

Sıcaklık ve CO₂ Artışlarına Bazı Önemli Yabancı Otların Verdikleri Tepkilerin Araştırılması

Nihat TURSUN^{*1}, İlhan ÜREMİŞ², Olcay BOZDOĞAN¹, Mehmet Nedim DOĞAN³

¹Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Battalgazi/Malatya

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Antakya/Hatay

³Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Aydın

(Alınış / Received: 31.05.2018, Kabul / Accepted: 05.07.2018, Online Yayınlanma / Published Online: 31.12.2018)

Anahtar Kelimeler

Yabancı otlar, sıcaklık, karbondioksit, bitki gelişimi

Öz: Dünya oluşumundan bu yana sürekli değişim halindedir. İnsan nüfusundaki hızlı artış, dünya ekosistemindeki yıkıcı değişikliklerle sonuçlanan endüstriyel faaliyetleri beraberinde getirdi. Dünyadaki en önemli değişikliklerden biri, karbondioksit (CO₂) artışının bir sonucu olan sera etkisinin neden olduğu küresel ısınmadır. Her gün CO₂ artışına paralel olarak sıcaklık artışı da gündemdeki yerini korumaktadır. Araştırmalar, İnönü Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ndeki tam otomatik dört odalı bir sera içinde, bazı yabancı otların (*Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L., *Physalis angulata* L. ve *Sorghum halepense* (L.) Pers.) farklı CO₂ konsantrasyonlarına ve farklı sıcaklıklara reaksiyonlarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Denemeler, farklı sıcaklıklarda (26 °C/ 16 °C, 29 °C/ 19 °C, 32 °C/ 22 °C, 35 °C/ 25 °C) ve farklı CO₂ konsantrasyonlarında (400 ppm, 600 ppm, 800 ppm ve 1000 ppm) tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrülü olarak yürütülmüştür. Çalışmalar sonucunda, bitki boyu, yaş ağırlığı, kuru ağırlık, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıklarında en düşük değerler 400 ppm CO₂ ve 26 °C/ 16 °C saptanırken, en yüksek değerler ise 1000 ppm CO₂ ve 35 °C/ 25 °C sıcaklıktan elde edilmiştir. Sonuç olarak, CO₂'deki artışa paralel olarak, bitkilerde bazı olumlu gelişmeler olsa bile, çevre sıcaklığındaki artışın bitkileri ve tarımı olumsuz etkilemesi tahmin edilmektedir.

Investigation of the Reactions of Some Important Weeds to Temperature and CO₂ Increases

Keywords

Some weeds, temperature, carbone dioxide, plant development

Abstract: The world has been in constant change since its formation. The rapid increase in the human population brought with it industrial activities, which resulted in devastating changes in the earth's ecosystem. One of the most important changes in the world is the global warming caused by the greenhouse effect, which is a result of the increase of carbon dioxide (CO₂). Parallel to the increase in CO₂ every day, the temperature increase keeps its place on the agenda. Studies was carried out in a fully automated four-roomed greenhouse at Agricultural Faculty of Inonu University, in order to determine the reactions of some weeds (*Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L., *Physalis angulata* L. and *Sorghum halepense* (L.) Pers.) to different CO₂ concentrations and different temperatures. Experiments were conducted in a randomized parcel replicated 4 at different temperatures (26 °C / 16 °C, 29 °C / 19 °C, 32 °C / 22 °C, 35 °C / 25 °C) and different concentrations of CO₂ (400 ppm, 600 ppm, 800 ppm, 1000 ppm). As a result of the studies, while the lowest values for plant height, wet weight, dry weight, root length, root wet weight and root dry weights of weeds were taken from 400 ppm CO₂ and 26 °C / 16 °C, the highest values were obtained from 1000 ppm CO₂ and 35 °C / 25 °C from the temperature. As a result, in parallel with the increase in CO₂, it is expected that the increase in environmental temperature will negatively affect the plants and agriculture even if there are some positive developments in the plants.

1. Giriş

Dünya oluşumundan bugüne sürekli bir değişim içerisinde olmuştur. Başlangıçta doğal olarak meydana gelen bu değişimlerin insan yaşamını daha uygun hale getirecek nitelikte olduğu düşünülmekle birlikte, özellikle insan aktiviteleri sonucunda meydana gelen bazı değişimler gezegenimizi olumsuz etkilemeye başlamıştır. İnsan nüfusundaki hızlı artış beraberinde endüstriyel faaliyetleri getirmiş ve bunun sonucunda da yeryüzü ekosisteminde yıkıcı değişimler artmıştır. Yeryüzünde oluşan en önemli değişikliklerin başında karbondioksit (CO₂) artışının bir sonucu olarak ortaya çıkan sera etkisi nedeniyle oluşan küresel ısınma gelmektedir. Her geçen gün CO₂'deki artışa paralel olarak sıcaklık artışı gündemdeki yerini korumaktadır. Artık yeryüzünde global ölçüde iklim değişiklikleri söz konusudur. İklim değişikliği ise en yıkıcı etkisini biyolojik çeşitlilik üzerinde göstermektedir.

