



Bazı Peyzaj Bitkilerinde Klorofil Miktarının Değişimi

İlknur ZEREN^{1*}, Uğur CANTÜRK², Mehmet Oğuzhan YAŞAR²

¹ Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 37150, KASTAMONU.

² Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 37150, KASTAMONU.

Öz

Tüm canlıların ihtiyaç duyduğu ve yaşamaları için ihtiyacı olan besin maddeleri ve oksijenin üretilmesi ile fotosentez olayının oluşmasını sağlayan bitkilere yeşil rengi veren pigment olan klorofil'dir. Bitkilerde klorofil miktarının pek çok faktöre göre değiştiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Bitki türü ve yetişme koşulları bu faktörlerin başında yer almaktadır. Bu çalışmada Sivas il merkezinde peyzaj çalışmalarında yoğun olarak kullanılan bazı bitki türlerinde klorofil miktarının değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sivas Türkiye'de karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgede bulunmakta olup, ortalama yıllık yağış miktarı 429 mm dir. Çalışma kapsamında şehir merkezinde peyzaj çalışmalarında kullanılan 21 adet bitki türünde 5 tekerrürlü olarak klorofil ölçümleri yapılmıştır. Çalışma sonuçları Varyans analizi ve Duncan testi ile değerlendirilmiş ve türlerin ortalama, en düşük ve en yüksek klorofil değerleri ile standart sapmaları belirlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre türler arasında %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu, çalışılan türlerin klorofil miktarı değerlerinin Duncan testi sonuçlarına göre 11 homojen grupta toplandığı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda en düşük klorofil miktarı değerleri *Platanus orientalis* (11,48 cci), en yüksek klorofil miktarı değerleri ise *Elaeagnus angustifolia* (129,04 cci) da belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sivas, bitki, klorofil.

Change of Chlorophyll Quantity in Some Landscaping Plants

Abstract

A pigment is giving for chlorophyll that it makes green color to the plants that provide the photosynthesis that the oxygen and nutrients needed for the life of other creatures are produced. Recent works have represented that the quantity of chlorophyll in landscaping plants changes with regard to various factors. The peak of these factors is a kind of plant and situation of breeding. Aim of this work is to evaluate the change of chlorophyll quantity in the species of some landscaping plant in the city centre of Sivas that are used widely in the planning and management of landscape project. The study area is Sivas that is coordinated the zone where the climate is the main of terrestrial climate and the average annual rainfall is nearly 429mm in Turkey. In the scope of the work, chlorophyll assessments were used in 5 species of plants of the total of 21 types of plants which are made the measurements in landscape works in the center of city. The results of work assessed with the help of Duncan test, and variance analysis, thus, an average which is highest and lowest chlorophyll quantities and the species of standard divisions were ascertained. It was found to be a significant difference in the 99,9% confidence level during the plants types, as the conclusions of the variance analysis. According to the results of Duncan test in 11 homogeneous groups that is accumulated the types of plants in work which is the levels of the chlorophyll. According to the results of work, the highest quantity of chlorophyll in *Elaeagnus angustifolia* which is 129,04 cci, and the highest quantity of it in *Platanus orientalis* which is 11,48 cci was founded.

Keywords: Sivas, plant, chlorophyll.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Ilknur ZEREN (Master Student); Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 37150, Kastamonu-Türkiye. Tel: +90 (366) 280 2921, Fax: +90 (366) 280 2900, E-mail: ukizeren@gmail.com

Geliş (Received) : 27.07.2017
Kabul (Accepted) : 19.08.2017
Basım (Published) : 01.12.2017

1. Giriş

Bitkiler dünyanın en önemli canlı grupları olup, diğer birçok canlı grubu için yaşamsal öneme sahiptirler. Dünyadaki canlı yaşamı bitkilere bağlıdır (Yiğit, 2016; Yigit vd., 2014). Bitkilerin bu önemi fotosentez yapabilmelerinden kaynaklanmaktadır. Bitkiler fotosentez sonucu, güneş ışığını kullanarak besin üretmektedir ki Dünyadaki yaşamsal döngü fotosentez olayına bağlıdır (Sevik vd., 2016a,b).

