



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOTEKNOLOJİ VE MOLEKÜLER BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**KELEBEĞİN (*ARGYNNIS PANDORA*) KANAT VE
GÖVDESİNDEN KİTİN ELDESİ VE FİZİKOKİMYASAL
KARAKTERİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Betül BİTİM

DANIŞMAN

Prof. Dr. Murat KAYA

AKSARAY, 2018



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOTEKNOLOJİ VE MOLEKÜLER BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

**KELEBEĞİN (*ARGYNNIS PANDORA*)KANAT VE
GÖVDESİNDEN KİTİN ELDESİ VE FİZİKOKİMYASAL
KARAKTERİZASYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Betül BİTİM

DANIŞMAN

Prof. Dr. Murat KAYA

AKSARAY, 2018

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 132330408 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, "**BETÜL BİTİM**", tarafından hazırlanan "**KELEBEĞİN (ARGYNNIS PANDORA) KANAT VE GÖVDESİNDEN KİTİN ELDESİ VE FİZİKOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Biyoteknoloji ve Moleküler Biyoloji Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Murat KAYA

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin , kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....



Üye : Doç. Dr. Gökhan ZENGİN

Selçuk Üniversitesi

Bu tezin , kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Lalehan AKYÜZ

Aksaray Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu

Bu tezin , kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.....



Tez Savunma Tarihi: 07/09/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Doç. Dr. Mehmet Ali HİNİS
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Betül BİTİM

TEŞEKKÜR

Lisans dönemimden bu yana çok sevdiğim ve saydığım, bilgisini fazlasıyla bizlere aktaran hiçbir zaman hedefinden ve azminden vazgeçmeyen, en zor zamanlarımızda bu azmini ve karalılığını bizlere de yansıtan, desteğini hiç ama hiç esirgemeyen değerli hocam danışmanım Prof. Dr. Murat Kaya'ya öncelikle teşekkürü borç bilir ve teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi her zaman yanımda olan anneme, babama ve kardeşime ayrı ayrı teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmamda bana yardımcı olan Muhammed Mujtaba ve Bahar Akyüz Yılmaz arkadaşlarıma ayrıca teşekkür ederim.

Yüksek lisansım boyunca bize eğitim veren, bilgileriyle aydınlatan çok saygı değer hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Yüksek lisansım boyunca ayrıca yanımda olan arkadaşlarıma teşekkür eder, güzel gelecek kurmalarını ümit ederim.

Buraya kadar gelmemi sağlayan, her bir çalışmam da emeği, sevgisi ve duaları üzerimde olan, sevdiğim biricik anneme minnettarım.

Betül BİTİM

AKSARAY, 2018

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Materyal ve Metot	3
1.1.1. Örneklerin Toplanması	3
1.1.2. Kitin İzolasyonu	4
1.1.3. Demineralizasyon (Minerallerin Uzaklaştırılması)	5
1.1.4. Deproteinizasyon (Proteinlerin Uzaklaştırılması)	5
1.1.5. Dekolorizasyon (Renk Giderme)	5
1.2. XRD (X- ışını difraksiyonu)	5
1.3. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)	6
1.4. TGA (Termogravimetrik Analiz)	6
1.5. FT-IR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopu)	6
1.6. Elementel Analiz	6
2. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	7
2.1. FT-IR Analiz Sonucu	7
2.2. TGA Sonucu	8
2.3. XRD Analizi Sonuçları	11
2.4. SEM Görüntüleri	13
2.5. Elementel Analiz Sonuçları	16
2.6. Kitin İçeriği	18
KAYNAKLAR	20
ÖZGEÇMİŞ	24

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KELEBEĞİN (*ARGYNNIS PANDORA*) KANAT VE GÖVDESİNDEN KİTİN ELDESİ VE FİZİKOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU

Betül BİTİM

Aksaray Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoteknoloji ve Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Murat KAYA

ÖZET

Bu çalışma, bir kelebek türünün (*Argynnis pandora*) kanatları ve kanatları hariç diğer vücut kısımlarından izole edilen kitinlerin fizikokimyasal özelliklerindeki farklılıkları ortaya koymak için gerçekleştirilmiştir. Kelebeğin, seçilen her iki vücut bölgesinden de aynı izolasyon metodu kullanılarak kitin ekstre edilmiştir. Kanatların kitin içeriği (%22) diğer vücut kısımlarından (%8) daha yüksek olarak kaydedilmiştir. İzole edilen kitin numuneleri FT-IR, TGA, XRD, SEM ve elementel analiz teknikleri aracılığıyla karakterize edilmiştir. Karakterizasyonun sonuçlarında ise her iki vücut yapısının kitinleri, yüzey morfolojileri hariç diğer sonuçların çok benzer olduğu gözlenmiştir. SEM sonuçları ise kanattan elde edilen kitinin tek bir yüzey morfolojisine sahip olduğunu gösterirken diğer vücut kısımları için dört farklı yüzey morfolojisi gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre kitinin yüzey morfolojisinin, canlının vücut kısımları ile büyük ölçüde bağlantılı olduğu hipotezine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yüzey morfolojisi, Ekstraksiyon, Kitin, Karakterizasyon.

Eylül, 2018; 24 sayfa

M.Sc. THESIS

**ISOLATION AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF
CHITIN OBTAINED FROM WING AND THE OTHER BODY PART OF
BUTTERFLY (*ARGYNNIS PANDORA*)**

Betül BİTİM

Aksaray University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biotechnology and Molecular Biology

Supervisor: Prof. Dr. Murat KAYA

ABSTRACT

This study was carried out to understand the differences in the physicochemical properties of chitin samples obtained from the wings and the other body parts except the wings of a butterfly species (*Argynnis pandora*). The same isolation method was followed for obtaining chitin specimens from both types of body parts. The chitin content of the wings (22%) was observed as being much higher than the other body parts (8%). The isolated chitin samples were characterized by FT-IR, TGA, XRD, SEM, and elemental analysis techniques. Results of these characterizations revealed that the chitins from both structures (wings and other body parts) were very similar, except for their surface morphologies. SEM analysis results demonstrated one type of surface morphology for the wings and four different surface morphologies for the other body parts of butterfly. Thus, it can be hypothesized that the surface morphology of the chitin is highly related with the body part of butterfly.

Keywords: Surface morphology, Extraction, Chitin, Characterization

September, 2018; 24 Pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 <i>Argynnis pandora</i> kelebeğinin dijital fotoğrafları: (a) sırt görünümü, (b) karın görünümü, (c) kanatlar ve (d) kanatları çıkarılmış diğer vücut parçaları.....	4
Şekil 2.1 <i>Argynnis pandora</i> kelebeğinden izole edilen kitinin FT-IR spektrumu: (a) kanatlar, (b) kanatları çıkarılmış diğer vücut kısımları.....	8
Şekil 2.2 <i>Argynnis pandora</i> kelebeğinden izole edilmiş kitin için TGA ve DTG termogramları: (a) kanatlar, (b) kanatları çıkarılmış diğer vücut kısımları.....	10
Şekil 2.3 <i>Argynnis pandora</i> keleklerinden izole edilen kitinlerin X-ışını difraktogramları: (a) kanatlar, (b) kanatları çıkarılmış diğer vücut kısımları.....	12
Şekil 2.4 <i>Argynnis pandora</i> kelebeğinin kanatları harici diğer vücut kısımlarından izole edilen kitinin SEM görüntüleri (a) gömülü porlarla kaplanmış yüzey (b) sivri uçlu dik açılı yüzey (c) düz gözenekli bölgeler (d) Pürüzsüz bölgelerdeki dağınık özenekler.....	14
Şekil 2.5 <i>Argynnis pandora</i> kelebeğinin kanatları harici diğer vücut kısımlarından çıkarılan kitinin SEM görüntüleri: (a ve b) gömülü tübüler yapılar, (c ve d) gözeneksiz düz alanlar.	15
Şekil 2.6 <i>Argynnis pandora</i> kelebeğinin kanatlarından izole edilen kitinin SEM görüntüleri (a ve b) sert ve pürüzlü yüzey (c ve d) kitin fiberleri.....	16

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 <i>Argynnis pandora</i> kelebeğinin kanat ve gövde kitinlerinin elementel analiz sonuçları.....	17
--	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

C	Karbon
CH₂	Metilen
CH₃	Metil
CrI	Kitinin Kristal İndeksi
D	Doğu
DA	Asetilasyon Derecesi
dk	Dakika
DTG_{max}	Maksimum Bozunma Sıcaklığı
FESEM	Alan Emisyon Taramalı Elektron Mikroskobu
FT-IR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
g	Gram
H	Hidrojen
HCl	Hidroklorik Asit
I₁₁₀	2θ'da Maksimum Yoğunluk
I_{am}	2θ'da Amorf Kırınım Yoğunluğu
K	Kuzey
kV	Kilovolt
m	Metre
M	Molarite
mA	Miliamper
N	Azot
nm	Nanometre
NaOH	Sodyum Hidroksit
O	Oksijen
pH	Hidrojenin Gücü
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
TGA	Termogravimetrik Analiz
XRD	X- ışını Difraksiyonu
µm	Mikrometre
3D	3 Boyut
°C	Santigrat Derece
µ	Mikro
°	Derece
'	Dakika
%	Yüzde
α	Alfa
β	Beta
γ	Gama
θ	Teta

