

Bazı İç Mekân Bitkilerinin Fotosentez Hızı ve Karbon Tutma Kapasitelerinin Belirlenmesi

Ayşe Öztürk PULATOĞLU^{1*} 

¹ Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Kastamonu/Türkiye

*E-mail: ayseozturk@kastamonu.edu.tr

Makale Bilgisi :

Geliş:
12/09/2024
Kabul Ediliş:
02/12/2024

Anahtar

Kelimeler:

- İç mekan bitkileri
- Hava kalitesi
- Fotosentez
- Karbon

Öz

Günümüzde insan yaşamının yaklaşık % 90'ı kapalı mekanlarda geçmekte, bu mekanlardaki hava kalitesi ve özellikle CO₂ miktarı insanların sağlıklarını ve performanslarını doğrudan etkilemektedir. Ancak, iç ortamda kullanılan bitkilerin iç ortamdaki CO₂ miktarına hangi düzeyde etkide buldukları bilinmemektedir. Bu çalışma ile iç mekân bitkisi olarak kullanılabilen bazı bitki türlerinin, fotosentez hızı ve karbon tutma kapasitelerini belirlemek amaçlanmıştır. Farklı ışık entansitesine sahip üç farklı zamanda [sabah (09:00-11:00), öğlen (13:00-15:00) ve akşamüzeri (güneşin batmasına 1 saatten az kalan saatler)], bitkilerin fotosentez hızının ve tür bazında da toplam Karbon (C) depolama kapasitesinin ne büyüklükte değiştiği belirlenmiş ve böylece sınırlı mekanlar olan iç ortamlarda hangi bitkilerin hava kalitesini artırmak amacıyla kullanımının daha uygun olduğu önerilmiştir. Çalışma difüz ışıkta dahi direk ışık koşullarındaki kadar fotosentez yapabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla sonuçları, Ficus elastica 'tineke' (alacalı kauçuk) ve Monstera deliciosa (devetabanı)'da sabah ve öğlen yapılan ölçümler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmadığını ve bu türlerin gölge koşullarındaki iç mekanlarda alacalı kauçuk ve devetabanı türlerinin kullanılması tavsiye edilmektedir. Çalışma sonucunda en yüksek ortalama değerler Ficus elastica (kauçuk) ve Ficus benjamina (Benjamin) türlerinde elde edilmiştir. Bu sonuç iç mekanlarda hava kalitesini artırmak amacıyla kullanımı en uygun türlerin bu iki tür olduğunu göstermiştir. Ayrıca türlerin boyutları ve yaprak yüzey alanları gözönüne alındığında bu türlerin iç ortam hava kalitesine en fazla pozitif etkiyi yapan türler olduğu da söylenebilir.

Determination of Photosynthesis Rates and Carbon Sequestration Capacities of Certain Indoor Plants

Article Info

Received:
12/09/2024
Accepted:
02/12/2024

Keywords:

- Indoor Plants
- Air Quality
- Photosynthesis
- Carbon

Abstract

In modern times, approximately 90% of human life is spent indoors, where air quality particularly CO₂ levels directly affects both health and performance. However, the extent to which indoor plants influence CO₂ levels in such environments remains unclear. This study aimed to determine the photosynthesis rates and carbon sequestration capacities of certain plant species commonly used as indoor plants. Measurements were conducted at three different times of the day with varying light intensities morning (09:00-11:00), noon (13:00-15:00), and late afternoon (within an hour before sunset) to assess how photosynthesis rates and total carbon (C) storage capacities varied among species. Based on the findings, recommendations were made regarding which plant species are more suitable for improving air quality in confined indoor spaces. The study demonstrated that certain plants can perform photosynthesis effectively even under diffuse light conditions, comparable to direct light settings. Specifically, no statistically significant differences were observed between morning and noon measurements for Ficus elastica 'Tineke' (variegated rubber tree) and Monstera deliciosa (Swiss cheese plant). Therefore, these species are recommended for use in shaded indoor environments. The highest average values were recorded for Ficus elastica (rubber tree) and Ficus benjamina (weeping fig), suggesting that these two species are the most suitable for improving indoor air quality. Furthermore, considering their size and leaf surface area, these species can be regarded as having the most positive impact on indoor air quality.

Atıf bilgisi / Cite as: Öztürk Pulatoğlu, A. (2024). Bazı İç Mekân Bitkilerinin Fotosentez Hızı ve Karbon Tutma Kapasitelerinin Belirlenmesi. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 10 (3), 162-173. DOI: 10.58626/menba.1549028.

GİRİŞ

1900'li yıllarda 700 milyon civarında olan dünya nüfusunun yaklaşık %9'u kentlerde yaşarken, günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık %56'sı kentsel alanlarda yaşamaktadır ve bu oranın 2030 yılında %90'lara ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Şen vd., 2018; Arıca vd., 2024). Kentleşme dünya genelinde geri döndürülemez sorunlardan birisi kabul edilmektedir (Key vd., 2022; Cobanoğlu vd., 2023). Birim alanda çok fazla insanın yaşadığı kentsel alanlar, altyapı sorunları, trafik, yüksek suç oranı gibi pek çok problemi barındırmaktadır (Kilicoglu vd., 2021; Dogan vd., 2023). Ancak bu sorunlar içerisinde insan ve canlı sağlığını tehdit eden en önemli çevre kirliliği (Demir vd., 2021; Mutlu vd., 2023) ve özellikle hava kirliliğidir (Özel vd., 2024; Canturk vd., 2024). Hava kirliliği o denli ciddi boyutlara ulaşmıştır ki dünya genelinde yılda yaklaşık 6 milyon erken doğuma, 3 milyon düşük kilolu bebeğe ve 7 milyon erken ölüme neden olduğu belirtilmektedir (Isinkaralar vd., 2022; Şevik vd., 2024). Avrupa genelinde yaklaşık 2,5 milyon yaşam alanının kirlenmiş olduğu, dünya nüfusun yüzde 90'ının kirli hava soluduğu, her 8 ölümden birisinin hava kirliliği ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Ghoma vd., 2022; Sevik vd., 2024).

