
Araştırma Makalesi / Research Article

***Hedera helix* L. Türünün Sürünücü ve Tırmanıcı Kısımlarında Bazı Pigment ve Antosiyanin İçeriklerinin Karşılaştırılması**

Emire ELMAS^{1*}, Sevda TÜRKİŞ²

¹*Sinop Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sinop*

²*Ordu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Bölümü, Ordu*

(ORCID: 0000-0002-5620-1798) (ORCID: 0000-0002-1853-8437)

Öz

Hedera helix L. yaprak döken orman ekosistemlerinin önemli türlerinden birisidir. Yenice Ormanları'nda bulunan Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı'nda tırmanıcı özelliğinin dışında yoğun bir yer örtücü (sürünücü) özellik de sergilemektedir. Bu çalışmada, Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı'nda yayılış gösteren *H. helix* türünün sürünücü ve tırmanıcı kısımlarının yaprak ve gövdelerinde bazı bitki pigmentleri (klorofil-a, klorofil-b, Kl-a/Kl-b, karotenoid ve antosiyanin) açısından fark olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır. Üç farklı bitki bireyinden yaprak ve gövde örnekleri toplanmış ve 1 g taze örnek kullanılarak ekstraksiyon işlemi yapılmıştır. Klorofiller için 645, 662 nm ve karotenoid için 470 nm'deki absorbanslar ölçülmüştür. Antosiyanin miktarını belirlemek için 1 g yaprak örneği 12 ml metanol/HCl (99/1) içerisinde 24 saat +4 °C'de inkübe edilerek 530 ile 657 nm'deki absorbanslar ölçülmüştür. Sonuçların değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi kullanılmıştır. Buna göre, sürünücü ve tırmanıcı bitki kısımlarının yaprak ve gövdeleri arasında Kl-a, Kl-b, Kl-a/Kl-b ve karotenoid içerikleri açısından istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. Antosiyanin içeriği açısından farklı bitki kısımlarına ait gövdeler arasında önemli bir farklılık bulunmazken, tırmanıcı kısımlardaki yapraklarda sürünücü kısımların yapraklarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (P<0,05). Elde edilen bulgular, yaprak döken orman ekosistemlerinde farklı orman katlarında bulunan *H. helix* türünün hem sürünücü formda hem de tırmanıcı formda biyomas ve oksijen üretimi açısından benzer etkililikte katkı sağladığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Hedera helix*, klorofil, karotenoid, antosiyanin, Kavaklı TKA.

Comparison of Some Pigment Quantities in *Hedera helix* L. Leaves of Creeping and Climbing Plant Parts

Abstract

Hedera helix L. is an important species in forest ecosystems. In Kavaklı Nature Reserve Area of the Yenice Forest, it exhibits both climbing and ground covering (prostrating) behavior. In this study, it was aimed to investigate the differences of some plant pigments (chlorophyll-a, chlorophyll-b, Chl-a/Chl-b, carotenoid and anthocyanin) between leaves and stems on creeping and climbing parts of *H. helix*. Leaf and stem samples were collected from 3 different plant individuals. The extraction was made by using 1 g sample for chlorophylls and carotenoid. The absorbances were measured in 662 and 645 nm for chlorophylls and in 470 nm for carotenoids. To determine anthocyanin content, 1 g sample was incubated in 12 ml methanol/HCl (99/1) at +4 °C for 24 h. Then, the absorbances in 530 and 657 nm were measured. One-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey Test were used to evaluate the results. According the results, there were no differences in Cl-a, Cl-b, Cl-a/Cl-b and carotenoid contents between leaves and stems of creeping and climbing parts. Anthocyanin contents were significantly higher in leaves of climbing part then ones of creeping part (P<0.05), although there was no significant differences between stems of different parts of *H. helix*. The results show that *H. helix* that found in different forest layers in deciduous forest ecosystems contributes in similar effectiveness in both creeping and climbing form in terms of biomass and oxygen production.

Keywords: *Hedera helix*, chlorophyll, carotenoid, anthocyanin, Kavaklı NRA.

