

**Şekerotu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) ve Oğulotu (*Melissa officinalis* L.)
Bitkilerinin Farklı Sıcaklık ve CO₂ Konsantrasyonlarına Tepkilerinin
Araştırılması**

Ayşe Özlem TURSUN¹ Elif TÜRK² İlhan ÜREMİŞ³

¹ İnönü Üniversitesi Battalgazi Meslek Yüksek Okulu, Battalgazi/Malatya

² İnönü Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Battalgazi/Malatya

³ Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Hatay

Özet

Sanayileşmeye ve yerleşim bölgelerinden çıkan sera gazlarına bağlı olarak çevre hızla kirlenmekte ve küresel boyutta sorunlar giderek artmaktadır. Özellikle sera gazları içerisinde ve küresel ısınmada önemli payı olan CO₂ ve buna bağlı olarak artan sıcaklık bitkiler açısından da bazı olumlu ve olumsuz özellikleri ortaya çıkarmaktadır. Günümüzde insan sağlığı açısından önemli rolü bulunan ve tıbbi - aromatik bitkiler içerisinde yer alan *Melissa officinalis* L. (Oğulotu) ve *Stevia rebaudiana* Bertoni (şekerotu) bitkilerinin değişik CO₂ konsantrasyonlara ve değişik sıcaklıklara olan tepkilerini belirlemek amacıyla çalışmalar tam otomasyonlu serada yürütülmüştür. Denemeler farklı sıcaklık (26 °C/16 °C, 29 °C/19 °C, 32 °C/22 °C, 35 °C/25 °C) ve CO₂ (400 ppm, 600 ppm, 800 ppm, 1000 ppm) konsantrasyonlarında 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmıştır. Çalışmalar sonucunda şekerotu ve oğulotu bitkilerinde en yüksek çimlenme oranı (G-max) 400 ppm CO₂ ve 26 °C/16 °C sıcaklıktan elde edilmiştir. Şeker otu ve oğulotunun bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, kök boyu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıklarında en düşük değerler 400 ppm CO₂ ve 26 °C/16 °C sıcaklık değerlerinden alınırken, en yüksek etkiler 1000 ppm CO₂ ve 35 °C/25 °C sıcaklık derecelerinden elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Stevia rebaudiana*, *Melissa officinalis*, sıcaklık, karbondioksit, çimlenme, bitki gelişimi

Investigation of the Response of Sugar leaf (*Stevia rebaudiana* Bertoni) and Lemon Balm (*Melissa officinalis* L.) Plants to Different Temperatures and CO₂ Concentrations

Abstract

Depending on the greenhouse gases coming from the industrialization and settlement areas, the environment is rapidly polluted in large quantities and the problems on the global scale are increasing. Particularly, CO₂, which is an important share, in the greenhouse gases and in the global warming, and the increasing temperature due to this, also reveals some positive and negative features in plants. Medicinal and aromatic plants, lemon balm (*Melissa officinalis* L.) and sugar leaf (*Stevia rebaudiana* Bertoni) have an important role in human health. Studies was carried out in a fully automated greenhouse in order to determine the response of lemon balm and sugar leaf to different CO₂ concentrations and different temperatures. Experiments were conducted at different temperatures (26 °C / 16 °C, 29 °C / 19 °C, 32 °C / 22 °C, 35 °C / 25 °C) and concentrations of CO₂ (400 ppm, 600 ppm, 800 ppm, 1000 ppm). As a result of the studies, the highest G-max value (maximum germination rate) was obtained from 400 ppm CO₂ and 26 °C / 16 °C temperature in sugar leaf and lemon balm plants. While the lowest values for plant height, fresh weight, dry weight, root length, root fresh weight and root dry weights of sugar leaf and lemon balm were obtained from 400 ppm

CO₂ and 26 °C / 16 °C. The highest values for measured plant parameters were obtained from 1000 ppm CO₂ and 35 °C / 25 °C from the temperature.

Key words: *Stevia rebaudiana*, *Melissa officinalis*, temperature, carbon dioxide, germination, plant development

Giriş

İnsanoğlunun özellikle son yüzyıl içerisinde çok büyük boyutlara ulaşan, havada, karada ve suda yaptığı, günümüzde de devam etmekte olan tahribatın sonucu olarak toprak ve su ile birlikte havanın da bileşimi önemli ölçüde bozulmaktadır. Hızla artan sanayi ve yerleşim bölgelerinden çıkan sera gazlarına bağlı olarak çevre ve atmosfer büyük miktarda kirlenmekte, küresel boyutta hava sıcaklığı giderek artmakta, iklim değişikliği yaşanmaktadır (Kadioğlu, 2008).

Dünya nüfusunun hızla artması ve kontrolsüz sanayileşme süreci, sağlıksız kentleşme, bölgesel savaşlar, verimi artırmak amacıyla kullanılan tarım ilaçları, bilinçsiz gübreleme ve deterjanlar gibi sentetik kimyasal maddeler kullanıldıkları andan itibaren çevreyi kirlletmeye başlamıştır. Bunların sonucu olarak büyük oranda kirlenen hava, su ve toprak, yani çevre canlılar için önemli ölçüde zararlı olabilecek boyutlara ulaşmıştır. Sanayi devrimi ile fosil yakıtlarının kullanımının giderek artması ve ormanların hızla yok edilmesi bu olumsuz etkileri günümüzde neredeyse önüne geçilemeyecek halde, hatta geriye dönüşümü çok zor olan ciddi boyutlara taşımıştır. Dünyanın mevcut enerji kaynaklarının yaklaşık % 85'i fosil yakıtlarının (petrol, kömür, doğal gaz vb.) oluşturduğu (MacCracken, 2001) düşünüldüğünde, küresel ısınmanın tek nedeninin, başta fosil yakıtlardan kaynaklanan karbondioksit olmak üzere atmosferdeki sera gazlarının, büyük ölçüde endüstriyel (enerji ve ulaşım dahi olmak üzere) ve bir ölçüde de tarımsal insan etkinliklerinden kaynaklanan artış olduğu söylenebilir (Houghton, 2005). Onsekizinci yüzyılın son çeyreğinde başlayan Sanayi Devrimi ve özellikle sanayileşme ile nüfusun hızla arttığı 1950'li yıllardan itibaren insan aktivitesi ve sanayi sistemleri tarafından atmosfere çok miktarda bırakılan CO₂, CH₄, N₂O gibi gazların aşırı sera etkisi oluşturması

