



Difenbahya (*Dieffenbachia amoena* Gentil)'nin Sıcaklığa Bağlı Olarak İç Ortamdaki CO₂ Miktarına Etkisi

Hakan Şevik^{1*}, Mehmet Çetin², Kerim Güney³, Nur Belkayalı²

¹Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 37150 Kastamonu, Türkiye

²Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 37150 Kastamonu, Türkiye

³Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 37150 Kastamonu, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 04 Nisan 2017
Kabul 17 Nisan 2017

Anahtar Kelimeler:

Difenbahya
Dieffenbachia amoena Gentil
CO₂
Sıcaklık
Hava kalitesi

*Sorumlu Yazar:

E-mail: hakansevik@gmail.com

ÖZET

Günümüzde insan ömrünün en az %80'i kapalı mekanlarda geçmekte ve bu kapalı mekanlardaki iç ortam hava kalitesi insanların sağlıklarını ve performanslarını doğrudan etkilemektedir. Özellikle CO₂ miktarı belirli seviyelerin üzerine çıktığında baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, konsantrasyon bozuklukları, boğaz ve burun tahrişi, burun akıntısı, öksürük ve göz akıntıları gibi pek çok rahatsızlığa sebep olmaktadır. İç ortamdaki CO₂ miktarını etkileyen en önemli faktör canlı metabolik faaliyetleridir. Solunumla artan CO₂ miktarı fotosentezle azalmaktadır. Dolayısıyla iç mekanlarda bitkiler CO₂ miktarını azaltmak amacıyla kullanılabilir. Ancak bitkilerin iç ortamdaki hava kalitesine etkisi konusunda yeterli bilgi bulunmadığından, bitkiler iç ortamdaki CO₂ miktarını azaltmak konusunda etkin ve bilinçli bir şekilde kullanılamamaktadır. Bu çalışmada iç mekan süs bitkisi olarak en sık kullanılan bitkilerden birisi olan difenbahyanın (*Dieffenbachia amoena* Gentil) iç ortamdaki CO₂ miktarına etkisinin sıcaklığa bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda difenbahyanın karanlık ortamda yaptığı solunumun sıcaklığa bağlı olarak önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ancak ışık bulunan ortamda en yüksek etkiyi 23-24°C sıcaklıklarda gösterdiği, 30°C sıcaklıktaki fotosentez hızının, 20°C dekinden düşük ancak 15°C dekinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(8): 973-978, 2017

Impact on the amount of CO₂ in indoor area depending on the temperature of *Dieffenbachia*

ARTICLE INFO

Research Article

Received 04 April 2017
Accepted 17 April 2017

Keywords:

Dieffenbachia
Dieffenbachia amoena Gentil
CO₂
Temperature
Air Quality

*Corresponding Author:

E-mail: hakansevik@gmail.com

ABSTRACT

Today, at least 80% of human life spends time in closed areas; indoor air quality directly affects people's health and performance. In particular, when CO₂ rises above certain levels, it causes many discomforts such as headache, dizziness, fatigue, concentration disorders, throat and nose irritation, nasal discharge, coughing and eye runoff on certain levels. The most important factor affecting the amount of CO₂ in indoor area is live metabolic activities. The amount of CO₂ is increased by respiration that decreases with photosynthesis. Therefore, plants can be used indoors to reduce the amount of CO₂. However, since there is not enough information on this subject, plants can not be used efficiently and consciously to reduce the amount of CO₂ in indoor area. In this study, it was aimed to determine the effect of *Dieffenbachia* which is one of the most commonly used plants as an indoor ornamental plant depending on the temperature of the effect of CO₂ on indoor area. As a result of the study, it was determined that the breathing of the *Dieffenbachia* in the dark area is insignificant depending on the temperature. However, the highest efficacy is observed at temperatures of 23-24°C in the presence of light. The results of the study shows that the rate of photosynthesis at temperature of 30°C was found to be lower than 20°C even though it was higher than 15°C.

Giriş

Dünya’da yaşanan hızlı değişim süreci, doğanın tahrip olmasına hava, su ve toprağın kirlenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmaktadır (Cetin ve ark., 2010; Mutlu ve ark., 2013; Cetin, 2015a,b,c; Cetin, 2016a,b,c; Kulaç ve Yıldız, 2016; Mutlu ve ark., 2016; Cetin ve ark., 2016; Cetin, 2017; Cetin ve ark., 2017). Buna ek olarak sanayileşen dünya, insanları kapalı alanlarda yaşamaya zorlamış, günümüzde insan yaşamının en az %80’i kapalı mekanlarda geçmeye başlamıştır (Işınkaralar ve ark., 2015; Cetin, 2015a,b,c; Cetin, 2016c,d,e; Şevik ve ark., 2016; Cetin ve Sevik, 2016a,b,c; Cetin ve ark., 2016; Cetin, 2017; Cetin ve ark., 2017).

İnsan yaşamının büyük kısmını geçirdiği iç ortamda, insan metabolik faaliyetleri sonucu CO₂ miktarı hızla değişmekte, artan CO₂ miktarı insanların sağlıklarını ve performanslarını doğrudan etkilemektedir. Ortamdaki CO₂ miktarı 1000 ppm’in üzerine çıktığında baş ağrısı, baş dönmesi, yorgunluk, konsantrasyon bozuklukları, koku rahatsızlıkları, 1500 ppm’in üzerine çıktığında ise boğaz ve burun tahrişi, burun akıntısı, öksürük ve göz akıntıları meydana gelmektedir (Ercan, 2012; Cetin, 2016a; Cetin ve Sevik, 2016c; Cetin ve ark., 2017). Oysa yapılan çalışmalar iç ortamdaki CO₂ miktarının bu seviyelerin çok üzerine çıktığını, hatta okullarda 4000 ppm, sınav salonlarında 3000 ppm seviyelerini aştığını göstermektedir (Cetin, 2016a; Işınkaralar ve ark., 2015; Cetin ve Sevik, 2016c; Cetin, 2017; Cetin ve ark., 2017).

