

## The leaf traits of a Mediterranean species (*Arbutus unedo* L.) in an undisturbed and planted forests in Euxine Region

Hakan Yılmaz<sup>1\*</sup>, Hamdi Güray Kutbay<sup>2</sup>, Burak Sürmen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ordu University, Akkus Vocational School, Department of Forestry, Ordu, TURKEY

<sup>2</sup>Ondokuz Mayıs University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, Samsun, Türkiye

<sup>3</sup>Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Science Faculty, Department of Biology, Karaman, Türkiye

\*Corresponding author : hakanyilmaz@odu.edu.tr  
Orcid No: <https://orcid.org/0000-0002-0113-8277>

Received : 20/09/2019  
Accepted : 13/10/2019

**Abstract:** We compared leaf traits of *Arbutus unedo* in different forest habitats in this research. The leaf traits are specific leaf area and specific leaf mass. These traits are very important leaf features in ecosystem dynamics. SLA and LMA response to environment and effect on plant functions (i.e. leaf nutrients and economy, gas exchanges with atmosphere and etc.). *Arbutus unedo* is a mediterranean enclave species, naturally growing in Euro-Siberian floristic region. Leaf traits of *A. unedo* were investigated on a natural and *Pinus pinaster* planted forest. We collected leaves during vegetation period from forests and calculated SLA and LMA values. We found that mean SLA values in natural forest are higher than that the *P. pinaster* planted forest and LMA values in *P. pinaster* planted forest are high than the natural forest. But statistical differences were not found between forest habitats.

**Keywords:** Specific leaf area and mass, habitat types, ecosystem dynamic, canopy density

### Öksin bölgesinde plantasyon yapılan ve tahribata uğramamış ormanlarda bir Akdeniz türünün (*Arbutus unedo*) yaprak karakterleri

**Özet:** Bu araştırmada, farklı orman habitatlarındaki *Arbutus unedo*'nun yaprak karakterlerini karşılaştırdık. Spesifik yaprak alanı ve spesifik yaprak ağırlığı yaprak karakterleridir. Bu karakterler ekosistem dinamiği için çok önemli yaprak özellikleridir. SLA ve LMA çevreye karşı tepki verir ve bitki fonksiyonlarını (örneğin; yaprak besinleri ve ekonomisi, atmosfer ile gaz alışverişi vb.) etkiler. *A. unedo*, doğal olarak Avrupa-Sibirya floristik bölgesinde yetişen bir Akdeniz enklav türüdür. *A. unedo*'nun yaprak özellikleri doğal ve *P. pinaster* ekili ormanlarda incelenmiştir. Vejetasyon dönemi boyunca ormanlardan yaprak örnekleri toplandı ve SLA ve LMA değerleri hesaplandı. Doğal ormandaki ortalama SLA değerlerinin *P. pinaster* ekili ormandan yüksek olduğu, *P. pinaster* ekili ormanda, LMA değerlerinin doğal ormandan yüksek olduğu bulunmuştur. Fakat orman habitatları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Spesifik yaprak alanı ve ağırlığı, habitat tipleri, ekosistem dinamiği, kanopi yoğunluğu

#### 1. Giriş

Spesifik yaprak alanı (SLA) ve spesifik yaprak ağırlığı (LMA) ekosistem dinamiklerinin belirlenmesinde kullanılan önemli yaprak karakterleridir (Sürmen ve ark., 2016). Bitkilerin çevrelere verdikleri cevaplar, SLA ve LMA değerlerinin bitkiler arasında farklılıklar göstermesine neden olmaktadır. Bundan dolayı bitki ekolojisi çalışmalarının çoğunda bu iki yaprak karakteri incelenmektedir (Wang, 2007). SLA, net asimilasyon oranı ve bitkilerin nispi büyüme oranı ile ilişkili iken, LMA ise çevresel stres faktörleri ile ilişkilidir (Reich ve ark., 1992; Cornelissen ve ark., 2003). Örneğin, yüksek LMA değerlerine sahip bitkilerin kuraklık stresine karşı

primer adaptasyonlar geliştirdikleri yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Wright ve ark., 2004). Küresel ölçekte yapılan çalışmalara baktığımızda; SLA ve LMA karakterlerinin bitkilerin verdikleri farklı tepkiler ile ilişkili olduğunu ortaya koyan çalışmaların devam ettiği görülmektedir (Wright ve ark., 2005; Lavorel ve ark., 2006).

Farklı ekosistemlerde yer alan bitkilerin yaprak karakterleri ile olan ilişkilerinin belirlenmesi, bitkilerin verecekleri farklı tepkilerin açıklanması bakımından önemlidir. Bazı çalışmalarda komünite ve dominant tür düzeyinde yaprak karakterleri ile ekosistem özellikleri arasındaki ilişkiler açıklanmıştır (Garnier ve ark., 2004).

