

İklim Değişikliğinin Fitopatoloji Açısından İncelenmesi

Bahadır ŞİN^{1*} , Ömer Ümit OKÇU² 

¹ Bitki Koruma, Ziraat Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Arifiye, Sakarya, Türkiye.

² Ziraat Fakültesi, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Arifiye, Sakarya, Türkiye.

ÖZ

Günümüz ve geleceğimizin en büyük sorunlarından biri olan küresel iklim değişikliği gün geçtikçe etkisini daha da şiddetli bir şekilde hissettirmektedir. Mevsimlerde yaşanan olağan dışı farklılıklar tarımsal üretimde belli başlı sorunları da beraberinde getirmektedir. Daha önce ülkemizde görülmeyen bitki hastalıklarının ülkemiz için sorun teşkil etmesi ya da yabancı otların iklim değişikliğine, kültür bitkilerinden daha fazla uyum sağlayarak üretimde düşüslere yol açması bu sorunlardan sadece birkaçıdır. Bu çalışmada iklim değişikliğinin bitki hastalıkları ve yabancı otlara olan olumlu ya da olumsuz etkileri incelenmiş, gelecekte ne gibi sorunlarla karşı karşıya kalınacağına değinilmiş ve iklim değişikliğinin fitopatoloji açısından önemi vurgulanmıştır. İklimde yaşanan değişimlerin bitkisel üretim üzerinde direkt ya da dolaylı etkilerine dikkat çekilerek, gerekli adımların atılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki koruma, hastalık, yabancı ot.

Examination of Climate Change in Terms of Phytopathology

ABSTRACT

Global climate change, which is one of the biggest problems of our day and future, is being felt more and more severely day by day. Unusual differences in seasons bring along certain problems in agricultural production. Plant diseases that have not been seen in our country before, posing a problem for our country or weeds adapting to climate change more than cultivated plants, causing decreases in production are just a few of these problems. In this study, the positive or negative effects of climate change on and weeds were examined, it was mentioned what kind of problems to be faced in the future and the importance of climate change in terms of phytopathology was emphasized. It is aimed to take necessary steps for this by drawing attention to the direct or indirect effects of changes in the climate on crop production.

Keywords: Plant protection, disease, weed.

1 Giriş

Günümüzde insanoğlunun karşılaştığı en büyük çevresel sorunların başında iklim değişikliği gelmektedir. Oluşan bu değişiklik sonucunda karasal ve su ekosistemlerinde geri dönüşü mümkün

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: bahadirsin@subu.edu.tr

olmayan bozulmalar gerçekleşmektedir. İklim değişikliği pek çok nedenin bir araya gelmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunlar doğal nedenlerden kaynaklanabileceği gibi büyük bir kısmı insanoğlunun doğa üzerinde hakimiyet kurmaya çalışmasından kaynaklanmaktadır. Doğal nedenler yüzyıllar öncesinde, çok uzun sürede gerçekleşmiştir. Jeolojik devirlerde gerçekleşmiş olan bu değişimler hem dünya coğrafyasını hem de ekolojiyi kalıcı olarak değiştirmiştir. Ancak sanayi devriminin başlamasıyla birlikte ilk kez insan faaliyetlerinin de iklimde değişimlere yol açabileceği görülmüştür [1]. Sanayi devrimi öncesi insan faaliyetlerinin ortalama olarak sadece 1°C'lik ısı artışına sebep olduğu düşünülmektedir [2]. Herhangi bir önlem alınmadığı takdirde önümüzdeki yüzyılda küresel sıcaklık ortalamasının 5°C'lik artışa uğrayabileceği öngörülmektedir [3].

İklim değişikliğinin atmosferdeki CO₂ miktarında yaşanan değişikliklerden kaynaklandığı bilinmektedir. İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporu verilerine göre tarım, ormancılık ve farklı şekilde toprak kullanımının insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyon oranının %23'lük dilimini oluşturduğu bildirilmektedir [4]. İklim değişikliğinin sonuçlarını her geçen gün daha da şiddetli hissetmekteyiz. Bunları yüksek sıcaklık, orman yangınları, kuraklık, deniz seviyesinde yükselme, asit yağmurları, fırtınalar ve kasırgalar olarak sıralamak mümkündür [2].