İç ortamdaki CO₂ miktarını düşürmenin en etkili yolu ortamın havalandırılmasıdır. Ancak özellikle CO₂ miktarının önemli bir problem olduğu kış aylarında, ortamın ısısını düşürmemek için ortam uzun süre havalandırılmamakta, bu durum ortamdaki CO₂ miktarının artarak hava kalitesinin önemli düzeyde düşmesine sebep olmaktadır (Cetin, 2016a; Şevik ve ark., 2016; Cetin ve ark., 2017).

İç ortamda CO₂ miktarına etki eden bir diğer faktör de iç mekanlarda yetiştirilen bitkilerdir. Bitkiler metabolik faaliyetleri sonucu, ortamdaki karbondioksiti fotosentez amacıyla kullanmakta ve ortama oksijen vermektedirler (Arıcak ve ark., 2016; Kravkaz Kuşcu ve Karaöz, 2016). Ancak fotosentez; ortamda ışık, sıcaklık gibi faktörlere bağlı olup, gerekli şartlar oluşmadığında, bitkiler solunum yapmakta, ortamdaki O₂ olarak ortama CO₂ vermektedirler.

Dolayısıyla bitkilerin iç ortam hava kalitesine etkisinin ortam şartlarına bağlı olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu şartlardan en önemlilerinden birisi sıcaklıktır. Sıcaklık bitkilerin fotosentez hızını ve dolayısıyla ortamdaki CO₂ miktarına etki düzeyini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Dolayısıyla bitkilerin iç ortam hava kalitesini artırmak amacıyla etkin bir şekilde kullanılabilmeleri ancak bitki sıcaklık ilişkisinin belirlenmesi ve bitkilerin uygun sıcaklık derecelerinde yetiştirilmesiyle mümkündür. Bu çalışmada iç mekan bitkisi olarak tüm dünyada en çok tercih edilen iç mekan bitkilerinden birisi olan difenbahyanın (*Dieffenbachia amoena* Gentil) iç ortamdaki CO₂ miktarına etkisinin sıcaklığa bağlı olarak belirlenmesi ve formülize edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma, iç mekan süs bitkisi olarak sıklıkla kullanılan bitkilerden difenbahya üzerinde gerçekleştirilmiştir. Difenbahya iç mekan süs bitkisi olarak en çok tercih edilen türlerdendir. Geniş ve alacalı renkli yapraklarından dolayı hemen hemen bütün dünyada iç mekan bitkisi olarak kullanılmaktadır (Sevik ve ark., 2013). Bunun yanında son zamanlarda tıbbi olarak kullanımına yönelik çalışmalar da yapılmaktadır (Jabilles ve ark., 2016).

Yöntem

Çalışma, iç hacmi bilinen ve dış ortamdan bağımsız olarak ışık ve sıcaklık şartlarının belirlenebildiği, dış ortam ile hava alışverişi bulunmayan bitki büyüme kabininde gerçekleştirilmiştir. Bitki büyüme kabine bitki ile birlikte ölçüm cihazı (düzenli olarak CO₂, sıcaklık ve nem ölçümü yaparak verileri bilgisayara aktarabilen) yerleştirilmiştir.

Çalışmada ortam koşullarının oluşturulduğu kabin “Jaiotech GC 300” Marka bitki büyüme kabinidir. Bitki büyüme kabini, bütün ışıklar yakıldığında 20000 lux ışık üreten, sıcaklığı 1°C hassasiyetle ayarlayabilen (ısıtma ve soğutma tertibatı bulunan) ve belirli periyotlarla istenilen şartları sağlayabilecek şekilde programlanabilen bir kabinidir.

Çalışma mutlak sızdırmazlık prensibi üzerine kurulu olduğundan kabin içerisine hava sızdırmazlığı test edilmiş cam bir kabin yerleştirilmiş ve bu kabin içerisine de “Extech Desktop Indoor Air Quality CO₂ Datalogger” ölçüm cihazı yerleştirilmiştir. CO₂ ölçümleri için kullanılan bu cihaz 1 ppm hassasiyetinde ölçüm yapabilen bir cihazdır. Söz konusu CO₂ ölçerin kullanılmaya başlamadan önce kalibrasyonu yaptırılmıştır. Söz konusu düzenek de yine CO₂ sızdırmazlığı açısından test edilmiş ve hava giriş çıkışı olmadığı teyit edilmiştir.

Ölçümlerin Yapılması

Ölçümler yapılırken bitki kabine yerleştirilmiş ve kabin içerisindeki CO₂ miktarı 2.000 ppm ± %10 olarak ayarlanmıştır. Çalışmada başlangıç CO₂ miktarının 2000 ppm olarak belirlenmesinin sebebi bitkilerin maksimum fotosentez hızına genellikle 1200-1300 ppm den yüksek seviyelerde ulaşması ayrıca, iç ortam hava kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda iç ortamdaki CO₂ seviyesinin toplu olarak bulunulan birçok alanda kısa bir sürede 2000 ppm seviyelerine çıktığının belirlenmiş olmasından dolayıdır (Kacar ve ark., 2010; Sevik ve ark., 2015a).

