T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KUŞ TÜYLERİNDEN TEKSTİL AMAÇLI PROTEİN ESASLI MATERYALLER ÜRETİMİNDE HAZIRLIK İŞLEMLERİ

Hazırlayan
Süreyya KOCATEPE

Danışman
Prof.Dr. Nazım PAŞAYEV

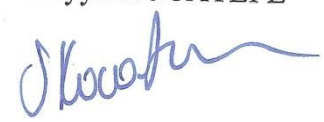
Yüksek Lisans Tezi

Haziran 2015
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Süreyya KOCATEPE



YÖNERGEYE UYGUNLUK

"Kuş Tüylerinden Tekstil Amaçlı Protein Esaslı Materyaller üretiminde Hazırlık İşlemleri" adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesine uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Süreyya KOCATEPE

Danışman

Prof.Dr. Nazım PAŞAYEV

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK

Prof. Dr. Nazım PAŞAYEV danışmanlığında **Süreyya KOCATEPE** tarafından hazırlanan "**Kuş Tüylerinden Tekstil Amaçlı Protein Esaslı Materyaller üretiminde Hazırlık İşlemleri**" adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

.

17 / 06 / 2015

(Tez savunma sınav tarihi yazılacaktır.)

JÜRİ:

Danışman:	Prof.Dr. Nazim PAŞAYEV
Üye:	Prof.Dr. Gabil ABDULLA
Üye:	Doç.Dr. Mustafa TUTAK

ONAY:
Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun ..23.06.2015. tarih ve ..2015/25-05. sayılı kararı ile onaylanmıştır.

..23../..06../..2015..

Prof. Dr. Kâzım KEŞLİOĞLU

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında çalışmalarımı yönlendiren ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Sn. Hocam Prof. Dr. Nazım PAŞAYEV'e, yüksek lisans eğitimime başladığımdan beri desteğini daim hissettiğim Sn. Hocam Doç.Dr. Mustafa TUTAK'a, test ölçümlerimde desteklerini esirgemeyen Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TAUM) çalışanlarına, çalışma arkadaşlarım Onur TEKOĞLU, Ahmet KILIÇ ve Levent ERZURUMLUOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Ayrıca bu zamanlara gelmemde en büyük paya sahip olan, bütün eğitim ve öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini asla üzerimden çekmeyen canım annem ve babama sonsuz teşekkür ederim.

Süreyya KOCATEPE

Kayseri, Haziran 2015

KUŞ TÜYLERİNDEN TEKSTİL AMAÇLI PROTEİN ESASLI MATERYALLER ÜRETİMİNDE HAZIRLIK İŞLEMLERİ

Süreyya KOCATEPE

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2015

Danışman: Prof. Dr. Nazım PAŞAYEV

ÖZET

Yapılan araştırmalar kuş tüylerinin birçok değerli özelliklere sahip olduğunu ve bunlardan en önemlisinin bu liflerinin içerisinin gözenekli yapıda olduğunu göstermektedir. Bu özellik söz konusu lifleri çok kıymetli ham maddeye dönüştürmektedir.

Bu gün kolay bir şekilde ulaşabileceğimiz ve kayda değer miktarda üretimi yapılan kuş tüyü tavuk tüyüdür. Önemli kısmı atık durumunda olan tavuk tüylerinin sanayiye kazandırılması amacıyla bu ham maddeden birçok önemli özelliklere sahip lif elde edilmesi teknolojisinin geliştirilmesi, bu teknolojinin en önemli aşamalarından biri olarak tüylerin üretime hazırlanmasını öngörmektedir. Takdim olunan çalışma kuşçuluk endüstrisinin yan ürünü olarak ortaya çıkan çok kıymetli bir hammaddenin sanayiye kazandırılmasına bir altyapı oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında tavuk tüyünün lif üretimine hazırlanması aşamasında yıkama işleminden geçirilmesi, bu işlemin gerçekleştirilmesi şartlarının belirlenmesi, yıkama neticesinde liflerin bu işlemden nasıl etkilendiği araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: kuş tüyleri, tavuk tüyleri, tavuk tüyü lifleri, tavuk tüyünün lif üretimine hazırlanması

PREPARATORY PROCESS IN MANUFACTURING MATERIALS WHICH IS BASED PROTEIN FOR DIGITAL TEXTILE FROM FEATHERS

Süreyya KOCATEPE

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, June 2015

Supervisor: Prof. Dr. Nazım PAŞAYEV

ABSTRACT

Studies have shown that feathers have many valuable features and the most important feature is which fibers have porosity in inside. This feature converts the fibers which is said very precious raw materials.

Today, feather which we can a easily reach and made significiant amount of production is chicken feather. The important thing is to develop the technology for obtaining fibers which have a lot of features to provide the chicken feathers to the industry. One of the most important phases of this study envisages the preparation the feathers to production.

Submitted study forms a background that a very valuable raw materials which byproduct of industrial aviculture should be given to the industry. In this study, passing the washing process at the stage of preparation for the production of chicken feather fibers, determination of the conditions to perform this operation and the how fibers by washing are affected by this process has invastigated.

Keywords: feathers, chicken feathers, chicken feather fibers, preparing chicken feathers fibers for the production

İÇİNDEKİLER

KUŞ TÜYLERİNDEN TEKSTİL AMAÇLI PROTEİN ESASLI MATERYALLER ÜRETİMİNDE HAZIRLIK İŞLEMLERİ

	Sayfa
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK SAYFASI	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	iii
KABUL VE ONAY SAYFASI	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER	xii
TABLOLAR LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
GİRİŞ	**1**
1.BÖLÜM	
GENEL BİLGİLER	
1.1. Kuş Tüyleri Hakkında Genel Bilgiler	**3**
1.2. Tavuk Tüylerinin Yapısı	**5**
1.2.1. Tavuk Tüylerinin Birincil Yapısı	**7**
1.2.2. Tavuk Tüylerinin İkincil ve Üçüncül Yapısı	**9**
1.3. Tavuk Tüyünün Kimyasal İçeriği	**12**
1.4. Tavuk Tüyü Lifleri ve Özellikleri	**19**
1.4.1. Tavuk Tüylerinden Lif Elde Edilmesi	**19**
1.4.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Mekanik Özellikleri	**21**
1.4.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Fiziksel Özellikleri	**23**
1.4.3.1. Tavuk Tüyü Liflerinin Ebatları	**23**
1.4.3.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Özgül Ağırlığı	**24**
1.4.3.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Nem İçeriği	**25**
1.4.3.4. Tavuk Tüyü Liflerinin Termal Özellikleri	**26**
1.4.4. Tavuk Tüyü Liflerinin Kimyasal Özellikleri	**28**

1.5. Yıkama ve Dezenfeksiyon Şartlarının Tavuk Tüyü Liflerine Etkisi 28
1.5.1. Tavuk Tüylerinin Yıkanması ile İlgili Çalışmalar 28
1.5.2. Yüzey Aktif Maddeler 32
1.5.2.1. Anyonik Yüzey Aktif Maddeler 33
1.5.2.2 Katyonik Yüzey Aktif Maddeler 33
1.5.2.3. Naniyonik Yüzey Aktif Maddeler 34
1.5.2.4. Amfoterik Yüzey Aktif Maddeler 35
1.6. Sonuçlar 35

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1 Yaklaşım 37
2.2. Materyal 38
2.2.1 Tavuk Tüyü 38
2.2.2. Yıkama Maddeleri 40
2.3. Testlerde Kullanılan Cihazlar 41
2.3.1. Mukavemet Test Cihazı 41
2.3.2. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) 42
2.3.3. Optik Mikroskop 43
2.3.4. Etüv (Kuruma Fırını) 44
2.3.5. Elektronik Hassas Terazi 45
2.3.6. Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC) 46
2.3.7. Termogravimetrik Analiz (TGA) 47
2.3.8. Klimatik Test Kabini 47
2.4. Yöntem 49
2.4.1. Tavuk Tüylerinin ve Tavuk Tüyü Liflerinin Yapısal Analiz Yöntemleri 49
2.4.1.1. Tüylerin Vücut Bölgelerine Dağılım Analizi 49
2.4.1.2. Liflerin Uzunluk Analiz Yöntemi 50
2.4.1.3. Lif Çapı Analizi Yöntemi 50
2.4.1.4. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi Yöntemi 52
2.4.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Mekanik Analiz Yöntemleri 54
2.4.2.1. Mukavemet Analiz Yöntemi 54

2.4.2.2. Liflerin Yaylanma Yeteneği Analizi Yöntemi 55
2.4.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Fiziksel Analiz Yöntemleri 57
2.4.3.1. Tavuk Tüyü Liflerinin Higroskopik Özelliklerinin Analizi 57
2.4.3.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Su Emme Kapasitesinin Analizi 59
2.4.3.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Su Altında Şişme Hızının Analizi 60
2.4.3.4. TGA Testi 61
2.4.3.5. DSC Testi 61

3.BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Tüy Tiplerinin Kuşun Bedeni Üzere Dağılımı Analizi 63
3.2. Lif Çapı Analizi 66
3.3. Tavuk Tüyü Yıkama Şartlarının Lif Yapısı ve Özelliklerine Etkilerinin Analizi 70
3.3.1. Yıkama Şartlarının Liflerin İçyapısına Etkilerinin Analizi 71
3.3.2. Yıkama Şartlarının Liflerin Mekanik Özelliklerine Etkilerinin Analizi 78
3.3.2.1. Kopma Testleri 78
3.4. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Özelliklerinin İncelenmesi 79
3.4.1. Liflerin Yaylanma Yeteneği Testi 79
3.4.2. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Analizi 79
3.4.2.1. Tavuk Tüyü Liflerinin Higroskopik Özelliklerinin Analizi 79
3.4.2.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Su Emme Kapasitesinin Analizi 80
3.4.2.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Suyun Etkisi Altında Şişmesinin Analizi 81
3.4.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Termal Özelliklerinin Analizi 82
3.4.3.1. TGA Testi 82
3.4.3.2. DSC Testi 82

4. BÖLÜM

TARTIŞMA

4.1. Tüy Tiplerinin Kuşun Bedeni Üzere Dağılımının Değerlendirilmesi 86

4.2. Lif Çapı Analizi 89

4.3. Tavuk Tüylerinin Yıkama Sonucu Lif Yapısı ve Özelliklerinin Değişimi 91

4.3.1. Tavuk Tüylerinin Yıkama Sonucu Lif Yapısının Değişimi 91

4.3.2. Tavuk Tüylerinin Yıkama Sonucu Mekanik Özelliklerinin Değişimi 92

4.4. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Özelliklerinin Analizi 93

4.4.1. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Yaylanma Yeteneği Analizi 93

4.4.2 Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Higroskopik Özelliklerinin Analizi 93

4.4.3. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Su Emme Kapasitesinin Analizi 95

4.4.4. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Suyun Etkisi Altında Şişmesinin Analizi 95

4.4.5. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin TGA ve DSC Yöntemleriyle Termal Analizi 96

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

KAYNAKLAR 100

EKLER 108

ÖZGEÇMİŞ 119

KISALTMALAR VE SİMGELER

Sembol	Anlamı
A1	30',40ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
A2	60',40ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
A3	30',80ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
A4	60',80ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
B1	30',40ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
B2	60',40ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
B3	30',80ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
B4	60',80ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
C1	30',40ºC'de Setawash PY Conz ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
C2	60',40ºC'de Setawash PY Conz ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
C3	30',80ºC'de Setawash PY Conz ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
C4	60',80ºC'de Setawash PY Conz ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
X1	30',40ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
X2	60',40ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
X3	30',80ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
X4	60',80ºC'de Setawash EWA ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Y1	30',40ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Y2	60',40ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Y3	30',80ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Y4	60',80ºC'de Setalan IK 30 ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Z1	30',40ºC'de Setawash PY Conz ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Z2	60',40ºC'de Setawash PY Conz yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Z3	60',40ºC'de Setawash PY Conz yıkanmış tavuk tüyü numunesi
Z4	60',80ºC'de Setawash PY Conz ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
A-su	30',30ºC'de distile su ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
X-su	30',30ºC'de distile su ile yıkanmış tavuk tüyü numunesi
DSC	Diferansiyel taramalı kalorimetre
TGA	Termogravimetrik Analiz
DTGA	Derivativ Termogravimetrik Analiz
μm	Mikrometre
T_g	Camsı geçiş sıcaklığı

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Tavuk tüylerinin kimyasal yapısı 12

Tablo 1.2. Tavuk Tüylerinin kimyasal analizi 12

Tablo 1.3. Tavuk tüylerinin amino asit içeriği 19

Tablo 1.4. Tavuk tüyü lifleri, hindi tüyü lifleri ve yün liflerinin mekanik özellikleri 22

Tablo 1.5. Doğal liflerin özgül ağırlığı ve mekanik özellikleri 25

Tablo 1.6. Tavuk tüyü ve yün liflerine kimyasal maddelerin etkileri 28

Tablo 2.1. Yıkama maddelerinin özellikleri 40

Tablo 2.2. A, B, C olarak kodlanmış numunelerin deney parametreleri 40

Tablo 2.3. X, Y, Z olarak kodlanmış numunelerin deney parametreleri 41

Tablo 3.1. Tavuk bedeninin farklı bölgelerinden çıkan tüy miktarı 63

Tablo 3.2. Tavuk bedeninin farklı bölgelerinden çıkan tüylerde ortalama sap-lif oranı 64

Tablo 3.3. Bir tavuğun 8 ayrı bölgesinden alınan tüy liflerinin uzunluk analizi. 65

Tablo 3.4. Rastgele seçilmiş 100 adet lifin uzunluğa bağlı dağılımı 66

Tablo 3.5. 1,2…1,6cm uzunluklu tavuk tüyü liflerinin çap ölçüm değerleri 66

Tablo 3.6. 1,6…2cm arası tavuk tüyü liflerinin çap ölçüm değerleri 66

Tablo 3.7. 2…2,4cm arası tavuk tüyü liflerinin çap ölçüm değerleri 67

Tablo 3.8. Sırt tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 67

Tablo 3.9. Boyun tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 67

Tablo 3.10. Göğüs tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 68

Tablo 3.11. Kanat altı tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 68

Tablo 3.12. Karın altı tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 68

Tablo 3.13. Gövde tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 69

Tablo 3.14. Kuyruk tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 69

Tablo 3.15. Kanat tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi 69

Tablo 3.16. Yıkama deneylerinde yönetilebilen faktörler 70
Tablo 3.17. Tavuk tüyü liflerinin çekme testi sonuçları 78
Tablo 3.18. Yün lifinin yaylanma yeteneği değerleri 79
Tablo 3.19. Tavuk tüyü lifi yaylanma yeteneği değerleri 79
Tablo 3.20. %65 nispi nemlilik ortamında liflerin nem alma yüzdesi 80
Tablo 3.21. %80 nispi nemlilik ortamında liflerin nem alma yüzdesi 80
Tablo 3.22. %95 nispi nemlilik ortamında liflerin nem alma yüzdesi 80
Tablo 3.23. Tavuk tüyü liflerinin su emme kapasitesi 81
Tablo 3.24. Suyun etkisiyle tavuk tüyü liflerinde meydana gelen şişme sonucu liflerin çapındaki değişim (A-su kodlu lifler) 81
Tablo 3.25. Suyun etkisiyle tavuk tüyü liflerinde meydana gelen şişme sonucu liflerin çapındaki değişim (B2 kodlu lifler) 82

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Telek şekilli kuş tüylerinin gelişimi aşamaları 4

Şekil 1.2. Tavuk tüylerinin yapısı 5

Şekil 1.3.Kuş tüylerinin türleri ve yapısı 6

Şekil 1.4. Kuş tüyü sapının iç yapısı 7

Şekil 1.5. Kuş tüyü sapının SEM görüntüleri 8

Şekil 1.6. Tipik kontur tüyü 8

Şekil 1.7. Tavuk tüylerinin ikincil ve üçüncül yapısını gösteren SEM tasvirleri 9

Şekil 1.8. Tavuk tüyünün üçüncül yapısını oluşturan çengellerin içeriğinin SEM tasviri 10

Şekil 1.9. Tavuk tüyü liflerinin yapısı 11

Şekil 1.10. α-Keratinin moleküler yapısı 14

Şekil 1.11. α-Keratin moleküllerinden liflerin oluşumu 15

Şekil 1.12. Saç telinin yapısı 16

Şekil 1.13. *a* - Yün lifinin hiyerarşik yapısı, *b* – Avrupa tavşanı tüyünün kesiti, *c* – elik tüyünün kesiti, *d* – kutup ayısı tüyünün kesiti, *e* – 60 yaşlı bayan saç telinin kesiti 17

Şekil 1.14. α-keratinlerin spiral (*a*) ve β-keratinlerin zikzak şekilli yapıları (*b*)… 18

Şekil 1.15. Keratin materyalin termogravimetrik eğrileri 27

Şekil 1.16. Yüzey aktif madde molekülünün yapısı 32

Şekil 1.17. Anyonik yüzey aktif madde molekül yapısı 33

Şekil 1.18. Katyonik yüzey aktif madde molekül yapısı 34

Şekil 1.19. Noniyonik yüzey aktif madde molekül yapısı 34

Şekil.1.20. Amfoterik yüzey aktif madde molekül yapısı 35

Şekil 2.1. Tüy numuneleri 38

Şekil 2.2. Tavuk tüyünün elde edilmesi için geçilen prosesler 39

Şekil. 2.3. Mukavemet Test Cihazı 41

Şekil 2.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Cihazı 42

Şekil. 2.5. Optik Mikroskop 42

Şekil 2.6. Kalibrasyon lameline ait dikey yönde yapılan ölçüm 44

Şekil 2.7. Etüv 44

Şekil 2.8. Elektronik Hassas Terazi 45

Şekil 2.9. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre(DSC) cihazı 46

Şekil 2.10. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) cihazına numunenin yerleştirilmesi 46

Şekil 2.11.Temrogravimetrik Analiz (TGA) Cihazı 47

Şekil 2.12.Temrogravimetrik Analiz (TGA) Cihazı'na numunenin yerleştirilmesi 48

Şekil 2.13. İklimlendirme Test Kabini 48

Şekil 2.14. Kesilen tavuğun 8 ayrı bölgeye ayrılarak tüylerinin yolunması 50

Şekil 2.15. 8 bölgeye ayrılan tavuk tüylerinin küçük, orta ve büyük boylarının seçilmesi 51

Şekil 2.16. Lif çapı ölçülecek tavuk tüyü liflerinin lamel üzerine yapıştırıldıktan sonra mikroskop altına yerleştirilmesi 52

Şekil 2.17. SEM analizi için metal plakaların üzerine çift taraflı bant ile yapıştırılmış tavuk tüyü lifleri 53

Şekil 2.18. Mukavemet Test Cihazı çeneleri ve çeneler arasına numune yerleştirilmesi 54

Şekil 2.19. Çekme Cihazı ve TRAPEZUIMW programının bağlı olduğu bilgisayar sistemi 55

Şekil 2.20. Liflerin sıkıştırma deformasyonunun ölçülmesinde kullanılan cihazın şeması 56

Şekil 2.21. Tavuk tüyü, pamuk ve yün liflerinin yüzde nem alma kapasitesinin hesaplanması için hazırlanması 58

Şekil 2.22. Tavuk tüyü liflerinin su emme kapasitesinin tayin edilmesi yöntemi 60

Şekil 3.1. Saf su ile yıkanmış A-su ve X-su kodlu numunelerin içyapı görüntüleri. 71

Şekil 3.2. Setawash EWA ile yıkanmış A1 ve X1 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 72

Şekil 3.3. Setawash EWA ile yıkanmış A2 ve X2 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 72

Şekil 3.4. Setawash EWA ile yıkanmış A3 ve X3 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 73

Şekil 3.5. Setawash EWA ile yıkanmış A4 ve X4 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 73

Şekil 3.6. Setalan IK 30 ile yıkanmış B1 ve Y1 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 74

Şekil 3.7. Setalan IK 30 ile yıkanmış B2 ve Y2 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 74

Şekil 3.8. Setalan IK 30 ile yıkanmış B3 ve Y3 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 75

Şekil 3.9. Setalan IK 30 ile yıkanmış B4 ve Y4 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 75

Şekil 3.10. Setawash PY Conz ile yıkanmış C1 ve Z1 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 76

Şekil 3.11. Setawash PY Conz ile yıkanmış C2 ve Z2 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 76

Şekil 3.12. Setawash PY Conz ile yıkanmış C3 ve Z3 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 77

Şekil 3.13. Setawash PY Conz ile yıkanmış C4 ve Z4 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri 77

Şekil 3.14. A-su kodlu numuneye ait TGA ve DTGA termogramları 83

Şekil 3.15. B2 kodlu numuneye ait TGA ve DTGA termogramları 83

Şekil 3.16. A-su numunesine ait DSC grafiği 84

Şekil 3.17. A-su numunesine ait DSC grafiğinden fragman 84

Şekil 3.18. B2 numunesine ait DSC grafiği 85

Şekil 3.19. B2 numunesine ait DSC grafiğinde fragmanı 85

Şekil 4.1. Tavuk vücudunun farklı bölgelerinden lif çıktısı (% ile) 87

Şekil 4.2. Tavuk vücudunun farklı bölgelerinde lif uzunlukları 88

Şekil 4.3. Tavuk tüyü liflerinin gruplandırılmış uzunluklarına göre ortalama lif çapı değerleri 89

Şekil 4.4. Tavuk vücudu üzere tüylerden alınan liflerin kalınlığı açısından dağılımı 90

Şekil 4.5. Nemli ortamda farklı liflerin havadan aldığı nem miktarı 94

Şekil 4.6. Tavuk tüyü liflerinin suyun etkisiyle şişmesinin zamana bağlılık grafikleri 96

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, önemli gıda maddelerinden olan tavuk eti üretiminde yan ürün olarak alınan ve çok büyük kısmı atık olarak ayrıştırılan tavuk tüylerinin tekstil sanayisinde kullanılabilecek lifin elde edilmesi yoluyla sanayiye kazandırılmasıdır.

Tavuk tüylerinin sanayiye kazandırılmasının birkaç önemli tarafı mevcuttur. Bunlardan birincisi çevreyi koruma ile ilgilidir. Dünyada her sene ortalama 15 mln. ton, Türkiye'de ise yaklaşık 30 bin ton tavuk tüyü atılmaktadır [1]. Bunların üzerine bir de yumurta tavuklarının yumurtlama döneminin sonunda yumurta verimi ve kalitesini arttırmak ve eldeki popülasyondan daha ekonomik yararlanmayı temin etmek için üreticilerin döktürdüğü tavuk tüyleri de ilave edildiğinde, rakamın daha da arttığı görülecektir [2]. Tavuk tüyü sadece atılmamaktadır, doğada son derece güç indirgenen ve kimyasal açıdan dayanıklı bir malzeme olduğu için gömülmesi ve yakılması talep edilmektedir.

Atıkların yok edilmesinde kullanılan yakma, gömme ve gübreye dönüştürme yöntemlerinin her biri çevreye ciddi zararlar vermektedir [3]. Kanatlı atıklarının yakma yöntemi kullanılarak yok edilmesi hava kirliliğine neden olurken, bu atıkların gömülmesi de toprak kirliliğinin artmasına ve toprak veriminin düşmesine sebep olmaktadır [4]. Eğer bu malzeme lif üretiminde kullanılabilseydi;

a) Türk sanayisi her sene fonksiyonel olarak kullanılabilir 8-10 bin ton kıymetli protein lifi elde edebilirdi,

b) Çevre kirliliğine neden olan etkenlerden birisi ortadan kaldırılabilirdi,

c) Tavuk tüylerinin yakılması veya gömülmesi için sarfedilen masraflar ortadan kalkardı.

Ekonomik açıdan dikkate alındığında ise, tavuk tüyü lifleri son derece düşük maliyetli, ekolojik ve kolay ulaşılabilen olması suretiyle yenilenebilen doğal protein malzemesidir. Bu liflerin içeriğinin yaklaşık olarak %90 oranında proteinden oluşmaktadır.

Tavuk tüyleri mevcut haliyle kullanıma elverişli değildir. Tavuk tüyleri içeriğine göre yün ve ipek lifleriyle aynı olsa da, bu tüylerin özel yapısı onları yün veya ipek lifleri gibi kullanmaya izin vermemektedir. Tüylerin lif olarak kullanımı ancak bu tüylerin gövdesini teşkil eden "saptan" dallanan "sakalların"(lifsi yapıyı) ayrılması halinde mümkün olabilir. Son yıllarda tavuk tüylerinden lif elde edilmesi bilim adamlarının dikkatini çekmekte ve tavuk tüyü lifleri ile ilgili yapılan araştırmalarda bu liflerin önemli özelliklerini ortaya koymaktadır. Ancak günümüzde tavuk tüyünden lif üretimi teknolojisi mevcut değildir.