1. GİRİŞ

Kitinin fizikokimyasal özelliklerinin, çalışılan canlı türüne göre değişiklik gösterdiği daha önceki yapılan çalışmalar ile rapor edilmiştir (Kaya vd., 2014a,b). Buna rağmen Kaya ve Baran (2015)'in yaptığı deney ve analizlerde, bir hamam böceği türünün kanatlarından ve diğer vücut kısımlarından izole edilen kitinlerin yüzey morfolojilerinin farklı olduğu ortaya konmuştur. Mevcut çalışmamızda ise, bir kelebek türü olan *Argynnis pandora*'nın kanatlarından ve kanatları hariç diğer vücut kısımlarından izole edilen kitin örneklerinin, yüzey morfolojilerinin yanı sıra diğer fizikokimyasal özellikleri de karşılaştırılmıştır. Günümüze kadar yapılan kitin izolasyonlarında sadece karidesler, yengeçler ve büyük yengeçler (Al Sagheer vd., 2009), mercanlar (Juárez-de la Rosa vd., 2011), böcekler (Zhang vd., 2000; Liu vd., 2012; Paulino vd., 2006), Crustacean türleri (Kaya vd., 2014a,b; Al Sagheer vd., 2009), pupa (Zhang vd., 2000; Paulino vd., 2006), bazı mantar türlerinin hücre duvarlarından (Ifuku vd., 2011; Ospina vd., 2015) ve bazı sünger türleri (Wysokowski vd., 2013; Ehrlich vd., 2010, 2013) kullanılarak yapılmıştır. Ek olarak bazı yapılan çalışmalar da hiç kitin izolasyonu yapılmaksızın, sadece kelebek kanatlarının kitin içeren genel yapısı üzerinde durulmuştur (Saranathan vd., 2010; Weatherspoon vd., 2008; Schroder-Turk vd., 2011). Kelebek ile ilgili yapılan diğer bir araştırma ise Schroder-Turk vd., (2011), *Callophrys rubi*'nin kanat ölçümleriyle birlikte kitin porlarının kiral yapılarını 3D olarak incelemiştir. Schiffman ve Schauer, (2009)'da yaptığı çalışmada *Vanessa cardui Linnaeus*'un kanatlarından α -kitinin izolasyonu gerçekleştirmiştir ve karakterizasyonu FESEM, FT-IR, XRD cihazları ile yapılmıştır. Bu çalışmada ise kitinlerin karakterizasyon tayininde FT-IR, TGA, XRD, SEM ve elementel analiz kullanılmıştır. Başka makaleler de *A. pandora* kelebeğinin farklı vücut kısımlarının kitin içerikleri hakkında bir bilgi yoktur. Bu yapılan tez çalışması aynı zamanda *A. pandora*'dan izole edilen kitinin yapısal morfolojisi hakkında özlü bilgi sağlamamız için geliştirilmiştir.

Kitin N-asetilglukozamin olarak bilinen uzun bir zincirden oluşan canlılar tarafından üretilen doğal polimerdir (Cabib, 1981). Kitin nanofiberleri arasında güçlü hidrojen bağları vardır ve bu bağlar nanofiberler ile birlikte kitinine muazzam bir mukavemet ve dayanıklılık verir. Kelebeklerin baş ve göğüs kısımlarında kitin yoğun olarak

bulunur. Karın (abdomen) yapısında ise ince bir örtü şeklinde dış yüzeyi kaplar. Kelebek gövdesinin yumuşak iç kitini, yağ ve protein matrisinden oluşan sabit bir dış iskelet tarafından desteklenmektedir. Kanatları da 3 nm'den küçük bir çapa sahiptir. Son derece ince, şeffaf chitinous (kitinimsi) malzemeden yapılmış uzun şerit ya da fibriller şeklini almaktadır. Zhang vd., 2015'de yapmış olduğu bir çalışmada kelebeğin kanatlarının protein, pigment, inorganik tuzlar ve kitinden oluştuğunu belirtmiştir.

Kitin, doğada selülozdan sonra en bol bulunan ve hayvanlar alemindeki canlı türlerinin %90'ından fazlasının değişik vücut kısımlarında yer alan bir biyopolimerdir. Ayrıca 2015 yılında yayınlanan bir çalışma ile balık ve semender gibi omurgalı canlıların da vücutlarında kitinin bulunduğu moleküler veriler ve kitin boyama işlemleri yapılarak ispatlanmıştır (Tang vd., 2015). Bu verilere dayanarak kitinin hayvanlar alemi için vazgeçilmez bir malzeme olduğu görülmektedir. Şuana kadar yapılmış olan çalışmalara bakıldığında, kitinin 3 farklı kristalli yapı formuna sahip olduğu yapılan analizler ile belirlenmiştir. Bu formlar; α -kitin (anti-paralel zincirler mevcut), β -kitin (paralel zincirler mevcut), γ -kitin (paralel ve anti-paralel zincirlerin kompoziti) yapı formlarıdır (Jang vd., 2004). α -kitin yapı formu yeryüzünde en bol bulunan formudur ve en çok bulunduğu yerler ise böcek, karides, yengeç, istakoz, mantarların hücre duvarı ve maya hücreleri başlıca α -kitin kaynakları olmaktadır. β -kitin ise daha az sıklıkta olmasına rağmen en bol bulunduğu yer kalamar olup, Al Sagheer vd., 2009'da yaptığı deney ve analizlerle β -kitini teşhis etmiştir. γ -kitin yapısı ise çok nadir görülen bir formdur fakat Sajomsang ve Gonil, (2010)'in yaptıkları çalışmasında γ -kitin yapısının böceklerin kozalarında olduğunu belirtmiştir.

Kitin, biyopolimer olmasından dolayı kullanıldığı endüstride çevre dostu olarak bilinen non-toksik biyomateryaldir (Caner ve Cansız, 2008). Bu biyomateryalin en önemli karakteristik özelliği ekolojik olması ve düşük toksisitesiyle mükemmel şekilde biyoyumlu ve biyobozunur olmasıdır (Liu vd., 2012; Álvarez vd., 2014). Aynı zamanda kitinin antimikrobiyal, antioksidan ve antikanserojen etkisi de mevcuttur. Kitinin fizyolojik ve biyolojik özelliği olması sebebiyle büyük bir kullanım alanına sahip olduğunu gösteren Hajji vd., (2014)'nin yanı sıra Liu vd.,

(2012) de yapmış olduğu çalışmasında geniş kullanım alanına sahip olduğunu belirtmiştir. Bunların yanı sıra kitinin kullanım alanları, kitinlerin yüzey morfolojisinin farklılıklarıyla değişmektedir (Aranaz vd., 2009). Bu sebeple, kitinin yüzey morfolojisindeki değişiklikler sayesinde günümüzde tekstilde, ziraatte gübre olarak kullanımı, kontrollü ilaç salınımı yapılmasında, tıp uygulamalarında, atık su arıtımı ve kozmetik gibi birçok alanda kullanım alanına sahip olmuştur.

A. pandora kelekleri bahar sonundan yaz sonuna kadar nemli ortamda, mera, tarımsal ve orman alanlarında uçarlar (Grill ve Cleary, 2003). Türkiye de kozmopolit bir tür olan bu kelek ve ayrıca dünya çapında da geniş bir dağılıma sahiptir (Güney Fransa, İtalya, Güney ve Güneydoğu Avrupa, Türkiye, Transkafkasya, İran, Irak, Lübnan ve İsrail)(Hesselbarth vd., 1995). Bu keleklerin dünyada geniş çaplı dağılıma sahip olması, bu tez çalışması için *A. pandora* kelek türünü tercih etmemize en büyük etkendir. Çünkü bu canlının alternatif bir kaynak olması durumunda bol bulunuyor olması bir avantaj sağlar. Ayrıca nesli tehlike altında olmaması nedeniyle canlı çeşitliliğini olumsuz yönde etkileyecek bir durum teşkil etmez.

Bu tez çalışmasının amacı, bir keleğin farklı vücut parçalarının (kanatlar ve kanatları hariç diğer vücut kısımları) kitin içerikleri ve özelliklerinin araştırılmasıdır. Her iki vücut kısımlarından elde edilen kitinlerin fizikokimyasal özellikleri, FT-IR, SEM, TGA, elementel analiz ve XRD analizleri kullanılarak test edilmiştir. Aynı zamanda bu kitinlerin analiz sonuçları daha önce yapılmış olan çalışmalarla kıyaslanmış olup karşılaştırmalar yapılmıştır.

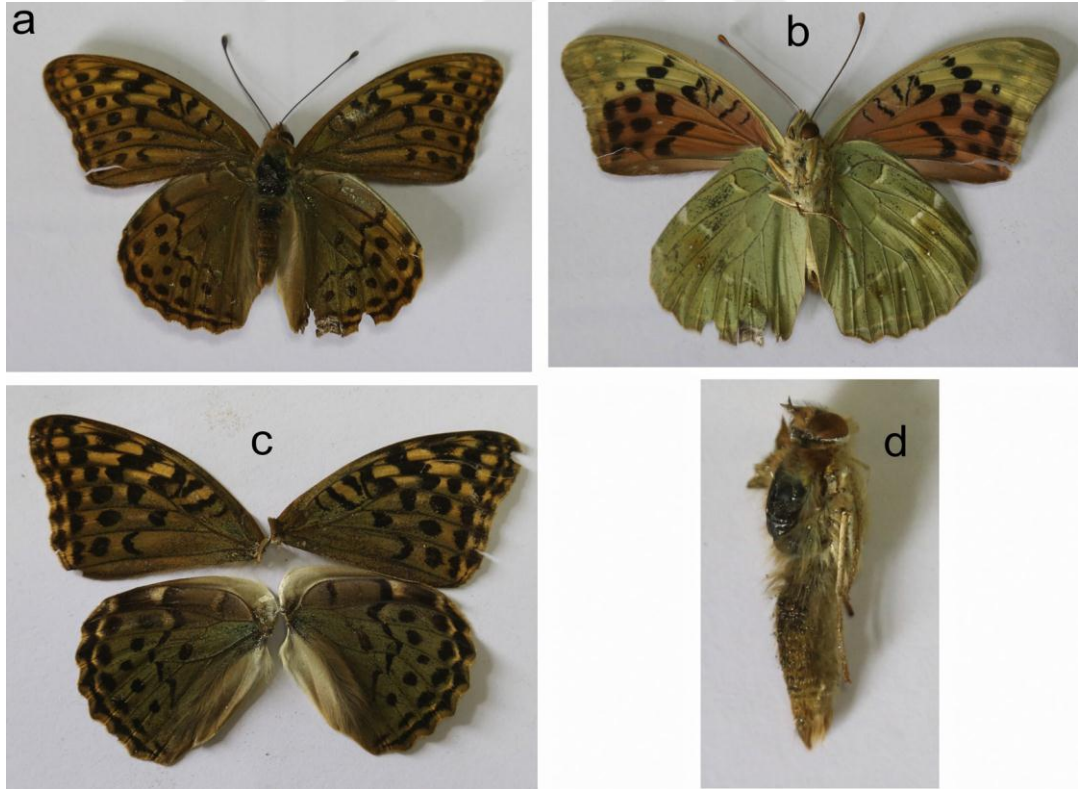
1.1 Materyal ve Metotlar

1.1.1 Örneklerin toplanması

A. pandora keleklerinin örnekleri (toplam 32 birey) Türkiye, Amasya-Akdağ G.A. –Ormanözü’nden 30.06.2010 tarihinde toplanmıştır (Rakım: 2023m, koordinatlar: 40° 77' 96 K 35° 92' 65 D). Şekil 1.1; türlerin fotoğrafları ve çalışılan vücut kısımları gösterilmiştir.