Fotosentez yapan yeşil bitkiler yetiştirildikleri ortamda diğer canlıların yaşaması için gerekli bir çok önemli fonksiyonu gerçekleştirirler. Bitkiler buldukları ortamda hava kirliliğinin her türüsünü azaltmakta (Cetin vd., 2017a; Cetin vd., 2017b; Sevik vd., 2017a,b; Cetin ve Sevik, 2016a; Kaya, 2009; Kaya vd., 2015; Cetin vd., 2016; Cetin, 2017), gürültüyü azaltmakta (Arıcak vd., 2016), psikolojik olarak olumlu yönde etkiler yapmakta (Cetin, 2015a,b), enerji tasarrufu sağlamaktadır (Cetin, 2015c; Cetin vd., 2017b), Bunlara ek olarak önemli bir ekonomik kaynaktırlar (Sevik, 2011; Sevik, 2012; Tunçtaner vd., 2007). Ayrıca erozyonu önlemekte (Özel vd., 2011; Sevik vd., 2016a,b), rüzgarın hızını azaltmakta, yaban hayatı ve av kaynakları için besin ve barınma imkanı sunmaktadırlar. Bitkilerin bulunduğu alanlar insanlar için önemli aktivite alanlarıdır (Ertekin ve Özel, 2010; Cetin ve Sevik, 2016b,c; Özel ve Ertekin, 2012).

Bitkilerin bu fonksiyonları yerine getirmesini sağlayan fotosentez, klorofil pigmenti sayesinde gerçekleşmektedir. Klorofil, bitkilerde renklenmeyi sağlayan en önemli pigmentlerden olup, yeşil bitkiler klorofili ve ışık enerjisini kullanarak organik bileşikler sentezlemekte, ışık enerjisini absorbe ederek kimyasal enerjiye çevirmektedir (Zeren vd., 2017a,b). Böylece klorofil sayesinde fotosentez olayı gerçekleşmektedir ki diğer bütün canlıların yaşamının doğrudan veya dolaylı olarak bağlı olduğu oksijen ve besin maddeleriböylece üretilmektedir. (Çetin, 2016a).

Bunlara ek olarak bitkiler buldukları ortama estetik değer katar. Bundan dolayı bitkiler peyzaj çalışmalarının vazgeçilmez öğeleridir. Peyzaj çalışmalarında kullanılan bitkiler pek çok estetik, sosyal, ekolojik ve ekonomik fonksiyonu bir arada sağlamaktadır (Fallahchai vd., 2013; Cetin vd., 2010; Cetin, 2015d; Sevik ve Cetin, 2016). Peyzaj çalışmalarında kullanılan bitkilerde renk özellikle estetik açıdan oldukça önemlidir. Farklı renklerdeki yapraklar kadar, farklı tonlardaki yeşil renge sahip bitkiler de estetik amaçlı kullanımlarda önem taşır. Bitkilere yeşil rengin tonunu belirleyen de yine klorofil miktarıdır (Çetin, 2016a; Kaya, 2009; Kaya vd., 2015; Cetin vd., 2016; Cetin, 2017).

Klorofil miktarı, aynı zamanda bitki sağlığının da bir göstergesi olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir (Cetin, 2016a). Ancak, klorofil miktarının fonksiyonel olarak kullanılabilmesi için öncelikle stres altında olmayan bitkilerdeki normal klorofil miktarlarının hangi düzeyde olduğunu belirlenmesi, böylece meydana gelen değişimin belirlenebilmesine bağlıdır (Zeren vd., 2017a). Bu çalışmada da Sivas ilinde peyzaj çalışmalarında kullanılan bazı odunsu bitkilerde, klorofil miktarının tür bazında değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 21 adet bitki türünde yapraklarda yapılan ölçümler ile klorofil miktarı belirlenmiş, elde edilen veriler varyans analizi ve Duncan testi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar yapılan benzer çalışmalarla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Sivas il merkezinde peyzaj çalışmalarında yoğun olarak kullanılan bazı bitkilerde klorofil miktarının değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sivas ili Türkiye’de karasal iklimin hüküm sürdüğü bölgede yer almakta olup, ortalama yıllık yağış miktarı yaklaşık 429 mm’dir (URL1, 2017). Sivas iline ait meteorolojik veriler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Sivas İlinde 1926-2016 Arasında Ölçülen Meteorolojik Veriler (URL1, 2017)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Ortalama Sıcaklık (°C)	-3.5	-2.1	2.6	8.8	13.5	17.0	20.0	20.1	16.0	10.7	4.7	-0.8
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	0.7	2.4	7.8	15.0	20.0	23.9	27.7	28.4	24.5	18.4	10.7	3.5
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-7.5	-6.4	-2.2	3.0	6.9	9.5	11.6	11.6	8.0	4.1	-0.3	-4.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	2.3	3.3	4.5	6.2	8.1	10.5	12.1	11.4	9.4	6.3	4.1	2.3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.8	12.4	13.3	13.5	13.9	8.5	2.4	2.0	4.4	7.8	9.4	12.1
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m²)	42.8	39.7	44.8	57.7	61.0	33.9	8.2	5.5	17.4	33.2	40.9	44.1
En Yüksek Sıcaklık (°C)	14.6	18.1	25.2	29.0	32.0	35.5	40.0	39.4	35.7	30.5	24.0	19.4
En Düşük Sıcaklık (°C)	-34.6	-34.4	-27.6	-11.0	-5.5	-0.6	3.0	3.2	-3.8	-9.0	-24.4	-30.2

