafta sonundaki köklenme yüzdesinin sırasıyla 0, 20, 40, 60, 80 IBA uygulaması yapılan çeliklerde 70%, 63%, 58%, 55%, 45% olduğunu, IBA uygulanan çeliklerin uygulanmayan çeliklere göre kök sayısının daha fazla olduğunu, (10 hafta sonunda 0, 20, 40, 60, 80 IBA uygulamaları için 3.11, 5.05, 5.26, 4.82, 4.8) belirlemiştir.

Çalışmada farklı köklendirme ortamlarında (torf, torf+perlit, perlit, kokopit) köklendirilen Ruelya (*Ruellia simplex* C. Wright) bitkisinin farklı dozlarda İndol Bütirik Asit (IBA) (500, 1000, 2000, 4000 ppm) ve Naftalin Asetik Asit (NAA) (250, 500, 1000, 2000 ppm) uygulamalarına tabi tutulmasının bazı çelik kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacı ile yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2017-2018 yılları arasında Ç.O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü bitki büyütme odasında ve ısıtmasız serasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada materyal olarak 5 yaşındaki anaç Ruelya (*Ruellia simplex* C. Wright) bitkilerinden mart ayında temin edilen çelikler kullanılmıştır. Çelikler aynı gün içerisinde su bulunan kaplarla Çanakkale'ye getirilmiştir.

Çeliklerin köklendirilmesinde oksin kaynağı olarak IBA ve NAA dört farklı konsantrasyonu kullanılmıştır. Çeliklerin dip kısımları köklendirme amacıyla 500, 1000, 2000, 4000 ppm İndol Bütirik Asit (IBA) ve 250, 500, 1000, 2000 ppm Naftalin Asetik Asit (NAA) hormonlarına 5 sn süre ile daldırılmıştır. Çelikler torf, torf/perlit 1:1, perlit, kokopit ortamları ile doldurulmuş 10 lt lik saksılara dikilmiştir. Çeliklerin dikilmesinde plantuar kullanılarak bitki yetiştirme ortamı ile temas etmeleri sağlanmıştır. Çeliklere dikim sonrası ilk sulama yapılmıştır.

Çelikler sürme gerçekleşene kadar (30 gün) bitki büyüme odasında oda sıcaklığında (20-25°C) tutulmuş, sürme sonrası 30 gün boyunca ısıtmasız sera koşullarında (20-25°C) bekletilmiştir.

Ruelya'da (Ruellia simplex C. Wright) Farklı Oksin Uygulamalarının Bazı Çelik, Sürgün ve Köklenme Özelliklerine Etkileri

Çalışmada yer alan parametreler:

Köklenme Süresi (gün): Çeliklerde dikimden köklenmeye başlamasına kadar geçen süre olarak belirlenmiştir.

Çelik Canlılık Oranı (%): Köklenmiş ve canlı çeliklerin tüm çeliklere oranının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

Çelik Ağırlık Artışı (g): Çeliklerin dikimden 60 gün sonraki ağırlıklarından, dikim sırasındaki ağırlıklarının çıkarılması ile hesaplanmıştır.

Çelik Sürme Oranı (%): Sürgün veren çeliklerin köklenen çeliklere oranının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

Sürgün Sayısı (adet/çelik): Çeliklerde oluşan sürgünlerin sayılması ile belirlenmiştir.

Sürgün Uzunluğu (mm): Çeliklerde oluşan sürgünlerin uzunluğunun bir kumpass yardımı ile ölçülmesi ile belirlenmiştir.

Tesadüf blokları deneme tertibine göre düzenlenen çalışma, 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Denemede tekerrür başına 20 adet çelik kullanılmıştır.

Oksin kaynaklarına ait dozların çelik kalite özelliklerine etkisinin her bir ortam için ayrı ayrı istatistiksel olarak değerlendirilmesi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerin yapılmasında SPSS 2.3 istatistik programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Ortalamalar arasında saptanan farklar Duncan testiyle karşılaştırılarak ($P<0.01$) gruplara ayrılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Çizelge 1. Torf ortamında farklı oksin konsantrasyonlarının kök, çelik ve sürgün gelişimi üzerine olan etkileri

Oksin Kaynağı	Oksin Konsantrasyonu (ppm)	Köklenme süresi (gün)	Çelik canlılık oranı (%)	Çelik ağırlığı (g)	Çelik sürme oranı (%)	Sürgün sayısı (adet/çelik)	Sürgün uzunluğu (mm)
IBA	500	37,3 d	31 c	2,925 c	62	1,3 c	34,82
	1000	22,3 a	65 b	3,674 b	63	4,3 a	35,88
	2000	26,0 b	72 a	3,901 a	64	3,0 b	35,06
	4000	32,0 c	12 d	2,547 d	63	1,3 c	36,14
Önemlilik düzeyi ($p<0.01$)		*	*	*	öd	*	öd
NAA	250	40,3 b	27 d	2,780 c	63 c	2,3 b	21,60
	500	38,3 b	33 c	2,813 c	64 c	2,3 b	20,94
	1000	27,0 a	45 b	3,704 a	70 b	2,0 b	21,75
	2000	29,3 a	68 a	3,455 b	76 a	3,3 a	22,30
Önemlilik düzeyi ($p<0.01$)		*	*	*	*	*	öd

Torf ortamındaki veriler değerlendirildiğinde IBA dozlarında en yüksek çelik canlılık oranı ve çelik ağırlığı değerlerinin IBA 2000 dozunda yer aldığı görülmektedir. Ayrıca IBA 2000 dozunun köklenme süresinin torf ortamındaki IBA dozları arasında ikinci sıradaki en uygun değer olması bu dozun torf ortamındaki en uygun doz olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte IBA 4000 dozunun çelik canlılık oranı, çelik ağırlığı ve sürgün sayısı açısından en düşük değerleri aldığı belirlenmiştir. Bu durum IBA dozunun yüksek dozda (4000) uygulanmasının olumsuz etkisinin olduğunu göstermiştir.

Torf ortamında NAA dozları değerlendirildiğinde NAA 2000 dozunda çelik canlılık, sürme oranları ve sürgün sayısı parametrelerinin en yüksek değerleri aldığı görülmüştür. NAA 250 dozunun ise köklenme süresi, çelik canlılık oranı, çelik ağırlığı, çelik sürme oranı parametreleri açısından en düşük değerleri alması bu dozun yetersiz seviyede olduğunu göstermiştir.

Ruelya'da (Ruellia simplex C. Wright) Farklı Oksin Uygulamalarının Bazı Çelik, Sürgün ve Köklenme Özelliklerine Etkileri

Torf ortamında IBA 2000 dozunun NAA 2000 dozuna göre çelik canlılık oranı ve köklenme süresinin daha uygun değerler alması IBA 2000 dozunun torf ortamındaki en iyi uygulama olduğunu göstermiştir. Şeker ve ark. (2010) kocayemişte, NAA ve IBA uygulamaları yapmış, IBA uygulamalarının kök oluşumuna daha etkili olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 2. Torf+ Perlit ortamında farklı oksin konsantrasyonlarının kök gelişimi üzerine olan etkileri

Oksin Kaynağı	Oksin Konsantrasyonu (ppm)	Köklenme süresi (gün)	Çelik canlılık oranı (%)	Çelik ağırlığı (g)	Çelik sürme oranı (%)	Sürgün sayısı (adet/çelik)	Sürgün uzunluğu (mm)
IBA	500	33,0 b	56 c	3,045 b	73 b	2,3 c	34,91
	1000	31,3 b	75a	3,702 a	82 a	3,3 b	35,04
	2000	26,0 a	68 b	3,840 a	80 a	4,0 a	35,51
	4000	24,3 a	20 d	2,711 c	61 c	1,0 d	35,03
Önemlilik düzeyi (p<0.01)		*	*	*	*	*	öd
NAA	250	43,3 c	30 c	2,852 b	62	2,0	22,98
	500	35,0 b	35 b	2,905 b	62	2,3	22,72
	1000	33,3 ab	68 a	3,620 a	63	2,3	23,09
	2000	31,3 a	71 a	3,608 a	62	2,3	23,47
Önemlilik düzeyi (p<0.01)		*	*	*	öd	öd	öd

Torf ve perlit ortamında IBA uygulamaları açısından, IBA 1000 dozunun çelik canlılık oranı, çelik sürme oranı, sürgün sayısı parametrelerinde en yüksek değerleri alması ve bu dozun (IBA 1000) çelik ağırlığı parametresi açısından en yüksek değeri alan doz ile (IBA 2000) aynı istatistiksel grupta olması göz önüne alındığında IBA 1000 uygulamasının en uygun uygulama olduğu söylenebilir. NAA uygulamaları içerisinde NAA 1000 ve NAA 2000 dozlarının en yüksek çelik canlılık oranı ve çelik ağırlığı değerine sahip olması bu uygulamaların torf ve perlit ortamı açısından en uygun uygulamalar olduğunu göstermektedir.

Torf ve perlit ortamında, IBA 4000 dozunda köklenme süresi parametresi diğer uygulamalar ile karşılaştırıldığında uygun değerde olsa da, çelik canlılık oranı başta olmak üzere çelik ağırlığı, çelik sürgün oranı, sürgün sayısı parametrelerinin bu ortamdaki tüm uygulamalar açısından en düşük değerleri almaları bu dozun çelik kalitesine olumsuz etki ettiğini göstermektedir.