Tavuk tüylerinden lif üretiminin iki aşamada gerçekleştirilmesi öngörülmektedir: birinci aşamada tüylerin lif üretimi için hazırlanması, ikinci aşama ise lif üretimidir. Tüylerin lif üretimi için hazırlanması aşamasında, liflerin toz ve diğer mekanik karışımlardan temizlenmesi, yıkanması, kurutulması ve dezenfekte edilmesi göz önünde bulundurulmalıdır. Bu işlemlerden en önemlisi yıkama işlemidir ki, esasında neme karşı hassas olan tavuk tüylerinin yıkama işleminden sonra özelliklerinin nasıl değişeceği, yıkama işlemini gerçekleştirmek için yıkama şartları ve bu şartların malzemeye etkileri bilinmemektedir. Yapılan çalışma bu yöndeki eksikliklerin giderilmesine hizmet edecektir.

Tavuk tüylerinin yıkanması için tavuk tüyü liflerinin yapısını etkilemeyecek şartların belirlenmesinin yanı sıra yıkanmış tavuk tüylerinden alınan liflerin geometrik, mekanik ve fiziksel özelliklerinin de incelenerek açığa çıkarılması öngörülmektedir.

1. BÖLÜM

TAVUK TÜYÜ LİFLERİNİN YAPISI VE BİLİNEN ÖZELLİKLERİ

1.1. Kuş Tüyleri Hakkında Genel Bilgiler

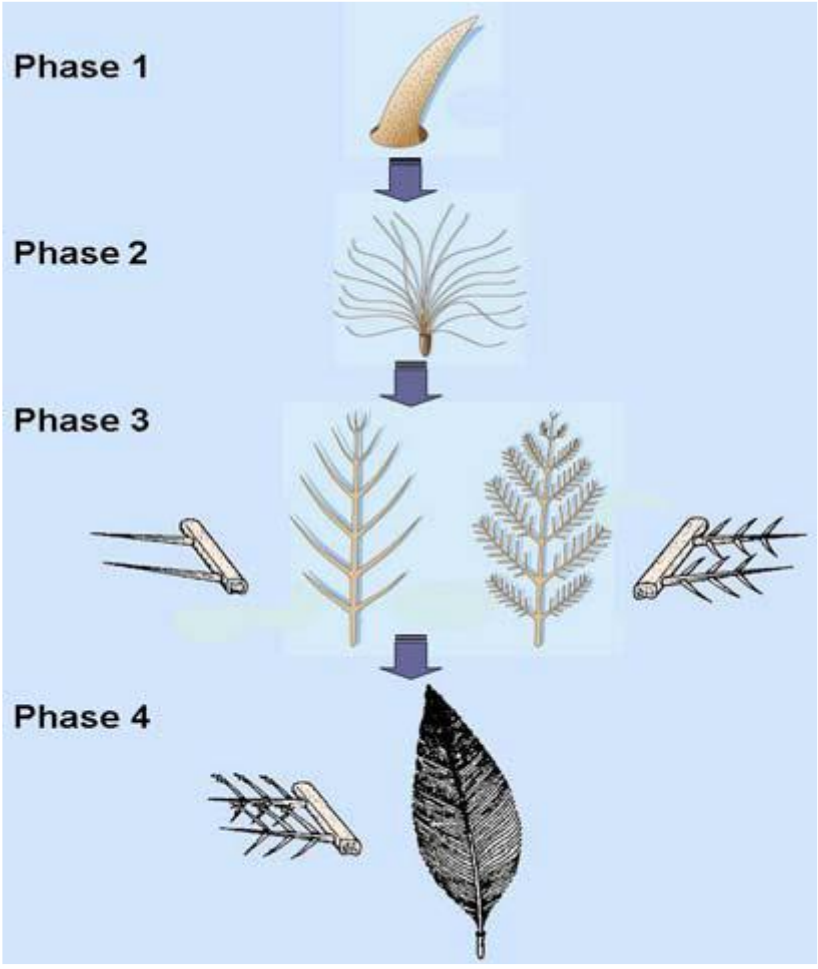
Kuşlar bir sınıf olarak özelliklerinden biri olan tüyleri bir sıra fizyolojik ve fonksiyonel proseslerde iştirak etmek suretiyle özel bir yapıya sahiptir ve bu yapıya diğer canlılarda rastlanmamaktadır. Kuş tüylerinin yapısı ve içeriği bu canlılara uçuş imkanı temin etmekle birlikte aynı zamanda yüksek derecede termal destek ve koruma sağlamaktadır.

Kuş tüylerinin içeriğini teşkil eden keratin maddesinin organizasyon usullerine bağlı olarak bu gün kuş tüylerinin yaklaşık 30 civarında şekilleri bilinmektedir [5].

Arkeolojik kazılara göre kuşlar Mezozoik dönemin (250mln…66mln yıl bundan önce) sonlarında ortaya çıkmışlardır. İlk kuşların vücudunu örten pulcuk tabakası suda ve suda-karada yaşayan canlıların pulcuk tabakasından farklı olarak yuvarlak değil, elips şeklindeydi ve gittikçe daha çok telek şeklini almaktaydı [6]. Bu bir hipotez olsa da, bundan 130 mln. yıl önce telek şeklinde tüylere sahip dinozorların mevcut olduğu net olarak bilinmektedir [7, 8]. Kuş tüylerinin gelişimi ile bağlı Davis ve Briggs tarafından geniş bir özet yayınlanmıştır [9]. Ancak bu özet genellikle geç Jura dönemi ve daha sonraki dönem hakkındadır ve son yılların araştırmaları burada ifadesini bulamamıştır.

İlk kuşlar büyük ihtimalle deniz kıyılarında yaşayarak uçamıyorlardı ve esas geçim kaynakları denizdi. Onların neslinden olan penguenler bu gün de yaşamaktadır. Uçamayan kuşlar *Palaeognathae* çağımızda kuşlar sınıfının iki alt sınıfından birini oluştururlar. Bu kuşların tüy örtüsü yapısına göre diğer kuşlardan farklıdır.

Çağdaş bilim uçan kuşların tüy örtüsünün kanatlardan daha öncemi veya sonramı ortaya çıktığını henüz netleştirememiştir. Aslında çok karmaşık üçlü hiyerarşik bir yapıya sahip kuş teleği şeklindeki tüylerinin ortaya çıkması çok karmaşık proseslerin sonucu olmalıdır. Bazı araştırmacılara göre telek şekilli tüylerin gelişimi dört aşamadan geçmiştir: a) içi boş boru şeklinde tüylerin yaranması ve uzanması, b) telek sapının gelişimi, c) "sakalların" oluşumu, d) "sakalların" üzerinde çengellerin gelişimi [10, 11]. Şekil1.1'de bu gelişimin şematik tasviri verilmiştir. Sonuncu aşamada telekler çağdaş haline dönüşmüşlerdir.



Şekil 1.1. Telek şekilli kuş tüylerinin gelişimi aşamaları [12]

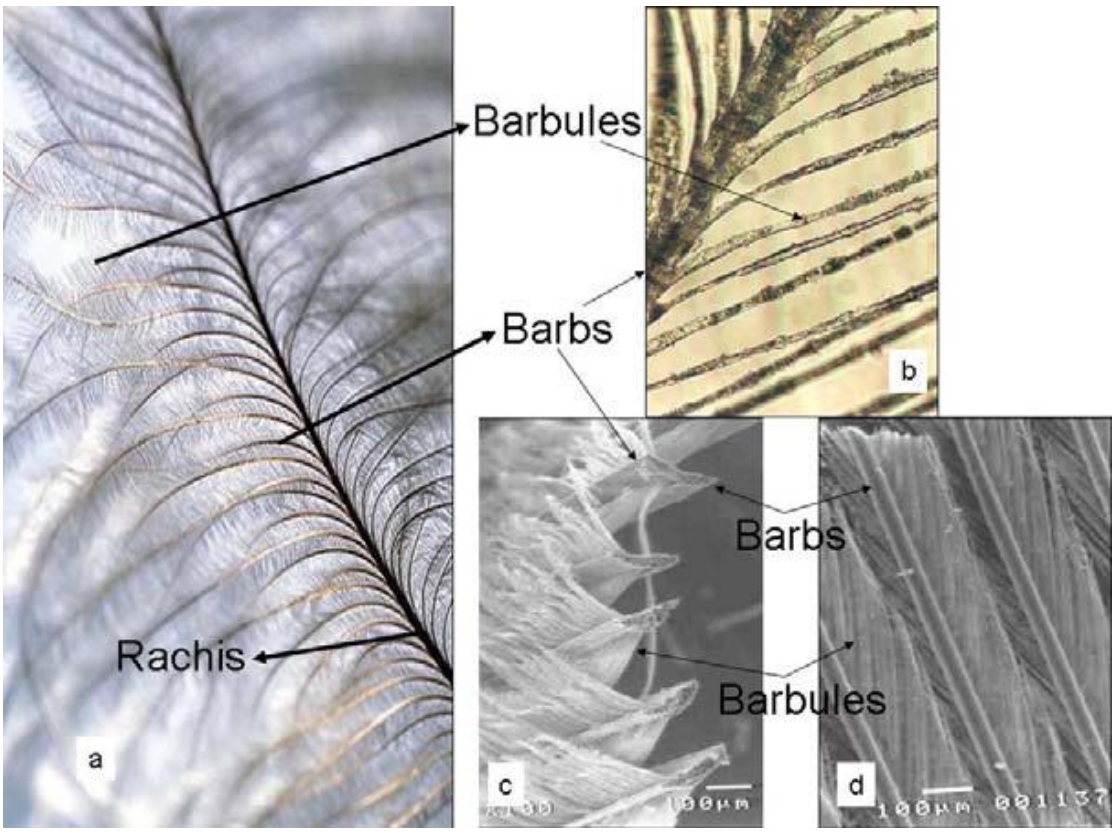
Ev tavuğu *Gallusgallusdomesticus* veya *Gallusdomesticus* uçan kuşlara ait olsa da, iyi uçamıyorlardı. Büyük ihtimalle bu, tavukların çok eski zamanlardan evcilleştirilmesinin sonucudur. Tavukların Milattan 6…8 bin yıl önce Güney Doğu Asya ve Çin'de

evcilleştirilmiş olduğu düşünülmektedir. Mitokondriyal DNA analizleri çağdaş tavukların atalarının Milattan 4000 yıl önce Asya'da evcilleştirilmiş olduğunu, M.Ö. 14. Yüzyılda Mısır ve Orta Doğuya getirildiğini, oradan ise Avrupa'ya yayılmış olduğunu göstermektedir. En eski zamanlardan beri tavuklar etine ve yumurtasına göre yetiştirilmiş, sonrasında ise tüylerinden de yararlanılmıştır[13].

1.2. Tavuk Tüylerinin Yapısı

Tavuk tüylerinin yapısı karmaşık olmak suretiyle diğer kuş tüylerine benzemektedir. Tüyler hiyerarşik ve dallı yapılara sahiptir. Basitçe; bir tüy üç parçaya bölünebilmektedir: tüy sapı (rachis), sakallar (barbs) ve küçük çengeller (barbules).

Kuş tüylerinin birincil yapısı merkez sapından bir açıda genişletilen sakallardan oluşmuş telek şeklindedir. İngiliz dilli literatürde *barbs* olarak adlandırılan bitişik "sakallar" üzerinde *barbules* denilen küçük kancalar mevcuttur (Şekil 1.2) [14].

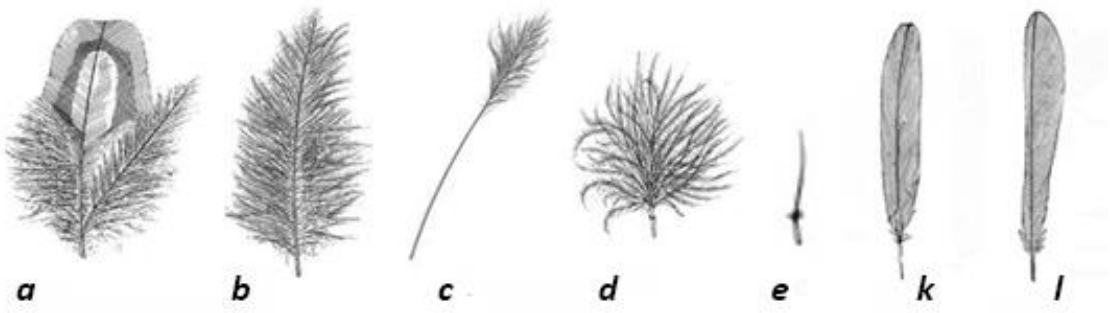


Şekil 1.2. Tavuk tüylerinin yapısı [14]

Kuş tüyleri kendi aralarında dış görünümüne ve tüy yapısına göre seçilmektedirler. Bu seçim, onların yerine getirdikleri fonksiyona bağlıdır. Uçuş için çevre tüyleri ve yalıtım için alt tüyler gibi barbicels içermeyen ve kanat tüyleri gibi barbicels içeren çeşitli tipte tüyler mevcuttur. Kuşun bedeninin farklı kısımlarındaki tüyler birbirinden farklı özellikler göstermektedir.

Kuş tüyleri birkaç kategoride tanınırlar.

Kontur tüyler kuşa yumuşaklık özelliklerine sahip olmak suretiyle görsel olarak yuvarlak şekil sağlamakta, bir de bazı fiziksel özellikleriyle rüzgâra, güneşe ve yağmura karşı korunmayı temin etmektedirler. Kontur tüylerine göre biraz daha küçük tüyler (*semiplumes*) de mevcuttur ki, ana işlevi kuşa termal destek sağlamaktır. Kuşun derisi ile tüyler arasından hava katının oluşturulmasını temin ederek kuşlara hacimsel görünüm veren ve termal izolasyon sağlayan bir grup tüyler de var ki, *alt tüyler* veya *hav tüyleri* olarak adlanmaktadır (*down*). Hav tüyleri daha küçük olmakla birlikte daha yumuşak ve sakalsızdır. Bu tüyler dış çevreden izolasyonu sağlamaktadır ve mükemmel ısı yalıtkanı olarak bilinmektedirler [15]. Yönlendirici tüyler olarak adlandırılan bir başka grup tüyler (*filoplumes*) ise, ince sapa sahip olup, sadece ucunda küçük top sakalları vardır [16]. Bu tüylerin uçuş sırasında kuşlara tüylerin yönünü belirlemek ve bununla da havada kalmakta yardımcı olmak gibi bir duyusal işlevi olduğu varsayılmaktadır. Başka bir grup tüyler var ki, sakalsızdır ve uzunluğu çok da büyük değildir. Bunlar *kıl* olarak adlanır ve büyük ihtimalle gelişmemiş yönlendirici tüylerdir. Bu tüylerin yanı sıra *kuyruk tüyleri* ve uçuşu temin eden *kanat tüyleri* vardır [17]. Şekil 1.3'de bu sınıflandırmaya uygun tüy tipleri verilmiştir.

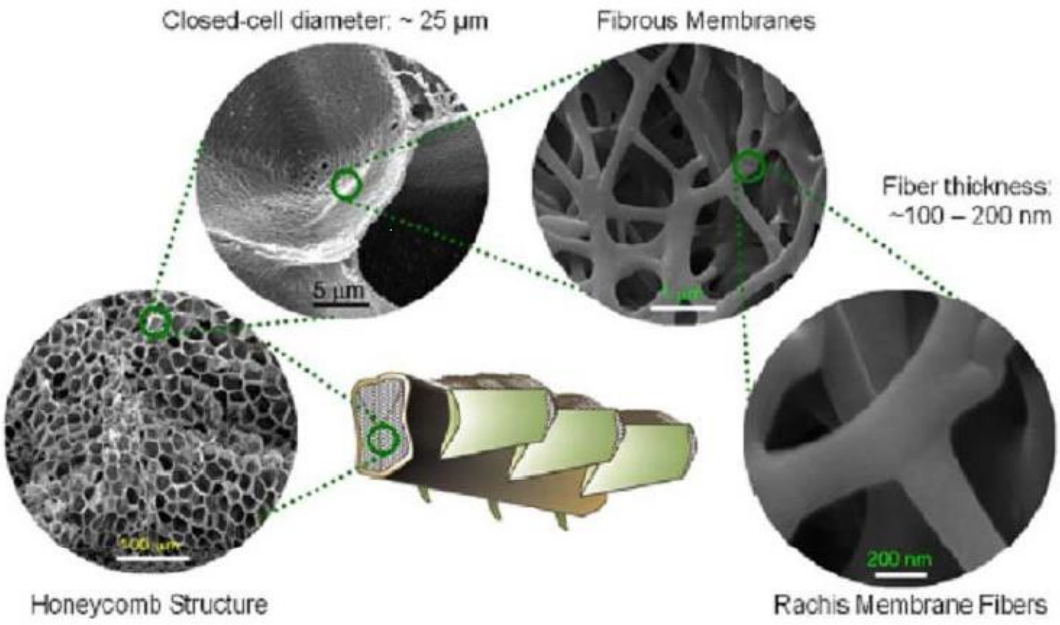


Şekil 1.3. Kuş tüylerinin türleri ve yapısı[17]
a - kontur tüyleri (contourfeathers), *b*–yalıtım tüyleri (semiplumes), *c* - yönlendirici tüyler (filoplumes),*d* - hav tüyleri (downfeathers),*e*–kıl tüyler, *k* – kuyruk tüyleri, *l* – kanat tüyleri

ABD Georgia eyaletine ait Carrollton'daki "Altın Yumurta" tavuk tesisi mühendislerinin araştırmalarına göre, farklı yaş grubuna ait tavuklarda tüy tiplerinin dağılımları farklı olur ve bu farklılık cinslere göre de değişebilir [16].

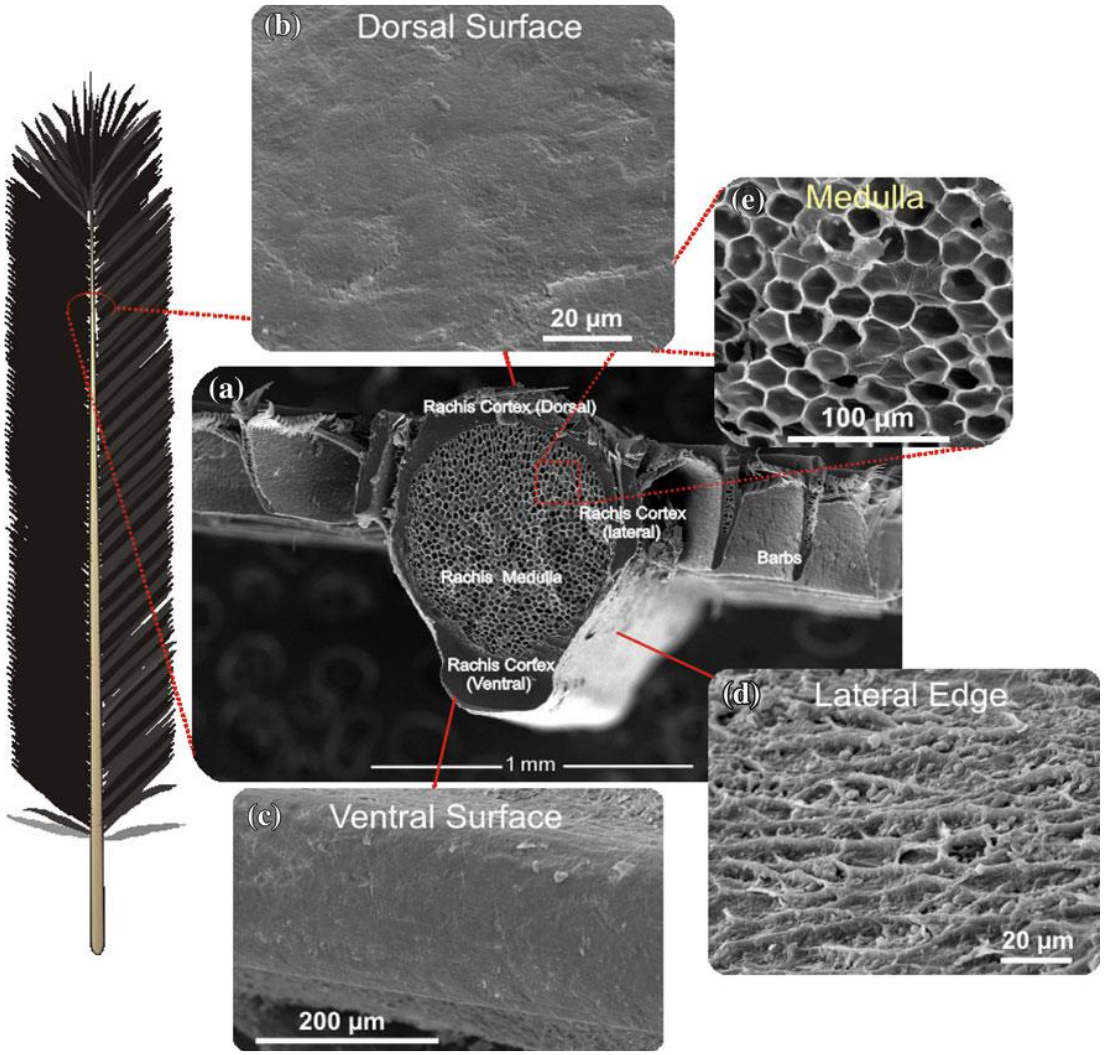
1.2.1. Tavuk Tüylerinin Birincil Yapısı

Kuş tüyleri hiyerarşik bir yapıya sahiptir ve tüylerin dalları taşıyan sap kısmı dallarla birlikte tüyün birincil yapısını oluşturmaktadır. Sap kısmı içi bazı tüylerde kısmen boş olan, genelde ise gözenekli yapıya sahip, uçları her iki taraftan kapalı çubuk şeklindedir. Şekil 1.4 ve 1.5'ten tüy sapının yapısı görülmektedir.

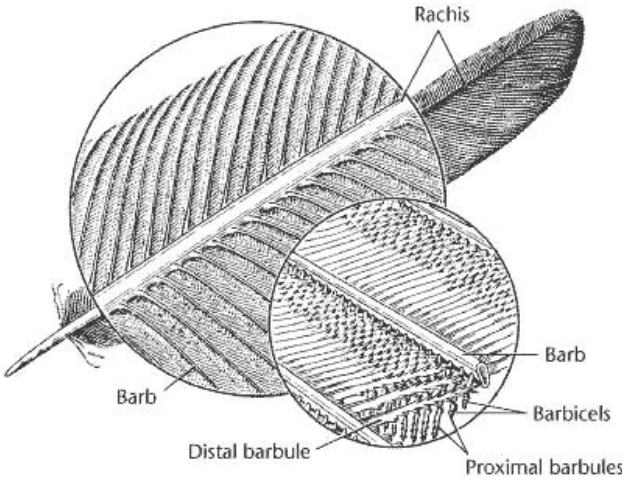


Şekil 1.4. Kuş tüyü sapının iç yapısı [18]

Tavuk tüyünün dalları taşıyan kısmı içi gözenekli yapıya sahip olan sap kısmıdır. Tüy sapının çapı 3 mm kadar olabilir, uzunluğu ise tüy yerleşimine bağlıdır. Dallar, tüylerden bir eksen sağlar ve *sakal* olarak adlandırılarak tüylerin ikincil yapısının oluşturur. Küçük tüyler çok yakın şekilde aralıklıdır ve mukavemet, su itme özelliği sağlamak için küçücük çengellerle birbirine bağlıdırlar. Bu çengeller tavuk tüylerinin üçüncül yapısını oluştururlar [20, 21, 22]. Şekil 1.6'da kontur tüylerinin tipik yapısı verilmiştir.



Şekil 1.5. Kuş tüyü sapının SEM görüntüleri: *a* – sapın en kesiti, *b* – sapın üst yüzeyi, *c* – sapın alt yüzeyi, *d* – sapın yan yüzeyi, *e* – sapın iç yapısı [19]

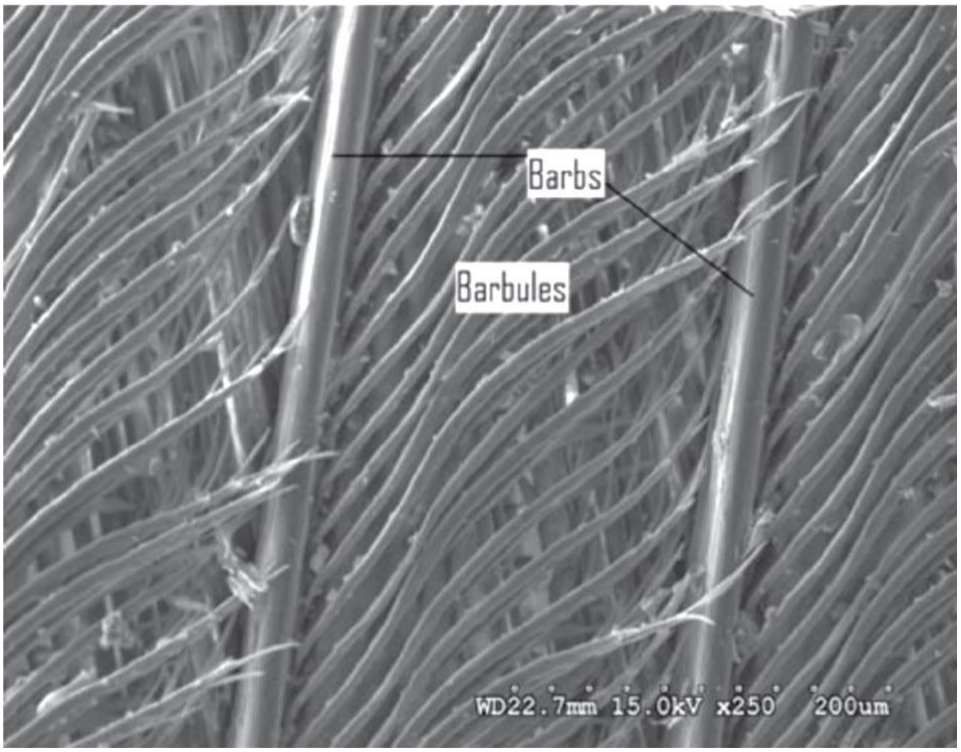


Şekil 1.6. Tipik kontur tüyü [16].

