



***Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton Yapraklarında Klorofil, Renk ve Sıcaklık İlişkilerinin İncelenmesi**

Türker OĞUZTÜRK *

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Rize/Türkiye

Geliş Tarihi: 24.01.2026

Basım Tarihi: 24.02.2026

Atıf yapmak için: **Oğuztürk, T. (2026).** *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton Yapraklarında Klorofil, Renk ve Sıcaklık İlişkilerinin İncelenmesi. *Anadolu Çev. Hay. Bil. Derg.*, **11**, 1-7. <https://doi.org/10.35229/jaes.1870719>
How to cite: **Oğuztürk, T. (2026).** Investigation of the Relationships Between Chlorophyll, Color, and Temperature in *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton Leaves. *J. Anatolian Environ. Anim. Sci.*, **11**, 1-7. <https://doi.org/10.35229/jaes.1870719>



***Sorumlu yazar:**

Türker OĞUZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi,
Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj
Mimarlığı Bölümü, Rize/Türkiye
✉: turker.oguzturk@erdogan.edu.tr

Öz: Bu çalışma, *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton yapraklarında klorofil içeriği ile CIELab renk parametreleri (L^* , a^* , b^*) ve sıcaklık arasındaki ilişkileri iki farklı zaman diliminde (13:30 ve 18:00) eşleştirilmiş ölçüm tasarımıyla değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Korelasyon analizleri, her iki zaman diliminde de b^* ekseninin klorofil ile güçlü ve negatif yönlü ilişkili olduğunu göstermiştir. Çoklu doğrusal regresyon sonuçları, 18:00 saatlerinde açıklayıcılığın arttığını ($R^2=0.706$) ve b^* eksenine ek olarak a^* eksenini ile sıcaklığın da klorofil için anlamlı katkı sağlayan değişkenler hâline geldiğini göstermiştir. Buna karşın 13:30 modeli daha düşük açıklayıcılığa sahiptir ($R^2=0.335$) ve yalnızca b^* eksenini anlamlı bulunmuştur. Bulgular, yaprak pigmentlerinin optik yansımalarının gün içi termal ve ışık koşullarından etkilendiğini ve akşam saatlerinde yapılan renk ölçümlerinin klorofil tahmininde daha güçlü performans sergilediğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, CIELab renk uzayının klorofil içerik değerlendirmesinde kullanılabilir olduğu ve ölçüm zamanının optik tahmin doğruluğunda belirleyici bir faktör olabileceği ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: CIELab, klorofil, *Pittosporum tobira*, sıcaklık, yaprak rengi.

Investigation of the Relationships Between Chlorophyll, Color, and Temperature in *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton Leaves



***Corresponding author's:**

Türker OĞUZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of
Engineering and Architecture, Department of
Landscape Architecture, Rize/Türkiye
✉: turker.oguzturk@erdogan.edu.tr

Abstract: This study aimed to evaluate the relationships between chlorophyll content, CIELab color parameters (L^* , a^* , b^*), and temperature in *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton leaves using a paired-measurement design at two different time points (13:30 and 18:00). Correlation analyses indicated that the b^* axis exhibited a strong and negative association with chlorophyll at both time points. Multiple linear regression results showed that the explanatory power increased at 18:00 ($R^2 = 0.706$), and in addition to the b^* axis, the a^* axis and temperature also became significant contributing variables for chlorophyll. In contrast, the 13:30 model exhibited a lower explanatory power ($R^2 = 0.335$), with only the b^* axis identified as a significant predictor. These findings suggest that the optical reflectance of leaf pigments is influenced by diurnal thermal and light conditions, and that color measurements taken in the evening provide better performance for estimating chlorophyll content. Overall, the results demonstrate the usability of the CIELab color space for chlorophyll assessment and highlight measurement time as a determining factor for improving optical estimation accuracy.

Keywords: CIELab, chlorophyll, *Pittosporum tobira*, temperature, leaf color.

GİRİŞ

Pittosporum tobira (Thunb.) W.T. Aiton, Pittosporaceae familyasına ait, anavatanı Doğu Asya olan ve özellikle Japonya ile Çin'in bazı bölgelerinde doğal yayılış gösteren bir süs bitkisidir (Xiangyun & Deshun, 1992; Gilman, 2007). “Yıldız Çalısı” ve “Pitos” olarak da adlandırılan bu tür, parlak ve deri yaprakları, kompakt gelişim formu ve düşük bakım gereksinimi nedeniyle

günümüzde farklı iklim bölgelerinde yaygın olarak peyzaj düzenlemelerinde kullanılmaktadır (Gilman, 2007; Scheiber vd., 2007). Türün geniş ekolojik toleransı, onu özellikle kentsel yeşil alanlar, sınır bitkilendirmeleri ve çit uygulamaları için tercih edilen bir peyzaj elemanı hâline getirmektedir (Chimona & Rhizopoulou, 2017; Zhang vd., 2019; Ercan Oğuztürk vd., 2023; Pulatkan & Ercan Oğuztürk, 2024). Bitkilerde yaprak rengi ve görünümü, başta klorofil olmak üzere karotenoidler ve antosiyaninler