Özellikle bitki türlerinin topraktaki besin içeriklerine verdikleri tepkiler, yaprak karakterleri (SLA ve LMA) üzerinden tespit edilmektedir (Wang, 2007). Bu nedenle SLA ve LMA, bu tür çalışmalarda indikatör yaprak karakterleri olarak kullanılmaktadır.

Örneğin; SLA ışık ve neme karşı bitkilerin kazandıkları stratejilerin belirlenmesinde, bununla beraber toprağın su tutma kapasitesi, vejetasyonun tepe tacı kapalılığı ve ışık yoğunluğu gibi faktörler ile de yakından ilişkilidir (Milla ve ark., 2008; Sellin, 2001). LMA ise aynı türün farklı bireylerinde mevsimsel ve çevresel koşullara göre değişmektedir. Bu nedenle birçok bitki ekolojisi ve fizyolojisi çalışmalarında bu iki yaprak parametresi yaygın olarak kullanılmaktadır (Jullien ve ark., 2009; Kraft ve ark., 2008).

*A. unedo* coğrafik olarak geniş bir yayılma alanına sahip olan Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgelerde bulunmaktadır. Tür, Türkiye’de Çanakkale, Balıkesir, İstanbul, Kocaeli, Bursa, Sakarya, Zonguldak, Bolu, Sinop, Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Kahramanmaraş, Hatay Mersin, Antalya, Muğla ve İzmir gibi illerde yayılışa sahiptir (Davis, 1978; Karadeniz ve ark., 1996; Varol, 2003).

Bu çalışmada, Öksin foristik bölgesinde doğal yayılışa sahip Akdeniz enklavı olan *A. unedo* L. türünün farklı habitatlar dikkate alınarak yaprak karakterleri (SLA ve LMA) incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metod

Bu çalışma, Orta Karadeniz bölgesinde Ordu İli Ünye ilçesinde yer alan Asarkaya ormanında yapılmıştır. Araştırma alanı, okyanus iklimin tam denizel iklim tipine sahip olup, Sonbahar-Kış-Yaz-İlkbahar yağış rejimi görülmektedir. Araştırma alanının yıllık ortalama yağış miktarı 1162 mm, yaz dönemi yağmur miktarı 263.5 mm’dir. Alanın yıllık ortalama sıcaklığı 14.5° C, en sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması 26.9° C ve en soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması 4.3° C’dir (Korkmaz ve ark., 2008).

Çalışmanın amacına uygun olarak iki farklı lokalite seçilmiştir. Birinci lokalite doğal bir orman olup deniz seviyesinden yüksekliği 205 m’dir. Alanın dominant ağaç türü öksin fitocoğrafik bölgesine ait *Fagus orientalis* Lipsky’dir (Korkmaz ve ark., 2008). Diğer ağaç ve çalı türleri ise *Populus tremula* L. (Salicaceae), *Sorbus torminalis* L. (Rosaceae), *Quercus hartwissiana* Steven. (Fagaceae), *Vaccinium arctostaphylos* L. (Ericaceae), *Ilex aquifolium* L. (Aquifoliaceae), *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) ve *Rhododendron ponticum* L. (Ericaceae), otsu türler arasında ise *Rubus discolor* Weithe ve Nees, *Veronica magna* M. A. Fischer, *Cirsium pseudopersonata* Boiss. ve Bal subsp. *pseudopersonata* ve *Carex pendula* Huds yer almaktadır. Eğim yaklaşık % 30-35’dir. Anakaya kumtaşı olup toprak tekstürü kumlu-killi-tınlıdır (Yılmaz ve ark., 2013).

İkinci lokalite, yangın tahribatından sonra müdahale edilmiş bir orman olup deniz seviyesinden yüksekliği 250 m’dir. Bu alan genel olarak birinci lokalitedeki aynı türleri

içermekle beraber alana *P. pinaster* Ait. plantasyonu uygulaması yapılmıştır. Orman altı tabaka ise *Smilax excelsa* L., *Cirsium pseudopersonata* Boiss. & Bal subsp. *pseudopersonata*, *Carex pendula* Huds. ve *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn türleri ile temsil edilmektedir (Yılmaz ve ark., 2013). Eğim yaklaşık % 30-35’dir. Anakaya kumtaşı olup toprak tekstürü kumlu-killi-tınlıdır.