1.2.2. Tavuk Tüylerinin İkincil ve Üçüncül Yapısı

Kuş tüylerinin ikincil yapısı saptan dallanan sakallardan oluşmaktadır. Sakalların uzunluğu 10…35 mm ve çapı merkezden uzaklık ve yakınlığa bağlı olarak 10…50 μm arasındadır [19]. Sakalları ayrıca gözden geçirdiğimizde onların her birinin bir teleğe benzediğini görmek mümkündür. Teleğin sapından dallanan yeni bir sap mevcuttur ve bu saptan yeni dallar çıkmaktadır.

Şekil 1.7'den görülmektedir ki, bu dallar uzunluğuna göre daha kısadır. Bu dallara şartı olarak cengeller denir ve onlar tavuk tüylerinin üçüncül yapısını oluştururlar. Çengellerin (barbules) uzunluğu 0,3…0,5mm, çapı ise 10…30 μm teşkil etmektedir ve çoğunlukla uçları kanca şeklindedir [23]. Bunun sayesinde birbirine yeterince yakın yerleşmiş sakalların cengelleri birbirine geçerek sakalları bir arada tutmakta ve teleğin birincil yapısını oluşturmaktadır (Şekil 1.7) [12, 21].

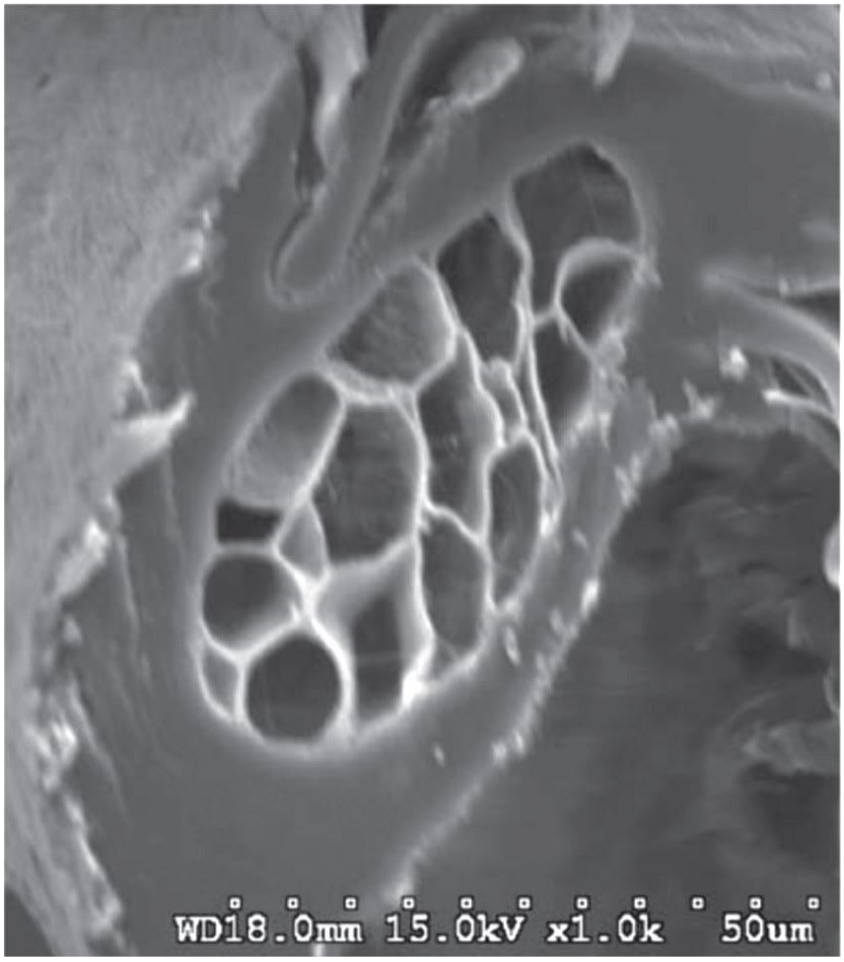


Şekil 1.7. Tavuk tüylerinin ikincil ve üçüncül yapısını gösteren SEM tasvirleri [21]

Kuşlar tüylerini temizlediği zaman gagası ile bu çengellere dokunur ve onlar sanki fermuarın kısımları gibi düzenlenerek birbirlerinin arasına girer ve böylece telek düzgün şekil alır [24].

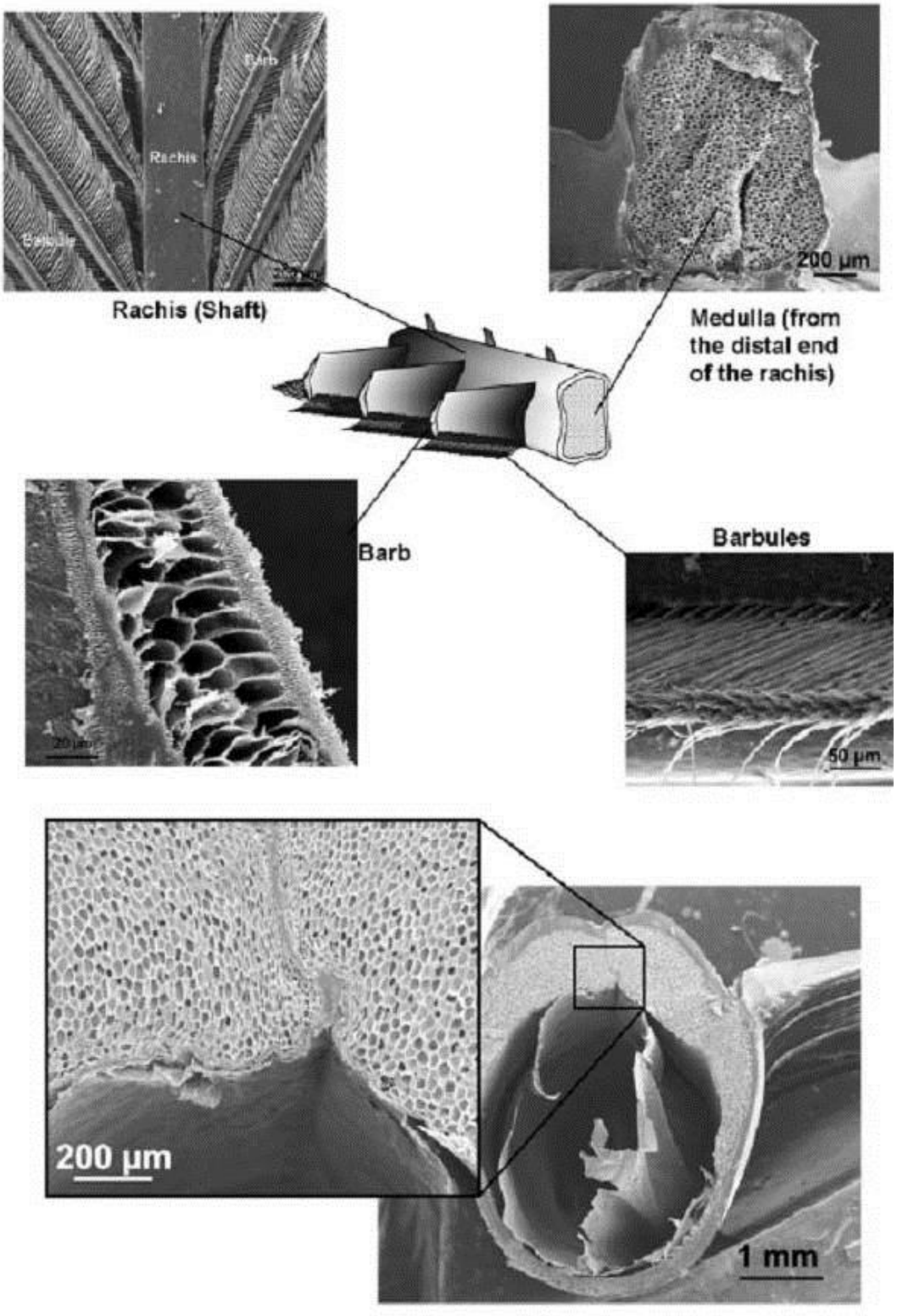
Çengeller (barbules) “sakalları”(barbs) kompozit yapıların üretiminde kullanılması için elverişli kılmaktadır. Örneğin kompozit uygulamaları için tipik lif çapları (cam, karbon ve aramid lifleri) 5…25 μm arasında değişmektedir, bor lifleri ise 100 μm’lik geniş bir çapa sahiptir [25].

Tavuk tüylerinin sap kısmı çok kabadır ve tekstil açısından yararlı değildir. Ancak tüylerinin ikincil yapısını oluşturan sakalları saptan ayırarak liflere dönüştürmek mümkündür. Bu lifler belirli uzunluğa, mekanik özelliklere sahip protein lifleri olarak kullanılabilir. Onların üzerindeki kanca şekilli çengeller ise bu liflerin yüzey alanını oldukça geniş tutmakla birlikte diğer protein liflerinde rastlanmayan bir özelliktir. Bu çengellerin SEM analizi onların da içi boş hücrelerden oluştuğunu ortaya çıkarmıştır (Şekil 1.8) [21].



Şekil 1.8. Tavuk tüyünün üçüncül yapısını oluşturan çengellerin içeriğinin SEM tasviri [21]

Şekil 1.8'de tavuk tüyünün ikincil ve üçüncül yapısını oluşturan sakal ve bu sakallardan çıkan çengellerin SEM analizi sonucu elde edilmiş tasvirleri verilmiştir.



Şekil 1.9. Tavuk tüyü liflerinin yapısı [26]

1.3. Tavuk Tüylerinin Kimyasal İçeriği

Tavuk tüylerinin kimyasal yapısı analiz edilmiş ve Tablo 1.1'deki maddelerden oluştuğu ortaya çıkarılmıştır [27].

Tablo 1.1. Tavuk tüylerinin kimyasal yapısı

Maddeler	Miktarı, %
Protein (keratin)	91
Lipidler	1
Su	8

Tavuk tüylerinin temel yapısını oluşturan kimyasal elementler ise Tablo 1.2'de verilmiştir [27].

Tablo 1.2. Tavuk Tüylerinin kimyasal analizi

Element	%
Karbon	48,83
Azot	13,72
Hidrojen	6,48
Kükürt	2,16
Diğer	29,81

Tablo 1.1'den görüldüğü üzere tüylerin içeriğinin %90'dan fazlasını keratin oluşturmaktadır. Bu durum birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir [14, 15, 22, 26, 18, 12, 21, 29].

Tüylerin yaklaşık olarak %90'nı oluşturan keratinler fibriler proteinlere ait olmak suretiyle yüksek derecede mekanik dayanıma sahiptirler. Farklı amino asitlerin kondanzasyonu (sıklaştırılması) sonucu oluşan fibriler proteinlerin molekülleri ince ve uzun filamansı bir yapıya sahiptir ve bu moleküllerin uzun ekseninin kısa eksene olan oranı 80…150 oluşturmaktadır. Fibriler proteinlerin büyük çoğunluğu suda çözülmez ve büyük molekül kitlesine sahiptirler. Bu maddeler yüksek derecede düzenli bir yapıya

sahip olmakla birlikte bu düzen farklı polipeptit zincirleri arasında ilişkiler sayesinde sabitlenmektedir. Fibriler proteinlerin polipeptit zincirleri birbirine paralel yerleşmek suretiyle uzun lifler (α-yapı) veya katmanlar (β-yapı) oluştururlar [30].

Fibriler proteinlerin üç tipi ayırt edilir:

- α-yapılı fibriler proteinler (keratinler)
- β-yapılı fibriler proteinler (ipek fibrionları)
- kolajenler.

Keratinler, deri epidermisinin türevleri olan saç, tırnak, boynuz, kuş gagası vs. yapıların esasını oluşturmakla birlikte doğada mekanik dayanıklılık açısından sadece eklembacaklıların dış skeletini oluşturan ve kitin olarak adlandırılan azot içeren polisakaritlerden oluşmaktadır [30].

Keratinlerin çok büyük bir kısmı omurgalı canlıların organizmasını koruma fonksiyonunu yerine getiren dış örtüsünde bulunur. Bu örtü dermis ve epidermis gibi iki tabakadan oluşur. Dermis epidermisin altında bulunur, elastin ve kalojenlerden oluşur. Epidermisden oluşan epidermal hücreler bulunmaktadır. Epidermis hücrelerinin sentez ettiği keratinler vücudun üzerinde bir koruyucu katman oluşturur. Bu katmanın yumuşak veya sert yapıya sahip olması vücutta oluşan biosentez proseslerinin özelliklerine bağlıdır. Bu proseslerin sonucu olarak keratinlerin farklı yapısal şekilleri ortaya çıkmaktadır [18].

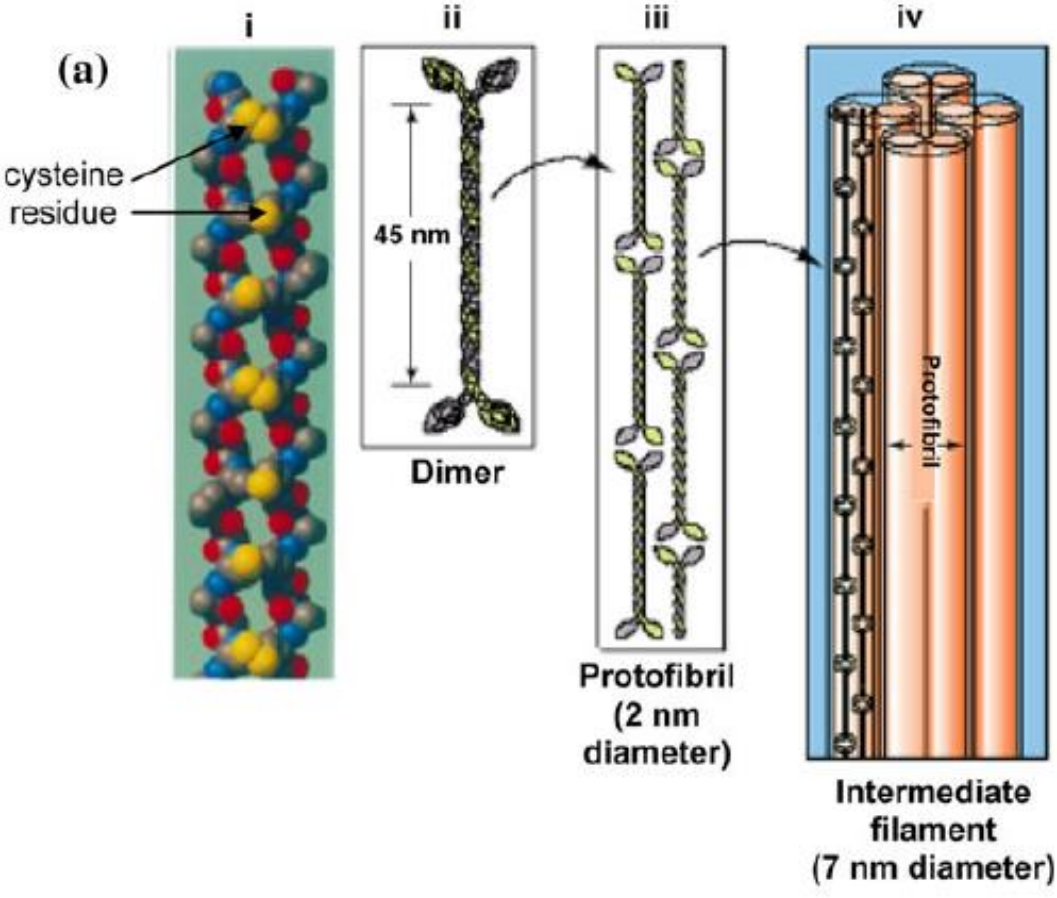
Yapısal açıdan keratinler iki gruba ayrılmaktadırlar: α-keratinler ve β-keratinler.

- α-keratinler molekül ekseni çevresinde spiral şekilde sarınmış bir yapıya sahiptir. Bu keratinler saç, yün, kuş tüyü, boynuz, tırnak maddesinin esasını teşkil etmektedirler.
- β-keratinler ise zikzak şekilli polipeptit zincirlerine sahiptir. Bu keratinler sürüngenlerin tırnak ve kabuklarında, kuşların tüylerinde, gaga ve tırnaklarında bulunur ve daha sert maddeye sahiptir [24].

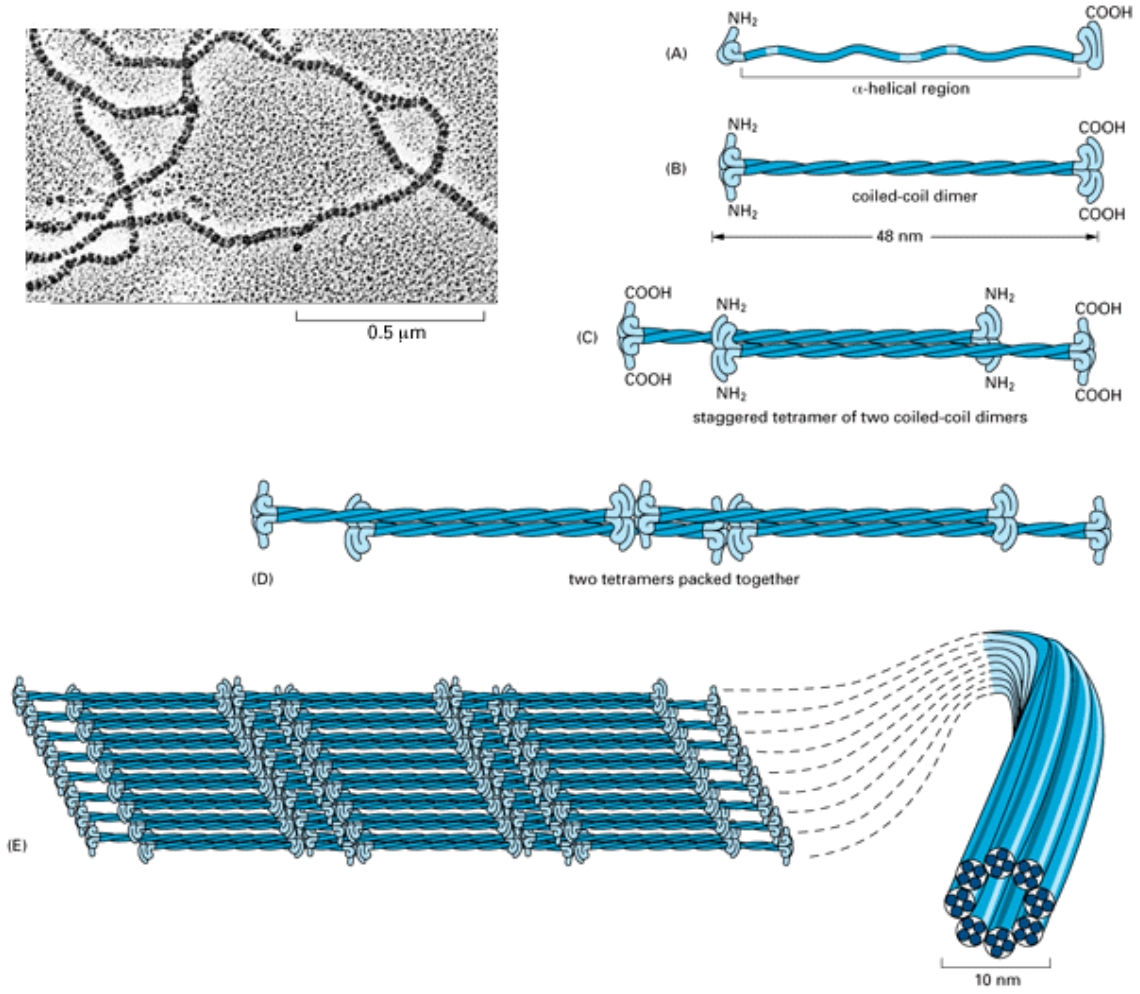
α-keratinler omurgalı canlıların dış koruma örtüsünü oluşturan esas fibriler protein maddeleridir. Bu açıdan kuş tüyü, tavuk tüyleri, saç, yün, tırnak, boynuz, kaplumbağaların kabuğu, kirpi iğnesi, sürüngenlerin pulcukları, derinin kuru kısmı α-keratinlerden oluşmuştur. α-keratinler bir protein ailesidir ve içeriğine göre aynı amin asitlerden oluşmaktadırlar.

Araştırmalardan görüldüğü gibi α-keratinler epidermis hücrelerinde sentez edilir ve onlardan tüyler, tırnaklar, pulcuklar vs. yapılar oluşur. Mesela, saç hücrelerinde keratinin polipeptit zincirleri önce lif oluşturur, bu liflerin bükülmesi sonucu halata benzer yapı oluşur ve bu yapı zaman içerisinde hücrenin içerisini tamamen doldurur. Yoğunluğu artan hücre ölür ve hücre duvarları saçın çevresinde pulcuklar şeklinde kılıf (kütikül) oluşturur. Tırnak, telek, pulcuk vs. yapılar da benzeri şekildedir. Ancak daha karmaşık prosesler sonucu oluşur [24].

α-keratinler uzun ve muntazam bükülmüş yapıya sahiptirler. Örneğin saç ve yünün 54nm uzunluğunda, koçboynuzunun 45nm uzunluğunda birimlerden oluştuğu bilinmektedir. Muntazam bükülmüş ikişer tane polipeptit zincirleri genelde sağ spiral şeklinde birbirlerine sarınır ve halata benzer dimerler oluştururlar (Şekil 1.10). Bu dimerler baş-uç olmak suretiyle düzenli bir şekilde birleşerek protofibrilleri oluştururlar. 8 tane protofibril bir arada mikrofibrilleri, onlar ise makrofibrilleri oluşturur [19]. Şekil 1.10'da bu oluşum daha detaylı görülebilir.



Şekil 1.10. α-Keratinin moleküler yapısı [31]



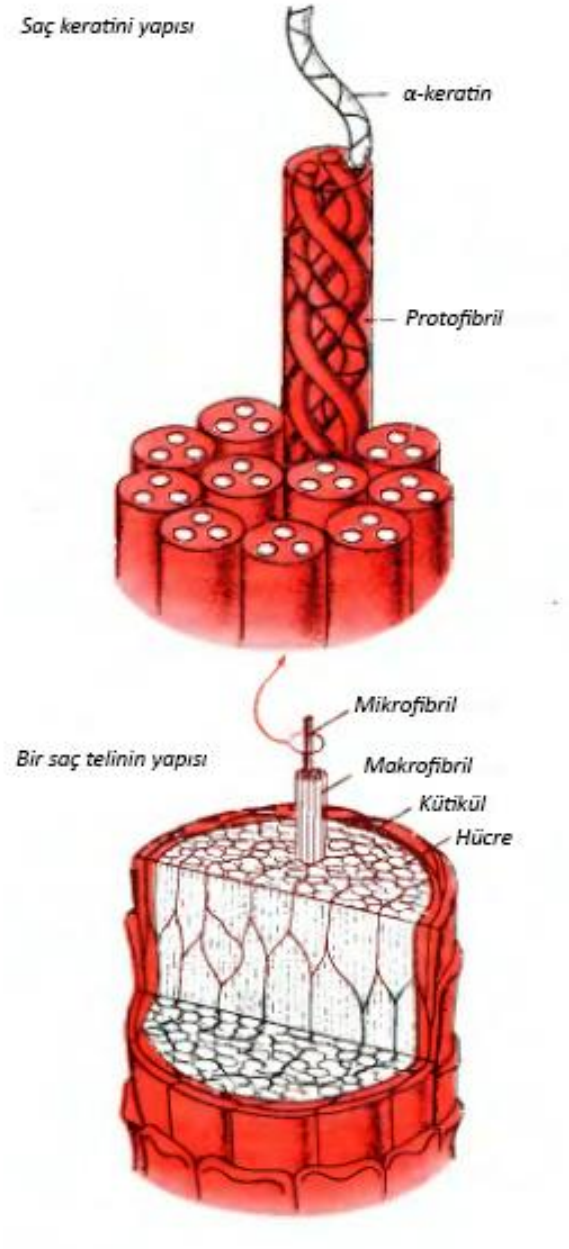
Şekil 1.11. α-Keratin moleküllerinden liflerin oluşumu [31]

İnsanın saç telinde protofibriller üçer sarınmış polipeptit zincirlerinden oluşmaktadır ve 11 adet böyle organize olmuş "halat" ise 8nm çapında mikrofibrilleri oluşturmaktadır. Şekil 1.12'de saç telinin α-keratin spirallerinden oluşmuş yapısal tasviri verilmiştir [24]. Şekil 1.13'den ise yün liflerinin hiyerarşik yapısı izlenebilir.