Çizelge 3. Perlit ortamında farklı oksin konsantrasyonlarının kök gelişimi üzerine olan etkileri

Oksin Kaynağı	Oksin Konsantrasyonu (ppm)	Köklenme süresi (gün)	Çelik canlılık oranı (%)	Çelik ağırlığı (g)	Çelik sürme oranı (%)	Sürgün sayısı (adet/çelik)	Sürgün uzunluğu (mm)
IBA	500	40,3 d	62 c	3,038 c	72 c	3,0	38,74
	1000	19,0 a	74 b	3,881 b	79 a	3,0	38,95
	2000	24,3 b	88 a	3,936 a	75 b	3,3	39,12
	4000	28,3 c	20 d	2,804 d	71 c	3,3	38,90
Önemlilik düzeyi (p<0.01)		*	*	*	*	öd	öd
NAA	250	37,3 c	53 c	2,358 c	68d	2,3	26,13
	500	31,3 b	61 b	2,751 b	72 c	2,0	25,67
	1000	20,3 a	74 a	3,489 a	80 b	2,0	26,23
	2000	21,0 a	76 a	3,560 a	84 a	2,0	25,84
Önemlilik düzeyi (p<0.01)		*	*	*	*	öd	öd

Ruelya'da (*Ruellia simplex* C. Wright) Farklı Oksin Uygulamalarının Bazı Çelik, Sürgün ve Köklenme Özelliklerine Etkileri

Perlit ortamı değerlendirildiğinde IBA uygulamaları içerisinde IBA 1000 ve IBA 2000 uygulamalarının tüm parametreler açısından uygun değerler aldığı, NAA uygulamaları içerisinde NAA 1000 ve NAA 2000 uygulamalarının ise köklenme süresi, çelik canlılık oranı, çelik sürme oranı parametreleri açısından en uygun değerleri aldığı görülmüştür. Buradan perlit ortamında IBA 1000 ve IBA 2000 dozlarının en iyi uygulamalar olduğu, bu uygulamaları NAA 1000 ve NAA 2000 uygulamalarının izlediği görülmüştür. Çalışmada yer alan diğer ortamlarla da karşılaştırıldığında en yüksek çelik canlılık oranı perlit ortamının IBA 2000 dozunda elde edilmiştir. IBA 4000 dozundaki çelik canlılık oranı göz önüne alındığında bu dozun perlit ortamındaki uygulamalar arasında en olumsuz etkiyi gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 4. Cocopeat ortamında farklı oksin konsantrasyonlarının kök gelişimi üzerine olan etkileri

Oksin Kaynağı	Oksin Konsantrasyonu (ppm)	Köklenme süresi (gün)	Çelik canlılık oranı (%)	Çelik ağırlığı (g)	Çelik sürme oranı (%)	Sürgün sayısı (adet/çelik)	Sürgün uzunluğu (mm)
IBA	500	42,3 c	33 c	2,925 c	42 c	1,3 b	30,67
	1000	32,3 b	47 b	3,674 b	49 b	2,3a	30,80
	2000	28,3 a	53 a	3,901 a	56 a	2,3a	31,09
	4000	28,0 a	10 d	2,547 d	27 d	1,0 b	30,74
Önemlilik düzeyi (p<0.01)		*	*	*	*	*	öd
NAA	250	45,3 d	19 c	2,780 c	43 d	1,0c	20,83
	500	42,3 c	20 c	2,813 c	50 c	1,3c	21,04
	1000	37,3 a	40 b	3,704 a	57 b	2,0 b	21,19
	2000	40,3 b	51 a	3,455 b	64 a	3,3a	20,90
Önemlilik düzeyi (p<0.01)		*	*	*	*	*	öd

Kokopit ortamı değerlendirildiğinde IBA uygulamaları içerisinde IBA 2000 dozunun çelik canlılık oranı, çelik sürme oranı, çelik ağırlığı parametrelerinde en uygun değerleri aldığı görülmüştür. NAA uygulamaları içerisinde NAA 2000 dozunun çelik canlılık oranı, çelik sürgün oranı ve sürgün sayısı parametrelerinin en uygun değerleri aldığı belirlenmiştir. Bahsi geçen iki doz karşılaştırılırsa, IBA 2000 dozunun köklenme süresinin NAA 2000 dozuna göre çok daha kısa olması değerlendirildiğinde IBA 2000 dozunun daha uygun olduğu söylenebilir. Bununla birlikte kokopit ortamındaki tüm uygulamalar değerlendirildiğinde IBA 4000 dozunun çelik canlılık oranı, çelik sürgün oranı ve sürgün sayısı parametrelerinin oldukça düşük olduğu belirlenmiş, yüksek IBA dozunun çelik kalite parametrelerini olumsuz etkilediği görülmüştür.

Sonuçlar

Çalışma sonucunda Ruelya'da (*Ruellia simplex* C. Wright) incelenen köklenme süresi (gün), çelik canlılık oranı (%), çelik ağırlığı (g), çelik sürme oranı (%), sürgün sayısı (adet/çelik), sürgün uzunluğu (mm) parametreleri açısından perlit ortamında IBA 1000 ve 2000 ppm konsantrasyonlarının en başarılı uygulamalar olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla, perlit ortamındaki NAA'nın 1000 ve 2000 ppm konsantrasyonları ile torf+perlit ortamındaki IBA'nın 1000 ppm konsantrasyonu izlemiştir. Benzer olarak, Şeker ve ark. (2010) kocayemiş'de (*Arbutus unedo* L.), NAA ve IBA uygulamaları yapmış, IBA uygulamalarının kök oluşumunda daha etkili olduğunu belirtmiştir. Dut (*Morus alba* L.) çeliklerinde yapılan bir çalışmada (Singh ve ark., 2014) çeşitli dozlarda (1000, 1500, 2000 mg.L-1) IBA ve NAA uygulamaları arasında 2000 ppm IBA uygulamasının köklenmeye etkisi daha olumlu bulunmuştur. Ayrıca, *Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.'de IBA uygulaması yapılan uygulamanın yapılamayan uygulamaya göre köklenmeye etkisi daha olumlu olmuştur (Amri ve ark., 2010).

Bununla birlikte, Erken ve Özzambak (2014) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise katır tırnağı (*Genista lydia* var. *antiochia* (Boiss.) P.E.Gibbsvar. *lydia*) bitkisinde NAA ve IBA uygulamaları

Ruelya'da (*Ruellia simplex* C. Wright) Farklı Oksin Uygulamalarının Bazı Çelik, Sürgün ve Köklenme Özelliklerine Etkileri

yapılmış, NAA uygulamalarının daha başarılı olduğu görülmüştür. Bu durum bitki çeşidine göre hormon uygulamalarının farklı sonuçlar verebileceğini düşündürmektedir.

Bu araştırmada özellikle çelik canlılık oranları göz önüne alındığında, tüm ortamlarda IBA'nın 4000 ppm konsantrasyonunda çelik canlılığının büyük ölçüde düşmesi söz konusudur. Bu durum IBA in yüksek konsantrasyonunun (4000 ppm) Ruelya'da (*Ruellia simplex* C. Wright) çelik canlılığına olumsuz etki ettiğini göstermiştir.

Çalışma sonucunda en başarılı uygulamaların perlit ortamında 1000 ve 2000 ppm'lik IBA konsantrasyonları ile 1000 ve 2000 ppm'lik NAA konsantrasyonlarının olduğu görülmüş, bunu torf+perlit ortamında 1000 ppm IBA uygulamasının takip ettiği belirlenmiştir. Bu bağlamda, Ruelya'nın (*Ruellia simplex* C. Wright) çelik canlılık ve kalitesini arttırmada perlit ortamının başarılı olduğu, torf+perlit ortamının ise ikinci sırada yer aldığı görülmektedir. Bununla birlikte, Ruelya'nın (*Ruellia simplex* C. Wright) vejetatif olarak üretiminde özellikle köklenme süresi, çelik canlılık oranı ve çelik sürme oranı parametrelerinin kokopit ortamında diğer ortamlara göre düşük değerler alması, bu ortamın diğer ortamlarla karşılaştırıldığında çelik canlılık ve kalitesi bakımından tek başına çoğaltma ortamı olarak için yeterli ve uygun olmadığına işaret etmektedir.

Kaynaklar

- Abu-Zahra, T.R., Al-Shadaideh, A.N., 2013. Influence of Auxin Concentrations on Different Ornamental Plants Rooting. *International Journal of Botany*. 9 (2): 96-99.
- Aminah, H., Dick, J.McP., Leakey, R.R.B., Grace, J., Smith, R.I., 1995. Effect of indole butyric acid (IBA) on stem cuttings of *Shorea leprosula*. *Forest Ecology and Management* 72 (1995) 199-206.
- Amri, E., Lyaruu, H.V.M., Nyomora, A.S., Kanyeka, Z.L., 2010. Vegetative propagation of African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.): effects of age of donor plant, IBA treatment and cutting position on rooting ability of stem cuttings. *New Forests* (2010) 39:183-194.
- Erken, K., Özzambak, M.E., 2014. *Genista Lydia* Boiss. Var. *Lydia*'nın Vejetatif Çoğaltımı. *BAHÇE* 43 (1-2): 19 - 28.
- Fascella, G., Militello, M., Carrubba, A., 2012. Propagation Of *Artemisia arborescens* L. By Stem-Cutting: Adventitious Root Formation Under Different Conditions. *Propagation of Ornamental Plants*. Vol. 12, No 3, 2012: 171-177.
- Mirihagalla, M.K.P.N., Fernando, K.M.C., 2020. Effect of Gel for Inducing Rooting of Stem Cuttings *Aloe vera* and Air layering of Plants. *Journal of Dry Zone Agriculture*, 2020, 6 (1): 13 - 26.
- Mustaffer, N., Awang, Y., Ramlee, S. I., 2018. Growth, Flowering And Gas Exchange Of *Ruellia brittoniana* Treated With Different Concentrations And Application Frequencies Of Daminozide. *Malays. Appl. Biol.* (2018) 47(2): 33-37.
- Öktüren, F., Sönmez, S., 2005. Bitki Besin Maddeleri İle Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicileri (Hormonlar) Arasındaki İlişkiler. *Derim*. Cilt 22, Sayı 2, 20 - 32.
- Polat, M., Okatan, V., Varol, Ü., 2017. Frenk Üzümlü Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Çelik Alma Zamanlarının Etkisi. *BAHÇE*. 46 (Özel Sayı 1): 265-270.
- Sankar, M., Sudhahadevi, P.K., Kurian, R., Anupama, T.V., 2018. Exploring the Potential of Ornamental Flowering Shrubs for Landscape Use. *Advances in Floriculture and Urban Horticulture. Proceedings of the National Symposium on Recent Advances in Floriculture and Urban Horticulture in Global Perspective*, 4-5th January, 2018. p. 283-286.
- Shirzad, M., Sedaghatoor, S., Hashemabadi, D., 2012. Effect of Media and Different Concentrations of IBA on Rooting of '*Ficus benjamina* L.' Cutting. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 2 (1): 61-64.
- Singh, K.K., Choudhary, T., Kumar, A., 2014. Effect of Various Concentrations of IBA and NAA on the Rooting of Stem Cuttings of Mulberry (*Morus Alba* L.) under Mist House Condition in Garhwal Hill Region. *Indian Journal of Hill Farming* 27(1):74-77.
- Şeker, M., Akçal, A., Şakaldaş, M., Gündoğdu, M. A., 2010. Farklı Çelik Alma Dönemleri ile Oksin Dozlarının Kocayemişin (*Arbutus unedo* L.) Köklenme Oranı Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2010, Cilt 24, Sayı 1, 99-108.