Çalışma *Arbutus unedo* L. türünün bir vejetasyon süreci boyunca planlanmış olup Haziran 2011 – Mayıs 2012 tarihlerini kapsamaktadır. Doğal ve plantasyon yapılan orman olmak üzere belirlenen iki araştırma alanından üçer adet olmak üzere 6 devamlı örnek parsel belirlenmiştir. Örnek parsellerin seçiminde yükseklik, yön, vejetasyonun örtü durumu ve parsellerde en az 10 tane bireyin bulunmasına dikkat edilmiştir. Daimi örnek parsellerde *Arbutus unedo* L. türüne ait 5 farklı bitki birey seçilmiştir. Alan içi varyasyonları önlemek için her birey çifti arasında en az 2,5 m mesafe olmasına dikkat edilmiştir (Boerner ve Koslowsky, 1989). Böylece her iki araştırma alanında 15 birey olmak üzere toplam 30 bitki bireyi belirlenmiştir.

Yaprak örneklerinin alınacağı dallar önceden belirlenerek vejetasyon dönemi boyunca aynı dala ait ve fizyolojik yönden benzer yapraklar toplanmıştır (Kutbay ve ark., 2003; van Heerwaarden ve ark., 2003; Wright ve Westoby, 2003; Yılmaz ve ark., 2013).

Her iki lokaliteden toplanan *A. unedo* türüne ait yaprakların sapları kesilip birkaç gün pres altında bekletilmiştir. Daha sonra düzgünleşen yaprakların alanları Leaf Area Measurement 1.3 (Anonim, 2003) tarayıcı programı ile ölçülmüştür.

Alanları ölçülen yaprak örnekleri, etüvde 70° C ’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup kuru ağırlıkları tartılmıştır.

Spesifik yaprak alanı (SLA), birim alana düşen yaprak ağırlığı (LMA) aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$SLA = \frac{\text{Toplam Yaprak Alanı (dm}^2\text{)}}{\text{Toplam Kuru Yaprak Ağırlığı (g)}}$$

$$LMA = \frac{\text{Toplam Kuru Yaprak Ağırlığı (g)}}{\text{Toplam Yaprak Alanı (dm}^2\text{)}}$$

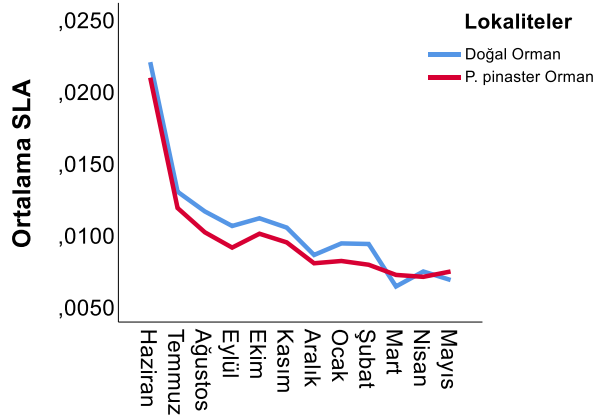
Çalışmada tüm verilerin istatistiksel analizleri SPSS Version 25 paket programı kullanılarak yapılmıştır (Anonim, 2017). Spesifik yaprak alanı (SLA), birim alan başına düşen yaprak ağırlığı (LMA) değerlerinin aylara ve lokalitelere göre değişiminin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

## 3. Bulgular

Doğal orman ve sahil çamı plantasyonu yapılmış ormanda (*P. pinaster*) yayılış gösteren *A. unedo* türüne ait ortalama spesifik yaprak alanı (SLA) ve birim alan başına düşen yaprak ağırlığı (LMA) verileri, SLA ve LMA bakımından

türün vejetasyon dönemi boyunca aylar arası farklılıkları ve lokaliteler arası farklılıklar Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile verilmiştir.

Vejetatif gelişimin Mayıs içerisinde başladığı belirlenen *A. unedo* ait SLA değerleri incelendiğinde, her iki lokalite için en yüksek değerler haziranda hesaplanmıştır. Vejetasyon sürecinin sonuna doğru nispeten azalarak devam etmiştir. Genel olarak doğal ormanda türe ait SLA değerleri yüksek bulunmuştur (Şekil 1).