sonucu, yeryüzünde sıcaklığın giderek artmasına sebep olmaktadır (Akin, 2006). Karbondioksitin sera gazı içerisindeki payı % 82'dir. Milyonlarca yıldan beri atmosferdeki miktarı değişmeyen CO₂'nin Sanayi devriminin başlangıcından günümüze kadar % 31 oranında arttığı saptanmıştır. 1990 yılından önceki 20 yılda atmosferdeki CO₂ gazının yıllık artışı % 0.4 iken daha sonraki yıllarda % 0.2 ile % 0.8 arasında değişmiştir (Akin, 2006).

Küresel ısınma, atmosferde sera gazlarının (CO₂, CH₄, N₂O vb.) konsantrasyonlarının artmasıyla bu moleküllerin güneş ışınlarını hapsederek yeryüzü sıcaklığını yükselmesi olarak tanımlanabilir. Güneşten gezegenimizin yüzeyine ulaşan kısa dalgalı radyasyon, ışıktan ısıya dönüşerek dünyayı ısıtmaktadır (Korkmaz, 2007). Atmosferik kirlilik sonucunda, 20. yy başlarında atmosferde 290 ppm olan CO₂ 1987 yılında 345 ppm'e çıkmıştır (Ahrens, 1988). Tahminler bu miktarın, kısa sürede 600 ppm'e çıkacağı yönündedir. Hükümetler arası iklim değişiklikleri paneli (IPPC) raporunda; atmosfere salınan sera gazları (CO₂, CH₄, CFCs, N₂O) 'nın önümüzdeki yüzyıl içerisinde hava sıcaklığını 1.4 ile 5.8 °C' arasında arttırabileceğine dikkat çekilmektedir (IPCC, 2001). 1951-1990 yılları arasında 0.5 °C'lik bir sıcaklık artışı gözlenmiş (Jones ve ark., 1991), olmasına rağmen Karl ve ark., 1991 minimum sıcaklıklarda daha yüksek (3 katına kadar) artışlar olabileceğini bildirmektedirler. Diğer taraftan CO₂ oranında % 16'lık bir artış görülmüş olup, bunun genel olarak bitki gelişiminde ve verimde pozitif bir etki sağlayacağı belirtilmiştir. Ancak sıcaklık artışlarının etkileri hakkında henüz herhangi bir kesin yargıya ulaşılamamıştır (Conroy ve ark., 1994). Çeltikte ve buğdayda, sıcaklık artışlarına paralel olarak verimde düşüş olacağını fakat CO₂'de meydana gelecek olan artışların bu düşüşü telafi edeceğini tahmin edilmektedir (Ghaffari ve ark., 2002). CO₂'in

verimde meydana getireceği artış, fotosentez oranında meydana getireceği artışla olacağı ve bunun doğadaki tüm bitkileri benzer şekilde etkileyeceğini vurgulamıştır (Norby ve ark., 1999, Poorter ve Navas, 2003).

Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler bakımından dünyanın en zengin ülkelerindedir. Ülkemiz florasında doğal olarak yetişen yaklaşık 12.000 bitki taksonundan 3750'si endemiktir. Endemikler başta olmak üzere Türkiye'de doğal olarak yetişen yüzlerce bitki türünün tıbbi ve aromatik değeri çok yüksektir. Türkiye'de yaklaşık 500 kadar bitki türünden halk hekimliği veya geleneksel tıp uygulamaları kapsamında kullanılmaktadır. Ancak, ticareti yapılanlarının sayısı 350 kadar olup, bunlardan 140'ünün dış satımı yapılmaktadır (Baydar, 2013). Bu bitkilerden birisi olan oğulotu (*Melissa officinalis* L.) iç piyasada talebi olan, ihracatı yapılan ve aynı zamanda doğal alanlardan toplanan Lamiaceae familyasından limon kokulu önemli bir tıbbi bitkidir. Ülkemizde Bursa, Bilecik, Bolu, İstanbul, Ankara, Amasya, Samsun, Kütahya, Malatya, Erzincan, Tunceli ve Muğla illerinde doğal yayılış göstermektedir (Davis, 1982, Baytop, 1984). Dünyada ise Güney Avrupa, Ön Asya ve Kuzey Amerika'da doğal olarak yetişmektedir. Ekonomik öneminden dolayı Almanya, Fransa, İtalya, Bulgaristan, Romanya ve Kuzey Amerika ülkelerinde tarımı yapılmaktadır (Sarı, 2001). Halk hekimliğinde, eczacılıkta, parfümeri, kozmetik ve gıda sanayisinde çok sayıda kullanım alanına sahip olan oğulotu baş ağrısı, ateşlenme, uykusuzluk ve soğuk algınlığına karşı kullanılmaktadır (Baytop, 1984).