Farklı Domates Çeşitlerinin Güney Marmara Lokasyonlarındaki Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi: Çanakkale Domatesi Coğrafi İşaret Tescili

Seçkin KAYA^{1*}

<https://orcid.org/0000-0003-2157-7215>

Sena ER²

<https://orcid.org/0000-0001-6987-5292>

Kenan KAYNAŞ¹

<https://orcid.org/0000-0002-5925-721X>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

*Sorumlu yazar:seckinkaya@comu.edu.tr

Özet

Çanakkale Domatesi kavramı ülke çapında oldukça tanınan bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu terimin bir çeşit değil bir coğrafi alan olarak açıklanması ve tanımlanması gerekmektedir. Bu amaçla, Güney Marmara'da en çok yetiştirilen 3 farklı çeşit (Elegro F1, Yekta F1, Stdv8033 F1), 4 farklı lokasyonda (Çanakkale, Balıkesir, Biga ve Ayvacık) yetiştirilmiştir. Lokasyonlar arasındaki kalite farklılıklarının nasıl gerçekleştiğinin açıklanması için, tek meyve ağırlığı (g), meyve çapı (mm), meyve boyu (mm), Hue° ve Chroma değerleri, suda çözünebilir kuru madde (%), titre edilebilir asitlik miktarı (%), C vitamini (ml/100ml) parametrelerindeki değişimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Çanakkale lokasyonunda yetiştirilen Elegro F1 domates çeşidinde renk (Hue°: 47,58; Chroma: 21,43) %SÇKM (% 4,12), %TA (% 0,48) ve C vitamini (10,65 ml/100ml) içeriği açısından diğer lokasyonlara göre daha kaliteli domates meyvelerinin elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, Yekta F1 çeşidinin %SÇKM ve renk bileşenleri açısından diğer lokasyonlara oranla Çanakkale lokasyonunda nispeten daha kaliteli meyveler elde edildiği saptanmıştır. Stdv8033 F1 çeşidinde ise renk bileşenleri ve C vitamini açısından diğer lokasyonlara oranla daha kaliteli meyveler elde edilmiştir. Elde edilen bu farklılıkların kaynağının lokasyonlar arasındaki iklim, toprak ve uygulanan kültürel işlemlerin farklılığına bağlı olarak değiştiği söylenebilir. Lokasyonlar içindeki farklılıkların ise çeşitlerin kalıtsal yapılarından kaynaklı olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, Çanakkale, kalite, iklim, toprak.

Determination of Quality Characteristics of Different Tomato Varieties in South Marmara Locations: Çanakkale Tomato Geographical Indication Registration

Abstract

Çanakkale Tomato is a well-known term throughout the country. This term needs to be explained and defined as a geographical area, not a variety. For this purpose, the most preferred 3 cultivars (Elegro F1, Yekta F1, Stdv8033 F1) in the North Aegean site, were grown in 4 different locations (Çanakkale, Balıkesir, Biga and Ayvacık). To explain how the quality differences between locations occur, fruit weight (g), fruit diameter (mm), fruit length (mm), Hue° and Chroma values, total soluble solid content (SSC) (%), titrable acidity (%), an vitamin C (ml/100ml) parameters were investigated. According to the results obtained, it was determined that higher quality tomato fruits were obtained in terms of color (Hue°: 47.58; Chroma: 21.43), SSC% (4.12 %), TA% (0.48%) and vitamin C content (10.65 ml/100ml) in Elegro F1 tomato cultivar grown in Çanakkale location. In addition, it was determined that Yekta F1 cultivar produced relatively higher quality fruits in Çanakkale location compared to other locations in terms of SSC % and color components. Higher quality fruits were obtained in terms of color components and vitamin C compared to other locations in Stdv8033 F1 cultivar. It can be claimed that, the source of these differences between cultivars varies depending on the climate, soil and cultural processes applied between the locations. Differences in locations were found to be related to the genotypic structures of the cultivars.

Keywords: Tomato, Çanakkale, quality, climate, soil.

Giriş

Domates dünyada en çok yetiştirilen sebze türlerinden biri olup tüm dünya mutfaklarında farklı yöntemlerle değerlendirilmektedir (Villarea, 1980). Dünya’da 2020 yılı verilerine göre 186.821.216 ton domates üretilmektedir. Türkiye ise 2020 verilerine göre, 13.204.015 ton domates üretimi ile dünya üretiminin %7,06’sını karşılamaktadır (FAO, 2021). Ayrıca, bu verilere göre Türkiye, Çin ve Hindistan’dan sonra dünyada en çok domates üreten üçüncü ve en çok sofralık domates ihracatı yapan beşinci ve en fazla salça ihraç eden altıncı ülke konumundadır (Türk ve ark. 2019). Çanakkale ili ise domates üretiminde ülkemiz için önemli bir üretim merkezi konumundadır. Çanakkale’de 2020 yılında 390.793 ton sofralık ve 231.814 ton sanayilik olmak üzere 622.607 ton domates üretimi gerçekleştirilmiştir (Tüik, 2021). Bu üretim miktarı ile Çanakkale, Türkiye’de sofralık domates üretiminde dördüncü, sanayilik domates üretiminde ise beşinci sırada yer almaktadır. Domates üretiminde kullanılan çeşitler farklı ekolojilerde ve farklı toprak yapılarında verim ve kalite yönünden farklı tepkiler verebilmektedirler. (Duman ve Düzyaman, 2014). Diğer yandan, aynı ekolojide farklı yetiştiricilik uygulamalarında dahi domateslerde verim ve kalite açısından farklılıklar yaşanmaktadır. Şüphesiz ki, domatesin verim ve kalite özelliklerinin istenen seviyede olması için en uygun iklim ve toprak özelliklerinde yetiştirilmesi gerekir. Genel olarak domates, gece gündüz sıcaklık farkının 10-15 °C olduğu ve deniz iklimden karasal iklime geçiş koşullarının bulunduğu alanlarda yüksek performans göstermektedir (Vural ve ark. 2000). Özellikle meyve olgunlaşma dönemindeki gece gündüz sıcaklıkları arasındaki farklılık meyve tutumu, renklenmede iyileşme olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum organoleptik kalitenin yükselmesini sağlar. Bunun dışında yüksek nem hastalıklarının yayılması açısından istenmeyen bir durumdur. Domatesin sıcaklık istekleri bakımından da yetiştirme döneminde 30° üzerinde ve 15 °C altındaki sıcaklıklarda verim ve kalite özelliklerinin azalması şeklinde olumsuzluklara gözlenmektedir (Ercan ve Vural, 1994; Duman ve Düzyaman, 2014; Vural ve ark. 2000). Diğer yandan, Gözükara (2014), aynı ekolojide 12 farklı yetiştirici şartlarında verim ve kalite açısından domateslerin değişken olduğunu bildirmiştir. Bu durum üreticilerin uyguladığı farklı kültürel işlemler ve bu işlemlerin uygulama zamanlarından kaynaklanmaktadır.