*Sorumlu yazar: elmas@sinop.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.05.2018, Kabul Tarihi: 21.04.2019

1. Giriş

Araliaceae familyasına ait olan ve her dem yeşil bir karaktere sahip olan *Hedera helix* L. türü, çok yıllık odunsu bir bitkidir. Orman ekosistemlerinin önemli bir türü olarak 0-1500 m yükseltiler arasında yayılış göstermekte ve 30 m yüksekliğe kadar boylanabilmektedir. Hem sürünücü hem de tırmanıcı bir yapı gösteren bu türün yaprakları basit yapıda olup, tüsüzdür ve alternat dizilim gösterir [1]. Yaz sonlarında açık yeşil/sarı olan yapraklar, kışın mor renge dönüşmektedir [2]. *H. helix* türü özellikle çok eski ormanlık alanlar ile sekonder ormanlık alanların çoğunda yerleşim göstermektedir. Ayrıca, ılıman koşulların indikatörü olarak da kabul edilmektedir [3]. Gölge koşullara toleransı yüksek olan bu tür, özellikle verimli topraklara sahip ormanlık alanların zemin katmanında dominant hale gelmektedir [2, 4]. *H. helix* gibi kök tırmanıcıları, genelde çapı geniş olan ve pürüzlü gövde kabuğuna sahip ağaçları tercih etmektedirler [5]. Güçlü kanopiye sahip olan ağaç türleri her ne kadar *H. helix* türünün büyümesini bir miktar sınırlasa da, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur* ve *Acer campestre* gibi türler bu sarmaşık türünün kanopide büyümesini sağlayacak kadar ışığa olanak tanımaktadırlar. Böylece özellikle kanopisi yoğun olmayan ağaç türlerinin olduğu alanlarda *H. helix* türü sabit bir tür olarak yayılış göstermektedir [2].

Karabük il sınırları içerisinde yer alan Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı, Türkiye'nin 9 sıcak noktasından biri olan Yenice Ormanları'nın bir parçasıdır ve bu alan, özellikle odunsu türler açısından zengin çeşitliliğe sahiptir. Bu bölgede *H. helix* türü 800-1000 m'ler arasında *Fagus orientalis-Carpinus betulus* komunitasinin ve 1200-1300 m'ler arasında *Abies nordmanniana* subsp. *equi-trojani* komunitasinin önemli bileşenlerinden biridir. Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı'nda hem tırmanıcı hem de sürünücü olarak yer yer yoğun yayılış göstermektedir. *H. helix* türü, ekosistemde farklı vejetasyon katmanlarında yayılış göstermesinin bir sonucu olarak, mutant ve yabanıl tip hücrelerin karışımına sahiptir. Böylece dimorfik yapraklar oluşturan bir kimera bitkisi özelliği taşımaktadır [6, 7].

Orman ekosistemleri ekolojik koşullar açısından heterojen çevre koşullarına sahiptir ve en büyük kısıtlayıcı faktörlerden birisi ışık elde edilebilirliğidir. Bu çalışma kapsamında, *H. helix* türünün aynı gelişim fazında olan fakat orman ekosisteminde farklı katmanlarda bulunan sürünücü ve tırmanıcı kısımlarının gövde ve yapraklarında K_{1a}, K_{1b}, K_{2a}/K_{2b}, karotenoid ve antosiyanin içerikleri açısından fark olup olmadığının araştırılması planlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı'nda yayılış gösteren üç farklı *H. helix* (Şekil 1) bireyinin sürünücü formundaki kısımları ile ağaç gövdesi üzerinde tırmanıcı kısımlarından Haziran 2015 tarihinde yaprak ve gövde örnekleri alınmıştır. Nemli kağıtlara sarılan örnekler laboratuvara getirilene kadar serin bir ortamda siyah poşetler içinde muhafaza edilmiştir. Laboratuvara getirilen örneklerden 1 g taze yaprak ve gövde örneği kullanılarak De Kok ve Graham [8] yöntemine göre ekstraksiyon işlemi yapılmış ve klorofil içerikleri için 662 nm, 645 nm ve karotenoid için 470 nm'deki absorbanslar ölçülmüştür [8]. Pigment konsantrasyonları Lichtenthaler ve Welburn [9]'e göre hesaplanmıştır.