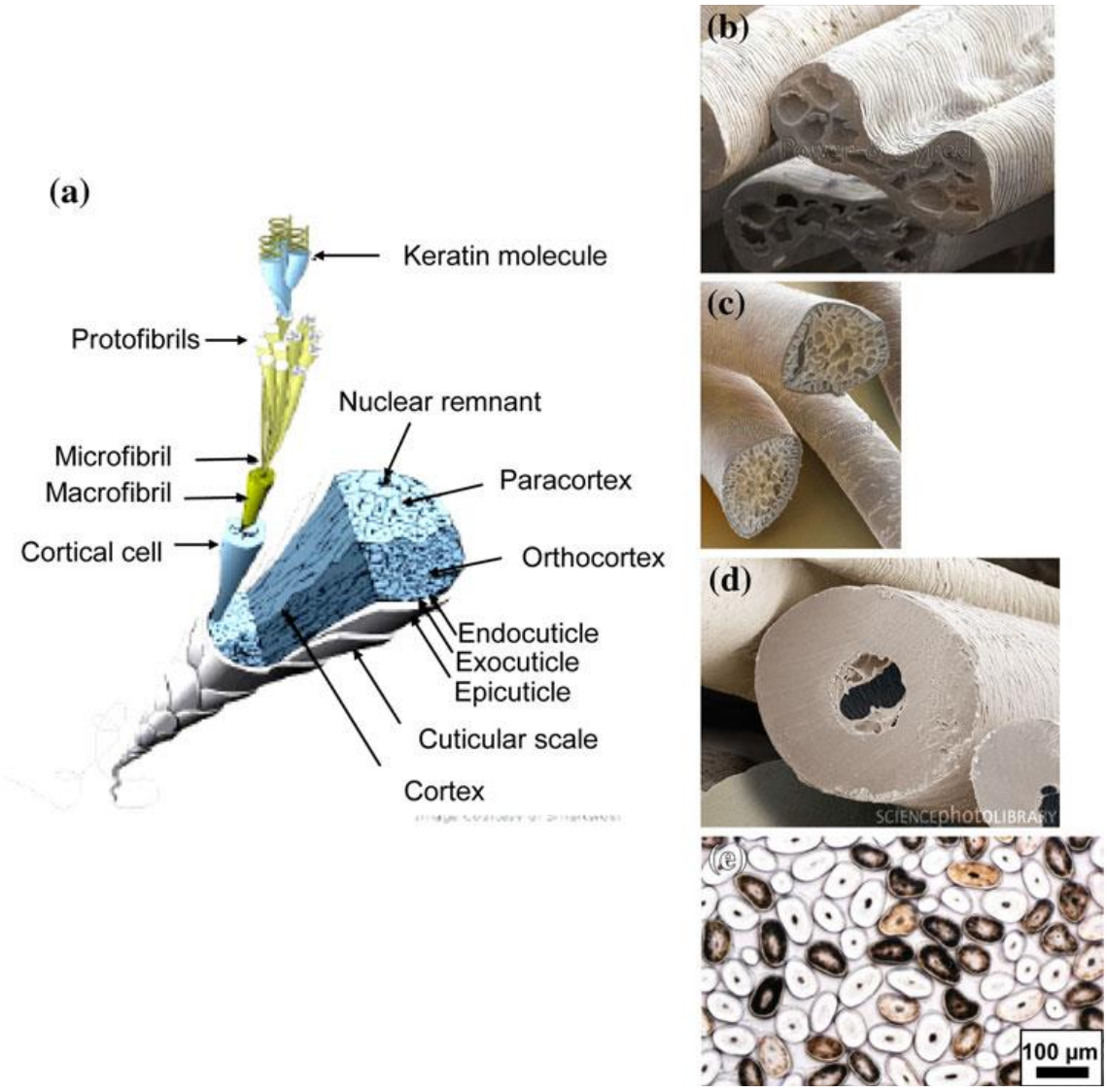
α-keratinlerin içeriğinde sistin olarak adlandırılan amin asidi çoğunluk teşkil etmektedir ve bu asit kalıntısının miktarı α-keratinlerin sertliğini ve dayanıklılığını belirlemektedir. Sistin kalıntıları komşu polipeptit zincirleri arasında disulfit (-S-S-) bağları oluşturma kabiliyetine sahiptir ve bu bağlar kovalent bağlar oldukları için çok yüksek mukavemete sahiptir.

α-keratinler 7,0 pH ve fizyolojik sıcaklık şartlarında suda çözünmezler ve bu da α-keratinlerin içeriğinde hidrofob asitlerin çoğunluk oluşturmasından kaynaklanmaktadır.

Su buharının etkisi altında α-keratinler önemli derecede uzayabilirler ve kuruduktan sonra eski hallerine dönerler. Bunun nedeni zincir içinde halkaları birbirine bağlamak suretiyle polipeptit zincirlerinin spiral yapısını temin eden hidrojen bağlarının su molekülleri ve sıcaklığın etkisi altında kopması ve soğumadan sonra bu bağların yeniden oluşmasıdır.



Şekil 1.12. Saç telinin yapısı [31]

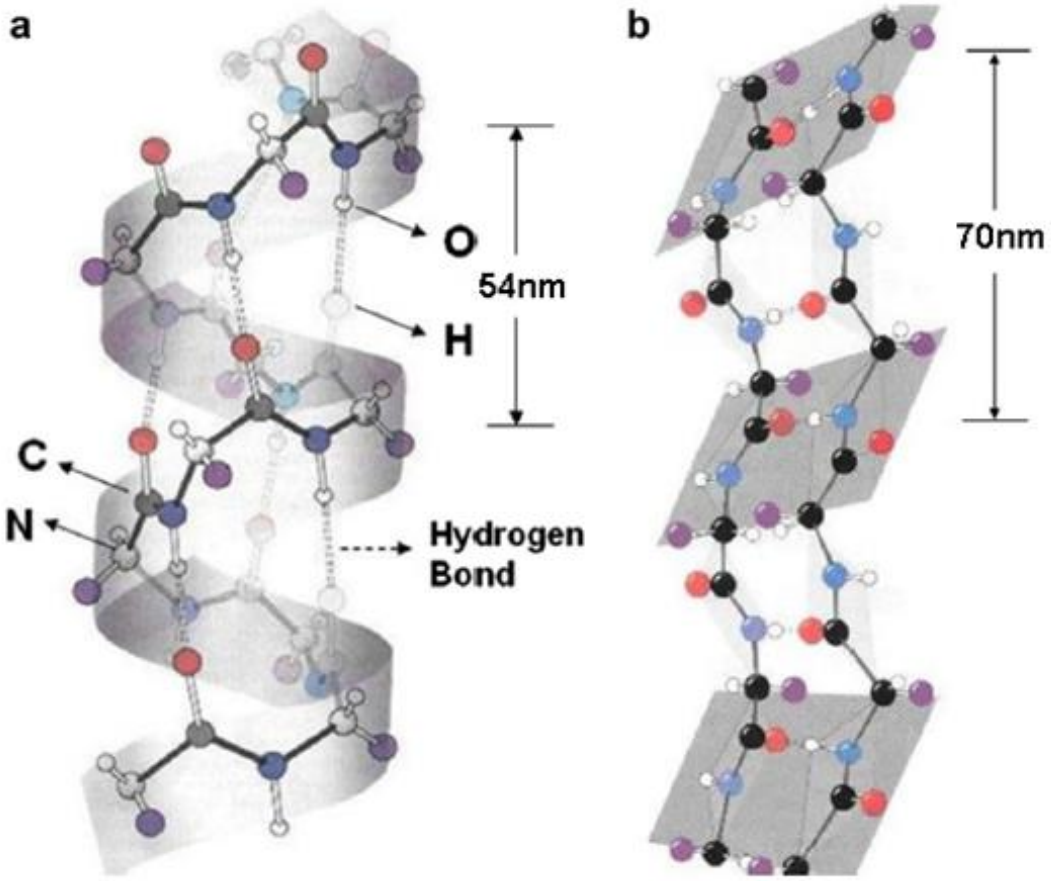


Şekil 1.13. *a* - Yün lifinin hiyerarşik yapısı, *b* – Avrupa tavşanı tüyünün kesiti, *c* – elik tüyünün kesiti, *d* – kutup ayısı tüyünün kesiti, *e* – 60 yaşlı bayan saç telinin kesiti [19]

β-keratinler ise α-keratinlerden farklı olarak spiral değildir, zikzak şekilli yapılar oluşturmaktadırlar (Şekil 1.14). Bu maddeler de fibriler yapıya sahiptir ve suda çözünmezler. Daha yumuşak olmalarına rağmen uzama kabiliyetine sahip değillerdir. Onlar α-keratinlerden yapıda tekrarlanan birimlerin daha uzun (0,7nm) olmasıyla ve mikrofibrillerin çapının 4nm teşkil etmesiyle seçilir [32].

β-keratinler sanki α-keratin zincirlerinin çekilerek uzamış şeklidir. Burada zincir içi hidrojen bağları bulunmamaktadır. Onların yerine komşu zincirler arasında hidrojen bağları mevcuttur. Komşu zincirler arasında sistin bağları yoktur. β-yapılar ancak

polipeptit zincirlerinde uygun asit kalıntılarının belirli sırada yerleşmesi durumunda oluşabilir Örneğin ipek ve örümcek ağı maddesinde glisin ve alanin kalıntıları üstünlük teşkil etmektedirler. İpek fibroininde her iki asittten biri glisindir [24]. Su buharının etkisi altın bu keratinler de α-keratinler gibi davranmaktadır [33].



Şekil 1.14. α-keratinlerin spiral (*a*) ve β-keratinlerin zikzak şekilli yapıları (*b*) [22]

Tavuk tüylerini oluşturan polipeptit zincirlerini teşkil eden amino asitlerin (Tablo 1.3) bazıları hidrofob, bazıları ise hidrofil özelliğe sahiptir. Tavuk tüylerinin içeriğinde bunların oranı 60:40 gibidir [34]. Bu tavuk tüylerinin hidrofob olmasının yanı sıra higroskopik özelliklerinin de olduğunu göstermektedir. Tavuk tüyü maddesindeki amino asitler (serin) havadan bile nemi alma kabiliyetine sahiptir. Bu tüylerde yağ bileşeni varlığı yaklaşık %1,53'tür.

Tablo 1.3. Tavuk tüylerinin amino asit içeriği [34].

Fonksiyonel gruplar	Amino asitler	Miktarı (%)
Negatif yüklü	Aspartik asit	5
	Glutamik asit	7
Pozitif yüklü	Arginin	5
Özel konfomosiyonel	Prolin	12
	Glisin	11
Hidrofobik	Fenilalanin	4
	Alanin	4
	Sistein	7
	Valin	9
	İzolösin	5
	Lösin	6
	Tirozin	1
Hidrofilik	Treonin	4
	Serin	16

Tavuk tüylerinin ana maddesi olan keratin tüyler için çok önemli bir madde olarak sıcaklık kontrolü, fiziki ve kimyasal koruma içeren hassas fonksiyonların geneline katkıda bulunmaktadır. Yün içeren saç liflerinin yapısı ile ilgili yapılan çalışmalar, silindirik yapıya sahip tüylere göre daha yüksek organize olmuş yapı olan karmaşık dallı yapıların daha farklı özellikler ortaya çıkardığı görülmektedir. Tavuk tüylerinin belirgin bir morfolojik özelliği olan bu dallanmış yapı, tüylerin biyolojik evriminde onlara orijinal özellikler kazandırmıştır.

1.4. Tavuk Tüyü Lifleri ve Özellikleri

1.4.1. Tavuk Tüylerinden Lif Elde Edilmesi

Tavuk tüyü lifleri, aslında tavuk tüyünün gövdesinden sıyrılarak veya kesilerek ayrılan sakallardır. Bu lifler özel yapılarından dolayı çok yüksek özelliklere sahip protein lifleri olarak görülmektedir. Buna göre de son yıllarda bu liflere olan dikkat gittikçe artmakta ve tavuk tüyü ile bağlı yapılan araştırmalar genişlemektedir. Buna rağmen bu liflerin elde edilmesi için ticari sistemler henüz geliştirilmiş değildir.

Tavuk tüyü liflerinin yapı ve özellikleri çeşitli uygulamalar için benzersiz bir malzeme olduğunu göstermiştir. Delikli bal peteği yapılarının varlığı tekstil ürünleri olarak kullanılacakları zaman sakalların, yani tavuk tüyü liflerinin düşük yoğunluğu, yüksek esnekliği ve diğer özellikleri onları diğer doğal ve sentetik liflerden çok farklı kılmaktadır [21].

Tavuk tüyü liflerinin SEM analizi onların keratin esaslı yün liflerinden farklı olarak içinin boş değil, omurga iliği maddesinden oluşan köpük şekilli gözenekli bir yapıya sahip olduklarını ortaya koymuştur [14]. Bu liflerin özgül ağırlığı yaklaşık olarak 0,8g/cm^3 teşkil etmektedir. Bu da selüloz (1,5g/cm^3) ve yün (1,3 g/cm^3) liflerine göre çok daha hafiftir [21]. Bu gün bilinen hiçbir doğal veya yapay lif bu açıdan tavuk tüyü ile kıyaslanamaz [35]. Bu gün bilinen bütün liflerden daha hafif olan bu lifler her hangi sentetik malzemeden daha yüksek yalıtım özellikleri sergilemektedir [36].

Literatürde belirtilen tavuk tüyü liflerinin uzunluğu 3-13mm aralığındadır [37]. Bu durum belirtilen durumda tavuk tüylerinden iplik üretimine imkan vermemektedir. Bugünkü şartlar altında tavuk tüyü liflerinden kompozit malzemeler üretilmektedir [37, 14, 38]. Buna göre de tavuk tüyü lifleri ile ilgili araştırmalar esasen bu yönde ilerlemektedir. Tavuk tüyünün polimerler ile karışımını kullanarak geliştirilmiş kompozit yapılar hafiflik ve yüksek elastikiyet gibi birçok farklı özellikler göstermektedir [39].

Tavuk tüyünde lifler (sakallar) ile sert gövde yaklaşık aynı oranda ağırlığa sahiptir. Ayırma işleminden sonra kullanıma uygun olan yumuşak lifçikler seçilir. Toplanan lifçikler polar çözücülerle (etanol vb.) temizlenir; kurutulduktan sonra fiziksel özellikleri saptanır. Bu liflerin kesitleri ince (en fazla 50 mikron) ve uzunlukları 10-30 mm arasındadır [40].

Tavuk tüyü diğer lifli malzemelerle benzer özelliklere sahiptir ve özellikle keratin yapıda olmasından dolayı yüne benzer. Bazı özel uygulama alanlarında yün ve pamuk gibi doğal liflere kıyasla daha üstün özelliklere sahiptir. Bunlardan en dikkat çekeni yarıçapının daha ince olması ve emme özelliğinin diğer liflere kıyasla daha fazla olmasıdır. Liflerin ince olması temas yüzeyinin de daha geniş olmasını sağlar. Islak ortamda bozulmaya karşı dayanımı yüksektir, suya doymuş halde bile hacmini koruma eğilimindedir. Kristal yapısından dolayı kararlı ve dayanıklıdır. Bu özellikler kullanım alanlarının genişlemesine ve pahalı liflere daha ucuz alternatif oluşturmasına neden olur. Tavuk tüyü lifleri yün veya selüloz liflerine göre daha yüksek absorbsiyon kabiliyetine sahiptir [37]. Tavuk tüyü liflerinin birçok avantajı incelenebilmekle beraber uygulamaların komple görünümü, her bir partiküler lifin fiziksel testlerini mümkün kılabilmektedir [15].

Bugün tavuk tüyü liflerinden endüstriyel ölçekte herhangi bir ürün üretimi gerçekleştirilmemektedir. Bunun nedeni sanayi üretimini mümkün kılacak ölçüde ve durumda tavuk tüyü liflerini elde edecek teknoloji ve donanım olmamasıdır.

Literatürde tavukların cinsi, beslenme şartları, tavuk tüylerinin elde edilmesi usulleri, tavuk tüyünün life dönüştürülmesi usullerinin tavuk tüyü liflerinin özelliklerine etkileri ile ilgili bilgilere rastlanmamıştır.

1.4.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Mekanik Özellikleri

Tavuk tüyü lifleri kompozit uygulamalar için oldukça cazip görünmektedir. Tavuk tüyünün polimerler ile karışımını kullanarak geliştirilmiş olan kompozit yapılar hafiflik ve yüksek elastikiyet gibi önemli özellikler göstermektedir [39, 41, 42]. Tavuk tüyü liflerinden yararlanarak kompozit yapıların geliştirilmesi söz konusu liflerin mekanik özelliklerinin incelenmesini istemektedir. Bu yönde bazı çalışmalar yapılmıştır ve yapılmaya devam edilmektedir.

Araştırmalar keratinin yapısını oluşturan amino asitlerin yerleşiminin tüylerin birçok özelliklerinin belirleyicisi olduğunu ve bu özelliklerin sadece bunun sonucu olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Burada önemli derecede molekül zincirleri arasındaki ve zincirlerin içerisindeki bağların da rolü vardır. Örneğin yüksek derecede "dikilmiş" olan yapılar daha yüksek mekanik özelliklere sahip olmaktadır [44].

Tavuk tüylerinin ve tavuk tüylerinden elde edilen liflerin mekanik özellikleri birçok araştırmacı tarafından ele alınmıştır. Tavuk tüyü liflerinin çekme sırasında kopma uzamasının normal dağılışa sahip olmak suretiyle %6,93, çekme sırasında elastikiyet modülünün 3,59±1,09GPa ve kopma mukavemetinin de 203±74MPa gibi ortalama değerlere sahip olduğu görülmüştür [44].

Reddy ve Yang tavuk tüyü liflerinin mekanik özelliklerini hindi tüyleri ve yün lifleri ile kıyaslamıştır (Tablo 1.4). Araştırma sonucunda tüy tipinin liflerin mekanik özellikleri açısından önem taşıdığını vurgulamışlardır [21]. Onların düşüncesine göre, kuş tüylerinin mekanik özellikleri her şeyden önce tüylerin kalınlığına bağlıdır ve bu da söz konusu tüylerin taşıdığı fonksiyonla ilgilidir.

Tablo 1.4. Tavuk tüyü lifleri, hindi tüyü lifleri ve yün liflerinin mekanik özellikleri [45]

Lifler	İnceliği, denye	Uzunluğu, cm	Mukavemeti, MPa	Kopma uzaması,%	Modülü, MPa
Tavuk tüyü lifi	76	1,5-4,5	187,2±59,8	7,7±0,85	4628±1449,5
Hindi tüyü lifi (a)	142	5,2	107,9	7,96	2021,5
Hindi tüyü lifi (b)	55,2	4,1	46,8	16,43	581,1
Yün lifi	11	4,5-11,5	156-234	30-40	3900-5850

Araştırmalar aynı kuşa ait farklı tüylerin farklı mekanik özellikleri olduğunu göstermektedir. Bu söz konusu özelliklerin evrim sürecinde tüylerin fonksiyonlarına uygun şekilde geliştiğini ortaya koymaktadır. Bu değişkenlik tüyü oluşturan keratinlerin yapısı ve polipeptit zincirleri içinde ve zincirler arasında bağların varlığı ve türü ile belirlenmektedir [45].

Bazı kuşların tüylerinde sap kısmı analiz edilmiş ve uçan kuşların tüylerinin uçmayan kuşların tüylerine göre daha yüksek elastikiyet gösterdiği belirlenmiştir. Uçan farklı kuşların kanat tüylerinden alınmış numunelerin analizi onların yaklaşık olarak aynı Young modülü değerini (2,5GPa) sergilediklerini ortaya koymuştur [46].

Diğer taraftan tüylerin sap kısmında kökten uca doğru gittikçe Young modülünün değeri de artmaktadır. Bu ise liflerin deformasyona karşı mukavemetinin artması anlamına gelmektedir. Bu mukavemetin sapın kalınlığı ile doğru orantıda olması tüylerin uca doğru gittikçe incelmesine imkan sağlamaktadır [46].

Bir başka çalışmada ise hindi tüylerinden elde edilmiş liflerin özelliklerinin incelenmesi, rachis boyunca hindi tüyü liflerinin modülünün tüy omurgasından uzaklaştıkça arttığını tespit etmeğe olanak sağlamıştır [47].

Tüylerin yalnız elastikiyeti değil, diğer mekanik özellikleri de kökten uca doğru gittikçe değişmektedir. Ayrıca uçan kuşların tüyleri uçmayan kuşların tüylerine göre daha yüksek elastikiyet sergilemektedir [48]. Sıcaklığın artması ise Young modülünün değerinin azalmasına, diğer bir değişle tüylerin elastikiyetinin azalması anlamına gelmektedir [44].

Kuş tüylerinin mekanik özellikleri nemin etkisi altında değişmektedir. Araştırmalar sonucu nem oranının artmasıyla tüylerin elastikiyetinin azaldığı belirlenmiştir [49, 32].

Nemin tüyleri terk etmesiyle keratinin molekül zincirlerinin birbirine daha sıkı bağlanması tüylerin daha yüksek sertlik göstermesine neden olur [5].

Araştırmalar sadece tüylerin elastikiyeti değil, çekme mukavemeti de tüydeki nem oranının artmasıyla düştüğünü göstermektedir [50].

1.4.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Fiziksel Özellikleri

Tavuk tüyü liflerinin fiziksel özellikleriyle ilgili yapılan çalışmaların yer aldığı edebiyat çok değildir. Buna rağmen bazı bilgilere ulaşılması mümkündür.

1.4.3.1. Tavuk Tüyü Liflerinin Ebatları

Bilindiği üzere lif uzunluğunun önemi, örneğin bu liflerin bir araya gelerek oluşturduğu bir ipliğin mukavemetine etki etmesi bakımından büyüktür. Genel olarak bir ipliğin mukavemeti hiç bir zaman o lifleri meydana getiren liflerin mukavemet toplamına eşit değildir. Zira iplik kopacak derecede çekildiği anda liflerin bir kısmı mutlak olarak kopmayıp birbirinden sıyrılır ve ayrılırlar. Bu durumda, lifler ne kadar uzun olursa ve uzun mesafeden birbirlerine sarılmış olurlarsa, temas alanlarını çoğalmış olur, böylece de sıyrılma güç olacağından mukavemet de artmış olur. Biz tüm üretimlerimizde yüksek mukavemet değerine sahip malzemeler üretmek isteriz. Bu çalışmada yapılan edebiyat analizinde tavuk tüyü liflerinin ebatlarıyla bağlı farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür.

Örneğin Kar ve Misra'ın yapmış oldukları bir çalışmada tavuk tüyü liflerinin çapı taramalı elektron mikroskop (SEM) ile ölçülmüş ve lif çaplarının 5…50μm aralığında değiştiği görülmüştür [51]. Bir başka çalışmada ise Dweib ve arkadaşları tavuk tüyünden elde edilen lifleri inceleyerek bu liflerin 3…13cm uzunluğunda, çaplarının ise 6…8μm arasında değiştiğini bildirmişlerdir [39]. Bu değerler 400…2200 en-boy oranlarına karşılık gelmektedir.

Barone ve Schmidt'de tavuk tüyü liflerini incelemişlerdir. Onlar ise lif uzunluğunun 3,2…13mm aralığında değiştiğini, lif çapının ise yaklaşık olarak 5μm olarak sabit olduğunu belirtmişlerdir [52]. Bu değerler ise 600…2600 en-boy oranına karşılık gelmektedir. Hong ve Wool tarafından yapılan araştırmalarda tavuk tüyü lifleri için lif çapı 6 mikron ve lif uzunluğu ise yaklaşık 8mm olmuştur ve bu 1000 en-boy oranına uygundur [53].

Bu verilerden görüldüğü gibi farklı çalışmalarda tavuk tüyleri için farklı ölçme sonuçları ortaya çıkmıştır. Bu, büyük ihtimalle tavukların cinsine ve beslenme şartlarına bağlı olmalıdır.

1.4.3.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Özgül Ağırlığı

Yoğunluk, birim hacimdeki madde miktarını ifade etmek için kullanılan bir büyüklüktür ve cismin birim hacminin kütlesi ile belirlenmektedir. Bundan farklı olarak cismin özgül ağırlığı, cismin birim hacminin ağırlığı, yani yer tarafından çekim kuvvetiyle belirlenir. Liflerin yoğunluğu ve özgül ağırlığı bunlardan yapılan kumaş ve benzeri materyallerin uygun olarak kitlesini ve ağırlığını belli eder.