gibi fotosentetik ve yardımcı pigmentlerin miktarı ve bileşimi ile doğrudan ilişkilidir (García-Plazaola vd., 2017; Liu vd., 2021; Wang vd., 2023; Han vd., 2024; Chukunda & Okonwu, 2024). Bu pigmentlerin sentezi ve degradasyonu çevresel faktörlere, özellikle ışık yoğunluğu ve süresine duyarlıdır. Klorofil sentezi bitkilerin fotosentetik kapasitesinde kritik bir rol oynarken, bu sürecin gün boyunca değişkenlik gösterdiği ve çoğu bitki türünde diurnal bir ritim izlediği bilinmektedir (Locke vd., 2018). Işık koşullarındaki değişimlerin, klorofil sentezinden sorumlu genlerin ifadesi ve enzim aktiviteleri üzerinde belirleyici olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Pulatkan vd., 2010; Pan vd., 2015; Yüksek vd., 2020; Lu vd., 2021). Literatürde, gün ortası saatlerinde klorofil düzeylerinin genellikle daha yüksek değerlere ulaştığı, günün ilerleyen saatlerinde ise ışık şiddetinin azalmasına bağlı olarak klorofil miktarında düşüş gözlemlenebildiği bildirilmektedir (Sargent, 1940; Wang vd., 2025). Bu durum, bitkilerin içsel biyolojik saatleri ile çevresel ışık sinyalleri arasındaki etkileşimin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Fotoreseptörlerin ışık sinyallerine verdiği yanıtlar, klorofil sentezini ve fotosentetik etkinliği düzenleyerek gün içi pigment dalgalanmalarına neden olmaktadır (Pan vd., 2015). Yaprak pigmentlerindeki bu değişimler, yalnızca fizyolojik düzeyde değil, aynı zamanda yaprak renginde de ölçülebilir farklılıklara yol açmaktadır. CIELab renk uzayı parametreleri (L^* , a^* , b^*), yaprak renginin nicel olarak değerlendirilmesinde yaygın şekilde kullanılan bir yöntemdir. L^* değeri yaprağın açıklık-koyuluk durumunu, a^* yeşil-kırmızı eksenini, b^* ise mavi-sarı eksenini temsil etmektedir. Günlük ışık döngüsüne bağlı olarak pigment sentezindeki değişimler, bu renk parametrelerinde anlamlı dalgalanmalara neden olabilmektedir (Owen & López, 2017; Agarwal vd., 2024). Araştırmalar, yüksek ışık koşullarında klorofil içeriğinin artmasının yaprak renginin daha koyu ve yeşil algılanmasına yol açtığını, buna karşılık ışık şiddetinin azalmasıyla birlikte klorofil degradasyonunun başlayarak renk değerlerinde değişim oluşturduğunu göstermektedir (Hu vd., 2020; Çelebioğlu vd., 2024). Ayrıca antosiyanin gibi ikincil pigmentlerin ışık ve stres koşullarına bağlı olarak sentezlenmesi, yaprak renginin a^* ve b^* parametreleri üzerinden değişmesine katkı sağlamaktadır (Wang vd., 2018; Ma vd., 2019; Tang vd., 2020).

Bu bağlamda, *Pittosporum tobira* gibi peyzajda yaygın kullanılan bir türde, gün içi klorofil değişimlerinin renk parametreleri ile birlikte değerlendirilmesi, bitkinin fizyolojik durumunun hızlı ve temassız yöntemlerle izlenebilmesi açısından önem taşımaktadır. Ancak literatürde, *Pittosporum tobira* yapraklarında klorofil içeriği ile CIELab renk parametreleri arasındaki ilişkinin gün içi varyasyonlar bağlamında ele alındığı çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışma, *Pittosporum tobira* yapraklarında gün içi klorofil değişimi ile renk parametreleri (L^* , a^* , b^*)

arasındaki ilişki eşleştirilmiş ölçümlerle ortaya konulması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal: Bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi (RTEÜ) sera alanında bulunan *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton bitkisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, yaklaşık 80 cm boyunda ve 4 yaşında olan tek bir *Pittosporum tobira* bireyinde yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bitki, 41°02'12"N enlemi ve 40°29'44"E boylamında, deniz seviyesinden 45,72 m rakımda yer almaktadır. Çalışmada toplam 30 adet yaprak materyal olarak kullanılmıştır. Her bir yaprakta klorofil içeriği ile renk parametreleri aynı yaprak bölgesinden ölçülmüş ve böylece yaprak içi varyasyonun ölçümler üzerindeki etkisi azaltılmıştır. Yapraklardaki klorofil içeriği, taşınabilir klorofil ölçüm cihazı Apogee MC-100 kullanılarak $\mu\text{mol m}^{-2}$ biriminde ölçülmüştür. Yaprak yüzey sıcaklıklarının ölçümünde UT165 A model termal kamera kullanılmıştır. Yaprak renk parametreleri ise CIELab renk uzayında ölçüm yapabilen Veykolor marka renk ölçüm cihazı ile tespit edilerek L^* , a^* ve b^* değerleri kayıt altına alınmıştır.