Şekerotu (*Stevia rebaudiana* Bertoni) yapraklarındaki tatlı tadı ve düşük kalorili diterpenoid steviol glycosides (SGs) içeriğinden dolayı yaygın olarak bilinen Güney Amerika'nın yerli bitkisi olup, Asteraceae familyasından çok yıllık çalı formundadır. Şekerotunun kuru yaprakları doğal bir tatlandırıcı olarak Güney Amerika'daki Guarani Kızılderilileri tarafından yüzyıllarca kullanılmıştır. Şekerotu yetiştiriciliği; Çin, Brezilya, Paraguay, Meksika, Rusya, Endonezya, Kore, ABD, Tanzanya, Kanada,

Tayland ve Arjantin dahil dünyanın diğer bölgelerinde yayılmış durumdadır (Brandle ve ark., 1998, Kim ve ark., 2002, Lemus-Mondace ve ark., 2012). Ayrıca şekerotu son 10 yıldan beri, Hindistan çiftçileri tarafından yetiştirilip, ham kuru yaprak veya işlenmiş tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Pal ve ark., 2013). Fakat Çin dünyada en büyük şekerotu üreticisidir ve ürettiği şekerotunun yaklaşık % 80'ini ihraç etmektedir (Kim ve ark., 2002, Mizutani ve Tanaka, 2002).

Şekerotu bitkisi ve ekstraktları Güney Amerika, Asya Japonya ve Çin ve Avrupa Birliğinin bazı ülkelerinde yıllardır düşük kalorili bir tatlandırıcı olarak kullanılmaktadır (Caccilo ve ark., 2011). Yaygın olarak tatlı yaprak, şeker yaprak veya sadece stevia olarak bilinen stevia türleri onun yaprağının tadı için yaygın bir şekilde yetiştirilir (Kinghorn ve Soejarto, 1986). 30'dan fazla diterpenoid steviol glycosides (SGs) değişen konsantrasyonlarda şekerotunun yapraklarda tanımlanmıştır (Wolker-Rieck, 2012). Fakat en baskın (hakim) bileşik sukcorozdan yaklaşık 300 kat daha tatlı steviosiddir. (Cramber ve Ikan, 1986). Ne yazık ki bu bileşik tadıldıktan sonra acı bir tat vermektedir (Bakal ve O'Brien Nabors, 1986). İkinci en çok bulunan bileşik hoş tadından dolayı yiyecek ve içeceklerde kullanımı steviosidden daha uygun olan rebaudioside-A 'dır (Kinghorn ve Soejarto, 1991, Tanaka, 1997). Şeker otu Paraguay kökenli bir bitkidir. Ülkemizde ilk defa 2010 yılında Antalya'da yetiştirilmeye başlanmış ve değişik bölgelerimizde ekimi ve üretimi yapılmaktadır. Özellikle diabet, hipertansiyon ve obezite tedavisi için oldukça önemli bir bitkidir. Doğal bir tatlandırıcı olan şeker otunda içerisinde hiç şeker bulunmamasına rağmen tat alma hücrelerine % 400 tatlıymış hissi vermektedir.

Çalışmada, farklı sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonlarının, şekerotu ve oğulotu tohumlarının çimlenme kabiliyetlerine, bitkilerin toprak üstü ile toprak altı organlarına etkileri ele alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Değişik sıcaklık ve CO₂ oranının tıbbi ve aromatik bitkilerden oğulotu ve şekerotuna 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. Denemelerde kullanılan oğulotu tohumları Hatay, Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden ve Şekerotu tohumları ise Malatya, İnönü Üniversitesi Battalgazi Meslek Çizelge 1. Sera çalışmalarında kullanılan CO₂ miktarları (ppm) ve sıcaklık değerleri (°C)

Table 1. CO₂ (ppm) amount and temperature values used in greenhouse experiments (°C)

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

Çalışmalarda sıcaklık değerleri 14 saat gündüz, 10 saat gece olacak şekilde ayarlanmıştır. CO₂ miktarları ise 24 saat boyunca Çizelge 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.

Serada bulunan odalara Çizelge 1'de verilen sıcaklık ve CO₂ değerleri sera otomasyon sistemi sayesinde ayarlanmış olup, odalara CO₂ tüpleri ile CO₂ gazı akışı sağlanmıştır.

Her iki 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

Yüksek Okulu'ndan temin edilmiştir. Elde edilen her iki tohum da 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 tam otomasyonlu serada yapılan çalışmalara ait sıcaklık ve CO₂ değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

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).

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

Çimlenme İndeksi: $GI = \sum(Gt/Dt)$

T50: Çimlenen tohumların % 50'sinin çimlenmesi için geçen süre (Çimlenme Enerjisi)

T90: Çimlenen tohumların % 90'ının çimlenmesi için geçen süre (Çimlenme Enerjisi)

Çimlenme Üniformluk İndeksi (G75-G25): Çimlenen tohumların % 75 ile % 25'inin çimlenmesi için geçen süre arasındaki zaman

Çimlenme Üniformluk İndeksi (G90-G10): Çimlenen tohumların % 90 ile % 10'unun çimlenmesi için geçen süre arasındaki zaman

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

Değişik sıcaklık ve CO₂ uygulamalarının bitkilerin morfolojik özelliklerine olan etkileri

Denemede çimlenen tohumlardan her saksıda 1'er adet bitki bırakılmış ve çimlenmeden 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 çoklu karşılaştırma testi (p≤0.05) kullanılarak gruplandırmalar yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