Özellikle 1750'li yıllarda buharlı motorun icadı ve takiben gerçekleşen sanayi devrimi ile beraber yeryüzünde insanoğlunun etkisi gözle görülür şekilde ortaya çıkmaya başlamıştır. İnsan eliyle meydana gelen değişimler yeryüzünü daha önce görülmedik hızlı ölçüde olumsuz etkilemeye başlamıştır [1]. Ancak, bu değişimlerin etkileri kısa süre fark edilmeye başlanmıştır. Atmosferdeki karbondioksit (CO₂) artışına paralel olarak dünyamızın ısınmasına yönelik ilk iddia 1896 yılında İsveçli Arrhenius tarafından ortaya atılmıştır [2]. Güncel bilgilere göre doğa bir yandan dengesini sağlamaya çalışsa da; insanın giderek artan etkisinin küresel iklim değişikliğinin temel sebeplerinin başında geldiği artık ortadadır [3]. İklim değişikliğinin önemli sebepleri olarak karbondioksit (CO₂), ozon (O₃), di azot monoksit (N₂O), metan (CH₄) ve kloroflorokarbonlar (CFC) gibi gazların atmosferde önemli oranda değişim gösterdiği saptanmıştır. Ancak bu gazlar içinde özellikle CO₂ artışının doğal ekosistemleri etkileyen en önemli unsurlar içerisinde yer aldığı kabul edilmektedir. Modern endüstriyel yenilikler, petrol, kömür gibi fosil yakıt tüketimi ve doğal gaz kullanımı gibi insan aktiviteleri atmosferdeki hızlı CO₂ artışının başlıca sebeplerindedir. Yirminci yüzyıl başlarında bu oran 300 ppm civarında iken günümüzde 400 ppm civarına yükselmiş ve herhangi bir önlem alınmadığı takdirde artışın devam edeceği ve oranın iki katına kadar çıkabileceği tahmin edilmektedir [4]. CO₂ oranındaki artış yanında geçmiş birkaç yüzyıla ait sıcaklık verileri dikkate alındığında dünyamızın ısınmaya başladığı da dikkat çekmektedir [5]. Nitekim atmosfere salınan bu gazlarla çevrilen yeryüzü ve troposfer adeta güneş ışınlarıyla ısınan ve ısıyı dışarıya bırakmayan bir serayı andırır hale gelmiştir. Bu sebeple bu olay sera etkisi olarak da anılmaktadır [1]. Nitekim Antartika'da yapılan bir çalışmada sıcaklığın son 50 yıl boyunca her 10 yılda bir 0,1 °C artış gösterdiği tespit edilmiştir [6]. Uluslararası İklim Paneli verilerine göre ise dünyamızda insanoğlunun etkisi bu benzer şekilde devam ettiği sürece küresel sıcaklığın artacağı ve 2035 yılında kadar bu artışın 2-5 °C civarına ulaşacağı tahmin edilmektedir [4]. Böylelikle geriye dönüşün mümkün olamayacağı kritik eşiğe yaklaşılmış olunacaktır.

İklim değişim modelleri gelecekte sıcaklık ve CO₂ artışı, kuraklık yada ısı dalgaları gibi ekstrem hava koşullarının dünyamızı tehdit edebileceğini ortaya koymaktadır [7, 4]. İklim değişikliğinin yeryüzünde özellikle biyolojik çeşitliliği etkileyen en önemli unsur olduğu kabul edilmektedir. Ancak küresel ısınmanın bir sonucu olarak artan sıcaklık ve CO₂ miktarının genel olarak tarımsal ekosistemlerde kültür bitkilerine etkisinin çift yönlü olabileceği ve bazı kültür bitkilerini olumlu etkileyebileceği düşünülebilir [8]. Ancak tarım alanlarında kültür bitkileri ile sürekli olarak su, besin elementleri, ışık ve yer için rekabet halinde bulunan yabancı otlar sahip olduğu genetik çeşitlilik sayesinde çevrede meydana gelen değişikliklere çok daha kolay bir şekilde uyum sağlayabileceği düşünülmektedir [9]. Dolayısıyla iklim değişimi bir yandan biyolojik çeşitliliği etkilerken, diğer yandan ekstrem koşullara rahatlıkla adapte olan yabancı ot türlerinden kaynaklanan biyolojik istilaları da teşvik etmektedir [10, 9]. Diğer yandan iklim değişikliğinden sonra biyolojik çeşitliliği etkileyen en önemli faktörün yabancı türlerden kaynaklanan biyolojik istilaların [11, 12] olduğu göz önüne alındığında iklim değişikliğine bağlı olarak istilacı yabancı ot türlerinin daha büyük sorun olabileceği düşünülebilir [1].