Kentlerde yaşayan insanlar da yaşamlarının en az %90'ı kapalı ortamlarda geçirmektedir (EPA, 2024). İç ortam hava kalitesi insan sağlığı ve performansını etkilediği için son derece önemli bir konudur (Ghoma vd., 2023). Kapalı ortamlarda uzun süre geçiren insanlarda gözlerinde, burunlarında ve boğazlarında tahriş, baş ağrısı, baş dönmesi ve yorgunluk gibi rahatsızlıkların yanında iç mekan hava kirlenmelerine maruz kaldıktan kısa bir süre sonra astım gibi bazı hastalıkların belirtileri ortaya çıkabilir, şiddetlenebilir veya kötüleşebilir (EPA, 2024). Bundan dolayı iç ortamlarda hava kalitesinin artırılması, bu alanlarda yaşayan insanların verimliliği, mutluluğu ve sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

İç ortam hava kalitesini artırmanın en etkin yöntemlerinden birisi bitkilerin kullanılmasıdır. Bitkiler, ortam şartlarına bağlı olarak fotosentez ve solunum yapmakta, fotosentez yaptıklarında ortamdaki karbondioksiti kullanmakta ve ortama oksijen salgılamaktadır. Bitkiler doğada oksijen ve karbon döngüsünün en önemli unsurları olup, bu faaliyetlerine iç mekanlarda da devam etmektedirler. Dolayısıyla bitkilerin iç mekanlarda estetik olarak kullanılmalarının yanı sıra, ortam hava kalitesini iyileştirici olarak da kullanımları, toplu olarak faaliyette bulunulan mekanlarda insanlar üzerinde psikolojik bir etkiye de sebep olacaktır. Fakat iç ortamdaki karbondioksit (CO₂) miktarını hangi bitkinin hangi düzeyde değiştirdiği bilinmeden, ortamda kullanılacak bitki tür ve sayısının belirlenmesi mümkün değildir (Cetin ve Sevik, 2016). Bitkilerin CO₂ üzerindeki etkisi ise fotosentez ile doğru orantılıdır. Bundan dolayı bir bitkinin fotosentez hızı bilinirse iç ortam hava kalitesine etkisi de bilinebilir.

Bu çalışmanın amacı, iç mekân bitkisi olarak kullanılabilen bazı bitki türlerinin, fotosentez hızı ve karbon tutma kapasitelerini belirlemektir. Bu amaçla, farklı ışık entansitesine sahip üç farklı zamanda [sabah (09:00-11:00), öğlen (13:00-15:00) ve akşamüzeri (güneşin batmasına 1 saatten az kalan saatler)], bitkilerin fotosentez hızının ve tür bazında da toplam C depolama kapasitesinin ne düzeyde değiştiği belirlenmiş ve böylece sınırlı mekanlar olan iç ortamlarda hangi bitkilerin hava kalitesini artırmak amacıyla kullanımının daha uygun olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada iç mekân süs bitkisi olarak sıklıkla kullanılan bazı bitkilerin iç ortamdaki fotosentez hızı ve karbon tutma kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, iç mekanlarda sıkça kullanılan türlerden çalışma kapsamında değerlendirilen türler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmaya konu türler

Bu bitkiler ekolojik istekleri ve fiziksel özellikleri bakımından (yaprak alanı, gövde şekli vb.) farklılıklar göstermekte olup ülkemizde en yaygın olarak kullanılan iç mekân bitkilerindendir.

Çalışma kapsamında, LI-6800P, Li-Cor Inc., Lincoln, USA taşınabilir fotosentez cihazı kullanılmıştır. Cihazın kalibrasyonu üreticinin önerdiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra hava akış hızı, fotosentez foton akı yoğunluğu (PPFD) ve referans CO₂, sırasıyla 500 µmol s⁻¹, 500 µmol s⁻¹, 400 µmol mol⁻¹ s⁻¹'de ayarlanmış ve otomatik olarak muhafaza edilmiştir.

Çalışma kapsamında LI-6800P fotosentez cihazı ile yapılan ölçümler;

E= Terleme miktarı (oranı) (mmol m⁻² s⁻¹)

Anet = Net fotosentez (asimilasyon) oranı (µmol m⁻² s⁻¹)

gsw= Stoma iletkenliği (µmol H₂O m⁻² s⁻¹)

WUE (Anet/E) = Anlık Su kullanım verimliliği (µmol mol⁻¹)

iWUE (Anet/gsw) = İçsel su kullanma verimliliği (µmol mol⁻¹)

Ca= Ortamdaki CO₂ kullanım oranı (µmol mol⁻¹)

Ci= Hücreler arası CO₂ kullanım oranı (µmol mol⁻¹)

Ci/Ca= Hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranı ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)

Çalışmada kullanılan bu parametreler bitkilerin farklı çevre koşullarında fotosentez aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda en sık kullanılan parametrelerdendir (Koç, 2021, 2022).

Çalışma kapsamında üç farklı zaman diliminde ölçümler yapılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı zaman dilimleri;

Sabah (bitkilerin doğrudan güneş ışığına maruz kaldığı 09:00-11:00 arası) elde edildiği,

Öğlen (bitkilerin doğrudan güneş ışığına maruz kalmadığı ancak aydınlık olan 13:00-15:00 arası)

Akşamüzeri (güneşin batmasına 1 saatten az kalan saatler)

Üç farklı zaman diliminde ölçümler yapılmış ancak akşamüzeri yapılan ölçümlerde fotosentez aktivitesinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple analizlerde ve tablolarda akşamüzeri değerlerine yer verilmemiştir. Çalışmanın değerlendirme aşamasında elde edilen veriler SPSS paket programında Varyans analizi ve Duncan testi yardımıyla değerlendirilerek faktörler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak ortaya konulmuştur. Çalışmanın son aşamasında bitki büyüklüğü, yaprak yüzey alanı gibi faktörler de göz önünde bulundurularak çalışma sonuçları yorumlanmıştır.