2.2. Metot

Çalışmada Sivas il merkezindeki peyzaj çalışmalarında kullanılan; *Cotonoaster horizontalis*, *Platanus orientalis*, *Ilex aquifolium*, *Malus plumila*, *Berberis thunbergii*, *Mahonia aquifolium*, *Rhus coriaria*, *Tilia cordata*, *Betula pendula*, *Acer negundo*, *Tilia tomentosa*, *Catalpa bignonioides*, *Keolreuteria paniculata*, *Prunus ceracifera*, *Ailantus altissima*, *Syringa vulgaris*, *Fraxinus excelsior*, *Robinia pseudoacacia*, *Elaeagnus angustifolia*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer platanoides* bitki türlerinin yapraklarında klorofil ölçümleri yapılmıştır.

Ölçümler her bir birey üzerinde, yaprakların orta kısmında, damar bulunmayan alanlarda 5 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Ölçümlerin yapılmasında “Apogee CCM-200” marka klorofilmetre kullanılmış olup klorofil konsantrasyon indeksi (cci-Chlorophyll Concentration Index) ölçülmüştür. Çalışmada kullanılan klorofilmetre anlık olarak klorofil değerlerini ölçmekte ve cci biriminden vermektedir. Dolayısıyla klorofil miktarını hesaplamak için ayrıca bir işlem veya hesaplama yapmaya gerek kalmamaktadır. Aynı yöntemle daha önce de iç mekan bitkileri (Kaya, 2009; Kaya vd., 2015; Cetin vd., 2016; Cetin, 2017; Sevik vd., 2017a,b) ve peyzaj bitkilerinde de (Turkyılmaz vd., 2017; Çetin, 2016a; Cetin, 2017; Zeren vd., 2017b) çeşitli çalışmalar yürütülmüştür.

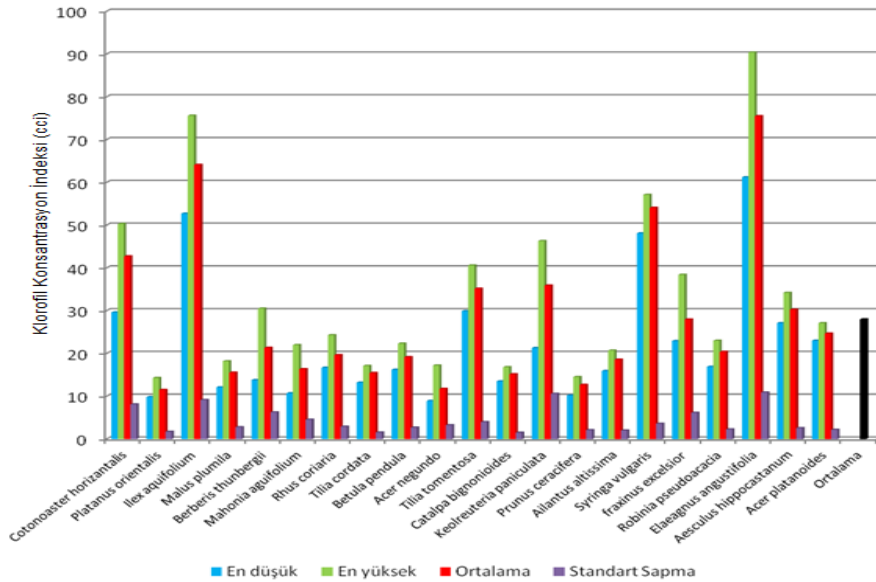
Çalışma sonucunda her bir tür için minimum, maksimum ve ortalama klorofil miktarı değerleri ile standart sapmalar hesaplanmıştır. Sonuçlar grafik şeklinde gösterilmiş ayrıca, verilere Varyans analizi ve Duncan testi uygulanarak türlerin klorofil miktarı bakımından farklılıkları istatistiki olarak değerlendirilmiş ve yorumlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan ölçümler sonucunda çalışmaya konu türlerin en düşük, en yüksek ve ortalama klorofil değerleri ile standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 2.’de verilmiştir. Tablo değerleri incelendiğinde ortalama değerlerin 11,48 cci ile 75,50 cci arasında değiştiği, en düşük değer *Platanus orientalis*’de, en yüksek değer ise *Elaeagnus angustifolia*’da hesaplandığı görülmektedir. Çalışmaya konu türlerin ortalama klorofil miktarı 27,99 cci olarak hesaplanmıştır. Çalışılan türlerden *Platanus orientalis*’dan sonra en düşük değerler *Acer negundo* (11,72 cci) ve *Prunus ceracifera* (12,68 cci) da belirlenmiştir. *Elaeagnus angustifolia*’dan sonra en yüksek değerler ise *Ilex aquifolium* (64,12 cci) ve *Syringa vulgaris* (54,08 cci) de ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre, en yüksek değere sahip *Elaeagnus angustifolia*’nın en düşük değere sahip *Platanus orientalis*’in klorofil miktarının yaklaşık 6,58 katı klorofil miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Tablo1’deki verilerin daha rahat değerlendirilebilmesi amacıyla Tablo 2’deki veriler grafik olarak Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 2. Türlerin Klorofil Miktarları