Yeryüzünde tarımsal üretim iklim koşullarıyla bağlantılı olarak yürütülmektedir. Sıcaklık, yağış rejiminde meydana gelen değişimler hem bitkisel üretimi hem de hayvancılığı olumsuz etkilemektedir. Sıcaklık, atmosferik karbondioksit (CO₂), yağış sıklığı ve yoğunluğundaki değişikliklerin mahsul verimi üzerinde önemli etkileri olabilmektedir. Örneğin, yüksek CO₂ seviyelerinin bitki büyümesini artırabileceği bazı literatürlerde yer almaktadır. Sıcaklık, bir mahsulün optimal gelişim seviyesini aşar ise ve yetiştiricilik yapılan alanda yeterli su ve besin maddesi mevcut değilse verimde azalma görülebilmektedir. Nitekim yüksek CO₂, yonca ve soya fasulyesi bitkilerinde protein ve nitrojen içeriğinde azalma meydana getirerek kalite kaybına neden olmaktadır. Azalan tahıl ve yem kalitesi, mera ve merada otlayan çiftlik hayvanlarının beslenme rejimini olumsuz etkilemektedir [1].

İklimdeki bu değişiklikler, bitkisel üretimde bitki koruma açısından önemli bir yere sahip olan fitopatogenlerin ve yabancı otların farklı lokasyonlara dağılmasına, görülme sıklığının artmasına, epidemilere ve bitkisel üretimde ürün alınamayacak boyutlara ulaşmasına neden olmaktadır. Sıcaklık ve atmosferik karbondioksit seviyelerindeki artış, bitkilerde bitki hastalıklarının yoğunluğunun artmasına neden olan fizyolojik değişikliklere neden olmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği, patojen gelişimini değiştirebileceği, konukçu-patojen etkileşimlerinde farklılıklara neden olabileceği gibi bitki dayanıklılığını kıran yeni patojen ırklarının ortaya çıkmasını kolaylaştırabilmektedir.

2 İklim Değişikliğinin Fitopatogenler Üzerine Etkisi

Dünya çapında 50.000 bitki patojeni ve 8000 yabancı ot türü olduğunu bildirmektedir [7]. Tarımsal üretim açısından bu türlerin bir çoğunun doğrudan ya da dolaylı olarak ürün kayıpları üzerine olumsuz etkisi bulunmaktadır. İklim değişikliği bu türlerin dinamiğini etkileyerek fitopatogenlerin hastalık döngülerini hızlanmasına veya yavaşlamasına neden olabilir. Bu bağlamda iklim değişikliğinin fitopatogenlerin etkinliği üzerine az sayıda çalışma yapılmıştır.

Bitki hastalıkları ile bölgesel iklim ve flora arasında dinamik bir ilişkisi söz konusudur. Bu nedenle fitopatogenlerin çoğalıp yayılabilmesi için çevre, konukçu ve patojenin uygun şartlarda bir arada bulunması gerekmektedir. İklim değişikliği ile birlikte hava sıcaklıklarındaki, mevsim ekstremelerindeki değişiklikler patojenin yayılmasını etkileyecek yeni patojenlerin farklı lokasyonlara dağılmasına neden olacak ve birçok fitopatogenin epidemiyolojisi üzerinde değişimlere yol açacaktır [5, 6].

İklim faktörleri, özellikle de sıcaklık fungal patojenlerin gelişimi için önem arz etmekte ve patojenin gelişim evrelerinde sıcaklıktaki herhangi bir değişiklik; fungus üremesini, enfeksiyon şiddetini, patojenin toprakta canlılığını koruyabilme süresini etkilemektedir. Örneğin; yulafta *Septoria* yaprak lekesi (*Septoria lycopersici*) ve gövde pasının (*Puccinia graminis*) hastalık şiddeti sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Yine yüksek sıcaklıklar *Puccinia substriata* fungusunun spor çimlenmesini engellemektedir [44].