BULGULAR

Türler arasında uygulamalara bağlı olarak terleme miktarı farklılıkları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Terleme miktarının tür ve zamana bağlı değişimi

Varyans analizi sonuçlarına göre terleme miktarı değişiminin deve tabanı haricindeki tüm türlerde zaman bazında ve tüm zamanlarda tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre türlere bakıldığında en yüksek değer kauçukta elde edilirken bu değeri benjamin takip etmektedir. Yine ortalama değerlere göre zamana bakıldığında en yüksek değer sabah zamanında elde edilmiştir. Net fotosentez (asimilasyon) oranının tür ve zamana bağlı değişimi Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Net fotosentez (asimilasyon) oranının tür ve zamana bağlı değişimi

Yukarıdaki sonuçlar incelendiğinde net fotosentez oranı değişiminin alacalı kauçuk, difenbahya ve deve tabanı dışındaki tüm türlerde zaman bazında ve tüm zamanlarda tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre en yüksek değer ise kauçuk ve benjaminde elde edilmiştir. Yine ortalama değerler incelendiğinde en yüksek değer sabahta elde edilmiştir. Stoma iletkenliğinin tür ve zamana bağlı değişimi Çizelge 4’te verilmiştir.

Çizelge 4. Stoma iletkenliğinin tür ve zamana bağlı değişimi

Çizelgedeki sonuçlar göz önüne alındığında stoma iletkenliği değişiminin alacalı kauçuk ve deve tabanı haricindeki tüm türlerde zaman bazında ve tüm zamanlarda tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ortalama değerlere bakıldığında türlerde en yüksek değer kauçuk ve benjaminde elde edilmiştir. Yine ortalama değerlere göre zamana bakılırsa en yüksek değer sabah elde edilirken en düşük değer öğlen elde edilmiştir.

Ortalama değerler incelendiğinde diğer fotosentez aktivite parametrelerinde olduğu gibi sabah elde edilen sonuçların öğlen elde edilen sonuçlardan çok daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. İçsel su kullanma verimliliğinin tür ve zamana bağlı değişimi Çizelge 5’te verilmiştir.

Çizelge 5. İçsel su kullanma verimliliğinin tür ve zamana bağlı değişimi

Varyans analizi sonuçlarına bakıldığında incir, uyku çiçeği ve Alacalı Benjamin haricindeki içsel su kullanma verimliliğinin tüm türlerde zaman bazında değişiminin ve öğlen zamanının tür bazında değişiminin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre türlere bakıldığında en yüksek değer Alacalı Benjaminde elde edilmiştir. Aynı şekilde ortalama değerlere göre zamana bakıldığında öğlen<sabah sıralamasını yapmak mümkündür. Anlık su kullanım verimliliğinin tür ve zamana bağlı değişimi Çizelge 6’da verilmiştir.

Çizelge 6. Anlık Su kullanım verimliliğinin tür ve zamana bağlı değişimi

Çizelgedeki değerler incelendiğinde anlık su kullanım verimliliğinin Alacalı Benjamin dışındaki tüm türlerde zaman bazında ve öğlen zamanında tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Ortalama değerlere göre türler incelendiğinde en yüksek değer Alacalı Benjaminde elde edilirken en düşük değer alacalı kauçuk, difenbahya ve kolyoz çiçeğinde elde edilmiştir. Ortamdaki CO₂ kullanım oranının tür ve zamana bağlı değişimi Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Ortamdaki CO₂ kullanım oranının tür ve zamana bağlı değişimi

Varyans analizi sonuçları göz önüne alındığında ortamdaki CO₂ kullanım oranı değişiminin alacalı kauçuk ve deve tabanı haricindeki tüm türlerde zaman bazında ve tüm zamanlarda tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır. Ortalama değerlere göre türler incelendiğinde en düşük değer kauçuk ve benjaminde elde edilmiştir. Yine ortalama değerlere göre zamana bakıldığında en yüksek değer öğlen zamanında elde edilmiştir. Hücreler arası CO₂ kullanım oranının tür ve zamana bağlı değişimi

Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Hücreler arası CO₂ kullanım oranının tür ve zamana bağlı değişimi

Yukarıdaki sonuçlara göre hücreler arası CO₂ kullanım oranı değişiminin incir, Alacalı Benjamin ve uyku çiçeğinde zaman bazında ve sabah zamanında tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerlere göre en yüksek değer difenbahyada elde edilirken en düşük değer Alacalı Benjaminde elde edilmiştir. Ortalama değerlere göre zamana baktığımızda ise en yüksek değer öğlen elde edilmiştir. Hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranı tür ve zamana bağlı değişimi Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 9. Hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranı tür ve zamana bağlı değişimi

Çizelgedeki sonuçlar incelendiğinde hücreler arası CO₂ kullanım oranı değişiminin incir, uyku çiçeği ve Alacalı Benjaminde zaman bazında ve sabah zamanında tür bazında istatistiki olarak anlamlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ortalama değerlere göre türlere bakıldığında en yüksek değer difenbahyada en düşük değer Alacalı Benjaminde elde edildiği görülmektedir. Ortalama değerlere göre zamanlar içinse sabah elde edilen değerlerin öğlen elde edilen değerlerden çok daha yüksek olduğu söylenebilir.

TARTIŞMA

Bitkilerin iç ortamdaki fotosentez hızı ve karbon tutma kapasiteleri ile ilgili çalışmalar kısıtlı olmakla beraber farklı alanlardaki CO₂ miktarı üzerine yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada ormanlık alanda yaz aylarında ortalama olarak gündüz 391 ppm, gece 422 ppm seviyelerinde olan CO₂ miktarının yaz aylarında gündüz 148 ppm gece ise 229 ppm seviyelerinde seyrettiği belirlenmiştir (Şevik vd., 2015). Torpy vd. (2014) *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 (Sevik vd., 2017a).