	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart Sapma
<i>Cotonoaster horizontalis</i>	29,6	50,3	42,70	8,10
<i>Platanus orientalis</i>	9,8	14,3	11,48	1,71
<i>Ilex aquifolium</i>	52,7	75,6	64,12	9,15
<i>Malus plumila</i>	12,1	18,2	15,52	2,77
<i>Berberis thunbergii</i>	13,8	30,5	21,32	6,25
<i>Mahonia aguifolium</i>	10,7	22,0	16,34	4,54
<i>Rhus coriaria</i>	16,7	24,3	19,64	2,91
<i>Tilia cordata</i>	13,2	17,1	15,44	1,52
<i>Betula pendula</i>	16,2	22,3	19,16	2,68
<i>Acer negundo</i>	8,9	17,2	11,72	3,25
<i>Tilia tomentosa</i>	29,9	40,6	35,16	3,96
<i>Catalpa bignonioides</i>	13,5	16,8	15,16	1,51
<i>Keolreuteria paniculata</i>	21,3	46,3	35,90	10,57
<i>Prunus ceracifera</i>	10,2	14,5	12,68	2,10
<i>Ailantus altissima</i>	15,9	20,7	18,58	2,00
<i>Syringa vulgaris</i>	48,1	57,1	54,08	3,59
<i>fraxinus excelsior</i>	22,9	38,4	27,96	6,14
<i>Robinia pseudoacacia</i>	16,9	23,0	20,38	2,26
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	61,2	90,4	75,50	10,87
<i>Aesculus hippocastanum</i>	27,1	34,2	30,24	2,57
<i>Acer platanoides</i>	23,0	27,1	24,68	2,16
ORTALAMA			27,99	



Şekil 1. Çalışmaya Konu Türlerin Klorofil Miktarları (cci)

Çalışmada çalışılan türler içinde klorofil miktarı açısından istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir farklılık olup olmadığını belirlemek amacıyla verilere Varyans analizi uygulanmış ve hesaplanan klorofil miktarı bakımından türler içinde, istatistiki olarak %99,9 güven seviyesinde anlamlı farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. Türlerin

klorofil miktarı bakımından nasıl gruplandığını belirlemek amacıyla verilere Duncan testi yapılmış ve veri sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Türlerin Klorofil Miktarı Bakımından Duncan testi sonuçları

Tür	Klorofil (cci)	Grup				
<i>Platanus orientalis</i>	11,48	a				
<i>Acer negundo</i>	11,72	a				
<i>Prunus ceracifera</i>	12,68	a	b			
<i>Catalpa bignonioides</i>	15,16	a	b	c		
<i>Tilia cordata</i>	15,44	a	b	c		
<i>Malus plumila</i>	15,52	a	b	c		
<i>Mahonia aquifolium</i>	16,34	a	b	c		
<i>Ailantus altissima</i>	18,58	a	b	c	d	
<i>Betula pendula</i>	19,16	a	b	c	d	
<i>Rhus coriaria</i>	19,64		b	c	d	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	20,38			c	d	
<i>Berberis thunbergii</i>	21,32			c	d	e
<i>Acer platanoides</i>	24,68			d	e	f
<i>fraxinus excelsior</i>	27,96				e	f
<i>Aesculus hippocastanum</i>	30,24				f	g
<i>Tilia tomentosa</i>	35,16					g
<i>Keolreuteria paniculata</i>	35,90					g
<i>Cotonoaster horizontalis</i>	42,70					h
<i>Syringa vulgaris</i>	54,08					i
<i>Ilex aquifolium</i>	64,12					j
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	75,50					k
F	58,039***					