Fungal, bakteriyel ve viral etmenlerin iklim koşullarına bağlı olarak kültür bitkileri üzerinde hastalık oluşturma şekli oldukça değişkenlik göstermektedir [8]. Virüsler ve fitoplazmalar böcekler aracılığıyla da yayılmaktadır. Kışların ılık geçmesi böceklerin döl sayısını ve buna bağlı olarak da vektör böcekler aracılığı ile taşınan virüs ya da fitoplazma hastalıklarının yayılım alan ve hızını da artıracaktır [9]. Ayrıca vektör böcek ve akarlarla taşınan *Wheat streak virus* (WSMV), *Weat Dwarf Virüs* (WDV) ve *Barley Yellow Dwarf Virüs* (BYDV) viral etmenlerin gelecekte Ülkemiz tahıl ekiliş alanlarında etkisini göstereceği öngörülmektedir [49]. BYDV (*Barley Yellow Dwarf Virüs*) etmeni afitlerin farklı türleriyle çeşitli şekillerde taşınabilmektedir. Özellikle virüsün bir ırkı mısır (*Zea mays*) bitkisinde oldukça yaygın olup *Rhopalosiphum maidis* (Hom.: Aphididae) ile taşınmaktadır. İngiltere’de mısır alanlarının yaygınlaşması ve kışların ılık geçmesi ile birlikte afidin hayatta kalma oranı da artmaktadır. Ekim alanlarındaki bu artış ve iklim değişikliğinin doğurduğu sonuçlar virüsün yayılmasını teşvik etmektedir. Ayrıca BYDV’nin mısır ırkının arpa (*Hordeum vulgare*) ve buğdayda (*Triticum aestivum*) diğer afit türleri tarafından taşınabilir hale gelmesi mümkün olacaktır [48].

CO₂ seviyesi de fungal patojenlerin gelişimine etki etmektedir. Yüksek CO₂ seviyelerinin (780 ppm), buğday çeşidi Remus'un *Fusarium* spp. ve *Septoria tritici* yaprak lekesi hastalığına duyarlılığını arttırdığı gösterilmiştir [45]. *Peronospora manshurica* gibi bazı patojenlerde ise CO₂ ve O₃ konsantrasyonları hastalık şiddetinde azalmaya neden olurken soya fasulyesinde (*Glycine max*) *Septoria glycines* şiddetini artmaktadır [46]. Arpada (*Hordeum vulgare*) da külleme hastalık etmenine (*Blumeria graminis*) karşı dayanıklılık yüksek sıcaklıkta daha fazla olmaktadır [47].

Sıcaklık, nem, yağış ve diğer faktörler etmenlerin yayılmasını etkilemektedir [10]. Artan karbondioksit miktarı bitkilerde vejetatif gelişmeyi teşvik edecek; yapraklar arasındaki nem yoğunluğunu artıracak ve bu durum pas, külleme, yaprak lekesi ve yaprak yanıklıkları hastalıklarına neden olacaktır [11]. Japonya’da yapılan bir araştırmaya göre, karbondioksit miktarındaki artışın çeltik yanıklığı etmeninin görülme sıklığını da arttırmıştır [12]. İklim değişikliğine bağlı olarak artan yağışlar, funguslar için uygun nemli bir ortam oluşturacağından bitki patojeni fungusların görülme sıklığını da artıracaktır [13]. Ayrıca okyanus sıcaklıklarında yaşanan artışlar farklı iklimsel durumları, kasırga ve fırtınaların görülme sıklığında artışlara neden olmuştur. Yaşanan bu değişim kasırgaların geniş alanda etkili olmasına ve görülme sıklıklarının artmasına neden olmaktadır [14]. Bu bağlamda Uganda’da ilk kez 1999 yılında varlığı saptanan buğdayın en önemli hastalık etmenlerinden biri olan kara pas (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*)’ın Ug99 ırkı şu an tüm dünyada özellikle buğday alanlarında ciddi tehlikeler arz etmektedir. Ara konukçusu olan *Berberis* sp. bitkisi ezidium yataklarında oluşan ezidiosporların rüzgarlar yardımıyla buğday bitkisine taşınarak enfeksiyon gerçekleştirdiği bilinmektedir. Ayrıca şiddetli rüzgarlarla birlikte ülkeler arasında etmenin yayılması söz konusu olmuştur [15].

Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında önemli bir hastalık etmeni olan Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) dünyada karantinaya tabi bakteriyel bir hastalıktır [16]. Ülkemizde armut (*Pirus communis*) başta olmak üzere elma (*Malus domestica*) ve ayvada (*Cydonia oblonga*) sorun teşkil ettiği belirlenmiştir [17]. Etmen, ağaç üzerindeki kanserlerden yağmur damlalarının sıçratması ile dağılabilmektedir. Ayrıca havanın kuru olduğu şartlarda nektarın yoğunluğu yüksektir ve bakteri

çoğalamaz. Yağmurun etkisiyle, yoğunluğu yüksek olan nektar seyrelecek, bakteri çoğalacak ve enfeksiyonu teşvik edecektir. Etmenin bakteri hücreleride rüzgar ile uzak mesafelere yayılabilmekte ve hatta rüzgar yardımıyla bulutlara erişerek daha da uzak mesafelere ulaşabilmekte, yağmurun da etkisiyle konukçusunu enfekte edebildiği bildirilmiştir [18].