Antosiyanin miktarını belirlemek için 1 g yaprak örneği 12 ml metanol/HCl (99/1) içerisinde 48 saat +4 °C'de inkübe edilerek 530 ile 657 nm'deki absorbanslar ölçülmüştür. Antosiyanin konsantrasyonları $A = A_{530} - A_{657} / 3$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır [10, 11]. Elde edilen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olup olmadığı SPSS v20 paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey testi aracılığı ile değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı'nda *Hedera helix* türünün görünümü

3. Bulgular ve Tartışma

Laboratuvar analizleri sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. *H. helix* türünün tırmanıcı kısımlarındaki yaprak ve gövdelerinde Kla, Klb, Kla/Klb, karotenoid ve antosiyanin oranları daha yüksek bulunmuştur. Kla/Klb oranlarının ise sürünücü formdaki bitki kısımlarının yaprak ve gövdelerinde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İstatistiksel analizlere göre, sürünücü bitki kısımlarındaki yaprak ve gövdeler ile tırmanıcı formdaki bitki kısımlarının yaprak ve gövdeleri arasında klorofil ve karotenoid içerikleri açısından tespit edilen bu farklılıklar önemli bulunmamıştır ($P>0,05$; Tablo 2). Bunun yanında, antosiyanin içeriğinin tırmanıcı kısımlara ait yapraklarda sürünücü kısımlardaki yapraklardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$; Tablo 2). Her iki formun gövdelerinde antosiyanin içeriği açısından belirlenen farklılık istatistiksel olarak önemli değildir.

Tablo 1. Ölçümü yapılan pigmentlerin ortalama ve standart sapma değerleri
(S: Sürünücü kısımlara ait; A: Ağaç gövdesi üzerinde tırmanıcı kısımlara ait)

Değişkenler (mgg^{-1})	Bitki Kısım			
	S- yaprak	A-yaprak	S- gövde	A-gövde
Kla	27,34 \pm 2,54	28,95 \pm 1,49	0,56 \pm 0,06	1,06 \pm 0,04
Klb	11,39 \pm 2,09	12,91 \pm 1,63	0,24 \pm 0,05	0,48 \pm 0,04
T. Kl	38,73 \pm 4,62	41,86 \pm 3,11	0,80 \pm 0,06	1,54 \pm 0,04
Kla/Klb	2,43 \pm 0,24	2,26 \pm 0,16	2,44 \pm 0,59	2,24 \pm 0,29
Karotenoid	7,06 \pm 0,69	7,40 \pm 0,38	0,21 \pm 0,03	0,25 \pm 0,05
Antosiyanin	0,19 \pm 0,04	1,94 \pm 0,14	0,18 \pm 0,03	0,05 \pm 0,01

Tablo 2. *Hedera helix* türünde sürünücü ve tırmanıcı kısımlara ait yaprak ve gövdelerin bazı pigment ve antosiyanin içerikleri açısından farklılıklarını gösteren TUKEY analiz sonuçları (S: Sürünücü kısımlara ait; A: Ağaç gövdesi üzerinde tırmanıcı kısımlara ait)

Bağımlı değişkenler	Bitki Kısım		Ortalama fark (I-J)	St. Hata	Önemlilik
Kla	S-Yaprak	A-yaprak	-1,61	1,20	0.75
	S-Gövde	A-gövde	-0,50	1,20	0.87
Klb	S-Yaprak	A-yaprak	-1,52	1,08	0.62
	S-Gövde	A-gövde	-0,24	1,08	0.94
T.KI	S-Yaprak	A-yaprak	-3,13	2,27	0.68
	S-Gövde	A-gövde	-0,74	2,27	0.90
Kla/Klb	S-Yaprak	A-yaprak	0,17	0,29	0.94
	S-Gövde	A-gövde	0,20	0,29	0.72
Karotenoid	S-Yaprak	A-yaprak	-0,34	0,32	0.84
	S-Gövde	A-gövde	-0,05	0,32	0.97
Antosiyanin	S-Yaprak	A-yaprak	-1,75	0,06	0.00*
	S-Gövde	A-gövde	0,13	0,06	1.00

*: $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir.