Özgül ağırlığı yüksek olan liflerin daha yüksek mukavemet değerlerine sahip olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra giyim eşyalarında hafif olanlar tercih edilmektedir. Bu nedenle yoğunluğu düşük ve mukavemeti yüksek olan bir lif dokumak için ideal bir madde sayılır. Tavuk tüylerinin özgül ağırlıklarının bize sunmuş olduğu avantajlardan dolayı ilerde birçok sektörde tercih edilme ihtimali yüksektir. Bu verilerden yola çıkarak tavuk tüyü materyalinin ideal bir malzeme olduğu gerçeği yadsınamaz. Literatür incelemesi yapıldığında çıkan sonuçlar bunu destekler niteliktedir.

Hong ve Wool yapmış olduğu çalışmada tavuk tüyü liflerinin yoğunluğunun 0,8g/cm³ olduğunu bildirmişlerdir. Hong ve Wool tarafından belirtilen bu değer özellikleri bilinen tavuk tüyü liflerinden ölçülmüştür. Değer, lifin dış çapı, lif duvarının kalınlığı ve yoğunluğu göz önüne alınarak hesaplanan yoğunluk ile teyit edilmiştir [53].

Barone ve Schmidt tavuk tüyü liflerinin yoğunluğunu ölçmüş ve yoğunluk değerinin 0,89 g/cm³ olduğunu bildirmişlerdir [52]. Barone ve Schmidt ölçtükleri bu değerin yoğunluğu nasıl temsil ettiği konusunda yorum yapmamışlardır.

Arai ve arkadaşları ise tavuk tüyü lifleri için yoğunluk olarak 1,3g/cm^3 gibi bir değer ölçmüşlerdir [54]. Barone ve Schdmidt tarafından ölçülen değerin Arai ve arkadaşları tarafından ölçülen değere göre Hong ve Wool'un ölçmüş oldukları 0,80 özgül ağırlık değerine çok daha yakın olduğu görülmektedir. İstenilen durumda bu değerler bize tavuk tüyü liflerinin yoğunluğunun gerçek değerinin tartışmalı olduğunu göstermektedir.

Kock yaptığı araştırmalarda tavuk tüyü liflerinin ve tüylerinin özgül ağırlığını ölçerek lifler için 1,0…1,2g/cm3, tüyler için ise 0,7…0,9g/cm3 gibi değerler almıştır [55].

Tablo 1.5'te doğal lifler ve cam elyafları için yaklaşık özgül ağırlık değerleri verilmiştir. Tavuk tüyü liflerinin özgül ağırlığının bütün durumlarda diğer lifler arasında düşük bir değere sahip olduğu buradan görülebilir.

Tablo 1.5. Doğal liflerin özgül ağırlığı ve mekanik özellikleri [56]

Fiber	Specific Gravity	Tensile Strength (Mpa)	Modulus (Gpa)	Specific Modulus
Jute	1,3	393	55	38
Sisal	1,3	510	28	22
Flax	1,5	344	27	50
Glass Fiber-E	2,5	3400	72	28

1.4.3.3.Tavuk Tüyü Liflerinin Nem İçeriği

Tavuk tüyü lifleri yeterince yüksek hidrofilliğe sahip olduğu için nem içeriği bu liflerin çok önemli parametrelerinden biridir. İşlenmiş tavuk tüyü materyalinin nem içeriği proses ve çevre koşullarına bağlı olarak değişebilir.

Kesimhanelerde tavuk tüyü tavuklardan sıcak su ve mekanik işlemlerle çıkarılmaktadır ve çıkan tüyler su teknesinden işlem teknesine taşınır. Sonuç olarak, tüyler işlem görmeden önce sudan doymuş bir hale girebilir. Buna göre de işlenmiş tavuk tüyü materyallerinin nem içeriği önemli ölçüde değişebilir**.** Bir çalışmada tavuk tüylerinin %12…13 nem oranına sahip olduğu gösterilmiştir [51].

Xiuling Fan tavuk tüyü liflerinin nem oranının %7 civarında olduğunu ifade etmektedir [29].

Kock yaptığı çalışmada tavuk tüyü ve tavuk tüyünden elde edilen lif numunelerini 23°C sıcaklık ve %50 nispi nem ortamında tutmuştur. Ölçmeler sonucu hem tüylerde, hem de liflerde nem oranının aynı, yani %16…%20 aralığında olduğu, nem oranının ise tüy tiplerine göre değiştiği tespit edilmiştir [55].

Nem oranının %16…%20 olması tavuk tüyü liflerinin higroskopik olması anlamına gelmektedir. Bu sonuç diğer çalışmaların sonuçları ile de örtüşmektedir. Keratinin hem hidrofilik hem de hidrofobik özelliklere sahip olduğu kabul edilmektedir [14]. Keratin

monomeri içindeki 95 amino asidin 39'u hidrofiliktir. Tavuk tüylerinin içeriğinde daha önce kaydedildiği gibi hidrofobik ve hidrofilik amino asit kalıntılarının oranı uygun olarak 60:40 gibidir [30]. Hidrofilik asitlerin, özellikle serin molekülü yüzeyindeki serbest OH gruplarından dolayı tavuk tüyünü teşkil eden keratinler havadan nemi çekme kabiliyetine sahiptir [57]. Böylece tavuk tüyü materyalinin higroskopik olduğu düşünülmektedir.

Tavuk tüyü lifleri ile bağlı benzeri bir çalışma yapılmasa da, devekuşu tüyü materyalinin %50 nispi nem ortamında % 17, %100 nispi nem ortamında ise %28,4 nem kütlesine sahip olduğu görülmüştür [49].

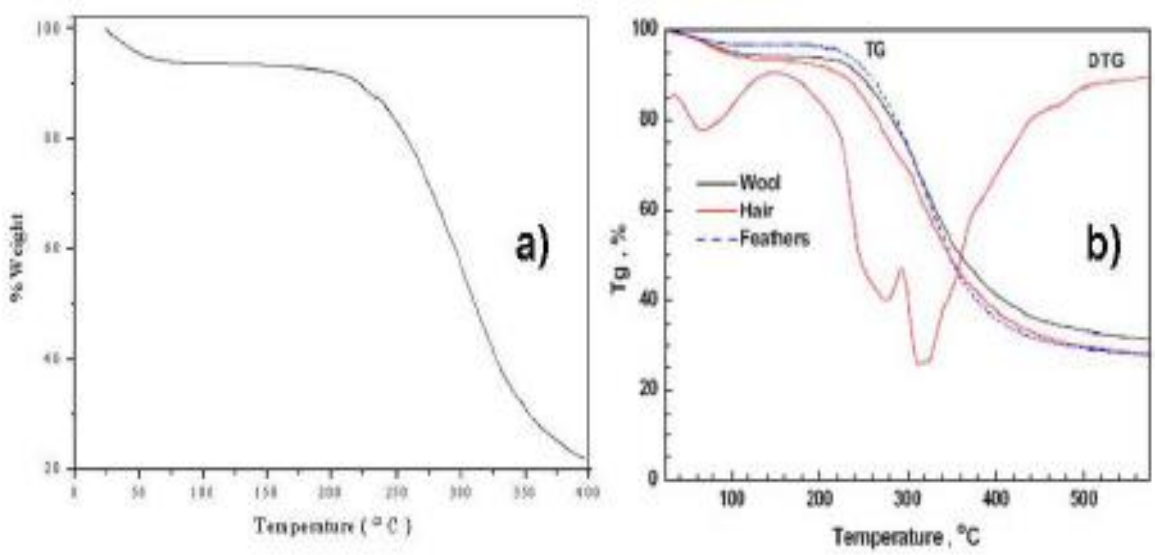
Yapısı değiştirilmeden kısmen nemli durumda kondisyonlanan tavuk tüyü materyalinin, materyalin bozulmasından korumak için temel termal özelliklerinin bilinmesi gerekir. Schmidt ve Line lifin iç ve dış kısımlarının termal özelliklerini ölçmek için yaptıkları bir çalışmada diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) kullanmışlardır. Bu yöntemle, numune dakikada 10°C ile ısıtılmak suretiyle oda sıcaklığından 350°C ye kadar ısıtılmıştır ve emilen ısı farkları kaydedilmiştir [54]. Schmidt ve Line alt tüylerden alınan lifler için camsı geçiş sıcaklığını (T_g) yaklaşık olarak 235°C, dış tüylerden alınan lifler için ise 225°C olarak belirtmişlerdir. Schmidt ve Line'a göre, daha yüksek camsı geçiş sıcaklığı (T_g) daha sıkı keratin yapısı olduğunu göstermektedir. Lif ve iç tüylerin (innerguill) 100°C'nin altında su kaybetmeye başlayamadığı, bir gece vakum altında 110°C'de kurutulduktan sonra bile nemin iç tüylerden ve liflerden tam olarak çıkmadığı, dış tüylerden ise çıktığı görülmüştür [58].

Kock ve arkadaşları tarafından yapılan DSC çalışmasında ise, tavuk tüyü liflerinin nem çıkış sıcaklığının tüy fraksiyonlarına bağlı olarak 100…110°C aralığında meydana geldiği görülmektedir. Bu sonuçlar 110°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda tamamen kuru lif elde edilebileceğini göstermektedir [59].

1.4.3.4. Tavuk Tüyü Liflerinin Termal Özellikleri

Tavuk tüyü liflerinin termal özellikleri çok geniş şekilde incelenmemiştir. Birkaç çalışma dışında bu konuda literatürde çalışmalara rastlanmamıştır.

Martines-Hernandes ve arkadaşları bir çalışmada tavuk tüyü lifini termogravimetrik (TGA) ve Diferansiyel scanning kalorimetre (DSC) analizlerini yapmıştır. DSC analizi sonuçlarında 69°C sıcaklıkta endotermik pik görülmüştür ve bunun lifteki "serbest suyun" lifi terk etmesi olarak yorumlamışlardır. Bu yorum TGA analizinde 25…55°C sıcaklık aralığında gerçekleşen lif kitlesinin %5 oranındaki kaybını da anlatmaktadır (Şekil 1.15*a*) [59].



Şekil 1.15. Keratin materyalin termogravimetrik eğrileri:
a) tavuk tüyü lifi, *b*) yün, saç ve kuş tüyü [14]

DSC termogramında yer almış 418°C sıcaklığa uygun gelen son pik bozulma prosesini ifade etmektedir ve bu proses TGA termogramında 222…392°C sıcaklık aralığında lif kitlesinin %10'dan %78'e kadar azalması şeklinde ifadesini bulmuştur. Bu bozunma her şeyden önce kükürt bağlarının kopması, spiral yapının kaybolması, peptit köprülerinin ve skeletin dağılmasıyla ortaya çıkar. Bu zaman bazı kimyasal reaksiyonlar gerçekleşir ve bunların sonucunda da protein birleşmeleri daha hafif uçucu maddelere (H2S, CO2, H2O, HCN) dönüşür [60].

Brebu ve Spiridion tarafından yapılmış diğer bir çalışmada koyunyünü, insan saçı ve tavuk tüyünün termal davranışları incelenmiştir [61]. Bu materyallerin TGA termogramları onların kitlelerinin aynı şema üzere azaldığını göstermektedir (Şekil 1.15*b*).

1.4.4. Tavuk Tüyü Liflerinin Kimyasal Özellikleri

Tavuk tüyü liflerinin farklı kimyasallara karşı direnci incelenmiş ve tavuk tüyü liflerinin zayıf asitlerin etkisine karşı dayanıklı, kuvvetli asitlerin etkisine karşı ise dayanıklı olmadığı belirtilmiştir. Bazik ortamlarda ise tavuk tüyü lifleri hızla aşınmaktadır [33]. Farklı kimyasal maddelerin tavuk tüyü liflerine etkileri de diğer protein lifleri ile aynı değildir. Bunu Tablo 1.3'ten görmek mümkündür.

Tablo 1.6. Tavuk tüyü ve yün liflerine kimyasal maddelerin etkileri [37]

Kimyasal özellikler	Yün lifleri	Tavuk tüyü lifleri
Asitlerin etkisi	Sülfürik asit dışında diğer asitlerin etkisine karşı dayanıklı	Asitler liflerin hasarına ve kitle kaybına neden olmak suretiyle emilir
Bazların etkisi	%5 NaOH içerisinde sıcaklık altında çözülür	%5 NaOH içerisinde tam olarak çözülür
Solventlerin etkisi	Oksitleyici maddelere karşı duyarlı	Oksitleyici maddelere karşı duyarlı ve kitle kaybı gözlemlenmiştir
Soğuk suyun etkisi	Su emer ve şişer	Su emer ve hasar görür
Sıcak suyun etkisi	Lifler incelir	Lifler incelir ve kitle kaybı ortaya çıkar

1.5. Yıkama ve Dezenfeksiyon Şartlarının Tavuk Tüyü Liflerine Etkisi

1.5.1. Tavuk Tüylerinin Yıkanması ile İlgili Çalışmalar

Tavuk tüyleri çiftliklerde yetiştirilen tavuklardan elde edilmektedir. Bu tüylerin üzerinde kir, toprak, gübre, çok sayıda mikroplar ve bakteriler bulunmaktadır. Buna göre de tavuk tüyünden lif elde edilmesi için önce bu tüylerin temizlenmesine, mikroplar ve bakterilerden arındırılmasına ihtiyaç vardır [40, 62, 29].

Bu konu tavuk tüylerinden elde edilen liflerin kullanımı açısından çok önemli olduğu için araştırmacıların dikkatini çekmektedir ve onlar tüylerin yıkanması ve dezenfeksiyonu için çeşitli yollar ve yöntemler önermektedirler.

Tseng ve Verbeek yaptıkları çalışmada tavuk tüylerine 25 litre suda %0,15 sodyum hipoklorit çözeltisiyle pH 10,0 olmak suretiyle her biri 30 dakika olarak iki aşamada ve

yine 25 litre suda %0,15 hidrojen peroksit çözeltisiyle her biri 30 dakika olmak suretiyle 3 aşamada işlem uygulamışlar. Temizlenmiş lifler 70ºC sıcaklık ortamında kurutulmuştur. Morfolojik araştırmalar temizleme işleminden sonra liflerin yüzeyi bozulmadığını göstermiştir [62**].**

Xiıling Fan kendi çalışmasında tavuk tüylerinin yıkanması için %5 oranlı sabun çözeltisi kullanmıştır. Durulamadan sonra tüyler ev çamaşır kurutucusunda kurutulmuştur. Yıkanmış tüyleri sterilize etmek için dört farklı terkipten yararlanılmıştır: *a*) aseton ve su karışımı, *b*) %10 oranlı peroksit çözeltisi, *c*) %95 oranlı etanol çözeltisi, *d*) %5 oranlı klorlu beyazlatıcı. Çözeltilerin pH'ı 8 olarak ayarlanmıştır. En iyi sonuç beyazlatıcı ile elde edilmiştir. Bu maddenin kullanımı tüm bakterileri mahvetmiş ve bakteriler 3 ay nemli ortamda saklandıktan sonra da tekrar oluşmamışlar [29]. Yapılan işlemlerin liflerin yapısına etkileri araştırılmamıştır.

Ye ve Broughton yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini ev tipi yıkama makinesinde bez çanta içinde deterjanla yıkamıştır. Kurutma ılık bir ısıda ev tipi kurutucuda yapılmıştır [36].

Kock yapmış olduğu çalışmada, tavuk tüylerini m^3 başına yaklaşık 7L antimikrobik sabun ile birlikte yıkama makinesinde temizlemiş, ardından döner kurutucuda kurutmuştur [55].

Coward-Kelly arkadaşlarıyla yapmış olduğu çalışmada tavuk tüylerini su ile defalarca yıkamış, ortam sıcaklığında havada kurutmuş ve son olarak 105°C'de kurutma yapmıştır [63].

Wrześniewska-Tosik ve Adamiec yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini sıcak su ve deterjan ilavesiyle birçok kez yıkamış, kurutmuş, filtre etmiş ve etilen alkolle (ETOH Antibakteriyel 96%) işlem yaparak ve kurutmuşlardır [64].

Wrześniewska-Tosik ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada tavuk tüyü lifleri 40ºC sıcaklığa sahip deterjanlı su çözeltisinde 1 saat yıkanmış, santrifüjde 10 dakika suyu alındıktan sonra %15 oranlı hidrojen peroksit çözeltisinde ıslatılmış, yine santrifüjle suyu alınmış ve kurutulmuştur [65].

Martınez-Hernandez ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, temiz beyazlık, sterilik ve liflerin kokusuz olması için tüyleri etanolle yıkamış ve kurutmuşlardır [12].

Cervantes-Gonzalez ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini nötral deterjan çözeltisinde bir gece tutmuş, ardından yıkamış ve deterjandan arındırılması için musluk suyuyla iyice durulamış ve güneş altında kurutmuşlardır [66].

De la Rosa ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini deiyonize su ve deterjanla bir çok kez yıkamışlardır, ardından tüyler 12 saat boyunca deiyonize su ve etanol (5:1 oranında) çözeltisiyle işlenmiştir. Bu adım, tüylerdeki mevcut organik maddeleri tamamen ortadan kaldırmak için yapılmıştır [67].

Lam ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini sterilizasyon amacıyla 24 saat alkolde tutmuş, suda çözünebilen organik çözücüde yıkamış ve 24 saat 60°C 'de kurutmuşlardır [68].

Sayed ve arkadaşları yaptıkları çalışmada tavuk tüylerine 40…60ºC sıcaklıkta petrol eteri ile 20 dakika işlem uygulamış, birkaç defa su ile, en sonda ise %95 oranında etanol ile yıkadıktan sonra bir gece kurumaya bırakmışlar [69].

Cesur yapmış olduğu çalışmada, tavuk tüylerini deiyonize su ve deterjanla defalarca yıkamış ve 40°C 'de fırında kurutmuştur [70].

Acda yapmış olduğu çalışmada, tavuk tüylerinden yabancı maddelerin uzaklaştırılması amacıyla tüyleri çamaşır deterjanı ve yemek tuzu karışımıyla suda defalarca yıkamıştır. Temiz tüyler çinko kaplamalı demir levha üzerinde yayılmış ve ardından 3 gün boyunca güneş altında kurutulmuştur [71].

Uzun ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini polar çözücüde (etanol) laboratuvar yıkama makinası kullanarak yıkamışlardır. Yıkamanın ardından tüyler durulanmış ve 24 saat boyunca normal oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır [72].

Saravanan arkadaşlarıyla yapmış olduğu çalışmada işlenmemiş tavuk tüylerini %5 sabun çözeltisiyle yıkamış, durulama işleminden sonra ılık bir ısıda kurutmuştur. Sterilizasyon amacıyla yıkanmış tavuk tüyleri oda sıcaklığında (21°C) sırasıyla her biri 30 dakika olmak suretiyle pH 8'e ayarlanmış polar çözücü ve su içine daldırılmış, ardından suyla durulanmış ve sabunlama prosesi uygulanıp havada kurutulmuştur [73].

Martelli ve Laurindo yapmış oldukları çalışmada, taze koparılmış yaş tüyleri suda yıkayarak temizlemiş ve havalandırılmış fırında 40°C sıcaklıkta 72 saat kurutmuşlar. Yağları gidermek için tüylere 12 saat Soxhlet cihazında petrol eteri ile işlem yapılmıştır [28].

Tiwary ve Gupta yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini deterjanla yıkamış ve deterjan musluk suyuyla defalarca yıkanarak çıkarılmıştır. Kurutma 80°C'de 6 saat yapılmıştır [74].

Alonso ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini, onlara yapışan madde ve atıklardan arındırmak için su, % 5 sodyum klorit ve deterjan kullanarak 3 kez yıkamış ve sterilize etmişlerdir [15].

Canpolat yapmış olduğu çalışmada, tavuk tüyünde bulunan lipid ve atık maddeleri gidermek amacıyla diklorometan ve toluen gibi organik çözücülerle Soxhlet sistemi kullanmıştır. Tavuk tüyleri Soxhlet sistemi sayesinde 6 saat boyunca organik çözücülere maruz bırakılarak üzerinde bulunan yağlar ve diğer kirliliklerden arındırılmıştır. Ekstraksiyon işleminden sonra, tavuk tüyleri vakumlu kurutma fırınında kurutulmuştur [75].

Kiew ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerini suda çözünebilen etanolde yıkamış ve güneş altında 7…8 saat kurutmuşlardır [76].

Ghani et al. yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüyü liflerini su ile yıkamış ve vakum kurutma kabininde 80°C 'de 2 saat kurutmuşlardır [77].

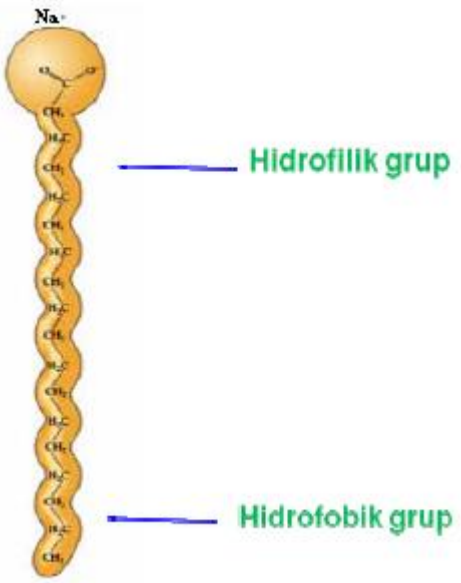
Jagadeeshgouda ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, tavuk tüylerinin temizlenmesi için tüyleri bir kaç kez deterjan ve sıcak suyla yıkanmış, akarsuda durulanmış ve kurutulmuştur. Saf suda %6 NaOH çözeltisi hazırlanmış, lifler 3 saat çözelti içinde tutulmuş ve ardından akarsuda yıkanarak 10 saat gün ışığında kurutulmuştur. NaOH işleminin avantajı, liflerden nem içeriğini uzaklaştırmak ve böylece dayanıklılığını artırmaktır [78].

Amieva ve arkadaşları yapmış oldukları çalışmada, temiz, steril ve kokusuz olması için tavuk tüylerini su ve etanolle yıkamışlar ve oda sıcaklığında kurutmuşlardır [79].

Bir Amerikan patentinde tavuk tüylerine bir organik çözücüde (tercihen %95 etanol) için çalkalamalı yıkama uygulamak teklif olunmaktadır. Tüyün her bir kilosu için yaklaşık 1…1,5 galon çözücü önerilir. Kurutma işlemi hava fırınında 60…120°C sıcaklıkta yapılmalıdır [80].

1.5.2. Yüzey Aktif Maddeler

Yüzey aktif maddeler ve surfaktan maddeler suda veya sulu bir çözeltide çözündüğünde yüzey gerilimini etkileyen (çoğunlukla azaltan) kimyasal bileşikler olarak aynı zamanda iki sıvı arasındaki yüzeyler arası gerilimi de etkiler. Su içerisinde kendi kendine organize olabilen yüzey aktif maddelerin en önemli karakteristik özelliği uzun hidrokarbon zincirlerine ve polar gruplarına sahip olmalarıdır. Uzun hidrokarbon zinciri molekülün suyu sevmeyen (hidrofobik) kısmını teşkil eder ve yüzey aktif özelliği sağlar. Polar grup ise molekülün suyu seven (hidrofilik) kısmını oluşturur ve suda çözünmeyi sağlar (Şekil 1.16) [81].



Şekil 1.16. Yüzey aktif madde molekülünün yapısı [81]

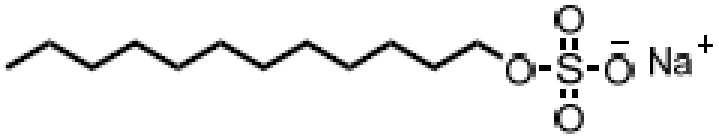
Hidrofilik bir baş ve hidrofobik bir kuyruktan oluşan surfaktan molekülleri, hava ile suyun birleştiği yerde yoğunlaşırlar. Suyun içinde iken bu moleküllerin hidrofobik kısımları hava kabarcığı tarafından çekilir ve hava kabarcığının etrafını sarar. Suyun dışında ise bunun tersi olur. Saf suyun yüzey gerilimi yüksek olduğu için su içerisindeki bir hava kabarcığı yüzeye gelince hemen patlar. Surfaktan maddeler ise yüzey gerilimini düşürdükleri için oluşan hava kabarcıkları yüzeye çıktığında uzun süre patlamadan kalır. Surfaktan maddelerin bu özelliği ile elbiselerimizin deterjan ile temizlenmesinden faydalanırız.

Yüzey aktif maddeler temizlemenin yanı sıra ıslatma, köpürme, emülsiye etme, disperleme vb. etkileri beraberinde getirirler. Ancak yüzey aktif maddenin kimyasal yapısına (hidrofob zincirin uzunluğu-kısalığına, hidrofil polar grubun cinsine, moleküldeki yerine, sayısına, çifte bağ ihtiva edip etmemesine vb. faktörlere) bağlı olarak bu özelliklerden biri diğerine göre daha üstündür. Üstün özellik esas alınarak o yüzey aktif madde deterjan, ıslatıcı, emülgatör, dispergatör, geciktirici gibi isimler alır.