Tablo 3 incelendiğinde türlerin 11 homojen grupta toplandığı, en düşük değerlere sahip *Platanus orientalis* ve *Acer negundo* nun sadece ilk homojen grupta yer aldığı, en yüksek değerlere sahip *Cotonoaster horizontalis*, *Syringa vulgaris*, *Ilex aquifolium* ve *Elaeagnus angustifolia* nin ise her birinin ayrı bir homojen grup oluşturduğu görülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Elde edilen verilere uygulanan Varyans analizi sonuçlarına gösteriyor ki türler içinde %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. Verilere Duncan testi uygulanmış ve Duncan testi sonucunda türler klorofil miktarı bakımından 11 homojen grupta toplanmıştır. Bu durum klorofil miktarı bakımından türler

arasında önemli düzeyde farklılık bulunduğunun belirtisidir. Nitekim çalışma sonucunda, çalışmaya konu türlerin klorofil miktarının 11,48 cci ile 75,50 cci arasında değiştiği, *Elaeagnus angustifolia*'da ölçülen klorofil miktarının *Platanus orientalis*'de ölçülen klorofil miktarının yaklaşık 6,58 katı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, klorofil konusunda yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Zeren vd., (2017a) çalışmalarında en yüksek klorofil değerine sahip *Citrus reticulata*'nın en düşük klorofil değerine sahip *Prunus ceracifera*'nın klorofil miktarının yaklaşık 7,4 katı klorofil miktarına sahip olduğunu belirtmektedir. Benzer şekilde Çetin (2016a) iç mekan bitkileri üzerinde yaptığı çalışmada *Begonia coccinea*'da 11,86 cci olan ortalama klorofil miktarının *Ficus elastica*'da 145,12 cci olduğunu ve bu türler arasında 10 kattan fazla fark bulunduğunu belirtmiştir.

Bitkilerin morfolojik, anatomik, fizyolojik ve fenolojik karakterlerin, çevresel ve genetiksel faktörlere bağlı olarak değiştiği bilinmektedir (Sevik vd., 2017a,b; Ozel ve Ertekin, 2011; Kırdar vd., 2010; Özel ve Bilir, 2016; Kantarcı vd., 2011; Ertuğrul vd., 2014). Yapraklardaki klorofil miktarının da çevresel faktörden etkilenecek şekilde değişiklik gösterdiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Gond vd., 2012; Kaya, 2009; Kaya vd., 2015; Cetin vd., 2016; Cetin, 2017). Bu faktörler arasında yetiştirme yeri koşulları ve özellikle ışığa bağlı faktörler öne çıkmaktadır (Dai vd., 2009; Özel ve Ertekin, 2010; Cetin 2017).

Bitkilerde, diğer morfolojik ve anatomik karakterlerde olduğu gibi, klorofil içeriğinin de iklimatik faktörler yanında edafik faktörlere bağlı olarak da değiştiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Özel, 2008). Yapılan çalışmalar klorofil miktarının topraktaki magnezyum, demir, humik asit, azot, civa, bakır, kadmiyum ve kurşun gibi maddelerle ilişkili olduğu belirlenmiştir (Çelebi vd., 2011; Cetin, 2017).

Bitkilerin dış görünüşleri yani fenotipleri, genetik yapıları ile çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu şekillenmektedir (Sevik ve Topacoglu, 2015; Yigit vd., 2016a; Fallahchai vd., 2013). Bitkilerin diğer karakterleri gibi, klorofil içeriği de genetik yapıya bağlı olarak da değişmektedir (Taner ve Sade, 2005). Bu güne kadar yapılan çalışmalar bitkilerin fenotiplerinin tür yanında orijine bağlı olarak da değiştiğini ortaya koymaktadır (Şevik, 2010). Dolayısıyla klorofil miktarı türler arasında farklılık gösterdiği gibi tür içinde alt tür, orijin, varyete, ve formlara bağlı olarak da farklılıklar gösterebilir (Canova vd., 2008; Zeren, 2017a,b). Bunların yanında yaprak yapısının da klorofil miktarını belirleyen önemli etkenlerden olduğu, poliploid bitkilerin klorofil miktarının diploidlere göre daha fazla olduğu belirtilmektedir (Tepe, 2002). Bunların dışında bitkilerdeki klorofil miktarının vejetasyon dönemi içerisinde zamana bağlı olarak da değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (Zavoruev and Zavorueva, 2002; Cetin vd., 2016; Cetin, 2017; Sevik vd., 2017a,b).

Bu değişiklikler bitkilerin normal hayat seyri esnasında gösterdiği değişikliklerdir. Bunların dışında bitkilerdeki klorofil miktarı dış kaynaklı çeşitli faktörlere bağlı olarak da değişebilmektedir. Bu faktörlerin en önemlisi stres faktörleridir. Stres faktörleri bitki yapısında önemli değişiklikler meydana getirebilmektedir. Don stresi, kuraklık stresi, tuz stresi, hava kirliliği, manyetik alanlar vb. stres faktörleri bitkilerin anatomik, morfolojik, fenolojik ve fizyolojik yapısını etkilediği gibi klorofil miktarını da önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Yigit vd., 2016b; Özel vd., 2010; Topacoglu vd., 2016; Sevik ve Cetin, 2015; Ozel vd., 2015).