Lim vd. (2009), iç mekân bitkilerinin iç ortam hava kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında iç mekân bitkisi bulunan ve bulunmayan alanları karşılaştırmışlar ve başlangıç CO miktarı $1.06 \pm 0.45 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ iken 90 gün sonunda bitki bulunmayan ortamlarda $1.05 \pm 0.36 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ olarak ölçüldüğünü, bitki bulunan alanlarda ise bu rakamın 0.96 ± 0.38 seviyesine gerilediğini belirtmişlerdir. CO₂ miktarının ise başlangıçta $376 \pm 87 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ iken 90 gün sonunda bitki bulunmayan alanlarda $377 \pm 87 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ olarak ölçüldüğü oysa bitki bulunan alanlarda $335 \pm 53 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ’e düştüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde iç mekân bitkilerinin ortamda bulunan formaldehit, toluen, etilbenzen ve ksilen üzerinde de etkili olduğu belirtilmiştir.

Yang vd. (2009), iç mekân bitkilerinin iç ortamdaki uçucu organik kirleticiler üzerine etkisini araştırdığı çalışmada 28 bitki türü kullanmış ve çalışma sonucunda en etkili bitkilerin *Hemigraphis alternata*, *Hedera helix*, *Hoya carnosa* ve *Asparagus densiflorus* olduğunu belirlemiştir. Wood vd. (2006), *Spathiphyllum*’un, Irga vd. (2013), *Syngonium podophyllum*’ un ve Torpy vd. (2013) *Spathiphyllum wallisii*’ nin uçucu organik bileşikler (VOC) üzerine etkisini araştırmışlar ve bitkilerin iç ortam hava kalitesini artırmak amaçlı kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Papinchak vd. (2009), iç mekân bitkilerinden *Sansevieria trifasciata*, *Epipremnum aureum* ve *Chlorophytum comosum*’un ortamdaki ozon miktarını önemli ölçüde azalttığını belirlemiştir. Çalışmada kontrol grubunda 74.8 ppb düzeyinde olan ozonun bitkilerin bulunduğu ortamlarda 46.3 ppb ye kadar düştüğü belirlenmiştir. Wolverton vd. (1985) CO ve NO₂ kirleticilerinin *Chlorophytum elatum* ve *Scindapsus aureus* yardımıyla azaltılabileceğini belirtmektedir.

Ghoma vd. (2022) sigara içilen ortamlarda iç mekân bitkilerinin sigara kaynaklı ağır metalleri biriktirme potansiyelinin olduğunu ve bu potansiyelin tür bazında önemli ölçüde değiştiğini belirlemiştir. Pennisi ve Iersel (2012) çalışmalarında *Spathiphyllum* ‘Sweet Chico’ *Aglaonema* spp., *Sansevieria trifasciata* ‘Hahnii’, *Chamaedorea elegans*, *Dracaena marginata*, *Dracaena godseffiana* ‘Florida Beauty’, *Dracaena deremensis* ‘Lemon Lime’, ve *Dracaena deremensis* ‘Janet Craig’ in iç ortamdaki hava kalitesine etkilerini incelemişler ve çalışma sonucunda ortamda bir kişinin ürettiği CO₂ miktarını temizleyebilmek için 15 cmlik kaplarda yaklaşık 400 adet spatifilyuma ihtiyaç bulunduğunu hesaplamıştır. Oysa bazı bitkilerde bu etkinin daha fazla olabileceği bilinmektedir. Erengezgin (2008) 25 m² yaprak yüzeyi insanın bir saatte tükettiği kadar yani, 27 gr oksijen ürettiğini, yaz aylarında, 1 m² çim çatının 4 kişinin oksijen ihtiyacını karşılayabileceğini belirtmektedir.

Yapılan çalışmalarda bitkilerin fotosentez hızının oldukça değişken olduğu ortaya konulmuştur. Çünkü bitkilerin metabolik faaliyetleri de diğer bütün fenotipik karakterleri gibi genetik yapı (Kurz vd., 2023; Erdem vd., 2024) ile çevre koşullarına (Koç ve Nzokou, 2022; Çobanoğlu vd., 2023; Özdikmenli vd., 2024) bağlı olarak şekillenmektedir. Bu faktörler içerisinde en önemlilerinin başında şüphesiz iklimsel parametreler (Ertürk vd., 2024; Cantürk vd., 2024) ve özellikle ışık gelmektedir (Sevik vd., 2017b). Bitkiler su stresine maruz kaldığında da stomaların kapanmasından kaynaklanan CO₂ asimilasyonunda ani bir düşüş meydana gelmekte ve fotosentez kabiliyetleri azalmaktadır (Koç, 2022; Koç vd., 2022). Stoma iletkenliğindeki bu azalma, su stresi gibi çevresel streslere bağlı stoma kapanmasını tetiklediği bilinen absisik asit gibi enzimlerin yapraklarda birikmesinin bir sonucu olarak açıklanmaktadır (Moran vd., 2017; Seleiman vd., 2021; Koç ve Nzokou, 2023). Öte yandan artan gübrelemenin de net asimilasyon (fotosentez) oranı, terleme oranı, stoma iletkenliğini önemli ölçüde kısıtladığı farklı çalışmalarda ortaya konulmuştur (Zhu vd., 2012; Koç ve Nzokou, 2023).

