



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİKENLERDE LAKKAZ VE TİROZİNAZ
AKTİVİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayşegül AKPINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA-2009



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİKENLERDE LAKKAZ VE TİROZİNAZ
AKTİVİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayşegül AKPINAR

Doç.Dr. Şule ÖZTÜRK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

BURSA-2009

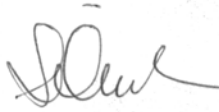
T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

LİKENLERDE LAKKAZ VE TİROZİNAZ
AKTİVİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Ayşegül AKPINAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 16.10.3/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliğiyle
çokluğu ile kabul edilmiştir.



Doç. Dr. Şule ÖZTÜRK
Danışman



Prof. Dr. H. Özkan SİVRİTEPE



Yard. Doç. Dr. Şaban GÜVENÇ

ÖZET

LİKENLERDE LAKKAZ VE TİROZİNAZ AKTİVİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada Bursa ilinde çeşitli lokalitelerden toplanmış, *Peltigerales* ve *Lecanorales* ordusunda yer alan, bazı liken türlerinde çeşitli stres faktörleri uygulaması sonunda fenoloksidaz, lakkaz ve tirozinaz enzim aktivitelerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma bulguları *Peltigerales* ordosuna ait liken türlerindeki enzim aktivitesinin *Lecanorales* ordosu üyelerinin enzim aktivitesinden daha yüksek olduğunu göstermiştir. En yüksek fenoloksidaz aktivitesi *Lecanorales* ordosuna ait liken türlerinden *Evernia prunastri*' de, *Peltigerales* ordosuna ait likenlerden *Peltigera polydactylon*' da belirlenmiştir. En düşük fenoloksidaz aktivitesi ise *Lecanorales* ordusunda *Pseudevernia furfuracea*' de, *Peltigerales* ordusunda *Peltigera horizontalis*' te tespit edilmiştir.

Yapısal özelliklerinde çeşitli farklar olduğu bilinen lakkaz ve tirozinazın farklı stres uygulamalarına değişik derecelerde yanıt verdiği saptanmıştır.

Doğal koşullarında ve stres uygulamalarından sonra, sekonder metabolit bakımından zengin olmayan likenlerde büyük miktarda enzim aktivasyonu belirlenmesine karşın, sekonder metabolit bakımından zengin olan likenlerde daha az miktarda enzim aktivasyonu belirlenmiştir. Bu sonuç liken tallusunun strese karşı korunmasında bazı sekonder metabolitlerin ve enzimlerin benzer şekilde rol oynadığını düşündürmektedir.

Uygulanan stres faktörlerinden rehidrasyonun incelemeye alınan türlerin lakkaz aktivitesinde önemli derecede artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç hücre çeperi üzerinde etkili olan lakkazın hızlı su kazanımı sırasında hücre çeperini korumada önemli role sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aktivite, Fenoloksidaz, Lakkaz, Liken, Tirozinaz.

ABSTRACT**INVESTIGATION OF LACCASE AND TYROSINASE ACTIVITY IN LICHENS**

In this study, it is aimed to evaluate the activity of phenoloxidase, laccase and tyrosinase after application of various stress factors in some lichen species, which belong to *Lecanorales* and *Peltigerales* orders have been collected from various localities in the province of Bursa,

The results have shown that the enzyme activity in lichen species belong to *Peltigerales* are higher than the enzyme activity in members of *Lecanorales*. The highest phenoloxidase activity has been determined in *Evernia prunastri*, the lichen species which belongs to *Lecanorales*, also in *Peltigera polydactylon*, the lichen species which belongs to *Peltigerales*. The lowest phenoloxidase activity has been detected in *Pseudevernia furfuracea*, the lichen species which belongs to *Lecanorales*, also in *Peltigera horizontalis* of the *Peltigerales*.

It was determined that laccase and tyrosinase, which are known to have several differences in their structural features, generate a response in varying degrees to different stress applications.

In natural conditions and after stress applications, although it was detected the enzyme activity in large amounts in the lichens which were not rich in terms of secondary metabolite, it was determined that enzyme activity in the lichens which were rich in terms of secondary metabolite is less amounts. This result suggests that some of secondary metabolites and enzymes role similarly in protection of lichens against to stress.

It was determined that rehydration from the applied stress factors caused a significant increase in laccase activity of the investigated species. This result shows that laccase, effective on cell wall, has an important role in protection of cell wall during rapid acquisition of water.

Key Words: Activity, Phenoloxidase, Laccase, Lichen, Tyrosinase

İÇİNDEKİLER**Sayfa**

| | |
|---|-----|
| TEZ ONAY SAYFASI..... | ii |
| ÖZET..... | iii |
| ABSTRACT..... | iv |
| İÇİNDEKİLER..... | I |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | III |
| GİRİŞ..... | 1 |
| 1. KAYNAK ÖZETLERİ..... | 4 |
| 2. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 8 |
| 2.1. Materyal..... | 8 |
| 2.2. Yöntem..... | 8 |
| 2.2.1. Örneklerin Toplaması..... | 8 |
| 2.2.2. Örneklerin Tayini..... | 8 |
| 2.2.3. Enzim Aktivitesinin Ölçümü ve Hesaplanması..... | 9 |
| 2.2.3.1. Arazide Fenoloksidaz Aktivitesinin Ölçümü..... | 10 |
| 2.2.3.2. Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesinin Ölçümü..... | 10 |
| 2.2.3.3. Stres Faktörlerinin Uygulanması..... | 11 |
| 2.2.3.3.1. Kuruma (Dehidrasyon)..... | 11 |
| 2.2.3.3.2. Suya Doygunluk (Rehidrasyon)..... | 12 |
| 2.2.3.3.3. Yaralama..... | 12 |
| 2.2.3.4. Spektrofotometrik Enzim Analiz Yöntemi..... | 12 |
| 2.2.3.5. Enzim Aktivitesinin Hesaplanması..... | 13 |
| 2.2.4. Verilerin İstatiksel Değerlendirilmesi..... | 14 |
| 3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI..... | 15 |
| 3.1. Kullanılan Liken Sınıflandırma Sistemi..... | 15 |
| 3.2. Enzim Aktiviteleri İncelenen Liken Taksonları..... | 16 |
| 3.2.1. İncelenen Liken Taksonlarının Deskripsiyonları ve Türkiye'deki Yayılış Alanları..... | 16 |
| 3.2.1.1. <i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach..... | 16 |
| 3.2.1.2. <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl..... | 18 |
| 3.2.1.3. <i>Parmelia sulcata</i> Taylor..... | 19 |
| 3.2.1.4. <i>Peltigera canina</i> (L.) Willd..... | 20 |
| 3.2.1.5. <i>Peltigera didactyla</i> (With.) J.R. Laundon..... | 20 |

II

| | |
|---|----|
| 3.2.1.6. <i>Peltigera elizabethae</i> Gyeln..... | 21 |
| 3.2.1.7. <i>Peltigera horizontalis</i> (Huds.) Baumg..... | 22 |
| 3.2.1.8. <i>Peltigera malacea</i> (Ach.) Funck..... | 22 |
| 3.2.1.9. <i>Peltigera neckerii</i> Hepp ex Müll. Arg..... | 23 |
| 3.2.1.10. <i>Peltigera polydactylon</i> (Neck.) Hoffm..... | 23 |
| 3.2.1.11. <i>Peltigera ponojensis</i> Gyeln..... | 24 |
| 3.2.1.12. <i>Peltigera praetextata</i> (Flörke ex Sommerf.) Zopf..... | 25 |
| 3.2.1.13. <i>Peltigera rufescens</i> (Wiess.) Humb..... | 25 |
| 3.2.1.14. <i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch..... | 26 |
| 3.2.1.15. <i>Pseudevernia furfuracea</i> (L.) Zopf..... | 27 |
| 3.3. Fenoloksidaz Aktivitesine Ait Nicel Veriler..... | 29 |
| 3.4. Doğal Koşullar Altında Liken Türlerinde Belirlenen Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi..... | 31 |
| 3.5. Stres Faktörü Uygulanmış Liken Örneklerinde Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi..... | 33 |
| 3.5.1. Kuruma Stresine Maruz Kalmış Liken Örneklerinde Enzim Aktivitesi..... | 33 |
| 3.5.2. Rehidre Edilen Liken Örneklerinde Enzim Aktivitesi..... | 36 |
| 3.5.3. Yaralama Uygulanmış Liken Örneklerinde Enzim Aktivitesi..... | 39 |
| 4. TARTIŞMA VE SONUÇ..... | 43 |
| KAYNAKLAR..... | 47 |
| ÖZGEÇMİŞ..... | 59 |
| TEŞEKKÜR..... | 60 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 3.1. Liken Türlerinde Fenoloksidaz Aktivitesinin Belirlenmesi İçin Arazide Yapılan Renk Reaksiyonu Değerlendirmesi..... | 29 |
| Çizelge 3.2. Doğal Koşullar Altında İncelenen Liken Türlerinde Görülen Enzim Aktivitesi..... | 31 |
| Çizelge 3.3. Doğal Koşullarda ve Kurutulmuş Liken Talluslarında Belirlenen Fenoloksidaz Aktivitesi..... | 33 |
| Çizelge 3.4. Doğal Koşullarda ve Kuruma Uygulanmış Liken Talluslarında Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi..... | 35 |
| Çizelge 3.5. Doğal Koşullarda ve Suya Doygun Hale Getirilmiş Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi..... | 36 |
| Çizelge 3.6. Doğal Koşullarda ve Rehidrasyon Sonrası Liken Talluslarında Görülen Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi..... | 37 |
| Çizelge 3.7. Doğal Koşullarda ve Yaralama Uygulanmış Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi..... | 39 |
| Çizelge 3.8. Doğal Koşullarda ve Yaralama Uygulanmış Liken Tallusunda Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi..... | 40 |
| Çizelge 3.9. Stres Uygulanmış Liken Talluslarında Belirlenen Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitelerinin Doğal Koşullarda Elde Edilen Değerlere Göre Değişimi..... | 42 |

GİRİŞ

Likenler, en az iki farklı organizmanın oluşturduğu simbiyotik birliktelik sonucu meydana gelen ekosistem örnekleridir (Brodo ve ark. 2001). Bu özel biyolojik ilişkide morfolojik yapının oluşumunda baskın olan bileşen Ascomycetes veya Basidiomycetes grubu mantardır. Liken oluşturan mantarların tahmini sayısı 13 000 – 17 000 arasında değişmektedir (Amar ve ark. 2000). Diğer bileşen ise, ototrof özellikte olup bazen bir yeşil alg bazen de bir siyanobakter olabilir. Bazı liken türlerinde, primer karbon fiksasyonu yapan bir yeşil alg ve sekonder ortak olarak da bir siyanobakter ile mantar bileşeninden oluşan üç üyeli bir ortaklık oluşumunu görmek mümkündür (Ahmadjian 1987 cf. Piercey-Normore M.D. ve Depriest P.T. 2001).

Likenler şekil ve yaşayış bakımından kendilerini oluşturan alg ve mantardan tamamen ayrı bir yapı meydana getirir (Güner 1986). Birlikteliğe katılan organizmaların özelliklerine göre değişik morfolojik şekiller oluştururlar. Temel morfolojik gruplar kabuksu, yapraksı ve dalsı likenlerdir.

Substrat tercihlerine göre likenler kortikol, saksikol ve terrikol olarak sınıflandırılırlar (Nash III ve ark. 2004). Saksikol türler kayalar, kortikol türler ağaç kabukları, terrikol türler toprak, muskikol veya bryofitik olanlar ise karayosunları üzerinde gelişir (Güner ve Özdemir 1986).

Likenler, Arktik ve Antarktik bölgelerden ekvatorial tropik bölgelere, gel-git olayının yaşandığı deniz bölgesinden dağların zirvesine kadar hemen hemen tüm iklim kuşaklarında gelişebilirler (Ahmadjian ve Hale 1973). Likenlerin dünya üzerindeki bu geniş ölçüde dağılımı; sıcaklık, nem, güneş radyasyonu, yükseklik ile substratın pH' ı, su tutma kapasitesi, bölgenin jeolojik ve iklim özellikleri tarafından belirlenmektedir (Brodo ve ark. 2001). Bunun yanında likenlerin, mineralleri havadan absorblama, kuraklığa, yüksek ve düşük sıcaklığa tolerans gösterme gibi geliştirdiği bir takım özellikler ve sahip oldukları sekonder metabolitler, onların birçok habitatta başarılı bir şekilde gelişmelerini sağlar (Longton 1992).

Son yapılan çalışmalar göstermiştir ki, yüksek bitkiler, ekstrem koşullarda 'stres metabolitleri' adı altında çeşitli bileşikler sentezler. Buna benzer olarak likenler de, çevrelerinde gerçekleşen uygun olmayan koşullarda, canlılıklarını sürdürebilmek için sekonder metabolit sentezlemektedirler (Huneck ve Yoshimura 1996).

Liken maddeleri medulladan salgılanır ve hidrofobik özelliğe sahiptir. Böylece medullanın su ile doygun hale gelmesini önleyerek, atmosferden gaz alışverişinin devam etmesine izin verirler (Huneck ve Yoshimura 1996).

Çeşidi ve miktarı türe göre değişim gösteren liken sekonder metabolitleri, alifatik, sikloalifatik, aromatik ve terpenik bileşiklerden oluşur (Rankovic ve ark. 2007 a). Aromatik liken maddelerinin UV ışınlarını absorbe ederek kuvvetli radyasyona karşı alg hücrelerini koruduğu düşünülmektedir (Lawrey 1986). Bazı alifatik ve aromatik liken asitlerinin de (Usnik asit, iso-usnik asit v.s.) liken tallusuna minerallerin substrattan sağlanmasında önemli olduğu bilinmektedir (Purvis ve ark. 1987 cf. Huneck ve Yoshimura 1996). Liken maddeleri, antiviral, antitümoral, antimutajenik, antibiyotik v.b. etkilere sahiptir. Aynı zamanda bu sekonder metabolitlerin, fotobiyontun hücre duvarının geçirgenliğini etkileyerek simbiyotik dengede önemli bir rol oynadığı bilinmektedir (Huneck ve Yoshimura 1996). Yapısı tanımlanan ilk liken maddeleri vulpinik asit (Spiegel 1883) ve lekanorik asittir (Hesse 1900).

Liken metabolitleri, 19. yüzyıldan bugüne kadar halen pek çok araştırmacı tarafından incelenmektedir. Başlangıçta liken maddelerinin kimyasal yapısına yönelik olan çalışmalar günümüzde liken metabolitlerinin fonksiyonu, simbiyotik birliktelikteki önemi ve doğal ortam koşullarında likene sağladığı olumlu ve olumsuz özelliklere yönelmiştir. Bu konuda yapılan araştırmalardan birinde, incelenen bir liken türünün laboratuvar koşullarında kültürü yapılmış örneği ile doğal koşullarda bulunan örneği arasında liken metabolitlerinin içeriği ve spektral ölçümü bakımından büyük farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Huneck ve Yoshimura 1996).

Başka bir çalışmada ise, her liken türünün yüksek oranda sekonder metabolit üretmediği ortaya konmuştur. Örneğin *Peltigera sp.* cinsinde diğer likenlere göre oldukça az miktarlarda sekonder metabolit üretilir (Laufer ve ark. 2006 a). Bunun üzerine *Peltigera sp.* gibi az oranda sekonder metabolit içeren likenlerin çeşitli stres koşullarında kendilerini nasıl koruduğu merak konusu olmuştur. Yapılan araştırmalarda, bu cinse ait türlerin süperoksit O_2^- , fenoloksidazlar ve hidrosil radikalleri gibi ekstrasellüler ROS (Reactive Oxygen Species) ürünleri oluşturarak kendilerini korudukları belirlenmiştir (Beckett ve ark. 2003, Laufer ve ark. 2006 a). Diğer bir ifadeyle, *Peltigera* türleri yüksek metabolik aktivite göstermekte olup, yüksek oranda ekstrasellüler (hücre dışı) süperoksit üretir ve böylece başta su stresi olmak üzere çeşitli stres koşullarına karşı korunma adaptasyonuna sahiptirler.

Biyolojik fonksiyonlar için gerekli enerji mitokondrielerde üretilir. Enerji üretiminin yanında oksijen iyonları, serbest radikaller ve peroksidazlar gibi oldukça küçük moleküller ya da iyonlardan oluşan Reaktif Oksijen Türleri (ROS) de meydana gelir. Bu maddeler eşleşmemiş elektrona sahip oldukları için yüksek oranda reaktiftirler. Normal metabolik aktiviteler sonucunda oluşan, özellikle hücre sinyalizasyonunda önemli rol oynayan ROS ürünleri, metabolizmanın doğal bir ürünüdür. Ancak besinin sınırlanması, ksenobiyotiklere, UV ışınlarına ve ısıya maruz kalma ya da kuruma ve rehidrasyon gibi çevresel stres

faktörlerine maruz kalma gibi bir durumda ROS üretimi artar. Süperoksit O⁻², fenoloksidazlar ve hidroksil radikalleri gibi ROS ürünleri, hücresel zarara neden olduğu gibi aynı zamanda DNA, RNA ve proteinlere de zarar vermektedir. Hücreler ROS' un zarar verici etkisinden kurtulmak için, superoksit dismutaz ve katalaz gibi antioksidan enzimler ve glutatyon, askorbik asit, tokoferol ve karotenoidler gibi düşük moleküler ağırlıklı antioksidanların sentezlendiği koruyucu mekanizmalar geliştirirler (Weissman ve ark. 2005 a).

Lakkaz (EC 1.10.3.2., difenol: O₂ oksidoredüktaz: p-difenol oksidaz) ve tirozinaz (EC 1.14.18.1., monofenol monooksijenaz: o-difenol oksidaz) fenoloksidaz grubu enzimlerdendir. Bakır içeren oksidazlar olarak da tanımlanan bu enzimler, moleküler oksijen ile substratları katalizler, aynı zamanda fenolik bileşiklerin oksidasyonuna da katılırlar. Lakkaz ve tirozinaz, yüksek bitkiler, serbest yaşayan mantarlar ve bakteriler tarafından da üretilmektedir (Baldrian 2006, Suzuki ve ark. 2003). Lakkaz, lignin oluşumuna (Boerjan ve ark. 2003, Beckett ve ark. 2005); tirozinaz ise melanin ve diğer pigmentlerin sentezine katılır (Agar ve Young 2005). Bu gibi reaksiyonlar sırasında oksijen suya indirgenir ve substrat, stabil olmayan fenoksi radikallerine ve kinonlara yükseltgenir (Zavarzina ve Zavarzin 2006). Ayrıca çevreye de salınabilen bu enzimler delignifikasyonda, toprakta humus oluşumu ve bozulması sırasında gerçekleşen reaksiyonlarda da önemli rol oynarlar (Keum ve Li 2004).

Likenlerin doğal koşullarda karşılaştıkları stres koşullarının liken metabolizması üzerindeki olumsuz etkisinin değerlendirilmesinde lakkaz ve tirozinazın önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir (Zavarzina ve Zavarzin 2006).

Bu çalışmada kuruma, rehidrasyon ve yaralama olmak üzere çeşitli çevresel stres faktörlerine bağlı olarak, bazı liken türlerinde lakkaz ve tirozinaz aktivitesinin ölçülmesi ve likenlerin olumsuz koşullarda gösterdiği adaptif davranışların incelenmesi amaçlanmıştır.