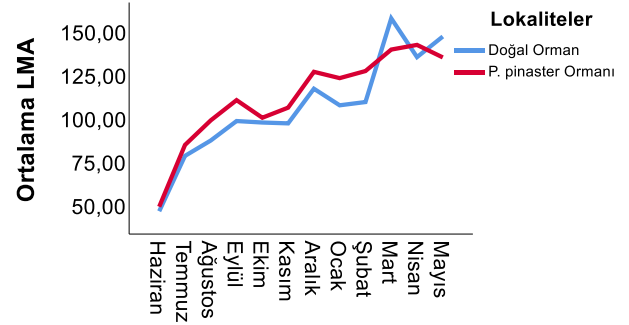
Şekil 1. Doğal ve *P. pinaster* ormanlarında *A. unedo*'ya ait aylık ortalama SLA değerleri

Türün her aya ait SLA değerlerinin lokaliteler arası farklılığı incelendiğinde, Mart ayı hariç diğer aylarda önemli farklılıklar bulunmamıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Her bir ayda *A. unedo*'ya ait SLA değerlerinin Doğal ve *P. pinaster* ormanları arasındaki farklılığın tek yönlü ANOVA sonuçları

Aylar	SLA		P
	Doğal orman	<i>P. pinaster</i> ormanı	
Haziran	0.022±0.002	0.021±0.002	0.758 ÖD
Temmuz	0.013±0.001	0.012±0.000	0.376 ÖD
Ağustos	0.012±0.001	0.010±0.000	0.180 ÖD
Eylül	0.011±0.002	0.009±0.000	0.404 ÖD
Ekim	0.011±0.002	0.010±0.001	0.653 ÖD
Kasım	0.011±0.001	0.009±0.000	0.350 ÖD
Aralık	0.009±0.000	0.008±0.001	0.416 ÖD
Ocak	0.009±0.001	0.008±0.000	0.103 ÖD
Şubat	0.009±0.001	0.008±0.000	0.220 ÖD
Mart	0.006±0.000	0.007±0.000	0.048*
Nisan	0.007±0.000	0.007±0.000	0.248 ÖD
Mayıs	0.007±0.000	0.008±0.000	0.095 ÖD

Türe ait LMA değerleri incelendiğinde doğal ormanda türe ait en yüksek değer martta, en düşük değer haziranda; *P. pinaster* ormanında ise en yüksek değer Nisan'da olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Doğal ve *P. pinaster* ormanlarında *A. unedo*'ya ait aylık ortalama LMA değerleri

Her aya ait LMA değerlerinin lokaliteler arasındaki ilişki istatistiksel olarak incelendiğinde önemli farklılıklar bulunmamıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Her bir ayda *A. unedo*'ya ait LMA değerlerinin Doğal ve *P. pinaster* ormanları arasındaki farklılığın tek yönlü ANOVA sonuçları

Aylar	LMA		P
	Doğal Orman	<i>P. pinaster</i> Ormanı	
Haziran	46.48±5.05	49.07±5.23	0.740 ÖD
Temmuz	78.36±7.22	84.64±2.24	0.453 ÖD
Ağustos	87.21±6.42	98.82±3.00	0.177 ÖD
Eylül	98.42±12.92	110.45±3.48	0.419 ÖD
Ekim	97.57±20.06	100.32±5.91	0.901 ÖD
Kasım	97.07±8.35	106.12±2.53	0.358 ÖD
Aralık	117.02±3.33	126.76±9.98	0.407 ÖD
Ocak	107.48±6.26	123.13±4.22	0.107 ÖD
Şubat	109.36±10.22	127.21±4.07	0.180 ÖD
Mart	157.57±6.19	139.58±2.99	0.059 ÖD
Nisan	135.23±4.21	142.26±3.17	0.253 ÖD
Mayıs	147.09±5.15	135.05±2.35	0.101 ÖD

Lokalite içinde SLA ve LMA değerlerinin aylar arasındaki ilişkisi istatistiksel olarak incelendiğinde, her bir lokalite için SLA ve LMA değerlerinin aylar arasındaki farklılığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 3. Doğal ve *P. pinaster* ormanlarında *A. unedo*'ya ait SLA değerlerinin aylar arasındaki tek yönlü ANOVA sonuçları

Lokalite	Değişken	Kareler toplamı	df	Ortalama kare	F	P
Doğal Orman	LMA	30595	11	2781	11,1	**
	SLA	0	24	0		
	LMA	36565	35			
<i>P. pinaster</i>	SLA	0	11	0	23,6	**
	LMA	23508	11	2137	33,7	**
	SLA	1520	24	63		

Son olarak, lokaliteler arasında türe ait SLA ve LMA değerleri incelendiğinde, istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır.