Bitkilerin gelişimi süresince boyut ve komplekslikte artış olur ve yaşam evrelerini tamamlayana kadar vejetatif ve reproduktif olmak üzere fizyolojik olarak birbirinden farklılık gösteren iki faz geçirirler. Vejetatif ile reproduktif gelişim fazları arasında kalan süreç ise geçiş fazı olarak adlandırılmaktadır [12]. *Hedera helix* türü, üreme olgunluğuna erişmiş kısımlardaki yapraklar ile juvenil kısımdaki yapraklarda heteromorfizm sergileyen bir türdür ve üreme olgunluğuna erişen kısımlardaki yapraklar juvenil kısımlardakinden fizyolojik olarak çeşitli farklılıklar gösterir [13, 14]. Bu çalışmada materyal olarak kullanılan bitki kısımlarında yapraklar açısından morfolojik olarak bir farklılık bulunmamaktadır. Fakat orman yapısı içerisinde hem sürünücü hem de tırmanıcı olarak farklı habitatlarda varlık göstermektedir. Yoğun orman dokusundan ötürü, sürünücü formda olan kısımları daha yoğun gölge koşullarına maruz kalmaktadır. Bitki türlerinin gölge koşullarında besin dengelerini sürdürebilme yetenekleri değişkenlik göstermektedir [15]. Bu nedenle farklı fiziksel koşullara maruz kalan bu iki bitki kısmı arasında bazı pigmentler ve antosiyanin içeriği bakımından farklılık olup olmadığı araştırılmıştır.

Gelişim süreci boyunca bitkilerin bazı özellikleri kademeli olarak değişirken, bazı özellikleri hızlı bir değişim geçirir. Bununla birlikte, büyüme ve farklılaşma, sinyal yolları aracılığıyla birbiriyle koordineli olarak devam eder [16]. Bitkiler, ışık yoğunluğu, tipi ve besin elde edilebilirliği gibi çevresel faktörlerin de etkisiyle yaşamları süresince, genetik kapasitelerinin elverdiği ölçüde farklı tiplerde yapraklar üretme kapasitesine sahiptirler. Bu farklılık şekilsel olduğu kadar fizyolojik olarak da belirginleşebilmektedir [17]. Gelişim dönemine göre yapraklardaki pigment miktarı farklılık gösterebilmektedir [18, 19]. Fakat bu çalışmada, *H. helix* türünün sürünücü ya da tırmanıcı kısımları arasında klorofil a, klorofil b ve karotenoid pigmentlerinin içeriği bakımından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu durum aynı gelişim dönemine ait yapraklarda ışıklandırma farklılığına rağmen fotosentez aktivitesinin benzer olduğunu göstermektedir. Bauer ve Bauer [20] tarafından yapılan çalışmada da *H. helix* türünün juvenil ve olgun yaprakları arasında klorofil açısından bir farklılık belirlenmemiştir. Bu sonuçlar *H. helix* türünün gölge koşullarına adaptasyon konusunda sahip olduğu yüksek plastisite özelliği [2] ile açıklanabilir. Ek olarak, büyük ağaç kitlelerinin olduğu alanlarda, ışık koşullarının uygunluğuna göre *H. helix* türü kanopi altında daha iyi gelişim gösterebilmektedir. Bu durum alanda mevcut olan ağaç türlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir [21]. Konak bitkilerin kabuk yapısı ve atraktif özellikleri *H. helix* türünün yer örtücü olarak bulunma yüzdesini etkilemektedir. *Carpinus*

betulus ve *Fraxinus excelsior* gibi genç büyüme evrelerinde çataklı kabuk yapısına sahip olan türler, *H. helix* için iyi konak bitkiler olma özelliği gösterirken, *Fagus sylvatica* ve *Taxus baccata* gibi türlerinin atraktif özelliği daha zayıf olmaktadır. Ayrıca alan içindeki odunsu tür kompozisyonu, ağaç gövde çapı ve toprak yapısı da tırmanıcı türlerin çeşitliliğini ve özelliklerini etkilemektedir [21, 22]. Kavaklı Tabiatı Koruma Alanı'nda gövde çapı yüksek ağaçları tür sayısının fazla olmasının yanında, *Fagus orientalis* türü de örtüşü en yüksek türler arasında yer almaktadır. Bu durum da *H. helix* türünün bu alanda yoğun yer örtücü olma özelliğini açıklamaktadır. Kanopi altında iyi gelişme olanağı bulması klorofil a, klorofil b ve karotenoid pigmentlerinin içeriği bakımından tırmanıcı kısımlarla fark olmamasını açıklayabilecek nedenler arasında yer almaktadır.