Bu çalışma ile küresel iklim değişiminin en önemli göstergelerinden olan farklı sıcaklık ve CO₂ oranlarının bazı yabancı otların tohumlarının çimlenme ve söz konusu şartların çalışılan yabancı ot türlerinde meydana getirdiği morfolojik farklılıkların ortaya konması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Değişik sıcaklık ve CO₂ oranının ülkemiz için önemli yabancı otlardan olan *Amaranthus retroflexus* L. (horoz ibiği), *Portulaca oleracea* L. (semizotu), *Physalis angulata* L. (fener otu) ve *Sorghum halepense* (L.) Pers. (geliç) yabancı otlarına olan etkisini belirlemek için saksı denemeleri, İnönü Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama alanlarında bulunan her biri 25'er m²'lik 4 odalı CO₂ takviyeli tam otomasyonlu serada 2016 yılında yürütülmüştür. Denemede kullanılan yabancı otlarla ilgili kısa bilgiler aşağıdadır.

Amaranthus retroflexus L. (horoz ibiği): Tek yıllık, 10-60 cm boylanabilen bir bitkidir. Yapraklar 2-5 X 1-2 cm boyutlarında, uzamış ters biçimli ya da kaşık, tepede hafif çentikli uçlu, kırışık kenarlıdır. Çiçekler kısa yalancı başaklarda ve kaşık şekillidir, pulsu yaprakları kıl tepelidir. Meyve 1,5 mm çapında, biraz kırışık, ya da siğilli ve açınımlıdır. Üreme tohumlarıdır. Çiçeklenme zamanı, Haziran-Ağustos aylarıdır. Bir bitki 1000-5000 adet tohum oluşturabilir ve bu tohumlar 10-40 yıl toprakta çimlenme canlılığını koruyabilir.

Portulaca oleracea L. (semizotu): Sadece sıcak bölgelerde görülen, kumlu toprakların tipik bitkisi olup, bitki besince zengin topraklarda yaygın olarak görülmektedir. Sebze ekim alanlarında sık rastlanana bir yabancı ottur. Tek yıllıktır, en tipik özelliği yapraklarının etli, kaygan ve parlak olmasıdır. Sap yatık veya yarı yatık görünümü, 15-30 cm boyunda, alt kısımdan dallanmış ve dallar bazen kırmızımsı olup, boyu 40 mm'ye kadar olabilir. Çiçekler çok küçük, sarı tek tek veya 2-3'lü bir aradadırlar. Tohumlar, yuvarlak, siyah, parlak 0,5-1 mm büyüklüğündedir.

Physalis angulata L. (fener otu): Tek yıllık olup, 10- 80 cm arasında boylanabilmektedir. Yapraklar 3-10 X 3,5-8 cm boyutlarında, yumurtamsı, yumurtamsı-mızraksı, bazen dikdörtgensi gibi değişik formlarda, yaprak kenarları düzensiz dişli ya da düz ve tüysüzdür. Yaprak sapı 1-8 cm uzunluğundadır. Meyve 20-35 mm uzunlukta, şişkinleşmiş, 10 köşeli ve 10 damarlı olup olgunlaştığında çanak yaprakları kalıcıdır. Üremesi tohumlarıdır. Çiçeklenme zamanı Haziran-Ekim aylarıdır.

Sorghum halepense (L.) Pers. (geliç): Dünyanın önemli yabancı otlarından olup, kurak nemli, besin maddesine zengin toprakları sever. Sıcaklık ve ışık isteği fazladır. Bitki çok yıllık olup boyu 2 metreye kadar ulaşabilir, rhizom ve tohumla çoğalır. Tohumlarında dormansi vardır. Sap dik, tüysüz, boğumlar bazen çok kısa tüylüdür. Bol kardeş ve rhizomlardan yeni bitki oluşturur.

Denemelerde kullanılan yabancı ot tohumları Hatay ve Malatya'da tarım alanlarından sağlanmıştır. Yabancı ot tohumları denemeler kuruluncaya kadar kese kâğıtları içerisinde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Daha sonra denemeler 4 farklı sıcaklık ve CO₂ şartları altında 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. 4 farklı odaya sahip CO₂ destekli serada yapılan çalışmalara ait sıcaklık ve CO₂ değerleri Tablo 2. 1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Sera çalışmalarında kullanılan CO₂ miktarları (ppm) ve sıcaklık değerleri (°C)

Uygulamalar	Sıcaklık değerleri (°C)		CO ₂ miktarı (ppm)
	Gündüz (14 saat)	Gece (10 saat)	
1. uygulama	26±1	16±1	400 ±50
2. uygulama	29±1	19±1	600 ±50
3. uygulama	32±1	22±1	800 ±50
4. uygulama	35±1	25±1	1000 ±50

Çalışmalarda sıcaklık değerleri 14 saat gündüz, 10 saat gece olacak şekilde ayarlanmıştır. CO₂ miktarları ise 24 saat boyunca Tablo 2.1'de verilen farklı dozlardaki CO₂ seviyesinde bırakılmıştır. Seranın bulunduğu dış ortamdaki CO₂ değeri 370-430 ppm arasında değiştiği için deneme konularından 400 ppm dozundaki CO₂ miktarı kontrol olarak alınmıştır.