1. KAYNAK ÖZETLERİ

Likenler, farklı yaşamsal özelliklere sahip organizmaların uyumlu birliktelikleri olup birçok canlının yaşamadığı ortamlarda gelişim göstermeleri ve uzun yaşam sürelerine sahip olmaları nedeniyle fizyolojik ve metabolik özelliklerinin aydınlatılması üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar arasında likenlerin uygun olmayan ortam koşullarına nasıl adaptasyon geliştirdiklerine yönelik araştırmalar da yer almaktadır. Özellikle likenlerde çeşitli stres faktörlerine bağlı olarak üretilen ROS ürünleri ve bunların belirlenmesine yönelik çalışmaların son yıllarda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu konuyla ilgili olarak;

Beckett ve Minibayeva (2003) kuruma ve yaralama olmak üzere iki stres faktörünün *Peltigera canina*' da görülen fenoloksidaz aktivitesi üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre; *Peltigera canina*' da yaralama uygulandıktan sonra yüksek bitkilerde olduğu gibi bir oksidatif yanma olayının gerçekleştiği, fakat kuruma ve tekrar suya doygunluk durumunda görülen metabolik olay kadar uzun sürmediği belirlenmiştir. Ayrıca *Peltigera canina*' da kuruma ve suya doygunluk (rehidasyon) periyotları boyunca elde edilen enzim aktivite değerlerinin diğer *Peltigerales* ordosuna ait liken türlerindeki benzer olduğu saptanmıştır.

Beckett ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada ise ROS oluşumu, likenler tarafından üretilen ekstrasellüler ROS ürünlerinin toksik özellikleri ile bu maddelerin yüksek bitkiler ve serbest yaşayan mantarlar üzerindeki yararlı etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarında, likenler içinde *Peltigeraceae* familyasına ait liken türlerinde ekstrasellüler süperoksit üretiminin yüksek oranda meydana geldiği belirtilmektedir. Ayrıca *Peltigeraceae* familyasında kuruma ve yaralama gibi stres faktörlerinin ROS üretimini uyarıcı etkiye sahip olduğu vurgulanmaktadır.

Weissman ve ark. (2005 a) dalsı bir liken türü olan *Ramalina lacera*' da düşük moleküler ağırlığa sahip antioksidantların belirlenmesine ek olarak, ROS ve Nitrik Oksit (NO) üretiminde rehidasyonun etkisini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre, *Ramalina lacera*' da rehidasyonun, fotosentetik aktivitede hızlı bir artışa neden olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda rehidasyon boyunca gerçekleşen ROS oluşumunun, likenin her iki simbiyotik üyesi tarafından gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Nitrik asit oluşumunun ise sadece mantar hücrelerinde belirlendiği, rehidasyon ile oluşan aktivitenin membran bütünlüğünde yok edici bir etkiye sahip olmadığı vurgulanmıştır. Diğer taraftan suda çözülebilir düşük moleküler ağırlıklı antioksidanların önemli derecede azalmış olduğu açıklanmıştır.

Weissman ve ark. (2005 b) bir başka çalışmada, *Ramalina lacera*' nin enzimatik antioksidanlarını belirlemiş ve suya doygunluk durumunda bu liken türünün gösterdiği tepkiyi incelemişlerdir. Aynı zamanda bu likenden elde edilen ekstratta glutatyon redüktaz ve glukoz-6-fosfat dehidrojenaz aktivitesi değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçları tallusun suya doygun hale getirilmesi durumunda SOD (süperoksit dismutaz) aktivitesinde bir azalma meydana geldiğini göstermiştir.

Farklı taksonomik gruplardan ve farklı habitatlardan seçtikleri 40 liken türünde ekstrasellüler lakkaz aktivitesini inceleyen Laufer ve ark. (2006 a), liken oluşturan Askuslu mantarlarda lakkazın var olduğuna dair ilk verileri sunmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre, *Peltigeraceae* familyasına ait 20 türün 18' inde lakkaz aktivitesinin varlığı kanıtlanmışken, diğer liken gruplarından seçilen türlerde herhangi bir lakkaz aktivitesine rastlanmamıştır. Ayrıca kuruma ve yaralama gibi olumsuz dış etmenlerin lakkaz aktivitesinin oluşumunda uyarıcı bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir.

Laufer ve ark. (2006 b) önceki çalışmada belirledikleri 40 liken türünde tirozinaz aktivitesini incelemişlerdir. Spektrofotometrik olarak ölçülen tirozinaz aktivitesinin, *Peltigeraceae* familyasına ait 20 liken türünün hepsinde var olduğu tespit edilmiştir. Uygulanan stres faktörlerinden kuruma ve yaralamanın lakkaz aktivitesi üzerinde uyarıcı bir etkiye sahip olmasına rağmen tirozinaz aktivitesi üzerinde sadece yaralamanın uyarıcı bir etkisi olduğu saptanmıştır.

Zavarzina ve Zavarzin (2006) çeşitli taksonomik gruplardan seçtikleri 32 liken türünde lakkaz ve tirozinaz aktivitelerini ölçmüş olup liken tallusunun fenolksidaz aktivitesini etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda *Peltigerales* ordosuna ait liken türlerinde her iki enzim aktivitesinin yüksek oranda belirlenmesine karşın, *Lecanorales* ordosuna ait likenlerde sadece lakkaz aktivitesi tespit edilmiştir. Ayrıca kuruma, hızlı rehidrasyon, mekanik yaralama gibi farklı stres koşullarının likenlerde görülen fenolksidaz aktivitesini uyarıcı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Štepigová ve ark. (2007) yüksek ışık stresine maruz bıraktıkları yapraksı likenlerde glutatyon ve zeaksantin oluşumunu gözlemişlerdir. ROS ürünlerinin hücreye vereceği zararı önlemek için bitkiler tarafından glutatyon, askorbik asit, tokoferol ve bir takım pigment maddeleri gibi düşük moleküler ağırlıklı antioksidanların sentezlendiği belirlenmiştir. Bitkilerde ve likenlerde ROS oluşumu ile antioksidanların redoks durumunda ve miktarında farklılıklar olduğu ileri sürülmüştür. Bu çalışmada yapraksı likenlerde kısa süreli yüksek ışığa maruz kalma durumunda glutatyon miktarı azalırken, tilakoid membranlarda bulunan bir pigment maddesi olan zeaksantin miktarının arttığı tespit edilmiştir.

Solorina crocea ve *Peltigera aphthosa*' da lakkaz enziminin yapısını inceleyen Lisov ve ark. (2007) enzimin büyük ve küçük alt bölümlerini tespit etmişlerdir. Jel filtrasyon yöntemi ile büyük alt bölümün 165-175 k Da büyüklüğünde ve dimerik yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Sodyum dodesil sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi yöntemi ile de enzimin küçük alt bölümünün 76-97 k Da büyüklüğünde olduğu ve iki liken türünden elde edilen lakkazın benzer formda olduğu saptanmıştır.

Likenler dışında, farklı canlı gruplarında da ROS ürünlerinin belirlenmesine yönelik birçok araştırmanın yapıldığı görülmektedir.

Bhattacharjee (2005)' nın bitkilerde stres, yaşlanma ve sinyalizasyonun oksidatif yanma ve ROS ürünleri üzerindeki etkisini ortaya koyduğu çalışmada, bitki hücrelerinin çeşitli biyotik ve abiyotik stres koşulları altında oksidatif yanma sonucunda ROS ürünlerini meydana getirdiği ve ayrıca yaşlanmanın doğal sürecinde bu ürünlerin daha fazla miktarlarda üretildiği belirlenmiştir. Diğer taraftan bitkilerde yaşlanmaya bağlı hücre ölümlerinin ROS ürünlerinin birikimi sonucu oluşabildiği vurgulanmış ve hücrede lipid membranların bozularak serbest yağ asitlerine dönüşümünde ROS ürünlerinin birinci derecede etkisi olduğu gösterilmiştir.

Ototrof ve hetetrof organizmalarda kurumaya karşı tolerans gösteren biyokimyasal mekanizmaları inceleyen Kranner ve Birtic (2005), serbest radikallerin hücreye zarar verdiğini ve bu moleküllerin yok edilmesinde glutasyon, askorbik asit ve tokoferoller gibi antioksidanların önemli olduğunu saptamışlardır. İlkel bitkiler ve mantarlarda bazı temel antioksidanların olmadığı fakat likenlerde ve bitki tohumlarında antioksidan özellikte sekonder fenolik bileşiklerin bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hücre içi temel antioksidanın glutasyon olduğu, uzun dönemli kuruma stresi boyunca hücrede var olan antioksidan sistemin programlanmış hücre ölümlerine neden olduğu ve glutasyonun hücre ölümlerini başlatmada bir sinyal olarak rol oynadığı belirtilmektedir.

Pitzschke ve Hirt (2006) yaptıkları çalışmada, bitkilerde MAPK (Mitogen-Activated Protein Kinases) ve ROS sinyalizasyonunu incelemişlerdir. Çalışmanın temelinde bitki hücrelerinde ROS ürünlerinin düzenleyici fonksiyonları ile MAPK basamakları yer almaktadır. Ayrıca bitkilerin farklı hücresel kısımlarında çeşitli yollarla ROS ürünlerinin üretildiği ve çeşitli antioksidatif bileşenler ile ROS' un zararlı etkisinin engellendiği belirlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlardaki ROS ürünlerinin bitki hücrelerinde geri dönüşümü olmayan zararlara neden olduğu ve hatta bu olayın hücre ölümleriyle sonuçlandığı vurgulanmaktadır. Buna karşın, hücrelerin geliştirdiği çeşitli biyolojik kontrol programlarının

ROS ürünlerinin hücre sinyalizasyonunda ve gen baskılanmasında etkili olduğu belirtilmektedir.

Baldrian (2006)' ın fungal lakkazın varlığına ve özelliklerinin belirlenmesine yönelik yaptığı çalışma, şimdiye kadar bu konuda yapılan araştırmaların özeti niteliğindedir. Bu çalışmada, pek çok mantar türünde lakkaz aktivitesinin tespit edildiği ve saflaştırıldığı görülmektedir. Ayrıca lakkazın enzim özelliklerinden ve düşük substrat özelliğine sahip olması nedeniyle biyoteknolojik çalışmalarda kullanılabilirliğinden söz edilmektedir.

Halaouli ve ark. (2006) fungal tirozinazın biyokimyasal ve moleküler özelliklerini belirledikleri çalışmada, tirozinazın biyoteknolojik alandaki yeni uygulamalarından bahsetmişlerdir. Fungal tirozinazın hücre içinde ve düşük miktarlarda üretildiği vurgulanmaktadır. Ayrıca tirozinazın mantarda sporun stabilitesi ve oluşumunda, savunma mekanizmalarında ve pigmentasyonda önemli rol oynadığı, özellikle melanin sentezinin ilk basamağında yer aldığı belirtilmektedir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Materyal

Araştırma materyallerini, 29.03.2007-24.06.2007 tarihleri arasında Bursa ili sınırları içerisinde farklı lokalitelerden toplanan 15 liken örneği oluşturmaktadır. Toplanan liken talluslarının doğal koşullarda tamamen suya doygun özellikte olması için örnekleme uzun süreli yağmurlardan sonra yapılmasına özen gösterilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Örneklerin Toplanması

Liken örneklerinin toplanması sırasında, fenoloksidaz aktivitesine sahip liken türlerinin seçilmesinde kolaylık sağlaması açısından renk reaksiyonlarına dayalı bir takım nicel deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda pozitif reaksiyon gösteren liken türleri, deney materyali olarak seçilmiştir. Liken örnekleri kaya, toprak, ağaç kabuğu gibi doğal substratlar üzerinden toplanmıştır. Seçilen liken örneklerinin tayininde kolaylık sağlaması açısından, toplama işlemi sırasında mümkünse apotesyum, sored ve izid gibi likenlerin üreme yapılarına sahip tallus parçaları tercih edilmiştir. Toplanan örneklerin her birine ait lokalite, koordinatlar, yükseklik, substrat çeşidi ve tarih gibi önemli bilgiler not edilmiştir.

2.2.2. Örneklerin Tayini

Liken örneklerinin tayininde ışık ve stereo olmak üzere iki tip mikroskop kullanılmıştır. Tayin işlemi sırasında morfolojik gözlemler için Prior marka stereo mikroskop, örnekten kesit alınarak likenin anatomik özelliklerin değerlendirilmesinde ise Krüss marka ışık mikroskobu kullanılmıştır. Liken türlerinin apotesyumlarının incelemesinde teşhis için gerekli olan epitesyum, himenyum, hipotesyum renkleri ve kalınlıkları, askus ucunun yapısı, askus içindeki askospor sayısı, askosporların boyutları, şekli, rengi ile tallustaki fotobiyontun cinsi gibi özelliklere dikkat edilmiştir.

Türlerin tayininde likenlerin metabolik ürünleri arasında yer alan liken asitlerinin, çeşitli kimyasal maddeler ile oluşturdukları renk reaksiyonları da değerlendirilmiştir.

Tayinde kullanılan kimyasal reaktifler, sembolleri ve bileşimleri (Purvis ve ark. 1994):

K : % 10'luk potasyum hidroksit çözeltisi

P : 1 g parafenilendiamin, 10 g sodyum sülfid, 5 mL deterjan ve 100 mL sudan hazırlanmış parafenilendiamin çözeltisi

C : % 3'lük sodyum hipoklorit çözeltisi (ya da ticari çamaşır suyu)

I : 0.5 g iyot, 1.5 g potasyum iyodür, 100 mL distile suda hazırlanmış iyot çözeltisi

KC ve CK : K ve C'nin ardışık uygulanması

N : % 50'lik nitrik asit çözeltisi

Liken tallusu ve üreme yapılarının, kimyasal reaktifler ile reaksiyon oluşturması (+) simgesi ve oluşan renk ile ifade edilirken, reaktifle reaksiyon oluşturmaması (-) simgesi ile belirtilmiştir.

Kaya ve toprak üzerinde gelişen likenlerde, substratın kalkerli ya da silisli olma özelliği %10 luk HCl çözeltisi ile köpürme oluşup oluşmadığına bakılarak değerlendirilmiştir. Silisli kaya ve topraklar HCl çözeltisi ile reaksiyona girdiğinde köpürme oluşmadığı halde, kalkerli kaya ve topraklarda köpürme şeklinde bir reaksiyon meydana gelmektedir.

Liken türlerinin tayin edilmesinde çeşitli flora kitaplarında yer alan tayin anahtarlarından yararlanılmıştır (Clauzade ve Roux 1985, Jahns 1987, Moberg ve Holmäsén 1992, Purvis ve ark. 1994, Wirth 1995, Malcolm ve Galloway 1997, Brodo ve ark. 2001, Giralt 2001, Blanco ve ark. 2004, Nash III ve ark. 2002, 2004).

2.2.3. Enzim Aktivitesinin Ölçümü ve Hesaplanması

Enzimlerin varlıklarını, etkinliklerini, hücrede buldukları yeri, kataliz mekanizmalarını, miktarını, saflığını v.b. belirlemenin en etkin yolu onların aktivitelerini ölçmektir. Bir enzimin aktivitesini ölçmek için belirli bir zaman aralığı içerisinde enzimin kataliz etkinliği sonucu oluşan değişimin saptanması gerekmektedir. Enzim aktivitesinin belirlenmesi esas olarak kinetik bir ölçümdür. Ölçümde zamana göre değişen parametre, kataliz sonucu reaksiyon ortamındaki ürünün oluşum ya da substratın kullanım hızıdır (Temizkan ve ark. 2004). Substratın tükenmesi reaksiyon hızının düşmesinde başlıca etmendir. Substrat derişimi 0 (sıfır) olunca reaksiyon tamamen durmaktadır.

2.2.3.1. Arazide Fenolksidaz Aktivitesinin Ölçümü

Her liken türü fenolksidaz aktivitesine sahip olmadığı için arazi çalışmaları sırasında yapılan deneyler sonucu oluşan renk reaksiyonlarına bağlı olarak liken örnekleri toplanmıştır. Likenin fenolksidaz aktivitesini ölçmek için ilk olarak;

2,2'-azino-bis (3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid, ABTS) içeren 5 mM'lık sodyum asetat tampon çözeltisi içerisine bir parça liken tallusu atılarak renk oluşumu değerlendirilmiştir. Eğer solüsyonda yeşil bir renk meydana geliyorsa reaksiyon pozitif sonuç vermiş demektir. Bu değerlendirmeye bağlı olarak pozitif reaksiyon gösteren liken türleri, laboratuarda yapılacak olan enzim deneylerinde kullanılmak üzere araziden toplanmıştır.

Fenolksidaz aktivitesinin nicel olarak ölçümünün bir diğer şekli de; L-tirozine içeren 50 mM'lık sodyum asetat tampon çözeltisi içerisine bir parça liken tallusu atılarak solüsyonda pembe renk oluşumunu gözlemektir. Pembe renk oluşumu, ilgili liken türünün incelenecek olan enzimleri içerdiğinin bir göstergesidir. Arazi çalışmaları sırasında her iki nicel gözlem de yapılmıştır. Solüsyonlar, literatürde belirtilen protokole göre hazırlanmıştır (Zavarzina ve Zavarzin 2006).

2.2.3.2. Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesinin Ölçümü

Araziden toplanan suya doygun durumdaki liken tallusları laboratuara getirildikten sonra iki saat içinde fenolksidaz aktivitesinin sayısal değerlendirilmesi için hemen işleme alınmıştır. Enzim aktivitesi ölçümleri oda sıcaklığında (22-25° C) yapılmıştır. Her tür için eşit oranda liken tallusu tartılıp, tallus / su oranı: 1/ 50 olacak şekilde distile su ilave edilerek liken ekstratı hazırlanmıştır. Öncelikle liken ekstratı sabit bir renk oluşuncaya kadar substrat ile 1 saat inkübe edilmiştir (Zavarzina ve Zavarzin, 2006). Fenolksidaz aktivitesi; 50 mM'lık sodyum asetat tampon çözeltisinde (pH 4.5) 0.2 mM ABTS' nin oksidasyonu ile belirlenmiştir. Aynı zamanda, 50 mM'lık sodyum asetat tampon çözeltisinde (pH 5.0) 5 mM L-DOPA (L-dihydroxyphenylalanine)' nin oksidasyonu ile belirlenmiştir. ABTS' nin stabil katyon radikallerine oksidasyonu, 436 nm dalga boyundaki absorpsiyonda meydana gelen artış ölçülerek değerlendirilmiştir. 436 nm dalga boyunda ABTS' nin yok olma katsayısı (ϵ = Extinction Coefficient) $\epsilon_{436} = 29 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ dir. L-DOPA' nin dopakrom'a oksidasyonu ise, 475 nm dalga boyundaki absorpsiyonda oluşan artış ölçülerek belirlenmiştir. 475 nm dalga boyunda L-DOPA' nin yok olma katsayısı $\epsilon_{475} = 3.6 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ dir. Her iki durumda da *Peltigerales* ordosundaki likenler için 1 dk'lık aralıklarla, *Lecanorales* ordosuna ait

likenlerde ise 10 dk'lık aralıklarla absorpsiyon artışını belirlemek için Shimadzu UV-1601 (JAPAN) marka spektrofotometrede ölçüm yapılmıştır.

Lakkaz aktivitesi, pH'ı 5.2 olan %30'luk etanol çözeltisinde çözünen 0.5 mM'lık syringaldazine' in oksidasyon oranıyla belirlenmiştir. Syringaldazine' in oksidasyonunda, 525 nm dalga boyunda meydana gelen absorpsiyon değerindeki artış ölçülmüştür. 525 nm dalga boyunda syringaldazine in yok olma katsayısı; $\epsilon = 65 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ dir.

Tirozinaz aktivitesinin belirlenmesi için; pH'ı 5.5 olan 50 mM'lık sodyum asetat tampon çözeltisi içerisinde çözünen 5 mM'lık L-tyrosine kullanılmıştır. Kaynaklarda tirozinin liken ekstratı ile oldukça yavaş reaksiyona girdiği belirtilmekte ve absorpsiyon artışının geniş aralıklarla ölçülmesi önerilmektedir. Bu nedenle tirozin'in oksidasyonu, 470 nm dalga boyunda 30 dk'lık aralıklarla ölçülmüştür. Tirozin'in 470 nm dalga boyundaki yok olma katsayısı; $\epsilon = 3.7 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ dir.