Çanakkale ili sahip olduğu iklim ve toprak özellikleri açısından birçok farklı avantaja sahiptir. Domates tarımı da bölgede oldukça önemli bir yer tutmakta ve tüm Türkiye’de "Çanakkale Domatesi" adı ile tanınmaktadır. Kuzucu (2014), Çanakkale ilinin zengin tarımsal yapısının başlıca ürünü olan domatesin markalaşma yolunda hızla ilerlediğini bildirmektedir. Elbette ki, Çanakkale Domatesi terimi açıklanmaya muhtaçtır. Genel olarak "Çanakkale Domatesi" terimi bir çeşit ifadesinden çok coğrafi alanı ifade etmektedir. Vural ve ark. (2000) tarafından, domatesin yetiştiriciliği açısından tarif edilen en uygun iklim ve toprak faktörleri Çanakkale ilinde bulunmaktadır. Bu faktörleri Çanakkale ilinin tamamını da kapsamamaktadır. Genel olarak bu alan, Küçük Menderes ırmağının havzasında bulunan ve bugün Kumkale Ovası olarak adlandırılan alanda bulunan köyler olarak tanımlanmalıdır. Bu yöre, özellikle yaz aylarında esen kuzey ve batı rüzgârları nedeni ile serinlemektedir. Rüzgâr kaynağı ise Çanakkale Boğazı ve yörenin hemen Kuzeyinde kalan Kaz Dağları’dır. Bu rüzgârlar bu yöre ve yakınında hava sirkülasyonunu hızlandırmakta ve nem miktarını yaz aylarında düşürmektedir. Düşen nem ve sıcaklık domates için uygun gelişme sıcaklıklarını sağladığı gibi özellikle meyve olgunlaşması sırasında gece gündüz sıcaklık farkını artırarak kaliteyi yükseltmektedir. Bu sözü edilen kalitenin oluşmasındaki diğer önemli faktör ise toprak faktörüdür. Eski adı Batak Ovası olan Kumkale ovası ve çevresi Küçük Menderes’in taşıdığı mineral zenginliği gösteren alüvyonlardan oluşmaktadır. Bu alan adı üstünde eskiden bataklık iken 1950’li yıllarda DSİ tarafından kurutulmuş tarım alanı olarak ekonomiye kazandırılmıştır. Dolayısıyla yöredeki toprak yapısı domates yetiştiriciliği açısından verimlilik sağlamaktadır. Çanakkale Domatesi’nin kalitesinin yüksek olmasındaki diğer bir başka faktör ise su kaynağıdır. Adı geçen ova Küçük Menderesi oluşturan Kırk gözeler adı verilen ve kaynağı Kaz Dağları olan oldukça soğuk ve mineralli bir su ile sulanmaktadır. Sulamada kullanılan su hem sıcaklık derecesi hem de taşıdığı mineraller ile kalitede farklılıklar yaratmaktadır. Markalaşmaya günden güne yaklaşan Çanakkale Domatesi pazarlama açısından bölge üreticinin karşısına hem avantaj hem de dezavantaj olarak çıkmaktadır. Çanakkale Domatesi adı ile başka bölgelerden pazarlara ulaştırılan domatesler bölge üreticisini olumsuz etkilerken, yöre üreticisi kendi ürettiği domatesi gururla pazarlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Güney Marmara bölgesinde ve özellikle Çanakkale’de üreticiler tarafından en çok tercih edilen domates çeşitlerinin hem Çanakkale ilçelerinde hem de yakın ekolojilerde yetiştirilmesi sonrasında kalite parametreleri açısından oluşabilecek farklılıklarının belirlenmesi ve coğrafi işaret alınması aşamalarına kaynak oluşturacak literatürün oluşturulmasıdır. Bu noktadan hareketle yörede en çok yetiştirilen domates çeşitleri 2021 yılı üretim döneminde 4 ayrı lokasyondaki kalite parametreleri açısından karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada 3 farklı sofralık domates sofralık çeşidi (Elegro F1, Yekta F1, Stdv8033 F1), 4 farklı lokasyonda yetiştirilmiştir. Bu lokasyonlar Çanakkale, Balıkesir, Biga ve Ayvacık’tır. Lokasyonlarda yetiştiriciliği ve örnekleme yapılan köyler Çanakkale Kumkale Köyü, Balıkesir Savaştepe, Biga merkez ve Ayvacık Kösedere köyleridir. Bu lokasyonlarda üretici koşullarında tesadüf blokları deneme desenine göre kurulan denemelerde 3 farklı çeşit, 3 tekerrürlü olarak orta geçici dönemde olarak yetiştirilmiş ve alınan örnekler aynı gün içinde Çanakkale Onsekiz Mart üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında analize tabi tutulmuşlardır. Her tekerrürde 30 bitki olacak şekilde kurulan denemelerde, bakım işlemleri tamamen üreticilere bırakılmıştır. Çeşitlere ait fideler hazır olarak Antalya Fide A.Ş’ den satın alınmış ve bütün lokasyonlarda 24-25 Mayıs 2021 tarihinde fide dikimi yapılmıştır. Tüm lokasyonlarda 4 kez hasat yapılmış 2. ve 3. hasatlarda tam kırmızı olum aşamasında meyve örnekleme yapılmıştır. Hasat tarihleri 2. hasat için 26 Ağustos 2021 ve 3. hasat için 06 Eylül 2021’dir. Her tekerrürden en az 50 meyve 2 farklı hasat zamanında örneklenmiş ve böylece her tekerrürden toplamda 100 meyve analize tabi tutulmuştur. Her lokasyondan, 2. ve 3. hasatta örneklenen ve analiz edilen domates örneklerine ait verilerin ortalaması alınarak lokasyonlara ait meyve kalite özellikleri belirlenmiştir. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen meyve örneklerinde tek meyve ağırlığı (g) (Libra AJ2200CE), meyve eni ve meyve boyu (mm) (Loyka2210), renk bileşenlerinden Hue° ve Chroma değerleri (Minolta CR400 Colorimeter), SÇKM (%) (Hanna HI96801 Dijital refraktometre), pH (Milwaukee MI 150), TEA (%) (Karaçalı, 2009) ve C Vitamini (ml/100ml) (Pearson, 1970) içerikleri belirlenmiştir. Veriler SPSS 18.0 for Windows istatistiksel paket programı ile işlenmiş ve Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak gruplandırması %5 ($p \leq 0,05$) ve %1 ($p \leq 0,01$) seviyesinde yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Her bitkide olduğu gibi domates de yetiştirildiği ekoloji ve yetiştirilme aşaması sırasında maruz kaldığı kültürel işlemlerden etkilenmektedir. Domates çeşitlerinin kalite parametreleri bakımından yetiştirildikleri yöre ve bakım şartları altında nasıl etkilendiğini açıklamaya çalıştığımız çalışmamızda örneklenen 3 farklı domates çeşidine ait tablolar hem çeşit hem de yetiştirildikleri yöreler göz önüne alınarak çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir.

Çizelge 1’de Elegro F1 çeşidine ait bazı kalite özellikleri verilmiştir. Elde edilen verilere göre, tek meyve ağırlığı bakımından Balıkesir yöresinden örneklenmiş meyveler 264,70 g ile en yüksek değeri verirken Ayvacık yöresinden örneklenen meyveler 211,42 g ile en düşük değeri vermiştir. Bu çeşidin örneklenen tüm yöreler göz önüne alındığında ortalama meyve ağırlığı 235,96 g olarak belirlenmiştir. Bu çeşidi üreten firmanın çeşit kataloğunda, Elegro F1 çeşidi 240-280 g ağırlığa sahip olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2021a). Çeşit kataloğunda belirtilen meyve ağırlığı değerlerine Balıkesir ve Çanakkale şartlarında yetiştirilen domateslerin ulaştığı söylenebilir. Diğer yandan, aynı genetik yapıya sahip bir çeşidin farklı ekolojilerde neden farklı verim ve kalite değerleri verdiği, cevaplanması gereken bir sorudur. Bu soru, toprak, iklim (sıcaklık, ışık, nem, rüzgâr) ve bakım şartları faktörleri olarak cevaplanabilir. Ekolojinin ve farklı yörelerin domateste verim ve kaliteyi etkilediğini kanıtlayan birçok çalışma bulunmaktadır (Kaplan, 1998; Yoltaş ve ark., 1998; Kaya, 2012; Duman ve ark., 1995; Düzyaman ve ark., 1996; Kaynaş ve ar., 2000; Siviero ve ark., 2000). Örneğin, Kaplan (1998), yaptığı çalışmalarda Ege ve Marmara bölgelerinde 10.000 kg/da verim alınan çeşitlerin Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde 5000-6000 kg/da düzeylerinde kaldığını bildirmiş ve bu durumu yüksek sıcaklığa ve dolaylı etkilerine bağlamıştır. Elbette ki aynı genetik yapıya sahip domateslerin farklı meyve ağırlıklarına sahip olması sadece iklim faktörleri ile açıklanamaz. Diğer bir faktör de toprak yapısı ve uygulanan kültürel işlemlerin farklılığıdır. Domateste verim ve kalite, uygulanan birçok kültürel işleme ve üreticinin bitki besleme yeteneğine bağlıdır. (Erdal ve ark., 2004). Ayrıca toprak yapısı da domateste verim ve kaliteyi etkilemektedir. Örneğin, Türk ve ark. (2009), kumlu-tınlı ve killi-tınlı toprak yapısına sahip alanlarda

yetiştirdikleri salçalık domateslerde verim değerlerinin önemli ölçüde farklılık gösterdiğini saptamışlardır. Araştırmacılar bu durumu hafif karakterli toprakların bitkilerin hızlı gelişmesine, ağır karakterli topraklarda ise daha yavaş gelişmesine bağlamışlardır. Her ne kadar çalışmamızda toprak yapısı ile ilgili bilgiler verilmemişse de meyve ağırlığı ve dolayısıyla verim ile ilgili bileşenler konusunda yöresel farklılıkların, özellikle iklim, toprak, bakım işlemleri gibi faktörlerin etkili olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum çalışmada örneklenen ve yetiştiriciliği yapılan diğer bütün çeşitler için de geçerlidir. Çalışmada Elegro F1 domates çeşidinin meyve çapı ve boyu bakımından yetiştirilen yörelerden etkilendiği ve bu etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ($p \leq 0,01$) saptanmıştır. En yüksek meyve çapı ve boyu Çanakkale ekolojik şartlarında yetiştirilen domateslerde bulunurken, en düşük değerler Ayvacık ekolojik şartlarında yetiştirilen domateslerden elde edilmiştir. Meyve çapı ve boyu doğrudan meyve ağırlığını etkileyen bir parametredir. Yazarlar bu durumun yukarıda açıklandığı gibi, domates çeşidinin ekolojiden, iklim faktörlerinden ve uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklandığını ifade etmektedirler.