Metot: Çalışmada *Pittosporum tobira* (Thunb.) W.T. Aiton bitkisinin yapraklarında sıcaklık, klorofil içeriği ve CIELab renk parametreleri (L^* , a^* , b^*) arasındaki ilişkileri değerlendirmek amacıyla eşleştirilmiş ölçüm tasarımı kullanılmıştır. Ölçüm öncesinde çalışmaya dahil edilen yapraklar bitki üzerinde numaralandırılmış, ölçüm noktaları işaretlenmiş ve böylece her yaprağa ait verilerin aynı yaprak bölgesinden tekrarlanabilir şekilde alınması sağlanmıştır. Klorofil, sıcaklık ve renk ölçümleri aynı gün içerisinde 13:30 ve 18:00 saatlerinde gerçekleştirilmiştir. Tüm yapraklar bitkinin aynı bakı (Güneybatı) yönünde yer alan yapraklar arasından seçilerek ışık koşulları ve mikroklimatik farklılıkların etkisi sınırlandırılmıştır. Her bir yaprakta önce yüzey sıcaklığı, ardından klorofil içeriği ve son olarak renk parametreleri ölçülmüş ve elde edilen değerler kayıt altına alınmıştır. Çalışmada toplam 30 yaprakta ölçüm alınmış olup her bir yaprak için iki zaman noktasında gerçekleştirilen ölçümler eşleştirilmiş veri seti olarak değerlendirilmiştir. Verilerin dağılım özellikleri Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Öğlen saatinde (13:30) bazı değişkenlerin normal dağılım göstermemesi nedeniyle bu zaman diliminde değişkenler arası ikili ilişkiler Spearman sıra korelasyon katsayısı ile analiz edilmiştir. Akşam saatinde (18:00) tüm değişkenlerin normal dağılım varsayımını sağlaması üzerine bu zaman dilimindeki ikili ilişkiler Pearson korelasyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Ayrıca her iki zaman dilimi için sıcaklık, renk parametreleri ve klorofil arasındaki birleşik etkiyi incelemek amacıyla çoklu doğrusal regresyon analizi uygulanmıştır. Bu analizde bağımlı değişken olarak klorofil, bağımsız değişkenler

olarak ise sıcaklık ile CIELab parametreleri (L^* , a^* , b^*) modele dahil edilmiştir. Çoklu doğrusal regresyon analizinde model varsayımları değerlendirilmiştir. Artıkların normal dağılımı ve doğrusal ilişki varsayımları grafiksel incelemeler (normal olasılık grafikleri ve artık dağılım grafikleri) ile kontrol edilmiştir. Çoklu bağlantı (multicollinearity) varsayımı ise VIF ve Tolerance değerleri ile test edilmiştir. Tüm analizler %95 güven aralığında ($\alpha = 0.05$) gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Çalışmada klorofil, sıcaklık ve CIELab renk parametrelerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’te verilmiştir. Ölçümler öğle (13:30) ve akşam (18:00) saatlerinde gerçekleştirildiğinden her iki zaman dilimi için ayrı değerler raporlanmıştır. Öğle saatinde (13:30) yaprak yüzey sıcaklığı ortalama $33,1^{\circ}\text{C}$ olup geniş bir varyasyon göstermiştir ($SD=10,20$; $\min=20,0$ – $\max=50,0$). Aynı saat diliminde klorofil değerleri ortalama $293,09 \mu\text{mol m}^{-2}$ düzeyinde gerçekleşmiş ve renk parametreleri CIELab

sisteminde $L^*=38,41$, $a^*=-7,27$, $b^*=25,36$ ortalama değerleri ile karakterize edilmiştir. Akşam saatinde (18:00) yaprak sıcaklığı belirgin şekilde daha düşük ve daha dar bir dağılım göstermiştir ($\text{Ort.}=17,30^{\circ}\text{C}$; $SD=3,86$; $\min=10,5$ – $\max=25,7$). Klorofil değerlerinin akşam ölçümünde benzer şekilde yüksek bir seviyede ($\text{Ort.}=288,36$; $SD=36,49$) olduğu, $L^*(\text{Ort.}=38,01)$, $a^*(\text{Ort.}=-7,78)$ ve $b^*(\text{Ort.}=25,75)$ parametrelerinin ise öğle saatindeki ölçümlere yakın değerlerde seyrettiği görülmüştür (Tablo 1).

Öğle saatinde sıcaklık ile klorofil arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir ($p=0,176$, $p=0,353$). Klorofil ile CIELab parametreleri arasında ise anlamlı ve negatif yönlü ilişkiler tespit edilmiştir. Özellikle b^* eksen ile klorofil arasında güçlü negatif korelasyon bulunmuştur ($p = -0,752$, $p<0,001$). Benzer şekilde L^* parametresi ile klorofil arasında da negatif ilişki görülmüştür ($p = -0,549$, $p=0,002$). Öğle saatinde CIELab eksenleri kendi aralarında da anlamlı ilişkiler göstermiş olup b^* ile L^* arasında pozitif ($p=0,779$, $p<0,001$), a^* ile sıcaklık arasında ise pozitif ilişki ($p=0,476$, $p=0,008$) belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 1. *Pittosporum tobira* yapraklarında 13:30 ve 18:00 saatlerinde ölçülen sıcaklık, klorofil ve CIELab renk parametrelerine ilişkin tanımlayıcı analiz verileri.

Table 1. Descriptive analysis data of temperature, chlorophyll, and CIELab color parameters measured on *Pittosporum tobira* leaves at 13:30 and 18:00.

