



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 katkılar 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 sınıflandırılmada, 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 olmamaktadır. 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 tarımında 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

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 hastalığı 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 kıvrımsı 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 solarak 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)

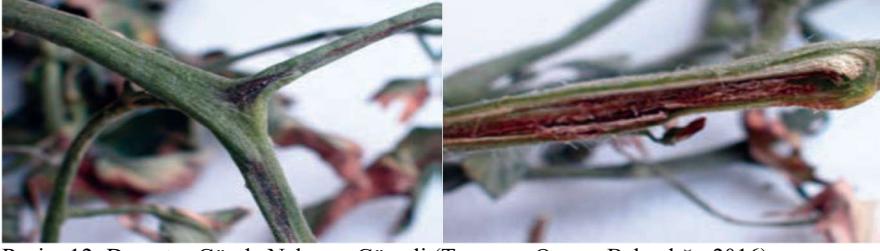
3.11. Kurşuni Küf Hastalığı [*Botrytis cinerea*]: Domatesin çiçek döneminde da taç yaprakları hastalığa çok duyarlıdır. Hastalık bu bölümlerden meyveye geçerek meyve çürüklüğüne yol açarlar. Hastalık gövde ve meyvelerde de zararlara yol açar. Lekeleri başta toplu iğne başı büyüklüğünde iken ileriki dönemlerde 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)

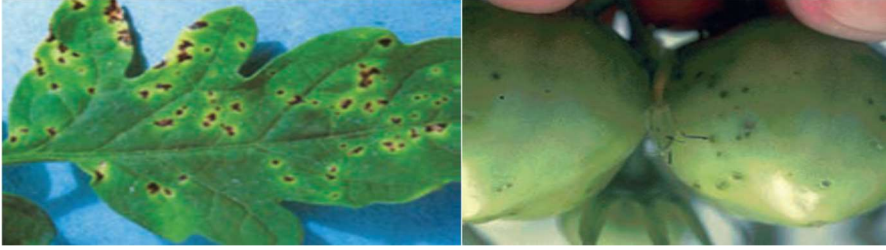
3.12. Domates Öz (Gövde) Nekrozu [*Pseudomonas corrugata*, *viridiflava*, *P. Cichorii*]: Hastalığı yol açan bakteriler toprak kaynaklı olarak ortaya çıkmaktadır. Düşük gece sıcaklığı ile yüksek nem hastalığa uygun zemini yaratmaktadır. Üst yapraklarında solgunluk ile birleşen bir sararma meydana gelir. 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 Tosspovirus*]: Hastalığa Tosspovirus 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)

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

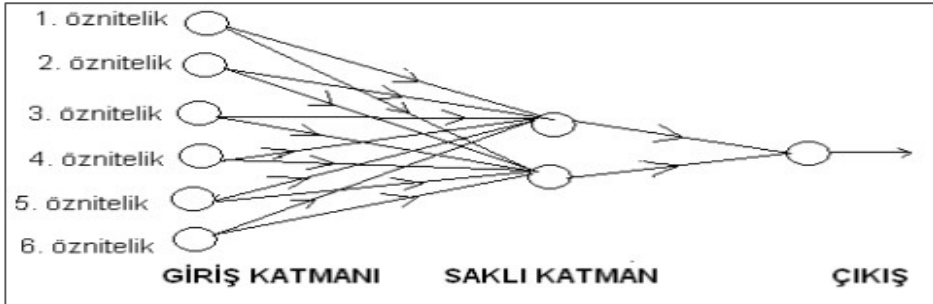
3.20. *Yaprak Galerisineklere* [*Liriomyza spp.*]: Erginleri 1,3-2,3 mm uzunluğunda ve gri siyah arası değişen renktedirler. Yumurtaları yaklaşık 0,2 mm uzunluğunda şeffaf ve beyaz renktedir. Yumurtadan çıkan larvalar renksiz ve olgunlaştığında 3 mm uzunluğunda soluk portakal sarısı görünüm alır. Larvalar 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.