CO₂ miktarının 2.000 ppm ± 200 ppm seviyesine çıkartılması cihaz içerisinde bir müddet solunum yapılarak sağlanmıştır. İnsan solunumu sonrasında (nefes alınırken içeriği yaklaşık %21 O₂ ve 300-600 ppm CO₂ olan havanın bileşimi nefes verilerken %17 O₂ ve 40.000 ppm CO₂ e dönüşmektedir) dış ortama verilen hava içerisindeki CO₂ miktarı 40000 ppm civarındadır. Dolayısıyla bitkinin bulunduğu kabin içerisinde solunum yapılması, bu sınırlı ortamdaki CO₂ miktarını kısa süre içerisinde istenilen düzeye çıkartmıştır. Ancak, CO₂ miktarı havada belirli bir süre sonra homojenize olarak stabil hale geçmektedir. Bundan dolayı kabin kapatılmadan önce en az 10 dk. beklenmiş, CO₂ seviyesi istenilen düzeye ulaştığında kabin hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Bu esnada eğer CO₂ miktarı istenilen

seviyenin üzerine çıkmışsa havalandırma yapılarak, istenilen seviyenin altında kalmışsa solunum tekrarlanarak CO₂ seviyesi ayarlanmaya çalışılmıştır.

Ölçümler için hazırlanan bitkiler kabine yerleştirilmiş ve Kabinin ölçüm sırası

- 15°C sıcaklık ve 20.000 lux ışıktaki 12 saat,
- 15°C sıcaklık ve karanlık ortamda 12 saat,
- 20°C sıcaklık ve 20.000 lux ışıktaki 12 saat,
- 20°C sıcaklık ve karanlık ortamda 12 saat,
- 25°C sıcaklık ve 20.000 lux ışıktaki 12 saat,
- 25°C sıcaklık ve karanlık ortamda 12 saat,
- 30°C sıcaklık ve 20.000 lux ışıktaki 12 saat,
- 30°C sıcaklık ve karanlık ortamda 12 saat,
- 35°C sıcaklık ve 20.000 lux ışıktaki 12 saat,
- 35°C sıcaklık ve karanlık ortamda 12 saat şeklinde ayarlanmıştır.

Bitkinin 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlıkta tutulmaları, bitkilerin alışkın oldukları ortamın mümkün olduğu kadar simüle edilmesiyle ilgilidir. Bitkiler gün içerisinde belirli bir süre aydınlık ve belirli bir süre karanlıkta kalmaktadır. Ölçümler mümkün olduğu kadar bitkilerin alışkın oldukları bu ortamı bozmamak için bu şekilde planlanmıştır.

Cihaz, çalışma sistemi olarak yukarıda açıklanan şekilde ayarlanmış, cihaz içerisindeki kabine bitki yerleştirilmiş, bitki ile aynı ortamdaki ölçüm cihazı (her 5 dakikada bir ölçüm yapacak ve verileri kaydedecek şekilde ayarlanarak) çalıştırılmış ve kabin hava almayacak şekilde kapatılmıştır.

Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Ölçüm işlemi bittikten sonra veriler bilgisayara aktarılmış ve kabinin net hacmi (kabin hacminden saksı ve bitkinin ölçülebilir gövde kısmının boy ve çapları ölçülüp, matematiksel olarak hesaplanan saksı ve gövde hacmi düşülerek) hesaplanmıştır. Kabinin net hacmi hesaplanırken bitkilerin sadece gövde hacmi dikkate alınmış, yaprak hacmi göz ardı edilmiştir (yapılan hesaplamalarda yaprak hacminin, kabin hacminin yaklaşık 1/1000'i düzeyinde kaldığı ve bundan dolayı yaprak hacminin göz ardı edilmesinin çalışma sonuçlarını etkilemeyeceği düşünülmüş ve yaprak hacmi göz ardı edilmiştir).

Çalışmada bitkilerin bir saat sonundaki performanslarının belirlenmesi amaçlanmış ancak kullanılan ölçüm cihazının belirli bir süre sonra stabil hale geleceği ve bitkinin bulunduğu ortamdaki değerlere alışabilmesi için gerekli süre hesaba katılarak bitkinin ölçümün başlangıcından en az bir saat önce kabine yerleştirilmesi gerektiği düşünülmüştür. Böylece sağlıklı bir ölçüm yapabilmek için bitki yerleştirildikten en az bir saat sonra ölçüm sonuçları dikkate alınmıştır. Her bir bitki kabine yerleştirildikten sonra 5 gün boyunca kabin içerisinde kalmış ve bu süre boyunca cihaz yukarıda belirtilen düzende çalıştırılmış, CO₂ ölçüm cihazı her 5 dakikada bir ölçüm yapmış ve daha sonra veriler bilgisayara aktarılarak değerlendirilmiştir.