Yüzey aktif maddeler genellikle suyu seven hidrofilik grubun özelliğine göre sınıflandırılırlar. Hidrofilik grubun özellikleri açısından noniyonik, anyonik, katyonik ve amfoter yüzey aktif maddeler mevcuttur.

1.5.2.1. Anyonik Yüzey Aktif Maddeler

Suda çözündüklerinde hidrofilik grup negatif yük taşır. Karboksilatlar, sülfonatlar, sülfatlar ve fosfatlar örnek olarak verilebilir. Köpürme ve temizleme yetenekleri yüksek olduğu için çoğunlukla çamaşır ve bulaşık makinesi deterjanlarında ve şampuanlarda kullanılırlar. Ayrıca tekstilde kumaşlarda kalmış kimyasal maddelerin temizlenmesinde de kullanılırlar [81].

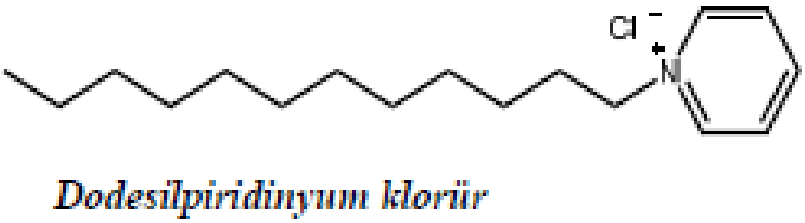


Sodyum dodesilsülfat

Şekil 1.17. Anyonik yüzey aktif madde molekül yapısı [81]

1.5.2.2. Katyonik Yüzey Aktif Maddeler

Suda çözündüklerinde hidrofilik grup pozitif yük taşır. Aminler ve kuaterner amonyum tuzları örnek verilebilir. Yumuşaklığı sağladıkları için kumaş yumuşatıcılarında ve dezenfeksiyon özelliklerinden dolayı ev ve banyo temizlik ürünlerinde kullanılırlar. [81].



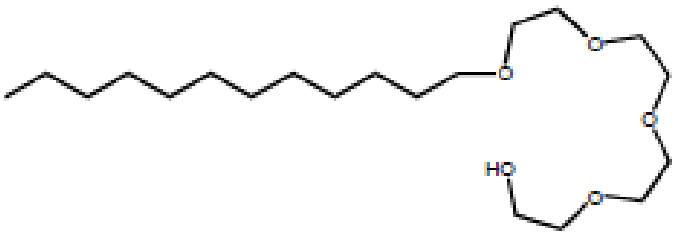
Dodesilpiridinyum klorür

Şekil 1.18. Katyonik yüzey aktif madde molekül yapısı [81]

Bunlar yumuşatıcı, su tutmaz apre maddesi olarak veya direkt boyaların fiksajında kullanılır. Tekstil terbiyesinde kullanılan en önemli katyonik yüzey aktif madde tipleri kuartener amonyum tuzlardır. Bu tiplerde ve diğer katyonik yüzey aktif maddelerde en çok rastlanan anyonlar klorür ve bromürdür [82**].**

1.5.2.3. Naniyonik Yüzey Aktif Maddeler

Herhangi bir yüklü grup içermezler ve iyonlaşmazlar ancak eterik oksijenlerinin yaptığı hidrojen bağları sayesinde suda çözünebilirler. Etoksilatlar, esterler ve amidler örnek olarak verilebilir. Negatif veya pozitif yük içermedikleri için sert suya karşı dayanıklıdırlar. Yağı çok iyi uzaklaştırabildikleri için çamaşır deterjanlarından ev temizleyicilerinde ve elde bulaşık yıkama ürünlerinde kullanılırlar [81].



Polietilenglikol (4) lauril eter

Şekil 1.19. Noniyonik yüzey aktif madde molekül yapısı [81]

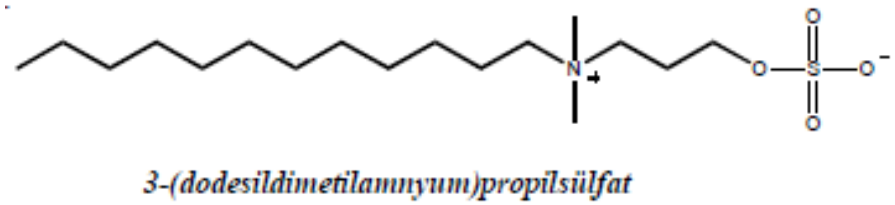
Naniyonik yüzey aktif maddeler geniş bir pH aralığında stabil olma ve sert suya veya elektrolitlere karşı dayanıklı olma gibi önemli özelliklere sahip olup diğer yüzey aktiflere iyi uyum sağlarlar, tekstil liflerine karşı sübstantiviteye sahip

değillerdir. Haşıl sökme ve kontünü kasar işlemlerinde ve aprede vaks emülsifiyeri olarak kullanılır [82].

Hemen hemen bütün non-iyonik yüzey aktif maddeler anyonik ve katyonik yüzey aktif maddelere aynı tip hidrofobları ihtiva ederler. Çözünürlük ve yüzey aktif özellikleri etilen oksit ilavesi ile sağlanır [82].

1.5.2.4. Amfoterik Yüzey Aktif Maddeler

Aynı molekül içerisinde anyonik ve katyonik hidrofilik grubu birlikte bulundururlar. Bulundukları ortamın pH'ına göre pozitif, negatif veya yüksüz hal alırlar. Mükemmel dermatolojik özelliklere sahip olduklarından genellikle kişisel bakım ürünlerinden kullanılırlar. Ayrıca yüksek köpürme sağladıklarından elde kullanılan bulaşık deterjanlarında, ev temizlik ürünlerinde, şampuanlarda ve kozmetik ürünlerinde kullanılırlar [81].



Şekil.1.20. Amfoterik yüzey aktif madde molekül yapısı [81]

1.6. Sonuçlar

Tavuk tüyü örneğinde kuş tüylerine uygulanan lif üretimi için hazırlık işlemleriyle ilgili literatür araştırmaları neticesinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

1. Tavuk tüyü üretimi kesimhanelerde gerçekleştirilir ve genelde bu amaçla yaş işlem uygulanmaktadır. Yaş işlem uygulaması sıcak su ile ve mekanik usulle gerçekleştirilir ve bu zaman tüylerin farklı kısımlarının, özellikle *rachis* ve *barbs* kısımlarının içyapısı dikkate alınmamaktadır.
2. Tavuk tüyleri çiftlikler ve kesimhanelerde kir, kan, gübre, mikrop ve bakterilerle kirlenmiş durumda olduğu için temizlenmeye ve anti bakteriyel işlem yapılmasına ihtiyaç vardır.

3. Tüylerin temizlenmesi için araştırmacılar yıkama işlemi önermektedirler. Ancak bu işlemin parametreleri ve yıkama için kullanılacak malzemeler konusunda bilimsel bir çalışma yapılmış değildir. Yıkama işlemi ne ile, hangi sıcaklıklarda, hangi yöntemle yapılacak ve bu zaman materyalin yapısında, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinde ne gibi değişiklikler olacağı bilinmemektedir.
4. Aynı şeyler antibakteriyel işlemler için de geçerlidir. Araştırmacılar tarafından tüm mikropları ve bakterileri kaldırabilecek farklı maddeler önerilmektedir. Ancak bu maddelerin materyalin özelliklerini nasıl değiştireceği ile ilgili bilgiler bulunmamaktadır.

Bunları dikkate alarak kuş tüyünden tekstil amaçlı lifler elde edilmesi için hazırlık işlemleri olarak görülen yıkama ve dezenfekte işlemlerinin lif özelliklerini ve lif yapısını etkilemeyecek şekilde gerçekleştirilebilmesi yönünde araştırmalar yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

2.BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Yaklaşım

Kuş tüyleri mevcut haliyle kullanıma elverişli değildir. Bu lifler her ne kadar yün ve ipek lifleri gibi keratin esaslı olsa da, tüylerin özel yapısı onları yün veya ipek lifleri gibi kullanmaya izin vermemektedir. Tüylerin lif olarak kullanımı ancak, bu tüylerin gövdesini teşkil eden "saptan" dallanan "sakalları" (lifsi yapıyı) ayırdıktan sonra mümkün olabilir. Son yıllarda kuş tüylerinin en kolay ulaşılabilecek türü olan tavuk tüylerinden protein lifleri elde edilmesi ile ilgili yapılan araştırmalarda bu liflerin önemli özelliklere sahip oldukları ortaya çıkarılmıştır. Ancak günümüzde tavuk tüyünden lif üretimi teknolojisi mevcut değildir.

Mevcut araştırmalarda kullanılan tavuk tüyü lifleri genellikle tüylerden manuel yolla (elle kesim) elde edilmektedir. Kompozit malzeme üretimi için ise tüyler giyotinle bir bütün olarak sapıyla beraber parçalanmakta veya öğütülmektedir.

Kuş tüylerinden tekstil amaçlı liflerin elde edilmesi işlemi birkaç aşamadan oluşur şekilde düşünülmektedir: birinci aşamada tüylerin lif üretimi için hazırlanması, ikinci aşamada lif üretimi gerçekleştirilmelidir. Tüylerin lif üretimi için hazırlanması aşamasında, liflerin toz, kir, kan ve diğer mekanik karışımlardan temizlenmesi, yıkanması, kurutulması, dezenfekte edilmesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Tez kapsamında kuş tüylerinin sanayi açısından en önemli türlerinden olan, ancak bu gün atık durumunda bulunan tavuk tüylerinin lif üretimi için hazırlanmasıyla bağlı işlemler ele alınacaktır. Tavuk tüyleriyle ilgili bir önceki bölümde gözden geçirilmiş çalışmalar bu tüylerin çok ilginç bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda en çok dikkati çeken tavuk tüyü liflerinin içeriğinin mikroskobik odacıklardan oluşan gözenekli yapısıdır. Böylesine bir yapı tavuk tüyü liflerini çok değerli bir malzemeye dönüştürmelidir.

Ancak lif üretimine kadar tavuk tüyünün geçtiği işlemler birçok durumlarda sıcaklık ve kimyasal etkilerle gerçekleştiği için bu yapının ne kadar hasar görüp görmediği bilinmemektedir. Tezin amacı bu etkileri ortaya çıkarmak ve hazırlanma işlemleri için elverişli rejimler ve kimyasallar belirlemektir.

Bunun için farklı kaynaklardan elde edilmiş tavuk tüyleri için farklı yıkama rejimleri ve yıkama maddeleri belirlenmiş, yıkama işlemleri gerçekleştirildikten sonra kurutulmuş tüylerden lifler kesilmiştir. Liflerin içyapıları SEM analizi ile incelenmiş, yapının en az hasar gördüğü yıkama parametreleri ve yapıyı en az etkileyen yıkama maddeleri belirlenmiştir. Yine yıkama rejimlerinin ve maddelerinin liflerin özelliklerini nasıl etkilediği ortaya çıkarılarak bu açıdan da en elverişli yıkama maddesi ve yıkama parametreleri belirlenmiştir.

2.2. Materyal

2.2.1. Tavuk Tüyü

Tez çalışması sırasında kullanılan tavuk tüyü lifleri iki ayrı işletmeden temin edilmiştir. Tüylerin incelenecek olan çeşitli özelliklerine göre, deneyler sırasında karmaşıklık yaratmaması açışından iki ayrı yerden temin edilen tavuk tüylerinde kodlama yapılmıştır: A, B, C olarak kodlanmış olan tüyler bir işletmeden; X,Y,Z olarak kodlanmış tüyler diğer işletmeden alınmıştır.



Şekil 2.1. Tüy numuneleri: *a*) A, B, C olarak kodlanmış numuneler
b) X, Y, Z olarak kodlanmış numuneler

Tez çalışması kapsamında detaylı bir inceleme adına bu iki işletmeden alınan tavuk tüylerinin dışında birde farklı yerlerden üç adet tavuk temin edilmiştir. Söz konusu tavukların tüyleri elle yolma işleminden sonra çalışmalar sırasında en iyi performansın elde edildiği yıkama şartına göre yıkanıp, kurutulmuş ve detaylı inceleme için 8 ayrı bölgeye ayrılmıştır. Tavukların geçirdiği prosesler Şekil 2.2'de verilmiş fotoğraflar ile anlatılmıştır.



Şekil 2.2. Tavuk tüyünün elde edilmesi için geçilen prosesler

1: Tavuk kesilerek tüylerin alınması için hazırlanır.
2: Kesilen tavuğun tüyleri elle yolunarak işleme hazırlanır.
3 : Yolunan tüyler yapılan testler sonucu 30°C sıcaklıkta saf su ile yıkanır.
4 : Yıkanan tüyler oda şartlarında kuruyana kadar bekletilir.

2.2.2. Yıkama Maddeleri

Farklı yıkama maddelerinin tavuk tüyleri üzerindeki etkilerini görebilmek için yıkama etkisi ve içeriği farklı 3 adet yıkama maddesi seçilmiştir. Setaş Kimya San. Aş. firmasına ait yıkama maddelerinin ticari isimleri Setawash EWA, Setalan IK30, Setawash PY Conz olarak bilinmektedir. Aşağıda yıkama maddelerinin özellikleri tablolar halinde verilmiştir.

Tablo 2.1. Yıkama maddelerinin özellikleri

Yıkama maddesi	Setawash EWA	Setalan IK 30	Setawash PY Conz
Kimyasal yapısı	Polimerikdispersant	Poliglikoleter	Polimerikdispersant
İyonik yapısı	Anyonik	Noniyonik	Katyonik
Görünümü	Kahverengi sıvı	Renksiz berrak sıvı	Berrak sıvı
pH aralığı	5,0-7,0(%10'luk çözelti)	5,0-7,0(%10'luk çözelti)	6,0-8,0(%12'luk çözelti)
Çözünürlük	Su ile her oranda kolay karışır	Su ile her oranda kolay karışır	Su ile her oranda kolay karışır

İşlem sıcaklığı ve süresi göz önünde tutularak yıkama işlemlerinde kolaylık sağlaması açısından yıkama maddeleri ve işlemler de kodlanmıştır. A, B, C ile birinci çiftlikten, X, Y, Z ile ikinci çiftlikten elde edilmiş tüylerin farklı yıkama maddeleri ile yıkanması sonucu elde edilen numuneler kodlanmış, bu numunelerin sıcaklık ve süre ile bağlı yıkama şartlarını değerlerini anlamlandırmak için ise 1, 2, 3 ve 4 rakamları kullanılmıştır. Tüm parametreler göz önünde bulundurulduğunda deneysel çalışmanın akış şeması aşağıdaki Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. A, B, C olarak kodlanmış numunelerin deney parametreleri

Kod	Yıkama Maddesi	40°C		80°C	
A	Setawash EWA	30'	60'	30'	60'
		A1	A2	A3	A4
B	Setalan IK 30	30'	60'	30'	60'
		B1	B2	B3	B4
C	Setawash PY Conz	30'	60'	30'	60'
		C1	C2	C3	C4

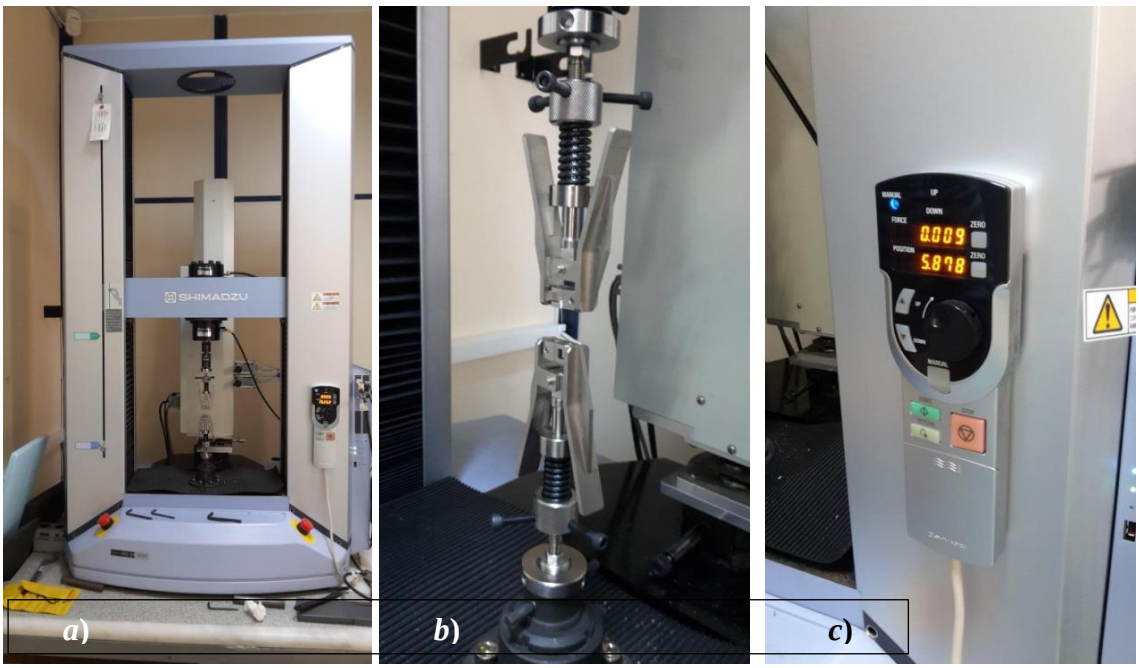
Tablo 2.3. X, Y, Z olarak kodlanmış numunelerin deney parametreleri

Kod	Yıkama Maddesi	40ºC		80ºC	
X	Setawash EWA	30'	60'	30'	60'
		X1	X2	X3	X4
Y	Setalan IK 30	30'	60'	30'	60'
		Y1	Y2	Y3	Y4
Z	Setawash PY Conz	30'	60'	30'	60'
		Z1	Z2	Z3	Z4

2.3. Testlerde Kullanılan Cihazlar

2.3.1. Mukavemet Test Cihazı

Tez çalışması sırasında kullanılan tavuk tüyü liflerinin farklı sıcaklık ve sürelerde kimyasal yıkama maddeleri kullanılarak veya kullanılmadan yapılan yıkama işlemleri sonucunda elde edilmesi ile mekanik özelliklerinin belirlenmesi için Erciyes Üniversitesi Merkez Kampüsü yerleşkesinde bulunan Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TAUM) laboratuvarında bulunan SHIMADZU markalı mukavemet test cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.3).



Şekil.2.3. Mukavemet Test Cihazı: *a*) cihaz; *b*) çeneler; *c*) dijital ekran

Ölçüm yapılacak numuneler için en uygun çekme hızı (mm/dk) ve çene mesafesinin(mm) ayarlanması gerekir. Farklı yıkama koşullarında elde edilen tavuk tüyü lifi numuneleri için ayrı ayrı parametreler girilerek lifleri koparılma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Lif halinde yapılan ölçümler sonucunda çekme mukavemeti (N), kopma uzaması (%) , maksimum gerilme(N/mm²), maksimum uzama (mm) ve elastikiyet modülü (GPa) değerleri elde edilmiştir.

2.3.2. Taramalı Elektroskon Mikroskop (SEM)

Farklı parametrelerde yıkanmış tavuk tüyü liflerinin yüzey ve iç yapı özelliklerinin belirlenmesi için Erciyes Üniversitesi Merkez Kampüsü Yerleşkesinde bulunan Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi(TAUM) laboratuvarında bulunan LEO 440 marka SEM cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Cihazı

2.3.3. Optik Mikroskop

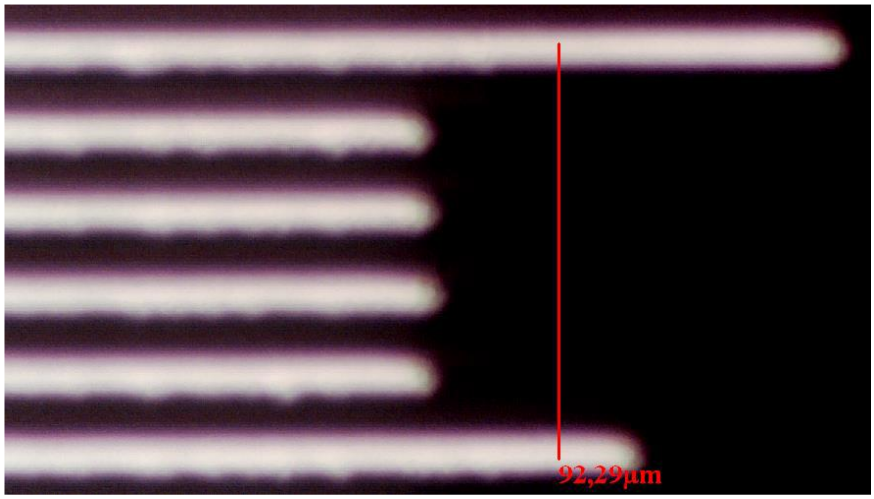
Tez çalışması kapsamında lif çaplarının ölçülmesi için Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuvarında bulunan OLYMPUS marka CX31 model optik mikroskop kullanılmıştır (Şekil 2.5). Lif çaplarının ölçümünde 100 adet lif örneği alınarak her lif örneğinin farklı kısımlarından 5 adet ölçüm yapılmış, bu değerlerin ortalaması hesaplanmıştır.



Şekil 2.5. Optik Mikroskop

Ölçümler yapılmadan önce optik mikroskobik kalibrasyonu yapılmaktadır. Üzerinde metrik göstergenler bulunan özel lamel kullanılarak hem yatay hem de dikey yönde kalınlık ölçüleri kalibre edilir. Tez çalışmasında lif çapını belirlemek için dikey yönde ölçüm yapıldığından kalibrasyon da dikey yönde yapılmıştır (Şekil 2.6).

Kullanılan kalibrasyon lamelinin uzunluğu 50 μm' dir. Şekil 2.8’ deki gibi dikey yönde ölçüm yapıldığında 92.29 μm çıkmıştır. Burada bir katsayı ortaya çıkmaktadır ve şu şekilde hesaplanır: 50/92.29=0,542. Bu katsayı lif çapı ölçümlerinde kullanacağımız yeni katsayıdır ve lif kalınlığı değerleriyle çarpıldığında gerçek lif kalınlığı değerleri elde edilmiş olur.



Şekil 2.6. Kalibrasyon lameline ait dikey yönde yapılan ölçüm

2.3.4. Etüv (Kuruma Fırını)

Tez çalışmasında tavuk tüyü lifi numuneleri üzerindeki fazla nemi(suyu) uzaklaştırmak, diğer bir deyişle, numuneleri kurutmak amacıyla Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuvarında bulunan MİCROTEST markalı MST-120 model etüv kullanılmıştır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Etüv

2.3.5. Elektronik Hassas Terazi

Tez çalışmasında tavuk tüyü numunelerine uygulanan yıkama-kurutma ve nemlendirme işlemleri sonucu elde edilen stabilizasyon numunelerin, kimyasal işlemler için hazırlanan çözeltilerin ve diğer deneylerde kullanılan numunelerin ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği laboratuvarında bulunan OHAUS marka PIONEER model elektronik hassas terazi kullanılmıştır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Elektronik Hassas Terazi

2.3.6. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC)

Tez çalışmasında tavuk tüyü liflerine uygulanan yıkama işlemleri sonucu en uygun yıkama şartının sağlandığı numunelerin termal özelliklerinin analiz edilmesi için Erciyes Üniversitesi Merkez Kampüsü yerleşkesinde bulunan Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (TAUM) laboratuvarındaki PERKIN ELMER markalı DIAMOND model DSC cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.9 ve Şekil 2.10).



Şekil 2.9. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre(DSC) cihazı



Şekil 2.10. Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) cihazına numunenin yerleştirilmesi

DSC ölçümlerinde hazırlanan numuneler yaklaşık olarak 5mg olacak şekilde tartıldıktan sonra alüminyum kaplara konularak preslenmiştir. Hazırlanan numune referans numunesi ile birlikte cihaza yerleştirilerek 50…525 °C arasında çalışma sıcaklığına ayarlanıp ısıtma hızı 10°C/dk'dir. Ölçümler azot ortamında gerçekleştirilmiştir.

2.3.7. Termogravimetrik Analiz (TGA)

Tez çalışmasında tavuk tüyü liflerine uygulanan farklı parametrelerde yıkama işlemleri sonucu en uygun yıkama şartının sağlandığı numunelerin sıcaklığın artmasıyla kütlelerinde meydana gelen değişimleri incelemek için Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarında bulunan PERKIN ELMER markalı DIAMOND model TGA cihazı kullanılmıştır (Şekil 2.11 ve Şekil 2.12).