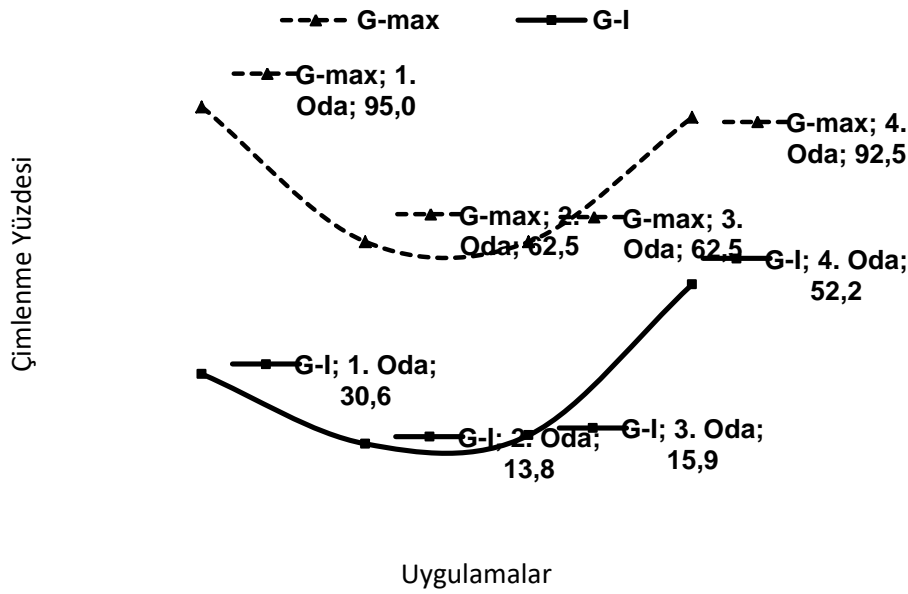
Yapılan denemeler sonucunda şekerotu ve oğulotundan elde edilen sonuçlar ayrı ayrı olarak verilmiştir.

Şeker Otunun Farklı Sıcaklık ve CO₂ Oranlarında Gösterdiği Tepkiler

Şeker Otunun Maksimum Çimlenme oranı ve Çimlenme İndeksi

Farklı sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonlarında şekerotunun maksimum çimlenme oranları ve çimlenme indeksine ait sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir.

Deneme sonucunda en yüksek çimlenme oranı % 95.0 ile 1. odada iken onu % 92.5 ile 4. oda izlemiştir. En düşük çimlenme oranına ise % 62.5 ile 2. ve 3. odalarda bulunmuştur. Şeker otunun çimlenme indeksine baktığımız zaman en yüksek değer (% 52.2) 4. odadan alınırken, en düşük değer (% 13.8) 2. odada alınmıştır.



Şekil 1. Şekerotunun maksimum çimlenme oranı ve çimlenme indeksi.

Figure 1. Maximum germination rate and germination index of Sugar Leaf

Yaptığımız çalışmaya benzer şekilde, Ziska ve Bunce (1993)'de yaptıkları çalışmayla iki katına çıkarılmış CO₂ konsantrasyonunun *Medicago sativa*, *Amaranthus hybridus* ve *Chenopodium album* tohumlarının çimlenme oranlarının arttığını tespit etmişlerdir.

Şekerotunun T50, T90, Çimlenme Ünitelik İndeksi (G75-G25), Çimlenme Ünitelik İndeksi (G90-G10)

Farklı sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonlarında şekerotunun çimlenme ile ilgili verilerine ait sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2 'de görüldüğü gibi tohumların % 50 sinin çimlenmesi için en uzun süre 4.25 gün ile 2. odadır. Bunu 4 günle

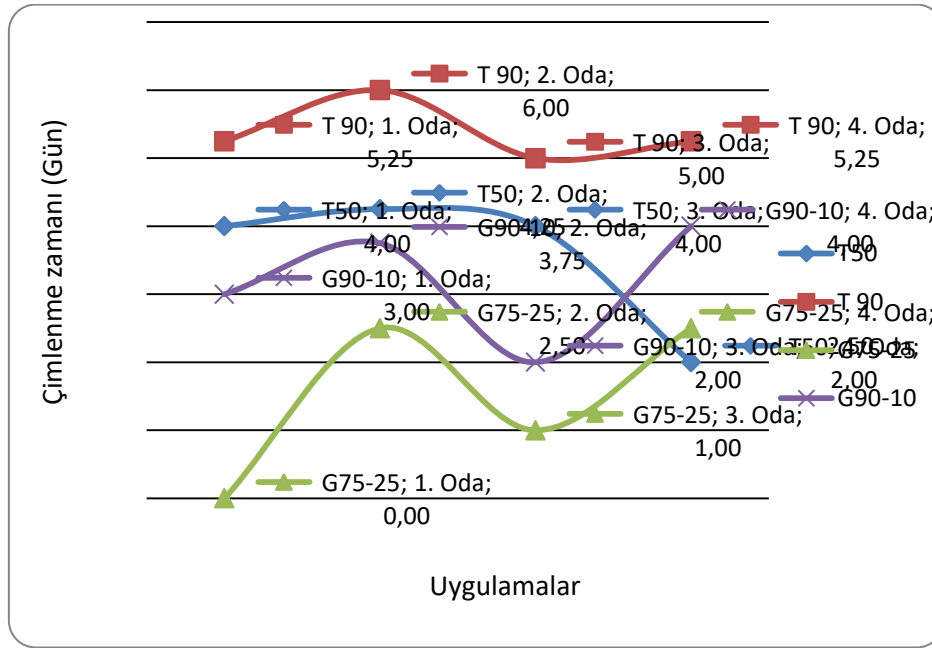
3. ve 1. odadan alınırken en kısa süre ise 2 günle 4. odadır. Tohumların % 90'ının çimlenmesi için en uzun süre 6 günle yine 2. odadan alınırken, en kısa zaman 5 günle 3. odadır. Çimlenen tohumların % 75 ile % 25'inin çimlenmesi için geçen süre (G75-G25) arasındaki en uzun zaman 2.25 gün ile 2. ve 4. odadan gözlenirken, 1. odada herhangi bir şekilde çimlenme gözlenmemiştir.

Çimlenen tohumların % 90 ile % 10'unun çimlenmesi için geçen süre (G90-G10)

arasındaki zamanen uzun 4 gün ile 4. oda iken, en kısa zaman 2 günle 3. odadır.

Şekerotunun bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, kök boyu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlıkları

Farklı sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonlarında şekerotunun toprak üstü ve toprak altı organlarının verdiği tepkilere ait sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Şeker otunun maksimum T50, T90, G75-G25 ve G90-G10 değerleri.