İç ortam şartları ışığın son derece sınırlı olduğu şartlardır. Bu alanlarda yetişen bitkiler de genellikle tropikal kökenli, doğal yaşam ortamında orman altı florasında yer alan yani sınırlı ışık koşullarında yetişebilen türlerdir. Budan dolayı bu türlerin fotosentez ve dolayısıyla hava kalitesine etkisi de sınırlı düzeyde olmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalar 1.600 m² yaprak alanına sahip bir kayın ağacının 10 kişinin oksijen ihtiyacını karşılayabileceğini göstermektedir. Oysa iç ortamdaki bitkilerin varlığının, klima bulunan ofislerde CO₂ düzeyini %10, doğal havalandırma olan ortamlarda ise %25 oranında azaltabildiği belirtilmektedir (Sevik vd., 2018). Dolayısıyla iç mekan bitkileri iç ortamdaki hava kalitesini artırma konusunda oldukça yetersizdir. Öyle ki bir insanın günlük oksijen ihtiyacını karşılamak amacıyla 200'den fazla iç mekan bitkisi kullanılması gerektiği belirtilmektedir (Sevik vd., 2015; Özel vd., 2021). Bununla birlikte iç mekan bitkilerinin sadece iç ortam hava kalitesini artırmak dışında psikolojik ve sosyal etkileri de göz ardı edilmemelidir.

SONUÇ

Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ortalama değerlere göre en yüksek değerlerin sabah (bitkilerin doğrudan güneş ışığına maruz kaldığı 09:00-11:00 arası) elde edildiği, öğlen (bitkilerin doğrudan güneş ışığına maruz kalmadığı ancak aydınlık olan 13:00-15:00 arası) elde edilen değerlerin ise daha düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Akşamüzeri (güneşin batmasına 1 saatten az kalan saatler) yapılan ölçümlerde ise fotosentez aktivitesinin olmadığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar bitkilerin genel olarak doğrudan güneş ışığı aldıkları durumlarda daha yüksek düzeyde fotosentez yaptıklarını göstermektedir.

Çalışma sonucunda özellikle alacalı kauçuk ve devetabanında, sabah ve öğlen yapılan ölçümler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılık bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, bu türlerin difüz ışıkta dahi direk ışık koşullarındaki kadar fotosentez yapabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla gölge koşullarındaki iç mekanlarda bu türlerin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Çalışma sonucunda en yüksek ortalama değerler kauçuk ve benjaminde elde edilmiştir. Bu sonuç iç mekanlarda hava kalitesini artırmak amacıyla kullanımı en uygun türlerin bu türler olduğunu göstermektedir. Ayrıca türlerin boyutları ve yaprak yüzey alanları düşünüldüğünde de bu türlerin iç ortam hava kalitesine en fazla pozitif etkiyi yapan türler olduğu söylenebilir. Dolayısıyla bu türlerin iç mekanlarda tercih edilmesi önerilmektedir.

Etik Standartlara Uyum

a) Yazarların katkıları

1. AÖP : Çalışmayı tasarladı ve verileri yorumladı. Laboratuvar çalışmasını gerçekleştirdi ve makaleyi hazırladı.

b) Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

c) Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Bu çalışma hayvanları kapsamamaktadır.

d) İnsan Hakları Beyanı

Bu çalışma insan katılımcıları kapsamamaktadır.

e) Teşekkür

Bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından KÜBAP-01/2022-09 proje numarası ile finansal olarak desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Aricak, B., Canturk, U., Koc, I., Erdem, R., & Sevik, H. (2024). Shifts That May Appear in Climate Classifications in Bursa Due to Global Climate Change, *Forestist*, 74: 129-137. Doi:10.5152/ forestist.2024.23074
- Cantürk, U., Koç, İ., Özel, H. B., & Şevik, H. (2024). Possible changes of *Pinus nigra* distribution regions in Türkiye with the impacts of global climate change. *BioResources*, 19(3), 6190- 6214. DOI:10.15376/biores.19.3.6190-6214
- Canturk, U., Koç, İ., Özel, H.B., & Sevik, H. (2024). Identification of proper species that can be used to monitor and decrease airborne Sb pollution. *Environ Sci Pollut Res* (2024). <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34939-7>
- Cetin, M., & Sevik, H. (2016). Indoor quality analysis of CO₂ for Kastamonu University. In *Conference of the International Journal of Arts & Sciences*, 9,3: 71.
- Çobanoğlu, H., Canturk, U., Koc, I., Kulac, S., & Sevik, H. (2023). Climate Change Effect on Potential Distribution of Anatolian Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in the Upcoming Century in Türkiye, *Forestist*, 73(3): 247-256
- Cobanoğlu, H., Sevik, H., & Koç, İ. (2023). Do Annual Rings Really Reveal Cd, Ni, and Zn Pollution in the Air Related to Traffic Density? An Example of the Cedar Tree. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(2), 65.
- Demir, T., Mutlu, E., Aydın, S., & Gültepe, N. (2021). Physicochemical water quality of Karabel, Çaltı, and Tohma brooks and