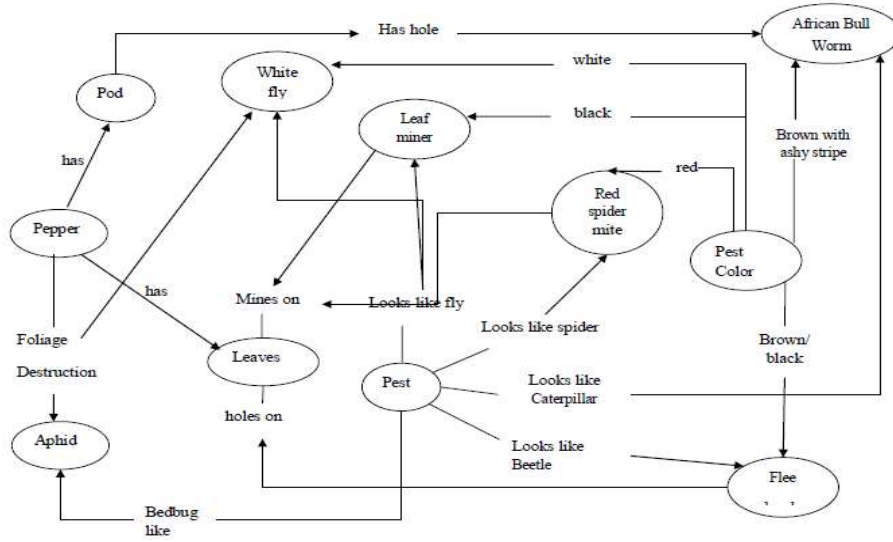
Şekil 1: Yapay Sinir Ağları Nöron Gösterim Şeması (Karadağ ve Taşaltın, 2016)

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

Regrasyon (Logistic Regression (LR)) ve Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machines (SVM)) sınıflandırma yöntemlerini kullanarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Liu ve ark. (2010); pirinç yaprağındaki dört farklı durumu değerlendirmek amacıyla öznelik çıkarmada aşamasında temel bileşen analizi (principal component analysis (PCA)) ve sınıflandırma yöntemi için ise sinir ağlarını kullanmışlardır. Rumpf ve ark. (2010); şeker bitkisi yapraklarının üç farklı hastalık durumlarının görsel olarak aldıkları spektral dalarını yapay sibir ağları (Artificial Neural Networks), Karar Ağaçları (Decision Trees), en yakın komşu ve destek vektör makineleri kullanılarak sınıflandırarak karşılaştırma işlemleri yapmışlardır. Benzer çalışmaları çoğaltmak mümkündür (Çay bitkisi: Li ve He (2008), Patlıcan: Wu ve ark. (2008), Palmiye: Liaghat ve ark. (2012), Biber: Karadağ ve Taştaltın (2016), Biber: Özyılmaz (2020)). Sonuç olan bu çalışmalarda görsel yöntemler ile Spektrometre gibi cihazlar ile görsel farklı veriler alınarak öğrenme amaçlı olarak sisteme tanımlama işlemleri yapılmıştır. Sisteme farklı hastalık durumları görsel kaynaklar ile öğretimi gerçekleştirildikten sonra yeni durumlar sinir ağları sayesinde ilişkilendirilerek sonuç çıktısı vermesi sağlanmıştır.

Yapay sinir ağlarında karar sistemlerinin tanımlanması büyük önem taşımaktadır. Asferi (2010), prolog kabul kullanan kurala dayalı biber bitkisinde meydana gelen yaygın hastalıkların teşhisine yönelik uzman sistem geliştirmiştir. Önerilen bilgi tabanı sistemi bir kullanıcı arayüzüne sahiptir. Uygulamanın amacı, kullanıcının belirli hastalık semptomlarıyla ilgili sorgularına karşı tanıya dayalı yanıtlar üretmeyi amaçlamaktadır. Sistemde, üretim sürecinde biber bitkisindeki hastalıkların semptomları ve çareleri hakkında bilgi içeren yapılandırılmış bir bilgi tabanını barındırmaktadır. Bilgi tabanı sistemi geliştirme sürecinde ziraat alanında biber konusunda uzmanlardan anket sonuçları ve ilgili sorulara cevaplar istenerek bilgiler elde edilmiştir. Sistem uygulamasında kullanılan veri seti gerçek uygulamalar ile test edilmiş ve sistem tarafından verilen sonuçlar alan uzmanları tarafından da doğrulanmıştır. İlgili uygulamaya ait görsel Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2: Biber Hastalıklarına Yol Açan Böceklerin Analizi İçin Mantıksal Ağ Şeması (Asferi, 2010)

Görsel Algılamaya Dayalı Karar Destek Yapısının Çalışma Modeli

Çalışmada 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. Genelde hastalık belirtilerinin yaprak üzerindeki değişmelere dayalı olarak yapıldığı görülmüştür (Mokhtar ve ark., 2015).