Figure 2. The maximum values T50, T90, G75-G25 and G90-G10 of Sugar Leaf

Çizelge 2. Şekerotunun bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, kök boyu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlık değerleri

Table 2. Plant height, wet weight, dry weight, root height, root wet weight and root dry weight values of Sugar Leaf

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Yaş ağırlık (gr)	Kuru ağırlık (gr)	Kök boyu (cm)	Yaş kök ağırlığı (gr)	Kuru kök ağırlığı (gr)
1. oda	10.90 b	8.81 c	1.20 d	12.00 c	2.88 c	0.36 c
2. oda	12.88 b	11.18 c	3.73 c	15.50 b	3.58 bc	0.68 bc
3. oda	22.62 a	15.41 b	5.22 b	19.00 a	4.62 b	1.02 b
4. oda	23.40 a	20.61 a	8.61 a	19.75 a	5.95 a	1.47 a

Aynı sütün içinde verilen ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, p≤0.05)

35 °C/ 25 °C) ve 3. odadan (800 ppm 32 °C / 22 °C) elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise 1. odadan (400 ppm 26 °C / 16 °C)

Denemede Çizelge 2'de görüldüğü gibi en yüksek bitki boyu sırasıyla 4. oda (1000 ppm

sağlanmıştır. Sıcaklık artışıyla birlikte CO₂ miktarı artıkça bitki boyunda yaklaşık 2 kat bir artış gözlenmiştir. Ayrıca, 1. ve 2. odalar ile 3. ve 4. odalarda istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir.

Denemede en düşük bitki yaş ağırlığı 8.81 gr ile 1. odadan elde edilmiştir. CO₂ miktarı ve sıcaklık artıkça bitki ağırlığını da artmıştır. En yüksek yaş ağırlık ise 20.61 gr ile 1000 ppm CO₂ 35-25 °C sıcaklık değerlerinden elde edilmiştir. Resim 7.'de görüldüğü gibi yüksek sıcaklık ve CO₂ miktarı şekerotu bitkisinin gelişiminin artmasına sebep olmuştur (Çizelge 2; Şekil 3).

2., 3., 4. odalarda istatistiksel olarak fark olmasına rağmen 1. ve 2. odalarda

istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır.

Yine bitki kuru ağırlığı bakımından en yüksek değer 4. odadan elde edilirken, en düşük kuru ağırlık 1. odadan elde edilmiştir. CO₂ ve sıcaklık artışının kuru ağırlık üzerine etkisi önemlidir.

Çalışmada bulduğumuz sonuçlara benzer şekilde, Patterson (1993) iki katına çıkarılmış CO₂ koşullarında C3 ve C4 bitkilerinin gelişimlerinde artış gösterdiğini belirtmiştir. Yine, Alberto ve ark. (1996) 27 °C /21 °C 'de artan CO₂ koşullarında çeltiğin toprak üstü biyomasının % 47 artış gösterdiğini belirlemiştir.



Şekil 3. Farklı sıcaklık ve CO₂ ortamında yetişen *Stevia rebaudiana* bitkilerinin 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)

Figure 3. Typical growth of *Stevia rebaudiana* in different temperature and CO₂ conditions (from left to right: 400 ppm CO₂ + 26/16 °C; 600 ppm CO₂ + 29/19 °C; 800 ppm CO₂ + 32/22 °C; 1000 ppm CO₂ +35/25 °C)

Denemede en uzun kök boyu 4. oda ve 3. odadan (19.75-19.00) elde edilmiştir. En düşük bitki kök boyu ise 1. odadan (12.00 cm) alınmıştır. CO₂ ve sıcaklık artışı bitkinin kök boyunun uzamasına sebep olmuştur. 3. ve 4. odalar arasında istatistiksel olarak bir fark olmasına rağmen 1. ve 2. odalar arasında

istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Yaş kök ağırlığı bakımından yine 4. oda en fazla (5.95 gr) ağırlığa sahiptir. CO₂ miktarının yükselmesi bitkinin toprak altı organı kök aksamını artırmıştır. CO₂ miktarı ve sıcaklık düştükçe yaş kök ağırlığında bir azalma görülmüş ve en düşük yaş ağırlığa 400 ppm

CO₂/ 26 °C gündüz/16 °C gecede tutulan 1. odada gözlenmiştir. Kuru Kök Ağırlığı en fazla 1.47 gr ile 4. odadan elde edilmiş iken en düşük kök ağırlığı ise 0.36 gr ile 1. odadan elde edilmiştir.

Oğulotunun farklı sıcaklık ve CO₂ oranlarında gösterdiği tepkiler Çizelge 3'de verilmiştir.

Oğulotunun Maksimum Çimlenme Oranı ve Çimlenme İndeksi

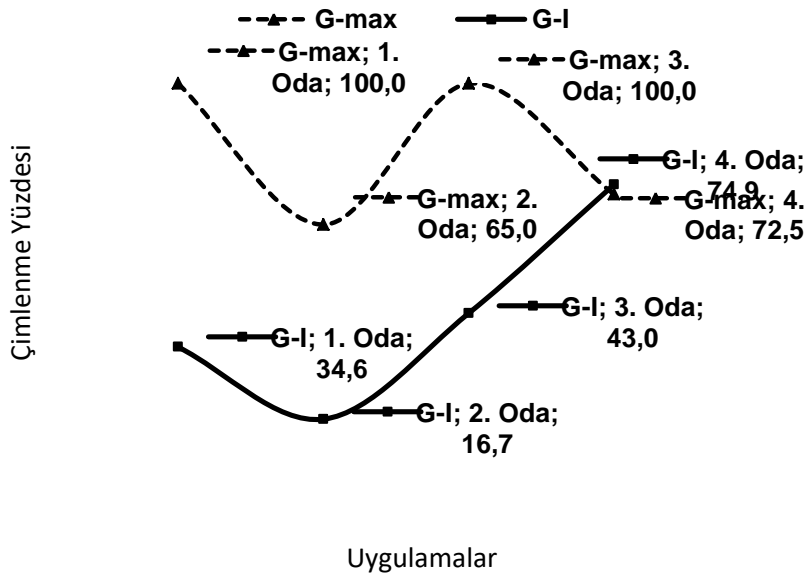
Farklı sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonlarında oğulotunun maksimum çimlenme oranları ve çimlenme indeksine ait sonuçlar Şekil 4'de verilmiştir.