- blood biochemical parameters of *Barbus plebejus* fish: assessment of heavy metal concentrations for potential health risks. *Environmental monitoring and assessment*, 193: 1-15.
- Dogan, S., Kilicoglu, C., Akinci, H., Sevik, H., & Cetin, M. (2023). Determining the suitable settlement areas in Alanya with GIS-based site selection analyses. *Environmental science and pollution research*, 30(11): 29180-29189.
- EPA, 2024. <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality#vent>, erişim. 12/09/2024
- Erdem, R., Koç, İ., Çobanoğlu, H., & Şevik, H. (2024). Variation of magnesium, one of the macronutrients, in some trees based on organs and species. *Forestist*, 74(1): 84-93.
- Erengöz, Ç. (2008). *Yeşil Çatılar, Enerji Raporu*, 27.
- Ertürk, N., Arıca, B., Yiğit, N., & Sevik, H. (2024). Potential changes in the suitable distribution areas of *fagus orientalis* lipsky in kastamonu due to global climate change. *Forestist*, 74: 159-165. doi:10.5152/ forestist.2024.23024.
- Ghoma, W. E. O., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2023). Comparison of the rate of certain trace metals accumulation in indoor plants for smoking and non-smoking areas. *Environmental science and pollution research*, 30(30): 75768-75776.
- Ghoma, W.E.O., Sevik, H., & Isinkaralar, K. (2022). Using indoor plants as biomonitors for detection of toxic metals by tobacco smoke. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 1-10.
- Irga, P.J., Torpy, F.R., & Burchett, M.D. (2013). Can hydroculture be used to enhance the performance of indoor plants for the removal of air pollutants?, *Atmospheric Environment*, 77: 267-271.
- Isinkaralar, K., Koc, I., Erdem, R., & Sevik, H. (2022). Atmospheric Cd, Cr, and Zn Deposition in Several Landscape Plants in Mersin, Türkiye. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(4): 1-10.
- Key, K., Kulaç, Ş., Koç, İ., & Sevik, H. (2022). Determining the 180-year change of Cd, Fe, and Al concentrations in the air by using annual rings of *Corylus colurna* L. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(7): 244.
- Kilicoglu, C., Cetin, M., Arıca, B., & Sevik, H. (2021). Integrating multicriteria decision-making analysis for a GIS-based settlement area in the district of Atakum, Samsun, Turkey. *Theor Appl Climatol.*, 143: 379–388. <https://doi.org/10.1007/s00704-020-03439-2>
- Koç, İ. (2021). Examination of gas exchange parameters of *Abies balsamea* (L) Mill. and *Abies concolor* saplings, grown under various water regime, exposed to extreme drought stress at the end of the growing season. *Turkish journal of forest science*, 5(2): 592-605.
- Koç, İ. (2022). Comparison of the gas exchange parameters of two maple species (*Acer negundo* and *Acer pseudoplatanus*) seedlings under drought stress. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 24(1): 65-76.
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2022). Gas exchange parameters of 8-year-old *Abies fraseri* (Pursh) Poir. seedlings under different irrigation regimes. *Turkish journal of agriculture-food science and technology*, 10(12): 2421-2429.
- Koç, İ., & Nzokou, P. (2023). Combined effects of water stress and fertilization on the morphology and gas exchange parameters of 3-year-old *Abies fraseri* (Pursh) Poir. *Acta physiologiae plantarum*, 45(3): 49.
- Koç, İ., Nzokou, P., & Cregg, B. (2022). Biomass allocation and nutrient use efficiency in response to water stress: insight from experimental manipulation of balsam fr, concolor fr and white pine transplants. *New for* 53: 915–933. <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09894-7>
- Kurz, M., Koelz, A., Gorges, J., Carmona, B. P., Brang, P., Vitasse, Y., ..., & Csillery, K. (2023). Tracing the origin of Oriental beech stands across Western Europe and reporting hybridization with European beech—Implications for assisted gene flow. *Forest Ecology and Management*, 531: 120801.
- Lim, Y.W., Kim, H.H., Yang, J.Y., Kim, K.J., Lee, J.Y., & Shin, D.C. (2009). Improvement of Indoor Air Quality by Houseplants in New-built Apartment Building. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 78(4): 456–462.
- Moran, E., Lauder, J., Musser, C., Stathos, A., & Shu, M. (2017). The genetics of drought tolerance in conifers. *New Phytol*, 216: 1034–1048. <https://doi.org/10.1111/nph.14774>
- Mutlu, E., Tokatlı, C., Islam, A. R. M. T., Islam, M. S., & Muhammad, S. (2023). Water quality assessment of Şehriban Stream (Kastamonu, Türkiye) from a multi-statistical perspective. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 1-17.
- Ozel, H. B., Abo Aisha, A. E. S., Cetin, M., Sevik, H., & Zeren Cetin, I. (2021). The effects of increased exposure time to UV-B radiation on germination and seedling development of Anatolian black pine seeds. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(7): 388.

- Özdikmenli, G., Yiğit, N., Özel, H. B., & Şevik, H. (2024). "Altitude-dependent Variations in Some Morphological and Anatomical Features of Anatolian Chestnut. *BioResources*, 19(3): 4635-4651.
- Papinchak, H., Holcomb, E.J., Orendovici, B.T., & Decoteau, D.R. (2009). Effectiveness of houseplants in reducing the indoor air pollutant ozone. *HortTechnology*, 19 (2): 286-290.
- Pennisi, S.V. & van Iersel, M.W. (2012). Quantification of carbon assimilation of plants in simulated and in situ interiorscapes. *HortScience*, 47(4): 468-476.
- Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, H.H., Battaglia, M.L. (2021). Drought stress impacts on plants and diferent approaches to alleviate its adverse efects. *Plants*, 10(2): 259.
- Şevik, H., Belkayalı, N., Sakıcı, Ç., Ayan, E., Şenöz, E., & Karakaş, H. (2015). Possibilities of Improving Indoor Air Quality in Classrooms Through Plants. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences, Section D*, 5(2): 2115-2121.
- Sevik, H., Çetin, M., Güney, K., & Belkayalı, N. (2017a). Difenbahya (*Dieffenbachia amoena* Gentil)'nın Sıcaklığa Bağlı Olarak İç Ortamdaki CO2 Miktarına Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(8): 973-978.
- Sevik, H., Cetin, M., Guney, K., & Belkayali, N. (2018). The Effect of Some Indoor Ornamental Plants on CO 2 Levels During the Day. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(2).
- Sevik, H., Cetin, M., Kapucu, O., Aricak, B., & Canturk, U. (2017b). Effects of light on morphologic and stomatal characteristics of Turkish Fir needles (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (11): 6579-6587
- Sevik, H., Koç, İ., & Cobanoglu, H. (2024). Determination of Some Exotic Landscape Species As Biomonitors That Can Be Used for Monitoring and Reducing Pd Pollution in the Air. *Water Air Soil Pollut.*, 235: 615. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07429-2>
- Şevik, H., Yıldız, Y., & Özel, H.B. (2024). Phytoremediation and Long-term Metal Uptake Monitoring of Silver, Selenium, Antimony, and Thallium by Black Pine (*Pinus nigra* Arnold)", *BioResources*, 19(3): 4824-4837.
- Şen, G., Güngör, E., & Şevik, H. (2018). Defining the effects of urban expansion on land use/cover change: a case study in Kastamonu, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 190: 1-13.
- Torpy, F.R., Irga, P. J., & Burchett, M.D. (2014). Profiling indoor plants for the amelioration of high CO2 concentrations. *Urban Forestry and Urban Greening*, 13 (2): 227-233.
- Torpy, F.R., Irga, P.J., Moldovan, D., Tarran, J., & Burchett, M.D. (2013). Characterisation and biostimulation of benzene biodegradation in the potting-mix of indoor plants. *Journal of Applied Horticulture*, 15(1): 10-15.
- Wolverton, B.C., McDonald, R.C., & Mesick, H.H. (1985). Foliage plants for the indoor removal of carbon monoxide and nitrogen oxides. *Journal of the Mississippi Academy of Sciences*, 30: 1-8.
- Wood, R.A., Burchett, M.D., Alquezar, R., Orwell, R., Tarran, J., & Torpy, F. (2006). The potted-plant microcosm substantially reduces indoor air VOC pollution: I. Office field-study, *Water Air Soil Pollution*, 175: 163-180.
- Yang, D.S., Pennisi, S.V., Son, K.C., & Kays, S.J. (2009). Screening indoor plants for volatile organic pollutant removal efficiency. *HortScience*, 44(5): 1377-1381.
- Zhu, J., Liang, Y., Zhu, Y., Hao, W., Lin, X., Wu, X., & Lou, A. (2012). The interactive effects of water and fertilizer on photosynthetic capacity and yield in tomato plants. *Aust J Crop Sci*, 6(2): 200-2009