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.

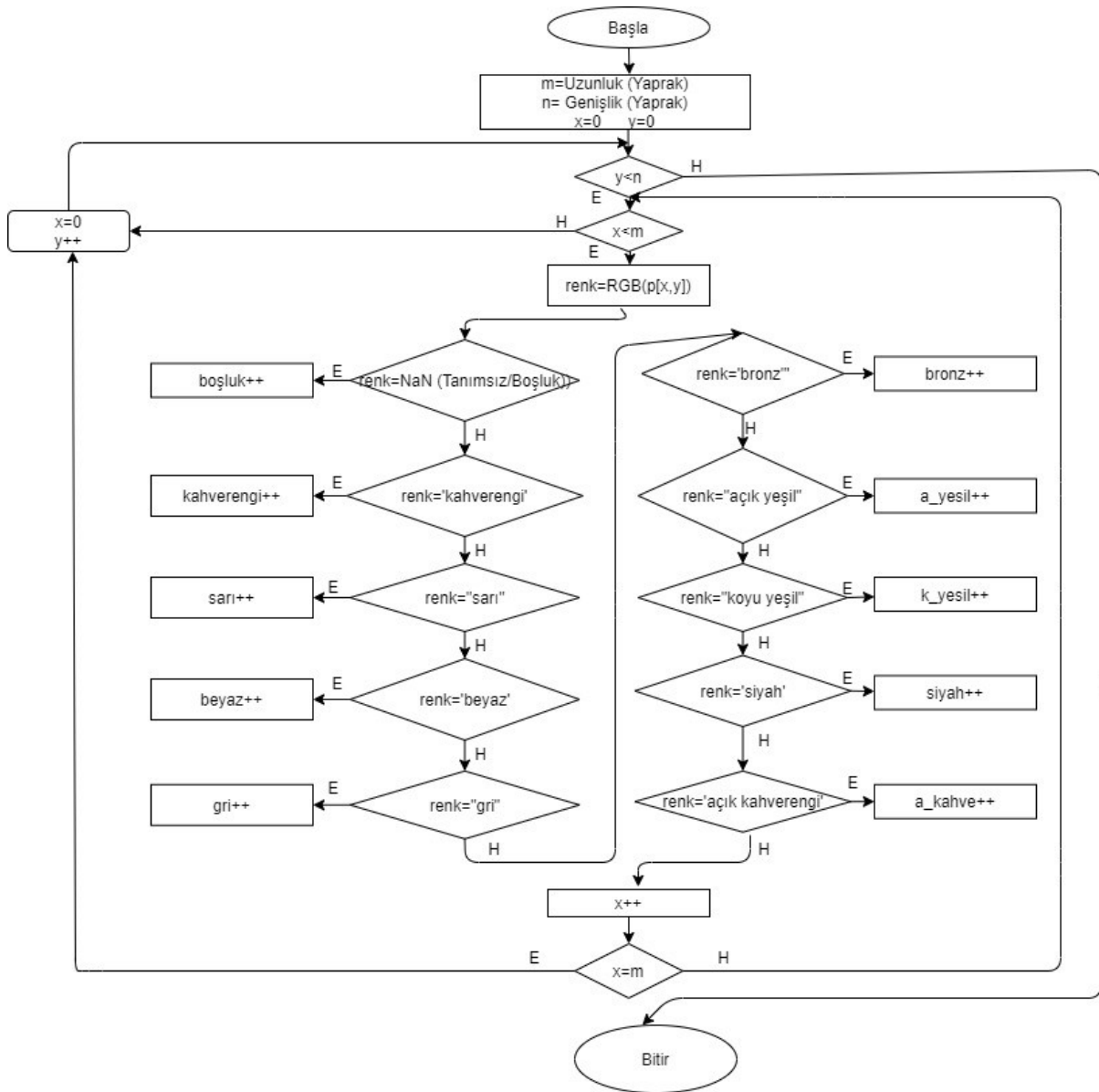
$$Hastalıklı Alan = \sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n p(x,y) \quad (2)$$