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Sıcaklık (13:30)	20,00	50,00	33,1367	10,20478
Sıcaklık (18:00)	10,50	25,70	17,3000	3,86461
Klorofil (13:30)	162,30	496,50	293,0867	61,94218
Klorofil (18:00)	217,60	364,20	288,3600	36,49879
L^* (13:30)	29,17	44,66	38,4133	3,17286
L^* (18:00)	32,27	43,97	38,0107	2,58347
a^* (13:30)	-9,49	-5,19	-7,2670	1,04634
a^* (18:00)	-9,28	-5,94	-7,7780	0,82115
b^* (13:30)	17,96	33,54	25,3600	3,95364
b^* (18:00)	17,96	34,65	25,7597	3,55251

Tablo 2. 13:30 saatinde ölçülen sıcaklık, klorofil ve CIELab renk parametreleri (L^* , a^* , b^*) arasındaki Spearman sıra korelasyon katsayıları (* $p<0,05$; ** $p<0,01$; $N=30$)

Table 2. Spearman rank correlation coefficients between temperature, chlorophyll, and CIELab color parameters (L^* , a^* , b^*) measured at 13:30 (* $p<0,05$; ** $p<0,01$; $N=30$).

	Klorofil	L^*	a^*	b^*	
Sıcaklık	0,176	-0,168	,476**	0,320	Correlation Coefficient
	0,353	0,376	0,008	0,085	Sig. (2-tailed)
Klorofil		-,549**	0,078	-,752**	Correlation Coefficient
		0,002	0,684	0,000	Sig. (2-tailed)
L^*			-0,207	,779**	Correlation Coefficient
			0,272	0,000	Sig. (2-tailed)
a^*				-0,077	Correlation Coefficient
				0,685	Sig. (2-tailed)

** . Correlation is significant at the 0,01 level (2-tailed).

Akşam saatinde elde edilen veriler incelendiğinde sıcaklık ve klorofil arasında anlamlı bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ($r=0,262$, $p=0,161$). Ancak renk parametreleri ile klorofil arasındaki ilişkiler incelendiğinde öğle saatinde alınan verilerle benzer yönlerde olmakla birlikte daha belirgin ve daha istikrarlı hale geldiği tespit edilmiştir. Klorofil ile b^* arasındaki negatif ilişki tespit edilmiştir ($r = -0,666$, $p<0,001$). Ayrıca L^* ile klorofil arasında anlamlı negatif ilişki saptanmıştır ($r = -0,443$, $p=0,014$). Akşam saatinde b^* ile L^* arasındaki ilişki yüksek pozitif düzeydedir ($r = 0,685$, $p<0,001$). Ayrıca a^* ile b^* arasında negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir ($r = -0,365$,

$p=0,047$) (Tablo 3). Bu durum pigment eksenlerinin birbirleri ile tutarlı davrandığını göstermektedir. Korelasyon sonuçları zaman dilimlerine göre karşılaştırıldığında, klorofil ile b^* parametresi arasındaki ilişkinin her iki ölçüm zamanında da güçlü, negatif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Bu durum pigment optiğinin klorofil içeriğini tutarlı biçimde yansıttığını göstermektedir. Akşam saatinde ölçülen korelasyonların daha lineer ve istikrarlı bir yapı sergilemesi, daha sonra uygulanan regresyon analizlerinde model gücünün artmasıyla da doğrular niteliktedir. Her iki zaman diliminde sıcaklık ile klorofil arasında anlamlı korelasyon

bulunmamakla birlikte, sıcaklık akşam ölçümlerinde regresyon modeline pozitif yönde anlamlı katkı sunduğu belirlenmiştir.

Model 13:30 saatinde sıcaklık ve CIELab renk parametrelerinin klorofil üzerine etkisini inceleyen çoklu doğrusal regresyon modelinin anlamlı olduğu görülmüştür ve $F=3,14$, $p=,032$. Model varyansın %33,5'ini açıklamaktadır ($R^2=0,335$, Adj. $R^2=0,228$) (Tablo 4). Bu zaman diliminde bağımsız değişkenler arasında yalnızca b^* parametresi klorofil için anlamlı bir optik belirteç olarak belirlenmiştir ($\beta=-0,672$, $p=,038$). Sıcaklık, L^* ve a^* parametrelerinin anlamlı olmadığı görülmüştür ($p>,05$). Çoklu bağlantı varsayımı ihlal edilmemiştir ($VIF<5$).

Model 18:00 saatinde uygulanan çoklu doğrusal regresyon modeli ise yüksek düzeyde anlamlı bulunmuş, model varyansın %70,6'sını açıklamıştır ($R^2=0,706$, Adj. $R^2=0,659$; $F=14,98$, $p<,001$). Bu zaman diliminde b^* parametresi yine klorofil için güçlü bir negatif optik belirteç olarak belirlenmiştir ($\beta=-0,941$, $p<,001$). Ayrıca a^* parametresi ($\beta=-0,431$, $p=,001$) ve sıcaklık ($\beta=0,266$, $p=,026$) modele anlamlı katkı sağlamıştır. Buna karşın L^* parametresinin anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p=,365$). Her iki zaman diliminin birlikte değerlendirilmesi, b^* ekseninin klorofil içeriği için tutarlı ve güçlü bir optik belirteç olduğunu göstermektedir. Akşam saatinde a^* eksenini de modele dahil olmuştur.