Domateste meyve rengi kalitenin önemli bir bileşenidir ve kırmızı rengi likopen olarak adlandırılan karotenoid verir (Lopez ve ark., 2000; Dumas ve ark., 2003). Elegro F1 çeşidinde belirlenen Hue° ve Chroma değerlerinin her ikisi de yetiştirilen lokasyonlardan etkilenmiş ve etki düzeyi istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0,01$) bulunmuştur. En yüksek Hue° değeri Ayvacık lokasyonundan (62,87), en düşük Hue° değeri ise Çanakkale lokasyonundan (47,58) elde edilmiştir. Rengin temel bileşenlerini belirleyen Hue açısı (0°: kırmızı-pembe, 90°: sarı, 180°: yeşil ve 270°: yeşil) ve rengin doygunluğunu vermektedir (McGuire, 1992). Bu durum Çanakkale lokasyonunda yetiştirilen domateslerin doygunluk açısından nispeten daha koyu kırmızı olduğunu göstermektedir. Chroma değerleri de bunu desteklemektedir. Chroma değerleri bakımından da en düşük değeri Ayvacık lokasyonunda yetiştirilen domatesler verirken (17,03), en yüksek değer Çanakkale lokasyonundan (21,43) elde edilmiştir. Chroma değerleri bakımından ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak da önemli ($p \leq 0,01$) bulunmuştur. Domateste renk, meyvenin olgunlaşması aşamasına, genetik yapıya, çevresel faktörlere ve uygulanan kültürel işlemlere göre farklılık gösterebilir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Sönmez ve Ellialtıoğlu (2014)'e göre, Sacks ve Francis (2001); Slimstad ve Verheul (2005); Aherne ve ark. (2009), kalıtsal faktörlerin domatesin rengi ve organoleptik kalitesi üzerine etkisini kabul etmekle birlikte, özellikle renk oluşumu üzerine çevresel etkilerin daha baskın olduğunu bildirmişlerdir. Özetle çevre koşulları etkisi ile domates meyvesinin rengi yeşilden kırmızıya doğru dönmekte ve Chroma değeri artmaktadır. Çeşitli araştırmacılar domatesin renk oluşumunda en önemli etkenlerin sıcaklık ve ışık olduğunu bildirmektedirler (Adams ve ark., 2001). Domates meyvelerinde likopen sentezlenebilmesi için gerekli sıcaklığın 20-25 °C olduğu bildirilmiştir (Sönmez ve Ellialtıoğlu, 2014). Çalışmamızda özellikle Çanakkale koşullarında yetiştirilen domateslerin renk kalitelerinin nispeten daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayvacık koşullarında renk değerlerinin nispeten kötü olması ise kanımızca sıcaklık değerleri ile ilgilidir. Bu yöre birçok anlamda Çanakkale merkez ikliminden oldukça sıcak bir mikro klima bölgesidir. Yüksek sıcaklıkların ise renklenmede olumsuz etkisi yine Sönmez ve Ellialtıoğlu (2014), tarafından bildirilmiştir. Biga ve Balıkesir yöresindeki renk kalitesinin Çanakkale lokasyonundan daha kötü olması ise kanımızca fotosentetik aktif radyasyon ile ilgilidir. Fotosentetik aktif radyasyon ve ışına maruz kalma süresi domateste meyve rengine etki edebilmektedir (Venter, 1977). Biga ve Balıkesir lokasyonlarını göz önüne alındığında Çanakkale'nin bu yörelere oranla daha fazla fotosentetik aktif radyasyona ve domates için uygun sıcaklık değerlerine sahip olduğu söylenebilir.

Elegro F1 çeşidi, suda çözünebilir kuru madde değerleri açısından yetiştirilen lokasyondan önemli ölçüde etkilenmiştir ($p \leq 0,01$). En yüksek değer %4,12 ile Çanakkale lokasyonunda yetiştirilen domates meyvelerinden elde edilirken, en düşük değer %3,30 ile Ayvacık lokasyonunda yetiştirilen domateslerden elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çanakkale lokasyonunun nispeten daha çok kuru madde ürettiği sonucuna çıkmaktadır. Domates meyvesinin %93-95'i sudur (Petro-Turza, 1987). Verilerimiz bu değerler ile uyumludur. Burada açıklanması gereken soru Çanakkale lokasyonunda yetiştirilen domateslerin neden daha fazla kuru madde ürettiğidir. Kanımızca bu durum, Çanakkale iklim koşulları ile açıklanabilir. İklim koşulları açısından bakıldığında Çanakkale yöresinin nispeten daha rüzgârlı olduğu, yaz aylarında esen Kuzey ve Batı rüzgârlarının sürekli serin hava taşıdığı, Kaz Dağları eteklerinden gelen temiz hava ve mineral elementlerce zengin serin suların, domates alanlarını beslediği söylenebilir. Soğuk su ve rüzgârla gelen serin havanın özellikle geceleri havayı soğuttuğu, bu soğuma

sonucu da gece gündüz sıcaklık farkının arttığı ve meyvelerde daha fazla kuru madde birikimi sağlandığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda Elegro F1 domates çeşidi, yetiştirildiği farklı lokasyonlardan, meyve suyu pH'sı ve C vitamini içeriği bakımından istatistiksel olarak etkilenmemiştir. Ancak, titre edilebilir toplam asitlik miktarı (%TEA) bakımından lokasyonlar arasındaki fark önemli ($p \leq 0,05$) bulunmuştur. %TEA bakımından en yüksek değer %0,64 ile Biga lokasyonundan elde edilirken en düşük değer ise % 0,40 ile Balıkesir lokasyonundan elde edilmiştir. % asitlik miktarı birçok farklı faktör tarafından etkilenmektedir. Oluk ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada farklı domates çeşitlerine ait titre edilebilir asitlik miktarlarını %0,39 ila %0,50 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Kaynaş ve ark. (1994), ise yaptıkları çalışmada çeşitlere ve olgunluk durumlarına göre domateslerde %TEA değerinin %0,35-0,54 arasında olabileceğini bildirmişlerdir. Genenew (2013), domateslerde çeşit ve olgunluk durumlarına göre asitlik miktarının değişiklik gösterdiğini ve %0,15 ile %0,65 arasında değerler belirlemiştir. Çalışmamızda elde edilen %TA değerleri literatürle uyumludur. Ancak Balıkesir ve Çanakkale lokasyonundaki örnekler Ayvacık ve Biga örneklerinden açıkça ayrılmaktadır. Bu durum olgunlaşma seviyesi ile açıklanabileceği gibi, lokasyonlar arasındaki farklılıklardan da kaynaklanabilir.

Çizelge 1. Elegro F1 domates çeşidinin yetiştirildiği yörelere ait bazı meyve kalitesi özellikleri

Bölge	Tek Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Boyu (mm)	Meyve Çapı (mm)	Hue°	Chroma	SÇKM (%)	pH	TEA (%)	C Vitamini (ml/100ml)
Çanakkale	250.14 b	64,08 a	70,88 a	47,58 c	21,43 a	4,12 a	4,43	0,48 b	10,65
Balıkesir	26470 a	41,63 b	58,02 b	58,66 ab	17,15 b	3,80 b	4,38	0,40 c	8,93
Biga	216.59 c	38,20 c	54,64 b	56,15 b	19,92 a	3,90 ab	4,39	0,64 a	8,90
Ayvacık	211.42 d	39,52 c	53,27 b	62,87 a	17,03 a	3,30 c	4,44	0,63 a	8,19
<i>Çeşit Ortalaması</i>	<i>235.96</i>	<i>45,86</i>	<i>59,20</i>	<i>56,31</i>	<i>18,88</i>	<i>3,78</i>	<i>4,41</i>	<i>0,54</i>	<i>9,16</i>
<i>Önemlilik Derecesi</i>	**	**	**	**	**	**	<i>Ö.Dđ</i>	**	*

Farklı harfler Duncan çoklu karşılaştırma testindeki farklı grupları göstermektedir. * simgesi $p \leq 0,05$ önemlilik seviyesini. ** simgesi $p \leq 0,01$ önemlilik seviyesini bildirmektedir.

Çalışmada yer alan ve bazı kalite parametreleri verilen diğer bir çeşit ise Yekta F1 çeşididir. Çizelge 2'de Yekta F1 çeşidine ait bazı kalite özellikleri verilmiştir. Elde edilen verilere göre, tek meyve ağırlığı bakımından Balıkesir yöresinden örneklenmiş meyveler 216,74 g ile en yüksek değeri verirken Çanakkale lokasyonundan örneklenen meyveler 134,36 g ile en düşük değeri vermiştir. Bu çeşidin örneklenen tüm yöreler göz önüne alındığında ortalama meyve ağırlığı 183,32 g olarak belirlenmiştir. Bu çeşidi üreten firma beyanında, Yekta F1 çeşidi için ortalama ağırlık 250 g bildirilmiştir (Anonim, 2021b). Çeşit kataloğunda belirtilen meyve ağırlığı değerlerine hiçbir lokasyonda ulaşamamıştır. Meyve boyutları açısından da en yüksek meyve boyu ve meyve çapı değerleri yine Balıkesir yöresinden sırasıyla 62,02 mm ve 78.89 mm olarak belirlenirken, en düşük meyve boyu ve meyve çapı değerleri Ayvacık lokasyonundan elde edilmiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi verimliliğin bir bileşeni olan meyve ağırlığı kanımızca farklı lokasyonlardaki iklim, toprak ve bakım şartları arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Yekta F1 çeşidinde de Elegro F1 çeşidinde olduğu gibi renk özelliğinin önemli bileşenlerinden olan Hue° ve Chroma değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmış ve bu fark $p \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Özellikle kalite ve albeni açısından önemli olan renk değerleri açısından Çanakkale lokasyonundan alınan domates örneklerinin diğer bütün lokasyonlardan daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Domatesin renk kalitesi bakımından parlak ve canlı kırmızı rengi yukarıda da açıklandığı gibi çevresel faktörlerden önemli oranda etkilenmektedir. Bu farklılıkların başında da sıcaklık ve ışık en önemli bileşenlerdir (Adams ve ark., 2001). Özetle bu çeşidin diğer lokasyonlara oranla Çanakkale lokasyonunda daha iyi renk özelliklerine sahip olduğu söylenebilir.