1.1.2 Kitin izolasyonu

Amasya-Akdağ G.A. Ormanözü'nden toplanan *A. pandora* kelebeklerine ait görüntüleme ilk olarak dijital bir fotoğraf makinası yardımıyla görüntülenmiştir. Fotoğraf çekimi yapıldıktan sonra, toplanmış kelebekler etüv yardımıyla 50°C'de 2-3 günde tamamen kurutulmaya bırakıldı. Tamamen kuruyan *A. pandora* kelebeklerinin kanat ve gövde yapıları (kanatlar ve kanatları hariç diğer vücut kısımları), kanatların yapısı zarar görmeyecek şekilde bir pens aracılığıyla kanatlar gövde yapısından özenle ayrıldı (Şekil 1.1). Kelebeklerin ayrılan kanatları ve diğer vücut kısımları için ilk ağırlıkları hassas bir terazi yardımıyla tartıldı. Ölçümü yapılan kanatlar ve diğer vücut kısımlarının ilk ağırlıkları sırasıyla 0,5515g ve 2,1744g olarak ölçüldü. Kurutulmuş kelebeklerin diğer vücut kısımları bir havan içerisinde ezildi, fakat kanatların hassas yapılarından dolayı kanatlar ezilmedi ve kitin izolasyonu sırasında doğal şekliyle kullanıldı.



Şekil 1.1. *Argynnis pandora* kelebeğinin dijital fotoğrafları: (a) sırt görünümü, (b) karın görünümü, (c) kanatlar ve (d) kanatları çıkarılmış diğer vücut kısımları.

1.1.3 Demineralizasyon (Minerallerin Uzaklaştırılması)

Kelebeklerin kitin izolasyonunda demineralizasyon aşaması için 4M HCl çözeltisi kanat ve gövde yapıları için ayrı ayrı hazırlanarak reflüks sistemde 50°C’de 24 saat boyunca karıştırıldı. Filtre kağıdı yardımıyla numuneler pH nötr oluncaya kadar distile su ile tekrar tekrar süzme işlemi gerçekleştirildi. Bu işlem sayesinde kanat ve gövde yapılarında bulunan mineraller uzaklaştırılmıştır.

1.1.4 Deproteinizasyon (Proteinlerin Uzaklaştırılması)

Minerallerin uzaklaştırılmasının hemen ardından %8’lik 4M NaOH çözeltisi hazırlanıp reflux sisteme alınan örnekler 50°C’de 24 saat işlem gördü. NaOH çözeltisi sayesinde minarellerden sonra kalan proteinler de uzaklaştırılmış oldu. Filtre kağıdı yardımıyla tamamen pHnötr oluncaya denk distile suyla tekrar tekrar süzüldü ve yıkandı.

1.1.5 Dekolorizasyon (Renk Giderme)

Distile su, metanol, kloroform çözeltisi 4:2:1 oranında hazırlanarak 10 dk oda sıcaklığında karıştırıldı ve elde edilen kitin filtre kağıdı içerisine alınarak süzülmüştür. Bu işlem vesilesiyle renk pigmentlerinin çoğu giderilmiştir. En son olarak, kanatlar ve diğer vücut kısımlarından elde edilen kitinler 40-50°C’de etüvde kurumaya bırakılmıştır.

Kelebeklerin her iki yapısı için de aynı metot uygulanmıştır. Bu sayede elde edilen kitin numunelerinde farklı ya da benzer yapılar arasında kıyaslama yapılmıştır. Kitinler etüvde kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmıştır. Kanat kitini ağırlığı 0.1180 g, gövdenin kitini ağırlığı ise 0.1555 g olarak ölçülmüştür. Kelebeklerin doğal hali ile işlem gördükten sonraki elde edilen kitin numunelerinin ağırlıkları hesaplanarak, kitin içerikleri % olarak hesaplanmıştır.

1.2 X- ışını difraksiyonu (XRD)

Rigaku D max 2000 sistem kullanılarak *A. pandora*’nın gövde ve kanatlarından izole edilen kitinin X-ışını difraksiyon pikleri (5°’den 45°’ye bir tarama açısı ile) 40 kV, 30 mA ve 2 θ açısıyla ölçüldü.

Kitinin kristal indeks (CrI) değerleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplandı:

$$CrI_{110} = [(I_{110} - I_{am})/I_{110}] \times 100 \quad (1.1)$$

$I_{110}2\theta$ 'da maksimum yoğunluk

$I_{am}2\theta$ 'da amorf kırınım yoğunluğu

Kristal indeks (CrI) değerleri hesaplama

1.3 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Farklı iki vücut kısımlarından izole edilen kitinlerin yüzey morfolojileri QUANTA FEG 250 taramalı elektron mikroskobu kullanılarak görüntülendi. Kitin numuneleri altın kaplama spreyi ile kaplandı (Gatan Hassas Yüzey Kaplama Sistemi).

1.4 TGA (Termogravimetrik Analiz)

A. pandora'dan elde edilen kitinlerin termal stabilitesi araştırılmıştır. TGA ve DTGA kitinin termal bozunma eğrileri hareketsiz durumda EXSTAR S11 7300 kullanılarak $\text{min}^{-1} 10^\circ\text{C}$ ısıtma ısısısında elde edildi.

1.5 FT-IR (Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopu)

A. pandora'nın her iki kitin numuneleri için infrared spektrumu Perkin-Elmer FT-IR spektrometre kullanılarak $4000\text{--}650 \text{ cm}^{-1}$ aralığında kaydedildi.

1.6 Elementel Analiz

A. pandora'nın ayrılan vücut kısımlarının her iki kitini için nitrojen (N), karbon (C) ve hidrojen (H) eğrileri Flash 2000 kullanılarak elde edildi. Ayrıca asetilasyon derecesi (DA) Xu vd., 1996 aracılığıyla aşağıdaki denklemi takip eden elementel analiz verileri hesaplandı.

$$DA = \left[\frac{(C/N - 5.14)}{1.72} \right] \times 100 \quad (1.2)$$

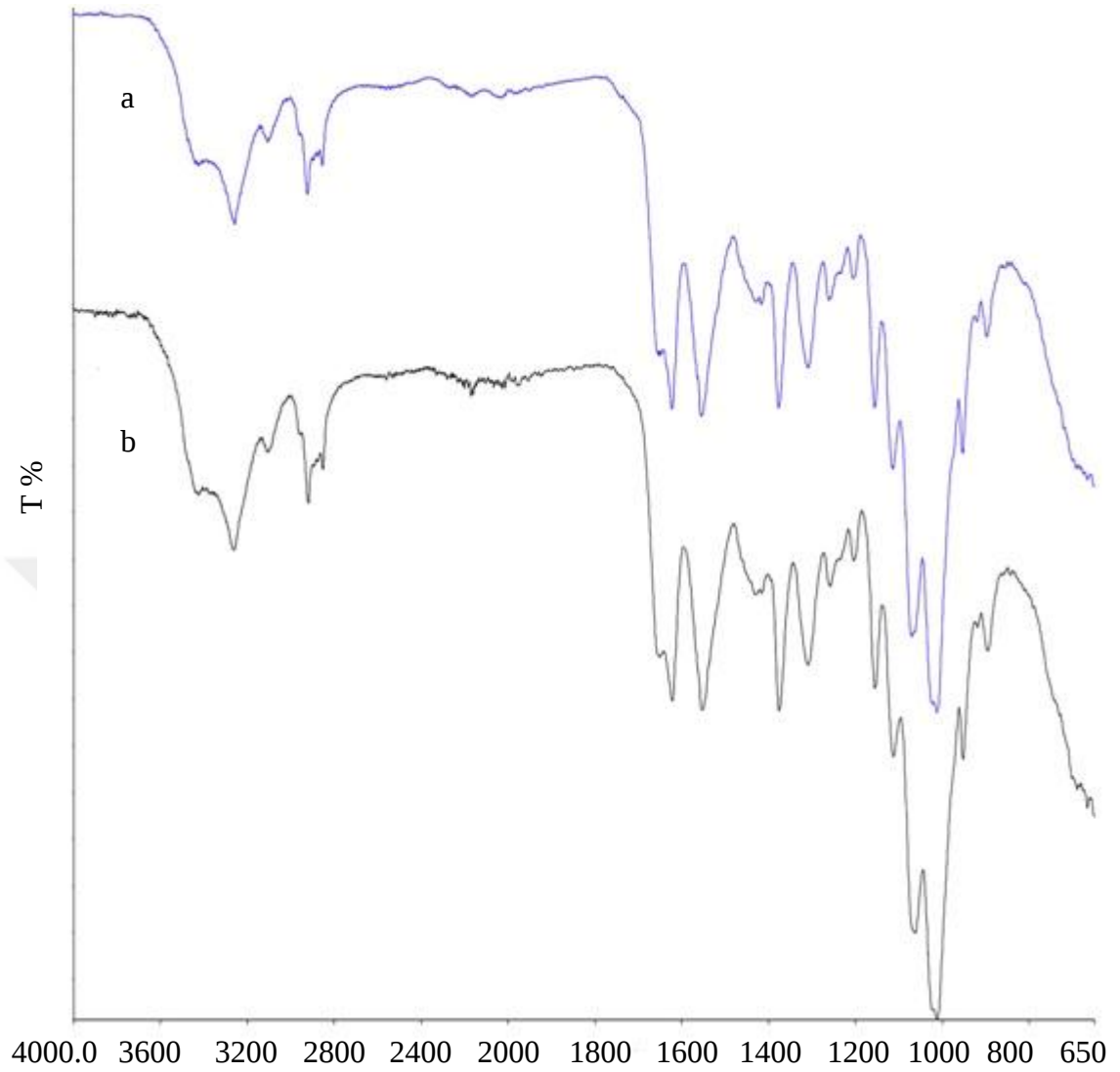
Elementel analiz verileri asetilasyon derecesi (DA) hesaplama

2. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

2.1 FT-IR Analiz Sonucu

A. pandora'nın iki farklı vücut kısımlarından (kanatlar ve diğer vücut kısımları) izole edilen kitinler için FT-IR spektrumları Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Kitin için amid I, II ve III'e dayandırılan karakteristik bantlar Jang vd., 2004 tarafından izah edilmiş olup ve sırasıyla bu bantlar 1660, 1550 ve 1310 cm^{-1} 'dir. Bizim çalışmamızda ise kanatlar ve diğer vücut kısımlarından izole edilen kitinlerin sahip olduğu pikler sırasıyla 1654, 1551 ve 1308 cm^{-1} ve diğer vücut yapılarının kitinlerinin pikleri sırasıyla 1650, 1553 ve 1308 cm^{-1} 'dir. Elde edilen kitin yapılarının FT-IR bantlarına bakıldığında her iki yapıda da pikler birbirine benzerdir. Bunlara ilaveten, bu tez çalışmasında da görüldüğü üzere α form yapısındaki amid I bandının kendi içerisinde iki pike ayrıldığını Jang vd., 2004 tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca diğer bazı keskin ana bantları 3430 cm^{-1} 'de (O- H gerilme), 3104- 3256 cm^{-1} 'de (N- H esnekliği), 2920 (alifatik yapılar), 1553,8 cm^{-1} (amit II), 1428,9 cm^{-1} (CH_2 bükülme ve CH_3 deformasyon), 1375,6 cm^{-1} (CH bükülme ve CH_3 simetrik deformasyon), 1307,7 cm^{-1} (CH_2 hareket etme), 1155 cm^{-1} (asimetrik köprü oksijen gerilmesi), 1111 cm^{-1} (halka fazında aimetrik esneme modu), 1607 cm^{-1} (sakkarit halkaları), 1011 cm^{-1} (halka fazında C-O asimetrik esneme), 951 cm^{-1} (boyunca zincir) ve 898 cm^{-1} (sakkarit halkaları) olan bantlardır (Ifuku vd., 2009). Aynı zamanda elde ettiğimiz kitinlerin 1420 cm^{-1} pikindeproteinlerintamamen giderilmiş olduğuna dayandırılan adsorpsiyon bandı elde edildi. Bu bant NaOH işleminin tüm proteinleri giderdiğinin kanıtıdır.

FT-IR analiz sonuçlarına dayanarak *A. pandora*'nın kanatlarının ve diğer vücut kısımları kitinlerinin kimyasal kompozisyonu ve band tipleri arasında büyük fark olmadığı sonucuna varılmıştır.



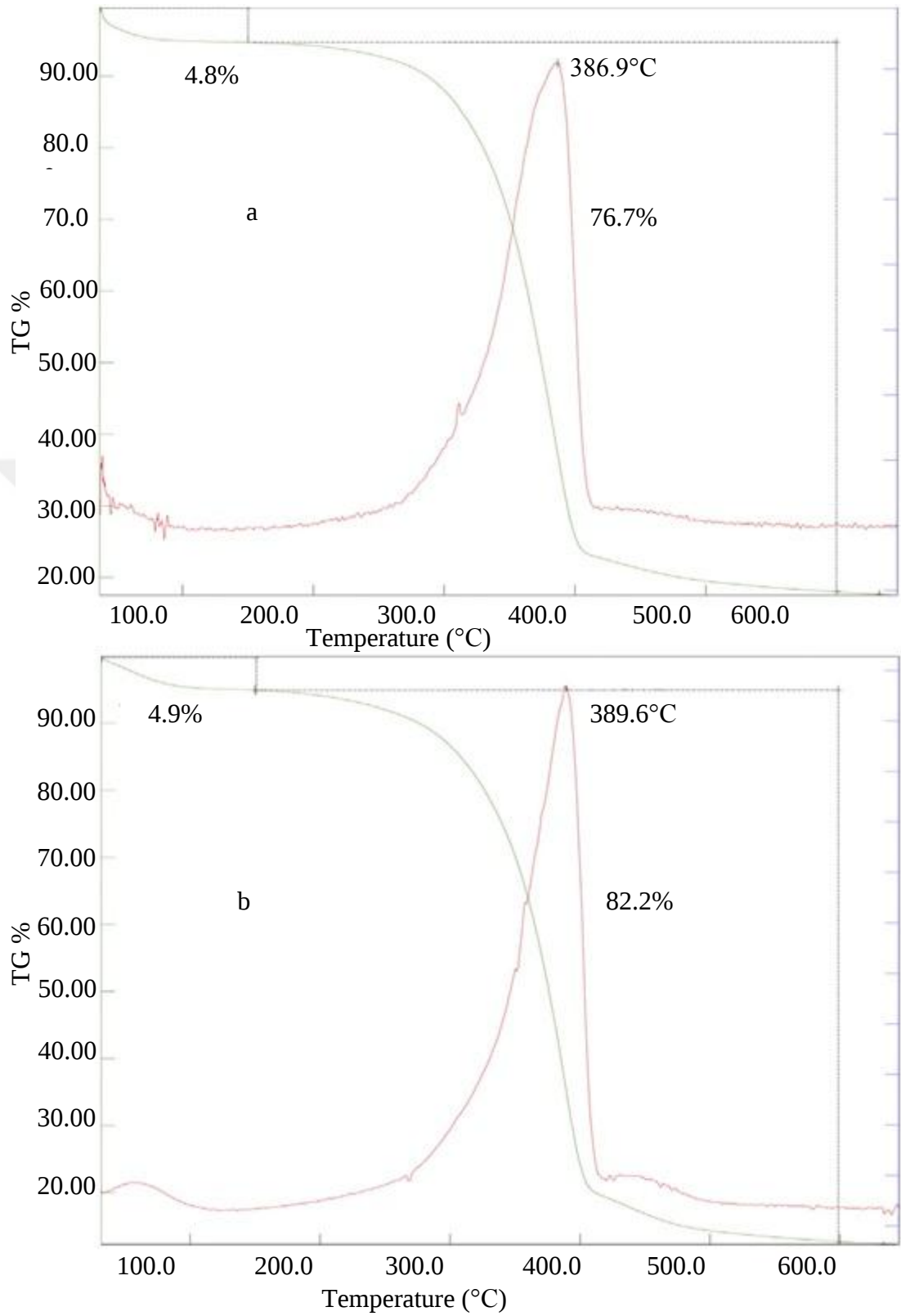
Şekil 2.1. *Argynnis pandora* kelebeğinden izole edilen kitinin FT-IR spektrumu: (a) kanatlar, (b) kanatları çıkarılmış diğer vücut kısımları.

2.2 TGA Sonucu

A. pandora'nın (kanatlar ve diğer vücut kısımları) iki farklı vücut kısımlarından izole edilen kitinler için termogramlar Şekil 2.2'te gösterilmiştir. Kanatlar için iki fazda kütle kaybı elde edildi. İlk kütle kaybı 30-100 °C arasında %4.85 olarak not edildi. Bu kayıp ise kitindeki emilen suyun buharlaşmasına dayandırılır. İkinci fazda 100-650 °C arasında %82.23 kütle kaybı olmuştur. Bu ikinci fazda gerçekleşen kütle kaybı kitin polimerinin asetillenmiş ve deasetillenmiş birimlerinin molekül dağılması ve polisakkarit yapısının bozulmasına atfedilir (Kaya vd., 2013). Diğer vücut kısımları kitin yapısı içindeki kütle kaybı tanımlanan iki aşamada gerçekleşmiştir. İlk

aşamada 30-100 °C arasında %4.82 kütle kaybı kaydedildi. Bu kitin yapısındaki emilen suyun buharlaşmasına dayandırılır. İkinci büyük kütle kaybı 100-650 °C arasında yaklaşık %80 olarak elde edildi. Bu sonuç kitinin yapısal bozulmasına dayandırılmaktadır. α - kitinin DTG ve TGA analiz sonuçları daha önceki çalışmalarla kıyaslandığında bizim çalışmamızdaki eğrilere çok yakın olarak kaydedildi. Örneğin; mantardan 350-380 °C (Ospina vd., 2015), klasik α - kitin için 384 °C (Jang vd., 2004), *Daphnia magna* kış yumurtalarından α - kitin için 351.6 °C (Kaya vd., 2013), ipek böceği krizalitte 300-400 °C (Paulino vd., 2006) ve *Periplaneta americana* kanatları için 389 °C' dir (Kaya ve Baran 2015). *A. pandora*'nın her iki vücut yapısının kitinlerinin DTG ve TGA için hemen hemen aynı sonuçlar kaydedildi ve elde edilen veriler daha önceki sonuçlar ile uyum içerisinde olduğu gözlemlendi.