**Tablo 4.** Vejetasyon dönemi boyunca *A. unedo*'ya ait SLA ve LMA değerlerinin lokaliteler arasındaki farklılığının tek yönlü ANOVA sonuçları

	Kareler toplamı	df	Ortalama kareler	F	P
SLA	Gruplar arası	0	0	0.673	ÖD
	Grup içi	0	0		
	Toplam	0	71		
LMA	Gruplar arası	521	521	0.592	ÖD
	Grup içi	61594	879		
	Toplam	62115	71		

### 3. Tartışma ve Sonuç

Akdeniz iklimine sahip ekosistemlerde bazı herdem yeşil türler yılın büyük bir kısmında (bazen tamamında) aktiftirler. Çalışma boyunca yaptığımız gözlemlerde *A. unedo*'nun doğal ormanda yıl boyunca meyvelendiği; bir vejetasyon dönemi boyunca aynı sürgünde hem eski hemde yeni meyvelerin bir arada bulunduğu görülmüştür. Bu gözlem, Milla ve ark. (2009) tarafından *A. unedo* ile ilgili yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Herdem yeşil türlerin SLA değerleri mevsimsel olarak çok fazla değişmemektedir (Misson ve ark., 2006). Fakat yapılan son araştırmalarda kurak devrenin olduğu bazı ormanlarda mevsimler boyunca SLA değerlerinin önemli farklılıklar sergilediği bulunmuştur (Prior ve ark., 2004). Bu mevsimsel değişimlerin daha çok herdem ormanlarda meydana geldiği ve özellikle su ve ışık miktarının mevsimsel farklılıklarından kaynaklandığı belirtmiştir (Neuvellon ve ark., 2010).

Ayrıca yüksek düzeyde UV güneş radyasyonu maruz kalan bitkilerde fotooksidatif hasara ve bitki gelişiminde değişimlere neden olabilir (A-H-Mackerness, 2000; Frohnmeyer ve Staiger, 2003; Li ve ark., 2010). Bitkiler UV radyasyonunu tolere etmek için alan başına yaprak ağırlığında (LMA) artışlar gibi yaprak morfolojisinde bir takım değişiklikler meydana gelir (Bernal ve ark., 2013; Verdagner ve ark., 2012). Bu durum özellikle sklerofilik türlerde yaprak dokularının güçlenmesini sağlar (Bussotti ve ark., 2014).

Bu çalışmada, doğal ormanda *P. pinaster* ormanına göre türün SLA değerlerinde daha fazla değişkenlik bulunmuştur. Bu varyasyonun başlıca nedeni olarak çalışılan türün bulunduğu vejetasyon tabakasının üst katında *F. orientalis*, *Q. hartwissiana*, *P. tremula* ve *S. torminalis* gibi yaprak dökken türlerin Kasım-Nisan dönemini yapraksız geçirmesidir (Yılmaz ve ark., 2013). Çalışılan diğer ormanda ise böyle bir durum ortaya çıkmamaktadır.

Orman ekosistemlerinde spesifik yaprak ağırlığı (LMA) değişimi vejetasyonun üst katından aşağıya doğru azaldığı bulunmuştur (Jurik, 1986). Ayrıca gölge bitkilerinde (Sciophyt'ler) yaprakların güneş bitkilerine (Heliophyt'ler)

göre daha düşük LMA değerlerine sahip olduğu bulunmuştur (Walters ve ark., 1993). Yılmaz (2009) yaptığı çalışmada ise doğal orman vejetasyonunda ağaç katını oluşturan türler ile çalı katını oluşturan *Vaccinium arctostaphylos* türü arasında LMA bakımından fark olmadığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada *Arbutus unedo*'ya ait LMA değerlerinin, Yılmaz (2009) tarafından ağaç ve çalı katına ait LMA değerleri karşılaştırıldığında birbirine yakın değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

*A. unedo*'ya ait LMA değerleri hem doğal ormanda hem de *P. pinaster* ormanında, vejetatif dönemin başlangıcında düşük iken vejetatif büyümenin tamamlandığı Eylül, Ekim ve Kasım'da yükselmekte ve daha sonra yeniden düşmeye başlamaktadır. LMA'daki bu değişim Orgeas ve ark. (2002)'nin, bitkilerin herhangi bir fenolojik gelişiminden hemen önce yoğun aktiviteye hazırlık olarak spesifik yaprak ağırlığını artırması modeline uygunluk gösterir.

Akdeniz ekosistemlerinde bitkilerin hayatta kalması da büyük ölçüde yağış rejimine bağlıdır (Díaz-Guerra ve ark., 2019). Düşük su varlığının Akdeniz odunsu türleri üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır (Bussotti ve ark., 2014; Matesanz ve Valladares, 2014; Sardans ve Peñuelas, 2012). Genel olarak, su varlığında bir azalma ile yüksek UV ışığına maruz kalan yapraklarda daha yüksek LMA değerleri meydana gelmektedir (Bussotti ve ark., 2002; Sardans ve Peñuelas, 2013; Valladares ve Sánchez-Gómez, 2006). Su kıtlığı yaşayan bitkiler için, LMA'daki (yaygın olarak sklerofilik bir indeks olarak kullanılan) artış, terleme yoluyla su kaybını azaltmak için etkili bir mekanizmadır (Bussotti, 2008; Sardans ve Peñuelas, 2013).