Küresel ısınmayla birlikte artan CO₂ miktarının *Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV)* üzerindeki etkilerini ortaya koymak adına yapılan bir araştırmada, arpa (*Hordeum vulgare*) bitkisine etmen enfekte edilmiş ve daha sonra 700 ppm CO₂ altında deneme kurulmuştur. Deneme sonuçlarına göre hastalıklı bitkide, sağlıklı bitkiye oranla fotosentez miktarının arttığı ve suyu daha iyi kullandığı tespit edilmiştir [19].

İklim değişikliğiyle birlikte bitkilerin yayılım gösterdiği alanların farklı lokasyonlara taşınması konukçusu oldukları fitopatogenlerin de beraberinde taşınmasına yol açmaktadır [20]. Yağış rejimlerinde yaşanan düzensizlikler hasat tarihinin gecikmesine, çiçeklenme ve tozlanma dönemine denk gelmesiyle birlikte tozlanmada sorunlar yaşanmasına neden olmaktadır. Uzun süren yağışlar nedeniyle yapraklarda ve toprakta nem oranı artarak bitki patojenleri için uygun ortam oluşmaktadır. Vejetasyon sürecinde nem miktarının yüksek olması özellikle de mildiyö gibi fungal hastalık etmenlerinin yayılmasına yol açmaktadır. Yapraktaki yüksek nem fungusun çimlenmesi için uygun ortam sağlamaktadır [16].

Kuru tarım için uygun alanlara suya ihtiyaç duyan bitkilerin ekilmesiyle birlikte bilinçsiz yapılan sulama sonucunda yaprak ve topraktaki nem oranı artmakta ve antraknoz, mildiyö, *Fusarium*, *Alternaria* vb. nem ile ilişkili hastalıklarda artış görülmesine neden olmaktadır Şeker pancarı (*Beta vulgaris*), gece gündüz sıcaklık farkının yüksek olduğu, gece sıcaklarının 20°C'nin üzerinde olmadığı ve yüksekliğin 1000 m olduğu yerlerde ekonomik ve kaliteli olarak yetişir. Sulanarak yetiştiriciliği yapılan Orta Anadolu koşullarında, ihtiyaç fazlası sulama fitopatogenlerin de yaygınlaşmasına neden olmuştur. Bunlar kök çürüklüğü etmeni *Fusarium* sp. ve yaprak lekesi etmeni *Cercopora* sp.'dir. Endüstri bitkilerinden pamuk (*Gossypium hirsutum*) ve patates (*Solanum tuberosum*) için de aynı durum söz konusu olmaktadır. Aşırı sıcaklık ve sulama, hastalıkların artmasına neden olmaktadır [21]. Sıcaklıklarda yaşanan artışın patates mildiyösü etmeninin daha fazla görülmesine neden olacağı bildirilmiştir [22]

3 İklim Değişikliğinin Yabancı Otlar Üzerine Etkisi

Kültür bitkisi yetiştiriciliğinde yabancı otların verim üzerine %40'lık bir olumsuz etkisinin olduğu bildirilmiştir [23]. Fakat son yıllarda iklim değişikliğinin etkisinin artırmasıyla birlikte yabancı ot mücadelesinde bir takım olumsuzluklar söz konusu olmaktadır.

Yetiştiriciliği yapılan kültür bitkisini birçok abiyotik ve biyotik faktörler etkilemektedir. Bunlara ışık, nem, sıcaklık, besin örnek olarak verilebilir. Ancak kültür bitkisine arız olan yabancı otlar, kaliteli ürün alınması için gerekli olan bazı faktörlere ortak olarak ürün kalite ve kantitesinde düşüşlere yol açmakta hatta ürün alınmayacak boyutlara getirmektedir. Bu bağlamda yabancı ot ve kültür bitkisi arasında kaçınılmaz bir rekabet bulunmakta ve iklim değişikliğinin de bu rekabeti olumlu ya da olumsuz etkilemesi söz konusu olmaktadır [24].