Her bitki için 10'ar adet tohum, her bir saksıya (74x24x20) eşit oranda konulan toprak/kum/torf/perlit karışımları içerisine ekilmiştir. Bitkilerin çıkış süreleri takip edilerek çimlenme verileri elde edilmiş ve sonunda da her saksıda 1'er adet bitki kalacak şekilde bırakılmıştır. Çalışmada tohumların çimlenmesi ve morfolojik özellikleri ile ilgili değerler alınmıştır.

Değişik sıcaklık ve CO₂ uygulamalarının bitkilerin çimlenmesine etkileri: Her bir odada değişik sıcaklık ve CO₂ oranlarında saksılarda çimlenen bitkiler günlük olarak kaydedilmiş ve çimlenme ile ilgili aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır (Akıncı ve Akıncı, 2010).

$$\text{Maksimum Çimlenme Oranı: } G\text{-max} = (G/T) \cdot 100$$

$$T_{50}: \text{Çimlenen tohumların \% 50'sinin çimlenmesi için geçen süre (Çimlenme Enerjisi)}$$

$$T_{90}: \text{Çimlenen tohumların \% 90'ının çimlenmesi için geçen süre (Çimlenme Enerjisi)}$$

Yukarıdaki formüllerde, G: çimlenen tohum sayısı, T: denemede kullanılan toplam tohum sayısı, Gt: t inci günde çimlenen tohum sayısı,



(a)



(b)

Resim 1. Denemelerin kurulduğu sera ve yeni çimlenmekte olana yabancı otlar (a) ve otomasyon sistemi ve CO₂ tüpleri (b)

Değişik sıcaklık ve CO₂ uygulamalarının bitkilerin morfolojik özelliklerine olan etkileri: Denemede çimlenen tohumlardan her saksıda 1'er adet bitki bırakılmış ve bitkiler çimlendikten 60 gün sonra bitkilerin bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, kök boyu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıkları saptanmıştır.

Bitkilerin morfolojik sonuçları ile ilgili verilerin değerlendirilmesinde "SPSS 16.0 for Windows" istatistik paket programı kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırma testlerinden ise Duncan testi kullanılarak gruplandırmalar yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Çalışılan Yabancı Otların Çimlenme Oran ve Günleri

Yapılan çalışmalar sonucunda yabancı otların maksimum çimlenme oranları (G-max) ile çimlenme enerjisi açısından elde edilen sonuçlar Tablo 3.1.'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Denemede çalışılan yabancı otların otların maksimum çimlenme oranları ile çimlenme enerjisi (T₅₀ ve T₉₀) değerleri

	Uygulamalar	G-max (%)	T ₅₀ (Gün)	T ₉₀ (Gün)
<i>Physalis angulata</i>	1	12,00	7,00	7,50
	2	3,50	8,00	8,50
	3	8,00	6,75	7,25
	4	13,50	5,25	7,75
Ortalama		9,25		
<i>Sorghum halepense</i>	1	2,00	3,25	3,25
	2	2,50	8,00	8,00
	3	3,00	5,00	5,00
	4	4,50	2,25	2,25
Ortalama		3		
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1	47,00	3,25	3,25
	2	13,50	1,25	1,25
	3	78,00	4,00	4,00
	4	90,00	1,00	1,00
Ortalama		57,125		
<i>Portulaca oleracea</i>	1	37,50	1,00	1,00
	2	76,50	8,00	8,00
	3	77,00	2,75	2,75
	4	42,00	1,00	1,00
Ortalama		58,25		

Yabancı otlar içerisinde bütün uygulamaların ortalamasına bakıldığında en yüksek çimlenme oranlarına sahip yabancı otun semizotu olduğu tespit edilirken (% 58,25) bunu horozibiği (% 57,125) takip etmiştir. En düşük çimlenme oranı ise geliş yabancı otundan (% 3) elde edilmiştir. Uygulamalara göre yabancı otların çimlenme oranlarında ise uygulamalar arasında farklılıklar belirlenmiştir. Fener otu, geliş ve horoz ibiği otu tohumlarında en yüksek çimlenme 4. uygulamadan (35/25 °C ve 1000 ppm CO₂) elde edilirken, semiz otu tohumlarında ise 3. uygulamadan (32/22 °C ve 800 ppm CO₂) sağlanmıştır.