2.2.3.3. Stres Faktörlerinin Uygulanması

Laboratuara getirilen liken örneklerinin doğal koşullarda sahip oldukları enzim içeriklerini belirlemek için yapılan enzim ölçümlerinden sonra, liken türleri üç farklı stres faktörüne maruz bırakılmıştır. Bunlardan biri liken örneklerinin belli bir süre kurutularak liken tallusunun yaşam için en çok ihtiyaç duyduğu sudan mahrum bırakmaktır. Ardından distile su ile tekrar suya doymun hale getirilerek ikinci stres faktörü uygulanmıştır. Diğer stres faktörü ise liken tallusunda kesikler meydana getirerek yaralama uygulamaktır. Her bir liken örneğinin yarısı kuruma ve rehidrasyona, diğer yarısı da yaralamaya maruz bırakılmak üzere ayrılmıştır.

2.2.3.3.1. Kuruma (Dehidrasyon)

İncelenen liken türlerinin fenoloksidaz aktivitesinde kurumanın etkisini belirlemek amacıyla liken örnekleri, 2 gün boyunca kurutma kağıdı arasında oda sıcaklığında kurutulmuştur. Ardından *Peltigerales* ordosuna ait liken türleri için 1 dk'lık, *Lecanorales* ordosu için ise 10 dk'lık aralıklarla yukarıda belirtilen prosedüre göre 1 saat boyunca lakkaz ve tirozinaz aktivitesi ölçümleri yapılmıştır.

2.2.3.3.2. Suya Doymunluk (Rehidrasyon)

Kurutulan liken talluslarının yüzeyine eşit miktarda distile su püskürtülerek tekrardan suya doymun hale getirilmiştir. Stres faktörlerinden rehidrasyonun, likenlerin fenoloksidaz aktivitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu işlem sonrasında *Peltigerales* ordosuna ait liken türleri için 1 dk'lık, *Lecanorales* ordosu için ise 10 dk'lık aralıklarla yukarıda belirtilen prosedüre göre 1 saat boyunca lakkaz ve tirozinaz aktivitesi ölçümleri yapılmıştır.

Kuruma- rehidrasyon döngüsü her bir liken tallusu için 3 kez tekrarlanmıştır. Her döngü sonucunda aynı koşullarda yukarıda belirtilen prosedüre göre lakkaz ve tirozinaz aktivitesi ölçümleri yapılmıştır.

2.2.3.3.3. Yaralama

Likenlerin fenoloksidaz aktivitesinde mekanik yaralamanın etkisini incelemek amacıyla liken tallusları 6 mm'lik parçalara ayrılmış ve 24 saat boyunca oda sıcaklığında bekletildikten sonra yukarıda belirtilen enzim aktivitesi ölçüm prosedürüne uygun olarak işleme alınmıştır. Ölçümler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır.

2.2.3.4. Spektrofotometrik Enzim Analiz Yöntemi

Bu çalışmada, enzim aktivitesi ölçümlerinde kolay, güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçların elde edilmesine olanak sağlayan ve benzer çalışmalarda yaygın olarak kullanılan spektral yöntemler kullanılmıştır. Spektrofotometre kullanım prosedürüne uygun olarak hazırlanmıştır.

Enzim aktivite ölçümlerinde güvenilir sonuçlar elde etmenin en önemli koşullarından biri de sağlıklı 'kör' (Blank) ve kontrol ölçümleri yapmaktır (Temizkan ve ark. 2004). 1 mM'lık sodyum azid eklenen reaksiyon karışımı kontrol olarak kullanılmıştır. Çift küvetli spektrofotometrenin bir küvetine kontrol konularak uygun dalga boyuna ayarlanmıştır. Diğer küvete ise, reaksiyonu başlatacak olan bileşen (enzim) dışında diğer materyaller (substrat, tampon çözelti) konulmuştur. Daha sonra bu karışıma toplam hacim 1 mL olacak şekilde 200 µL enzim ilave edilmiştir. Parafilmle ağzı kapatılan küvet, çalkalanarak küvet haznesine yerleştirilip, spektrofotometrik ölçümler yapılmıştır.

Kaynak bilgilerinde, elde edilen absorbands değerinin 0.01-0.70 arasında olması önerilmekte ve özellikle üst sınırın 1' i aştığı durumlarda yanıltıcı sonuçlar elde edileceğinden böyle bir durumda örneğın seyreltilmesinin uygun olacağı belirtilmektedir. Laboratuardaki çalışmalar sırasında kaynak bilgilerine uygun prosedür takip edilmiştir.

2.2.3.5. Enzim Aktivitesinin Hesaplanması

Bir enzim aktivitesini ifade etmede, elde edilen sonuçları karşılaştırabilmek için standart bir birim tanımlaması geliştirilmiştir; **Uluslararası Unite (Birim)** (International Unit; IU ya da U) veya **Enzim Ünitesi**. Buna göre 1 ünite enzim, 1 dk da 1 µmol ürünün oluşumunu (veya 1 µmol substratın dönüşümünü) katalizleyen enzim miktarıdır (U= µmol/dak).

Bazı durumlarda enzim ünitesi, aktiviteyi tanımlamak için oldukça büyük bir ölçü durumuna düşebilir ve bu durumda aktivite nmol/dakika veya pmol/dakika olarak ifade edilebilir.

Enzimatik reaksiyonda oluşan ürün (veya dönüşen substrat) spektral yöntemle izlenmiş ve enzim aktivitesi Beer-Lambert yasasına göre oluşturulmuş aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Enzim Ünitesi} = \frac{V_t \times dA/dt \times 1000 \times \text{sulandırma faktörü}}{\epsilon_\lambda \times V_s \times d} = (U/L \text{ veya } \mu\text{mol dak}^{-1} \text{ L}^{-1})$$

$$\epsilon_\lambda = \text{Absorbsiyon Katsayısı (cm}^2 \text{ mol}^{-1}\text{)}$$

$$d = \text{Küvetin Işık yolu (1 cm)}$$

$$dA/dt = \text{Birim zamanda (dakikada) absorbands değişimi (dak}^{-1}\text{)}$$

$$V_t = \text{Reaksiyon Karışımının Toplam Hacmi (mL)}$$

$$V_s = \text{Reaksiyona Katılan Örnek (Enzim) Hacmi (mL)}$$

2.2.4. Verilerin İstatiksel Değerlendirilmesi

Elde edilen enzimlere ait absorpsiyon ölçüm değerleri arasındaki standart sapma

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$
 formülü ile (Çelik ve ark. 2004) hesaplanmıştır. Burada \bar{x} , x_1, x_2, \dots, x_n

değerlerinin aritmetik ortalamasını göstermektedir ($\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$).

3. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

3.1. Kullanılan Liken Sınıflandırma Sistemi

Bu çalışmada deney materyalini oluşturan likenlerin sınıflandırılmasında Hawksworth (1991) tarafından düzenlenen ve Purvis ve ark. (1994)'nin önerdiği sistem kullanılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre 15 liken türü Ascomycota içinde iki ordoya ait iki familyada toplam altı cins içinde yer almaktadır.

Phylum: ASCOMYCOTA

Classis: Ascomycetes

Ordo: *Lecanorales* Nannf. (1932)

Familya: *Parmeliaceae* Zenker (1827)

Evernia Ach. (1810)

Hypogymnia (Nyl.) Nyl. (1896)

Parmelia Ach. (1803)

Pleurosticta Petr. (1988)

Pseudevernia Zopf. (1903)

Ordo: *Peltigerales* Walt. Watson (1929)

Familya: *Peltigeraceae* Dumort. (1822)

Peltigera Willd. (1787)

3.2. Enzim Aktiviteleri İncelenen Liken Taksonları

- Evernia prunastri* (L.) Ach.
Hypogymnia physodes (L.) Nyl.
Parmelia sulcata Taylor
Peltigera canina (L.) Willd.
Peltigera didactyla (With.) J.R. Laundon
Peltigera elizabethae Gyeln.
Peltigera horizontalis (Huds.) Baumg.
Peltigera malacea (Ach.) Funck
Peltigera neckerii Hepp ex Müll. Arg.
Peltigera polydactylon (Neck.) Hoffm
Peltigera ponojensis Gyeln.
Peltigera praetextata (Flörke ex Sommerf.) Zopf
Peltigera rufescens (Wiess.) Humb.
Pleurosticta acetabulum (Neck.) Elix & Lumbsch
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf.

3.2.1. İncelenen Liken Taksonlarının Deskripsiyonları ve Türkiye’ deki Yayılış Alanları

3.2.1.1. *Evernia prunastri* (L.) Ach.

Tallus (1-) 2-6 (-10) cm uzunluğunda ve yapraksı yapıdadır. Loplar oldukça yumuşak, az ya da çok sayıda, şerit şeklinde, 5 mm genişliğine kadar ve dallanmıştır. Üst yüzey açık gri veya açık yeşilimsi sarı renkli, genellikle merkezden kenara doğru uzanan ağ şeklinde tamamlanmamış uzun çizgilidir. Alt yüzey ise beyaz renkli ve geniş kanallı yapıdadır. Soraller marjinal ve/veya laminal olup başlangıçta yuvarlak, çizgiler ve/veya kenarlar boyunca sıralanmış, sonradan yaygın, rengi açık ya da üst yüzeyle aynı renktedir. Apotesyum ender, askosporlar 7-11 x 4-6 µm boyutlarındadır. Medulla R(-).

Kozmopolit bir tür olup geniş ekolojik hoşgörüyü sahiptir. Güneşli ve rüzgar alan nötral veya asidik kabuklu ağaç gövdeleri, yol kıyısı ve park alanlarındaki ağaçlar ve çitler üzerinde, nadir olarak korunaklı ormanlık ve bataklık alanlarda, bazen besince zengin silisli

kayalar, mezar taşları, tuğla duvarlar üzerinde gelişir (Purvis ve ark. 1994, Brodo ve ark. 2001). Türkiye’ de de geniş bir yayılışa sahiptir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: Uludağ; Hüseyin alan yol ayrımından 1 km sonra, yol kenarı, *Quercus sp.*, 938 m., 29.03.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: İstanbul (Steiner 1899). Bursa-Uludağ, Dedeoğlu (Trakya) (Steiner 1916). İstanbul-Burgaz Adası (Szatala 1927). Ereğli (Szatala 1960). Balıkesir, İstanbul Belgrad Ormanı, Bolu-Abant Gölü ve Karadeniz ormanları (Karamanoglu 1971). Bursa-Uludağ (Verseghy 1982). Balıkesir, Çanakkale, İzmir, Manisa (Güner ve Özdemir 1986). İzmir-Yamanlar Dağı (Özdemir 1986). Erzurum-Oltu (Öztürk ve Aslan 1990). Eskişehir (Özdemir 1991). Trabzon-Meryemana (Cevahir 1991). Bursa-Uludağ (Öztürk 1992). Gemlik, Mudanya (Özdemir ve Öztürk 1992). Kastamonu-Yaralığöz Dağı (Yıldız 1992). Bursa-Görükle (Güvenç ve Aslan 1994). Balıkesir-Dursunbey (Çetin ve Tümen 1994). Erzurum-Oltu (Aslan ve Öztürk 1994). Kütahya-Ilıca (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Trabzon-Akçaabat (Yazıcı 1995 a). Rize-Çamlıhemşin (Yazıcı 1995 b). Kırklareli, Tekirdağ (Özdemir Türk ve Güner 1995). Antalya, Aydın, Çanakkale, Hatay, İçel, Muğla (John 1996). Kapıdağ (Güvenç ve ark. 1996). Kastamonu, Sinop (Özdemir Türk 1997 a). Çanakkale-Gökçeada (Özdemir Türk 1997 b). Gemlik-Armutlu (Öztürk 1997). Sakarya (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Hatay, Antalya, Aydın, Çanakkale, Muğla (Nimis ve John 1998). Konya-Akşehir (Karabulut ve Özdemir Türk 1998). Antalya, Bursa-Uludağ (Schindler 1998). Çanakkale, Edirne, İstanbul, Kırklareli (Özdemir Türk ve Güner 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Bursa-Karacabey (Yazıcı 1999 b). Ordu (John ve ark. 2000). Artvin, Erzurum (Aslan 2000). Bilecik-Kütahya-Yeşildağ (Hezarfen ve ark. 2001). Sinop-Çangal Dağları (Yıldız ve ark. 2002). Eskişehir (Özdemir Türk 2002). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Erzincan, Gümüşhane (Yazıcı ve Aslan 2003). Aydın (John 2003). Antalya-Termessos Milli Parkı (Tufan 2003). Bolu (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Trabzon (John ve Breuss 2004). Bursa-Yenişehir (Uludağ 2005). Isparta (Öztürk ve ark. 2005). Bursa-Gemlik, İznik, Mudanya, Orhangazi (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.2. *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.

Tallus çapı 10 cm' dir. Substrata ± gevşek tutunmuş olup rozet şeklinde veya düzensiz yapıdadır. Loplar 2-3 mm genişliğinde, ± içi boş, uçları genellikle yükselici şekildedir. Üst yüzey gri renkli, düz, ± parlaktır. Alt yüzey siyah renkli, uçlara doğru açık kahverengi ve kırıktır. Soreller dudak şeklinde olup geriye doğru dönmüş lopların uçlarındadır. Apotesyumlar enderdir. Medulla ve soraller P (+) turuncudan kırmızıya kadar, K (-), KC (+) kırmızı, C (-).

Silisli kayalar, ağaçlar, diğer asidik substratlar üzerinde gelişir. Supralittoral alanlardan dağlık alanlara kadar yaygın olarak yayılış gösterir (Purvis ve ark. 1994, Nash III ve ark. 2002). Türkiye' de de geniş yayılışa sahip türlerden biridir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: Uludağ; Hüseyin alan yol ayrımından 1 km sonra, yol kenarı, *Quercus sp.*, 938 m., 29.03.2007.

Türkiye'deki Yayılışı: İstanbul-Burgaz Adası (Szatala 1927). Aksu (Szatala 1960). Ankara, Balıkesir-Kaz Dağı, Bolu, Bursa-Uludağ, İzmir (Karamanoğlu 1971). Bilecik (Özdemir 1990). Eskişehir (Özdemir 1991). Trabzon-Meryemana (Cevahir 1991). Kastamonu-Yaralığöz Dağı (Yıldız 1992). Artvin, Aydın, Bolu, Hatay, İzmir, Kızılcahamam, Trabzon, Zonguldak (Zeybek ve ark. 1993). Bursa-Görükle (Güvenç ve Aslan 1994). Trabzon-Kızılkaya Yaylası (Kınalıoğlu ve ark. 1994). Balıkesir-Dursunbey (Çetin ve Tümen 1994). Erzurum-Oltu (Aslan ve Öztürk 1994). Trabzon-Akçaabat (Yazıcı 1995 a). Rize-Çamlıhemşin (Yazıcı 1995 b). Kapıdağ (Güvenç ve ark. 1996). İçel, İzmir (John 1996). Kastamonu, Sinop (Özdemir Türk 1997 a). Kırklareli (Özdemir Türk ve Güner 1998). Kütahya-Ilıca, Sakarya (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Hatay (Nimis ve John 1998). İstanbul, Kırklareli (Özdemir Türk ve Güner 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Bursa-Karacabey (Yazıcı 1999 b). Sivas (John ve ark. 2000). Artvin, Erzurum (Aslan 2000). Sinop-Çangal Dağları (Yıldız ve ark. 2002). Eskişehir (Özdemir Türk 2002). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Bolu, Çorum (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Gümüşhane, Trabzon (John ve Breuss 2004). Bursa-Yenişehir (Uludağ 2005). Bursa-Gemlik, İznik, Mudanya (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.3. *Parmelia sulcata* Taylor

Tallus 5-10 (-20) cm çapında, çoğunlukla rozet şeklinde ya da düzensizdir. Substrata gevşek tutunmuştur. Loplar 0.5 cm genişliğe kadar, uçları yarık, ayrı veya bitişik olup özellikle tallus merkezinde üst üste dizili durumdadır. Renk gri-beyazdan gri-yeşile değişen tonlarda. Tallus bazen kısmen pruinose olabilir. Üst yüzeyde az çok tamamlanmamış ağ oluşturarak uzanan oval ya da çizgi şeklinde, dağınık, beyaz pseudosifelleri bulunur. Soreller uzun, laminal ve marjinal olup pseudosifellerin üzerindeki korteksin bozulmasıyla oluşmaktadır. Alt yüzey siyah, kenara doğru kahverengidir. Rizinler basit ya da çatallı bazıları fırça şeklinde dallanmıştır. Apotesyum seyrek olup, disk kırmızı kahverengiden siyah-kahverengiye kadar değişen renklindedir. Askosporlar 11-15 x 6-8 µm boyutlarındadır. Medulla ve soraller P (+) turuncu, K (+) turuncu, KC (+) turuncu, C (-) renk reaksiyonu vermektedir.

Ağaçlar ve kayalar üzerinde, nadiren toprakta, kıyı bölgelerinden açık dağlık bölgelere kadar yayılış gösterir (Purvis ve ark. 1994, Blanco ve ark. 2004). Yapılan çalışmalarda Türkiye’de geniş yayılışa sahip olduğu görülmektedir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: Uludağ; Hüseyin alan yol ayrımından 1 km sonra, yol kenarı, *Quercus sp.*, 938 m., 29.03.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: Göksu-Osmanköy (Szatala 1927). Ereğli, Zigana (Szatala 1960). Bursa-Uludağ (Verseghy 1982). Çanakkale, Manisa (Güner ve Özdemir 1986). Bursa-Uludağ (Öztürk 1989). Bolu-Abant Gölü (Aydın 1989-1990). Bilecik (Özdemir 1990). Eskişehir (Özdemir 1991). Trabzon-Meryemana (Cevahir 1991). Gemlik, Mudanya (Özdemir ve Öztürk 1992). Kastamonu-Yaralığöz Dağı (Yıldız 1992). Balıkesir-Dursunbey (Çetin ve Tümen 1994). Bursa-Görükle (Güvenç ve Aslan 1994). Trabzon-Akçaabat (Yazıcı 1995 a). Rize Çamlıhemşin (Yazıcı 1995 b). Edirne, Kırklareli, Tekirdağ (Özdemir Türk ve Güner 1995). Kapıdağ (Güvenç ve ark. 1996). Hatay, Manisa, Muğla (John 1996). Sinop (Özdemir Türk 1997 a). Gemlik-Armutlu (Öztürk 1997). İstanbul Adaları (Çobanoğlu ve Akdemir 1997). Kütahya-Ilıca (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Hatay, Muğla (Nimis ve John 1998). Konya-Akşehir (Karabulut ve Özdemir Türk 1998). Edirne, İstanbul, Kırklareli, Tekirdağ (Özdemir Türk ve Güner 1998). Sakarya (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Bursa-Karacabey (Yazıcı 1999 b). Bolu-Abant (Çobanoğlu 1999). Artvin, Erzurum, Kars (Aslan 2000). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002) Eskişehir (Özdemir Türk 2002). Sinop-

Çangal Dağları (Yıldız ve ark. 2002). Gümüşhane (Yazıcı ve Aslan 2003). Aydın (John 2003). Bolu, Çorum (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Rize, Trabzon (John ve Breuss 2004). Bursa-Gemlik, İznik, Mudanya, Orhangazi (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.4. *Peltigera canina* (L.) Willd.

Tallus kuruyken kahverengi ya da kahverengimsi-gri, üst yüzeyde lop uçlarına yakın tomentum vardır. Loplar genellikle 10-25 mm genişliğindedir. Tallusun alt yüzeyi merkeze doğru beyaz ya da kahverengidir. Ayrıca merkezi kısımdaki damarları yassılaştırmış, az belirgin ve düzdür. Rizinleri daha düzensiz, çalimsı ya da fırçaya benzer şekilde dallanmış, yün gibi ve genellikle merkezde yoğundur.