TGA sonuçlarında her iki yapının kitini içinde benzer sonuçlar kaydedildi (Şekil 3). TGA'da bozulma iki aşamadan meydana gelmektedir. Birinci aşama kanat kitini için %4.85, gövde kitini için %4.82'lik bir kayıp söz konusudur. Bu kayıp ise su buharlaşmasından kaynaklanmaktadır. İkinci aşamada ise, kanat kitininde %82.23 ve gövde kitininde %76.69 bir kütle kaybı gözlenmiştir. Bu kütle kaybı ise kitin yapılarının bozulmasından kaynaklanmaktadır. *A. pandora* kanat ve gövde kitininin maximum bozulma sıcaklığı (DTGmax) sırasıyla 389.6 °C ve 386.9 °C olarak elde edilmiştir. Yani *A. pandora* kelebeğinin kanat ve gövde kitinlerinin TGA değerlerinin de aynı olduğu gözlemlenmiştir.

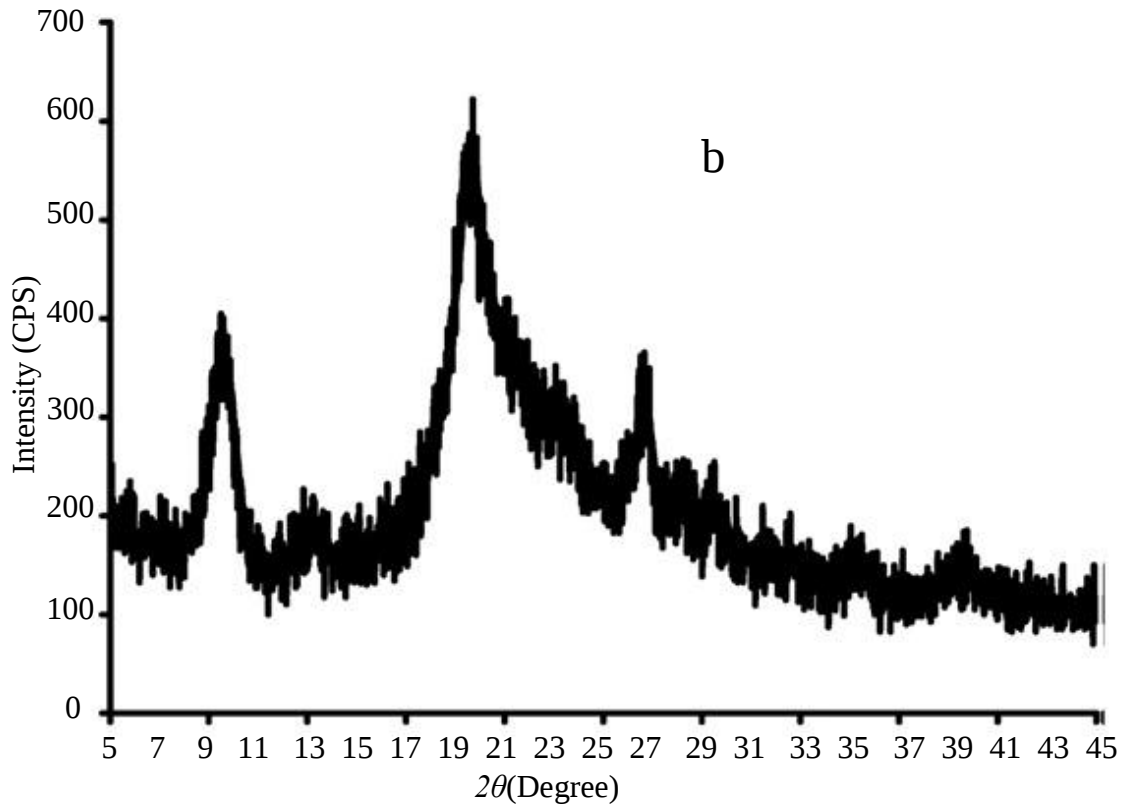
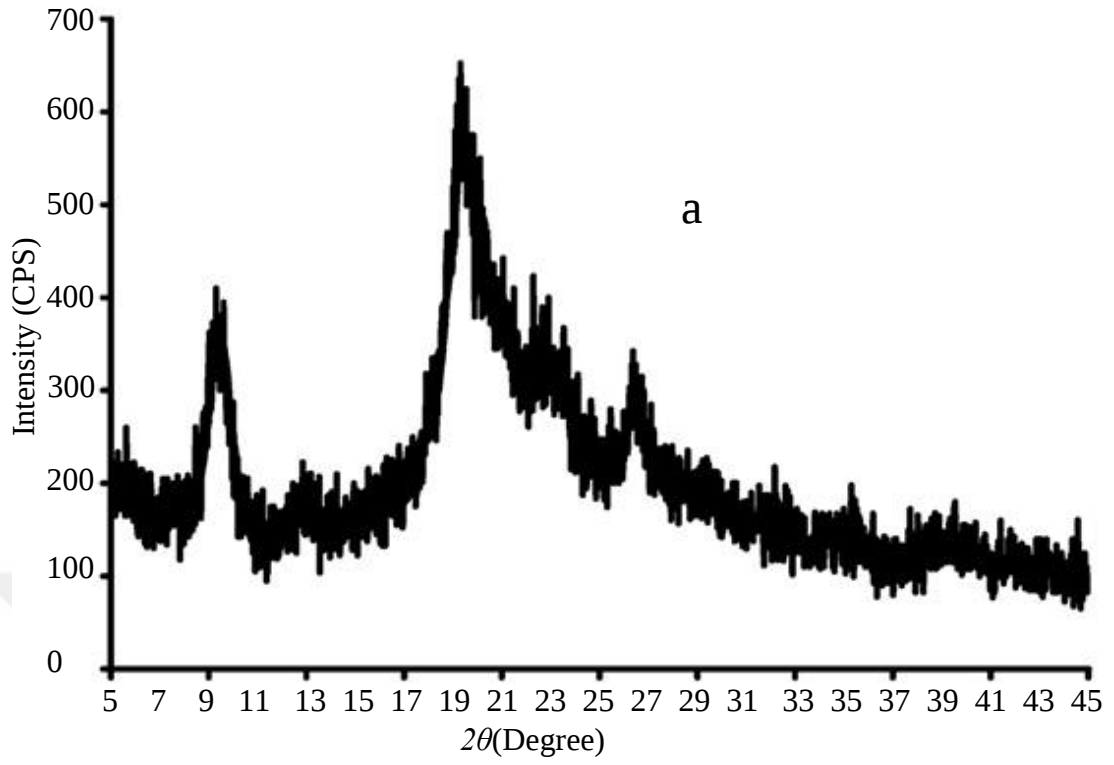


Şekil 2.2. *Argynnis pandora* kelebeğinden izole edilmiş kitin için TGA ve DTG termogramları: (a) kanatlar, (b) kanatları çıkarılmış diğer vücut kısımları.

2.3 XRD Analizi Sonuçları

A. pandora'nın her iki vücut kısımlarından (kanatlar ve diğer vücut yapıları) elde edilen kitinler için XRD analizi gerçekleştirildi (Şekil 2.3). Kanat kitinlerinin XRD 2θ modelleri 12.84° , 21.04° , 22.9° ve 26.36° dört küçük pikin yanı sıra 9.3° ve 19.3° te iki büyük kristal piklerden oluşmaktadır (Şekil 4a). Diğer vücut kısımlarından izole edilen kitinler için XRD sonuçları 8.5° ve 19.3° te iki büyük kristal piki ve 12.84° , 21.14° , 23.06° ve 26.66° da dört küçük piki Şekil 4b'de gösterilmiştir. Hajji vd., (2014)'te yapmış olduğu deneyin analiz sonuçlarında α - kitin için kristal pikleri 9.6° , 19.6° , 21.1° ve 23.7° olarak bulmuştur. Yen vd., (2009)'da yapılan çalışmanın analiz sonuçlarında ise saf hale getirilmiş yengeç kitininin XRD örneklerini $2\theta=9.3^\circ$ ve 19.1° 'de iki kristal piki (tepeyi) bulduğunu göstermiştir. Bu tez çalışmasında benzer bir şekilde kanatlar ve diğer vücut yapıları için XRD sonuçlarının saf sinyalleri 9.3° ve 19.1° 'de aynı kristal pikleri içermektedir. Jang vd., (2004) tarafından yapılan bir çalışmada α - kitin için 9.6° , 19.6° , 21.1° ve 23.7° olmak üzere dört kristal pik gözlemlenildi.

Her iki vücut yapısının XRD kitin numunelerinin pikleri α formdan izole edilen kitinlerin piklerini içermektedir. Vücut yapılarının her iki tipinden izole edilen kitinlerin kristal düzeyi indeksi (CrI) değerleri difraktogramlar kullanılarak hesaplandı. Kanatlar için CrI %64 olarak kaydedilirken diğer vücut yapıları için ise %66 oranında olduğu hesaplanmıştır. *A. pandora*'dan izole edilen her iki kitinin CrI değerlerinin çok benzer sonuçlar gösterdiği ortaya konmuştur.