Güney Asya'da yaşanan su kıstı ve kuraklık; ekstansif işletmelerde çeltik, nohut ve buğday üretiminde %9 civarında bir verim kaybına neden olmuştur [25]. Ayrıca yabancı otların kültür bitkilerine oranla olumsuz çevresel koşullarına karşı adaptasyonunun daha kolay olduğu bilinmektedir. Yabancı otların sahip oldukları bu özellikler sayesinde iklim değişikliklerine karşı kültür bitkilerine oranla daha toleranslı olacakları ve mevcut olan kıt kaynakları kültür bitkilerinden daha fazla tüketebilecekleri tamin edilmektedir. [26; 40-43].

Artan sıcaklıklarla birlikte yabancı otların kuzeye doğru daha serin enlem ve yükseltileri işgal edeceği düşünülmektedir [27]. Artan CO₂ konsantrasyonu kültür bitkisi ve yabancı ot rekabetine de etki edecek ve bu rekabet bazen kültür bitkisinin bazen de yabancı otun lehine olacaktır [30]. Karbondioksit konsantrasyonu yabancı ot gelişimini arttırdığında, mücadele amacıyla kullanılacak herbisitler dayanıklılık gelişimini teşvik edecek ve bu da kimyasal kullanımında yaşanacak artış nedeniyle toprak ve bitkide kalıntı riskini artırarak çeşitli olumsuzluklara neden olacaktır [31]. Özellikle sıcak bölgelerde herbisitlerin kullanımı, etken maddelerinin hızla bozunmasına ve bitkilerde fitotoksisiteye neden olacaktır [28].

C₄ yabancı ot türlerinden olan kırmızı köklü horoz ibiği (*Amaranthus retroflexus*) ile C₃ yabancı ot türlerinden sirken (*Chenopodium album*) karbondioksitin yüksek olduğu seviyelerde glifosat herbisitine karşı tolerans gözlemlenmiştir. Köygöçüren (*Cirsium arvense*) ile yapılan bir diğer çalışmada ise artan karbondioksit seviyesinin yabancı ot biyomasında artışa neden olduğu görülmüştür [32].

CO₂ miktarında yaşanan artışlar C₃ yabancı otlarında fotosentezi artırmakta ve buna bağlı olarak da gelişme olumlu yönde etkilenmektedir. Bitkilerde bulunan stoma açıklıklarının hem C₄ hem de C₃ yabancı otlarının su kullanım kapasitelerinde artışa neden olacağı bildirilmektedir [33]. Bununla birlikte artan sıcaklıklar yabancı ot tohumlarının çimlenme oranlarını da artırarak, çimlenme zamanını düşürmekte ve fide gelişimini pozitif yönde etkilemektedir [34]. Yapılan bir çalışmada köygöçürenin (*Cirsium arvense*) artan karbondioksit miktarıyla oluşturduğu biyomas ve yaprak alanının da arttığı tespit edilmiştir [35].

İklim değişikliğinin yağışlar üzerindeki etkisiyle su stresine maruz kalan kaz çimi (*Eleusine indica*), darıcan (*Echinochloa crus-galli*) ve kirpikli çatalotu (*Digitaria ciliaris*) gibi C₄ yabancı otların yaprak alanları ve biyomasında artış olduğu görülmektedir. Güneş çiçeği (*Centaurea solstitialis*) ve püsküllü çayır (*Bromus tectorum*) gibi kuraklığa toleransı yüksek olan türler, topraktaki nem seviyesi yükseldiğinde tohum üretimini de arttırmaktadır [30].

Yabancı otlar yaşanan iklim değişikliğini 3 farklı şekilde tolere edebilecekler. Bunlar; gelişimlerini devam ettirebilmek adına farklı alanlara göç, fenotipik çeşitliliklerinden yararlanarak değişen iklime ve çevreye alışma veya değişen koşullara kalıtsal olarak uyum sağlama şeklindedir [36]. Bunların neticesinde yabancı otların iklim değişikliğine uyumu daha fazla olacağından dolayı kültür bitkileri üzerinde oluşturacağı zarar artacaktır [37].

Düzensiz yağışlar, yağışların sürekliliği ya da yağışsız geçen gün sayısının fazla olmasına bağlı olarak yabancı otlara uygulanacak olan herbisitler ya toprakta nem yetersizliğinden dolayı çok çabuk bozunacak ya da yüksek nem ve sıcaklık koşulları nedeniyle herbisit kalıcılığında kısaltmalar meydana gelebilecektir. Ayrıca toprak nemine bağlı olarak mikroorganizmaların canlılığında azalma meydana gelecek ve bu da herbisitlerin topraktaki kalıntı sürelerinde uzamalara yol açacaktır [37, 38]. Yabancı otların mücadelesinde sosyo-ekonomik ve çevresel konular bir arada değerlendirilerek uygun mücadele stratejisine karar verilmelidir [24].