Yekta F1 çeşidinde %SÇKM miktarı açısından lokasyonlar arasında farklılık saptanmamıştır. Ancak pH ve %TEA açısından, çeşidin lokasyon farklılıklarından etkilendiği belirlenmiştir. %TEA değerleri arasında rakamsal olarak çok fark görülmesi de, bu durum istatistiksel olarak $p \leq 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. %TEA karşılaştırmalarında en yüksek değer %0,58 ise Ayvacık lokasyonunda, en düşük değer ile %0,49 ile Balıkesir ve Biga lokasyonlarından elde edilmiştir.

Çalışmada Yekta F1 çeşidi için tüm lokasyonların ortalaması %0,52 olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda %TEA içeriği domates için genellikle olgunlaşma ile ilişkilendirilmiştir. Winsor (1962), domatesin %TEA değişimi ile ilgili yaptığı ve temel sayılabilecek olan çalışmalarında, domates meyvelerinin yeşilden kırmızı olum aşamasına kadar olan süreçte asitlik miktarının sarı rengin pigmentasyonu sırasında maksimum seviye ulaştığını ve olgunlaşma ile birlikte hızlı bir düşüş gösterdiğinin bildirmektedir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde tüm lokasyonlardaki meyvelerin yaklaşık olarak tam kırmızı olumda hasat edildiği göz önüne alınırsa bu farkın doğrudan lokasyon olduğu açıkça anlaşılabilir. Pek tabii olgunlaşma da, lokasyonlardaki iklim, toprak ve yetiştirme sırasında maruz olunan kültürel işlemler ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Yekta F1 çeşidi açısından lokasyonlar arasında meyvelerdeki C vitamini içeriği açısından farklılıklara rastlanmamıştır.

Çizelge 2. Yekta F1 domates çeşidinin yetiştirildiği yörelere ait bazı meyve kalitesi özellikleri

Bölge	Tek Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Boyu (mm)	Meyve Çapı (mm)	Hue°	Chroma	SÇKM (%)	pH	TEA (%)	C Vitamini (ml/100 ml)
Çanakkale	134,36 c	57,66 b	68,13 b	37,23 b	25,93 a	5,13	4,32 c	0,53 b	7,73
Balıkesir	216,74 a	62,02 a	78,89 a	45,30 a	22,87 b	4,80	4,32 c	0,49 c	8,41
Biga	213,48 a	60,99 ab	77,30 a	46,92 a	20,30 b	4,60	4,40 b	0,49 c	9,07
Ayvacık	168,72 b	37,40 c	54,04 c	46,12 a	20,76 b	4,80	4,58 a	0,58 a	9,12
Çeşit Ortalaması	183,32	54,52	68,58	43,90	22,15	4,83	4,41	0,52	
Önemlilik Derecesi	**	**	**	**	**	Ö.d	**	**	Ö.d

Farklı harfler Duncan çoklu karşılaştırma testindeki farklı grupları göstermektedir. * simgesi $p \leq 0,05$ önemlilik seviyesini. ** simgesi $p \leq 0,01$ önemlilik seviyesini bildirmektedir.

Çizelge 3'de Stvd8033 F1 çeşidine ait bazı kalite özellikleri verilmiştir. Elde edilen verilere göre, tek meyve ağırlığı bakımından Ayvacık yöresinden örneklenmiş meyveler 188,76 g ile en yüksek değeri verirken, Çanakkale yöresinden örneklenen meyveler 160,07 g ile en düşük değeri vermiştir. Bu çeşidin örneklenen tüm yörelere göz önüne alındığında ortalama meyve ağırlığı 174,92 g olarak belirlenmiştir. Bu çeşidi üreten firmanın çeşit kataloğunda, Stvd8033 F1 çeşidi 300-330 g ağırlığa sahip olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2021a). Çeşit kataloğunda belirtilen meyve ağırlığı değerlerine hiçbir lokasyonda ulaşılamamıştır. Meyve boyutları bakımından da çeşidin lokasyonlardan etkilendiği ve bu etki düzeyinin $p \leq 0,01$ düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Stvd8033 F1 çeşidine ait Hue ve Chroma renk değerleri açısından da, çeşidin yetiştirilme lokasyonu farklılıklarından etkilendiği ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde, Hue ve Chroma değerleri bakımından en iyi değerlerin yine Çanakkale lokasyonundan elde edildiği görülecektir. Bu çeşidin Çanakkale lokasyonunda oluşturduğu kırmızı renk, parlaklık ve canlılık açısından diğer tüm lokasyonlara göre daha kalitelidir. Bu durum, lokasyonlar arasında bulunan toprak, iklim ve bakım koşullarının farklılığından kaynaklanmaktadır. Stvd8033 F1 çeşidinin %SÇKM parametresi bakımından lokasyon farklılıklarından etkilenmediği ve bu durumun istatistiksel olarak da önemli olmadığı saptanmıştır. Diğer bütün çeşitlerde olduğu gibi Stvd8033 F1 çeşidi de pH ve %TEA parametreleri bakımından lokasyonlardan etkilenmiştir. Biga ve Ayvacık lokasyonunda yetiştirilen domates meyvelerine ait örneklerde %0,58 ve %0,59 olarak saptanan %TEA değerleri, Çanakkale ve Balıkesir'de ise sırasıyla %0,48 ve %0,42 olarak belirlenmiştir. Diğer çeşitlere ait verilerin incelenmesi sırasında da belirtildiği gibi titre edilebilir asitlik değeri olgunlaşma ile doğrudan ilgilidir. Çizelge 3'de açıkça görüldüğü üzere olgunlaşma lokasyonlardan etkilenmiş ve bu durum %TEA değerleri üzerine etkili olmuştur şeklinde yapılacak bir tartışma yanlış olmayacaktır. Olgunlaşmanın gecikmesi ya da hızlanması ise doğrudan çevresel faktörler ile ilgilidir ve doğal olarak lokasyonlar arasındaki iklim, toprak ve bakım şartları kaynaklıdır. Stvd8033 F1 çeşidinde diğer çeşitlerden farklı olarak C vitamini miktarı açısından farklılıkların olduğu ve bu farklılıkların istatistiksel ($p \leq 0,01$) olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. En yüksek C vitamini içeriği 11,17 ml/100 ml ile Çanakkale lokasyonunda belirlenirken, en düşük C vitamini içeriği 8,14 ml/100 ml ile Biga lokasyonunda saptanmıştır. Stevens (1974), 98 farklı domates çeşidinde yaptığı çalışmalarda C vitamini içeriğinin 13,0 ila 44 mg/100g arasında değiştiğinin bildirmiştir. Elde ettiğimiz veriler literatür ile uyumludur. Ancak Çanakkale lokasyonunda yetiştirilen Stvd8033 F1 domateslerinin neden diğer lokasyonlardan daha fazla C vitamini içerdiği açıklanmaya

muhtaçtır. Bitkilerdeki C vitamini üretimi tür, çeşit, kalıtım ve güneşlenme ile doğrudan ilişkilidir. Venter (1977), güneş ışını miktarının domateslerdeki şeker, pigment ve asimilatları etkilediğini bildirmekte ve seralarda yetiştirilen domateslerdeki kararsız renk oluşumunu bu sebebe bağlamaktadır. Domateslerde C vitamini içeriğini etkileyen en büyük faktör Murneek ve ark. (1954), tarafından ışık şiddeti ve sıcaklık olarak açıklanmıştır. Çanakkale koşullarında ışık ve sıcaklığın iklimsel olarak farklı olmasının bu sonucu doğurduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Stvd8033 F1 domates çeşidinin yetiştirildiği yörelere ait bazı meyve kalitesi özellikleri

Bölge	Tek Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Boyu (mm)	Meyve Çapı (mm)	Hue°	Chroma	SÇKM (%)	pH	TEA (%)	C Vitamini (ml/100ml)
Çanakkale	160,07 d	57,58 a	70,49 a	39,29 c	25,56 a	4,58	4,25 c	0,48 b	11,17 a
Balıkesir	185,23 b	56,86 a	74,46 a	40,67 c	22,87 b	4,30	4,37 a	0,42 c	8,20 c
Biga	181,70 c	57,71 a	72,07 a	47,54 b	20,50 c	4,70	4,21 d	0,58 a	8,14 c
Ayvacık	188,76 a	34,49 b	51,22 b	50,94 a	20,03 c	4,30	4,33 b	0,59 a	9,27 b
Çeşit Ortalaması	174,92	51,66	67,06	44,61	22,24	4,47	4,29	0,52	9,20
Önemlilik Derecesi	**	**	**	**	**	Ö.d	**	**	**

Farklı harfler Duncan çoklu karşılaştırma testindeki farklı grupları göstermektedir. * simgesi $p \leq 0,05$ önemlilik seviyesini. ** simgesi $p \leq 0,01$ önemlilik seviyesini bildirmektedir.