Dünya'da yaşanan süreç, hava, su ve toprağın kirlenmesine, ekolojik dengenin bozulmasına, doğanın tahrip olmasına sebep olmaktadır (Kulaç, 2016; Cetin, 2016b,c). Bu işlemlerde bitkiler de ileri düzeyde etkilenmiş hatta pek çok tür yok olma tehlikesi ile yüz yüze kalmıştır. Bu sebeple bitki sağlığına yönelik çalışmalar da son dönemde önem kazanmıştır. Bu güne kadar yapılan çalışmalar pratik olarak kısa bir süre içerisinde yapılabilen klorofil miktarı tayininin, uygulamada pek çok alanda kullanılabileceğini göstermektedir (Zeren vd., 2017a,b; Guney vd., 2016). Bitkinin su stresinin belirlenmesi (Demirel vd., 2010), soğuğa toleransının belirlenmesi (Perks vd., 2004), ozon zararının tespiti (Knudson, 1977) bu uygulama alanlarından bazılarıdır. Ancak, klorofil miktarı yukarıda açıklandığı üzere pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir ve bundan dolayı klorofil miktarındaki değişimin uygulamada yeterince kullanılabilmesi için konu ile ilgili çalışmaların artırılarak, geliştirilerek ve çeşitlendirilerek devam etmesi ve ekolojik koşulların değiştiği her bölge için ayrı ayrı yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. **Arıcak B, Enez K, Özer 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), 177-185.
2. **Canova I, Durkovic J, Hladka D. (2008).** Stomatal and chlorophyll fluorescence characteristics in European beech cultivars during leaf development. *Biologia Plantarum*. 2008; 52 (3): 577-581.

3. **Cetin M, Topay M, Kaya LG, Yılmaz B. (2010).** Efficiency of bioclimatic comfort in landscape planning process: case of Kutahya. Suleyman Demirel University, Journal of Forest Faculty Serial A, 83-95.
4. **Cetin M. (2015a).** Chapter 55: Using Recycling Materials for Sustainable Landscape Planning. Environment and Ecology at the Beginning of 21st Century. Ed.: Prof. Dr. Recep Efe, Prof. Dr. Carmen Bizzarri, Prof. Dr. İsa Cürebal, Prof. Dr. Gulnara N. Nyusupova, ST. Kliment Ohridski University Press, Sofia; 2015a. p. 783-788, ISBN: 978-954-07-3999-1.
5. **Cetin M. (2015b).** Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu City. Environmental Monitoring and Assessment. 2015b; 187 (10): 640. DOI: 10.1007/s10661-015-4861-3
6. **Cetin M. (2015c).** Evaluation of the sustainable tourism potential of a protected area for landscape planning: a case study of the ancient city of Pompeipolis in Kastamonu. International Journal of Sustainable Development & World Ecology. 2015c; 22 (6): 490-495. DOI: 10.1080/13504509.2015.1081651
7. **Cetin M. (2015d).** Consideration of permeable pavement in landscape architecture. Journal of Environmental Protection and Ecology 16 (1), 385-392.
8. **Çetin M. (2016a).** Peyzaj Çalışmalarında Kullanılan Bazı Bitkilerde Klorofil Miktarının Değişimi. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 16(1). 239-245.
9. **Cetin M. (2016b).** Sustainability of urban coastal area management: A case study on Cide. Journal of Sustainable Forestry 35 (7), 527-541.
10. **Cetin M. (2016c).** 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.
11. **Cetin M, Sevik H. (2016a).** The Change of Air Quality in Kastamonu City in Terms of Particulate Matter and CO₂ Amount. Oxidation Communications, 39 (4-II), 3394-3401.
12. **Cetin M, Sevik H. (2016b).** Measuring the Impact of Selected Plants on Indoor CO₂ Concentrations. Pol. J. Environ. Stud. 25(3), 973-979.
13. **Cetin M, Sevik H. (2016c).** Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey. Environmental monitoring and assessment, 188(1), 1-10.
14. **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
15. **Cetin M. (2017).** Change in Amount of Chlorophyll in Some Interior Ornamental Plants, Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences 3(1):11-19.
16. **Cetin M, Sevik H, Isınkaralar K. (2017a).** 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.
17. **Cetin M, Sevik H, Saat A. (2017b).** Indoor air quality: The samples of Safranbolu Bulak Mencilis Cave. Fresenius Environmental Bulletin, 26 (10): 5965-5970.
18. **Çelebi ŞZ, Arvas Ö, Çelebi R, Yılmaz İH. (2011).** Assessment as Establishing Fertilizer of Biosolid in a Sod Establishment with Creeping Red Fescue (*Festuca rubra* var. *rubra*). Ekoloji. 2011; 20, 78, 18-25.
19. **Dai Y, Shen Z, Liu Y, Wang L, Hannaway D, Lu H. (2009).** Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg, Environmental and Experimental Botany, 65(2-3) pp 177-182.
20. **Demirel K, Genç L, Çamoğlu G, Aşık Ş. (2010).** Assessment of water stress using Chlorophyll readings and leaf water content for Watermelon, Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, 7(3), 155-162.
21. **Ertekin M, Özel HB. (2010).** Çorum Yöresi erozyonla mücadele kapsamında yapılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmaları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18), 77-85.
22. **Ertuğrul M, Varol T, Özel HB. (2014).** Climate changes in prospect for the West Black Sea Forests. *International Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 16(23-24), 35-43.
23. **Fallahchai MM, Özel HB, Payam H. (2013).** The comparison of the natural stands quantitative characteristics in managed and non-managed areas in caspian sea coastal forests. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1-10.
24. **Gond, V., DePury, DGG, Veroustraete, F., Ceulemans, R. (2012).** Seasonal Variations in Leaf Area Index, Leaf Chlorophyll, and Water Content; Scaling-up to Estimate fAPAR and Carbon Balance in a Multilayer, Multispecies Temperate Forest, *Tree Physiology*, 19, pp 673-679.
25. **Güney K, Cetin M, Sevik H, Güney BK. (2016).** Influence of germination percentage and morphological properties of some hormones practice on *Lilium martagon* L. seeds, *Oxidation Communications* 39: (1-II), 466-474.
26. **Kantarıcı MD, Özel HB, Ertekin M, Kırdar E. (2011).** Konya-Karapınar kara kumulu ağaçlandırmalarında kullanılan altı ağaç türünün bozkır yetişme ortamına uyumu konusunda bir değerlendirme. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(19), 107-127.