Akdeniz Bölgesinde yapılan çalışmalar incelendiğinde, türe ait SLA ve LMA değerleri farklılıklar sergilemektedir. Genel olarak bakıldığında ise SLA ve LMA değerlerinin kendi floristik bölgesinde daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir (Tablo 5).

**Tablo 5.** *A. unedo*'ya ait SLA ve LMA değerlerinin Akdeniz bölgesinde yapılan farklı çalışmalar ile karşılaştırılması

	SLA (dm <sup>2</sup> /g)	LMA (g/dm <sup>2</sup> )
Doğal orman	0.0114 ± 0.004	106 ± 32
<i>P. pinaster</i> ormanı	0.0098 ± 0.004	111 ± 26
Gratani ve Varone, (2004)	0.0678 ± 0.002	148 ± 10
Sperlich ve ark. (2015) Güneş yaprakları	-	131 ± 11
Sperlich ve ark. (2015) Gölge yaprakları	-	115 ± 13
Díaz-Guerra ve ark. (2019)		140 ± 3.4

Sperlich ve ark. (2015) güneş gören yaprakların gölgede kalan yapraklara göre daha yüksek LMA değerlerine sahip olduğunu bulmuşlardır. Dolayısıyla gölge yapraklarının daha yüksek SLA değerlerine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, *Arbutus unedo* her iki orman tipinde tepe tacının altında yer almasına rağmen kanopi seviyelerinden

dolayı yaprak karakterleri arasında farklılıklar vardır. Araştırma alanlarına ait tepe tacı kapalılığı incelendiğinde doğal ormanın daha kapalı olduğu dolayısıyla ışık girişi daha azdır (Tablo 6).

**Tablo 6.** Orman ve Su İşleri Bakanlığı (2010) ve Yılmaz (2013) tarafından hesaplanan çalışma alanlarının toprak özelliklerine ait değerler

	Doğal Orman	<i>P. pinaster</i> Ormanı
<b>Kanopi kapalılığı (%)</b>	60.24 ± 3.97	49.77 ± 3.67
<b>Toprak pH'sı</b>	6.19 ± 0.18	6.28 ± 0.14
<b>Kum İçeriği (%)</b>	43.79 ± 2.14	43.90 ± 1.27
<b>Kil içeriği (%)</b>	24.97 ± 2.38	30.31 ± 1.64
<b>Silt içeriği (%)</b>	31.24 ± 0.73	25.79 ± 2.85
<b>Organik madde (%)</b>	3.49 ± 0.25	4.00 ± 0.60
<b>Toprak total N (%)</b>	0.19 ± 0.01	0.13 ± 0.02
<b>Toprak C/N oranı</b>	15.62 ± 2.54	12.32 ± 1.41
<b>Toprak P (ppm)</b>	4.40 ± 0.20	4.00 ± 0.10

Sonuç olarak yaprak karakterlerine ait değerlerin lokaliteler arasında istatistiksel olarak farklı olmadığı bulunsun da, kapalılığın yüksek olduğu doğal ormanda spesifik yaprak alanının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Araştırma yapılan ormanların toprak özellikleri birbirine yakın olmasından dolayı bu farklılığın tepe tacı kapalılığından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tablo 6).

#### Yazar katkıları:

H. Yılmaz araştırmanın tasarım ve uygulamasına, sonuçların analizine ve yazının yazılmasına, H. G. Kutbay araştırmanın tasarım, sonuçların analizine, B. Sürmen sonuçların analizine ve yazının katkıda bulunmuştur.

#### Çıkar çatışması bildirim:

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

#### References

A-H-Mackerness S 2000. Plant responses to ultraviolet-B (UV-B: 280–320 nm) stress: what are the key regulators? *Plant Growth Regul* 32: 27–39.

Anonim 2003. Leaf Area Measurement 1.3. The University of Sheffield, UK.

Anonim 2017. SPSS 17.0 for Windows. SPSS Inc., New York.

Bernal M, Llorens L, Badosa J, Verdager D 2013. Interactive effects of UV radiation and water availability on seedlings of six woody Mediterranean species. *Physiol Plant* 147: 234–247.

Boerner REJ, Koslowsky SD 1989. Microsite variations in soil chemistry and nitrogen mineralization in a beechmaple forest. *Soil Biol Biochem* 21: 795–801.

Bussotti F 2008. Functional leaf traits, plant communities and acclimation processes in relation to oxidative stress in trees: a critical overview. *Glob Change Biol* 14: 2727–2739.