4 Sonuç

Literatür araştırmaları neticesinde iklim değişikliğinin fitopatoloji açısından hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin olacağı öngörülmektedir. Şüphesiz ki iklimde yaşanan değişimler tarımsal ürünlerin kalite ve kantitesini, dolaylı olarak küresel gıda güvenliğini de etkilemektedir. Yaşanan iklim değişikliği; sıcaklık artışı, düzensiz yağış rejimi, kuraklık, hortum, sel, fırtına gibi istenmeyen doğa olaylarının etkisini fazlaca hissettirmektedir. Hava durumunun mevsim normallerinin dışında seyir

göstermesi bitkiler için stres faktörleri arasında olup zayıf düşmüş bitkiler hastalıklar ve yabancı otlara karşı oldukça hassas duruma gelmektedir. İklim değişikliğinin bitki hastalıkları üzerine olan etkisini belirlemek adına tür bazında çalışmalar yapılmalıdır. Örneğin ülkemiz tahıl alanları için tehdit oluşturan *Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV)*'nin iklim değişikliği ile bağlantısı oldukça önem arz etmektedir bu nedenle etmene karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ülkemizde bulunmayıp farklı ülkelerde ciddi sorunlar teşkil eden bitki hastalıkları ekstrem hava olayları ile ülkemize giriş yapmaktadır. Bu nedenle önümüzdeki dönemlerde sorun teşkil eden ve edebilecek olan fitopatojenlerle karşı yeni mücadele yolları geliştirilmeli, hastalık ve olumsuz çevre şartlarına toleranslı kültür bitkileri ıslah edilmelidir. Doğanın öz evladı olarak tanımlanan yabancı otların genetik ve fizyolojik yapıları gereği iklim değişikliğine uyum sağlayacağı ve kültür bitkileri üzerinde baskı oluşturacağı öngörülmektedir. Gelecek yüzyılda ülkemizi ve dünyayı tehdit eden iklim değişikliğinden en az zarar görmek için bölgesel modeller oluşturulmalı ve uygulanmalıdır. İklim değişikliğine karşı geri dönüşün yakın zamanda mümkün olmamasından dolayı bu değişime uyum sağlayacak uygulamalar artırılmalı ve yol haritaları çizilmelidir. Ayrıca kullanılacak pestisitlerin bu değişimle beraber etkinliklerinde sorunlar yaşanacaktır. Sorunların önüne geçmek adına bu alanda gerekli alt yapı oluşturulmalı ve araştırmalar desteklenmelidir. Gelişen ve değişen teknolojiyle birlikte tarımın farklı alanlarında doğaya en az zarar veren uygulamaların desteklenmesi sağlanmalıdır.

5 Beyanname

5.1 Çıkar Çatışması

Bu yayında herhangi bir potansiyel çıkar çatışması olup olmadığını beyan edin. Herhangi bir çatışma yoksa lütfen "Bu çalışmada yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

5.2 Yazarların Katkıları

Sorumlu Yazar Bahadır ŞİN : Makalenin planlanması, düzenlenmesi yazılması ve sonuçlandırması hakkında gerekli araştırmaları yaparak yazımda katkıda bulunmuştur.

2. Yazar Ömer Ümit OKÇU: Literatür taramasının yapılması, makalenin düzenlenmesi ve yazımında katkıda bulunmuştur.

6 Kaynakça

- [1] Türkes, M., (2006). "Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü" Jeopolitik, 29, s.3.
- [2] Aydoğdu G. (2020). İklim Değişikliği ve Tarımsal Uygulamalar Etkileşimi Ondokuz Mayıs Üniversitesi *İnsan Bilimleri Dergisi Journal of Humanities* 1/1, Haziran – June 2020 ss. 43 – 61
- [3] Bozoğlu, M., Başer, U., Eroğlu, N. A., Topuz, B.K. (2019). Impacts of Climate Change on Turkish Agriculture. *Journal of International Environmental Application and Science*, 14 (3), 97-103
- [4] IPCC Basın Bülteni, İklim Değişikliği ve Arazi, Cenova, 2019, s. 13.
- [5] Chakraborty, S. and Newton A.C. (2011) Climate change, plant diseases and food security; an overview. *Plant Pathology*, 60, 2-14
- [6] Garret K.A. et al. (2011). Complexity in climate change impacts an analytical frame work for effects mediated by plant disease. *Plant Pathology*.60 (1). 15-30.