Tablo 3. 18:00 saatinde ölçülen sıcaklık, klorofil ve CIELab renk parametreleri (L^* , a^* , b^*) arasındaki Pearson korelasyon katsayıları (* $p<0,05$; ** $p<0,01$; N=30).

	Klorofil	L^*	a^*	b^*	
Sıcaklık	0,262 0,161	-0,088 0,643	-0,197 0,297	0,081 0,670	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)
Klorofil		-,443* 0,014	-0,167 0,377	-,666** 0,000	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)
L^*			-0,195 0,301	,685** 0,000	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)
a^*				-,365* 0,047	Correlation Coefficient Sig. (2-tailed)

*. Correlation is significant at the 0,05 level (2-tailed).

**. Correlation is significant at the 0,01 level (2-tailed).

Tablo 4. 13:30 ve 18:00 saatlerinde ölçülen sıcaklık ve CIELab renk parametrelerinin klorofil içeriği üzerine etkisini değerlendiren çoklu doğrusal regresyon sonuçları. Bağımlı değişken = Klorofil. Negatif β katsayıları değişkenler arasında ters yönlü ilişkiyi göstermektedir. $VIF < 5$ çoklu bağlantı varsayımının sağlandığını ifade eder. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

Tablo 4. Multiple linear regression results evaluating the effects of temperature and CIELab color parameters on chlorophyll content measured at 13:30 and 18:00. Dependent variable = Chlorophyll. Negative β coefficients indicate inverse relationships between variables. $VIF < 5$ indicates that the multicollinearity assumption was met. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

13:30 Modeli:						
$R^2=0,335$, Adj. $R^2=0,228$, $p=,032$, $F=3,144$						
Değişken	B	SE	β	t	p	VIF
Sıcaklık	0,167	1,251	0,027	0,133	0,895	1,595
L^*	2,768	5,603	0,142	0,494	0,626	3,095
a^*	1,892	11,026	0,032	0,172	0,865	1,304
b^*	-10,536	4,814	-0,672	-2,189	0,038	3,547
18:00 modeli:						
$R^2=0,706$, Adj. $R^2=0,659$, $p<,001$, $F=14,980$						
Değişken	B	SE	β	t	p	VIF
Sıcaklık	2,515	1,064	0,266	2,363	0,026	1,078
L^*	1,984	2,149	0,14	0,923	0,365	1,965
a^*	-19,138	5,272	-0,431	-3,63	0,001	1,195
b^*	-9,663	1,632	-0,941	-5,92	<,001	2,143

B = Standardize edilmemiş regresyon katsayısı, SE = Standart hata, β = Standardize edilmiş regresyon katsayısı, t = t istatistiği, p = Anlamlılık düzeyi, VIF = çoklu bağlantı göstergesi.

TARTIŞMA

Bu çalışmada *Pittosporum tobira* yapraklarında klorofil içeriği, yaprak yüzey sıcaklığı ile CIELab renk parametreleri arasındaki ilişkiler günün iki farklı zamanında ölçülerek analizler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Bitkilerde yaprak rengi ve pigmentler arasındaki ilişki literatürde uzun süredir bilinen bir konudur; özellikle klorofil, karotenoid ve antosiyanin içerikleri yaprak optiğinin önemli belirleyicileridir (García-Plazaola vd., 2017; Liu vd., 2021; Wang vd., 2023; Han vd., 2024; Chukunda & Okonwu, 2024). Klorofil sentezinin ışık şartlarına duyarlı olduğu ve çoğu bitki türünde diurnal bir ritim izlediği bilinmektedir (Locke vd., 2018; Pan vd., 2015). Işık şiddetinin yüksek olduğu saatlerde pigment düzeylerinin arttığı, ışık azaldıkça

klorofil sentezi performansının değişebildiği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur (Sargent, 1940; Wang vd., 2025). Işık koşullarındaki bu değişimler fotosentetik pigmentlerin miktarının yanı sıra yaprak renginin de optik karakteristikleri üzerinde etkili olmakta ve CIELab parametrelerine yansımaktadır (Owen & López, 2017; Agarwal vd., 2024). Yapılan bu çalışmada korelasyon ve regresyon bulguları, b^* parametresinin klorofil içeriği için güçlü bir optik belirteç olduğunu göstermiştir. b^* eksenini mavi-sarı bileşimini ifade ettiğinden, bu bulgu klorofil pigmentasyonundaki değişimlerin sarılaşma eğilimi üzerinden okunabildiğini göstermektedir (Conesa vd., 2019; Moyano vd., 2008). Literatürde yaprak klorofil içeriğinin azalmasıyla rengin daha açık ve sarı algılandığı ve bunun b^* değeriindeki artışla ifade edildiği bilinmektedir