Tohumların yüzde % 50'sinin çimlenmesi için geçen sürelerde ise 4. uygulamada (35/25 °C ve 1000 ppm CO₂) çimlenme sürelerinin çok daha kısa olduğu saptanmıştır. % 90 tohumların çimlenme oranında da genel olarak benzer durum elde edilmiştir.

3.2. Denemede Kullanılan Yabancı Otların Farklı Sıcaklık ve CO₂ Oranlarına Gösterdiği Morfolojik Tepkiler

Yabancı otların bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, kök boyu, kök yaş ve kuru ağırlıkları sıcaklık ve CO₂ artışı ile beraber bir yükseliş göstermiştir. Bu özelliklerinden dolayı yabancı otları ayrı ayrı olarak değerlendirmiştir.

Physalis angulata L. (Fener otu)

Fener otunun morfolojisine değişik uygulamaların etkisine ait değerler Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Fener otunun bitki gelişim değerleri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kök Boyu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
1	19,17 c	3,37 c	0,24 c	5,88 b	11,78 b	1,25 c
2	21,38 c	5,64 c	1,16 c	16,62 a	12,56 b	2,05 c
3	27,25 b	9,28 b	5,50 b	20,50 a	20,32 a	3,64 b
4	35,88 a	14,73 a	7,63 a	20,69 a	23,20 a	8,05 a

Denemede bitki boyu açısından 2. 3. ve 4 uygulamaları arasında istatistiki açıdan fark önemli bulunurken, 1. ve 2. uygulamalarda ise istatistiki fark önemli bulunmamıştır. En yüksek bitki boyu 35,88 cm ile 4. uygulamadan elde edilirken, en düşük bitki boyları ise sırasıyla 19,17 ve 21,38 cm ile 1. ve 2. uygulamalardan sağlanmıştır.

CO₂ ve sıcaklık artışının yaş ağırlık ve kuru ağırlık üzerine etkisi de yine bitki boyundaki gibi önemli bulunmuştur. En yüksek yaş ve kuru ağırlık 4. uygulamada (14,73 g - 7,63 g), en düşük yaş ağırlık ve kuru ağırlık ise 1. uygulamadan (3,37 g-0,24 g) elde edilmiştir.

En düşük kök boyu 5,88 cm ile 1. uygulamadan elde edilirken, en yüksek bitki boyu 20,69 ile 4. uygulamadan sağlanmıştır. CO₂ ve sıcaklık artışı bitkinin kök boyunu yaklaşık olarak 4 kat arttırmıştır. Kök yaş ve kuru ağırlıklarında da benzer sonuçlar elde edilmiştir.



Resim 2. Farklı sıcaklık ve CO₂'de *Physalis angulata*'nın gelişimi (soldan sağa: 400 ppm CO₂ + 26/16 °C; 600 ppm CO₂ + 29/19 °C; 800 ppm CO₂ + 32/22 °C; 1000 ppm CO₂ + 35/25 °C)

-*Sorghum halepense* (L.) Pers. (Geliç)

Geliç'in morfolojisine değişik uygulamaların etkisine ait değerler Tablo 3.3.'de verilmiştir.

Tablo 3.3. Geliç'in bitki gelişim değerleri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kök Boyu (g)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
1	61,00 b	14,74 d	6,18 d	25,25 b	6,18 d	0,50 c
2	98,62 a	38,97 c	9,12 c	44,25 a	15,31 c	3,38 b
3	101,75 a	47,20 b	15,50 b	49,25 a	27,82 b	4,91 a
4	115,25 a	53,82 a	18,93 a	55,00 a	35,78 a	5,35 a

Geliç'in en düşük bitki boyu 61,00 cm ile 1. uygulamadan elde edilirken, diğer uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır. CO₂ ve sıcaklık artışına bağlı olarak bitki boyunda artış gözlenmiştir. En yüksek bitki boyu 115,25 cm ile 4. uygulamada saptanırken, bunu 101,75 cm ile 3. ve 98,62 cm ile de 2. uygulama takip etmiştir. Benzer durumlar bitki yaş, kuru ağırlığı ile kök boy, yaş ve kuru ağırlıklarında da tespit edilmiştir. Bitki yaş ağırlığı ve kuru ağırlığı bakımından istatistiksel olarak fark önemli bulunmuş. En düşük yaş ve kuru ağırlık (14,74 g - 6,18 g) 1. uygulamadan alınırken, en yüksek yaş ve kuru ağırlık (53,82 g - 18,93 g) ise 4. uygulamadan elde edilmiştir. CO₂ miktarı ve sıcaklık artışı bitki gelişimi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olmuş ve yaş ağırlığın yaklaşık 4 kat artmasına sebep olmuştur.

Bitki kökünde ise en düşük kök boyu 25,25 cm ile 1. uygulamadan alınırken, diğer uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli olmamıştır. CO₂ ve sıcaklık artışı kök uzunluğunu da artmıştır. CO₂ ve sıcaklık artışı kök yaş ağırlık değerleri üzerine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek kök yaş ağırlığı 35,78 g ile 4. uygulamadan sağlanmıştır. Benzer durum kök yaş ağırlıklarında da görülmüştür.