Verilerin değerlendirilmesinde bitkilerin 1 saat sonundaki performansları ve sağlıklı bir ölçüm yapabilmek için bitki yerleştirildikten en az bir saat sonra

ölçüm sonuçları dikkate alındığından kabinin programlar arasındaki geçişi esnasındaki bölümlerde yapılan ölçümler de göz ardı edilmiştir. Örneğin 12 saat 20°C karanlıkta çalışan iklim kabini 12 saat 25°C aydınlık konumuna geçerken sıcaklık artışının bitkiyi etkileyeceği düşünülerek bitkinin ilk 1 saatteki performansı göz ardı edilmiş ve bu süre sonundaki değerler dikkate alınmıştır. Dolayısıyla 12 saat çalışan bir cihazda 1 saatlik 10 ölçümün yapılması mümkün olmuştur. Veriler başlangıçtaki CO₂ değeri ile 1 saat sonundaki CO₂ değeri arasındaki fark hesaplanarak elde edilmiştir.

Çalışmada 5 farklı yaprak yüzeyinin CO₂ miktarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İlk ölçümler yapıldıktan sonra yaprak yüzeyinin CO₂ miktarına etkisinin belirlenmesi amacıyla bitki yaprakları 5 farklı büyüklükte kesilmiş ve alanları hesaplanmıştır. Yaprak kesimlerinde ilk olarak yaprak yüzeyinin tahminen 1/5 i ve sonraki periyotlarda kalan yaprak yüzeyleri sırasıyla 1/4 ü, 1/3 ü ve 1/2'si kesilmiştir Yaprak kesme işlemi tahminen yapılmış, kesilen yaprakların yüzeyi, kesildikten sonra hesaplanmıştır

Veriler elde edildikten sonra 1 m³ havayı ne kadar yaprak yüzeyinin hangi oranda etkilediğini belirleyebilmek için veriler standardize edilmiştir. Örneğin net hacmi 0,486 m³ olan kabinde 0,245 m² yaprak yüzeyine sahip bitkinin 1 saat içerisinde CO₂ miktarını 157 ppm düşürdüğü belirlenmiş olsun. Bu veriler değerlendirmeye alınırken 0,245 m² yaprak yüzeyine sahip bitki 0,486 m³ hacimdeki alanın CO₂ miktarını 157 ppm düşürdüğüne göre, 1 m³ hacmindeki alandaki CO₂ miktarını x m² yaprak alanına sahip bitki 157 ppm düşürür denklemlerle hesaplama yapılmış ve "0,504 m² yaprak yüzeyine sahip bitki 1 m³ hacimdeki alanın CO₂ miktarını 1 saat içerisinde 157 ppm düşürür" olarak kaydedilmiştir.

Çalışma sonucunda karanlık ve aydınlık ortamda bitkinin ortamdaki CO₂ miktarına etkisinin sıcaklığa bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amacıyla verilere SPSS 17.0 paket programı yardımıyla korelasyon ve regresyon analizi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında difenbahya bitkisinin 15, 20, 25, 30 ve 35°C sıcaklıklarda, karanlık ortamda sıcaklığa bağlı olarak CO₂ miktarına etkisini belirlemek amacıyla, SPSS paket programı yardımıyla regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

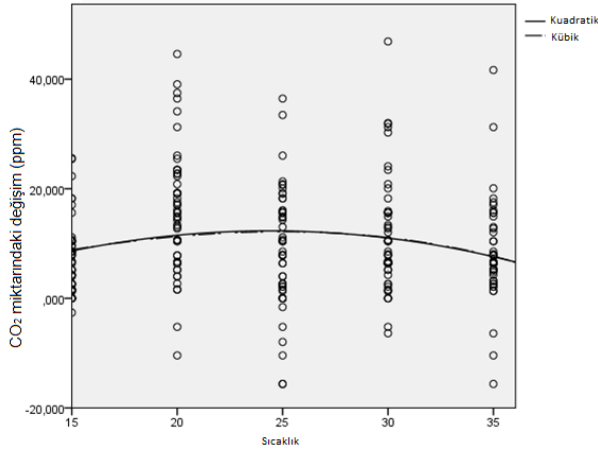
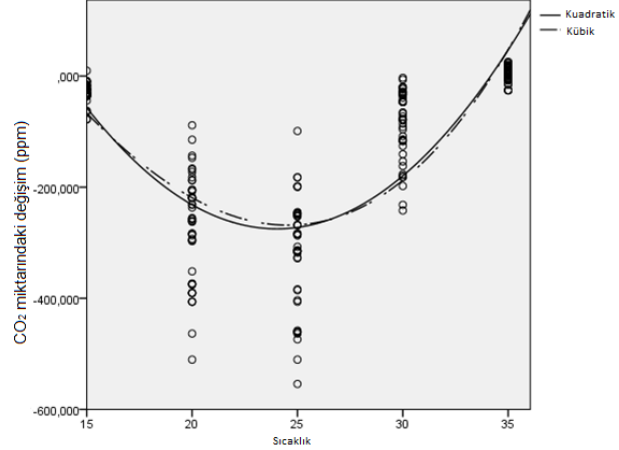
Tablo 1 sonuçları incelendiğinde Difenbahya bitkisinin karanlık ortamda CO₂ miktarına etkisinin sıcaklığa bağlı olarak değişimi Kuadratik analiz sonuçlarına göre R² değeri 0,031 ve Kübik analiz sonuçlarına göre R² değeri ise 0,027 olarak hesaplanmıştır. Buradaki R² değeri korelasyon katsayısını ifade etmektedir. Korelasyon katsayısı 0 ile -1 veya +1 arasında değişmektedir ve korelasyonun yönünü belirlemektedir. Burada elde edilen değere göre difenbahya bitkisinde karanlık ortamda sıcaklık ile CO₂ miktarının değişimi arasında pozitif yönlü ve çok düşük derecede bir ilişki bulunmaktadır. Yapılan analiz sonucunda difenbahya bitkisinde karanlık ortamda sıcaklık ile CO₂ miktarının değişimi arasında ilişkiyi gösterir grafik Şekil 1'de verilmiştir.