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

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

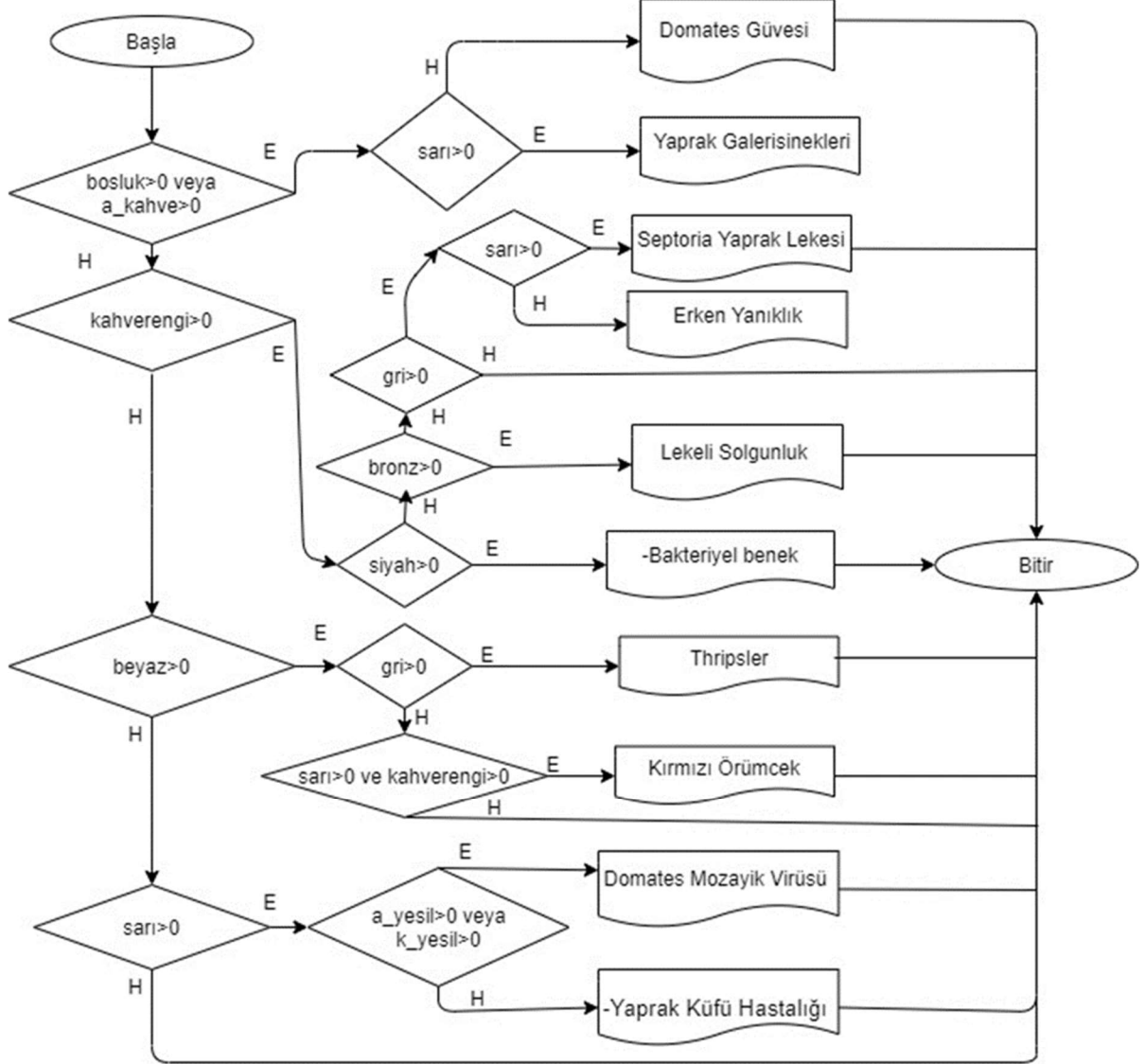
Görsel Algılamaya Dayalı Karar Destek Yapısının Akış Diyagramı Şemaları

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 üretilecektir.



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 Böceklerle 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 Evrişimsel 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 türleri 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.

Yumru 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 ortamdaki 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 istatistiksel 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 yaprakta 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 yaprakdan 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 Methot 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 Stres. *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.