27. **Kaya LG. (2009).** Assessing Forests and Lands with Carbon Storage and Sequestration Amount by Trees in the State of Delaware USA, *Scientific Research and Essays*, 10(4), 1100-1108.
28. **Kaya LG, Cetin M, Doygun H. (2015).** A Holistic Approach in Analyzing the Landscape Potential: Porsuk Dam Lake and Its Environs, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 18 (8): 1525-1533.
29. **Kırdar E, Özel HB, Ertekin M. (2010).** Effects of pruning on height and diameter growth at stone pine (*Pinus pinea* L.) afforestations. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18), 1-10.
30. **Knudson LL, Tibbitts TW, Edward GE. (1977).** Measurement of Ozone Injury by Determination of Chlorophyll Concentration. *Plant Physiology*. 60, 606-608.
31. **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.
32. **Özel HB. (2008).** Bartın-Ardıç Yöresindeki Orman Restorasyonu Uygulamalarının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi. *Ekoloji Dergisi*, 17(69). 14-19
33. **Özel HB, Ertekin M. (2010).** Investigation of Relationship between some climate factors and height increment in Black Pine (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) and Scotch Pine (*Pinus sylvestris* L.) afforestations in the Devrek-Akçasu District, *Ecological Life Sciences*, 5(4): 376-389.
34. **Özel HB, Ertekin M, Yilmaz M, Kırdar E. (2010).** Factors affecting the success of natural regeneration in oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) forests in Turkey. *ACTA Silvatica et Lignaria Hungarica: an International Journal in Forest, Wood and Environmental Sciences*, 6, 149-159.
35. **Özel HB, Ertekin M, Kırdar E, Demirci A. (2011).** Bartın-Arıtt yöresi Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) doğal gençleştirme alanlarında 23 yıllık büyüme durumunun değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(20), 59-70.
36. **Ozel HB, Ertekin M. (2011).** Growth models in investigating oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) juvenilities growth performance in the Western Black Sea in Turkey (Devrek-Akçasu Case Study). *Romanian Biotechnological Letters*, 16(1), 5850-5857.
37. **Özel HB, Ertekin M. (2012).** The change of stand structure in Uludağ fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* Mattf.) forests along an altitudinal gradient. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(3): 96-104.
38. **Ozel HB, Kırdar E, Bilir N. (2015).** The effects of magnetic field on germination of the seeds of oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) and growth of seedlings. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, 61(3): 195-206.
39. **Özel HB, Bilir N. (2016).** Effects of light and moisture on growth and morphological characteristics of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) seedlings in the western blacksea region in Turkey. *Agriculture & Forestry/Poljoprivreda i Sumarstvo*, 62(1):65-69.
40. **Perks MP, Osborne BA, Mitchell DT. (2004).** Rapid predictions of cold tolerance in Douglas-fir seedlings using chlorophyll fluorescence after freezing. *New Forests*, 28(1), pp 49-62.
41. **Şevik H. (2010).** Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf) Populasyonlarında Genetik Çeşitliliğin Yapılanması, Doktora Tezi, KTU Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 151 s.
42. **Sevik H. (2011).** Dallanma Karakterleri Bakımından Noel Ağacı Üretimine Uygun Uludağ Göknaarı Populasyonlarının Belirlenmesi, *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 11 (1): s. 102-107, Kastamonu.
43. **Sevik H. (2012).** Variation in seedling morphology of Turkish fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf), *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(23), 6389-6395.
44. **Sevik H, Cetin M. (2015).** Effects of Water Stress on Seed Germination for Select Landscape Plants, *Pol.J.Enviro.Stud.*, 24(2), 689-693.
45. **Sevik H, Topacoglu O. (2015).** Variation and Inheritance Pattern in Cone and Seed Characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for evaluation of genetic diversity. *Journal of Environmental Biology* 36 (5): 1125-1130.
46. **Sevik H, Cetin M. (2016).** Effects of some hormone applications on germination and morphological characters of endangered plant species *Lilium artvinense* L. Onion scales. *Bulgarian Chemical Communications* 48 (2), 256-260.
47. **Sevik H, Cetin M, Işınkaralar K. (2016a).** Bazı İç Mekan Süs Bitkilerinin Kapalı Mekanlarda Karbondioksit Miktarına Etkisi. *Düzce Un. Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(2): 493-500.
48. **Sevik H, Cetin M, Kapucu Ö. (2016b).** Effect of Light on Young Structures of Turkish Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana*). *Oxidation Communications* 39 (1-II): 485-492.
49. **Sevik H, Ahmaida EA, Cetin M. (2017a).** Chapter 31: Change of the Air Quality in the Urban Open and Green Spaces: Kastamonu Sample, "Ecology, Planning and Design", ISBN: 978-954-07-4270-0, Chapter 31, p: 409-422, St. Kliment Ohridski University Press, Sofia.