Diğer yandan tırmanıcı kısımlarda bulunan yaprakların antosiyanin içeriğinin sürünücü kısımlardakinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Antosiyanin, aşırı ışık, düşük sıcaklık, enfeksiyon veya besin eksikliği gibi koşullarda, bitki dokularını oksidatif stresten koruyan en güçlü antioksidanlardan biridir [23]. *H. helix* türünün dokularında antosiyanin birikimi, faza bağımlı bir süreçtir ve olgun fazda dihidrofenol 4-redüktaz enzim aktivitesinin eksikliğine bağlı olarak olgun dokularda biriktirilememektedir [13]. Juvenil ve olgun fazdaki bitki kısımlarının antosiyanin içeriklerinde Muray ve Hackett [13] tarafından tespit edilmiş farklılıklara ek olarak, juvenil fazdaki kısımlarda da bitki kısımlarının buldukları yere göre antosiyanin içeriği açısından farklılık görüldüğü tespit edilmiştir. Çalışmamızda, ikisi de juvenil faza ait yapraklar olmalarına rağmen, ağaç gövdesi üzerindeki bitki kısımlarında yer alan yaprakların antosiyanin içeriğinin sürünücü kısımlardaki yapraklardan anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durum ışığın etkisinin artmaya başlamasıyla birlikte, antosiyanin birikiminin de artmaya başladığını göstermektedir. Bu sonuç, ışığın antosiyanin üretimine olan etkisiyle ilgili başka çalışmalarda da gösterilmiştir ve antosiyaninin fotosentetik yapıların korunmasındaki rolü ile açıklanmaktadır [24, 25].

4. Sonuç ve Öneriler

Elde edilen sonuçlar *H. helix* türünün sürünücü ya da tırmanıcı kısımlarda yer alan ve aynı gelişim fazına ait bitki kısımlarının orman ekosistemi içerisinde farklı katmanları işgal ettikleri halde biyomas ve oksijen üretimi açısından benzer etkililikte katkı sağladığını göstermektedir. Bu durum, aynı bitki yapısındaki farklı ekolojik faktörlere maruz kalan dokuların farklı fizikokimyasal cevaplarının göstergesidir. *H. helix*, yaprak döken orman ekosistemlerinin önemli türlerinden birisi olmasının yanı sıra, peyzaj çalışmalarında da yaygın olarak kullanılan bir bitki türüdür. Bu nedenle ekofizyolojisinin anlaşılması, hem orman ekosistemlerinde türlerin nişlerinin daha iyi anlaşılması hem de etkili peyzaj uygulamalarının yapılmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada, ağaç boylarının çok yüksek olması ve ağaçların tepe kısmından örnekleme yapılması için gerekli teçhizat bulunmaması nedeniyle, *H. helix* türünün ağacın taç bölümünde yer alan kısımlarından örnek alınamamıştır. Bu nedenle, *H. helix* türünün ağaçların tepe kısımlarında bulunan yaprak ve gövdelerinin de dahil edilerek yapılacak yeni çalışmaların bu konuya katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 113Z820 No.lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

- [1] Chamberlain D.F. 1972. *Hedera* L. in Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edited by Davis P.H., Vol.4, Edinburgh: Edinburgh Univ Press, 538-539.
- [2] Metcalfe D.J. 2005. *Hedera helix* L. Journal of Ecology, 93 (3): 632-648.
- [3] Ellenberg H. 1988. Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge University Press, 731s. Cambridge, UK.
- [4] Sack L., Grubb P.J. 2002. The combined impacts of deep shade and drought on the growth and biomass allocation of shade-tolerant woody seedlings. Oecologia, 131: 175-185.