(Rai vd., 2009; Hu vd., 2020; Çelebioğlu vd., 2024; Meléndez-Martínez vd., 2007). Bu bağlamda b^* ekseninin her iki zaman noktasında da güçlü ve tutarlı bir optik belirteç olarak ortaya çıkması, pigment optiği ile klorofil arasındaki ilişkinin fizyolojik temeliyle uyumludur. Akşam saatinde hem korelasyon hem de regresyon modelinin gücünün artması, ölçüm zamanının pigment optiği üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Işık şiddetinin azalmasıyla birlikte yaprak sıcaklığının düşmesi, transpirasyonun yavaşlaması ve pigment dağılımının daha stabil hâle gelmesi, renk ölçümlerinin doğruluğunu artırarak klorofil tahmin performansını güçlendirmiş olabilir (Niinemets vd., 1999; Kong vd., 2016; Wang vd., 2021; Fan vd., 2022). Özellikle akşam modelinde a^* parametresinin negatif yönlü anlamlı katkı vermesi, antosiyanin ve karotenoid gibi yardımcı pigmentlerin optik sinyale olan etkisi ile ilişkilendirilebilir (Wang vd., 2018; Ma vd., 2019; Tang vd., 2020). Öğle saatinde ise yüksek ışık ve sıcaklık koşullarının pigment optiği üzerinde gürültü oluşturduğu ve bu nedenle model açıklayıcılığının düştüğü değerlendirilebilir. Çalışmanın bir diğer bulgusu sıcaklığın regresyon modelinde yalnızca akşam saatinde anlamlı katkı sağlayan değişken hâline gelmesidir. Öğle saatlerinde yaprak sıcaklığının geniş bir aralıkta değişmesi ve mikroklimatik stres unsurlarının artması, bitki fizyolojisinin termal yanıtını doğrusal olmayan bir yapıya kaydırmış olabilir. Buna karşın akşam saatinde sıcaklık verilerinin daha dar bir dağılım göstermesi, sıcaklık-pigment ilişkisini daha lineer hâle getirerek modele katkıda bulunmuştur (Busso & Richards, 1992; Mayrhofer vd., 2005). Literatürde sıcaklığın fotosentetik pigmentler, enzim aktiviteleri ve metabolik süreçler üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Ashraf & Harris, 2013; Yuan vd., 2017; Kreslavski vd., 2023). Sonuç olarak elde edilen bulgular, CIELab renk uzayının klorofil tahmininde kullanılabilirliğini desteklemekte ve özellikle b^* ekseninin güvenilir bir belirteç olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, ölçüm zamanının pigment optiği üzerinde anlamlı bir rol oynadığı ve akşam saatlerinde yapılan ölçümlerin daha yüksek öngörü kapasitesi sağladığı anlaşılmaktadır. *Pittosporum tobira* gibi kentsel peyzajda yaygın kullanılan türlerde bu tür ölçümlerin fizyolojik durumun izlenmesinde potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

SONUÇLAR

Bu çalışma, *Pittosporum tobira* yapraklarında klorofil içeriği ile CIELab renk parametreleri ve sıcaklık arasındaki ilişkileri iki farklı zaman diliminde değerlendirmiştir. Bulgular, b^* ekseninin klorofil için her iki zaman noktasında da güçlü ve tutarlı bir belirteç olduğunu ortaya koymuştur. Akşam saatlerinde model açıklayıcılığının belirgin şekilde artması, pigment optiği ile

klorofil arasındaki ilişkinin ölçüm zamanından etkilendiğini göstermektedir. Ayrıca sıcaklığın yalnızca akşam saatlerinde anlamlı bir tahminleyici hâline gelmesi, termal koşulların optik pigment ölçümlerini etkileyebileceğini düşündürmektedir. Sonuç olarak, CIELab renk uzayının klorofil tahmininde kullanılabilirliği desteklenmekte olup, ölçüm zamanının bu ilişkinin doğruluğunu artıran bir unsur olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Agarwal, A., Colwell, F.D.J., Galvis, V.A.C., Hill, T., Boonham, N., & Prashar, A. (2024). Assessing nutritional pigment content and plant health status of green and red leafy vegetables by image analysis: Catching the “red herring” of plant digital color processing. *BioRxiv*, 2024-07. <https://doi.org/10.1101/2024.07.04.602112>
- Ashraf, M., & Harris, P. (2013). Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica*, 51, 163-190. <https://doi.org/10.1007/s11099-013-0021-6>
- Busso, C.A., & Richards, J.H. (1992). Diurnal variation in the temperature response of leaf extension of two bunchgrass species in the field. *Plant, Cell & Environment*, 15(7), 855-859. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.1992.tb02154.x>
- Celebioğlu, B., Myers, J. R., Hart, J. P., Porch, T., & Griffiths, P. (2024). Phenotypic variability for leaf and pod color within the Snap bean association panel. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 149(1), 15-26. <https://doi.org/10.21273/JASHS05326-23>
- Chimona, C., & Rhizopoulou, S. (2017). Water economy through matching plant root elongation to Mediterranean landscapes. *World Journal of Research and Review*, 5(2), 262769.
- Chukunda, C.A., & Okonwu, K. (2024). Natural pigment: Chlorophyll, carotenoid and anthocyanin in the leaves of four ornamental plants. *Scientia Africana*, 23(2), 323-330. <https://doi.org/10.4314/sa.v23i2.30>
- Conesa, A., Manera, F.C., Brotons, J.M., Fernandez-Zapata, J.C., Simón, I., Simón-Grao, S., ..., & García-Sánchez, F. (2019). Changes in the content of chlorophylls and carotenoids in the rind of Fino 49 lemons during maturation and their relationship with parameters from the CIELAB color space. *Scientia Horticulturae*, 243, 252-260. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.030>
- Ercan Oğuztürk, G., Sipahi, M., Çorbacı, Ö.L., & Oğuztürk, T. (2023). Çay Bitkisinin Kentsel Yeşil Alanlarda Kullanımı: Rize İli Ziraat Botanik Parkı Çay Bahçesi Uygulaması. *Recep Tayyip Erdogan University Journal of Science and Engineering*, 4(2), 208-218. <https://doi.org/10.53501/rteufemud.1334189>
- Fan, L., Tarin, M.W.K., Hu, W., Han, Y., Rong, J., Chen, L., ..., & Zheng, Y. (2022). Changes In Light Intensity Affect Leaf Gas Exchange,