50. **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. *Bormmulleriana* Mattf.). Fresenius Environmental Bulletin, 26 (11): 6579-6587.
51. **Taner S, Sade B. (2005).** Low temperature effect of cereal (A review). Journal of Crop Research, 2; 19-28.
52. **Tepe Ş, Ellialtıoğlu Ş, Yenice N, Tıprıdamaz, R. (2002).** Obtaining Poliploid Mint (*Mentha longifolia* L.) Plants with In Vitro Colchicine Treatment. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 15(2):63-69.
53. **Topacoglu O, Sevik H, Akkuzu E. (2016).** Effects of water stress on germination of *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Arnold. Seeds. Pakistan Journal of Botany. 48(2): 447-453.
54. **Tunçtaner K, Özel HB, Ertekin M. (2007).** Bartın Yöresindeki Ağaçlandırma Alanlarında Kullanılan Yerli ve Yabancı Türlerin Adaptasyon Yetenekleri Üzerine Araştırmalar. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 9(11): 11-225.
55. **Turkyilmaz A, Sevik H, Cetin M. (2017).** The Use of Perennial Needles as Biomonitors for Recently Accumulated Heavy Metals. Landscape and Ecological Engineering. (In Press), 2017, DOI: 10.1007/s11355-017-0335-9
56. **URL1 (2017).** Erisim tarihi 13 Haziran 2017 <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=S>
57. **Yigit N, Öztürk A, Sevik H. (2014).** Ecological impact of urban forests (Example of Kastamonu urban forest). International Journal of Engineering Sciences & Research Technology. 2014; 3 (12): 558-562.
58. **Yigit N. (2016).** Micromorphological Studies on Plants and Their Importance, "Developments in Science and Engineering". Editors: Recep Efe, Lia Matchavariani, Abdulkadir Yaldir, Laszlo Levai. ISBN 978-954-07-4137-6, Sofia.
59. **Yigit N, Sevik H, Cetin M, Gul L. (2016a).** 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.
60. **Yigit N, Sevik H, Cetin M, Kaya N. (2016b).** Chapter 3: Determination of the Effect of Drought Stress on the Seed Germination in Some Plant Species. Intech open. Water Stress in Plants, Eds: İsmail Mofizur Rahman, Zinnat Ara Begum, Hiroshi Hasegawa, isbn: 978-953-51-2621-8, pp: 43-62 (126).
61. **Zavoruev VV, Zavorueva EN. (2002).** Changes in the Ratio Between the Peaks of Red Chlorophyll Fluorescence in Leaves of *Populus balsamifera* During Vegetation, Doklady Biochemistry and Biophysics, 387, 1-6
62. **Zeren I, Cesur A, Saleh EAA, Mossi MMM. (2017a).** Variation of Chlorophyll Amount in Some Landscape Plants: a case study of Rize, Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences, 7(3): 807-817.
63. **Zeren I, Cesur A, Keskin R, Akarsu H. (2017b).** Bazı Peyzaj Bitkilerinde Klorofil Miktarının Değişimi: Samsun Örneđi, Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences (In Press).