Kumlu ya da kalkerli topraklar üzerinde ender bulunan bir türdür (Purvis ve ark 1994, Blanco ve ark. 2004). Türkiye’ de birçok lokaliteden tespit edilmiştir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, silisli toprak, 841 m., 24.06.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: İstanbul (Rigler 1852). Amasya (Steiner 1916). İstanbul-Belen, Üsküdar-Karacaali (Szatala 1927). Belgrad Ormanı (Yaltırık 1966). Bolu-Abant Gölü (Aydın 1989-1990). Trabzon-Kızılkaya Yaylası (Kınalıoğlu ve ark. 1994). Erzurum-Oltu (Aslan ve Öztürk 1994). Trabzon-Akçaabat (Yazıcı 1995 a). Rize-Çamlıhemşin (Yazıcı 1995 b). Kırklareli (Özdemir Türk ve Güner 1995). Antalya, İzmir, Muğla (John 1996). Kastamonu (Özdemir Türk 1997 a). Adana (Nimis ve John 1998). İstanbul, Kırklareli (Özdemir Türk ve Güner 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Bursa-Karacabey (Yazıcı 1999 b). Artvin, Erzurum (Aslan 2000). Bilecik-Kütahya-Yeşildağ (Hezarfen ve ark. 2001). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Erzincan, Gümüşhane (Yazıcı ve Aslan 2003). Muğla (John 2003). Antalya-Termessos Milli Parkı (Tufan 2003). Giresun, Rize, Trabzon (John ve Breuss 2004).

3.2.1.5. *Peltigera didactyla* (With.) J.R. Laundon

Tallus rozet şeklindedir ya da 3cm çapında birkaç düzensiz loptan oluşur. Loplar küçüktür. Üst yüzey gri-beyaz tomentozdur. Apotesyum ve sored oluşumu gözlenir. Alt yüzey belirgin damarlı, bazen anastomoz yapılaşma gözlenir. Rizinler genellikle basit, fırça şeklindedir. Apotesyum eyer şeklinde olup kırmızı kahverengiden kahverengiye kadar

renklenme gösterebilir. Askosporlar 55-75 x 3.5-4.5µm boyutlarında olup renksizden soluk kahverengiye kadar ve 3-7 septalıdır.

Yayılış alanları karakteristiktir. Yol kenarında, saksı dibindeki toprak üzerinde, kumullarda, yamaçlarda görülür. Kozmopolit bir türdür (Purvis ve ark. 1994, Nash III ve ark. 2004). Bu türün, Türkiye’ de Doğu Anadolu, Akdeniz ve Karadeniz’ den kayıtları vardır.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, silisli toprak, 841 m., 24.06.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: Antalya, İzmir, Muğla (John 1996). Adana (Nimis ve John 1998). Artvin-Erzurum-Kars (Aslan 2000). Kastamonu (Yıldız ve John 2002). Sinop (Yıldız ve ark. 2002). Gümüşhane-Erzincan-Bayburt (Yazıcı ve Aslan 2003). Giresun (Kınalıoğlu 2005). Bursa (Yazıcı ve Aslan 2006). Bolu-Karabük (Halıcı ve Cansaran Duman 2007).

3.2.1.6. *Peltigera elizabethae* Gyeln.

Tallus yaklaşık 10cm çapındadır. Üst yüzey gri-kahverengi, metalik parlak bir renge sahiptir. Medulla kalındır. Üst yüzeyde loplara doğru kıvrıktır, isid benzeri şizitler mevcuttur. *Peltigera neckerii*’ de olduğu gibi yüzey genellikle çatlaklara sahiptir. Loplara 0.5-1 cm genişliğindedir. İyi gelişmiş bir tallusta uçlar kıvrıktır ve nodül şeklinde şizitlere sahiptir. Alt yüzey koyu kahverengi-siyah, damarlar belirgin değil ve rizinler siyah renklidir. Apotesyum nadir olmakla birlikte, bulunduğu *Peltigera horizontalis*’ teki gibi oval bir diske sahip olup, horizontal yerleşim gösterir. Askosporlar 25-45 x 2-3µm boyutlarındadır, renksizden soluk kahverengiye kadar ve 3 septalıdır.

Yosunlu kayalar üzerinde yayılış gösterir (Purvis ve ark. 1994, Blanco ve ark. 2004). Türkiye’ de Akdeniz ve Karadeniz Bölgesi’ nden kayıtları bulunmaktadır.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, silisli toprak, 841 m., 24.06.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: Antalya, İzmir, Muğla (John 1996). Hatay (John ve Nimis 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a).

3.2.1.7. *Peltigera horizontalis* (Huds.) Baumg.

Yapraksı yapıda olan tallus 10cm çapında ya da daha büyüktür. Üst yüzey mavimsi-gri, genelde kahverengi tonlarda, ± parlaktır. Loplara 2 cm genişliğe kadar, kenarları ± bütün ya da bölünmüştür. Alt yüzey kenarlarda beyazımsı, merkezi kısım koyu renkli ve anastomoz yapan koyu kahverengi-siyah damarlı; rizinler demet şeklinde ve genelde kahverengi-siyah ya da siyah renklidir. Apotesyum ± yuvarlak ve yatay görünümündedir. Askosporlar 30-46 x 6-7 µm boyutlarında, renksizden soluk kahverengiye kadar ve 3-septalıdır.

Korunaklı ormanlık vadilerde eski ağaçların, çürümüş kütüklerin yosunlu gövdeleri üzerinde ve yosunlu kayalar üzerinde gelişir (Purvis ve ark. 1994, Nash III ve ark. 2004). Türkiye’ de çeşitli lokalitelerde tespit edilmiştir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, kaya üzeri, 841 m., 24.06.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: Bursa-Uludağ (Öztürk 1990). Kastamonu-Yaralıgöz Dağı (Yıldız 1992). Erzurum-Oltu (Aslan ve Öztürk 1994). Rize-Çamlıhemşin (Yazıcı 1995 b). Hatay (John 1996). Hatay (Nimis ve John 1998). Sakarya (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Artvin, Erzurum (Aslan 2000). Trabzon (John ve ark. 2000). Erzincan, Gümüşhane (Yazıcı ve Aslan 2003). Rize, Trabzon (John ve Breuss 2004). Bursa-Gemlik, İznik (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.8. *Peltigera malacea* (Ach.) Funck

Tallus 10cm çapında olup genellikle kalındır. Loblar 3cm genişliğindedir ve uçlara doğru yükselmiştir. Tallus kuru halde iken mavimsi yeşilden-kahverengiye, ıslatıldığında ise koyu zeytin yeşilinden-kahverengiye bir renk alır. Alt yüzey uçlara doğru soluk, tomentoz olup damarlar ve rizinler yoktur. Apotesyum küre şeklinde olup kırmızı kahverengidir ve uçlarda yerleşim gösterir. Askosporlar 55-70 x 5-6 µm boyutlarındadır, renksizden soluk kahverengiye kadar, uzun fusiform şeklinde ve 3-5 septalıdır.

Yosunlar arasındaki oligotrofik topraklarda, asidik ortamlarda bulunur. Kuzey yarinkürede oldukça yaygındır (Purvis ve ark. 1994, Brodo ve ark. 2001). Türkiye’ nin kuzey kısmı ağırlıklı olmak üzere çok sayıda lokaliteden tespit edilmiştir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, silisli toprak, 841 m., 19.05.2007.

Türkiye'deki Yayılışı: Aydın, Hatay, İzmir (John 1996). Trakya Bölgesi (Özdemir Turk ve Güner 1998). Bursa (Yazıcı 1999 b). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Gümüşhane-Erzincan-Bayburt (Yazıcı ve Aslan 2003). Gümüşhane-Rize (John ve Breuss 2004). Bursa (Yazıcı ve Aslan 2006).

3.2.1.9. *Peltigera neckerii* Hepp ex Müll. Arg.

Tallus parlak koyu kahverengi griden mavimsi griye kadar, üst yüzey tipik olarak ince, beyaz-gri, pruinozdur. Alt yüzey uçlara doğru soluk, merkezde siyah renktedir. Loplarda dar, damar koyu renkte ve rizinler az sayıdadır. Apotesyum kısa saplıdır, disk koyu kahverengi-siyahdır. Askosporlar 50-80 x 3-5 µm boyutlarında, renksizden koyu kahverengiye kadar ve 3-5 septalıdır.

Toprakta yosunlarla birlikte bulunur. Kuzey yarımkürede yaygındır (Brodo ve ark. 2001). Türkiye'de Antalya, İzmir, Hatay'da pek çok lokalitede tespit edilmiştir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, *Quercus sp.* tabanı, toprak üzeri, 841 m., 19.05.2007.

Türkiye'deki Yayılışı: Aydın, Hatay, İzmir (John 1996). Antalya (Tufan ve ark. 2005).

3.2.1.10. *Peltigera polydactylon* (Neck.) Hoffm

Tallus yeşilimsi gri ya da daha çok kahverengidir. Üst yüzey parlak olup tomentum ya da pruinozluk yoktur. Loplarda 7-10 mm genişliğinde, yükselici lopları belirgin şekilde dalgalı kıvrık pulsu yapıda; alt yüzey çok belirgin, rengi soluktan koyu kahverengiye kadar değişen renklerde, anastomoz yapan damarlara sahip; rizinler çoğunlukla genç safhada birbirleriyle birleşmiş yapıda, renk soluktan koyu kahverengiye kadar değişir. Apotesyum eyer şeklindedir. Askosporlar 50-70 x 3-5 µm boyutlarında, asikular ve 3 (-5) septalıdır.

Ağaç tabanları ve kayalar üzerinde karayosunları ile beraber bulunur (Purvis ve ark. 1994, Brodo ve ark. 2001). Türkiye'de geniş yayılışa sahip bir *Peltigera* türüdür.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, *Quercus sp.* tabanı, 841 m., 24.06.2007.

Türkiye'deki Yayılışı: Ordu, Trabzon (Steiner 1909). Trabzon-Meryemana (Anşin 1979). Bursa-Uludağ (Verseghy 1982). Bursa-Uludağ (Öztürk 1989). Balıkesir-Dursunbey (Çetin 1992). Kırklareli, Tekirdağ (Özdemir Türk ve Güner 1998). Antalya (Nimis ve John 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Bursa-Karacabey (Yazıcı 1999 b). Erzurum (Aslan 2000). Ordu (John ve ark. 2000). Bilecik-Kütahya-Yeşilıdağ (Hezarfen ve ark. 2001). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Sinop-Çangal Dağları (Yıldız ve ark. 2002). Kastamonu (Yıldız ve John 2002). Erzincan (Yazıcı ve Aslan 2003). Çorum (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Bursa-Uludağ (Güvenç ve Öztürk 2004). Rize (John ve Breuss 2004). Bursa-Gemlik, İznik (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.11. *Peltigera ponojensis* Gyeln.

Tallus griden koyu kahverengiye kadar, parlak değildir. Üst yüzey merkeze doğru tomentoz ya da çıplaktır. Alt yüzey beyazımsı renkte, açık renkli kabarık damarlı ve açık renkli, basit rizinlidir. Loplar 5-15 mm genişliğinde ve uçlar yukarıya doğru kıvrıktır. Apotesyum nadiren görülür. Eğer varsa apotesyum diski koyu kahverengiden siyaha kadardır. Askosporlar 45-65 x 3-5 µm boyutlarında, renksizden kahverengiye kadar, asikular şekilli ve 3 (-5) septalıdır.

Kireçli otlaklar, kalkerli topraklar ve mika-sistli kaya parçaları üzerinde gelişir. Nadir olarak bulunan bir türdür (Purvis ve ark. 1994, Brodo ve ark. 2001). Türkiye' de az sayıda lokaliteden tespit edilmiştir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, silisli toprak, 841 m., 19.05.2007.

Türkiye'deki Yayılışı: Muğla (John 1996). Aydın, Muğla (John 2003). Rize (John ve Breuss 2004).

3.2.1.12. *Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf

Tallus açık kahverengiden koyuya kadar değişebilir. Düzdür. Loplara 7-20 mm genişliğinde olup uçları dalgalıdır. Yaşlı tallus kısımlarının kenarları ile tallus yüzeyindeki kırıkların üzeri birbiri üstüne binmiş kümeler halinde izidlere sahiptir. Rizinleri tüysü yapıda, açık renkte fakat olgun tallusta kahverengi. Apotesyumlar çok sayıda, yuvarlak, \pm uzamış ya da eyer şeklinde olup 7 mm çapında, marjinal, disk düz ve kırmızı kahveden kahverengiye kadardır. Askoporlar 30-60 x 3-6 μ m boyutlarında, asikular, renksiz ve 3-5 septalıdır.

Yosunlu ağaç gövdeleri ve taban kısımları, çürümüş kütükler, nemli kayalar ve toprak üzerinde ve genellikle korunaklı alanlarda gelişir (Purvis ve ark. 1994, Wirth 1995, Brodo ve ark. 2001). Türkiye’de geniş yayılışa sahip bir türdür.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, *Quercus sp.* tabanı, toprak üzeri, 841 m., 24.06.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: Istranca Dağları (Szatala 1940). Van (Szatala 1941). İzmir ve çevresi (Özdemir 1986). Bilecik (Özdemir 1990). Trabzon-Meryemana (Cevahir 1991). Kastamonu-Yaralığöz Dağı (Yıldız 1992). Balıkesir-Dursunbey (Çetin ve Tümen 1994). Trabzon-Akçaabat (Yazıcı 1995 a). Rize-Çamlıhemşin (Yazıcı 1995 b). Kırklareli (Özdemir Türk ve Güner 1995). Aydın, Hatay, İzmir (John 1996). Sinop (Özdemir Türk 1997 a). Aydın, Hatay (John ve Nimis 1998). Kütahya-Ilıca (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Kırklareli, Tekirdağ (Özdemir Türk ve Güner 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Artvin, Erzurum, Kars (Aslan 2000). Ordu (John ve ark. 2000). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Sinop-Çangal Dağları (Yıldız ve ark. 2002). Eskişehir (Özdemir Türk 2002). Erzincan, Gümüşhane (Yazıcı ve Aslan 2003). Bolu (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Rize, Trabzon (John ve Breuss 2004). Isparta (Öztürk ve ark. 2005). Bursa-Gemlik, İznik, Mudanya, Orhangazi (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.13. *Peltigera rufescens* (Wiess.) Humb.

Tallus rozet şeklinde, çapı 20 cm’ye kadardır. Loplara 1-5 cm genişlikte, \pm ışınal yapıda, devamlı veya biraz üst üste binmiştir. Kenarları düz, kırışık ya da dalgalı, \pm yükselici ve \pm şişkindir. Üst yüzey yoğun tomentoz, özellikle de kenarlara doğru, kahverengimsi, \pm beyaz-gri-pruinozdur. Alt yüzey çok sayıda geniş, yassılaştırmış damarlı yapıda, genellikle merkeze doğru koyu renkte olup koyu renkli dallanmış rizinlere sahiptir. Apotesyumlar çok

sayıda, büyük, yükselici ve kıvrık yapıdadır. Askosporlar 40-70 x 4-5 µm boyutlarında, renksizden kahverengiye kadar, dar fusiformdan asikulara kadar değişik şekillerde ve 3-5 (-6) septalıdır.

Bazik toprakları tercih eden geniş yayılışlı bir türdür (Purvis ve ark. 1994, Malcolm ve Galloway 1997, Brodo ve ark. 2001). Çalışma sonuçları bu türün Türkiye’de de geniş yayılışa sahip olduğunu göstermektedir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: İnegöl; Bahariye-Saadet orman yolu, meşeyle karışık kayın ormanı, kayalık alan, kaya üzeri, 841m., 19.05.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: Erciyes Dağı, Konya (Steiner 1905). Amasya (Steiner 1916). İznik (Szatala 1927). Van (Szatala 1941). Ereğli (Szatala 1960). Amasya, Bursa-İznik (Verseghy 1982). Ayvalık, Karagöl (Güner 1986). Köprülü Kanyon Milli parkı (Ayaslıgil 1987). Bursa-Uludağ (Öztürk 1989). Eskişehir (Özdemir 1991). Kastamonu- Yaralıgöz Dağı (Yıldız 1992). Balıkesir-Dursunbey (Çetin ve Tümen 1994). Erzurum- Oltu (Aslan ve Öztürk 1994). Antalya, Çanakkale, Hatay, İzmir (John 1996). Kütahya-Ilıca, Sakarya (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Çanakkale, Hatay (Nimis ve John 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Artvin, Erzurum, Kars (Aslan 2000). Çorum, Gümüşhane, Ordu (John ve ark. 2000). Bilecik-Kütahya-Yeşildağ (Hezarfen ve ark. 2001). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Eskişehir (Özdemir Türk 2002). Erzincan, Gümüşhane (Yazıcı ve Aslan 2003). Bolu, Çorum (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Bursa-Uludağ (Güvenç ve Öztürk 2004). Gümüşhane, Rize, Trabzon (John ve Breuss 2004). Bursa-Gemlik, İznik (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.14. *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch

Tallus 3-8(-3) cm çapındadır. Loplar 1.7 cm genişliğe kadardır. Substrata ± sıkıca tutunmuş, derimsi, dalgalı, bazen kıvrık kenarlara ve oyuk, yuvarlak uçlara sahiptir. Çoğunlukla merkeze doğru kırışık ya da siğilli, devamlı ve birbiri üstüne binmiş durumdadır. Üst yüzey gri-yeşilden kahverengi-griye kadar değişen renklerde, arasına ± gri-pruinöz; alt yüzey açık kahverengi ve rizinler basittir. Çoğunlukla apotesyumlu, apotesyumlar 0.5-1.5 cm çapında, disk kırmızı-kahverengidir. Tallus kenarı ± pürüzlü, ince dişli; askosporlar 14-17 x 7-8.5 µm boyutlarındadır. Medulla P(+) turuncu, K(+), KC(-), C(-).

İyi ışık alan alanlardaki *Ulmus* sp., *Fraxinus* sp. gibi geniş yapraklı ağaç gövdelerinin besince zengin kabukları üzerinde, çok nadir olarak tarihi eserler üzerinde gelişen bir türdür (Purvis ve ark. 1994, Nash III ve ark. 2004). Türkiye’ de pek çok lokaliteden tespit edilmiştir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: Uludağ; Hüseyin alan yol ayrımından 1 km sonra, yol kenarı, *Quercus* sp., 938 m., 29.03.2007.

Türkiye’deki Yayılışı: Burdur-Çeltikçi Beli (Pişüt 1970). Bursa-Uludağ (Verseghy 1982). Çanakkale (Güner ve Özdemir 1986). Bursa-Uludağ (Öztürk 1989). Bilecik (Özdemir 1990). Eskişehir (Özdemir 1991). Balıkesir-Dursunbey (Çetin ve Tümen 1994). Edirne, Kırklareli (Özdemir Türk ve Güner 1995). Aydın, Gaziantep, Hatay, İçel, İzmir, Muğla (John 1996). Gemlik-Armutlu (Öztürk 1997). Adana (Güvenç ve Öztürk 1997). Çanakkale, Edirne, Tekirdağ (Özdemir Türk ve Güner 1998).Gaziantep, Hatay (Nimis ve John 1998). Kütahya-Ilıca (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Konya-Akşehir (Karabulut ve Özdemir Türk 1998). Sakarya (Çiçek ve Türk 1998). Bolu-Abant (Çobanoğlu 1999). Bursa-Karacabey (Yazıcı 1999 b). Erzurum (Aslan 2000). Bilecik-Kütahya-Yesildağ (Hezarfen ve ark. 2001). Antalya-Termessos Milli Parkı (Tufan 2003). Bolu (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Bursa-Gemlik, İznik, Mudanya, Orhangazi (Oran ve Öztürk 2006).

3.2.1.15. *Pseudevernia furfuracea* (L.) Zopf.

Tallus çapı 10 cm’ye kadardır. Çok sayıda şerit şeklinde, tek bir düzlemde dikotomik olarak dallanmıştır. 1-4 cm genişlikte loplara sahiptir. Üst yüzey gri-beyaz renkte ve izidli; alt yüzey kanallı, uçlarda kahverengimsi-beyaz ya da pembemsi, merkezi kısma doğru siyah renktedir. Nadir görülen apotesyumlar 1.5 (-3) cm çapında, lateral; askus 8 sporlu; askosporlar 7.5-10 x 4.5-5 µm boyutlarında, basit, renksiz, elipsoit şekillidir. Korteks K(+) sarı. Medulla P(-), K(-), KC(-), C(-) (var. *furfuracea*) ya da C(+) kırmızı (var. *ceratea* (Ach.) D.Hawksw.).