Bussotti F, Bettini D, Grossoni P, Mansuino S, Nibbi R, Soda C, Tani C 2002. Structural and functional traits of *Quercus ilex* in response to water availability. *Environ Exp Bot* 47: 11–23.

Bussotti F, Ferrini F, Pollastrini M, Fini A 2014. The challenge of Mediterranean sclerophyllous vegetation under climate change: from acclimation to adaptation. *Environ Exp Bot* 103: 80–98.

Cornelissen JHC, Lavorel S, Garnier E, Diaz S, Buchmann N, Gurvich DE, Reich PB, ter Steege H, Morgan HD, van der Heijden MGA, Pausas JG, Poorter H 2003. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Aust J Bot* 51(4): 335–380.

Davis PH 1978. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Edinburg Univ.

Díaz-Guerra L, Llorens L, Bell TL, Font J, González JA, Verdager D 2019. Physiological, growth and root biochemical responses of *Arbutus unedo* and *Quercus suber* seedlings to UV radiation and water availability before and after aboveground biomass removal. *Environ Exp Bot* 168: 103861.

Frohnmeier H, Staiger D 2003. Ultraviolet-B radiation-mediated responses in plants. Balancing damage and protection. *Plant Physiol* 133: 1420–1428.

Garnier E, Cortez J, Billes G, Navas ML, Roumet C, Debussche M, Laurent G, Blanchard A, Aubry D, Bellmann A, Neill C, Toussaint JP 2004. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. *Ecology* 85: 2630–2637.

Gratani L, Ghia E 2002. Adaptive strategy at the leaf level of *Arbutus unedo* L. to cope with Mediterranean climate. *Flora* 197(4): 275–284.

Jullien A, Allirand JM, Mathieu A, Andrieu B, Ney B 2009. Variations in leaf mass per area according to N nutrition, plant age, and leaf position reflect ontogenetic plasticity in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crop Res* 114(2): 188–197.

Jurik WT 1986. Temporal and spatial patterns of specific leaf weight in successional northern hardwood tree species. *Amer J Bot* 73(8): 1083–1092.

Karadeniz T, Kurt H, Kalkışım Ö 1996. Yomra (Trabzon) çevresinde yetişen kocayemiş (*Arbutus unedo* L.) tiplerinin meyve özellikleri üzerinde çalışmalar. *YYÜZF Dergisi*. 6(4): 65–70.

Korkmaz H, Yalcın E, Kutbay HG, Berk E, Bilgin A 2008. Contribution to the knowledge of the syntaxonomy and ecology of macchie and forest vegetation in Paphlagonia, North Anatolia, Turkey. *Acta Bot. Gallica* 155: 495–512.

Kraft NJB, Valencia R, Ackerly DD 2008. Functional traits and niche-based tree community assembly in an amazonian forest. *Science* 322(5901): 580–582.

Kutbay HG, Yalcın E, Bilgin A 2003. Foliar N and P resorption and foliar nutrient concentrations in canopy and subcanopy of a *Fagus orientalis* Lipsky forest. *Belg J Bot* 136: 35–44.

Lavorel S, Díaz S, Cornelissen JHC, Garnier E, Harrison SP, McIntyre S, Pausas JG, Pérez-Harguindeguy N, Roumet C, Urcelay C 2006. Plant functional types; are we getting any closer to the Holy Grail? In: Canadell J, Pitelka LF, Pataki D (Ed.), *Terrestrial ecosystems in an changing world*. Heidelberg: Springer – Verlag.

Li FR, Peng SL, Chen BM, Hou YP 2010. A meta-analysis of the responses of woody and herbaceous plants to elevated ultraviolet-B radiation. *Acta Oecol* 36: 1–9.

Matesanz S, Valladares F 2014. Ecological and evolutionary responses of Mediterranean plants to global change. *Environ. Exp Bot* 103: 53–67.