Tablo 1 Difenbahya bitkisinin karanlık ortamda sıcaklığa bağlı olarak CO₂ miktarına etkisini gösterir regresyon analizi sonuçları

Eşitlik	Model Özeti					Tahmini Parametre			
	R ²	F	df1	df2	P	Sabit	b1	b2	b3
Kuadratik	0,031	3,904	2	247	0,021	-12,465	2,034	-0,042	
Kübik	0,027	3,468	2	247	0,033	-3,954	0,972	0,000	-0,001

Tablo 2 Difenbahya'nın ışıklı ortamda sıcaklığa bağlı olarak CO₂ miktarına etkisi

Eşitlik	Model Özeti					Tahmini Parametre			
	R ²	F	df1	df2	P	Sabit	b1	b2	b3
Kuadratik	0,648	227,687	2	247	0,000	1269,482	-128,560	2,675	
Kübik	0,611	194,236	2	247	0,000	751,626	-62,309	0,000	0,034

Şekil 1 Difenbahya'nın karanlık ortamda sıcaklığa bağlı olarak CO₂ miktarına etkisiŞekil 2 Difenbahya'nın ışıklı ortamda sıcaklığa bağlı olarak CO₂ miktarına etkisi

Difenbahya bitkisinin 20.000 lux ışıklı ortamda sıcaklığa bağlı olarak CO₂ miktarına etkisini belirlemek amacıyla, SPSS paket programı yardımıyla regresyon analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2 sonuçları incelendiğinde Difenbahya bitkisinin ışıklı ortamda CO₂ miktarına etkisinin sıcaklığa bağlı olarak değişimi Kuadratik analiz sonuçlarına göre R² değeri 0,648 ve Kübik analiz sonuçlarına göre R² değeri ise 0,611 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara difenbahya bitkisinde 20.000 lux ışık bulunan ortamda sıcaklık ile CO₂ miktarının değişimi arasında pozitif yönlü ve kuvvetli derecede bir ilişki bulunduğu söylenebilir. Bu ilişki formülize edilmek istendiğinde Kuadratik analiz sonucu daha güvenilir olduğundan (R²=0,648);

CO₂ = 1269,482 – 128,560 * t + 2,675 * t² şeklinde formüle edilebilir. Formülde “t” sıcaklık değerini ifade etmektedir. Yapılan analiz sonucu elde edilen grafik Şekil 2'de verilmiştir.

Çalışma sonuçları difenbahya bitkisinin sıcaklığa bağlı olarak ortamdaki CO₂ miktarını farklı düzeyde etkilediğini yani sıcaklığa bağlı olarak fotosentez hızının değiştiğini göstermektedir. Bu değişim karanlık ortamda önemsiz düzeyde olsa da, 20000 lux ışık bulunan ortamda sıcaklığa bağlı olarak fotosentez hızının önemli düzeyde değiştiği belirlenmiştir. Şekil 2 incelendiğinde difenbahyanın ortamdaki CO₂ miktarına etkisi sıcaklığa bağlı olarak ters çan eğrisi çizmekte ve en yüksek 23-24°C sıcaklıklarda olmaktadır. Difenbahyanın 30°C sıcaklıktaki fotosentez hızının, 20°C den düşük ancak 15°C den daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çalışma sonuçları difenbahyanın CO₂ miktarına etkisinin sıcaklığa bağlı olarak arttığını, 23-24°C seviyede en üst düzeye çıktığını ve daha sonra artan sıcaklığa bağlı olarak azalmaya başladığını yani bir çan eğrisi çizdiğini göstermektedir. Kacar ve ark., (2010) bitki yapraklarında sıcaklığın fotosentez üzerine etkisinin genelde bir eğri şeklinde olduğunu, belirli bir seviyeye kadar sıcaklıkla birlikte fotosentez hızının arttığını ve belli bir sıcaklık derecesinden sonra fotosentezin hızla azaldığını belirtmektedir. Bu durum birçok araştırmacı tarafından da dile getirilmiştir (Köse, 2014).

Ancak en yüksek düzeyde fotosentez hızı için gerekli olan sıcaklık derecesi bitki türüne göre değişiklik göstermektedir. Akman ve Güney (2005) genellikle 20-35°C sıcaklıkların fotosentez için optimum değerler olduğunu, sıcaklığın fotosentez üzerine pozitif etkisinin 30°C ye kadar sürebildiğini belirtmektedirler. Sevik ve ark., (2017) de artan sıcaklıkla birlikte bitkilerin CO₂ miktarına etkisinin arttığını, Ficus (*Ficus benjamina* L.), Difenbahya (*Dieffenbachia amoena* Gentil) ve Spatifilyum (*Spathiphyllum floribundum* Schott)'da 25°C civarında, Yukka (*Yucca elephantipes* Regel)'da ise 20°C den sonra bitkilerin CO₂ miktarına etkisinin azalmaya başladığını belirtmektedirler. 35°C sıcaklıkta Ficus'un CO₂ miktarı üzerine önemli düzeyde etkili olduğu, Spatifilyum ve Yukka'da bu etkinin sınırlı düzeyde kaldığı, Difenbahya'da ise bitkinin 35°C de solunum yapmaya başladığı tespit edilmiştir (Sevik ve ark., 2017).