- [7] Pimentel, (2009). Pesticides and pest control. In: Peshin, R., Dhawan, A.K. (Eds.), Integrated Pest Management: Innovation—Development Process, Vol. 1. Springer, Netherlands, pp. 83–89.
- [8] Wheeler, T.R., Craufurd, P.Q., Ellis, R.H., Porter, J.R., Prasad, P.V.V., (2000). Temperature variability and the annual yield of crops. *Agric. Ecosyst. Environ.* 82, 159–167.
- [9] Weintraub, P.G., Beanland, L., (2006). Insect vectors of phytoplasmas. *Annu. Rev. Entomol.* 51, 91–111.
- [10] Patterson, D.T., Westbrook, J.K., Joyce, R.J.V., Rogasik, J., (1999). Weeds, insects, and diseases. *Climatic Change* 43, 711–727.
- [11] Manning, W.J., von Tiedemann, A., (1995). Climate change: potential effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO₂) & ozone and ultraviolet-B (UV-B). *Environ. Pollut.* 88, 219–245.
- [12] Neumeister, L., (2010). *Climate Change and Crop Protection: Anything Can Happen*. Published by PAN Asia and the Pacific, pp. 42.
- [13] Babu, T.R., (2011). Changing insect pest scenario in field crops. In: *Souvenir-Indian Seed Congress, Feb. 22nd–23rd, Hyderabad*. pp. 87–90.
- [14] Saraçoğlu, H., (2007). "Kuzey Afrika ve Asya Ülkelerinin Gelecekte Karşılaşabileceği Sorunlar Üzerine Bir Deneme."
- [15] Agrios G.N., (2005). *Plant Pathology*. 5th Edition. Academic Press, San Diego, CA ,USA.
- [16] Anonim (2008). *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*, Cilt 4, Sayfa 69-74, Ankara
- [17] Demir G. & Gündoğdu M. (1993). Fireblight of pome fruit trees in Turkey: Distribution of the disease, chemical control of blossom infections and susceptibility of some cultivars, *Acta Horticulture*, 338, 67-74.
- [18] Gök, G. (2016) Iğdır ili elma ağaçlarında ateş yanıklığı hastalığına neden olan *Erwinia amylovora* (burr.) winslow et al. etmeninin biyokimyasal ve moleküler (mıs) yöntemlerle tanısı (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [19] Malmström C.M. & Field CB (1997): Virus induced differences in the response of oat plants to elevated carbon dioxide. *Plant, Cell & Environment* 20 (2): 178 – 188.
- [20] Cammel, M.E. and Knight, J.D., (1992). Effects of climatic change on the population dynamics of crop pests. *Adv. Ecol. Res.*, 22, 117- 162.
- [21] Akınerdem, F., (2013.) Türkiye Şeker Pancarı Tarımı ve Şeker Sanayi'nin Son Durumu. *Agrotime Uluslararası Bitkisel ve Hayvansal Üretim Dergisi*. Yıl:1, Sayı:3, Sayfa: 9-11.
- [22] Chakraborty, S., Tiedemann, A.V., Tieng, P.S. (2000) Climate change: potential impact on plant diseases. *Environmental Pollution*. 108, 3, 317-326.
- [23] Işık, D. & Akça, A. (2018). Assessment of weed competition critical period in sugar beet. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 82-89.
- [24] Radicetti, E. & Mancinelli, R. (2021). Sustainable Weed Control in the AgroEcosystems. Radicetti, E., & Mancinelli, R. (2021). Sustainable Weed Control in the AgroEcosystems.
- [25] Li, X., Waddington, S. R., Dixon, J., Joshi, A. K., & De Vicente, M. C. (2011). The relative importance of drought and other water-related constraints for major food crops in South Asian farming systems. *Food Security*, 3(1), 19-33.
- [26] Grime, J.P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, Chichester, 1979, chap. 1&2.
- [27] Kriticos, D. J., Sutherst, R. W., Brown, J. R., Adkins, S. W. & Maywald, G. F. (2003). Climate change and biotic invasions: a case history of a tropical woody vine. *Biological Invasions*, 5(3), 147-165.