- Milla R, Castro-Diez P, Montserrat-Marti G 2009. Phenology of Mediterranean woodyplants from NE Spain: Synchrony, seasonality and relationships among phenophases. *Flora* 205: 190-199.
- Milla R; Reich PB 2008. Environmental and developmental controls on specific leaf area are little modified by leaf allometry. *Funct Ecol* 22(4): 565-576.
- Misson L, Tu KP, Boniello RA, Goldstein AH 2006. Seasonality of photosynthetic parameters in a multi-specific and vertically complex forest ecosystem in the Sierra Nevada of California. *Tree Physiol* 26: 729-741.
- Nouvellon Y, Laclau JP, Epron D, Kinana A, Mabiala A, Rouspard O, Bonnefond JM, le Maire G, Marsden C, Bontemps JD, Saint-Andre L 2010. Within-stand and seasonal variations of specific leaf area in a clonal Eucalyptus plantation in the Republic of Congo. *Forest Ecol Manag* 259: 1796-1807.
- Orgeas J, Ourcival JM, Bonin G 2002. Seasonal and spatial patterns of foliar nutrient in cork oak (*Quercus suber* L.) growing on siliceous soils in province (France). *Plant Ecol* 164: 201-211.
- Prior LD, Bowman DMJS, Eamus D 2004. Seasonal differences in leaf attribute in Australian tropical tree species: family and habitat comparisons. *Funct Ecol* 18: 707-718.
- Reich PB, Walters MB, Ellsworth DS 1992. Leaf life-span in relation to leaf, plant and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecol Monogr* 62(3): 365-392.
- Sardans J, Peñuelas J 2012. The role of plants in the effects of global change on nutrient availability and stoichiometry in the plant-soil system. *Plant Physiol* 160: 1741-1761.
- Sardans J, Peñuelas J 2013. Plant-soil interactions in Mediterranean forest and shrublands: impacts of climatic change. *Plant Soil* 365: 1-33.
- Sellin A 2001. Morphological and stomatal responses of Norway spruce foliage to irradiance within a canopy depending on shoot age. *Environ Exp Bot* 45: 115-131.
- Sperlich D, Chang CT, Peñuelas J, Gracia C, Sabate S 2015. Seasonal variability of foliar photosynthetic and morphological traits and drought impacts in a Mediterranean mixed forest. *Tree Physiol* 35(5): 501-520.
- Sürmen B, Kutbay HG, Çakmak A, Yılmaz H 2016. Comparison of Leaf Traits (SLA And LMA) on Different Populations of *Alcea apterocarpa*. *Hacettepe J Biol Chem* 44(2): 125-131.
- Turner NC, Schulze ED, Nicolle D, Schumacher J, Kuhlmann I 2008. Annual rainfall does not directly determine the carbon isotope ratio of leaves of *Eucalyptus* species. *Physiol Plant* 132: 440-445.
- Valladares F, Sánchez-Gómez D 2006. Ecophysiological traits associated with drought in Mediterranean tree seedlings: individual responses versus interspecific trends in eleven species. *Plant Biol* 8: 688-697.
- van Heerwaarden LM, Toet S, Aerts R 2003. Current measures of nutrient resorption efficiency lead to a substantial underestimation of real resorption efficiency: facts and solutions. *Oikos* 101: 664-669.
- Varol Ö 2003. Flora of Başkonuş Mountain (Kahramanmaraş). *Turk J Bot* 27: 117-139.
- Verdaguer D, Llorens L, Bernal M, Badosa J 2012. Photomorphogenic effects of UVB and UVA radiation on leaves of six Mediterranean sclerophyllous woody species subjected to two different watering regimes at the seedling stage. *Environ Exp Bot* 79: 66-75.
- Walters MB, Kruger EL, Reich PB 1993. Growth, biomass distribution and CO<sub>2</sub> exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. *Oecologia* 94: 7-16.
- Wang G 2007. Leaf trait co-variation, respond and effect in a chronosequence. *J Veg Sci* 18(4): 563-570.
- Wright IJ, Reich PB, Cornelissen JHC, Falster DS, Garnier E, Hikosaka K, Lamont BB, Lee W, Oleksyn J, Osada N, Poorter H, Villar R, Warton DI, Westoby M 2005. Assessing the generality of global leaf trait relationships. *New Phytol* 166(2): 485-496.
- Wright IJ, Reich PB, Westoby M, Ackerly DD, Baruch Z, Bongers F, Cavender-Bares J, Chapin T, Cornelissen M, Diemer J, Flexas E, Garnier PK, Groom J, Gulias JHC, Hikosaka K, Lamont BB, Lee T, Lee W, Lusk C, Midgley JJ, Navas ML, Niinemets U, Oleksyn J, Osada N, Poorter H, Poot P, Prior L, Pyankov VI, Roumet C, Thomas SC, Tjoelker MG, Veneklaas EJ, Villar R 2004. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature* 428(6985): 821.
- Wright IJ, Westoby M 2003. Nutrient concentration, resorption and lifespan: leaf traits of Australian sclerophyll species. *Funct Ecol* 17: 10-19.
- Yılmaz H 2009. Ünye Asarkaya ormanındaki baskın ağaç ve çalı türlerinde azot ve fosfor geri alınımı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yılmaz H, Kutbay HG, Kiliç DD, Surmen B 2014. Foliar nitrogen and phosphorus resorption in an undisturbed and *Pinus pinaster* Ait. planted forests in Northern Turkey. *Rev Écol (Terre Vie)* 69: 39-48.