Türlerin sıcaklık ve ışık istekleri önemli düzeyde farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Acartürk (2001) Yukka'nın dayanıklı bir tür olduğunu ve tam güneş

istediğini, *Spatifilyum*'un direkt güneş ışığından hoşlanmadığını ancak, ışıktan hoşlandığını, *Ficus*'un ise direkt güneş ışığını sevmediğini ve minimum 15-18°C sıcaklık istediğini belirtmektedir. Yücel (2002) Difenbahya'nın direkt güneş ışığı almayan yarı gölge ve sıcak yerlerde, *Spatifilyum*'un yarı gölge ve sıcak yerlerde, *Yukka*'nın ise bol güneşli yerlerde ve sıcak alanlarda yetiştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Difenbahya koyu gölgede bile yetişebilen, dolayısıyla ışık isteği oldukça az olan, direkt ışığı sevmeyen ve yarı gölge ya da dolaylı ışık alan yerlerde daha iyi yetişebilen bir bitkidir. Yazın 20-25°C, kışın 15°C altına düşmeyen sıcaklıkta iyi gelişim gösterebilir (Anonim, 2015a,b).

Cetin ve Sevik (2016a) *Codiaeum variegatum*, *Ficus elastica* ve *Yucca massengena*'nın gün içerisinde ışık miktarının az olduğu zaman dilimlerinde bile fotosentez yaparak ortamdaki CO₂ miktarını düşürdüklerini, aynı ışık şartlarında *Sinningia speciosa* ve *Ocimum basilicum* un ise ya ortamdaki CO₂ miktarını önemli ölçüde değiştirmediklerini ya da artırdığını belirtmektedirler. Bu durum aynı ortam şartlarında farklı bitkilerin, farklı tepkiler verdiklerini göstermektedir. Bu durum bitkilerin su veya don stresine karşı verdikleri tepkilere benzetilebilir. Farklı türlerin su stresi veya don stresine tepkilerini belirleyen çalışmalarda aynı stres düzeyinde bazı bitkilerin önemli düzeyde zarar gördüğü, bazı bitkilerin ise hemen hemen hiç etkilenmeden yaşamlarına devam ettiği belirlenmiştir (Sevik ve Cetin, 2015; Sevik ve Karaca, 2016; Yigit ve ark., 2016a,b; Cetin ve Sevik 2016b,c). Bundan dolayı farklı bitkilerin farklı sıcaklık düzeylerinde en yüksek fotosentez hızına ulaşmaları beklenen bir durum olarak değerlendirilebilir.

Sonuç ve Öneriler

İç mekan süs bitkilerinin iç ortamdaki çeşitli kirleticileri azaltmak amacıyla kullanılabilmesi için yapılan pek çok çalışmayla ortaya konulmuştur (Yoneyama ve ark., 2002; Wood ve ark., 2006; Yoo ve ark., 2006; Kim ve ark., 2008; Irga ve ark., 2013; Sevik ve ark., 2015). Ancak bitkilerin iç ortamdaki hava kalitesini artırmak amacıyla etkili bir şekilde kullanılmalarını sağlamak amacıyla yapılan çalışma sayısı oldukça az, bu konudaki literatür bilgisi de oldukça sınırlıdır. Torpy ve ark., (2014) çalışmalarında *Aglaonema commutatum*, *Aspidistra elatior*, *Castanospermum australe*, *Chamaedorea elegans*, *Dracaena deremensis 'compacta'*, *Dypsis lutescens*, *Ficus benjamina* ve *Howea forsteriana* bitkilerinin iç ortamdaki CO₂ miktarını azaltma potansiyellerini araştırmış ve çalışma sonucunda bitkilerin ışık koşullarına bağlı olarak geniş bir varyasyona sahip olduklarını belirtmiştir. Benzer sonuçlar başka çalışmalarda da ortaya konulmuştur (Cetin ve Sevik, 2016).

Bu çalışmada difenbahya bitkisinin sıcaklığa bağlı olarak ortamdaki CO₂ miktarına etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda bitkinin iç ortamdaki CO₂ miktarını azaltma konusundaki en yüksek etkiyi 23-24 °C sıcaklıklarda yaptığı belirlenmiştir. Dolayısıyla difenbahyanın iç ortamdaki CO₂ miktarını azaltma konusunda etkili bir biçimde kullanılabilmesi için bu sıcaklık derecelerinde yetiştirilmelidir.

Yapılan çalışmalar difenbahyanın iç ortamdaki CO₂ miktarını en hızlı azaltan bitkilerden birisi olduğunu ortaya koymaktadır (Sevik ve ark., 2017). Ancak bu bitkinin iç ortam hava kalitesinin azaltılmasında etkin bir şekilde kullanılabilmesi için henüz elde edilen veriler yeterli düzeyde değildir. Örneğin bu türün farklı varyete veya formları konusunda yapılmış çalışma bulunmamaktadır. Oysa bitkiler üzerinde yapılan çalışmalar aynı türün farklı alt tür, varyete, form ve orijinlerinin, aynı ortam şartlarına farklı tepkiler verdiğini, stres faktörlerinden farklı şekilde etkilendiğini göstermektedir (Kulaç ve ark., 2011; Sevik ve Erturk, 2015; Topacoglu ve ark., 2016; Yigit ve ark., 2016b). Bundan dolayı iç mekan bitkilerinde aynı türün farklı alt tür, varyete, form ve orijinlerinin farklı ortam şartlarına farklı tepkiler vermeleri muhtemeldir. Bundan dolayı bitkilerin iç ortam hava kalitesini artırmak amacıyla kullanımlarında bu husus dikkate alınmalı ve araştırılmalıdır.