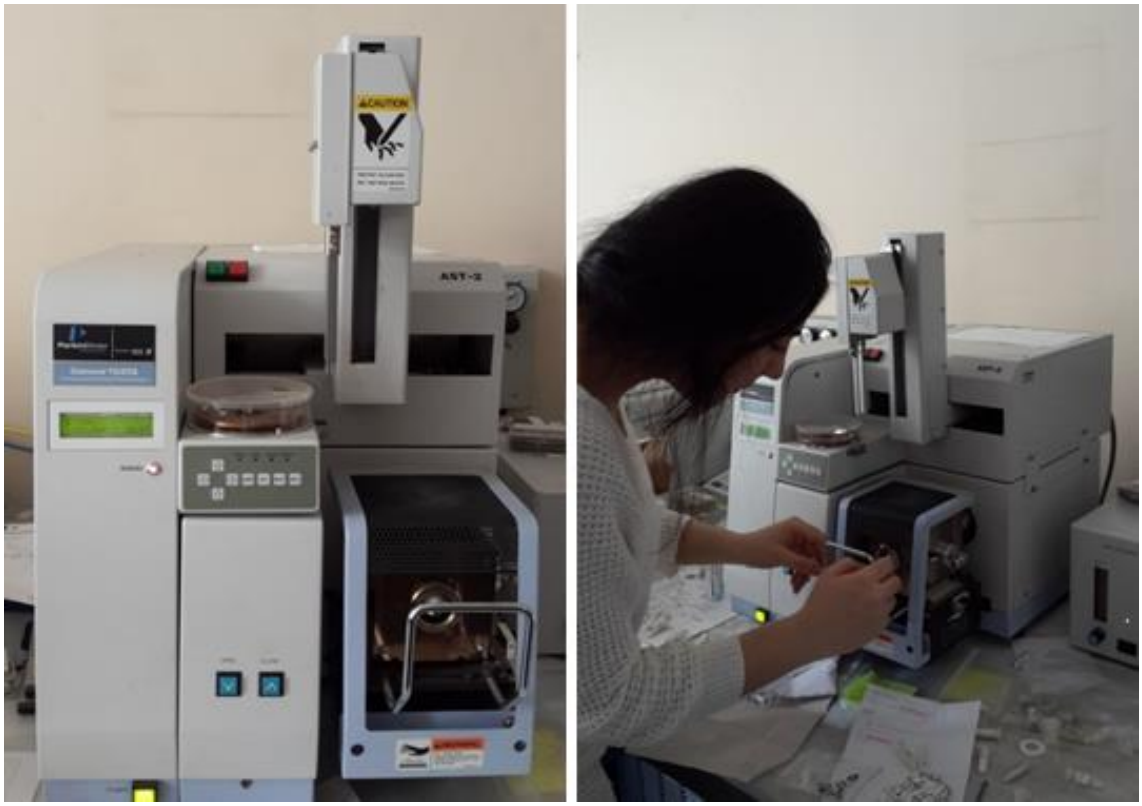
Şekil 2.11. Temrogravimetrik Analiz (TGA) Cihazı

TGA ölçümlerinde kullanılan tipik numune ağırlığı 4…6 mg arasında olup ısıtma hızı 10°C/dk olmak suretiyle en fazla 1000°C sıcaklığa kadar çıkılmaktadır. Ölçümler azot gazı ortamında gerçekleştirilmiştir.

2.3.8. Klimatik Test kabini

Tez çalışmasında tavuk tüyü ve diğer liflerin havadaki nemin artmasıyla kütlelerinde meydana gelen değişimleri incelemek için Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Gıda Mühendisliği bölümünde bulunan NÜVE markalı İD 300 kodlu klimatik test kabini kullanılmıştır (Şekil 2.13).



Şekil 2.12. Temrogravimetrik Analiz (TGA) Cihazı'na numunenin yerleştirilmesi



Şekil 2.13. İklimlendirme Test Kabini

2.4. Yöntem

Tavuk tüylerinin lif üretimi için hazırlanmasının en önemli aşamalarından biri olan yıkama işlemi laboratuvar ortamında çeşitli kimyasal maddeler kullanılarak, farklı sıcaklık ve sürelerde gerçekleştirilmiştir. Yıkamadan sonra numuneler soğuk su ile 10 dakika durulanmaya tabi tutulmuş ve normal oda şartlarında 72 saat kurumaya bırakılmıştır.

Tez çalışması sırasında kullanılan tavuk tüyü numunelerinin çeşitli yıkama şartlarında yıkandıktan sonra yapısında ve özelliklerinde değişimler meydana gelmesi mümkündür. Bu değişimleri incelemek için çeşitli yöntemler kullanılmıştır.

2.4.1. Tavuk Tüylerinin ve Tavuk Tüyü Liflerinin Yapısal Analiz Yöntemleri

Tavuk tüyü liflerinin yapısal analiz yöntemi 3 gruba ayrılmıştır.

2.4.1.1. Tüylerin Vücut Bölgelerine Dağılım Analizi

Kuş tüyleri tiplerine göre aynı olmayıp, kuşun bedeninin farklı kısımlarındaki tüyler birbirinden ayrı özellikler göstermektedir**.** Daha önce yapılmış araştırmalara göre bu, tüylerin fonksiyonlarına bağlıdır (bak: bölüm 1.2). Edebiyata kuş tüylerinin tipleri ile ilgili yapılan çalışmalarda tüylerin genel olarak beş tipi belirlenmiştir [11, 12, 13]. Tavuk bir kuş olarak diğer kuşlara ne kadar benzerlik gösterse de, diğer kuşlardan farklı olarak uça bilmemesi tavuk tüylerinin yapısal açıdan diğer kuş tüylerinden farklı olup olmaması sorusunu doğurmalıdır. Bu nedenle tavuğun farklı beden bölgelerinden elde edilen tüylerin uzunlukları, çapları ve bölgelere göre % oranları incelenmiştir.

Tez çalışması kapsamında tavuk beden sathı şematik olarak 8 bölgeye ayrılmıştır: sırt, boyun, göğüs, kanat altı, karın altı, gövde, kuyruk ve kanat. Şekil 2.14'den bu bölgeler izlenebilir.

Türkiye'nin farklı bölgelerinden 3 tane tavuk elde edilmiş ve kesilerek tüyleri temizlenmiştir. Tavukların seçilmesinde temel kriter ağırlıklarının ve ebatlarının yakınlığı olmuştur. Temizleme sırasında her bölgeden çıkan tüyler ayrı toplanmış ve ılık su ile yıkanan tüyler kurutulduktan sonra önce saplarıyla birlikte tartılmış, daha sonra lif ve omurga kısmı birbirinden ayrılarak, ayrılan bölgelerde % lif-sap oranı belirlenmiştir.

Daha sonra bu tüylerin uç, orta ve kök kısımlarından lifler alınarak önce uzunlukları ve çapları ölçülmüştür (şekil 2.15). Her bölgeden alınan tüy miktarı tespit edilmiş, toplam tüy ağırlığındaki oranı hesaplanmıştır.



Şekil 2.14. Kesilen tavuğun 8 ayrı bölgeye ayrılarak tüylerinin yolunması

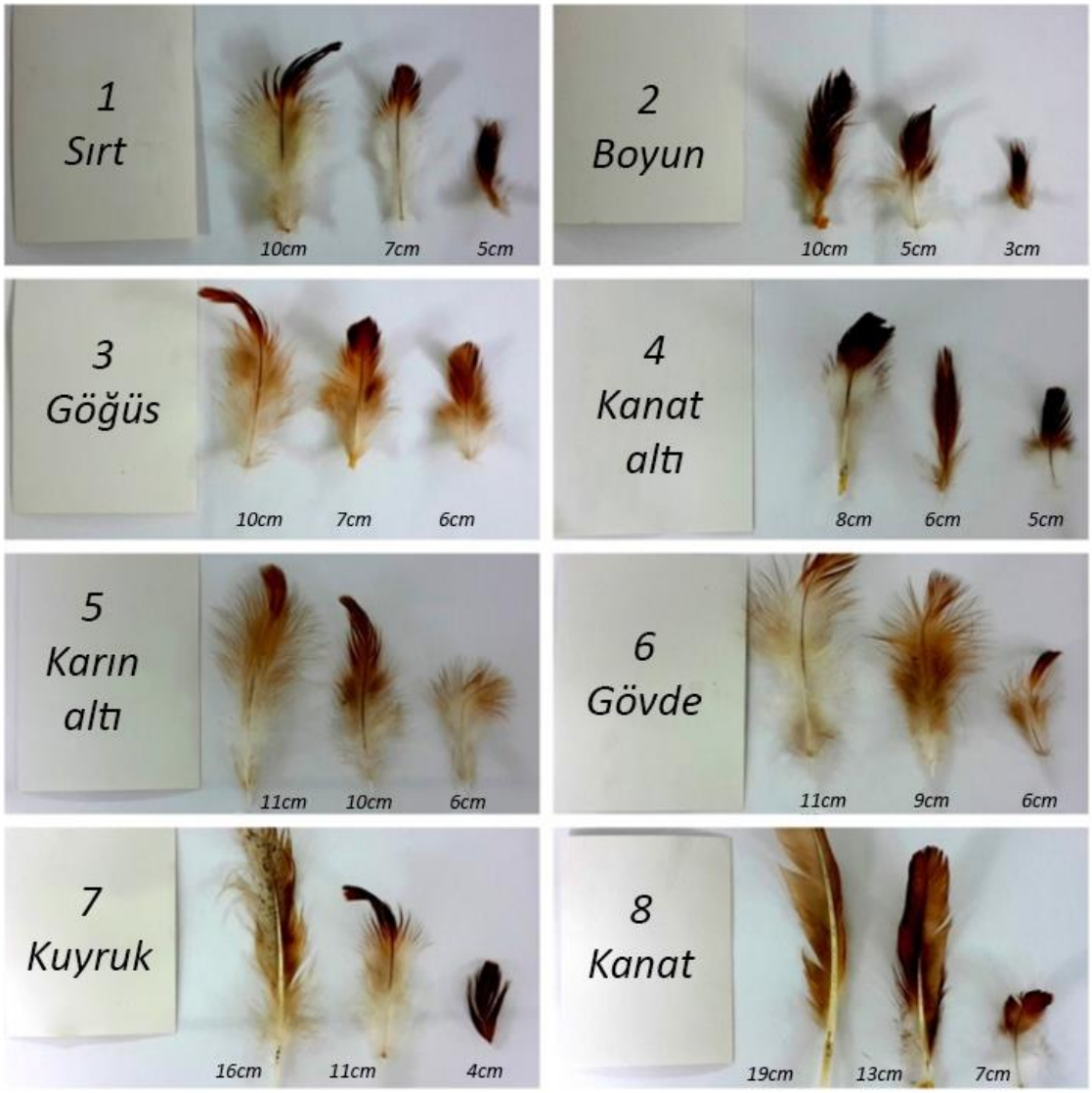
2.4.1.2. Liflerin Uzunluk Analiz Yöntemi

Tez çalışması kapsamında tavuk tüyü liflerinin uzunluklarını analiz etmek için cetvel yardımıyla ölçüm yapılmıştır. Tesadüfiliği temin etmek için rastgele seçilen tavuk tüyü liflerinin bulunduğu kaplardan 100 adet tavuk tüyü lifi seçilmiş ve uzunlukları ölçülmüştür. Ölçüm sonunda lif uzunluklarının 1,2 cm ile 2,4 cm arasında olduğu tespit edilmiştir. Lif uzunluğu belirlendikten sonra lif çapı ölçümlerinde kolaylık olması açısından lifler uzunluklarına göre 3 gruba ayrılmıştır. Gruplara ayrılan lifler adet olarak sayılmış ve tesadüfi olarak seçilen 100 lifin uzunluklarına göre kaç adet olduğu belirlenmiştir.

2.4.1.3. Lif Çapı Analizi Yöntemi

Tez çalışmasında A-su (30ºC, 30') olarak kodladığımız, suda yıkanan tavuk tüyü liflerinin lif çaplarını belirlemek için Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği

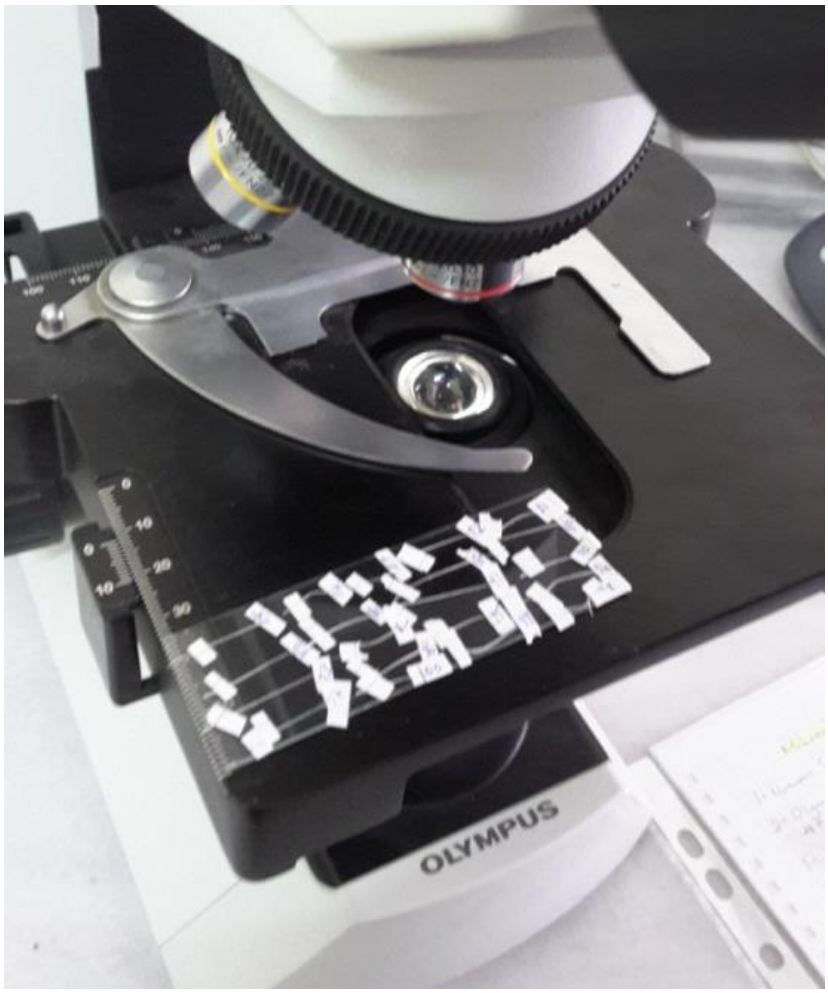
laboratuvarında bulunan OLYMPUS marka CX31 model optik mikroskop kullanılmıştır. Lif uzunluğu analizi yapılan, uzunlukları 1,2 cm ile 2,4 cm arasında değişen ve uzunluk analiz yönteminde üç gruba ayrılan tavuk tüyü liflerinin içerisinden tesadüfi olarak her gruptan 5 adet olmak üzere toplam 15 adet tavuk tüyü lifi seçilerek alınmıştır. Seçilen liflerin çapının optik mikroskop altında analizi yapılmıştır.



Şekil 2.15. 8 bölgeye ayrılan tavuk tüylerinin küçük, orta ve büyük boylarının seçilmesi

Ayrıca tavuklardan alınan orta uzunluktaki tüylerin uç, orta ve kök kısımlarından alınan liflerinde uzunlukları ölçüldükten sonra çap değerlerine bakılmıştır. Analiz gerçekleşmeden önce ölçümlerin daha hassas ve net olabilmesi açısından tavuk tüyü lif

numuneleri tek tek yapıştırıcı bir bant yardımı ile lamel üzerine yapıştırılmış ve her bir numuneden 5 ölçüm yapılarak ortalaması alınmıştır. Ölçümü yapılan numunelerin hazır hali Şekil 2.16'da gösterilmektedir.



Şekil 2.16. Lif çapı ölçülecek tavuk tüyü liflerinin lamel üzerine yapıştırıldıktan sonra mikroskop altına yerleştirilmesi

2.4.1.4. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Analizi Yöntemi

Taramalı elektron mikroskop (İngilizce *Scanning Electron Microscope, SEM*) objelerin yüksek doğrulukla yüzey resmini elde etmek için kullanılan bir cihazdır. TEM, elektron demetinin test edilen obje ile karşılıklı etkileşimi ilkesine dayanarak çalışmaktadır.

Çalışılması en kolay olan numuneler elektriği ileten numunelerdir. Çünkü engellenmemiş veya yavaşlatılmamış bir şekilde toprağa akan elektronlar, yük birikimi

nedeniyle oluşan gerçek olmayan yapay verileri en aza indirir. Ayrıca, elektriği iyi ileten numuneler genellikle ısıyı iyi ilettiklerinden ısısal bozunma olasılığı en azdır.

İletken olmayan numunelerin SEM görüntülerini elde etmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Fakat en çok uygulanan tekniklerde numune yüzeyi tozlaşma veya vakum buharlaşma uygulanarak ince bir metalik film tabakasıyla kaplanır. Kaplama işlemlerinde dikkat edilecek nokta, aşırı kalın kaplamanın yüzey ayrıntılarını örtmesidir. Bu nedenle optimum bir kalınlığın seçilmesi gerekir [81].

Çalışmalarda hazırlanan ham tavuk tüyü lifleri ile üç farklı yıkama maddesi, iki farklı sıcaklık ve iki farklı süre kullanılarak elde edilen yıkanmış tavuk tüyü lif numunelerinin yüzey ve kesit mikro yapısının görüntülenmesi için Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde bulunan Leo 440 markalı Tarama Elektron Mikroskobu (SEM) kullanılmıştır.

Çok yüksek kaliteli görüntüler elde etmek adına numune hazırlık aşamasında tavuk tüyü lifleri keskin bir jilet yardımı ile cam bir plaka üzerinde omurgaya bağlı olduğu yerden hassas bir şekilde kesilerek çift taraflı bantla metal plakalar üzerine yapıştırılır (Şekil2.17).



Şekil 2.17. SEM Analizi için metal plakaların üzerine çift taraflı bant ile yapıştırılmış tavuk tüyü lifleri

SEM analizi için numuneler, üzerinde daire şeklinde özel SEM kalıbı bulunan ve karbon bant olarak bilinen yüzeye ikişer adet yapıştırılmış ve yansımaları engellemek için üzerine kaplama yapılmıştır. SEM analizlerinde x10000 büyütme oranı kullanılmıştır. Şekil 2.17'deki fotoğrafta SEM analizi için hazırlanmış tavuk tüyü lifi numunelerinin görüntüsü bulunmaktadır.

2.4.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Mekanik Analiz Yöntemleri

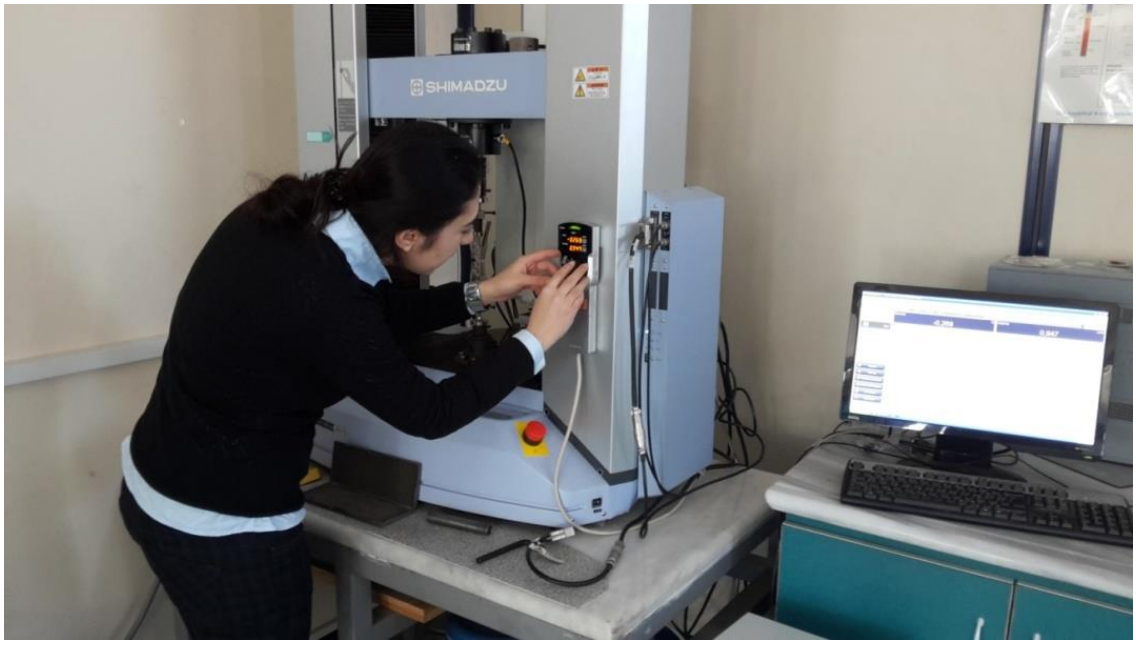
2.4.2.1. Mukavemet Analizi Yöntemi

Mukavemeti ölçülecek tavuk tüyü numuneleri çekme-basma test cihazında test edilmiştir. Mukavemet testi için tavuk tüyü liflerinin hassas bir şekilde hazırlanması gerekir. Çok ince olan bu lifler normal şartlar altında 24 saat bekletildikten sonra numune poşeti içerisine konulmuş ve test için hazır hale getirilmiştir. Tavuk tüyü lifleri çok ince ve hassas olduğundan dolayı cihazın çeneleri arasına dikkatli bir şekilde önce alt çeneye, daha sonra üst çeneye tutturulmuş ve test için hazır duruma getirilmiştir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Mukavemet Test Cihazı çeneleri ve çeneler arasına numune yerleştirilmesi

Mukavemet Test Cihazında mukavemet testine tabi tutulan numuneler çok hassas ve kısa olduklarından dolayı çekme testinde belli bir standardın uygulanması mümkün olmamış ve bu nedenle en düşük kuvvet uygulanarak çekme işlemi yapılmıştır. Test sonuçları cihazın bağlı olduğu bilgisayarda TRAPEZUIMW adlı programa aktarılmıştır (Şekil 2.19). Bu programda numuneye uygulanan minimum ve maksimum kuvvet değerleri ve SEM analizi sonucu lifin ölçülen çap değeri girilir ve sonuçların grafiği otomatik olarak çizilir. İyi bir sonuç almak adına her bir numuneden en az beş ölçüm yapılmıştır ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak numunenin mukavemet özelliği yorumlanmıştır.



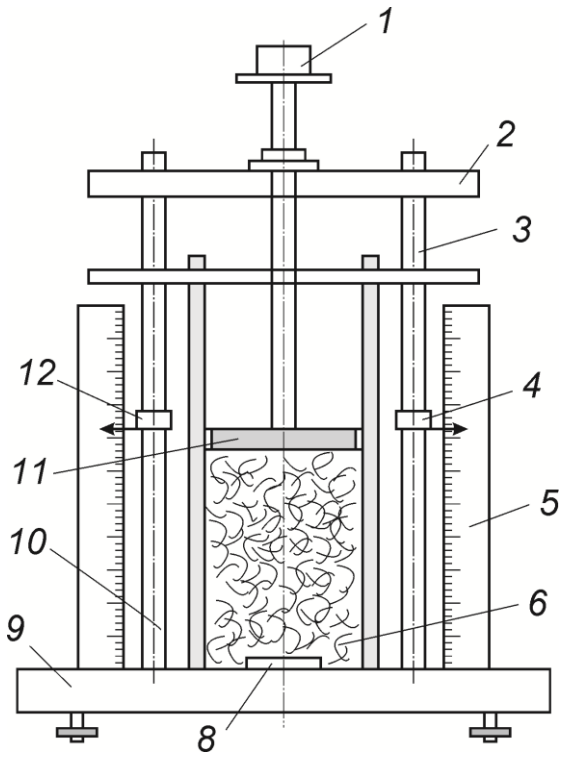
Şekil 2.19. Çekme Cihazı ve TRAPEZUIMW programının bağlı olduğu bilgisayar sistemi

2.4.2.2. Liflerin Yaylanma Yeteneği Analizi Yöntemi

Bir tutam lif demetini sıkıştırdıktan sonra, basıncın kalkması ile demetin eski biçimini ve hacmini almasına yaylanma yeteneği denir. Bu gösterge liflerin sertlik ve yumuşaklık dereceleri ile yakından ilgilidir. Yumuşak liflerde bu yetenek azdır, sert liflerin yaylanma kuvvetleri daha yüksektir. Yumuşak karakterli lifler çok defa baskı altından kurtulduktan sonra eski şekillerini kolay kolay alamazlar. Esneme kabiliyeti yüksek olan liflerin yaylanma kabiliyetlerinin de yüksek olacağı söylenemez.

Tez çalışması kapsamında liflerin yaylanma yeteneği analizi testi Erciyes Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvarında [82]'ye dayanarak kurulan bir düzenek vasıtası ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.20).

Cihazın 10 dayanağına 6 beheri yerleştirilmiş, 4 ve 11 dayanakları berkitilmiştir. Cihaz 9 terazisi ve döner vidalı ayaklar ile dengelenir. Beherin içinde 15 çubukları üzerinde hareket edebilen ve üzerine 13 göstergesi berkitilmiş 12 diski yerleştirilmiştir. 4g ağırlığında 8 numunesi behere koyulduktan sonra diskin üzerine 1g ağırlığında yük yerleştirilerek numune yüksekliği ölçülür. Bu zaman 4 ve 11 dayanaklarına sabitlenmiş 3 plakasının içinden geçerek hareket edebilen 16 mili vidalı 2 mekanizması ile yukarıda tutulmuş durumdadır. Numune yüksekliği ölçüldükten sonra 16 mili indirilir ve üstündeki rafa 389 g ağırlığında yük yerleştirilerek 5dk boyunca liflerin sıkıştırılması sağlanır. 5dk'nın sonunda 2 mekanizması ile 16 mili ve 12 diski kaldırılır. 10dk beklenir ve yine disk indirilir ve üzerine tekrar 1g yük koyarak yükseklik sabitlenir ve kaydedilir. Bu deneyde tavuk tüyü liflerinin yaylanma yeteneğini diğer liflerle kıyaslamak adına aynı işlem pamuk ve yün lifi içinde yapılmıştır. Alınan değerler hesaplandıktan sonra tablo haline getirilerek 3.Bölüm'de verilmiştir.