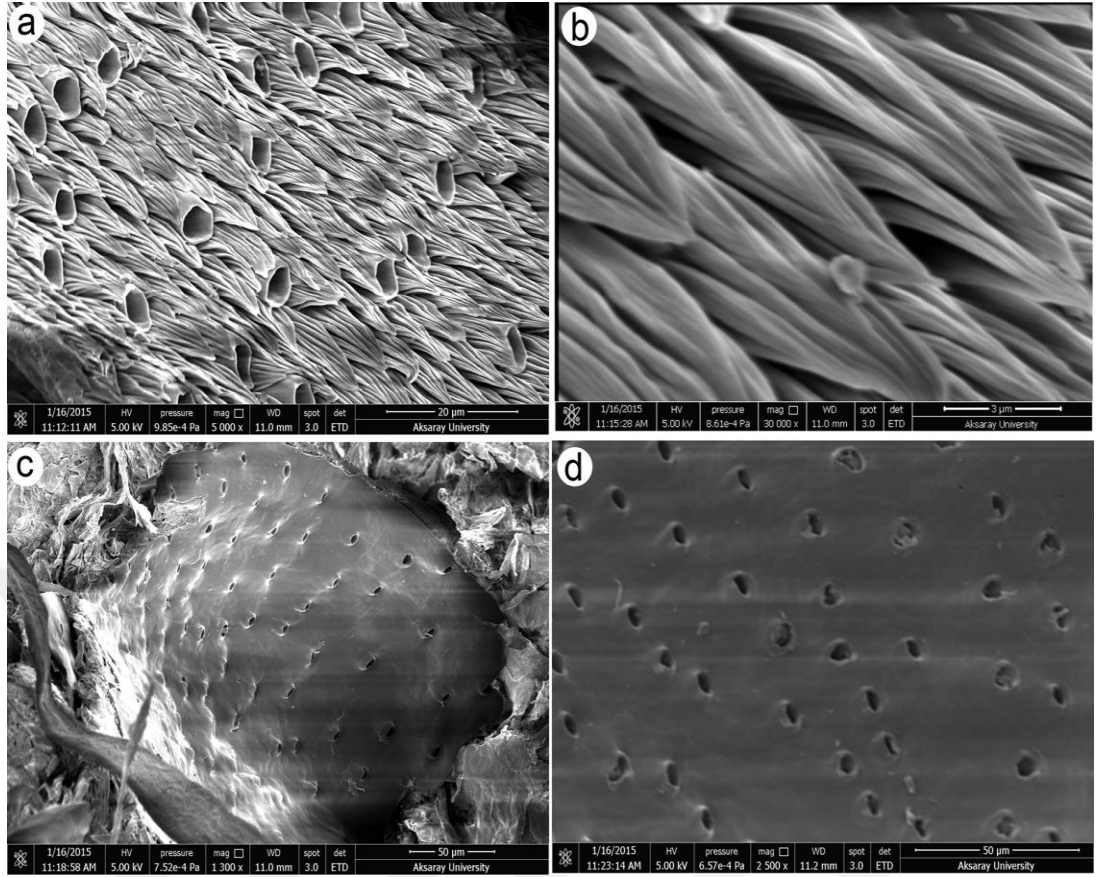
Şekil 2.3. *Argynnis pandora* keleklerinden izole edilen kitinlerin X-ışını difraktogramları: (a) kanatlar, (b) kanatları çıkarılmış diğer vücut kısımları.

2.4 SEM Görüntüleri

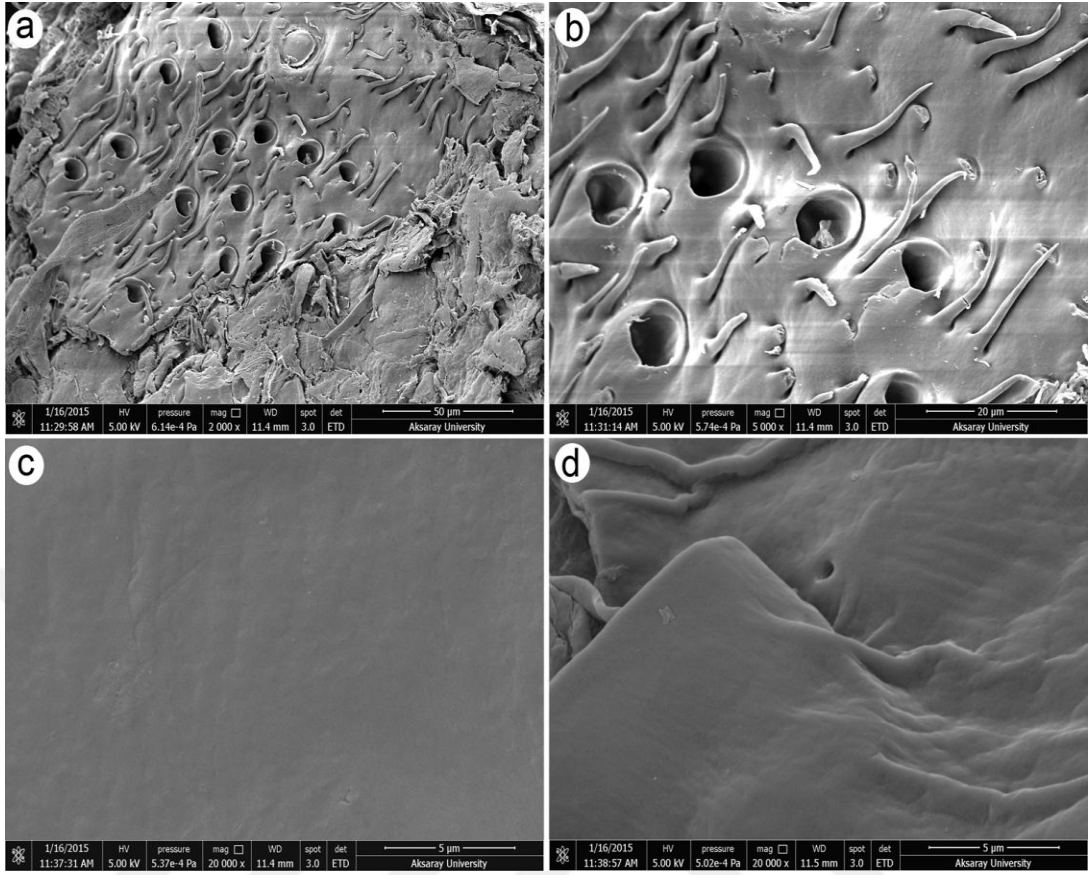
Kelebeklerin iki farklı vücut yapılarından elde ettiğimiz (kanatlar ve diğer vücut kısımları) kitinlerin yüzey morfolojileri taramalı elektron mikroskobu kullanılarak elde edildi. SEM analizi sonuçlarında kelebeğin kitini için toplamda beş tip yüzey morfolojisi ortaya çıkmıştır. Sadece diğer vücut kısımlarında yüzey morfolojisinin dört farklı çeşidi kaydedilmiştir. İlk görüntüde başta görülen üst üste gelen ölçümleri içerir ve ölçümler gömülmüş porlara sahiptir. Gömülü porlar aşağı yukarı 20 µm boyutundadır (Şekil 2.4a). Her bir ölçek şekli dikdörtgen biçiminde, sivri uçları mevcut olup ve çıkıntılardan oluşmaktadır (Weatherspoon vd., 2008)(Şekil 2.4b). Ayrıca diğer vücut kısımlarından izole edilen kitin de ölçümlerinde ikinci tipi ise bazıları gömülü pürüzsüz porlu alanlara sahiptir (Şekil 2.4c). Bu pürüzsüz alan, yüzey üzerinde dağılmış küçük porlara sahiptir (Şekil 2.4d). Ölçümler de üçüncü tipi arasında yer alan ve gömülü bazı tübüler yapılar vardır. Tübüler yapılar büyük porlar gibi görünmektedir (Şekil 2.5a ve b). Dördüncü tip yüzey morfolojisi ise hiçbir gözeneği olmayan açık düzlem alanıdır (Şekil 2.5c ve d). Kanat kitininin yüzey morfolojisi incelendiğinde, yapı görüntüsünde tek tip morfoloji ortaya çıkmıştır. Kanat kitini sert ve pürüzlü yüzeye sahiptir (Şekil 2.6a ve b). SEM görüntülerinde daha yüksek büyütmede kontrol ederken kitin fiberlerinin açık bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 2.6c ve d). Kelebeğin kanatlarından ve diğer vücut kısımlarından beş tip yüzey morfolojisi elde edildi, kitinin yüzey morfolojisinin kaynağı ile son derece ilişkili olduğunu göstermiştir.

Baş, göğüs, karın ve bacaklardan oluşan kelebeğin diğer vücut kısımları dört çeşit yüzey morfolojisi gösterdi ve yüzey morfolojilerinin bu çeşitliliği farklı kaynaklara bağlı olabilir (baş, göğüs, karın veya bacaklar). Bu bağlamda, ilerideki çalışmalar bu hipotez test edilebilir.