ÇİZELGELER

Çizelge 1. Çalışmaya konu türler

Tür Kodu	Yerel Adı	Tür Adı
TUR 1	Spatifilyum	<i>Spathiphyllum</i> sp.
TUR 2	Alacalı Benjamin	<i>Ficus benjamina</i> 'starlight'
TUR 3	Kauçuk	<i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.
TUR 4	Benjamin	<i>Ficus benjamina</i> L.
TUR 5	Alacalı kauçuk	<i>Ficus elastica</i> 'tineke'
TUR 6	Şeflera	<i>Schefflera</i> sp.
TUR 7	Uyku çiçeği	<i>Oxalis triangularis</i> A.St.-Hil.
TUR 8	Difenbahya	<i>Dieffenbachia</i> sp.
TUR 9	Deve tabanı	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm.
TUR 10	İncir	<i>Ficus carica</i> L.
TUR 11	Kolyoz çiçeği	<i>Plectranthus scutellarioides</i> (L.) R.Br.

Çizelge 2. Terleme miktarının tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	0.00062 abcB	0.00011 abA	47.3***	0.00037 a
Alacalı Benjamin	0.00054 abcB	0.00015 abcA	10.5*	0.00034 a
Kauçuk	0.00262 dB	0.00038 dA	17.2**	0.00150 c
Benjamin	0.00220 dB	0.00027 bcdA	122.3***	0.00124 bc
Alacalı kauçuk	0.00065 abcB	0.00028 cdA	8.1*	0.00047 a
Şeflera	0.00060 abcB	0.00018 abcA	25.9**	0.00039 a
Uyku çiçeği	0.00115 cB	0.00020 abcA	56.3***	0.00067 ab
Difenbahya	0.00028 abB	0.00015 abcA	18.0**	0.00021 a
Deve tabanı	0.00014 a	0.00008 a	3.9 ns	0.00011 a
İncir	0.00090 bcB	0.00039 dA	19.4**	0.00064 ab
Kolyoz çiçeği	0.00111 cB	0.00021 abcA	9.9*	0.00066 ab
F Değeri	14.6***	4.3***		4.6***
Ortalama	0.0010 B	0.0002 A	43.2***	

* 0,05 düzeyinde önemli. ** 0,01 düzeyinde önemli. *** 0,001 düzeyinde önemli. ns: önemli değil. Küçük harfler (a, b) dikey yönleri, büyük harfler (A, B) ise yatay yönleri göstermektedir.

Çizelge 3. Net fotosentez (asimilasyon) oranının tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	1.5 abcB	0.26 aA	24.6**	0.89 a
Alacalı Benjamin	2.1 bcB	0.35 aA	12.3**	1.27 a
Kauçuk	6.6 dB	1.08 cA	16.1**	3.84 b
Benjamin	6.3 dB	0.68 abcA	63.0***	3.50 b
Alacalı kauçuk	1.3 abc	0.43 ab	4.4 ns	0.87 a
Şeflera	1.1 abcB	0.45 abA	6.6*	0.79 a
Uyku çiçeği	2.6 cB	0.42 abA	28.7**	1.51 a
Difenbahya	0.5 ab	0.23 a	4.4 ns	0.40 a
Deve tabanı	0.3 a	0.16 a	1.3 ns	0.23 a
İncir	1.9 abcB	0.92 bcA	8.7*	1.45 a
Kolyoz çiçeği	1.5 abcB	0.37 aA	9.4*	0.93 a
F Değeri	15.9	3.0**		5.3***
Ortalama	2.37 B	0.49 A	34.8***	

Çizelge 4. Stoma iletkenliğinin tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	0.01647 abB	0.00375 abA	38.1***	0.01011 a
Alacalı Benjamin	0.01460 abB	0.00473 abcA	8.4*	0.00967 a
Kauçuk	0.08081 cB	0.01223 dA	13.4**	0.04652 b
Benjamin	0.06902 cB	0.00871 bcdA	118.3***	0.03887 b
Alacalı kauçuk	0.01749 ab	0.00935 cd	5.0 ns	0.01342 a
Şeflera	0.01374 abB	0.00579 abcA	16.6**	0.00976 a
Uyku çiçeği	0.02744 bB	0.00643 abcA	41.2***	0.01694 a
Difenbahya	0.01161 abB	0.00506 abcA	37.4***	0.00833 a
Deve tabanı	0.00370 a	0.00251 a	1.6 ns	0.00311 a
İncir	0.02141 abB	0.01336 dA	5.3*	0.01738 a
Kolyoz çiçeği	0.02905 bB	0.00652 abcA	7.9*	0.01779 a
F Değeri	13.9***	4.6***		5.1***
Ortalama	0.0278 B	0.0071 A	31.1***	