Subalpin bölgelerde rüzgarlı, nemli alanlarda geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların asidik kabuklarında, gövdelerinde, çoğunlukla da dallarında bulunur. Daha ender olarak odun, çit ve silisli kayalar üzerinde gelişen yaygın bir türdür. Sıcak bölgeler ile hava kirliliğinin çok olduğu bölgelerde ender bulunur (Purvis ve ark. 1994, Wirth 1995). Türkiye’ de çok geniş yayılışa sahip dalsı liken türlerinden biridir.

Örneğin Toplandığı Lokalite: Uludağ; Hüseyin alan yol ayrımından 1 km sonra, yol kenarı, *Quercus sp.*, 938 m., 29.03.2007.

Türkiye'deki Yayılışı: Amasya, Bursa-Uludağ (Steiner 1916). İstanbul-Burgaz Adası (Szatala 1927). Ankara-Kızılcahamam, Bolu-Abant, Karadeniz ormanları (Karamanoğlu 1971). Bursa-Uludağ (Verseghy 1982). İzmir ve çevresi (Özdemir 1986). Balıkesir, İzmir (Güner ve Özdemir 1986). İzmir-Yamanlar Dağı (Özdemir 1986). Köprülü Kanyon Milli parkı (Ayaslıgil 1987). Bursa-Uludağ (Öztürk 1989). Bolu-Abant Gölü (Aydın 1989-1990). Erzurum-Oltu (Öztürk ve Aslan 1990). Bilecik (Özdemir 1990). Eskişehir (Özdemir 1991). Bursa-Uludağ (Öztürk 1992). Kastamonu-Yaralığöz Dağı (Yıldız 1992). Bursa-Görükle (Güvenç ve Aslan 1994). Balıkesir-Dursunbey (Çetin ve Tümen 1994). Erzurum-Oltu (Aslan ve Öztürk 1994). Edirne (Özdemir Türk ve Güner 1995). Trabzon-Akçaabat (Yazıcı 1995 a). Rize-Çamlıhemşin (Yazıcı 1995 b). Antalya, Çanakkale, Hatay, İçel, Manisa, Muğla (John 1996). Çanakkale-Gökçeada (Özdemir Türk 1997 b). Kastamonu, Sinop (Özdemir Türk 1997 a). Isparta-Uluborlu (Kaynak ve ark. 1997). Gemlik-Armutlu (Öztürk 1997). Adana (Güvenç ve Öztürk 1997). Kütahya-Ilıca, Sakarya (Çiçek ve Özdemir Türk 1998). Konya-Akşehir (Karabulut ve Özdemir Türk 1998). Antalya, Aydın, Çanakkale, Muğla, Hatay (Nimis ve John 1998). Bursa-Uludağ (Schindler 1998). Edirne, İstanbul (Özdemir Türk ve Güner 1998). Trabzon (Yazıcı 1999 a). Artvin, Erzurum, Kars (Aslan 2000). İçel, Sivas (John ve ark. 2000). Bilecik-Kütahya-Yeşiladağ (Hezarfen ve ark. 2001). Rize (Yazıcı ve Aslan 2002). Sinop Çangal Dağları (Yıldız ve ark. 2002). Eskişehir (Özdemir Türk 2002). Aydın (John 2003). Antalya-Termessos Milli Parkı (Tufan 2003). Gümüşhane (Yazıcı ve Aslan 2003). Bolu, Çorum (Çobanoğlu ve Akdemir 2004). Isparta (Öztürk ve ark. 2005). Bursa- Yenişehir (Uludağ 2005). Bursa-Gemlik, İznik (Oran ve Öztürk 2006).

3.3. Fenoloksidaz Aktivitesine Ait Nicel Veriler

Bu çalışmada incelenen *Lecanorales* ve *Peltigerales* ordosuna ait 15 liken türünde fenoloksidaz aktivitesinin varlığını tespit etmek amacıyla arazi çalışması sırasında yapılan renk reaksiyonu oluşumuna dayalı nicel değerlendirme verileri Çizelge 3.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Liken Türlerinde Fenoloksidaz Aktivitesinin Belirlenmesi İçin Arazide Yapılan Renk Reaksiyonu Değerlendirmesi

| Ordo | Liken Türleri | Fenoloksidaz Aktivitesi | |
|---------------------|--------------------------------|--|---|
| | | (ABTS + Tampon Çözeltisi) Yeşil Renk Oluşumu | (L- Tirozine + Tampon Çözeltisi) Pembe Renk Oluşumu |
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | AÇIK | YOK |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | AÇIK | YOK |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | AÇIK | AÇIK |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | AÇIK | YOK |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | AÇIK | YOK |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | ORTA | AÇIK |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | ORTA | ORTA |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | ORTA | ORTA |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | ORTA | ORTA |
| | <i>Peltigera malacea</i> | ORTA | ORTA |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | KOYU | ORTA |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | KOYU | ORTA |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | ORTA | YOK |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | ORTA | AÇIK |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | ORTA | ORTA |

Arazi çalışması sırasında likenler literatürde belirtildiği gibi (Zavarzina ve Zavarzin 2006) her iki solüsyonda incelenmiş ve tanımlama çözeltilerinin birinde ya da ikisinde indikatör rengi oluşturan örnekler deney materyali olarak seçilmiştir. Çizelge 3.1’ de belirtildiği gibi *Lecanorales* ordosuna ait liken türlerinde ABTS içeren solüsyonda birbirine benzer tonda açık yeşil renk oluşumu meydana gelmiştir. *Peltigerales* ordusu üyelerinde ise *Peltigera neckerii* ve *Peltigera polydactylon* türlerinde ABTS içeren tampon çözeltiyle hazırlanmış solüsyonda oldukça koyu yeşil bir renk meydana gelmesine karşın, diğer örneklerde benzer tonda yeşil renk oluşumu gözlenmiştir.

L-tirozin içeren ikinci tanımlama solüsyonunda ise *Parmelia sulcata* dışındaki diğeri tüm *Lecanorales* ordosuna ait liken türlerinde herhangi bir reaksiyon meydana gelmemiştir. *Peltigerales* ordosunda ise *Peltigera ponojensis* haricinde diğeri tüm likenlerde pozitif reaksiyon meydana gelmiştir. *Peltigera canina* ve *Peltigera praetextata* türlerinde açık pembe bir renk oluşmuştur.

3.4. Doğal Koşullar Altındaki Liken Türlerinde Belirlenen Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi

İncelenen liken türlerinin doğal ortamda sahip oldukları enzim aktivitesine ait değerler Çizelge 3.2’ de yer almaktadır. Ölçümler literatürde belirtildiği gibi 4 farklı substrat kullanılarak yapılmıştır. ABTS ve L-DOPA çözeltileri fenoloksidaz aktivitesinin, syringaldazine çözeltisi lakkaz aktivitesinin ve L-tirozine çözeltisi de tirozinaz aktivitesinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Çizelge 3.2. Doğal Koşullar Altında İncelenen Liken Türlerinde Görülen Enzim Aktivitesi

| Ordo | Liken Türleri | Enzim Aktivitesi, $\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$ | | | |
|---------------------|--------------------------------|--|---------------|---------|------------|
| | | ABTS | Syringaldazin | L-DOPA | L-tirozine |
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | 54 ± 12 | 1.1 ± 0.8 | 4 ± 2 | 0 ± 0 |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | 26 ± 5 | 0.5 ± 0.1 | 3 ± 1 | 0 ± 0 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | 50 ± 8 | 0.8 ± 0.3 | 4 ± 1 | 8 ± 2 |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | 52 ± 10 | 1.8 ± 0.4 | 4 ± 2 | 0 ± 0 |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | 18 ± 6 | 0.9 ± 0.0 | 2 ± 0 | 0 ± 0 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | 131 ± 24 | 2.5 ± 0.5 | 20 ± 2 | 32 ± 2 |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | 156 ± 40 | 2.2 ± 0.3 | 38 ± 4 | 26 ± 4 |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | 208 ± 20 | 6.5 ± 0.6 | 9 ± 3 | 44 ± 5 |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | 76 ± 18 | 4.4 ± 0.5 | 5 ± 2 | 18 ± 3 |
| | <i>Peltigera malacea</i> | 362 ± 40 | 6.1 ± 0.4 | 56 ± 15 | 21 ± 4 |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | 356 ± 20 | 6.8 ± 0.6 | 22 ± 6 | 22 ± 3 |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | 372 ± 20 | 6.8 ± 1 | 16 ± 4 | 24 ± 4 |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | 368 ± 15 | 2.1 ± 0.8 | 14 ± 4 | 0 ± 0 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | 172 ± 30 | 3.5 ± 0.5 | 12 ± 3 | 12 ± 4 |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | 132 ± 20 | 2.4 ± 0.3 | 11 ± 3 | 51 ± 5 |

$\bar{x} \pm \sigma$ = Aritmetik Ortalama ± Standart sapma

Kaynaklarda yer aldığı gibi fenoloksidaz aktivitesi *Peltigerales* ordosuna ait likenlerde, *Lecanorales* ordosu üyelerine göre oldukça yüksektir (Zavarzina ve Zavarzin 2006).

İncelenen liken örneklerinde doğal ortam koşullarında en düşük fenoloksidaz aktivitesinin *Lecanorales* ordosuna ait olan *Pseudevernia furfuracea*’ de olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.2). ABTS ve L-DOPA’ nın oksidasyonu ile belirlenen fenoloksidaz aktivitesinin aynı ordoya ait *Evernia prunastri* türünde en yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. *Parmelia sulcata* ile *Pleurosticta acetabulum*’ da ise *Evernia prunastri*’ ye yakın değerler elde edilmiştir.

Çalışmada incelenen *Peltigerales* ordosuna ait likenlerden, *Peltigera horizontalis*' de en düşük fenoloksidaz aktivitesinin olduğu görülmektedir. En yüksek fenoloksidaz aktivitesinin ise *Peltigera polydactylon*' da olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *Peltigera malacea*, *Peltigera neckerii* ve *Peltigera ponojensis*' den elde edilen fenoloksidaz aktivite değerlerinin *Peltigera polydactylon*' a yakın değerler olduğu belirlenmiştir. Fenoloksidaz aktivitesi incelenen diğer *Peltigera* cinsine ait türlerde ise birbirine yakın değerler elde edilmiştir.

Syringaldazinin oksidasyonu ile belirlenen lakkaz aktivitesinin ölçümünde en yüksek aktivitenin *Lecanorales* ordosuna ait likenlerden, *Pleurosticta acetabulum*' da; *Peltigerales* ordosuna ait likenlerden ise *Peltigera neckerii* ve *Peltigera polydactylon* türlerinde mevcut olduğu gözlenmiştir. *Peltigera elizabethae* ve *Peltigera malacea* türlerinde de *Peltigera neckerii* ve *Peltigera polydactylon*' ya yakın değerler elde edilmiştir. En düşük lakkaz aktivitesinin ise; *Lecanorales* ordosunda *Hypogymnia physodes*' de, *Peltigerales* ordosunda *Peltigera ponojensis*' de olduğu belirlenmiştir. Diğer liken türlerinde orta düzeyde lakkaz aktivitesinin olduğu saptanmıştır.

L-tirozine' in oksidasyonu ile belirlenen tirozinaz aktivitesine ait ölçümlerde *Lecanorales* ordosuna ait sadece *Parmelia sulcata* türünde tirozinaz aktivitesi belirlenmiş, diğer türlerde ise gözlenmemiştir. *Peltigerales* ordosuna ait likenlerden *Peltigera ponojensis* dışındaki diğer tüm incelenen türlerde tirozinaz aktivitesi gözlenmiştir. En yüksek tirozinaz aktivitesi *Peltigera rufescens*' de tespit edilmiş ve bunu yüksek aktivite gösteren diğer bir tür olan *Peltigera elizabethae* takip etmiştir. Diğer liken türlerinde ise orta düzeyde tirozinaz aktivitesinin olduğu saptanmıştır (Çizelge 3.2).

3.5. Stres Faktörleri Uygulanmış Liken Örneklerinde Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi

Araziden toplanarak laboratuara getirilen liken örneklerine kurutma, suya doymun hale getirme (rehidasyon) ve yaralama olmak üzere üç farklı stres uygulaması yapılmıştır. Buna bağlı olarak incelenen liken türlerinin öncelikle fenoloksidaz aktivitesi ve ardından da lakkaz ve tirozinaz aktiviteleri belirtilen prosedüre göre ölçülmüştür.

3.5.1. Kuruma Stresine Maruz Kalmış Liken Örneklerinde Enzim Aktivitesi

Çalışmada incelenen liken talluslarına yöntem bölümünde belirtildiği gibi kurutma stres faktörü uygulanmıştır. Kurutulmuş liken talluslarında belirlenen fenoloksidaz aktivite değerleri Çizelge 3.3' de yer almaktadır.

Çizelge 3.3. Doğal Koşullarda ve Kurutulmuş Liken Talluslarında Belirlenen Fenoloksidaz Aktivitesi

| Ordo | Liken Türleri | Doğal Koşullar Altında Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | Kuru Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) |
|---------------------|--------------------------------|---|---|
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | 54 ± 12 | 56 ± 15 |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | 26 ± 5 | 26 ± 5 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | 50 ± 8 | 52 ± 10 |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | 52 ± 10 | 54 ± 10 |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | 18 ± 6 | 18 ± 6 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | 131 ± 24 | 133 ± 20 |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | 156 ± 40 | 162 ± 30 |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | 208 ± 20 | 210 ± 20 |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | 76 ± 18 | 82 ± 30 |
| | <i>Peltigera malacea</i> | 362 ± 40 | 366 ± 30 |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | 356 ± 20 | 358 ± 20 |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | 372 ± 20 | 374 ± 20 |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | 368 ± 15 | 368 ± 15 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | 172 ± 30 | 175 ± 25 |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | 132 ± 20 | 135 ± 15 |

$\bar{x} \pm \sigma$ = Aritmetik Ortalama ± Standart sapma

Çizelge 3.3' de belirtildiği gibi kurutulmuş liken örneklerinde en yüksek fenoloksidaz aktivitesi *Lecanorales* ordosu için *Evernia prunastri*' de gözlenmiştir. Bu türün doğal

koşullarda ölçülen enzim aktivite değerlerine bakıldığında kuruma sonucunda fenoloksidaz aktivitesinde bir artış meydana geldiği görülmektedir. *Pleurosticta acetabulum* ve *Parmelia sulcata*' dan elde edilen fenoloksidaz aktivitesinde de *Evernia prunastri*' ye yakın değerler elde edilmiş olup aynı oranda artış gözlenmiştir. *Pseudevernia furfuracea*' de kuruma stresine bağlı olarak fenoloksidaz aktivitesinde herhangi bir değişim belirlenmemiştir.

Peltigerales ordosuna ait likenlerin kuruma stresine maruz bırakılmaları sonucunda fenoloksidaz aktivitesindeki değişim doğal koşullardaki verilerle karşılaştırıldığında en fazla *Peltigera didactyla* ve *Peltigera horizontalis*' de gözlenmiştir. Bu iki türü kuruma stresine maruz bırakılma sonucunda fenoloksidaz aktivitesindeki değişim değerleri sırasıyla *Peltigera malacea*, *Peltigera praetextata* ve *Peltigera rufescens* takip etmiştir. *Peltigera ponojensis*' de kuruma stresine maruz bırakılma sonucunda fenoloksidaz aktivitesinde herhangi bir artış olmamıştır. Diğer tüm *Peltigerales* ordosuna ait türlerde kuruma stresi sonucunda fenoloksidaz aktivitesinde artış gözlenmiştir.

Kurutma işlemi uygulanmış liken talluslarında belirlenen lakkaz ve tirozinaz aktivite değerleri Çizelge 3.4' de yer almaktadır.

Bu veriler incelendiğinde, *Lecanorales* ordosu içinde en yüksek lakkaz aktivitesinin *Pleurosticta acetabulum*' da olduğu görülmektedir. Doğal koşullarda belirlenen lakkaz aktivite değerine göre kurutma işlemi uygulandıktan sonra lakkaz aktivitesinde bir artış meydana geldiği görülmektedir. Aynı ordo üyelerinde ölçülen en düşük lakkaz aktivitesi *Hypogymnia physodes*' de belirlenmiş olmasına rağmen doğal koşullarda belirlenen değerine göre bu türün de kuruma sonrasında lakkaz aktivitesinde bir artış olduğu belirlenmiştir.

Peltigerales ordosunda ise en yüksek lakkaz aktivitesi *Peltigera neckerii*' de tespit edilmiştir. Bu türün kuruma sonrasında oluşan lakkaz aktivite değerinin, doğal koşullarda belirlenen değere göre yüksek olduğu belirlenmiştir. *Peltigera elizabethae*, *Peltigera polydactylon* ve *Peltigera malacea* türlerinde de *Peltigera neckerii*' ye yakın değerler elde edilmiştir. Her üç türün de kurutma işleminden sonra lakkaz aktivitesinin arttığı görülmektedir. Aynı ordoya ait en düşük lakkaz aktivitesi ise *Peltigera ponojensis*' de saptanmıştır.

Doğal ortam koşullarında ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında kurutma stres faktörünün lakkaz aktivitesini arttırıcı bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.4. Doğal Koşullarda ve Kuruma Uygulanmış Liken Talluslarında Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi

| Ordo | Liken Türleri | Doğal Koşullar Altında Liken Talluslarında Enzim Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | | Kuru Liken Talluslarında Enzim Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | |
|---------------------|--------------------------------|--|----------------------|--|----------------------|
| | | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi |
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | 1.1 ± 0.8 | 0 ± 0 | 2.0 ± 0.4 | 0 ± 0 |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | 0.5 ± 0.1 | 0 ± 0 | 0.7 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | 0.8 ± 0.3 | 8 ± 2 | 1.2 ± 0.4 | 8 ± 2 |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | 1.8 ± 0.4 | 0 ± 0 | 2.5 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | 0.9 ± 0.0 | 0 ± 0 | 1.4 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | 2.5 ± 0.5 | 32 ± 2 | 3.0 ± 0.2 | 32 ± 2 |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | 2.2 ± 0.3 | 26 ± 4 | 2.8 ± 0.4 | 27 ± 8 |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | 6.5 ± 0.6 | 44 ± 5 | 7.8 ± 0.5 | 42 ± 5 |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | 4.4 ± 0.5 | 18 ± 3 | 5.4 ± 0.5 | 18 ± 5 |
| | <i>Peltigera malacea</i> | 6.1 ± 0.4 | 21 ± 4 | 7.2 ± 0.2 | 21 ± 5 |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | 6.8 ± 0.6 | 22 ± 3 | 8.0 ± 0.5 | 22 ± 3 |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | 6.8 ± 1.0 | 24 ± 4 | 7.8 ± 0.6 | 25 ± 6 |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | 2.1 ± 0.8 | 0 ± 0 | 2.6 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | 3.5 ± 0.5 | 12 ± 4 | 4.0 ± 0.3 | 14 ± 6 |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | 2.4 ± 0.3 | 51 ± 5 | 3.0 ± 0.2 | 51 ± 5 |

$\bar{x} \pm \sigma$ = Aritmetik Ortalama ± Standart sapma

Tirozinaz aktivitelere bakılacak olursa kurutma işlemi uygulanmış *Lecanorales* ordosuna ait liken türlerinden *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Pleurosticta acetabulum* ve *Pseudevernia furfuracea*' de doğal koşullardaki liken talluslarında olduğu gibi herhangi bir tirozinaz aktivitesi gözlenmemiştir. *Parmelia sulcata*' da ise doğal koşullarda belirlenen değere göre kurutma uygulamasının tirozinaz aktivitesinde bir artışa neden olmadığı görülmektedir.