- [5] Castagneri D., Garbarino M., Nola P. 2013. Host preference and growth patterns of ivy (*Hedera helix* L.) in a temperate alluvial forest. *Plant Ecology*, 214 (1): 1-9.
- [6] Rogers S.O., Bonnett H.T. 1989. Evidence for apical initial cells in the vegetative shoot apex of *Hedera helix* cv. Goldheart. *American Journal of Botany*, 76 (4): 539-545.
- [7] Scheres B. 2001. Plant cell identity. The role of position and lineage. *Plant Physiology*, 125 (1): 112-114.
- [8] De Kok L.J., Graham M. 1989. Level of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliano* during dark-induced and natural senescence. *Plant Physiology and Biochemistry*, 27: 203-209.
- [9] Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society Transaction*, 11: 591-592.
- [10] Mancinelli A.L., Yang C.P.H., Lindquist P., Anderson O.R., Rabino I. 1975. Photocontrol of anthocyanin synthesis: III. The action of streptomycin on the synthesis of chlorophyll and anthocyanin. *Plant Physiology*, 55 (2): 251-257.
- [11] Reay F.P., Fletcher R.H., Thomas V.J.G. 1998. Chlorophylls, carotenoids and anthocyanin concentrations in the skin of ‘Gala’ apples during maturation and the influence of foliar applications of nitrogen and magnesium. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 76: 63-71.
- [12] Biggerstaff M.S., Beck C.W. 2007. Effects of English ivy (*Hedera helix*) on seed bank formation and germination. *The American Midland Naturalist*, 157: 250-257.
- [13] Murray J.R., Hackett W.P. 1991. Dihydroflavonol reductase activity in relation to differential anthocyanin accumulation in juvenile and mature phase *Hedera helix* L. *Plant Physiology*, 97: 343-351.
- [14] Murray J.R., Smith A.G., Hackett W.P. 1994. Differential dihydroflavonol reductase transcription and anthocyanin pigmentation in the juvenile and mature phases of ivy (*Hedera helix* L.). *Planta*, 194: 102-109.
- [15] Dale M.P., Causton D.R. 1992. Use of the chlorophyll a/b ratio as a bioassay for the light environment of a plant. *Functional Ecology*, 80 (3): 190-196.
- [16] Poethig R.S. 2003. Phase change and the regulation of developmental timing in plants. *Science*, 301 (5631): 334-336.
- [17] Kerstetter R.A., Poethig R.S. 1998. The specification of leaf identity during shoot development. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 14 (1): 373-398.
- [18] Hutchison K.W., Sherman C.D., Weber J., Smith S.S., Singer P.B., Greenwood M.S. 1990. Maturation in larch. II. Effects of age on photosynthesis and gene expression in developing foliage. *Plant Physiology*, 94: 1308-1315.
- [19] Cevahir C., Yentür S., Yazgan M., Ünal M., Yılmaz N. 2004. Peroxidase activity in relation to anthocyanin and chlorophyll content in juvenile and adult leaves of “mini-star” *Gazania splendens*. *Pakistan Journal of Botany*, 36 (3): 603-609.
- [20] Bauer H., Bauer U. 1980. Photosynthesis in leaves of the juvenile and adult phase of ivy (*Hedera helix*). *Physiologia Plantarum*, 49 (4): 366-372.
- [21] Mănescu C.R., Buda C., Toma F., Petra S. 2018. Studies on growth and development of *Hedera helix* L. on different woody species. *Scientific Papers Series B Horticulture*, 63: 597-600.
- [22] Leicht-Young S.A., Pavlovic N.B., Frohnapple K.J., Grundel R. 2010. Liana habitat and host preferences in northern temperate forests. *Forest Ecology and Management*, 260: 1467–1477
- [23] Grace S.C. 2005. Phenolics as antioxidants. in *Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants*, Edited by Smirnoff N., Blackwell Publishing Ltd, UK, 141-168.
- [24] Trojak M., Skowron E. 2017. Role of anthocyanins in high-light stress response. *World Scientific News*, 81 (2): 150-168.
- [25] Narbona E., Jaca J., Del Valle J.C., Valladares F., Buide M.L. 2018. Whole-plant reddening in *Silene germana* is due to anthocyanin accumulation in response to visible light. *Plant Biology*, 20 (6): 968-977.