Bunun dışında çevre koşullarının bitkilerin fotosentez hızını ve dolayısıyla CO₂ miktarına etkisini önemli ölçüde etkiledikleri bilinmektedir. Bundan dolayı yapılacak çalışmalarda sıcaklık dışındaki ışık, bitki boyutları, yaprak yapısı vb. faktörlerin de çalışmalara dahil edilmesi, ortam şartlarına bağlı olarak hangi bitkinin daha etkili olduğunun belirlenmesi açısından önemlidir. Bu konudaki çalışmalar çeşitlendirilerek devam ettirilmelidir.

Teşekkür

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TUBİTAK) tarafından 3001 AR-GE Başlangıç Projeleri kapsamında 114Y033 proje numarası ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı TUBİTAK kurumu ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Acartürk R. 2001. Park ve Bahçe Peyzajında Süs Bitkileri ve Yer Örtücüler (1. Baskı), Ankara: OGEM Vakfı
- Akman Y, Güney K. 2005. Bitki Biyolojisi Botanik. Ankara: Palme Yayıncılık
- Anonim 2015a. İç Mekanlarda Doğal Işık Koşullarında Yetiştirme, <http://www.bahcesel.net/forumsel/ic-mekansalon-sus-bitkileri/25970-ic-mekanlarda-dogal-isik-kosullarinda-yetistirme/> 15 Aralık 2015
- Anonim 2015b. İç Mekan Süs Bitkileri. www.arikoy.com.tr/wp-content/.../yc-mekan-sus-bytkyly-bakimi.pdf 13 Aralık 2015
- Aricak B, Enez K, Ozer Genc C, Sevik H. 2016. A Method Study To Determine Buffering Effect Of The Forest Cover On Particulate Matter And Noise Isolation, 1st International Symposium of Forest Engineering and Technologies (FETEC 2016), 177-18
- Cetin M, Topay M, Kaya LG, Yilmaz B. 2010. Biyoiklimsel Konforun Peyzaj Planlama Sürecindeki Etkinliği: Kutahya Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 1: (1), 83-95.
- Cetin M. 2015a. Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu City. Environmental Monitoring and Assessment. 2015; 187 (10): 640. DOI: 10.1007/s10661-015-4861-3
- Cetin M. 2015b. Using GIS analysis to assess urban green space in terms of accessibility: case study in Kutahya. Int. J. Sust. Dev. World. 22 (5), 420