Şekil 4'de görüldüğü en yüksek çimlenme oranı % 100 ile 1. ve 3. odalardan, en düşük çimlenme oranına ise % 65 ile 2. odadan elde edilmiştir. Şekerotunun çimlenme indeksine baktığımız zaman en yüksek değer (74.9) 4. odadan alınırken, en düşük değer (16.7) 2. odadan alınmıştır.

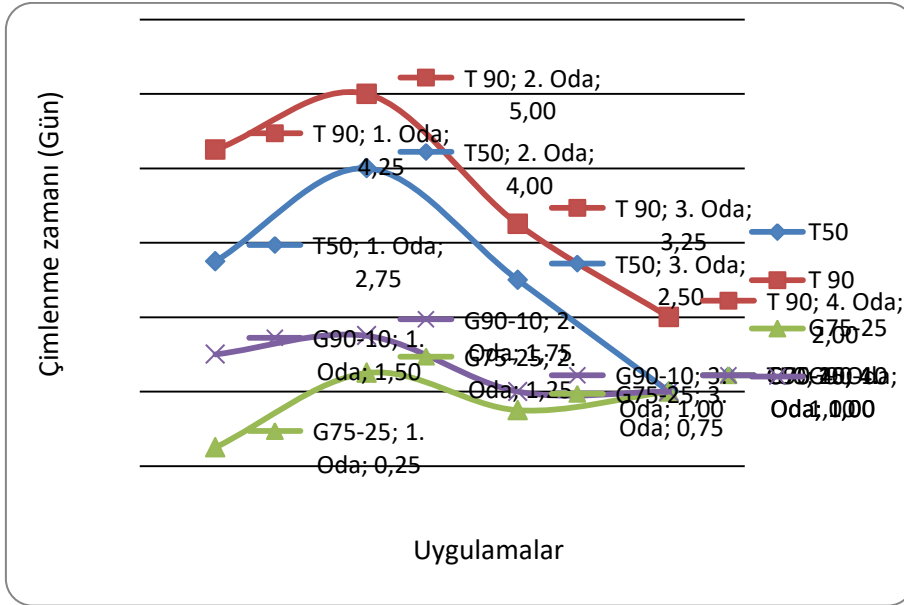
Oğulotunun T50, T90, Çimlenme Üniormluk İndeksi (G75-G25), Çimlenme Üniormluk İndeksi (G90-G10)

Farklı sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonlarında oğulotunun çimlenme sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 5 'de görüldüğü gibi tohumların % 50 sinin çimlenmesi için en uzun süre 4 gün ile 2. odada, en kısa süre ise 1 günle 4. odada elde edilmiştir. Tohumların % 90'ının çimlenmesi için en uzun süre 5 günle yine 2. odadan alınırken, en kısa zaman 2 günle 4. odada bulunmuştur. Çimlenen tohumların % 75 ile % 25'inin çimlenmesi için geçen süre (G75-G25) arasındaki en uzun zaman 1.25 gün ile 2. odadan gözlenirken, en düşük 0.25 gün ile 1 odadan sağlanmıştır. Çimlenen tohumların % 90 ile % 10'unun çimlenmesi için geçen süre (G90-G10) arasındaki zaman en uzun 1.75 gün ile 2. odada iken, en kısa zaman 1 günle 3. ve 4. odalardan alınmıştır.



Şekil 4. Oğulotunun maksimum çimlenme oranı ve çimlenme indeksi.
Figure 4. Maximum germination rate and germination index of Lemon Balm



Şekil 5. Oğulotunun maksimum T50, T90, G75-G25 ve G90-G10 değerleri.

Figure 5. The maximum values T50, T90, G75-G25 and G90-G10 of Lemon Balm

Çizelge 3. Oğulotunun bitki boyu, yaş ağırlık, kuru ağırlık, kök boyu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlık değerleri

Table 3. Plant height, wet weight, dry weight, root height, root wet weight and root dry weight values of Lemon Balm

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Yaş ağırlık (gr)	Kuru ağırlık (gr)	Kök boyu (cm)	Yaş kök ağırlığı (gr)	Kuru kök ağırlığı (gr)
1. oda	12.83 c	8.76 b	1.79 c	22.50 c	8.77 d	2.62 d
2. oda	15.83 b	10.91 b	1.94 c	30.00 b	11.95 c	3.73 c
3. oda	18.18 a	16.21 a	3.82 b	34.00 ab	19.19 b	4.95 b
4. oda	19.28 a	16.75 a	5.67 a	36.75 a	26.30 a	6.17 a

Aynı sütün içinde verilen ortalama değerlerin yanındaki aynı harfler uygulamalar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını gösterir (Duncan çoklu karşılaştırma testi, $p \leq 0.05$)

Çizelge 3.'de görüldüğü gibi denemede en yüksek bitki boyu sırasıyla 4. oda (19.28 cm) ve 3. oda (18.18 cm)'dan elde edilmiştir. En düşük bitki boyu ise 1. oda (12.83 cm)'dan (400 ppm/ 26-16 °C) elde edilmiştir (Çizelge 3 ve Şekil 6).