Peltigerales ordosuna ait liken türlerinden *Peltigera ponojensis*' de kurutma sonrasında herhangi bir tirozinaz aktivitesine rastlanmamıştır. Aynı ordoya ait en düşük tirozinaz aktivitesi *Peltigera praetextata*' da görülmesine rağmen bu türün kurutulduktan sonra tirozinaz aktivitesinde bir artış meydana geldiği saptanmıştır. En yüksek tirozinaz aktivitesinin *Peltigera rufescens*' de belirlenmesine karşın bu değer doğal koşullarda ölçülen değerden farklı olmadığı gözlenmiştir. Doğal ortam koşullarında ölçülen değerlerle karşılaştırıldığında kurutma stres faktörünün tirozinaz aktivitesini uyarıcı bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Bu ordoya ait türlerde kuruma sonrası belirlenen tirozinaz aktivite değerlerinin doğal koşullardaki talluslarda gözlenen değerlere benzer olduğu saptanmıştır.

3.5.2. Rehidre Edilen Liken Örneklerinde Enzim Aktivitesi

Kurutulmuş liken tallusları suya doygunluk periyoduna maruz bırakıldıktan sonra liken örneklerinin fenoloksidaz aktivitesi ölçülmüş ve elde edilen değerler Çizelge 3.5' de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Doğal Koşullarda ve Suyu Doygun Hale Getirilmiş Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi

| Ordo | Liken Türleri | Doğal Koşullar Altında Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | Rehidre Edilmiş Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) |
|---------------------|--------------------------------|---|--|
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | 54 ± 12 | 61 ± 20 |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | 26 ± 5 | 27 ± 5 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | 50 ± 8 | 58 ± 12 |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | 52 ± 10 | 58 ± 10 |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | 18 ± 6 | 20 ± 8 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | 131 ± 24 | 139 ± 16 |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | 156 ± 40 | 175 ± 30 |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | 208 ± 20 | 220 ± 20 |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | 76 ± 18 | 86 ± 34 |
| | <i>Peltigera malacea</i> | 362 ± 40 | 372 ± 30 |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | 356 ± 20 | 360 ± 20 |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | 372 ± 20 | 378 ± 20 |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | 368 ± 15 | 370 ± 10 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | 172 ± 30 | 180 ± 26 |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | 132 ± 20 | 138 ± 12 |

$\bar{x} \pm \sigma$ = Aritmetik Ortalama ± Standart sapma

Buna göre, doğal ortam koşullarında ölçülen değerler ile karşılaştırıldığında hızlı rehidrasyona uğramış liken talluslarında fenoloksidaz aktivitesinin yükseldiği gözlenmiştir. *Lecanorales* ordosu içerisinde bir değerlendirme yapılacak olursa en yüksek aktivitenin *Evernia prunastri*' de olduğu ve rehidrasyondan sonra fenoloksidaz aktivitesinin önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. Bu türe benzer düzeyde yüksek fenoloksidaz aktivitesi gösteren *Parmelia sulcata* ve *Pleurosticta acetabulum*' da doğal koşullarda elde edilen değere göre bir artış meydana geldiği görülmektedir. Aynı ordoya ait *Pseudevernia furfuracea*' de en düşük fenoloksidaz aktivitesi belirlenmiştir. Buna rağmen suya doygun hale getirildikten sonra *Pseudevernia furfuracea*' de görülen fenoloksidaz aktivitesinde bir yükseliş meydana geldiği saptanmıştır.

Peltigerales ordosuna ait likenlerde en yüksek fenoloksidaz aktivite değeri *Peltigera polydactylon*' da görülmektedir. Doğal koşullarda belirlenen fenoloksidaz aktivite değeri ile karşılaştırıldığında rehidrasyon sonrasında *Peltigera polydactylon*' da bir artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aynı ordoya ait *Peltigera malacea*, *Peltigera neckerii* ve *Peltigera ponojensis* türlerinde *Peltigera polydactylon*' a benzer düzeyde yüksek fenoloksidaz aktivitesinin meydana geldiği ve doğal koşullarda elde edilen değerleriyle karşılaştırıldığında rehidrasyon sonrasında fenoloksidaz aktivitelerinde artış olduğu saptanmıştır. En düşük fenoloksidaz aktivitesi *Peltigera horizontalis*' de belirlenmesine rağmen bu türde de suya doymun hale getirildikten sonra bir artış olduğu gözlenmiştir.

Suya doymun hale getirilmiş liken talluslarında ölçülen lakkaz ve tirozinaz aktiviteleri Çizelge 3.6' da yer almaktadır.

Çizelge 3.6. Doğal Koşullarda ve Rehidrasyon Sonrası Liken Talluslarında Görülen Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi

| Ordo | Liken Türleri | Doğal Koşullar Altında Liken Talluslarında Enzim Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | | Rehidre olmuş Liken Talluslarında Enzim Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | |
|---------------------|--------------------------------|--|----------------------|---|----------------------|
| | | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi |
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | 1.1 ± 0.8 | 0 ± 0 | 2.4 ± 0.4 | 0 ± 0 |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | 0.5 ± 0.1 | 0 ± 0 | 0.8 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | 0.8 ± 0.3 | 8 ± 2 | 1.5 ± 0.4 | 10 ± 2 |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | 1.8 ± 0.4 | 0 ± 0 | 2.6 ± 0.2 | 2 ± 1 |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | 0.9 ± 0.0 | 0 ± 0 | 1.5 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | 2.5 ± 0.5 | 32 ± 2 | 3.4 ± 0.2 | 33 ± 1 |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | 2.2 ± 0.3 | 26 ± 4 | 3.2 ± 0.4 | 27 ± 8 |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | 6.5 ± 0.6 | 44 ± 5 | 8.3 ± 0.5 | 36 ± 5 |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | 4.4 ± 0.5 | 18 ± 3 | 5.8 ± 0.5 | 16 ± 7 |
| | <i>Peltigera malacea</i> | 6.1 ± 0.4 | 21 ± 4 | 7.6 ± 0.4 | 23 ± 10 |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | 6.8 ± 0.6 | 22 ± 3 | 8.3 ± 0.5 | 24 ± 3 |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | 6.8 ± 1 | 24 ± 4 | 7.9 ± 0.6 | 25 ± 8 |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | 2.1 ± 0.8 | 0 ± 0 | 2.8 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | 3.5 ± 0.5 | 12 ± 4 | 4.3 ± 0.5 | 18 ± 6 |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | 2.4 ± 0.3 | 51 ± 5 | 3.5 ± 0.2 | 52 ± 3 |

$\bar{x} \pm \sigma$ = Aritmetik Ortalama ± Standart sapma

Rehidrasyon sonrası *Lecanorales* ordosuna ait liken türlerinde görülen en yüksek lakkaz aktivitesi *Pleurosticta acetabulum*' da tespit edilmiştir. Doğal koşullarda elde edilen lakkaz aktivitesiyle karşılaştırıldığında bu türde rehidrasyon sonrasında bir artış olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda *Evernia prunastri*' de de *Pleurosticta acetabulum*' a yakın bir değer bulunmuş olup suya doygun hale getirildikten sonra lakkaz aktivitesinin arttığı saptanmıştır. *Hypogymnia physodes*' de ise en düşük lakkaz aktivitesi belirlenmesine rağmen rehidrasyondan sonra daha yüksek düzeyde bir aktivite gösterdiği tespit edilmiştir.

Peltigerales ordosuna ait liken türlerinde ise rehidrasyon sonrası en yüksek lakkaz aktivitesinin *Peltigera elizabethae* ve *Peltigera neckerii*' de olduğu belirlenmiştir. Bu türlerin doğal koşullarda elde edilen değerlerine bakıldığında rehidrasyon sonrasında lakkaz aktivitelerinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu ordoya ait en düşük lakkaz aktivitesi ise *Peltigera ponojensis*' de tespit edilmiştir. Buna rağmen *Peltigera ponojensis*' in doğal koşullarda belirlenen değeri ile karşılaştırıldığında rehidrasyondan sonra lakkaz aktivitesinin yükseldiği saptanmıştır.

İkinci stres faktörlerinden rehidrasyon uygulandıktan sonra liken talluslarının, doğal koşullarda belirlenen değerlere göre daha yüksek bir lakkaz aktivitesi gösterdiği belirlenmiştir.

Rehidrasyona maruz bırakılmış çeşitli liken örnekleri içerisinde *Lecanorales* ordosuna ait likenlerden *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes* ve *Pseudevernia furfuracea*' de herhangi bir tirozinaz aktivitesi meydana gelmediği tespit edilmiştir. *Parmelia sulcata* ve *Pleurosticta acetabulum* ' da ise rehidrasyon sonrası tirozinaz aktivitesi belirlenmiştir. Aynı ordoya ait en yüksek tirozinaz aktivitesi *Parmelia sulcata*' da belirlenirken en düşük aktivite değeri ise *Pleurosticta acetabulum*' da saptanmıştır. Doğal ortam koşullarındaki tirozinaz enzim aktivite değerleri ile karşılaştırıldığında bu iki türün rehidrasyon sonrası aktivitelerinde bir artış meydana geldiği görülmektedir.

Peltigerales ordosuna ait liken türlerinde ise *Peltigera ponojensis*' de herhangi bir tirozinaz aktivitesi gözlenmemiştir. Aynı ordo içinde yer alan likenlerden *Peltigera horizontalis*' de en düşük, *Peltigera rufescens*' de ise en yüksek tirozinaz aktivitesi tespit edilmiştir. Aynı zamanda doğal koşullarda belirlenen değerlere bakıldığında *Peltigera rufescens*' de rehidrasyon sonrasında artış meydana gelirken, *Peltigera horizontalis*' in tirozinaz aktivite değerinde bir azalma olduğu saptanmıştır. Ayrıca *Peltigera elizabethae*' nin tirozinaz aktivitesinde de rehidrasyon sonrasında bir düşüş meydana gelmiştir. Görüldüğü gibi, rehidrasyona uğramış tüm liken talluslarının tirozinaz aktivitesinde, lakkaz aktivitesinde olduğu gibi bir artış gerçekleşmemiştir.

3.5.3. Yaralama Uygulanmış Liken Örneklerinde Enzim Aktivitesi

Stres faktörlerinden yaralama uygulanmış liken örneklerinin fenoloksidaz aktivitesine ait değerleri Çizelge 3.7' te sunulmuştur.

Çizelge 3.7. Doğal Koşullarda ve Yaralama Uygulanmış Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi

| Ordo | Liken Türleri | Doğal Koşullar Altında Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | Yaralanmış Liken Talluslarında Fenoloksidaz Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) |
|---------------------|--------------------------------|---|---|
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | 54 ± 12 | 57 ± 6 |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | 26 ± 5 | 26 ± 12 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | 50 ± 8 | 52 ± 10 |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | 52 ± 10 | 54 ± 18 |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | 18 ± 6 | 18 ± 7 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | 131 ± 24 | 136 ± 10 |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | 156 ± 40 | 163 ± 30 |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | 208 ± 20 | 212 ± 20 |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | 76 ± 18 | 78 ± 10 |
| | <i>Peltigera malacea</i> | 362 ± 40 | 365 ± 20 |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | 356 ± 20 | 358 ± 20 |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | 372 ± 20 | 374 ± 20 |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | 368 ± 15 | 366 ± 12 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | 172 ± 30 | 178 ± 24 |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | 132 ± 20 | 134 ± 20 |

$\bar{x} \pm \sigma$ = Aritmetik Ortalama ± Standart sapma

İncelenen liken türleri içinde yaralanmış tallusta en yüksek fenoloksidaz aktivitesi *Lecanorales* ordosuna ait likenlerde *Evernia prunastri*' de görülmekte olup *Parmelia sulcata* ve *Pleurosticta acetabulum*' da da *Evernia prunastri*' ye yakın değerler elde edilmiştir. Doğal koşullarda belirlenen değerlere bakıldığında yaralama uygulandıktan sonra bu türlerin gösterdiği fenoloksidaz aktivitesinde bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu ordoya ait liken türlerinde en düşük fenoloksidaz aktivitesi *Pseudevernia furfuracea*' de tespit edilmiştir. Doğal koşullarda belirlenen aktivite değerine göre yaralamadan sonra herhangi bir artış ya da azalış meydana gelmediği görülmektedir.

Peltigerales ordosuna ait likenlerde en yüksek fenoloksidaz aktivitesi *Peltigera polydactylon*' da belirlenmiş olup yaralama uygulandıktan sonra fenoloksidaz aktivite değerinde bir artış meydana geldiği tespit edilmiştir. *Peltigera malacea*, *Peltigera neckerii* ve

Peltigera ponojensis' te de *Peltigera polydactylon*' a yakın değerler saptanmıştır. *Peltigerales* ordosuna ait yaralama uygulanmış liken örneklerinde en düşük fenoloksidaz aktivitesinin *Peltigera horizontalis*' de olduğu gözlenmesine rağmen doğal koşullarda elde edilen değerine göre bir artış meydana geldiği belirlenmiştir.

Üçüncü stres faktörü olan yaralama uygulandıktan sonra belirlenen lakkaz ve tirozinaz aktivite değerleri Çizelge 3.8' de yer almaktadır.

Çizelge 3.8. Doğal Koşullarda ve Yaralama Uygulanmış Liken Tallusunda Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitesi

| Ordo | Liken Türleri | Doğal Koşullar Altında Liken Talluslarında Enzim Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | | Yaralanmış Liken Talluslarında Enzim Aktivitesi ($\Delta A_{\lambda} \text{ min}^{-1} \text{ L}^{-1}$) | |
|---------------------|--------------------------------|--|----------------------|--|----------------------|
| | | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi |
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | 1.1 ± 0.8 | 0 ± 0 | 2.2 ± 0.4 | 1 ± 0.2 |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | 0.5 ± 0.1 | 0 ± 0 | 0.8 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | 0.8 ± 0.3 | 8 ± 2 | 1.4 ± 0.4 | 8 ± 2 |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | 1.8 ± 0.4 | 0 ± 0 | 2.3 ± 0.1 | 3 ± 2 |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | 0.9 ± 0.0 | 0 ± 0 | 1.5 ± 0.1 | 0 ± 0 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | 2.5 ± 0.5 | 32 ± 2 | 3.1 ± 0.2 | 32 ± 5 |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | 2.2 ± 0.3 | 26 ± 4 | 3.3 ± 0.4 | 26 ± 6 |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | 6.5 ± 0.6 | 44 ± 5 | 8.0 ± 0.8 | 40 ± 5 |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | 4.4 ± 0.5 | 18 ± 3 | 5.4 ± 0.5 | 18 ± 6 |
| | <i>Peltigera malacea</i> | 6.1 ± 0.4 | 21 ± 4 | 7.2 ± 0.4 | 21 ± 8 |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | 6.8 ± 0.6 | 22 ± 3 | 8.1 ± 0.7 | 22 ± 3 |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | 6.8 ± 1 | 24 ± 4 | 7.7 ± 0.5 | 24 ± 7 |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | 2.1 ± 0.8 | 0 ± 0 | 2.8 ± 0.2 | 0 ± 0 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | 3.5 ± 0.5 | 12 ± 4 | 4.2 ± 0.6 | 13 ± 5 |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | 2.4 ± 0.3 | 51 ± 5 | 3.3 ± 0.1 | 52 ± 6 |

$\bar{x} \pm \sigma$ = Aritmetik Ortalama ± Standart sapma

Lecanorales ordosuna ait liken türlerinde yaralama uygulandıktan sonra elde edilen en yüksek lakkaz aktivitesi, *Pleurosticta acetabulum*' da görülmektedir. Ayrıca doğal koşullarda belirlenen değerine göre yaralamadan sonra lakkaz aktivitesinde bir artış olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda *Evernia prunastri*' de de *Pleurosticta acetabulum*' a yakın bir değer elde edilmiştir. En düşük lakkaz aktivitesi ise *Hypogymnia physodes*' de tespit edilmiştir. Buna rağmen yaralama uygulandıktan sonra lakkaz aktivitesinde artış gözlenmiştir.

Yaralanmış talluslarda tespit edilen lakkaz aktivite değerlerinin, sağlam liken talluslarının değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir.

Peltigerales ordosuna ait liken türlerinde ise en yüksek lakkaz aktivitesine *Peltigera neckerii*' nin sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *Peltigera elizabethae*' de elde edilen lakkaz aktivitesinin de *Peltigera neckerii*' ye yakın bir değerde olduğu saptanmıştır. Her iki liken türünde de yaralama uygulandıktan sonra lakkaz aktivitesinde bir artış olduğu görülmektedir. Aynı ordoya ait liken türleri içerisinde en düşük lakkaz aktivitesi ise *Peltigera ponojensis*' de gözlenmiştir. Buna rağmen doğal koşullardaki değeri ile karşılaştırıldığında daha yüksek lakkaz aktivitesi gösterdiği ortaya çıkmıştır.

En yüksek tirozinaz aktivitesi *Lecanorales* ordosuna ait liken türlerinden *Parmelia sulcata* tallusunda tespit edilmiştir. En düşük tirozinaz aktivitesi ise *Evernia prunastri*' de belirlenmiştir. *Evernia prunastri*' de, doğal ortam koşullarında, kuruma ve rehidrasyon sonrası yapılan ölçümlerde tirozinaz aktivitesinde herhangi bir artış göstermezken bu türün yaralama uygulanmış talluslarında tirozinaz aktivitesinin ortaya çıktığı gözlenmiştir. *Hypogymnia physodes* ve *Pseudevernia furfuracea*' de herhangi bir tirozinaz aktivitesine rastlanmamıştır.

Çizelge 3.8' de görüldüğü gibi en yüksek tirozinaz enzim aktivitesi *Peltigera rufescens*' de görülmektedir. En düşük tirozinaz aktivitesine ise *Peltigera praetextata*' nin sahip olduğu belirlenmiştir. *Peltigerales* ordosu üyelerinden *Peltigera elizabethae*' de doğal koşullardaki değerine (kontrol) göre tirozinaz aktivitesinin yaralama uygulandıktan sonraki değeri daha düşüktür. *Peltigera ponojensis* tallusunda doğal koşullarda olduğu gibi yaralama uygulandıktan sonra da tirozinaz aktivitesi gözlenmemiştir. Diğer *Peltigerales* üyelerinin hemen hepsinde tirozinaz aktivitesinin yaralama uygulandıktan sonra değişmediği saptanmıştır.

Kuruma, rehidrasyon ve yaralamaya maruz bırakılan liken talluslarında belirlenen lakkaz ve tirozinaz aktivitesi, doğal koşullarda belirlenen değerler ile kıyaslanarak Çizelge 3.9' da özetlenmiştir.

İncelenen tüm liken türlerinde kuruma, rehidrasyon ve yaralama uygulandıktan sonra lakkaz aktivitesinin arttığı görülmektedir. Diğer taraftan tirozinaz aktivitesinin lakkaz aktivitesi gibi değişim göstermediği ortaya çıkmıştır. Doğal koşullarda tirozinaz aktivitesi göstermeyen liken tallusları bu uygulamalar sonunda da çoğunlukla tirozinaz aktivitesi göstermemiştir. Sadece yaralama uygulanan *Evernia prunastri* ve *Pleurosticta acetabulum*' da doğal koşullarda görülmemesine rağmen az miktarda tirozinaz enzim aktivasyonu belirlenmiştir.