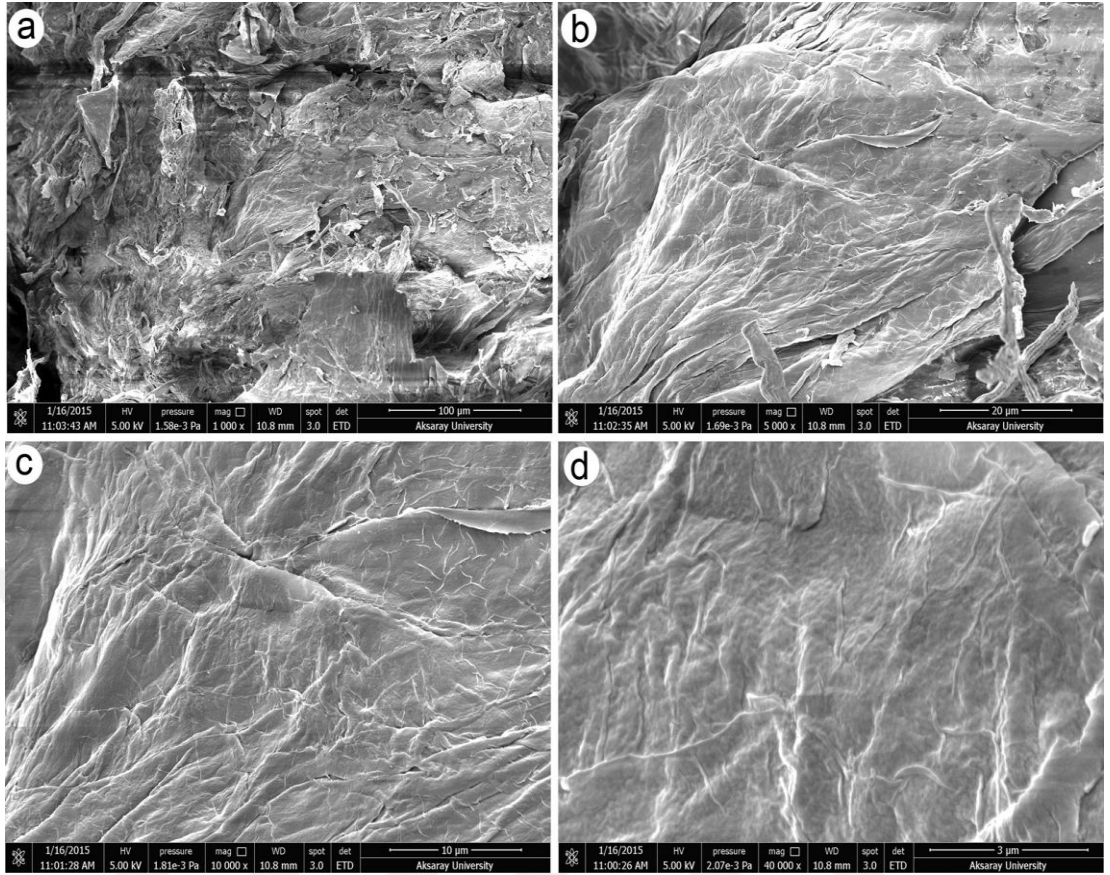
Kelebeğin kanatlarının yüzey morfolojisi yapısı incelendiğinde düz bir zemin ve sıkı bir fiber yapısı söz konusudur (Şekil 2.6). Ancak *A. pandora* kelebeğinin gövde kitini yapısına bakıldığında çapları geniş olan porlar mevcut olup ve fiberlerin yapısı daha belirgindir. Kanat kitini yapısında por olmadığını ve gövde kitininde daha büyük çapta porlar olduğu gözlenmiştir.



Şekil 2.4. *Argynnis pandora* kelebeğinin kanatları harici diğer vücut kısımlarından izole edilen kitinin SEM görüntüleri (a) gömülü porlarla kaplanmış ölçümler (b) sivri uçlu dik açılı ölçümler (c) düz gözenekli bölgeler (d) pürüzsüz bölgelerdeki dağınık gözenekler



Şekil 2.5. *Argynnis pandora* kelebeğinin kanatları haricidiğer vücut kısımlarından çıkarılan kitinin SEM görüntüleri: (a ve b) gömülü tübüler yapılar, (c ve d) gözeneksiz düz alanlar.



Şekil 2.6. *Argynnis pandora* kelebeğinin kanatlarından izole edilen kitinin SEM görüntüleri (a ve b) sert ve pürüzlü yüzey, (c ve d) kitin fiberleri.

2.5 Elementel Analiz Sonuçları

A. *pandora* kelebeklerinin iki ayrı vücut kısımlarından elde edilen kitinler (kanatlar ve diğer vücut kısımları) karbon (C), azot (N) ve hidrojen (H) oranı değerlerinin yanı sıra asetilasyon derecesinin (DA) belirlenmesi için elementel analiz yapılmıştır. Tamamen asetile olan kitin için teorik olarak tanımlanan nitrojen değerinin %6.9 olduğu bilinmektedir (Liu vd., 2012). Kanat kitininde nitrojen içeriği %6.62 olarak kaydedilmesine rağmen diğer vücut kısımlarındaki kitinde bu değer %6.48 olup teorik olarak tanımlanan değer bir az altında değerlere sahiptir. Proteinlerin, minerallerin ve pigmentlerin çoğunun çıkarılmasında yaptığımız kitin izolasyon işleminin etkili olduğunu göstermektedir. Her iki kısım için (kanatlar ve diğer vücut kısımları) hidrojen içeriği sırasıyla %6.53 ve %6.45 olarak kaydedildi. Her iki hidrojen değeri, önceki çalışmalarda anlatılan değerlere çok yakın olduğu gözlenmiştir. Örneğin; yaban arısı kitini %6.43 (Majtan vd., 2007), *D. magna* kış yumurtaları kitini %6.30 (Kaya vd., 2013) ve karides kitini %6.47 (Sajomsang ve

Gonil, 2010) olarak hesaplanmıştır. Karbon değerleri kanat kitininde %44.89 ve diğer vücut kısımlarında %44.91 olarak kaydedildi. Ifuku vd., (2009)'da yaptığı çalışmada yengeç kabuklarının kitinindeki karbon değerini %44.26 olarak elde etmiştir.

Kanatlar ve diğer vücut kısımları için DA değerleri sırasıyla, %104.2 ve %95.5 olarak elde edildi ve Liu vd., (2012) α kitininin DA değeri %109 olarak rapor etmişlerdir.

Farklı kısımlardan izole edilen kitin örneklerinin DA değerleri yüksek saflık gösteren %100' e çok yakın olarak kaydedildi. *A. pandora* kelebeğinin kanat ve gövde kitinlerine ait elementel analiz sonuçları standart kitinle kıyaslanmıştır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. *Argynnis pandora* kelebeğinin kanat ve gövde kitinlerinin elementel analiz sonuçları

İsim	%N	%C	%H	%S
Standart kitin	6.510000229	72.51999664	6.090000153	7.440000057
<i>A. pandora</i> kanat kitin	5.633889198	45.89947891	11.03668213	0
<i>A. pandora</i> gövde kitin	4.979148388	26.62921524	6.450181007	0

2.6 Kitin İçeriği

Bu tez çalışmasında *A. pandora*'nın her iki vücut kısımları (kanatlar ve diğer vücut kısımları) için kitin içerikleri ayrı ayrı hesaplandı. Sonuçlar karşılaştırıldığında kanatların, diğer vücut kısımlarından daha yüksek kitin içeriğine sahip olduğunu bize gösterdi. Kanatlarda kitin içeriği %22 olarak kaydedilmesine rağmen diğer vücut kısımlarında %8 olarak kaydedildi. Bu sonuçlar aynı zamanda kitinin diğer ticari kaynakları ile karşılaştırıldı. Örneğin; yengeç için %20.62 (Youn vd., 2009), karides için %19.13 ve ıstakoz için %21.26 (Al Sagheer vd., 2009), bunların yanısıra *Holotrichia parallela* gibi diğer organizmalar %15 (Liu vd., 2012), ağustos böceği kabukları için %36.6 (Sajomsang ve Gonil, 2010), ipekböceği krizalit için %20 (Paulino vd., 2006), *Bombyx mori* için %15-20 (Zhang vd., 2000), *Artemia urmiana* kist kabukları için %29.3- 34.5 (Tajik vd., 2008) ve *Basidiomycetes* için %8.5- 19.6 (Di Mario vd., 2008) olarak hesaplanmıştır.

Literatür verileri göz önüne alındığında kelebek kanadı kitinini karides, yengeç ve ıstakozun kabukları gibi yüksek kitin içeriğine sahiptir.

Tez alışmamızda bir kelebek türünün kanatlarından ve diğer vücut kısımlarından izole edilen kitin örneklerinin fizikokimyasal özelliklerindeki farklar araştırıldı. Kanatlarının kitin içeriği diğer vücut kısımlarından çok daha yüksek kitin içeriğine sahip olduğu kaydedilmiştir. Diğer vücut kısımlarından izole edilen kitin rneklerinin FT-IR, TGA ve elementel analiz sonuçları kitinin bize safa yakın olduğunu göstermiştir. Elde edilen her iki kitin örneklerinin termal stabilitesi, bozulma oranı ve kristalinitesinin birbirine çok yakın olduğu gözlenmiştir. Ancak, SEM analizi sonuçlarında kitin örneklerinin yüzey morfolojileri, izole edilen vücut kısımlarıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, daha sonraki çalışmalar da diğer organizmaların farklı vücut kısımlarından izole edilen kitinler için test edilebilir.

Yüzey morfolojisi kitin ve kitosanın uygulama alanlarının tespiti için çok önemli özelliktir. Bu çalışmada beş farklı yüzey morfolojisi elde edildi ve tüm bu tipler farklı alanlarda etkin olarak kullanılabilir. Örneğin, porlu tipi doku mühendisliği ve adsorpsiyon çalışmalarında kullanılabilir. Buna ek olarak, onların biyolojik olarak

parçalanabilen, biyoyumlu ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde diğer pürüzsüz ve zayıf fiberli tipleri kaplama malzemesi olarak kullanılabilir.

Bu çalışma aynı zamanda farklı canlıların farklı vücut kısımlarının çok özel bir kitin yüzey morfolojisine sahip olabileceğini gösterdi. Ayrıca ileride farklı canlılardan ve bu canlıların farklı vücut kısımlarından üretilecek üç boyutlu kitin örnekleri endüstride kullanım şansı bulacaktır.