Çizelge 5. İçsel su kullanma verimliliğinin tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	90.3 c	72.24	2.2 ns	81.29 bc
Alacalı Benjamin	149.2 dB	68.48 A	62.0***	108.87 c
Kauçuk	85.2 c	82.20	0.0 ns	83.71 bc
Benjamin	91.6 c	78.76	1.9 ns	85.20 bc
Alacalı kauçuk	65.3 abc	51.00	0.8 ns	58.19 ab
Şeflera	80.4 bc	76.06	0.0 ns	78.26 b
Uyku çiçeği	92.8 cB	64.30 A	9.8*	78.57 b
Difenbahya	47.2 a	46.36	0.0 ns	46.79 a
Deve tabanı	75.9 bc	54.62	0.5 ns	65.27 ab
İncir	92.0 cB	66.93 A	6.3*	79.50 b
Kolyoz çiçeği	54.0 ab	59.14	0.0 ns	56.58 ab
F Değeri	9.2***	0.7 ns		3.5**
Ortalama	84.04 B	65.46 A	10.0**	

Çizelge 6. Anlık Su kullanım verimliliğinin tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	2358.3 bc	2450.44	0.0 ns	2404.38 abcd
Alacalı Benjamin	3989.7 dB	2108.65 A	33.3***	3049.19 d
Kauçuk	2531.5 bc	2599.53	0.0 ns	2565.53 bed
Benjamin	2830.4 c	2524.46	1.0 ns	2677.46 cd
Alacalı kauçuk	1750.0 ab	1638.83	0.0 ns	1694.45 a
Şeflera	1839.7 ab	2365.43	0.5 ns	2102.58 abc
Uyku çiçeği	2204.4 bc	1988.76	0.6 ns	2096.60 abc
Difenbahya	1953.9 ab	1497.13	0.7 ns	1725.54 a
Deve tabanı	1944.0 ab	1696.03	0.0 ns	1820.02 ab
İncir	2164.2 bc	2282.67	0.1 ns	2223.45 abc
Kolyoz çiçeği	1373.8 a	1791.49	0.7 ns	1582.67 a
F Değeri	8.3***	0.7 ns		3.1**
Ortalama	2267.30	2085.76	1.1 ns	

Çizelge 7. Ortamdaki CO₂ kullanım oranının tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	396.8 bcdA	399.48 cB	24.7**	398.15 b
Alacalı Benjamin	395.6 bcA	399.24 bcB	12.1**	397.44 b
Kauçuk	386.2 aA	397.43 aB	14.6**	391.85 a
Benjamin	387.0 aA	398.57 abcB	67.9***	392.82 a
Alacalı kauçuk	397.1 bcd	399.00 bc	4.7 ns	398.09 b
Şeflera	397.5 bcdA	399.03 bcB	8.5*	398.27 b
Uyku çiçeği	394.4 bA	399.08 bcB	31.1**	396.78 b
Difenbahya	398.4 cdA	399.43 cB	10.3**	398.94 b
Deve tabanı	399.3 d	399.64 c	1.5 ns	399.49 b
İncir	395.7 bcA	398.04 abB	10.1*	396.90 b
Kolyoz çiçeği	396.4 bcdA	399.17 bcB	10.0*	397.83 b
F Değeri	15.7***	2.8**		5.3***
Ortalama	395.00 A	398.92 B	36.2***	

Çizelge 8. Hücreler arası CO₂ kullanım oranının tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	232.5 bc	282.96	1.8 ns	257.74 b
Alacalı Benjamin	140.1 aA	272.07 B	65.5***	206.11 a
Kauçuk	231.3 bc	249.19	0.3 ns	240.27 ab
Benjamin	222.8 b	256.00	4.8 ns	239.41 ab
Alacalı kauçuk	271.9 cde	299.92	1.2 ns	285.94 bc
Şeflera	245.9 bed	260.26	0.1 ns	253.08 ab
Uyku çiçeği	224.2 bA	278.53 B	13.6**	251.40 ab
Difenbahya	309.0 e	307.64	0.0 ns	308.33 c
Deve tabanı	257.2 bcd	294.33	0.7 ns	275.78 bc
İncir	226.6 bA	274.82 B	9.1*	250.74 ab
Kolyoz çiçeği	288.0 de	286.30	0.0 ns	287.18 bc
F Değeri	9.8***	0.5 ns		3.2**
Ortalama	240.90 A	278.36 B	14.7***	

Çizelge 9. Hücreler arası CO₂ kullanım oranının ortamdaki CO₂ kullanımına oranı tür ve zamana bağlı değişimi

Tür	Sabah	Öğlen	F Değeri	Ortalama
Spatifilyum	0.58 bc	0.70	1.7 ns	0.64 b
Alacalı Benjamin	0.35 aA	0.68 B	65.7***	0.51 a
Kauçuk	0.59 bc	0.62	0.1 ns	0.61 ab
Benjamin	0.57 bc	0.64	3.2 ns	0.60 ab
Alacalı kauçuk	0.68 cde	0.75	1.1 ns	0.71 bc
Şeflera	0.61bc	0.65	0.1 ns	0.63 ab
Uyku çiçeği	0.56 bA	0.69 B	12.9**	0.63 ab
Difenbahya	0.77 e	0.77	0.0 ns	0.77 c
Deve tabanı	0.64 bcd	0.73	0.7 ns	0.69 bc
İncir	0.57 bcA	0.69 B	8.9*	0.63 ab
Kolyoz çiçeği	0.72 de	0.71	0.0 ns	0.72 bc
F Değeri	9.7	0.5 ns		3.2**
Ortalama	0.60 A	0.69 B	13.2***	