Denemede en düşük yaş ağırlık 1. (8.76 gr) ve 2. (10.91 gr) odalarda, en yüksek ise 3. (16.21 gr) ve 4. (16.75 gr) odadan alınmıştır. İstatistiksel olarak sıcaklık ve CO₂ artışının bitkinin yaş ağırlığı üzerine etkisi önemli görülmüştür. 3. ve 4. odalar aynı grupta, ancak 1 ve 2. odalar ise diğer grupta yer almışlardır. Sıcaklık ve CO₂ artışı bitkinin gelişimini artırarak vejetatif gelişimin 2 katına çıkmasına sebep olmuştur. Kuru ağırlık bakımından 2-3-4 odalarda istatistiksel olarak

bir fark olmasına rağmen, 1-2 oda aynı grup içerisinde yer almaktadır.

Kuru ağırlık bakımından 5.67 gr ile en yüksek ağırlığa sahip bitkiler 4. odadaki uygulamalardan elde edilirken, 1. odadaki bitkilerin 1.79 gramla en düşük ağırlığa sahip olduğu bulunmuştur. Resim 8.'de görüldüğü gibi sıcaklık artışı ile birlikte CO₂ miktarı artınca bitkinin vejetatif gelişmesi artmıştır.

Price ve ark., (2006), *Commelina benghalensis*'in artan CO₂ koşullarında bitki boyunda herhangi bir değişim olmadığını, toprak üstü kuru ağırlığında önemli derecede artış olduğunu, fakat kök kuru ağırlığı ve uzunluğunun CO₂ uygulamasından etkilenmediğini bildirmiştir. Yaptığımız çalışmada ise kullanılan bitkilerin farklı

olmasından dolayı Price ve ark., (2006) ile farklı sonuçların alınması ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6. Farklı sıcaklık ve CO₂ ortamında yetişen *Melissa officinalis* bitkilerinin 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)

Figure 6. Typical growth of *Melissa officinalis* in different temperature and CO₂ conditions (from left to right: 400 ppm CO₂ + 26/16 °C; 600 ppm CO₂ + 29/19 °C; 800 ppm CO₂ + 32/22 °C; 1000 ppm CO₂ + 35/25 °C)

Kök boyu bakımından odalar arasında istatistiksel olarak fark önemlidir. En uzun kök boyu 36.75 cm ile 4. oda uygulamasından alınırken bunu 34.00 cm ile 3. oda, 30.00 cm ile 2. oda izlemektedir. En düşük bitki boyu ise 22.50 cm ile 1. odada elde edilmiştir. CO₂ ve sıcaklık artışının yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerleri üzerine etkisinin önemli olduğu görülmektedir. Yaş kök ağırlığı en fazla (26.30 gr) ağırlığa 1000 ppm CO₂/ 35 °C gündüz/25 °C gecede tutulan 4. oda uygulamasından alınırken, en düşük yaş kök ağırlığı (8.77 gr) ise 1. odadan alınmıştır. CO₂ miktarı ve sıcaklık arttıkça yaş kök ağırlığında da bir artış gözlenmiştir. Kuru kök ağırlığı yine en fazla 6.17 gr ile 4. odadan elde edilirken, en düşük ağırlığa ise 2.62 gr ile 1. oda uygulamasından alınmıştır.

Sonuç

Karbondioksitin yeryüzünden yansıyan uzun dalga radyasyonu, su ile birlikte emerek atmosferin daha da ısınmasına neden olduğu

bilinmekle birlikte, karbondioksit miktarındaki artışın bazı bitkilere gübre etkisi yaparak gelişimini hızlandırmasının yanında gelişim miktarını da arttıracığı bir gerçek olarak bildirilmektedir. Bu durum bitki yetişen ortamdaki CO₂ miktarının artması ile bitkinin yapraklarında depolanan fazla su ve enerjinin kullanımının teşvik edilmesiyle açıklanmaktadır (Şaylan, 1995; Tezcan ve ark., 2011). Yapılan çalışmalar sonucunda tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde önemli yer tutan şekerotu ve oğulotunun kontrollü şartlar altında farklı sıcaklık ve CO₂'ye verdikleri tepkiler araştırılmıştır. Buna göre sıcaklık ve CO₂ miktarındaki artışların bu bitkilerin çimlenmesi ve gelişimini olumlu yönde etkileyeceği sonucu ortaya çıkmakla birlikte, ileriki yıllarda küresel kirliliğin devam etmesi durumunda araştırmaların sadece CO₂ ve sıcaklık artışı ile değerlendirilmeyip diğer önemli parametrelerin ışığında özellikle biyoçeşitliliğe etki bakımından yapılması gerekmektedir. Ayrıca, bundan sonraki

çalışmalarda bu tür tıbbi ve aromatik bitkilerin içeriklerinde nasıl bir değişiklik olabileceği, bunlardaki değişikliğin ise üretime ve tüketici davranışlarına nasıl etkisinin olabileceği üzerinde durulmasında yarar bulunmaktadır.