KAYNAKLAR

- Al Sagheer, F.A., Al-Sughayer, M.A., Muslim, S. ve Elsabee, M.Z., 2009. Extraction and characterization of chitin and chitosan from marine sources in Arabian Gulf, *Carbohydrate Polymers*, 77, 410–419.
- Álvarez, S.P.O., Cadavid, D.A.R., Sierra, D.M.E., Orozco, C.P.O., Vahos, D.F.R., Ocampo, P.Z. ve Atehortúa, L., 2014. Comparison of extraction methods of chitin from *Ganoderma lucidum* mushroom obtained in submerged culture , *BioMed Research International*, 7.
- Aranaz, I., Mengíbar, M., Harris, R., Paños, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G. ve Heras, Á., 2009. Functional characterization of chitin and chitosan, *Current Chemical Biology*, 3, 203-230.
- Cabib, E., 1981. Chitin: structure, metabolism and regulation of biosynthesis, *Encyclopedia of Plant Physiology N. S.* 13B, 395–415.
- Caner, C. ve Cansiz, Ö., 2008. Chitosan coating minimises eggshell breakage and improves egg quality, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 56-61.
- Di Mario, F., Rapana, P., Tomati, U. ve Galli, E., 2008. Chitin and chitosan from Basidiomycetes, *International Journal of Biological Macromolecules*, 43, 8–12.
- Ehrlich, H., Kaluzhnaya, O.V., Brunner, E., Tsurkan, M.V., Ereskovsky, A., Ilan, M., Tabachnick, K.R., Bazhenov, V.V., Paasch, S., Kammer, M., Born, R., Stelling, A., Galli, R., Belikov, S., Petrova, O.V., Sivkov, V.V., Vyalikh, D., Hunoldt, S. ve Worheide, G., 2013. Identification and first insights into the structure and biosynthesis of chitin from the freshwater sponge *Spongilla lacustris*, *Journal of Structural Biology*, 183, 474–483.
- Ehrlich, H., Steck, E., Ilan, M., Maldonado, M., Muricy, G., Bavestrello, G., Kljajic, Z., Carballo, J.L., Schiaparelli, S., Ereskovsky, A., Schupp, P., Born, R., Worch, H., Bazhenov, V.V., Kurek, D., Varlamov, V., Vyalikh, D., Kummer, K., Sivkov, V.V., Molodtsov, S.L., Meissner, H., Richter, G., Hunoldt, S., Kammer, M., Paasch, S., Krasokhin, V., Patzke, G., Brunner, E. ve Richter, W., 2010. Three-dimensional chitin-based scaffolds from Verongida sponges (Demospongiae: Porifera). Part II: Biomimetic potential and applications, *International Journal of Biological Macromolecules*, 47, 141–145.
- Grill, A. ve Cleary, D.F.R., 2003. Diversity patterns in butterfly communities of the Greek nature reserve Dadia, *Biological Conservation*, 114, 427–436.
- Hajji, S., Younes, I., Ghorbel-Bellaaj, O., Hajji, R., Rinaudo, M., Nasri, M. ve Jellouli, K., 2014. Structural differences between chitin and chitosan extracted from three different marine sources, *International Journal of Biological Macromolecules*, 65, 298–306.
- Hesselbarth, G., Van Oorschot, H. ve Wagener S., 1995. Die Tagfalter der Türkei unter Berücksichtigung der angrenzenden Länder, Wagener, Germany.

- Ifuku, S., Nogi, M., Abe, K., Yoshioka, M., Morimoto, M., Saimoto, H. ve Yano, H., 2009. Preparation of chitin nanofibers with a uniform width as α -chitin from crab shells, *Biomacromolecules*, 10, 1584–1588.
- Ifuku, S., Nomura, R., Morimoto, M. ve Saimoto, H., 2011. Preparation of chitin nanofibers from mushrooms, *Materials*, 4, 1417–1425.
- Jang, M.K., Kong, B.G., Jeong, Y.I., Lee, C.H. ve Nah J.W., 2004. Physicochemical characterization of α -chitin, β -chitin, and γ -chitin separated from natural resources, *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, 42, 3423–3432.
- Juárez-de la Rosa, B.A., Quintana, P., Ardisson, P.L., Yáñez-Limón, J.M. ve Alvarado-Gil, J.J., 2011. Effects of thermal treatments on the structure of two black coral species chitinous exoskeleton, *Journal of Materials Science*, 47, 990–998.
- Kaya, M. ve Baran, T., 2015. Description of a new surface morphology for chitin extracted from wings of cockroach (*Periplaneta americana*). *International Journal of Biological Macromolecules*, 75C, 7–12.
- Kaya, M., Baran, T., Montes, A., Asaroglu, M., Sezen, G. ve Tozak, K.O., 2014. The quick extraction of chitin from an epizoic crustacean species (*Chelonibia patula*), *Food Biophysics*, 9, 145–157.
- Kaya, M., Sargin, I., Tozak, K.O., Baran, T., Erdogan, S. ve Sezen, G., 2013. Chitin extraction and characterization from *Daphnia magna* resting eggs, *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 459–464.
- Kaya, M., Seyyar, O., Baran, T., Erdogan, S. ve Kar, M., 2014. A physicochemical characterization of fully acetylated chitin structure isolated from two spider species: with new surface morphology, *International Journal of Biological Macromolecules*, 65, 553–558.
- Liu, S., Sun, J., Yu, L., Zhang, C., Bi, J., Zhu, F., Qu, M., Jiang, C. ve Yang, Q., 2012. Extraction and characterization of chitin from the beetle *Holotrichia parallela* Motschulsky, *Molecules*, 17, 4604–4611.
- Majtan, J., Bilikova, K., Markovic, O., Grof, J., Kogan, G. ve Simuth, J., 2007. Isolation and characterization of chitin from bumble bee (*Bombus terrestris*), *International Journal of Biological Macromolecules*, 40, 237–241.
- Ospina, N.M., Alvarez, S.P.O., Sierra, D.M.E., Vahos, D.F.R., Ocampo, P.A.Z. ve Orozco, C.P.O., 2015. Isolation of chitosan from *Ganoderma lucidum* mushroom for biomedical applications, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 26, 135.

- Paulino, A.T., Simionato, J.I., Garcia, J.C. ve Nozaki, J., 2006. Characterization of chitosan and chitin produced from silkworm crysalides, *Carbohydrate Polymers*, 64, 98–103.
- Saranathan, V., Osuji, C.O., Mochrie, S.G.J., Noh, H., Narayanan, S., Sandy, A., Dufresne, E.R. ve Prum, R.O., 2010. Structure, function, and self-assembly of single network gyroid (I4132) photoniccrystals in butterfly wing scales, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107, 11676–11681.
- Sajomsang, W. ve Gonil, P., 2010. Preparation and characterization of α -chitin from cicada sloughs, *Materials Science and Engineering: C*, 30, 357–363.
- Schroder-Turk, G.E., Wickham, S., Averdunk, H., Brink, F., Gerald, J.D.F., Poladian, L., Large, M.C.J. ve Hyde, S.T., 2011. The chiral structure of porous chitin with in the wing-scales of *Callophrys rubi*, *Journal of Structural Biology*, 174, 290–295.
- Schiffman, J.D. ve Schauer, C.L., 2009. Solid state characterization of α -chitin from *Vanessa cardui* Linnaeus wings, *Materials Science and Engineering: C*, 29, 1370–1374.
- Tajik, H., Moradi, M., Rohani, S.M.R., Erfani, A.M. ve Jalali, F.S.S., 2008. Preparation of chitosan from Brine shrimp (*Artemia urmiana*) cyst shells and effects of different chemical processing sequences on the physicochemical and functional properties of the product, *Molecules*, 13, 1263–1274.
- Tang, W.J., Fernandez, J.G., Sohn, J.J. ve Amemiya, C.T., 2015. Chitin is endogenously produced in vertebrates, *Current Biology*, 25, 897–900.
- Weatherspoon, M.R., Cai, Y., Crne, M., Srinivasarao, M. ve Sandhage, K.H., 2008. 3D rutile titania-based structures with *Morpho* butterfly wing scale morphologies, *Angewandte Chemie International Edition*, 47, 7921–7923.
- Wysokowski, M., Bazhenov, V.V., Tsurkan, M.V., Galli, R., Stelling, A.L., Stocker, Kaiser, H.,S., Niederschlag, E., Gartner, G., Behm, T., Ilan, M., Petrenko, A.Y., Jesionowski, T. ve Ehrlich, H., 2013. Isolation and identification of chitin in three-dimensional skeleton of *Aplysina fistularis* marine sponge, *International Journal of Biological Macromolecules*, 62, 94–100.
- Xu, J., McCarthy, S.P., Gross, R.A. ve Kaplan, D.L., 1996. Chitosan film acylation and effects on biodegradability, *Macromolecules*, 29, 3436–3440.
- Yen, M.T., Yang, J.H. ve Mau, J.L., 2009. Physicochemical characterization of chitin and chitosan from crab shells, *Carbohydrate Polymers*, 75, 15–21.

- Youn, D.K., No, H.K. ve Prinyawiwatkul, W., 2009. Physicochemical and functional properties of chitosans prepared from shells of crabs harvested in three different years, *Carbohydrate Polymers*, 78, 41–45.
- Zhang, D., Zhang, W., Gu, J., Fan, T., Liu, Q., Su, H. ve Zhu, S., 2015. Inspiration from butterfly and moth wing scales: Characterization, modeling, and fabrication, *Progress in Materials Science*, 68, 67–96.
- Zhang, M., Haga, A., Sekiguchi, H. ve Hirano, S., 2000. Structure of insect chitin isolated from beetle larva cuticle and silkworm (*Bombyx mori*) pupa exuvia, *International Journal of Biological Macromolecules*, 27, 99–105.



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı :BETÜL BİTİM

Adres :Ereğlikapı Mah. 52.Cadde No:30 Kat:3/8

E-posta adresi :bitimbetul@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Lisans :Aksaray Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü (2009-2013)

Yüksek Lisans :Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ve Moleküler Biyoloji Tezli Yüksek Lisans (2013-devam etmekteyim)

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Tezsiz Yüksek Lisans (2018-devam etmekteyim)

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Aksaray üniversitesi Ekoloji 2010 sempozyumu
2. Helvadere (Aksaray) Etnobotaniği ve Florası, TÜBİTAK Proje (2010-2011)
3. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi 22. Ulusal biyoloji kongresi (23-27 Haziran 2014)
4. Technische Universität Bergakademie Freiberg / Germany (Erasmus + aracılığıyla 21.07.2015-21.09.2015 tarihleri arasında staj)

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan Makaleler

1. Kaya, M., Bitim,B., Muhtaba, M., Koyuncu, T., 2015. Surface morphology of chitin highly related with the isolated body part of butterfly (*Argynnis pandora*), International Journal of Biological Macromolecules, 81, 443–449.