- [28] Bailey, S. W. (2004). Climate change and decreasing herbicide persistence. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 60(2), 158-162.
- [29] Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H. ve Tursun, N., (2001). *Herboloji (Yabancı ot bilimi)*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayınları, No:10, 409 s. Tokat.
- [30] Patterson, D.T., (1995). Weeds in a changing climate. *Weed Science*, 43(4), 685-701.
- [31] Ziska, L.H., (2008). Climate Change and Invasive Weeds. Powerpoint sunu, Northeastern Weed Science Society Meetings, Philadelphia, Pennsylvania.
- [32] Ziska, L. H., Faulkner, S. & Lydon, J. (2004). Changes in biomass and root: shoot ratio of field-grown Canada thistle (*Cirsium arvense*), a noxious, invasive weed, with elevated CO₂: implications for control with glyphosate. *Weed Science*, 52(4), 584-588.
- [33] Prior, S. A., Runion, G. B., Marble, S. C., Rogers, H. H., Gilliam, C. H. & Torbert, H. A. (2011). A review of elevated atmospheric CO₂ effects on plant growth and water relations: implications for horticulture. *HortScience*, 46(2), 158-162.
- [34] Jabran, K., Dogan, M. N. & Eren, Ö. (2015). Effect of ambient and simulated CO₂ on the growth invasive weed *Potentilla recta* L. *Poljoprivreda i Sumarstvo*, 61(1), 107.
- [35] Ziska, L. H. (2003). Evaluation of the growth response of six invasive species to past, present and future atmospheric carbon dioxide. *Journal of Experimental Botany*, 54(381), 395-404.
- [36] Pautasso, M., Dehnen-Schmutz, K., Holdenrieder, O., Pietravalle, S., Salama, N., Jeger, M. J., Lange, E., & Hehl-Lange, S. (2010). Plant health and global change—some implications for landscape management. *Biological Reviews*, 85(4), 729-755.
- [37] Vilà, M., Beaury, E. M., Blumenthal, D. M., Bradley, B. A., Early, R., Laginhas, B. B., ... & Ibáñez, I. (2021). Understanding the combined impacts of weeds and climate change on crops. *Environmental Research Letters*, 16(3), 034043.
- [38] Bailey, S. W. (2004). Climate change and decreasing herbicide persistence. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 60(2), 158-162.
- [39] Singh, M.K.; Singh, R.K. (2010). Alien Invasive Weeds—An Emerging Threat to Agricultural Biodiversity in India. Souvenir-Cum-Abstract, SAARC Workshop on Biodiversity Conservation; Department of Plant Physiology, Institute of Agricultural Sciences, BHU: Varanasi, India, p. 91.
- [40] Black, C.C., Chen, T.M., Brown, R.H. (1969). The biochemical basis for plant competition. *Weed Science*, 17, 338.
- [41] Baker, H.G. (1965). Characteristics and modes of origin of weeds. in the *Genetics of Colonizing Species*, Academic Press, New York, 147.
- [42] Hill, T.A. (1977). *The biology of weeds*. Edward Arnold, London, chap., 3,4.
- [43] Patterson, D.T. (1982). Effects of light and temperature on weed/crop growth and competition, in *Biometeorology in integrated Pest Management*, Hatfield, J.L. and Thomason I.J. Eds., Academic Press, New York, 407.
- [44] Hunjan, M. S. & Lore, J. S. (2020). Climate Change: Impact on Plant Pathogens, Diseases, and Their Management. *Crop Protection Under Changing Climate*, 85–100. doi:10.1007/978-3-030-46111-9_4
- [45] Vary Z, Mullins E, Mc Elwain C, Doohan FM (2015) The severity of wheat diseases increases when plants and pathogens are acclimatized to elevated carbon dioxide. *Glob Chang Biol* 21:2661–2669
- [46] Eastburn DM, Degennaro MM, Delucia EH, Dermody O, Mc Elrone AJ (2010) Elevated atmospheric carbon dioxide and ozone alter soybean diseases at SoyFACE. *Glob Chang Biol* 16:320–330

- [47] Chakraborty S, Datta S (2003) How will plant pathogens adapt to host plant resistance at elevated CO2 under a changing climate? *New Phytol* 159:733–742.
- [48] 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.
- [49] Akbaş B., Morca A.F., Coşkan S. (2021). İklim Değişikliğinin Tahıl Virüs Hastalıkları Üzerine Etkisi. *Ziraat Mühendisliği* (374), 4-14 DOI: 10.33724/zm.972677.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).