Kaynaklar

- Ahrens CD, 1988. Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate and the Environment, 3rd Edition, West Publishing Com.,581s.
- Akıncı IE, Akıncı S, 2010. Effect of chromium toxicity on germination and early seedling growth in melon (*Cucumis melo* L.) African Journal of Biotechnology, 9 (29): 4589-4594.
- Akın G, 2006. Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 46 (2): 29-43.
- Alberto AMP, Ziska LH, Cervancia CR, Manalo PA, 1996. The influence of increasing carbon dioxide and temperature on competitive interactions between a C₃ crop, rice (*Oryza sativa*) and a C₄ weed (*Echinochloa glabrensis*). Australian Journal of Plants Physiology, 23 (6): 795-802.
- Bakal AI, O'Brien Nabors L, 1986. Stevioside. In: Alternative Sweeteners (O'Brien Nabors L, Gelardi RC, Eds.), Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 295-307.
- Baydar H, 2013. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No:51, Isparta.
- Baytop T, 1984. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi. İstanbul Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 40, İstanbul.
- Brandle JE, Starratt AN, Gijzen M, 1998. *Stevia rebaudiana*: Its a agricultural, biological and chemical properties. Can. J. Plant Sci. 78: 527-536.
- Cacciola F, Delmonte P, Jaworska K, Dugo P, Mondello L, Rader JI, 2011. Employing ultra-high pressure liquid chromatography as the second dimension in a comprehensive two-dimensional system for analysis of *Stevia rebaudiana* extracts. Journal of Chromatography A, 1218: 2012-2018.
- Conroy JP, Senewera S, Basra AS, Rogers G ve Nissen-Wooler B, 1994. Influence of rising atmospheric CO₂ Concentrations and temperature on growth, yield and grain quality of cereal crops. Journal of Plant Physiology, 21: 741758.
- Cramber B, Ikan R, 1986. Sweet glycosides from Stevia plants. Chem. Br.,22: 915-916
- Davis PH, 1982. Flora of Turkey and East Aegean Island, Vol:7. University of Edinburgh, England.
- Ghaffari A, Cook HF, Lee HC, 2002. Climate change and winter wheat management: A modelling scenario for South-eastern England. Climatic Change, 55: 509-533.
- Houghton J, 2005. Global Warming Rep. Prog. Phys., 68: 1343- 1403
- Jones PD, Wigley TML, Farmer G, 1991. Marine and Temperature Data Sets: A Comparison and A Look at Recent Trends In: Greenhouse Gas-Induced Climatic Change (Schlesinger, M.E. Ed.), Elsevier, Amsterdam, 1007-1023.
- IPCC (2001), Climate Change 2001: Synthesis Report Summary for Policymakers. <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vo14/pdf/spm.pdf>,30.06.2009.
- Kadioğlu M, 2008. Günümüzden 2100 yılına küresel iklim değişikliği. TMMOB İklim Değişikliği Sempozyumu 13-14 Mart 2008 Ankara.
- Karl TR, Kukla G, Razuwayev VN, 1991. Global warming: Evidence for asymmetric diurnal temperature change. Geophysical Research Letters, 18 : 2253-2256.
- Kim J, Choi YH, Choi YH, 2002. Use of stevioside and cultivation of *Stevia rebaudiana* in Korea. In: Stevia, the Genus Stevia. Medicinal and Aromatic Plants-Industrial Profiles, (Kinghorn AD Ed.) Taylor and Francis, London/NewYork, 196-202.
- Kinghorn AD, Soejarto DD, 1991. Stevioside. In: Alternative Sweeteners (O'Brien Nabors L, Gelardi RC Eds.) Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 157-171.

- Korkmaz K, 2007. Küresel ısınma ve tarımsal uygulamalara etkisi. *Alatarım*, 6(2):43-49.
- Lemus-Mondaca R, Vega-Galvez A, Zura-Bravo L, Ah-Hen K. 2012. *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: a comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspect. *Food Cheem.*, 132: 1121-1132.
- Maccracken MC, 2001. Global Warming: A Science Overiew, *In: Global Warming and Energy Policy*. Kluwer Academy/Plenum Publishers, pp. 151-159 Newyork ..
- Mizutani K, Tanaka O, 2002. Use of *Stevia rebaudiana* sweeteners in Japan. *In: Stevia, the genus Stevia, medicinal and aromatic plants-industrial profiles* (Kingham AD, Ed),, London and NY: Taylor and Francis, 178-195.
- Norby RJ, Wullschleger SD, Gunderson CA, Jonhson DW, Ceule-Mans R, 1999. Tree responses to rising CO₂ in field experiments: Implications for he future forest. *Plant, Cell and Environment*, 22: 683-714.
- Pal PK, Prasad R, Pathania V, 2013. Effect of decapitation and nutrient applications on shoot branching, yield and accumulation of secondary metabolites in leaves of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *J. Plant Physiol*, 170: 1526-1535.
- Patterson DT, 1993. Implications of global climate change for impact of weeds, insects and plant diseases. *International Crop Science*, 1: 273-280.
- Poorter H, Navas ML, 2003. Plant growth and competition at elevated CO₂: On winners, losers and functional groups. *New Phytology*, 157: 175-198.
- Price AJ, Runion GB, Prior SA, Rogers JrHH, Torbert III HA, Gjerstad DH, 2006. The invasive weed tropical spiderwort increases growth under elevated atmospheric CO₂ (Abstract). Symposium on tropical Spiderwort: A New Troublesome Exotic-Invasive Weed in Peanut. 38th American Peanut Research and Education Society, 119. Pp82.
- Sarı AO, 2001. Farklı Kökenli *Melissa officinalis* L. (Oğulotu)'lerin Menemen ve Bozdağ Ekolojik Koşullarında Bazı Agronomik ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir.
- Şaylan L, 1995. Bitki gelişimi simülasyon modellerinin toprak, bitki ve su ilişkisinin analizinde kullanılması. 5. Ulusal Kültür Teknik Kongresi Bildirileri, Kültür Teknik Derneği, 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, 311-317.
- Tanaka O, 1997. Improvement of taste of natural sweeteners. *Pure Appl. Chem.*, 69: 675-683.
- Tezcan A, Atılğan A, Öz H 2011. Levels of carbon dioxide in greenhouses and possible effects of carbon dioxide fertilization. *Ziraat Fakültesi Dergisi, Süleyman Demirel Üniversitesi*, 6 (1): 44-51.
- Tubiello FN, Rosenzweig C, Volk T, 1995. Interactions of CO₂, temperature and management practises. Simulations with a modified version of CERES-Wheat. *Agricultural System*, 49: 135-152.
- Wolker-Rieck U, 2012. The leaves of *Stevia rebaudiana* (Bertoni), their constituents and the analyses there of: a review. *J. Agric. Food Chem.*, 60 (4) 886-895.
- Ziska LH, Bunce AJ, 1993. The influence of elevated CO₂ and temperature on seed germination and emergence from soil. *Field Crops Research*, 34 (2): 147-157.