Çizelge 3.9. Stres Uygulanmış Liken Talluslarında Belirlenen Lakkaz ve Tirozinaz Aktivitelerinin Doğal Koşullarda Elde Edilen Değerlere Göre Değişimi

| Ordo | Liken Türleri | Kuruma | | Rehidrasyon | | Yaralama | |
|---------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|-------------------|----------------------|
| | | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi | Lakkaz Aktivitesi | Tirozinaz Aktivitesi |
| <i>Lecanorales</i> | <i>Evernia prunastri</i> | + | 0 | + | 0 | + | + |
| | <i>Hypogymnia physodes</i> | + | 0 | + | 0 | + | 0 |
| | <i>Parmelia sulcata</i> | + | = | + | + | + | = |
| | <i>Pleurosticta acetabulum</i> | + | 0 | + | + | + | + |
| | <i>Pseudevernia furfuracea</i> | + | 0 | + | 0 | + | 0 |
| <i>Peltigerales</i> | <i>Peltigera canina</i> | + | = | + | + | + | = |
| | <i>Peltigera didactyla</i> | + | + | + | + | + | = |
| | <i>Peltigera elizabethae</i> | + | - | + | - | + | - |
| | <i>Peltigera horizontalis</i> | + | = | + | - | + | = |
| | <i>Peltigera malacea</i> | + | = | + | + | + | = |
| | <i>Peltigera neckerii</i> | + | = | + | + | + | = |
| | <i>Peltigera polydactylon</i> | + | + | + | + | + | = |
| | <i>Peltigera ponojensis</i> | + | 0 | + | 0 | + | 0 |
| | <i>Peltigera praetextata</i> | + | + | + | + | + | + |
| | <i>Peltigera rufescens</i> | + | = | + | + | + | + |

+, Enzim Aktivitesi Artışı

=; Enzim Aktivitesinin Değişmemesi

-, Enzim Aktivitesinin Azalışı

0; Enzim Aktivitesinin Olmaması

Liken talluslarında enzim aktivitesinde artışa neden olan stres uygulamasının rehidrasyon olduğu görülmektedir. Özellikle *Peltigerales* üyeleri bu yönde cevap oluşturmuşlardır. Diğer birçok türde tirozinaz aktivitesi stres uygulamaları sonrası değişim göstermemiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, likenlerin olumsuz koşullarda gösterdiği adaptif davranışları incelemek amacıyla, *Lecanorales* ve *Peltigerales* ordosuna ait bazı likenlere kuruma, rehidrasyon ve yaralama uygulamaları yapılarak lakkaz ve tirozinaz aktivitelerindeki değişim değerlendirilmiştir. Likenler poikilohidrik canlılar olmaları nedeniyle doğal ortam koşullarında liken gelişimini etkileyen önemli etmenler arasında su kaybı ve kazanımının yer aldığı görülür. Ayrıca birçok canlının beslenme zincirinde yer alması nedeniyle çok yavaş gelişen liken tallusları için diğer bir tehditin de yaralama olduğu düşünülmektedir (Beckett ve Minibayeva 2003).

Likenlerin çeşitli stres koşullarına karşı kendilerini korumada sahip oldukları sekonder metabolitlerin ve geliştirdikleri bir takım fizyolojik davranışların etkili olduğu bilinmektedir (Rankovic ve ark. 2007 b). Özellikle de sekonder metabolitler bakımından zayıf olan liken türlerinin extrasellüler ROS üreterek kendilerini kötü koşullara adapte ettikleri bilinmektedir (Beckett ve ark. 2005). Reaktif Oksijen Türleri' nin şimdiye kadar incelenen likenler içerisinde en çok *Peltigerales* ordosu içinde yer aldığı görülmektedir. Baldrian (2006) yaptığı çalışmada, lakkazın bakır içeren ve oksijene bağımlı bir enzim olduğunu, oksijenin az bulunduğu bataklık gibi alanlarda ya da toprağın derinliklerine inildikçe fungal lakkaz aktivitesinin azaldığını tespit etmiştir.

Likenlerin fenoloksidaz aktivitesinde de çeşitli stres koşullarının uyarıcı etkisi olduğu belirtilmektedir (Laufer ve ark. 2006 a,b, Zavarzina ve Zavarzin 2006). Yaptığımız çalışmada da buna paralel olarak uygulanan stres faktörlerinin, incelediğimiz liken türlerinin fenoloksidaz aktivitesinde genel olarak artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak uygulanan her üç stres faktörü sonrasında da en yüksek fenoloksidaz aktivitesi *Lecanorales* ordosuna ait likenlerden *Evernia prunastri*' de, *Peltigerales* ordosuna ait likenlerden *Peltigera polydactylon*' da belirlenmiştir. En düşük fenoloksidaz aktivitesinin ise *Lecanorales* ordosunda *Pseudevernia furfuracea*' de, *Peltigerales* ordosunda *Peltigera horizontalis*' te saptanmıştır.

Beckett ve Minibayeva (2003) *Peltigera canina*' da fenoloksidaz aktivitesinin olduğunu ortaya koymuş ve stres faktörlerinden yaralama uyguladıktan sonra elde ettiği fenoloksidaz aktivitesinin, kuruma ve rehidrasyondan sonra elde edilen değerlere göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda ise *Peltigera canina*' da fenoloksidaz aktivitesi gözlenmesine rağmen aynı liken türünde rehidrasyon sonrası elde edilen fenoloksidaz aktivite değerinin kuruma ve yaralama uygulamasından sonra elde edilen değerlerden daha yüksek

olduğu tespit edilmiştir.

Beckett ve ark. (2005) *Peltigeraceae* familyası üyelerinde hücre içi süperoksit üretiminin, inceledikleri diğer liken familyaları üyelerine göre daha yüksek olduğunu ileri sürmüşlerdir. Elde ettiğimiz verilere bakıldığında bu çalışma ile benzer sonuçlar elde edildiği, incelenen *Lecanorales* ve *Peltigerales* ordosuna ait likenlerden *Peltigera* cinsine ait türlerde enzim aktivitesinin yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca çeşitli çalışmalarda kuruma, rehidrasyon ve yaralamanın *Peltigerales* ordosuna ait liken türlerinde ROS üretimini arttırdığı belirlenmiştir (Beckett ve ark. 2005, Laufer ve ark. 2006 a). Çalışmamızda da bu sonuçlara benzer olarak, incelenen liken örneklerinden *Peltigerales* ordosuna ait türlerde *Lecanorales* ordosuna ait türlere göre kuruma, suya doygun hale getirme ve yaralama sonrasında fenoloksidaz ve lakkaz aktivitesinde bir artış meydana geldiği görülmektedir. Fakat tirozinaz aktivitesi, incelenen diğer enzim aktivitelerinde olduğu gibi *Lecanorales* ve *Peltigerales* ordosuna ait tüm liken türlerinde artış göstermemiştir. Her iki enzimin aynı stres koşullarına farklı yanıtlar oluşturması yapısal özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Laufer ve ark (2006 b) lakkaz ve tirozinazın moleküler ve fizyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Lakkaz aktivitesi, azide siyanitten daha duyarlı iken tirozinazın her iki inhibitöre aynı derecede duyarlı olduğu belirlenmiştir (Laufer ve ark. 2006 a). Ayrıca lakkaz ve tirozinazın hücredeki yerinin de farklı olduğu saptanmıştır. Lakkaz aktivitesinin hücre duvarında olmasına karşın tirozinazın intrasellüler özellikte olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar farklı stres uygulamalarının iki enzimde farklı derecede ve farklı yönde aktivasyona neden olmasının yapısal özelliklerle yakından ilgili olduğunu göstermektedir. *Peltigera aurata*' da kuruma ve mekanik stres lakkaz aktivitesini arttırırken, tirozinaz aktivitesinin sadece yaralama sonucu artış gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca stres sonrası bu enzimlerin aktivitesindeki uyarılmanın, stresin oluşturduğu toksik bileşiklerin uzaklaştırılmasında da etkili olduğu açıklanmıştır (Laufer ve ark. 2006 b).

Zavarzina ve Zavarzin (2006) *Peltigerales* ordosuna ait liken türlerinde lakkaz ve tirozinaz aktivitesinin varlığını ortaya koymuşlardır. *Lecanorales* ordosuna ait liken türlerinden *Cetraria islandica*, *Cladonia rangiferina*, *Hypogymnia physodes*' de ise sadece lakkaz aktivitesine rastlandığı belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda ise *Lecanorales* ordosuna ait bazı likenlerde tirozinaz aktivitesine rastlanmıştır. Örneğin; *Parmelia sulcata*' da tirozinaz aktivitesi elde edilmiştir. Ayrıca yaralama sonrası *Evernia prunastri* ve *Pleurosticta acetabulum*' da, rehidrasyon sonrasında ise *Pleurosticta acetabulum*' da tirozinaz enzim aktivitesine rastlanmıştır. Her üç stres uygulamasından sonra da *Hypogymnia physodes*' de Zavarzina ve Zavarzin (2006)' nin sonuçlarına benzer şekilde herhangi bir tirozinaz

aktivitesine rastlanmamıştır. Ayrıca *Peltigera ponojensis* ve *Pseudevernia furfuracea*' de ne doğal ortam koşullarında ne de herhangi bir stres faktörü sonucunda tirozinaz aktivitesi saptanmamıştır. Zavarzina ve Zavarzin (2006)' in çalışmalarında da bu türlerde tirozinaz aktivitesinin elde edilmediği belirtilmektedir.

Laufer ve ark. (2006 b)' nin yaptığı çalışmaya bakıldığında *Peltigerales* ordosuna ait 20 liken türünde tirozinaz aktivitesinin var olduğu görülmektedir. Fakat *Peltigera ponojensis* incelenen türler içerisinde yer almamaktadır. Bizim çalışmamızda da *Peltigerales* ordosuna ait liken türlerinden *Peltigera ponojensis* dışındaki diğer tüm likenlerde tirozinaz aktivitesi tespit edilmiştir. Ayrıca yine aynı çalışmada uygulanan üç stres faktöründen kurumanın sadece lakkaz aktivitesini arttırdığı, yaralamanın ise hem lakkaz hem de tirozinaz aktivitesini arttırdığı belirtilmektedir. Yaptığımız çalışmada da kuruma uygulaması incelenen *Peltigerales* üyelerinin hepsinde lakkaz aktivitesinde ayrıca *Peltigera* cinsine ait liken türlerinden üçünde tirozinaz aktivitesinde artışa neden olmuştur. Yaralama uygulamasında ise kaynak bilgilerine uygun olarak incelenen tüm örneklerde lakkaz aktivitesinde artış görüldüğü halde, tirozinaz aktivitesinin, artış tespit edilen *Peltigera praetextata* ve *Peltigera rufescens* dışında değişmediği saptanmıştır. Bulgularımıza göre stres faktörlerinden rehidrasyonun *Peltigera elizabethae* ve *Peltigera horizontalis* dışında kalan diğer türlerde lakkaz ve tirozinaz aktivitesi üzerinde daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, incelenen liken türleri içerisinde stres faktörleri uygulandıktan sonra en yüksek lakkaz aktivitesi gösteren *Peltigerales* ordosuna ait liken türlerinin *Peltigera malacea*, *Peltigera neckerii* ve *Peltigera polydactylon* olduğu tespit edilmiştir. Her üç stres faktörü sonucunda elde edilen verilerde ise en yüksek tirozinaz aktivitesinin *Peltigera rufescens*' de olduğu görülmektedir. *Peltigera rufescens*, sekonder metabolitlere sahip olmasına karşın geniş yayılış gösteren terrikol özellikte yapraksı bir likendir. Bu nedenle kötü ortam koşullarına karşı direnç sağlanması açısından enzim aktivitesinin yüksek olmasının bir avantaj olabileceği düşünülebilir. Nitekim elde edilen verilerden de görüldüğü gibi tüm stres uygulamaları sonunda anlamlı düzeyde lakkaz ve tirozinaz aktivitesi belirlenmiştir.

Elde ettiğimiz verilere bakıldığında *Peltigera ponojensis*' te lakkaz aktivitesinin oldukça düşük olduğu buna karşılık tirozinaz aktivitesinin olmadığı görülmektedir. Kaynak bilgilerinde *Peltigera ponojensis*' in doğada yayılış alanının sınırlı olduğu ve korunmuş alanlarda yayılış gösterdiği ayrıca bu türün *Peltigera rufescens* ile yakın morfolojik benzerliği olduğu vurgulanmaktadır. Bu durumda stres koşullarına adaptasyonda ve geniş yayılış özelliğine sahip olmada lakkaz ve tirozinaz aktivitesinin önemli bir rol oynadığı düşünülebilir.

Diğer taraftan *Peltigera rufescens*' in doğal ortam ve stres koşullarında yüksek lakkaz ve tirozinaz aktivitesi göstermesi, bu türün geniş yayılışı olmasını sağlayan önemli bir metabolik özellik olarak değerlendirilebilir. Morfolojik benzerlikleri nedeniyle üzerinde sistematik olarak çalışılması önerilen bu iki türün aynı koşullarda farklı metabolik yanıt vermeleri ayrı türler olduklarını doğrulamakta ve sistematik ayrıma önemli veriler sağlamaktadır.

Kaynak bilgilerinde tallusun suya doygun olma durumunda, artan enzim aktivitesinin, hızlı su alınımının hücre çeperlerinde oluşturacağı zararı azaltma yönünde etkili olduğu belirtilmektedir (Beckett ve ark. 2005). Buna paralel olarak bu çalışmada incelenen liken talluslarındaki enzim aktivitesi değerlerinin, kuruma ve yaralama uygulamasından çok, rehidre olma durumundan daha fazla etkilendiği tespit edilmiştir. Bu sonucun Zavarzina ve Zavarzin (2006)' in likenlerde lakkaz ve tirozinaz aktivitesinin belirlenmesine yönelik yaptıkları çalışma ile paralel olduğu görülmektedir. Bu çalışmada incelenen *Lecanorales* ordosu üyeleri epifitik türlerden, *Peltigerales* üyeleri ise terrikol türlerden oluşmaktadır. *Parmelia sulcata* dışında kalan diğer *Lecanorales* üyelerinde stres faktörlerinden kuruma ve rehidrasyon uygulaması sonunda tirozinaz aktivitesi elde edilmemiştir. *Lecanorales* ordosunda üç yapraksı liken ve iki dalsı liken yer almaktadır. *Peltigerales* ordosuna ait liken örneklerinin hepsi yapraksı formdadır. Yapraksı ve dalsı likenler arasında da strese yanıt farklılıklarının da olduğu bilinmektedir. Dalsı liken talluslarının mekanik zarara, yapraksı liken talluslarından daha dirençli olduğu saptanmıştır (Štepičková ve ark. 2007). Çalışmamızda *Hypogymnia physodes* ve *Pseudevernia furfuracea*' de kuruma, rehidrasyon ve yaralama uygulamaları sonunda tirozinaz aktivitesi elde edilmemiştir. Bu sonuç, bu türlerde ortama adaptasyonun atronorin ve fisodik asit gibi ürettikleri sekonder metabolitler ile sağlandığının bir kanıtı olarak kabul edilebilir. Zira *Hypogymnia physodes* incelenen liken türleri içinde doğal koşullar ve stres uygulamaları sonunda en düşük lakkaz aktivitesi gösteren *Lecanorales* ordosuna ait yapraksı bir likendir.

Sonuç olarak, farklı biyontların katılımı ile oluşan farklı liken türlerinin ortam seçimi, yayılış, ortama uyum gibi önemli gelişim özelliklerinin metabolizmaları ile yakın ilişkili olduğu görülmektedir. Bu amaçla ilgili alanlarda yapılacak çalışmaların liken gelişiminde biyokimyasal ve metabolik olarak henüz açıklanmamış konulara ışık tutacağı ve bazı sistematik problemlerin çözümünde bu biyokimyasal verilerden yararlanma olanağı sunacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

AHMADJIAN, V. ve M.E. HALE. 1973. The Lichens. Academic Pres, New York.

AGAR, N ve A.R. YOUNG. 2005. "Melanogenesis: a photoprotective response to DNA damage?". Mutation research. 571 (1-2): 121-32.

AMAR, N. RAI, B. BERGMAN ve U. RASMUSSEN. 2000. Cyanobacteria in Symbiosis. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. p. 117-135.

ANŞİN, R. 1979. Trabzon-Meryemana Araştırma Ormanı Florası ve Saf Ladin Mescerelerinde Floristik Araştırmalar. Karadeniz Gazetecilik ve Matbaacılık A.S. Trabzon s. 30-31.

ASLAN, A. 2000. Lichens from The Regions of Artvin, Erzurum and Kars (Turkey). Israel Journal of Plant Sciences. 48: 143-155.

ASLAN, A. ve A. OZTURK. 1994. Oltu (Erzurum) Yöresine Ait Liken Florası Üzerine Çalışmalar. Tr. J. of Botany, 18: 103-106.

AYASLIGIL, Y. 1987. Der Köprülü Kanyon Nationalpark. Seine Vegetation und ihre Beeinflussung durch den Menschen. Landschaftsökologie Weigenstephan, H. 5.

AYDIN, A. 1989-1990. Some Lichen Species Around of the Abant Lake. İstanbul Üniv. Fen Fak. Biyoloji Der., 54: 21-34.

BALDRIAN, P. 2006. Fungal Laccases-occurrence and properties. FEMS Microbiology Rev. 30; 1-28.

BECKETT, R.P. ve F.V. MINIBAYEVA. 2003. Wounding Induces a Burst of Extracellular Superoxide Production in *Peltigera canina*. Lichenologist. 35(1): 87-89.

BECKETT, R.P., F.V. MINIBAYEVA ve Z. LAUFER. 2005. Extracellular reactive oxygen species production by lichens. *Lichenologist*, 37: 397-407.

BECKETT, R.P., F.V. MINIBAYEVA, N.V. VYLEGZHANINA ve T. TOLPYSHEVA. 2003. High Rates of Extracellular Superoxide Production by Lichens in The Suborder Peltigerineae Correlate with Indices of High Metabolic Activity. *Plant, Cell and Environment*, 26: 1827-1837.

BHATTACHARJEE, S. 2005. Reactive Oxygen Species and Oxidative Burst: Roles in Stres, Senescence and Signal Transduction in Plants. *Current Science*. 89 (7).

BLANCO, O., A. CRESPO, J. A. ELIX, D. L. HAWKSWORTH ve H. T. LUMBSCH. 2004. A Molecular Phylogeny and New Classification of Parmelioid Lichens Containing *Xanthoparmelia*-type Lichenan (*Ascomycota: Lecanorales*). *Taxon* 53(4): 959-975.

BOERJAN, W., J. RALPH ve M. BAUCHER. 2003. "Lignin bios". *Ann. Rev. Plant Biol.* 54: 519-549.

BRODO, I.M., S.D. SHARNOFF ve S. SHARNOFF. 2001. *Lichens of North America*. Yale University Pres, New Haven and London.

CEVAHİR, G. 1991. Meryemana Araştırma Ormanının Liken Florası. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları Dergisi*. 37 (74): 87-108.

CLAUZADE, G. ve C. ROUX. 1985. Likenoj De Okcidenta Eüropo. *Ilustrita Determinlibro. Bulletin de la Société Botanique du Centre-Quest Nouvelle série-Numéro Spécial*: 7,893p.

ÇELİK, B., İ.N. CANGÜL, N. ÇELİK, O. BİZİM ve M. ÖZTÜRK. 2004. *Temel Matematik*. Nobel Yayın Dağıtım, Bursa, Türkiye. 694 s.

ÇETİN, G. 1992. Balıkesir İli Dursunbey Yöresinde Bulunan Bazı Liken Türlerinin Taksonomik Özellikleri ve Yayılış Alanları. *Yüksek Lisans Tezi*. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 96 s.

ÇETİN, G. ve G. TÜMEN.1994. Balıkesir Dursunbey Yöresine Ait Bazı Epifitik Liken Türleri-I. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi. Ediren, 6-8 Temmuz 1994, s. 177-183.

CICEK A. ve A. OZDEMİR TURK. 1998. Lichen Flora of Sakarya Province. Tr. J. of Botany, 22: 99-119.

ÇOBANOĞLU G., 1999. Contribution of the lichen diversity of Nature Parks in Bolu and Çorum, Anatolia, Turkey. Herzogia 17: 129-136.

COBANOGU, G. ve B. AKDEMİR. 1997. A Taxonomic Suvey on Lichens of İstanbul Islands (Kınalı, Burgaz, Heybeli, Büyükada). Proceedings of the Second International Scientific Conference (Science & Development & Environment) Cairo, 17-20 March, 497-509. Bulletin of Faculty of Science Al-Azhar University.

ÇOBANOĞLU, G. ve B. AKDEMİR. 2004. Contribution to the lichen diversity of Nature Parks in Bolu and Çorum, Anatolia, Turkey. Herzogia, 17: 129-136.

GIRALT, M. 2001. The Lichen Genera Rinodina and Rinodinella (Lichenized Ascomycetes, Physciaceae) in the Iberian Peninsula. Bibliotheca Lichenologica, 79: 1-160.