Resim 3. Farklı sıcaklık ve CO₂'de *Sorghum halepense*'nin gelişimi (soldan sağa: 400 ppm CO₂ + 26/16 °C; 600 ppm CO₂ + 29/19 °C; 800 ppm CO₂ + 32/22 °C; 1000 ppm CO₂ + 35/25 °C)

-*Amaranthus retroflexus* L. (Horoz ibiği)

Horoz ibiği yabancı otunun morfolojisine değişik uygulamaların etkisine ait değerler Tablo 3.4.'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Horoz ibiği'nin bitki gelişim değerleri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kök Boyu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
1	30,81 c	4,96 c	1,07 c	18,12 b	5,28 d	0,26 c
2	37,75 bc	7,59 b	1,86 c	26,88 a	6,40 c	0,98 b

3	43,62 b	9,87 b	4,80 b	31,38 a	7,82 b	1,65 a
4	57,62 a	21,63 a	8,47 a	29,88 a	10,08 a	1,97 a

Horoz ibiğinde de sıcaklık ve CO₂ artışı bitki boyunu etkilemiştir. En yüksek bitki boyu 57,62 cm ile 4. uygulamadan alınırken, en düşük bitki boyu 30,81 cm ile 1. uygulamadan sağlanmıştır. Yaş ağırlık bakımından en yüksek değer 21,63 g ile 4. uygulamadan alınmıştır. CO₂ artışı ve sıcaklık artışının bitkinin vejetatif aksamının gelişmesine ve yaş ağırlığının artmasına sebep olmuştur. En düşük yaş ağırlık ise 400 ppm/ 26-16 °C uygulamasından alınmıştır. CO₂ ve sıcaklık artışı yabancı otun geliminin artırmıştır. Kuru ağırlık değerlerinde de benzer durumlar saptanmıştır.

Horoz ibiğinin kök uzunluğuna etkilerine bakıldığında en düşük değer 18,12 cm ile 1. uygulamadan elde edilmiş ve diğer uygulamalarda ise bu değer artmış ve 2., 3. ve 4. uygulamalarda ölçülen kök uzunluğu aynı grupta yer almıştır. En yüksek kök uzunluğu 31,38 cm ile 3. uygulamadan elde edilmiştir. Kök uzunluğu 26,88 cm ile 31,38 cm arasında değişmektedir. Yaş kök ağırlığında uygulamalar arasında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Yine diğer özelliklere benzer şekilde en düşük yaş kök ağırlığı 5,28 g ile 1. uygulamadan alınırken en yüksek yaş kök ağırlığı 10,28 g ile 4. uygulamadan elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığında 1., 2. ve 3. uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark belirlenmiş, 3 ve 4. uygulamalar aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük kök kuru ağırlığı 0,26 g ile 1. uygulamadan alınırken, en yüksek kök ağırlığı en fazla 4. uygulamadan alınmıştır.



Resim 4. Farklı sıcaklık ve CO₂'de *Amaranthus retroflexus*'un gelişimi (soldan sağa: 400 ppm CO₂ + 26/16 °C; 600 ppm CO₂ + 29/19 °C; 800 ppm CO₂ + 32/22 °C; 1000 ppm CO₂ + 35/25 °C)

***Portulaca oleracea* L. (Semizotu)**

Semizotunun morfolojisine değişik uygulamaların etkisine ait değerler Tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Semizotu'nun bitki gelişim değerleri

Uygulamalar	Bitki Boyu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Kök Boyu (cm)	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Kuru Ağırlığı (g)
1	23,69	23,69 b	1,36 c	10,25 b	6,22 c	0,52 c
2	24,38	24,38 b	2,92 c	11,80 b	7,97 b	0,74 c
3	24,00	24,00 b	6,55 b	10,92 b	10,22 a	1,65 b
4	25,75	25,75 a	10,52 a	14,75 a	9,80 a	2,48 a

Semizotu'nda CO₂ ve sıcaklık artışının bitki boyu üzerine herhangi bir etkisine bakıldığında elde edilen değerler farklı olmasına rağmen aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Semizotu'nda bitki boyu 23,69 cm ile 25,75 cm arasında değişmiştir. Bitki en yüksek yaş ağırlığı ise 25,75 g ile 4. uygulamadan alınmış ve diğer uygulamalar arasında fark önemli bulunmamıştır. Kuru ağırlık bakımından uygulamalar arasında fark önemli bulunmuşken, 1. ve 2. uygulamalar aynı grup içerisinde yer almaktadır. En düşük kuru ağırlık 1. uygulamadan alınırken en yüksek kuru ağırlık 10,52 gr ile 4. uygulamadan sağlanmıştır. CO₂ ve sıcaklık artışı bitkinin kuru ağırlık miktarının yaklaşık 9 kat kadar arttığı saptanmıştır.