Çizelge 4'de Elegro F1, Yekta F1 ve Stdv8033 F1 çeşitlerine ait domates meyvelerinin, Çanakkale, Balıkesir, Biga ve Ayvacık lokasyonlarında belirlenen meyve kalite değerlendirilmeleri ve istatistiksel karşılaştırmaları verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Çanakkale lokasyonunda meyve ağırlığı özelliği bakımından 250,14 g ile en yüksek değer Elegro F1 çeşidinden elde edilirken bunu sırasıyla 160,07 g ile Stdv8033 F1 ve 134,36 g ile Yekta F1 çeşitleri izlemiştir. Balıkesir lokasyonunda çeşitlerin meyve ağırlıkları açısından farklılıkları incelendiğinde en yüksek meyve ağırlığı değeri 264,70 g ile Elegro F1 çeşidinden elde edilirken bunu sırasıyla 216,74 g ile Yekta F1 ve 185,23 g ile Stdv8033 F1 çeşidi izlemiştir. Biga lokasyonunda ise meyve ağırlıkları bakımından ilk sırayı yine Elegro F1 çeşidi almış, Yekta F1 ve Stdv8033 F1 çeşitleri bu çeşidi takip etmişlerdir. Ayvacık lokasyonunda ise en yüksek meyve ağırlığı değerini yine Elegro F1 çeşidi verirken, Stdv8033 F1 ikinci, Yekta F1 çeşidi ise en düşük meyve ağırlığı değerini vermiştir. Aynı lokasyonda çeşitler arasında farklılıkların bulunması beklenen bir durumdur ve genotipin etkisi olarak açıklanabilir. Aynı şartlar altında yetiştirilen çeşitler aynı bakım şartlarına maruz kalsalar bile topraktan ya da uygulanan gübreden farklı oranlarda yararlanabilmektedir (Clark ve Gross 1986). Dolayısıyla aynı bakım şartları ve iklim şartları altında yetiştirilen farklı domates çeşitleri sadece kalıtsal yapıları gereği farklı meyve ağırlıkları gösterebilir.

Elegro F1, Yekta F1 ve Stdv8033 F1 çeşitlerinin farklı lokasyonlarda gösterdiği renk değerleri bileşenlerinden Hue° değerleri açısından bütün lokasyonlarda ve bütün çeşitler arasında önemli farklılıklar saptanmış ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0,01$) bulunmuşlardır. Chroma değerleri açısından ise Biga lokasyonu hariç diğer lokasyonlarda çeşitler arasında önemli farklılıklar saptanmış ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çanakkale lokasyonunda Hue° ve Chroma değerlerinin birlikte incelenmesi sonucunda renk kalitesi bakımından en parlak ve canlı renklere sahip çeşit Yekta F1 olurken, bu çeşidi sırasıyla Stdv8033 F1 ve Elegro F1 çeşitleri izlemiştir. Balıkesir lokasyonundaki renk değerleri incelendiğinde ise renk kalitesi bakımından en parlak ve canlı renklere sahip çeşit Stdv8033 F1 olurken, bu çeşidi sırasıyla Yekta F1 ve Elegro F1 çeşitleri izlemiştir. Aynı renk kalitesi sıralaması Biga lokasyonu için de gözlemlenmiştir. Ayvacık lokasyonunda ise, renk kalitesi bakımından en parlak ve canlı renklere sahip çeşit Yekta F1 olurken, bu çeşidi sırasıyla Stdv8033 F1 ve Elegro F1 çeşitleri izlemiştir. Bilindiği gibi domatese rengini veren madde likopendir ve bu renk maddesi domates bitkisini beslenme durumu, çeşit özelliği, olgunlaşma evresine seviyesine bağlı olarak değişebilmektedir. Ayrıca domateslerdeki genetik yapı farklılıkları, örneğin kiraz domatesi, sanayilik ya da sofralık çeşit olması domateslerin renk kalitesini etkilemektedir (Lopez ve ark. 2000: Leonardi ve ark. (2000). Özetle, aynı lokasyonda yetiştirilen farklı domates çeşitleri arasında renk değerleri arasında

farklılık bulunması beklenen bir sonuçtur. Bu sonuç ise çeşitler arasındaki genetik yapı farkı ile açıklanabilir.

Farklı lokasyonlarda yetiştirilmiş Elegro F1, Yekta F1 ve Stdv8033 F1 çeşitlerine ait SÇKM içerikleri incelendiğinde Çanakkale lokasyonunda yetiştirilen çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklara belirlenmemişken, diğer tüm lokasyonlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptanmıştır. Balıkesir lokasyonunda en yüksek SÇKM değeri Yekta F1 değerinde %4,80 ile belirlenirken, bu çeşidi %4,30 ve %3,80 değerleri ile sırasıyla Stdv8033 F1 ve Elegro F1 çeşitleri izlemiştir. Aynı sıralama Ayvacık lokasyonunda da görülürken, Biga lokasyonunda ise Stdv8033 F1 %4,70 değeri ile en yüksek değeri vermiştir. Bu değeri sırasıyla %4,60 değeri ile Yekta F1 ve %3,90 değeri ile Elegro F1 çeşitleri izlemiştir.

Elegro F1, Yekta F1 ve Stdv8033 F1 çeşitlerinin farklı lokasyonlarda gösterdiği %TEA miktarları bakımından tüm lokasyonlarda ve bütün çeşitler arasında önemli farklılıklar saptanmış ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0,05$ ve $p \leq 0,01$) bulunmuşlardır. Çanakkale lokasyonunda en yüksek TEA değeri Yekta F1 çeşidinden %0,53 ile elde edilirken, Stdv8033 F1 ve Elegro F1 çeşitleri %0,48 değeri ile bu çeşidi izlemişlerdir. Balıkesir lokasyonunda %0,49 değeri ile Yekta F1 çeşidi en yüksek değeri verirken, Stdv8033 F1 %0,42 ve Elegro F1 çeşidi ise %0,40 TEA değerleri vermiştir. Biga lokasyonunda ise en yüksek TEA değerini %0,64 ile eElegro F1 çeşidi verirken, sırasıyla Stdv8033 F1 ve Yekta F1 çeşitleri bu çeşidi izlemişlerdir. Ayvacık lokasyonunda ise en yüksek değer eElegro F1 çeşidinden elde edilmiş ve bunu sırasıyla Stdv8033 F1 ve Yekta F1 çeşitleri izlemiştir.

Çeşitlerin farklı lokasyonlarda gösterdiği C vitamini içerikleri açısından Biga ve Ayvacık lokasyonlarında farklılık saptanmamıştır. Çanakkale ve Balıkesir lokasyonlarında ise çeşitlerin arasındaki fark istatistiksel olarak ($p \leq 0,01$) önemli bulunmuştur. Çanakkale lokasyonunda en yüksek C vitamini içeriği 11,17 ml/100 ml ile Stdv8033 F1 çeşidinde saptanırken, Balıkesir lokasyonunda en yüksek C vitamini değeri 8,93 ml/100 ml ile Elegro F1 çeşidinden belirlenmiştir.

Çeşitler arasında aynı lokasyonlarda farklılıkların bulunması yukarıda da açıklandığı gibi genetik faktörlere bağlıdır. Diğer yandan, aynı çeşitlerin değişik lokasyonlarda gösterdiği farklılıklar ise lokasyonun toprak, iklim, bakım koşulları ile açıklanabilmektedir. Nitekim Eşiyok ve ark. (2004) bu durumu domateslerin dış görünüş özellikleri ve içsel kalite özelliklerinin (tat, aroma, sertlik, SÇKM, pH) yetiştirme döneminden, ortam faktörlerinden, ve çeşit özelliklerinden etkilendiğini açıklamışlardır. Yine aynı çalışmada TEA ve C vitamini içeriklerinin çeşide, olgunluk seviyesine ve depolama koşullarına göre de farklılık gösterebildiğini eklemiştir.

Çizelge 4. Elegro F1, Yekta F1 ve Stdv8033 F1 çeşitlerine ait domates meyvelerinin, Çanakkale, Balıkesir, Biga ve Ayvacı lokasyonlarında belirlenen meyve kalite değerlendirilmeleri

Bölge	Çeşit	Tek Meyve Ağırlığı (g)	Meyve Boyu (mm)	Meyve Çapı (mm)	Hue°	Chroma	SÇKM (%)	pH	TEA (%)	C Vitamini (ml/100 ml)
Çanakkale	Elegro F1	250,14 a	64,08 a	70,88	47,58 a	21,43 b	4,12	4,43 a	0,48 b	10,65 a
	Yekta F1	134,36 c	57,66 b	68,13	37,23 c	25,93 a	5,13	4,32 b	0,53 a	7,73 b
	Stdv8033 F1	160,07 b	57,58 b	70,49	39,29 b	25,56 a	4,58	4,25 b	0,48 b	11,17 a
Önemlilik Derecesi		**	*	Ö.d	**	**	Ö.d	*	*	**
Balıkesir	Elegro F1	264,70 a	41,63 c	58,02 b	58,66 a	17,15 b	3,80 c	4,38 a	0,40 b	8,93 a
	Yekta F1	216,74 b	62,02 a	78,89 a	45,30 b	21,59 a	4,80 a	4,32 b	0,49 a	8,41 b
	Stdv8033 F1	185,23 c	56,86 b	74,46 a	40,67 c	22,87 a	4,30 b	4,37 a	0,42 b	8,20 c
Önemlilik Derecesi		**	**	**	**	**	**	**	**	**
Biga	Elegro F1	216,59 a	38,20 b	54,64 c	56,15 a	19,92	3,90 b	4,39 a	0,64 a	8,90
	Yekta F1	213,48 a	60,99 a	77,30 a	46,92 b	20,30	4,60 a	4,40 a	0,49 c	9,07
	Stdv8033 F1	181,70 b	57,71 a	72,07 b	47,54 b	20,50	4,70 a	4,21 b	0,58 b	8,14
Önemlilik Derecesi		**	**	**	*	Ö.d	**	**	**	Ö.d
Ayvacı	Elegro F1	211,42 a	39,52 a	53,27	62,87 a	17,03 b	3,30 c	4,44 b	0,63 a	8,19
	Yekta F1	168,72 c	37,40 ab	54,04	46,12 b	20,76 a	4,80 a	4,58 a	0,58 b	9,12
	Stdv8033 F1	188,76 b	34,49 c	51,22	50,94 b	20,03 a	4,30 ab	4,33 c	0,59 b	9,27
Önemlilik Derecesi		**	*	Ö.d	**	**	*	**	**	Ö.d

Farklı harfler Duncan çoklu karşılaştırma testindeki farklı grupları göstermektedir. * simgesi $p \leq 0,05$ önemlilik seviyesini. ** simgesi $p \leq 0,01$ önemlilik seviyesini bildirmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın amacı, Güney Marmara bölgesinde ve özellikle Çanakkale’de üreticiler tarafından en çok tercih edilen domates çeşitlerinin hem Çanakkale ilçelerinde hem de yakın ekolojilerde yetiştirilmesi sonrasında kalite parametreleri açısından farklılıklarının belirlenmesi ve coğrafi işaret alınması aşamalarına kaynak oluşturacak literatürün oluşturulmasıdır. Bu noktadan hareketle yörede en çok yetiştirilen domates çeşitleri 2021 yılı üretim döneminde kalite parametreleri açısından karşılaştırılmıştır. Çalışmada 3 farklı domates sofralık çeşidi (Elegro F1, Yekta F1, Stdv8033 F1), 4 farklı lokasyonda yetiştirilmiştir. Bu lokasyonlar Çanakkale, Balıkesir, Biga ve Ayvacı’tır.