- Chlorophyll Fluorescence, And Nonstructural Carbohydrates Of Ma Bamboo (*Dendrocalamus Latiflorus* Munro). *Applied Ecology & Environmental Research*, **20**(2). http://dx.doi.org/10.15666/aecr/2002_12691284
- García-Plazaola, J.I., Fernández-Marín, B., Ferrio, J.P., Alday, J.G., Hoch, G., Landais, D., ..., & Resco de Dios, V. (2017). Endogenous circadian rhythms in pigment composition induce changes in photochemical efficiency in plant canopies. *Plant, Cell & Environment*, **40**(7), 1153-1162. <https://doi.org/10.1111/pce.12909>
- Gilman, E. (2007). *Pittosporum tobira*'Wheeler's Dwarf' *Pittosporum*: FPS485/FP485, 6/2007. *EDIS*, 2007(16). <https://doi.org/10.32473/edis-fp485-1999>
- Han, M., Lu, R., Han, M., Yang, X., Du, F., Chen, X., ..., & Han, D. (2024). Anthocyanin accumulation and chlorophyll degradation lead to the formation of colourful leaves of *Syringa oblata* in autumn. *Acta Botanica Brasilica*, **38**, e20230226. <https://doi.org/10.1590/1677-941X-ABB-2023-0226>
- Hu, B., Zhu, J., Wu, H., Xu, K., Zhai, H., Guo, N., ..., & Xia, Z. (2020). Enhanced chlorophyll degradation triggers the pod degreening of "Golden Hook," a special ecotype in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Frontiers in Genetics*, **11**, 570816. <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.570816>
- Kong, D.X., Li, Y.Q., Wang, M.L., Bai, M., Zou, R., Tang, H., & Wu, H. (2016). Effects of light intensity on leaf photosynthetic characteristics, chloroplast structure, and alkaloid content of *Mahonia bodinieri* (Gagnep.) Laferr. *Acta Physiologiae Plantarum*, **38**(5), 120. <https://doi.org/10.1007/s11738-016-2147-1>
- Kreslavski, V.D., Khudyakova, A.Y., Kosobryukhov, A.A., Balakhnina, T.I., Shirshikova, G.N., Alharby, H.F., & Allakhverdiev, S.I. (2023). The Effect of Short-Term Heating on Photosynthetic Activity, Pigment Content, and Pro-/Antioxidant Balance of *A. thaliana* Phytochrome Mutants. *Plants*, **12**(4), 867. <https://doi.org/10.3390/plants12040867>
- Liu, Y., Feng, X., Zhang, Y., Zhou, F., & Zhu, P. (2021). Simultaneous changes in anthocyanin, chlorophyll, and carotenoid contents produce green variegation in pink-leaved ornamental kale. *BMC Genomics*, **22**(1), 455. <https://doi.org/10.1186/s12864-021-07785-x>
- Locke, A.M., Slaterry, R.A., & Ort, D.R. (2018). Field-grown soybean transcriptome shows diurnal patterns in photosynthesis-related processes. *Plant Direct*, **2**(12), e00099. <https://doi.org/10.1002/pld3.99>
- Lu, G., Pan, Y.B., Wang, Z., Xu, F., Cheng, W., Huang, X., ..., & Xu, L. (2021). Utilization of a sugarcane100k single nucleotide polymorphisms microarray-derived high-density genetic map in quantitative trait loci mapping and function role prediction of genes related to chlorophyll content in sugarcane. *Frontiers in Plant Science*, **12**, 817875. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.817875>
- Ma, Y., Li, X., Gu, Z., & Li, J.A. (2019). Leaf color and growth change of *Sedum rubrotinctum* caused by two commercial chemical products. *HortScience*, **54**(3), 434-444. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13557-18>
- Mayrhofer, S., Teuber, M., Zimmer, I., Louis, S., Fischbach, R. J., & Schnitzler, J. P. (2005). Diurnal and seasonal variation of isoprene biosynthesis-related genes in grey poplar leaves. *Plant Physiology*, **139**(1), 474-484. <https://doi.org/10.1104/pp.105.066373>
- Meléndez-Martínez, A.J., Britton, G., Vicario, I.M., & Heredia, F.J. (2007). Relationship between the colour and the chemical structure of carotenoid pigments. *Food Chemistry*, **101**(3), 1145-1150. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.015>
- Moyano, M. J., Meléndez-Martínez, A. J., Alba, J., & Heredia, F. J. (2008). A comprehensive study on the colour of virgin olive oils and its relationship with their chlorophylls and carotenoids indexes (II): CIELUV and CIELAB uniform colour spaces. *Food Research International*, **41**(5), 513-521. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.03.006>
- Niinemets, Ü., Bilger, W., Kull, O., & Tenhunen, J. D. (1999). Responses of foliar photosynthetic electron transport, pigment stoichiometry, and stomatal conductance to interacting environmental factors in a mixed species forest canopy. *Tree Physiology*, **19**(13), 839-852. <https://doi.org/10.1093/treephys/19.13.839>
- Owen, W. G., & Lopez, R. G. (2017). Geranium and purple fountain grass leaf pigmentation is influenced by end-of-production supplemental lighting with red and blue light-emitting diodes. *HortScience*, **52**(2), 236-244. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.5.676>
- Pan, W.J., Wang, X., Deng, Y.R., Li, J.H., Chen, W., Chiang, J.Y., ..., & Zheng, L. (2015). Nondestructive and intuitive determination of circadian chlorophyll rhythms in soybean leaves using multispectral imaging. *Scientific Reports*, **5**(1), 11108. <https://doi.org/10.1038/srep11108>
- Rai, D.R., Jha, S.N., Wanjari, O.D., & Patil, R.T. (2009). Chromatic changes in broccoli (*Brassica oleracea italica*) under modified atmospheres in perforated film packages. *Food Science and Technology International*, **15**(4), 387-395. <https://doi.org/10.1177/10820132093465>
- Sargent, M. C. (1940). Effect of light intensity on the development of the photosynthetic mechanism. *Plant Physiology*, **15**(2), 275. <https://doi.org/10.1104/pp.15.2.275>
- Scheiber, S.M., Gilman, E.F., Paz, M., & Moore, K.A. (2007). Irrigation affects landscape establishment of burford holly, pittosporum, and sweet viburnum. *HortScience*, **42**(2), 344-348. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.2.344>
- Tang, Y., Fang, Z., Liu, M., Zhao, D., & Tao, J. (2020). Color characteristics, pigment accumulation and