Kök uzunluğu 1. 2. ve 3. uygulamalarda fark istatistiki açıdan önemli bulunmamışken, en yüksek kök uzunluğu 14,75 cm ile 4. uygulamada bulunmuştur. Kök yaş ağırlığı en yüksek (10,22) 3. uygulamadan elde edilmiş ve bunu 9,80 gr ile 4. uygulama takip etmiştir. En düşük kök kuru ağırlığı 1. uygulamadan elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığı ise en yüksek 4. uygulamadan hesaplanmıştır.



Resim 5. Farklı sıcaklık ve CO₂'de *Portulaca oleracea*'nın gelişimi (soldan sağa: 400 ppm CO₂ + 26/16 °C; 600 ppm CO₂ + 29/19 °C; 800 ppm CO₂ + 32/22 °C; 1000 ppm CO₂ + 35/25 °C)

4. Tartışma ve Sonuç

Dünyada mevcut sera etkisinin yaklaşık % 50-60'ı CO₂'ten kaynaklanmakta olup bunun sebebinin genellikle insan kaynaklı olduğu, bunun da küresel ısınmada çok önemli olduğu bilinmektedir. Endüstriyel gelişimin başlangıcında atmosferde 200-300 ppm yoğunlukta olan CO₂ yoğunluğunun günümüzde 380 ppm'e ulaştığı bilinmektedir. Artış hızının yıllık % 0.5'e ulaştığı, tedbir alınıp uygulanmaması durumunda da atmosferik CO₂ değerinin 21. yüzyıl sonunda 500 ppm'e ulaşması beklenmektedir [13, 14]. Atmosferik CO₂ artışı iklim değişikliği üzerinde önemli rol oynamaktadır. İklim değişikliğine bağlı olarak dünyada; su kaynakları, ormanlar ve biyoçeşitlilik azalmakta, yoksulluk, çölleşme, su savaşları, hava kirliliği, çevre ve sağlık sorunları artmaktadır. Tüm bunların sonucunda da sosyal ve ekonomik sorunlar ortaya çıkarak çok ciddi toplumsal hareketlenmeler beklenmektedir [15]. Küresel iklim değişikliği bahsedilen sorunlara yol açması sonucunda ekonomik ve sosyal çalkantılara yol açarken bunun asıl sebebinin ve korkulan sonucunun tam olarak dile getirilmese bile öngörüler dünyayı bekleyen açıktır. Bunun sebebi de kuşkusuz tarım sektörünün bu olaylardan olağanüstü derecede etkilenmesidir. Bu bağlamda gelecekte beklenen sonun geciktirilmesi, önlenmesi, yönetilmesi veya tamamen ortadan kaldırılması insanoğlunun elindedir. Bunun için farklı iklim modellerinin geliştirilmesi ve bu iklim modellerinin önemli parametrelerinden olan CO₂ faktörünün etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir. 19. Yüzyıl sonunda dünya ikliminin doğal yollarla veya insan tarafından değiştirilebileceği öngörülmesine rağmen bilim dünyası bunu önemsememiştir. Ancak 1960'larda ABD iklimin değişmekte olduğuna dair önemli bulgular elde etmiş ve bunu diğer ülkelerle paylaşmıştır. Bu paylaşımlarda iklim değişikliğinin sadece doğal bir süreç olmadığını, yeşil alanların azalması, fosil yakıt kullanımının artması gibi insan faaliyetlerinin başta CO₂ olmak üzere metan, ozon, kloroflorokarbon (CFC) benzeri sera gazı salınımının çok önemli rol oynadığı anlaşılmıştır [16, 17]. İklim bilimciler, iklim değişikliğinin çevreye ve canlılara yapacağı yıkıcı etkilerin özellikle 21. Yüzyılın ikinci yarısında görüleceği üzerinde durmaktadırlar ve son çıkışa yaklaştığını hatta bazı bilim adamları ise bunun neredeyse geçildiğine dikkat çekmektedirler [18].

Çalışmalarda CO₂ artışına bağlı olarak verimin artmasının normal olduğu ancak sıcaklıktaki artışa bağlı olarak bitkilerde su kullanımının arttığı, topraktaki besin maddelerinin kullanılabilirlik-yararlılık düzeylerinin düştüğü, bitkilerin topraktan besin maddesi alım düzeninin bozulduğu, sekonder metabolit üretiminin arttığı, suyun toprağa sıkı bağlandığını dolayısıyla bitkinin hem suyu hem de besin maddesi alımını için daha fazla enerji harcamasının gerektiği, bitkilerde boğum aralarının kısalması, yaprak küçülmesi ve aşırı tüylenme vb morfolojik değişimlerin olduğunu dolayısıyla verimin % 70-80 oranında düştüğü bildirilmektedir. Sonuç olarak CO₂ artışı

atmosferik sıcaklık artışına, sıcaklık artışı da verimin azaltmasına yol açmaktadır. Yani CO₂ artışına paralel olarak bitkilerde bazı pozitif gelişmeler olsa bile çevresel sıcaklık artışının bitkileri ve tarımı olumsuz etkilemesi beklenmektedir.