Elde edilen sonuçlara göre Çanakkale lokasyonunda yetiştirilen Elegro F1 domates çeşidinde renk, %SÇKM, %TA ve C vitamini içeriği açısından diğer lokasyonlara göre daha kaliteli domates meyvelerinin elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca, Yekta F1 çeşidinin ise %SÇKM ve renk bileşenleri açısından diğer lokasyonlara oranla Çanakkale lokasyonunda nispeten daha kaliteli meyveler elde edildiği saptanmıştır. Stdv8033 F1 çeşidinde ise renk bileşenleri ve C vitamini açısından diğer lokasyonlara oranla daha kaliteli meyveler elde edildiği ileri sürülebilir. Bu sonuçlara göre yazarlar, elde edilen bu farklılıkların kaynağının lokasyonlar arasındaki iklim, toprak ve uygulanan kültürel işlemlerin farklılığına dayandırmaktadırlar. Çeşitlerin hepsi lokasyonlar içinde değerlendirildiğinde ise, her çeşidin farklı lokasyonlardaki farklılıkları çeşitlerin kalıtsal yapısı ile ilgilidir ki bu beklenen bir sonuçtur. Ayrıca, denemede kullanılan tüm çeşitler Çanakkale ekolojik şartlarında üreticilere tavsiye edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesi aşamasında katkılarından dolayı Çanakkale Ticaret Borsası Yönetim Kurulu’na teşekkür ederiz..

Kaynaklar

- Aherne, S.A., Jiwan, M.A., Daly, T., O'Brien, N.M., 2009. Geographical location has greater impact on carotenoid content and bio accessibility from tomatoes than variety. *Plant Foods Human Nutrition*, 64: 250-256.
- Anonim, 2021a. Seminis Türkiye web sitesi <https://www.vegetables.bayer.com/tr/tr-tr/urunlerimiz/domates.html#filter.char%5B%5D=SEMINIS>. Erişim tarihi: 25.12.2021.
- Anonim, 2021b. Troya tohum resmi web sitesi. <http://troyatohum.com/>. Erişim Tarihi; 26.12.2021.
- Clark, R.B., Gross, R.D., 1986. Plant Genotype Differences to Iron. *Journal of Plant Nutrition*. 9: 471-491.
- Duman, i., Düzyaman, E., 2014. Domates yetiştiriciliğini etkileyen faktörler. Çanakkale domates çalıştay kitabı. Pozitif Matbaa, Ankara.
- Duman, İ., Eşiyok, D., Vural, H., 1995. Üstün verim ve teknolojik özelliklere sahip sanayi domatesi çeşitlerinin belirlenmesi, I. Ana Verim Denemesi, Sanayi Domatesi Üretimini Geliştirme Projesi, Doğruluk Matbaacılık San. Tic. ve Ltd. Şti, 1-16s, İzmir.
- Dumas, Y., Dado, M., Di Lucca, G., Grolier, P., 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 369-382.
- Düzyaman, E., Duman, İ., İlbi, H., Vural H., 1996. Üstün verim ve teknolojik özelliklere sahip sanayi domatesi çeşitlerinin belirlenmesi, I. Ana Verim Denemesi Sanayi Domatesi Üretimini Geliştirme Projesi. Doğruluk Matbaacılık San. Tic. ve Ltd. Şti., 23-28 s., İzmir.
- Ercan, N., Vural, H., 1994. The effects of low temperatures on fruit set of tomatoes. *Acta Horticulturae*, 366: 65-72.
- Erdal, İ., Kepenek, K., Kızılgöz, 2004. Effect of Foliar Iron Applications at Different Growth Stages on Iron and Some Nutrient Concentrations in Strawberry Cultivars. *Turk J Agric For* 28, 421-427.
- Eşiyok, D., Boztok, K., Şen, F., Uğur, A., Bozokalfa, M.K., 2004. Bazı Sera Domates Çeşitlerinin Verim Kalite ve Depolama Özelliklerinin Belirlenmesi. *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41(2), 9-17s, İzmir.
- FAO, 2021. FAO web sayfası. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim Tarihi: 27.12.2021.
- Genanew, T., 2013. Effect of Post Harvest Treatments on Storage Behavior and Quality of Tomato Fruits. *World Journal of Agricultural Sciences* 9 (1): 29-37.
- Gözükara, G., 2014. Farklı çiftçi koşullarında yetiştirilen günlük domates (*solanum lycopersicum*) çeşitlerinin verim, kalite ve beslenme durumlarının karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Akdeniz üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü.
- Kaplan, N., 1998. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne uygun sanayi domatesi çeşitlerinin saptanması. II. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiriler Kitabı 28-30 Eylül, Tokat.
- Karaçalı, İ., 2009. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 494, Bornova/İZMİR.
- Kaya, S., 2012. Yerel sofralık domates populasyonlarının organik tarıma uygunlukları ve organik çeşit geliştirme amacıyla kullanım olanakları üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.
- Kaynaş, K., Kuzucu, CÖ., Kuzucu, FC., Dardeniz, A., 2000. Bazı domates çeşitlerinin kalite ve verim özelliklerinin belirlenmesi, III. Sebze Tarımı Sempozyumu 11-13 Eylül, 130-137 s., Isparta, 2000.
- Kaynaş, K., Sürmeli, N., 1994. Farklı olgunluk dönemlerindeki domates meyvelerinin bazı kimyasal özellikleri ve solunum hızındaki değişimler, *Turk J. Agric. For.*, 18(2):71- 79.
- Lopez, J., Ruiz, R.M., Ballesteros, R., Ciruelos, A., & Ortiz, R., 2000. Color and Lycopene Content of Several Commercial Tomato Varieties at Different Harvesting Dates, VII. International Symposium on the Processing Tomato, June, 243-247.
- McGuire, G. R., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, Vol. 27 (12), 1254-1255.
- Murneek, A.E., Maharg, L., Wittwer, W.H., 1954. Ascorbic acid (vitamin C) content of tomatoes and apples. *Research Bulletin* 568. Uni of Missouri College of Agriculture and Agricultural Experiment Station.

- Oluk, C. A., Akyıldız, A., Ağçam, E., Keles, D., Ata, A., 2012. Farklı Domates Çeşitlerinin Bazı Kalite Özellikleri. Akademik Gıda 10(3) pp.26-31.
- Öztokat Kuzucu, C., 2014. Çanakkale ili sebze üretim potansiyeli ve pembe domates yetiştiriciliği. Çanakkale domates çalıştay kitabı. Pozitif Matbaa, Ankara.
- Pearson, D., 1970. Analyses. Determination of L-ascorbic acid. International federation of fruit juice producers. No:17.
- Petro-Turza, M., 1987. Flavor of tomato and tomato products. Food Review International, 2 (3): 309-351.
- Sacks, E.J., & Francis, D.M. (2001). Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding Lines. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126(2): 221-226.
- Siviero, P., Passeri, P., Sandei, L., Zanotti., 2000. Varietal comparison of processing tomato lines, Informatore-Agrario, 56(24):49-53, 2000.
- Slimestad, R., & Verheul, M.J., 2005. Seasonal variations in the level of plant constituents in greenhouse production of cherry tomatoes. Journal Agriculture Food Chem., 53: 3114-3119.
- Sönmez, K., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., 2014. Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme. Derim, 31 (2):107-130.
- Steven M., 1974. Varietal influence on nutritional value. In: White P.L., Selvey N. (eds), Nutritional Qualities of Fresh Fruits and Vegetables. Mt. Kisco, NY, Futura: 87–110.
- Tüik, 2021. Tüik web sayfası. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>. Erişim tarihi: 27.12.2021.
- Türk, B., Nas, Y., Duman, İ., Şen, F., Tuncay, Ö. 2019. The Effects of Soil Type and Variety Selection on Yield and Fruit Quality Characteristics in Processing Tomato Production, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 56 (3):337-343.
- Venter, F., 1977. Solar radiation and vitamin C content of tomato fruits. Acta Horticulturae, 58: 121-127.
- Villarea, R.L., 1980. Tomato in the Tropics Bulletin. Colorado West Press Incorporated. 194 – 196.
- Vural, H., D. Eşiyok ve İ. Duman, 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basım Evi, s: 440. Bornova, İzmir.
- Winsor, G.W., J.N. Davies, and D.M. Massey. 1962. Composition of tomato fruit. III. Juices from whole fruit and locules at different stages of ripeness. J. Sci. Food Agr. 13: 108-115.
- Yoltaş, T., Erkan, S., Baş, T., Vural, H., 1998. Üstün verim ve teknolojik özelliklere sahip sanayi domatesi çeşitlerinin belirlenmesi, Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi 7-11 Eylül 1998, Aydın.