- biosynthetic analyses of leaf color variation in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). *3 Biotech*, **10**(2), 76. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-2063-3>
- Wang, J., Guo, M., Li, Y., Wu, R., & Zhang, K. (2018).** High-throughput transcriptome sequencing reveals the role of anthocyanin metabolism in begonia semperflorens under high light stress. *Photochemistry and Photobiology*, **94**(1), 105-114. <https://doi.org/10.1111/php.12813>
- Wang, X., Chen, G., Du, S., Wu, H., Fu, R., & Yu, X. (2021).** Light intensity influence on growth and photosynthetic characteristics of *Horsfieldia hainanensis*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, **9**, 636804. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.636804>
- Wang, Y., Yang, X., Wu, X., Du, S., & Han, M. (2023).** The temporal changes of pigments content and key enzyme activities during autumnal turning period of *Pistacia chinensis* bunge. *Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus*, **22**(3). <https://doi.org/10.24326/asphc.2023.4237>
- Wang, Z., Liu, D., Yang, X., Ji, R., Feng, G., Yan, Z., & Liu, C. (2025).** Leaf color variation mechanism of the yellow-to-green mutant ‘ytg-2’ in *Phaseolus vulgaris* L. *Breeding Science*, 24018. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.24018>
- Xiangyun, J., & Deshun, Z. (1992).** The Introduction And Acclimation of *Pittosporum Tobira* In Jinan, Shandong Prov. *HortScience*, **27**(6), 680e-680.
- Yuan, L., Yuan, Y., Liu, S., Wang, J., Zhu, S., Chen, G., ..., & Wang, C. (2017).** Influence of high temperature on photosynthesis, antioxidative capacity of chloroplast, and carbon assimilation among heat-tolerant and heat-susceptible genotypes of nonheading Chinese cabbage. *HortScience*, **52**(11), 1464-1470. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12259-17>
- Yüksek, T., Oğuztürk, T., & Çorbacı, Ö.L. (2020).** The Effect of worm fertilizer and peat applications on the development of *Plectranthus amboinicus* (lour.) plant in different pot environment. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **5**(4), 743-749. <https://doi.org/10.35229/jaes.794841>, <https://izlik.org/JA74TB92FZ>
- Zhang, Z., Liu, Z., Song, H., Chen, M., & Cheng, S. (2019).** Protective role of leaf variegation in *Pittosporum tobira* under low temperature: insights into the physio-biochemical and molecular mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, **20**(19), 4857. <https://doi.org/10.3390/ijms20194857>
- Pulatkan, M., & Ercan Oğuztürk, G. (2024).** Investigate of Landscape Design Use Possibilities of Some Native Ericaceae Family Plants in Turkey. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, **20**(1), 139-154. <https://doi.org/10.58816/duzceod.1447316>, <https://izlik.org/JA83CC49UR>
- Pulatkan, M., Var, M., & Yalçınalp, E. (2010).** Effects of mycorrhiza on the growth of *Forsythia x intermedia* Zab. plants under different climate and in various growing medium. *Scientific Research and Essays*, **5**(21), 3261-3267.