- Cetin M. 2015c. Evaluation of the sustainable tourism potential of a protected area for landscape planning: a case study of the ancient city of Pompeiopolis in Kastamonu. *Int. J. Sust. Dev. World.* 22 (6): 490, doi: 10.1080/13504509.2015.1081651,2015.
- Cetin M. 2016a. A Change in the Amount of CO₂ at the Center of the Examination Halls: Case Study of Turkey. *Studies on Ethno-Medicine*, 10(2):146–155
- Cetin M. 2016b. Changes in the amount of chlorophyll in some plants of landscape studies. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 16(1): 239-245
- Cetin M. 2016c. Determination of bioclimatic comfort areas in landscape planning: A case study of Cide Coastline. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 4(9): 800-804.
- Cetin M. 2016d. Sustainability of urban coastal area management: A case study on Cide. *Journal of Sustainable Forestry*. 35(7): 527-541.
- Cetin M. 2016e. Changes in the amount of chlorophyll in some plants of landscape studies. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*. 16(1): 239-245.
- Cetin M, Adiguzel F, Kaya O, Sahap A. 2016. Mapping of bioclimatic comfort for potential planning using GIS in Aydin. *Environment, Development and Sustainability*, 1-16, In press, DOI: 10.1007/s10668-016-9885-5
- Cetin M, Sevik H. 2016a. Measuring the Impact of Selected Plants on Indoor CO₂ Concentrations. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25(3): 973–979.
- Cetin, M, Sevik H. 2016b. Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 188(1): 1-10
- Cetin M, Sevik H. 2016c. Change of air quality in Kastamonu city in terms of particulate matter and CO₂ amount. *Oxidation Communications*. 39(4-II): 3394–3401.
- Cetin M. 2017. Change in Amount of Chlorophyll in Some Interior Ornamental Plants, *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences* 3(1):11-19, 2017
- Cetin M, Sevik H, Işınkaralar K. 2017. Changes in the Particulate Matter and CO₂ Concentrations Based on the Time and Weather Conditions: The Case of Kastamonu. *Oxidation Communications*, 40 (1-II): 477-485
- Ercan M.S. 2012. Your compass green “Environmental Indicator”. X. International HVAC Technology Symposium, 169, 30 April-May, 2012, Istanbul, Turkey.
- Irga PJ, Torpy FR, Burchett MD. 2013. Can hydroculture be used to enhance the performance of indoor plants for the removal of air pollutants?, *Atmospheric Environment*, 77: 267-271.
- Işınkaralar K, Çetin M, İçen HB, Şevik H. 2015. Indoor Quality Analysis of CO₂ For Student Living Areas. *The International Conference on Science, Ecology and Technology I (Iconsete’2015)*. Vienna. 453-459
- Jabilles AB, Olita AB, Telesforo MIA, Herradura JED, Gamboa MJM. 2016. Pesticidal Property of Bakya (*Dieffenbachia amoena*) Leaf Extract against Yellow Rice Stem Borer (*Scirpophaga incertulas*). *Asia Pacific Higher Education Research Journal (APHERJ)*., 3(1).
- Kacar B, Katkat V, Öztürk Ş. 2010. *Bitki Fizyolojisi* (4. Baskı). Ankara: Nobel Yay. Dağ.
- Kim KJ, Kil MJ, Song JS, Yoo EH, Son KC, Kays SJ. 2008. Efficiency of volatile formaldehyde removal by indoor plants: contribution of aerial plant parts versus the root-zone. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 133:1-6.
- Köse B. 2014. Işık ve Sıcaklığın Bağlılıktaki Yeri ve Önemi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*. 2014(1): 203-212
- Kravkaz Kuşcu, IS, Karaöz MÖ. 2016. Developments in Science and Engineering, Importance of Soil Enzymes Application in Forestry. (Efe, Matchavariani, Yaldir, Lévai) *Developments in Science and Engineering*. St. Kliment Ohridski University Press Sofia, Bulgaria. 103-112. ISBN 978-954-07-4137-6
- Kulaç Ş, Yıldız Ö. 2016. Effect of Fertilization on the Morphological Development of European Hophornbeam (*Ostrya carpinifolia* Scop.) Seedlings. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(10): 813-821.
- Kulaç Ş, Çakar S, Güney D, Turna İ, Şevik H. 2011. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Tohumlarında Morfolojik Özelliklerin Çimlenme Üzerine Etkileri, *Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, Bildiriler Kitabı-1*, 465-471, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 14-17 Haziran 2011, Samsun
- Mutlu E, Demir T, Kutlu B, Yanık T. 2013. Sivas - Kurugöl Su Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi, *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 1(1): 37 - 43
- Mutlu E, Kutlu B, Demir T. 2016. Assessment of Çınarlı Stream (Hafik-Sivas)'S Water Quality via Physico-Chemical Methods, *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 4 (4): 267-278
- Sevik H, Cetin M, Güney K, Belkayali N. 2017. The Influence of House Plants on Indoor CO₂, *Polish Journal of Environmental Studies*. 26(4): DOI: 10.15244/pjoes/68875 (InPress)
- Sevik H, Cetin M. 2015. Effects of Water Stress on Seed Germination for Select Landscape Plants. *Pol.J.Environment.Stud.* 24(2): 689-693
- Sevik H, Erturk N. 2015. Effects of Drought Stress on Germination in Fourteen Provenances of *Pinus brutia* Ten. Seeds in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(5): 294-299
- Sevik H, Cetin M, Belkayali N. 2015. Effects of Forests on Amounts of CO₂: Case Study of Kastamonu and Ilgaz Mountain National Parks. *Pol.J.Environment.Stud.* 24(1): 253-256
- Sevik H, Karakas H, Karaca U. 2013. Color - Chlorophyll Relationship of Some Indoor Ornamental Plant. *International Journal of Engineering Science & Research Technology*. 2 (7): 1706-1712
- Sevik H, Karaca U. 2016. Determining the Resistances of Some Plant Species to Frost Stress Through Ion Leakage Method. *Feb-fresenius environmental bulletin*, 25(8): 2745-2750
- Şevik H, Çetin M, Işınkaralar K. 2016. Bazı İç Mekan Süs Bitkilerinin Kapalı Mekanlarda Karbondioksit Miktarına Etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 4: 493-500
- Topacoglu O, Sevik H, Akkuzu E. 2016. Effects of Water Stress on Germination of *Pinus nigra* Arnold. Seeds, *Pak. J. Bot.*, 48(2): 447-453
- Torpy FR, Irga PJ, Burchett MD. 2014. Profiling indoor plants for the amelioration of high CO₂ concentrations. *Urban Forestry and Urban Greening*. 13(2): 227–233.
- Wood RA, Burchett MD, Alquezar R, Orwell RL, Tarran J, Torpy F. 2006. The potted-plant microcosm substantially reduces indoor air VOC pollution. I. Office field-study, *Water, Soil and Air Pollution*. 175: 163–180.
- Yigit N, Sevik H, Cetin M, Kaya N. 2016a. Determination of the Effect of Drought Stress on the Seed Germination in Some Plant Species. (Rahman, Begum, Hasegawa). *Water Stress in Plants*. InTech. 43-62. ISBN:978-953-51-2621-8
- Yigit N, Sevik H, Cetin M, Gul L. 2016b. Clonal Variation in Chemical Wood Characteristics in Hanönü (Kastamonu) Günlüburun Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Seed Orchard. *Journal of Sustainable Forestry*, 35(7): 515-526
- Yoneyama T, Kim HY, Morikawa H, Srivastava HS. 2002. Metabolism and detoxification of nitrogen dioxide and ammonia in plants. In: Omasa, K., et al. (Eds.), *Air Pollution and Plant Biotechnology – Prospects for Phytomonitoring and Phytoremediation*. 221–234.
- Yoo MH, Kwon YJ, Son KC, Kays SJ. 2006. Efficacy of indoor plants for the removal of single and mixed volatile organic pollutants and the physiological effects of the volatiles on the plants. *Journal for the American Society for Horticultural Science*. 131: 452–458.
- Yücel E. 2002. *Çiçekler ve Yerörtücüler*, Eskişehir, ETAM Matbaa Tesisleri