Yaptığımız çalışma sonucunda, yabancı otların sıcaklık ve CO₂ artışına paralel olarak, morfolojik yapısının da arttığı ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda ise eğer küresel ısınma ve CO₂ artışı yükselmeye devam ederse, ileriki yıllarda yabancı otları kontrol altına almak için daha fazla herbisit kullanımının kaçınılmaz olduğunu ve diğer mücadele şekilleri için ise daha fazla çaba sarf edeceğimizi söyleyebiliriz. Ayrıca artan sıcaklık ve CO₂ yabancı otları çok hızlı geliştireceğinden kültür bitkilerinde ki verim kayıpları daha da yükselecektir. Bu yüzden ileriki yıllarda yabancı ot sorunları ile karşılaşmamak için sera etkisi yapan ve küresel ısınmaya sebep olan uygulamalardan sakınmak gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FCD-2017-930.

Kaynakça

- [1] Jabran, K., Doğan M.N. Eren, Ö. 2015. Effect of ambient and simulated CO₂ on the growth of invasive weed *Potentilla recta* L. Agriculture and Forestry.
- [2] Arrhenius, S. (1896). On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. *Philos. Mag.*, 41, 237–276.
- [3] Crutzen P.J. ve Stoermer E.F. 2002. The Anthropocene. *IGBP Newsletter* 41:17–18
- [4] IPCC, 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. A contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [5] Dixon G.R. 2012. Climate change – impact on crop growth and food production, and plant pathogens, *Can J Plant Pathol*, 34(3), 362-379.
- [6] Steig, G., Schneider D.P., Rutherford S.D., Mann M.E., Comiso J.C., Shindell D.T. 2009. Warming of the Antarctic ice-sheet surface since the 1957 International Geophysical Year. *Nature*, 457 (7228), 459–462.
- [7] Jaggard K.W., Qi A., Ober E.S. 2010. Possible changes to arable crop yields by 2050. *Philos Trans R Soc Biol Sci.*, 365, 2835–2851.
- [8] Ziska L.H., Bunce J.A. 1997. Influence of increasing carbon dioxide concentration on the photosynthetic and growth stimulation of selected C4 crops and weeds. *Photosynth Res.*, 54, 199–208
- [9] Önen H. ve Özcan S. 2010. İklim değişikliğine bağlı olarak yabancı ot mücadelesi. Ed. SAYILI M. 2010. İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri ve Alınabilecek Önlemler. T.C. Kayseri Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayın No:2, S:336-357, Fidan Ofset, Kayseri
- [10] Hobbs R.J. ve Mooney H.A. 2005. Invasive species in a changing world: the interactions between global change and invasives. In *Invasive alien species. A new synthesis* (eds Mooney H.J., Mack R.N., Mcneely J.A., Neville L.E., Schei P.J., Waage J.K.) Washington, DC: Island Press.pp. 310–331.
- [11] Ward N.L., Masters G.J. 2007. Linking climate change and species invasion: an illustration using insect herbivores. *Global Change Biol.*, 13, 1605–1615.
- [12] Uludag A., Yazlık A., Jabran K., Türkseven S., Starfinger U. 2014. NEOBIOTA—8th Proceedings of International Conference on Biological Invasions—from understanding to action. 03-08 November 2014. Antalya-Turkey.

- [13] IPCC., 1996. Climate Change 1995, The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Houghton J, T., et al., eds., WMO/UNEP. Cambridge University Press, New York.
- [14] Aksay, C., S., Ketenöglü, O., Kurt, L., 2005. Küresel ısınma ve iklim değışikliği, *Selcuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fak. Fen Dergisi*, 25, 29-41 s., Konya.
- [15] Swart, R., Robinson, J., Cohen, S., 2003. Climate change and sustainable development: expanding the options. *Climate Policy*, Volume 3
- [16] Kadiođlu, M., 2001, "Bildiđimiz Havaaların Sonu. Küresel İklim Değişimi ve Türkiye", Güncel Yayıncılık Ltd. Şti. No: 110, İstanbul, 271 s
- [17] TİKDEK, 2007, Türkiye İklim Değişikliği Kongresi "Bildiri Kitabı" , İTÜ, İstanbul, 11 s.
- [18] AÇA, 2004, "Avrupa'nın Değişen İklimin Etkileri" Avrupa Çevre Ajansı, Avrupa Toplulukları Resmi Yayınlar Dairesi, Kopenhag, Danimarka, 109 s.