GÜNER, H. 1986. Likenlerin Biyolojisi ve Ege Bölgesinde Bulunan Bazı Türler. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi. No:92. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir. 32 s.

GÜNER, H. ve A. ÖZDEMİR. 1986. Likenlerin Genel Özellikleri ve Batı Anadolu'dan Bazı Liken Türleri.8. Ulusal Biyoloji Kongresi. İzmir. s. 371-381.

GÜVENÇ, Ş. ve A. ASLAN. 1994. Uludağ Üniversitesi Görükle kampüsü ve Çevresi Likenleri Üzerine Taksonomik İncelemeler. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Fen Bilimleri Dergisi, 5 (5): 51-56.

GÜVENÇ, Ş. ve Ş. ÖZTÜRK. 1997. Adana ve Hatay İllerine Ait Bazı Liken Türleri. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 5 (1): 97-102.

GUVENC, S. ve S. OZTURK. 2004. Lichen Records from the Alpine Region of Uludag (Olympus) Mountain in Bursa-Turkey. *Tr. J. of Botany*, 28: 299-306.

GUVENC, S., A. ASLAN ve S. OZTURK. 1996. The Lichen Flora of Kapıdağ Peninsula. *Plant Life in Southwest and Central Asia*, 1: 472-478. Ege University Press, İzmir.

HALAOULI, S., M. ASTHER, J.-C. SIGOILLOT, M. HAMDI ve A. LOMASCOLO. 2006. Fungal Tyrosinases: New Prospects in Molecular Characteristics, Bioengineering and Biotechnological Applications. *Journal of Applied Microbiology*. 100: 219-232.

HALICI, M.G. ve D. CANSARAN DUMAN. 2007. Lichenized and Lichenicolous fungi of Yaylacık (Bolu) and Yenice (Karabük) Research Forest in Turkey. *Mycologia Balcanica*. 4: 97-103.

HAWKSWORTH, D. L. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. *Mycol. Res.* 95, 641~55.

HESSE, O. 1900. Beitrag zur Kenntnis der Flechten und ihrer charakteristischen Bestandteile. *J. Prakt Chem.* 62: 430-480.

HEZARFEN, B., A. ÖZDEMİR TÜRK, M. CANDAN. 2001. Yeşildağ (Kütahya-Bilecik) Liken Florası. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 2 (1): 203-209.

HUNECK, S. ve I. YOSHIMURA. 1996. Identification of Lichen Substances. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. 493 p.

JAHNS, H.M. 1987. Ferns Mosses & Lichens Britain and Northern and Central Europe. Filmset by Servis Filmsetting Ltd., Manchester. p. 178-261.

JOHN, V. 1996. Preliminary Catalogue of Lichenized and Lichenicolous Fungi of Mediterranean Turkey. *Bocconea* 6: 173-216.

JOHN, V. 2003. Flechten aus der Türkei, von G. Ernst gesammelt. *Herzogia*, 16: 167- 171.

JOHN, V. ve O. BREUSS. 2004. Flechten der östlichen Sxhwarzmeer-Region in der Türkei. *Herzogia* 17: 137-156.

JOHN, V. ve P. L. NIMIS. 1998. Lichen Flora of Amanos Mountain and the Province of Hatay. *Turk Journal of Botany*. 22: 257-267.

JOHN, V., M.R.D. SEAWARD, J.W. BEATTY. 2000. A Neglected Lichen Collection from Turkey: Berkhamsted School Expedition 1971. *Tr. J. of Botany.*, 24: 239-248.

KARABULUT, F. ve A. OZDEMIR TURK. 1998. Lichens of the Akşehir District (Konya) *Tr. J. of Botany*, 22: 191-198.

KARAMANOĞLU, K. 1971. Türkiye'nin Önemli Liken Türleri. *Ankara Ecz. Fak. Mec*, 1: 53-75.

KAYNAK, G., Ş. ÖZTÜRK ve G. TARIMCILAR. 1997. Isparta (Batı Toroslar) ve Çevresi Florası. I. Kızılırmak Fen Bilimleri Enstitüsü Kongresi. Kırıkkale. 14-16 Mayıs 1997. s. 264-274.

KEUM, Y.S. ve Q. X. Li. 2004. Copper dissociation as a mechanism of fungal laccase denaturation by humic acid. *Appl Microbiol Biotechnol*. 64: 588–592.

KINALIOĞLU, K. 2005. Lichens of Giresun District Giresun Province, Turkey. *Tr. J. of Botany*, 29: 417-423.

KINALIOĞLU, K., A. GÖNÜLOL, A. ENGİN. 1994. Kızılkaya (Trabzon-Araklı) Yaylası Liken Florası. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi. Edirne, 6-8 Temmuz 1994, 2:184- 189.

KRANNER, I. ve S. BIRTIC. 2005. A Modulating Role for Antioxidants in Desiccation Tolerance. *Integr. Comp. Biol.*, 45: 734-740.

LAUFER, Z., R.P. BECKETT ve F.V. MINIBAYEVA. 2006 a. Co-occurrence of the Multicopper Oxidases Tyrosinase and Laccase in Lichens in Sub-order Peltigerineae. *Annals of Botany*. 98: 1035-1042.

- LAUFER, Z., R.P. BECKETT, F.V. MINIBAYEVA, S. LUTHJE ve M. BÖTTGER. 2006 b. Occurrence of Laccases in Lichenized Ascomycetes of The Peltigerineae. *Mycological Research.*, p. 846-853.
- LAWREY, J.D. 1986. Biological Role of Lichen Substances. *Bryologist*, 89 (2): 111-122.
- LISOV, A.V., A.G. ZAVARZINA, A.A. ZAVARZIN ve A.A. LEONTIEVSKY. 2007. Laccases Produced by Lichens of The Order *Peltigerales*. *FEMS Microbiol. Lett.* 275: 46-52.
- LONGTON, R.E. 1992. Reproduction and rarity in British mosses. *Biol. Conserv.* 59: 89-98.
- MALCOLM, W.M., ve D.J. GALLOWAY. 1997. New Zealand Lichens Checklist, Key and Glossary. Museum of New Zealand. The Caxton Pres, Christchurch, New Zealand. 192 p.
- MOBERG, R., ve I. HOLMÅSEN. 1992. Flechten von Nord-und Mitteleuropa Ein Bestimmungsbuch. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Germany. 237 p.
- NASH III, T.H., B.D. RYAN, C.GRIES ve F. BUNGARTZ. 2002. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region, I: 532 p.
- NASH III, T.H., B.D. RYAN, C.GRIES ve F. BUNGARTZ. 2004. Lichen Flora of the Greater Sonoran Desert Region, II: 742 p.
- NIMIS, P.L. ve V. JOHN. 1998. A Contribution to the Lichen Flora of Mediterranean Turkey. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol*, 19 (1): 35-58.
- ORAN, S. ve OZTURK, Ş. 2006. Lichens of Gemlik, İznik, Mudanya and Orhangazi Districts in Bursa Province (Turkey). *Tr. J. of Botany*, 30: 231-250.
- ÖZDEMİR, A. 1986. İzmir ve Çevresinde Tespit Edilen Bazı Liken Türleri. *Doga Tr. Bio. D. C.*, 10 (1): 110-115.
- OZDEMIR, A. 1990. Bilecik ili Likenleri. *Doğa – Tr. J. of Botany*, 14: 165-170.

- OZDEMİR, A. 1991. Eskişehir ili Likenleri. Doğa – Tr. J. of Botany, 15: 189-196.
- OZDEMİR, A. ve S. OZTURK. 1992. Gemlik-Mudanya Sahil Şeridi Likenleri. Doğa- Tr. J. of Botany, 16: 247-251.
- ÖZDEMİR TÜRK, A. 1997 a. A Study on the Lichen Flora of Sinop and Kastamonu Provinces. Journal of Faculty of Science Ege University, 20 (2): 221-229.
- ÖZDEMİR TÜRK, A. 1997 b. Some Records for the Lichen Flora of Gökçeada (Çanakkale) Anadolu Üniversitesi, Fen Fakültesi Dergisi, 3: 5-12.
- ÖZDEMİR TÜRK, A. 2002. Eskişehir Liken Florasına Katkılar. Ot Sistemik Botanik Dergisi, 9 (2): 149-165.
- ÖZDEMİR TÜRK, A. ve H. GÜNER. 1995. The Lichens of the Yıldız Mountains in Turkey. 4th Plant Life of Southwest Asia Symposium, 21-28 May, İzmir.
- ÖZDEMİR TÜRK, A. ve H. GÜNER. 1998. Lichens of Thrace Region of Turkey. Turk Journal of Botany. 22: 397-407.
- ÖZTÜRK, Ş. 1989. Uludağ Liken Türleri Üzerinde Taksonomik Araştırmalar. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.170 s.
- OZTURK, S. 1990. Türkiye İçin Yeni Liken Kayıtları. Doğa- Tr. J. of Botany, 14: 87-96.
- OZTURK, S. 1992. Uludağ'ın Kabuksu ve Dalsı Likenleri Üzerinde Bir Araştırma. Doğa- Tr. J. of Botany, 16: 405-409.
- ÖZTÜRK, Ş. 1997. Armutlu-Gemlik (Bursa) Kıyı Şeridi Likenleri Üzerinde Taksonomik Çalışmalar. Ot Sistemik Botanik Dergisi, 4 (2): 87-96.
- ÖZTÜRK, A. ve A. ASLAN. 1990. Likenlerin Ekonomik Önemi ve Kuzey Doğu Anadolu'dan Bazı Liken Türleri. Çevre Biyolojisi Sempozyumu, 17-19 Ekim 1990, Ankara, 1-12.

OZTURK, S., S. GUVENC ve S. AYDIN. 2005. Floristic Lichen Records from Isparta and Burdur Provinces. Tr. J. of Botany. 29: 243-250.

PIERCEY-NORMORE, M.D. ve P.T. DePRIEST. 2001. Algal Switching Among Lichen Symbioses. American Journal of Botany. 88: 1490-1498.

PIŠŮT, I. 1970. Interessante Felchtenfunde aus der Türkei. Preslia, Praha 42: 379-383.

PITZSCHKE, A. ve H. HIRT. 2006. Mitogen-Activated Protein Kinases and Reactive Oxygen Species Signaling in Plants. Plant Physiology. 141: 351-356.

PURVIS, O.W., B.J. COPPINS, D.L. HAWSKWORTH, P.W. JAMES & D.M. MOORE. 1994. The Lichen Flora of Great Britain and Ireland. Natural History Museum Publications in Association with The British Lichen Society, London. 710 p.

RANKOVIĆ, B., M. MIŠIĆ ve S. SUKDOLAK. 2007 a. The Antimicrobial Activity of Substances Derived From The Lichens *Physcia aipolia*, *Umbilicaria polyphylla*, *Parmelia carperata* and *Hypogymnia physodes*. World J Microbiol Biotechnol. DOI 10.1007/s11274-007-9580-7.

RANKOVIĆ, B., M. MIŠIĆ ve S. SUKDOLAK. 2007 b. Evaluation of Antimicrobial Activity of The Lichens *Lasallia pustulata*, *Parmelia sulcata*, *Umbilicaria crustulosa* and *Umbilicaria cylindrica*. Microbiology, 76 (6) : 723-727.

RIGLER, L. 1852. Türkei und deren Bewohner in ihren Naturhistorischen, Physiologischen und Pathologischen Verhältnissen vom Standpunkte Constantinopel's Verlag von Carl Gerold, Wien. p. 110.

SCHINDLER, H. 1998. Beitrag zur Flechtenflora von Westanatolien, Türkei. Herzogia 13: 234-237.

SPIEGEL, A. 1883. Über die Vulpinsäure. Liebigs Ann. Chem. 219: 1-56.

STEINER, J. 1899. Lichenes. In: K. FRITSCH, Beitrag zur Flora von Constantinopel. Bearbeitung der von J. Nemetz in den Jahren 1894-1897 in der Umgebung von Constantinopel gesammelten Pflanzen. I. Kryptogamen. Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, Cl. Math. nat. 68: 219-250.

STEINER, J. 1905. Lichenes. In: Ergebnisse einer naturwissensch. Reise zum Erschias-Dagh (Kleinasien) von Der. Arnold Penther und Dr. Emerich Zaderbauer im Jahre 1902. Ann. Naturhist. Mus. Wien 20(4): 369-384.

STEINER, J. 1909. Lichenes. In: D.H.F.v. HANDEL-MAZETTI: Ergebnisse einer bott. Reise in d. Pontische Randgebirge im Sandschak Trapezunt, etc. Annal. naturhist. Hofmus. Wien 23: 107-123.

STEINER, J. 1916. Aufzählung der von J. Bornmülller in Oriente gesammelten Flechten. Ann. Naturhist. Mus. Wien 30: 24-39.

ŠTEPIGOVÁ, J., H. VRÁBLÍKOVÁ, J. LANG, K. VEČEŘOVA ve M. BARTÁK. 2007. Glutathione and Zeaxanthin Formation During High Light Stres in Foliose Lichens. Plant Soil Environ. 53 (8): 340-344.

SUZUKI, T., K. ENDO, M. ITO, H. TSUJIBO, K. MIYAMOTO ve Y.A. INAMORI. 2003. Thermostable Laccase from *Streptomyces lavendulae* REN-7: Purification, Characterization, Nucleotide Sequence and Expression. Biosci Biotechnol Biochem, 67: 2167-2175.

SZATALA, O. 1927. Lichenes Turciae asiaticae a Patre Prof. Stefano Selinka in insula Burgaz Adassi (Antigoni) lecti. Magy. Bot. Lapok. 26: 18-22.

SZATALA, O. 1940. Contributions a la connaissance de la flore lichenologique de la Peninsula des Balkans et de l' Asia mineure, Borbasia. 2: 33-50.

SZATALA, O. 1941. Lichenes in Armenia, Kurdistania, Palaestina et Syria annis 1909-1910 A CL. FR. Nabelek Collecti. Borbasia, 3: 61-80.

SZATALA, O. 1960. Lichenes Turcicae asiaticae ab Victor Pietschmann collecti. Sydowia. 14: 312-325.

TEMİZKAN, G., S. YILMAZER, M. ÖZTÜRK, S. ARI, H. ERTAN, A.T. SARIKAYA ve N. ARDA. 2004. Moleküler Biyolojide Kullanılan Yöntemler. İstanbul Üniv. Biyoteknoloji ve Genetik Mühendisliği Araştırma ve Uygulama Merkezi (BİYOGEN). Yayın no; 2. 345 s.

TUFAN, Ö. 2003. Termessos Milli Parkı (Antalya) ve Temmuz 1997 Yangınında Zarar Gören Düzlerçamı Bölgesinin Liken Floralarının Karsılaştırılması. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi.

TUFAN, O., H. SUMBUL ve A. OZDEMIR TURK. 2005. The Lichen Flora of the Termessos National Park in Southwestern Turkey. Mycotaxon. 94: 43-46.

ULUDAĞ, B. 2005. Bursa İli İnegöl ve Yenişehir İlçelerinin Likenleri Üzerinde Taksonomik İncelemeler. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 341 s.

VERSEGHY, K.P. 1982. Beiträge zur Kenntnis der türkischen Flechtenflora. Studia Botanica Hungarica 16: 53-65.

WEISSMAN, L., J. GARTY ve A. HOCHMAN. 2005 a. Rehydration of the Lichen *Ramalina lacera* Results in Production of Reaktive Oxygen Species and Nitric Oxide and a Decrease in Antioxidants. Applied and Environmental Microbiology. p. 2121-2129.

WEISSMAN, L., J. GARTY ve A. HOCHMAN. 2005 b. Characterization of Enzymatic Antioxidants in the Lichen *Ramalina lacera* and Their Response to Rehydration. Applied and Environmental Microbiology. 71(11): 6508-6514.

WIRTH, W. 1995. Die Flechten Baden-Württembergs. Teil 1,2. Ulmer, Stuttgart, Germany. 1006 p.

YALTIRIK, F. 1966. Belgrad Orman Vejetasyonunun Floristik Analizi ve Ana Mescere Tiplerinin Kompozisyonu Üzerinde Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, İstanbul, Sıra No: 436, Seri No: 6, p. 22-23.

YAZICI, K. 1995 a. Trabzon ile Akçaabat Yöresi Likenleri. Tr. J. of Botany, 19: 277- 279.

YAZICI, K. 1995 b. Lichen Flora of Fırtına Valley Region, Çamlıhemsin District Rize, Turkey. Tr. J. of Botany, 19: 595-598.

YAZICI, K. 1999 a. Lichen Flora of Trabzon. Tr. J. of Botany. 23: 97-112.

YAZICI, K. 1999 b. Lichens Species in the North of Karacabey County, Bursa Province, Turkey. Tr. J. of Botany, 23: 271-276.

YAZICI, K. ve A. ASLAN. 2002. Additional Lichen Records from Rize Province. Tr. J. of Botany. 26: 181-193.

YAZICI, K. ve A. ASLAN. 2003. Lichens from the Regions of Gümüşhane, Erzincan and Bayburt (Turkey). Cryptogamie, Mycologie. 24(2): 287-300.

YAZICI, K. ve A. ASLAN. 2006. Lichen Taxonomic Composition from Mustafa Kemalpaşa, Bursa District (Turkey). Acta. Bot. Croat. 65(1): 25-39.

YILDIZ, A. 1992. Yaralıgöz Dağı (Devrekani-Kastamonu) Liken Florası. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 36 s.

YILDIZ, A. ve V. JOHN. 2002. Additional lichen records from Kastamonu province (Turkey). Fl. Medit. 12: 315-322.

YILDIZ, A., V. JOHN ve E. YURDAKULOL. 2002. Lichen from the Çangal Mountains (Sinop, Turkey). Cryptogamie, Mycologie. 23(1): 81-88.

ZAVARZINA, A.G. ve A.A. ZAVARZIN. 2006. Laccase and Tyrosinase Activities in Lichens. Microbiology, 75 (5): 546-556.

ZEYBEK, U., H.T. LUMBSCH, G.B. FEIGE, J.A. ELIX ve V. JOHN. 1993. Chemosyndromic Variation in *Hypogymnia* Species, Mainly from Turkey (Lichenized Ascomycotina). *Crypt. Bot.*, 3: 260-263.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Bursa'da doğdu. Liseyi Bursa Çelebi Mehmet Lisesi'nde İngilizce ağırlıklı olarak tamamladı. 2000 yılında Uludağ Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nü kazandı. Lisans eğitiminin ikinci yılında, Doğal Ortamların Korunması'na yönelik bir TÜBİTAK Projesi'nin koordinatörlüğünü yaptı. 2002 yılından beri TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi'nde bilimsel çalışmalar üzerine yazılar yazmaktadır. 2004 yılında üniversiteden mezun oldu. 2005 yılı bahar döneminde Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans öğrenimine başladı. Ekim 2007-Şubat 2008 tarihleri arasında The Field Museum/Chicago, IL' de Prof. Dr. Thorsten LUMBSCH danışmanlığında likenlerin moleküler analizi üzerine eğitim gördü. 2008 yılı Temmuz ayında Asilomar-California' daki Uluslararası Likenoloji Kongresi (IAL)' ne sözlü bildiri ve poster ile katıldı. Evli olup halen Uludağ Üniversitesi'nde öğrenimine devam etmektedir.

TEŞEKKÜR

Tez konusunu bana veren, arazi çalışmaları ve deneyler sırasında yardımlarını esirgemeyen ve tezin yazım aşamasında önerileriyle bana yön veren tez danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Şule ÖZTÜRK' e ve eşine,

Deneylerim boyunca ihtiyaç duyduğum araç ve gereçleri kullanmama izin veren Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Merkez Biyokimya Laboratuvarı Eski Sorumlusu Doç. Dr. Yeşim ÖZARDA' ya,

Tezimle ilgili yaptığım araştırmalarda fikirleriyle bana yön veren değerli hocam Prof. Dr. Sezai TÜRKEL' e,

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi yardımlarını gördüğüm ve bana her zaman destek olan aileme ve eşim Dr. Atilla AKPINAR' a sonsuz teşekkürler.