Şekil 2.20. Liflerin yaylanma yeteneğinin ölçülmesinde kullanılan cihazın şeması

Liflerin yaylanma yeteneği yüzde olarak aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$Y = \frac{H_2 - H_1}{H_2}$$

Formülde H_1 – numunenin deformasyondan önceki yüksekliği, H_2 – numunenin deformasyondan sonraki yüksekliğidir.

2.4.3.Tavuk Tüyü Liflerinin Fiziksel Analiz Yöntemleri

2.4.3.1. Tavuk Tüyü Liflerinin Higroskopik Özelliklerinin Analizi

Tekstil malzemelerinde tekstil liflerinin büyük bir kısmı belirli bir dereceye kadar nem absorbe etme kabiliyetine sahiptir. Buna *higroskopiklik* özelliği adı verilmektedir. Higroskopik tekstil malzemeleri kendi nem içeriğini lifleri vasıtasıyla ortam havasındaki nem durumuna göre dengeye ulaştıracak şekilde nem absorbsiyonu (nem emme) veya desorpsiyonu (nem bırakma) yardımı ile ayarlayabilme kabiliyetine sahiptirler.

Tez kapsamında kullandığımız materyal olan tavuk tüyü liflerinin kimyasala içeriği ile ilgili yapılmış araştırmalar sonucu liflerin higroskopikliği daha önce vurgulanmıştı. Tavuk tüyü liflerinin farklı nem oranına sahip ortamlarda nem alma kabiliyetini incelemek amacıyla Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünde bulunan NÜVE marka İD 300 kodlu klimatik test kabini kullanılmıştır. Tavuk tüyü lifleri ile kıyaslayabilmek için pamuk ve yün liflerinin de higroskopiklik özelliklerine bakılmıştır.

Liflerin higroskopiklik özelliklerinin analiz edilmesinde TS 467 numaralı "Tekstil Malzemelerinde Mevcut Nem ve Nem Kazanma Tayini Metotları" adlı standart esas alınmıştır. Ancak standardın bazı şartları değiştirilmiştir. Standardın esasları tezin Ek kısmında belirtilmiştir.

Deney Numunesinin hazırlanması: Standartta yer alan şartlara göre 3gr tavuk tüyü lifi, pamuk lifi ve yün lifi hassas terazi yardımıyla tartılmıştır. Numuneler normal ortam şartlarında 2 saat tutulduktan sonra havadan nem almaması için polietilen poşetlere yerleştirilmiştir (Şekil 2.21).

Etüvde Kurutma ve Tartma: Kurutma işleminde etüve giren hava standart atmosfer şartlarında (TS 240) olmalıdır. Standarda göre numuneler 105°C'de, 120' süre ile kurutma işlemine tabi tutulmalıdır. Bizim numunelerin bu kadar yüksek sıcaklıktan etkilenebileceğini düşünerek bu sıcaklığı 30°C'ye indirdik. Kurutma işlemi tamamlandıktan sonra numuneler dikkatli ve hızlı bir şekilde numune kaplarına konularak tartım işlemi için hassas teraziye getirilir. Tartımı yapılan numuneler aynı özenle numune kaplarına konulur ve farklı nem koşullarında numunenin normal şartlardaki ağırlığına oranla nem alma kapasitelerine bakılmak üzere iklimlendirme cihazına götürülür.



Şekil 2.21. Tavuk tüyü, pamuk ve yün liflerinin yüzde nem alma kapasitesinin hesaplanması için hazırlanması

Hesaplama ve Sonuçların Gösterilmesi: Deney sonuçları aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır:

$$Nem\ oranı = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \cdot \%100$$

Burada: M_1 – numunelerinin ilk kütlesi (g), M_2– numunelerin son kütlesidir(g).

Deney sonuçlarının ortalaması alınarak 0,01 yaklaşımla gösterilir **[TS 467/Nisan 1985].**

2.4.3.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Su Emme Kapasitesinin Analizi

Su emme kabiliyetine sahip farklı malzemeler farklı miktarda su emerler. Tekstil malzemelerinin belirli zaman içerisinde emdiği suyun miktarı ve maksimum su emme kapasitesi birçok durumlarda önem arz etmektedir. Buna göre de tez kapsamında çalışılan tavuk tüyü lifi numunelerinin bünyesinde ne kadar suyu tutup tutmadığı test edilmiştir.

Tavuk tüyü liflerinin su emme özelliğinin tayin edilmesinde TS 866 "Kasarlı Pamuklu Tekstil Mamullerinin Su Emme Özelliğinin Tayini" adlı standardın "Suya Batırma Metodu" esas alınmıştır. Test edilecek malzeme, yani tavuk tüyü lifleri standart bir malzeme olmadığı için standardın şartlarını deney objesine uyarlamak zorunda kalınmıştır. Değiştirilen şartlar kafes malzemesinin daha sıkı örülmüş olması ve numunenin su içerisine daldırılması olmuştur. Standardın esasları tezin Ek kısmında verilmiştir.

Deney numunesi: Tavuk tüyü, pamuk ve yün lifleri hassas terazi yardımıyla 3gr olacak şekilde tartıldıktan sonra TS 240'a göre kondisyonlanmıştır.

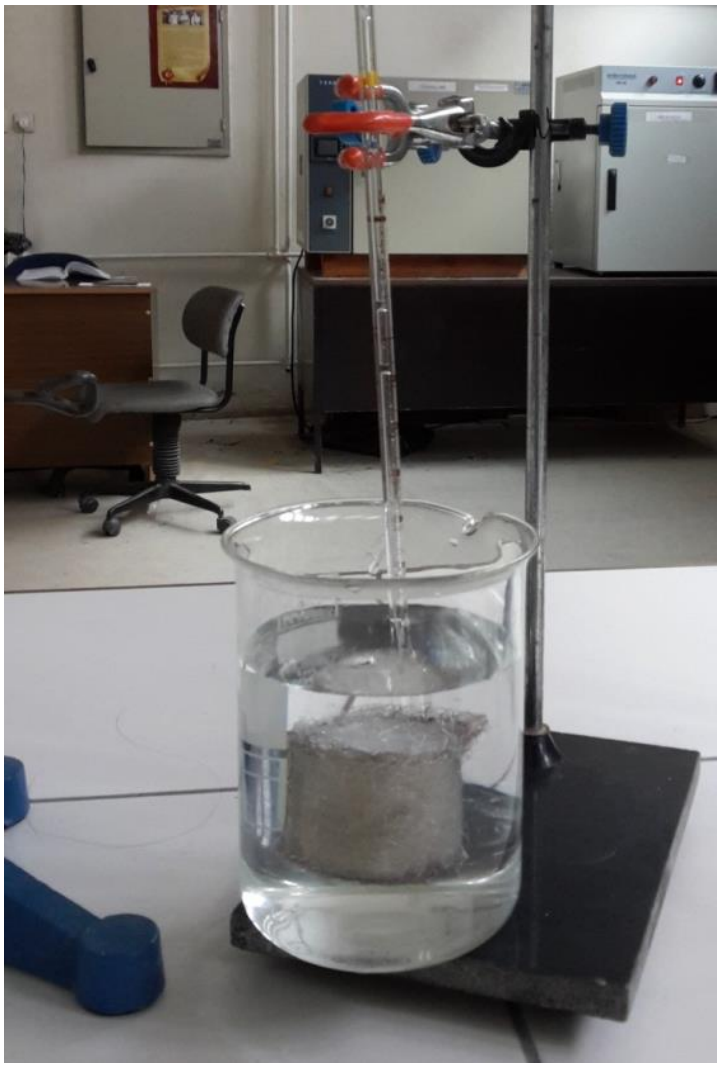
Deney sırasında numuneleri suya daldırmak için 1,0…1,5mm aralıklı yapılmış, 50mm çapında 80mm yüksekliğinde 3,7±0,3gr'lık silindirik sepet kullanılmıştır. Sepetler içerisine 3gr olarak tartılan lifler konulmuştur.

Laboratuvar şartlarında deney düzeneği Şekil 2.22'de gösterildiği gibi kurulmuştur. Düzeneklerde 1lt'lik beher kullanılmış ve içerisine 21±3°C damıtık su konulmuştur. Tel sepetler tam beherin orta kısmında asılı kalacak şekilde ayaklı metal kıskaçlar yardımıyla tutturulmuştur. Tel sepet suya değecek şekilde 10±3 mm yükseklikten sarkıtılmış ve kronometre çalıştırılmıştır. Sürenin sonunda sepet sudan çıkarılmış,

liflerle mekanik ilişkide olan suyun süzülerek ayrılması için 10 dakika asılı şekilde bekletilmiş ve tartılmıştır. Metot, su içerisine daldırılan lifin 20 dakika ve 24 saat sonunda bünyesinde ne kadar su tuttuğunu esas alır.

2.4.3.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Su Altında Şişme Hızının Analizi

Liflerin mekanik özelliklerine; liflerin morfolojik yapıları, kristalin ve amorf bölge oranı, makro moleküllerin oryantasyonu gibi fiziksel özellikleri ve kimyasal bileşenleri etki etmektedir. Ayrıca doğası gereği hidrofilik karakterli olan doğal liflerin nem alma kapasitesi de lifin yapısına göre değişmektedir [83].



Şekil 2.22. Tavuk tüyü liflerinin su emme kapasitesinin tayin edilmesi yöntemi

Tez kapsamında, tavuk tüyü liflerinin su ile etkileşimi sonucunda lif çapının ne kadar arttığı test edilmiştir.

Lifler Şekil 2.16'da görüldüğü gibi cam lamel üzerine kaymasını engellemek için iki ucuna bant yapıştırılarak hazırlanmıştır. Daha sonra mikroskoba yerleştirilen cam lamel üzerindeki life bir damla su damlatılarak 1'lık süre başlatılmıştır. Suyu emen lifin 1dk'nın sonunda çapı tekrar ölçülmüştür. Bu işlem 2', 3', 4', 5'lık sürelerde tekrarlanmıştır. Suyun emilmesi sonucu süreye bağlı olarak lif çapında meydana gelen değişiklikler gözlemlenmiş ve lif çapı programında hesaplanan değerler kaydedilmiştir.

2.4.3.4. TGA Testi

Kontrollü sıcaklık programı altında, bir maddenin veya bu maddeden türeyen ürünlerin özelliklerinde meydana gelen değişiklikleri incelemede kullanılan metotlar topluluğuna *termal analiz metodu* denir [84].

Termografimetrik analiz yöntemi bu metotlardan biri olarak programlı olarak arttırılan bir sıcaklık işlemiyle maddenin kütlesinde meydana gelen değişikliği sıcaklık ve zamanın fonksiyonu olarak incelemektedir.

Tavuk tüyü lifleriyle ilgili gerçekleştirilecek termal işlemler bu liflerin termal özelliklerinin bilinmesi istemektedir. Bu amaçla liflere Erciyes Üniversitesi TAUM'da TGA testi yapılmıştır.

2.4.3.5. DSC Testi

TGA tekniği DTA veya DSC termogramlarıyla birlikte kullanılmaktadır. Tavuk tüyü liflerinin ısıl parametrelerinin incelenmesi için DSC tekniği uygulanmıştır.

DSC tekniği, polimeri ısıttığımız zaman uğrayacağı fiziksel değişimlere dayanan bir yöntemdir. DSC biri referans diğer ise numunenin konduğu iki ısıtıcıdan, bu sistemi ısı kaybı olmadan tutan bir hücreden ısı akışını kontrol eden bilgisayardan oluşur. DSC yönteminde test edilen numunenin ve referansın sıcaklığını arttırmak için gerekli olan ısı miktarı, sıcaklığın zamana bağlı fonksiyonu olarak ölçülür. Numune ve referans test boyunca aynı sıcaklıkta tutulmaya çalışılarak ve aynı hızda ısıtılarak, numunenin ve referansın üzerindeki ısı akışının hızı ölçülür ve karşılaştırılır**.**

DSC testine tabi tutulan numune faz değiştirme gibi fiziksel bir dönüşüme gidiyorsa, referansla aynı sıcaklıkta tutabilmek için numuneden daha az veya daha fazla ısı akışı olacaktır. Daha az veya daha çok ısı akışı işlemin endotermik veya ekzotermik olmasına göre değişir [85].

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Tüy Tiplerinin Kuşun Bedeni Üzere Dağılımı Analizi

Tüy tiplerinin tavuk bedeni üzerinde dağılımıyla ilgili sonuçlar Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Tavuk bedeninin farklı bölgelerinden çıkan tüy miktarı

Tavuk bedenin şartı olarak ayırdığımız bölgeleri	Toplam telek ağırlığı (gr)					Toplam telek miktarı (%)
	1. Tavuk	2. Tavuk	3.Tavuk	Ortalama	St. Sapma	
Sırt	11,94	11,75	12,97	12,22	0,46	16,75
Boyun	7,08	6,59	7,42	7,03	0,30	9,63
Göğüs	9,74	9,48	10,66	9,96	0,44	13,65
Kanat Altı	4,68	4,51	5,54	4,91	0,40	6,73
Karın Altı	7,89	7,67	8,32	7,96	0,23	10,91
Gövde	7,91	7,41	8,35	7,89	0,33	10,81
Kuyruk	9,26	9,05	10,04	9,45	0,37	12,95
Kanat	13,32	13,88	13,42	13,54	0,21	18,56
Toplam miktar	**71,61**	**70,34**	**76,93**	**72,96**	**0,34**	**100**

Bu değerlere bakıldığında diri ağırlığı yaklaşık olarak 1,4kg teşkil eden ve ebatları birbirine yakın tavuklarda şartı olarak ayırdığımız aynı bölgelerden çıkan tüy miktarlarının yaklaşık olarak aynı olmadığı görülmektedir. Genelde ise Tablo 3.1'deki değerlere göre bir tavuğun en tüylü bölgesi kanat ve sırt bölgeleridir.

Bir tavuktan alınan ortalama tüy miktarı 0,34 ortalama standart sapma ile 73gr teşkil etmiştir. Bu, tavuğun diri ağırlığının yaklaşık olarak %5'ni oluşturmaktadır.

Tavuklardan alınmış tüylerden lifler (barbs) kesilerek sap kısmından (rachis) ayrılmış her bölgeden çıkan lifler ve saplar ayrı ayrılıkta tartılmıştır. Tavuk bedeninin farklı bölgelerinden çıkan tüy miktarlarında sap kısmının liflerin ağırlığına oranları hesaplanmış ve Tablo 3.2'ye aktarılmıştır.

Tablo 3.2. Tavuk bedeninin farklı bölgelerinden çıkan tüylerde ortalama sap-lif oranı

Tavuk bedenin şartı olarak ayırdığımız bölgeleri	Ortalama tüy miktarı, gr	Toplam sap miktarı, %	Toplam lif Miktarı, %	Sap-lif oranı
Sırt	12,22	32,0	68,0	1:2,13
Boyun	7,03	12,5	87,5	1:7,00
Göğüs	9,96	38,0	62,0	1:1,63
Kanat Altı	4,91	44,0	56,0	1:1,27
Karın Altı	7,96	53,0	47,0	1:0,89
Gövde	7,89	37,0	63,0	1:1,70
Kuyruk	9,45	63,0	37,0	1:0,59
Kanat	13,54	62,0	38,0	1:0,61
Ortalama	**9,12**	**42,69**	**57,31**	**1:1,34**

Tablo 3.2'deki değerlere göre toplam tüyde bulunan lif (barbs) ve sap (rachis) kısmı % olarak kıyaslanacak olursa, tavuğun boyun kısmında bulunan tüylerden en fazla lif elde edildiği görülmüştür. Daha sonra sırt, göğüs ve gövde bölgesi tüyleri bu oranı takip etmektedir. Kuyruk ve kanat bölgesinden elde edilen tüylerin miktarı ise eşit sayılabilir ve en az lif miktarı ise bu bölgelerden elde edilen tüylerden sağlanmıştır. Bu verilere göre ortalama bir tavuğun el tüylü bölgesi boyun kısmıdır denilebilir.

Tavuk bedenin farklı kısımlarından çıkan tüylerde lif uzunluklarını belirlemek için bu bölgelerin her birinden beş adet ortalama ebatlı telek seçildi. Seçilmiş tüylerin uç, orta ve kök kısımlarından alınan liflerin ortalama uzunlukları tayin edildi. Tablo 3.3'de tavuk tüylerinin uç, orta ve kök kısımlarından elde edilen liflerin ortalama uzunluk verileri gösterilmektedir.

Tablo 3.3'teki değerlere göre telek uzunluğu açısından göğüs ve sırt bölgelerinden çıkan tüyler aynı ebatlardadır. Şekil 2.15'te verilen resimlere bakılırsa, göğüs ve gövde

bölgelerinden çıkan tüyler yapı açısından da birbirine yakındır. Aynı yorumlar gövde ve karın altı tüyleri hakkında da söylenilebilir.

Tablo 3.3. Bir tavuğun 8 ayrı bölgesinden alınan tüy liflerinin uzunluk analizi

Tavuğun 8 farklı bölümünden alınan tüy çeşitleri	Telek uzunluğu, cm	Lif uzunluğu, cm		
		Uç	Orta	Kök
Sırt	5…10	2,1	2,2	1
Boyun	3…7	1,3	2,8	2
Göğüs	6…10	2,4	2,5	1,2
Kanat Altı	5…8	1,5	2,2	1,5
Karın Altı	6…11	1,4	2,3	1,8
Gövde	6…11	2,4	3,5	1,2
Kuyruk	4…16	1,5	2,8	1,2
Kanat	7…19	1,3	2,2	1,8

Şekil 1.3, 2.15 ve Tablo 3.3'ü göz önünde bulundurursak, kontur tüylerinin uzunluklarının 8…19cm, yalıtım tüylerinin 5…13cm, hav tüylerinin ise 3…7cm arasında değiştiğini görebiliriz. Tavuklar uçan kuş olmadıkları için Şekil 1.3'te görülen yönlendirici tüyler bulunmamaktadır. Kıl tüyler ise miktarca azınlık teşkil ettiklerinden dolayı dikkate alınmamışlardır.

Tablo 3.3'teki değerlere bakıldığında bir tüyden elde edilen en büyük uzunluk değerinin genellikle teleğin orta kısımda bulunan liflere ait olduğu söylenebilir. Bu açıdan gövde tüylerinin orta bölgesinden alınan lifler en uzun boya sahiptir.

Ayrıca lif uzunluğuna bağlı olarak lif sayısı tespit edilmek istenmiştir. Rastgele seçilen 100 adet lifin uzunlukları ölçülmüş ve gruplandırılarak sonuçlar Tablo 3.4'e aktarılmıştır. Tablo 3.4'teki değerlere bakıldığında sayıca en fazla olan liflerin uzunlukları 1,2...2,0cm arasında değişen lif grubuna ait olduğu söylenebilir.

Tablo 3.4'teki değerlere bakıldığında sayıca en fazla olan liflerin uzunlukları 1,2...2,0cm arasında değişen lif grubuna ait olduğu söylenebilir.

Tablo 3.4. Rastgele seçilmiş 100 adet lifin uzunluğa bağlı dağılımı

	Lif Uzunlukları(cm)	Lif sayısı (adet)
1	1,2cm'in altın olan lifler	4
2	1,2-1,6cm arası olan lifler	35
3	1,6- 2cm arası olan lifler	32
4	2-2,4cm arası olan lifler	26
5	2,4cm'in üzerinde olan lifler	3

3.2. Lif Çapı Analizi

Bir tavuktan alınan lifler uzunluk açısından 3 önemli grupta toplandığından ve diğer iki gruptaki lif miktarı çok az olduğundan (Tablo 3.4) her üç gruptan da 5 lif örneği alınarak 5 farklı noktada çapları ölçülmüş ve ortalama değerleri Tablo 3.5, 3.6 ve 3.7'ye aktarılmıştır.

Tablo 3.5. 1,2…1,6cm uzunluklu tavuk tüyü liflerinin çap ölçüm değerleri

Ölçüm Sayısı(adet)	Numuneler üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)				
	1. Numune	2. Numune	3. Numune	4. Numune	5. Numune
1	53,03	64,00	64,00	71,77	74,97
2	52,57	70,40	71,31	75,43	77,71
3	50,74	67,66	68,11	70,40	78,63
4	50,74	63,54	61,71	64,00	71,31
5	50,74	58,06	61,71	67,20	78,63
Ortalama	**51,57**	**64,73**	**65,37**	**69,76**	**76,25**
Std. Sapma	**1,14**	**4,67**	**4,23**	**4,37**	**3,14**
				Genel ortalama	**65,54**
				Genel std. Sapma	**3,51**

Tablo 3.6. 1,6…2cm arası tavuk tüyü liflerinin çap ölçüm değerleri

Ölçüm Sayısı(adet)	Numuneler üzere farklı noktalarda lif çapı (µc)				
	1. Numune	2. Numune	3. Numune	4. Numune	5. Numune
1	38,40	65,83	74,97	95,54	48,00
2	47,09	69,49	78,17	93,26	46,17
3	40,23	67,20	81,37	95,09	48,46
4	42,06	66,29	81,37	98,74	48,91
5	42,06	66,29	80,00	96,46	49,37
Ortalama	**41,97**	**67,02**	**79,18**	**95,82**	**48,18**
Std.Sapma	**3,24**	**1,47**	**2,69**	**2,01**	**1,24**

Genel ortalama	**59,09**
Genel std. Sapma	**2,16**

Tablo 3.7. 2…2,4cm arası tavuk tüyü liflerinin çap ölçüm değerleri

Ölçüm Sayısı(adet)	**Numuneler üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)**				
	1. Numune	**2. Numune**	**3. Numune**	**4. Numune**	**5. Numune**
1	56,23	34,61	30,39	20,15	11,70
2	57,14	36,08	29,58	19,50	13,81
3	57,60	33,64	29,90	18,20	13,81
4	53,94	34,94	28,44	19,18	13,65
5	53,94	36,24	28,76	19,01	13,00
Ortalama	**55,77**	**35,10**	**29,41**	**19,21**	**13,20**
Std. Sapma	**1,74**	**1,08**	**0,80**	**0,71**	**0,90**
				Genel ortalama	**30,54**
				Genel std. Sapma	**1,05**

Farklı vücut bölgelerinden alınan tüylerin uç, orta ve kök kısımlarından alınan liflerin çapı beş noktada ölçülerek alınan değerler Tablo 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 ve 3.15'te gösterilmiştir.

Tablo 3.8. Sırt tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	**Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)**		
	Uç (2,1cm)	**Orta (2,2cm)**	**Kök (1,0cm)**
1	50,10	24,57	24,09
2	49,62	23,61	22,64
3	49,14	22,64	22,16
4	47,69	21,68	21,20
5	45,77	21,68	21,68
Ortalama	**48,46**	**22,84**	**22,35**
Std.Sapma	**1,76**	**1,26**	**1,11**

Tablo 3.9. Boyun tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	**Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)**		
	Uç (1,3cm)	**Orta (2,8cm)**	**Kök (2,0cm)**
1	59,26	37,10	16,86
2	59,26	37,58	16,86

3	59,26	35,65	16,86
4	56,37	34,69	15,90
5	55,40	37,58	17,34
Ortalama	**57,91**	**36,52**	**16,77**
Std.Sapma	**1,88**	**1,29**	**0,53**

Tablo 3.10. Göğüs tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	**Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)**		
	Uç (2,4cm)	**Orta (2,5cm)**	**Kök (2,1cm)**
1	67,93	55,40	19,27
2	62,63	53,96	21,20
3	64,56	49,62	21,20
4	65,52	48,66	20,23
5	66,00	48,18	21,20
Ortalama	**65,33**	**51,16**	**20,62**
Std.Sapma	**1,94**	**3,29**	**0,86**

Tablo 3.11. Kanat altı tüylerin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	**Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)**		
	Uç (1,5cm)	**Orta (2,2cm)**	**Kök (1,5cm)**
1	43,84	21,68	16,38
2	45,77	22,16	14,45
3	43,36	21,68	14,93
4	39,99	23,12	13,97
5	40,95	21,20	13,97
Ortalama	**42,78**	**21,97**	**14,74**
Std.Sapma	**2,32**	**0,73**	**1,00**

Tablo 3.12. Karın altı tüylerin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	**Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)**		
	Uç (2,1cm)	**Orta (2,2cm)**	**Kök (1,0cm)**
1	57,33	26,50	26,98
2	57,81	27,46	29,39
3	58,29	24,57	28,42
4	57,33	26,01	25,53
5	53,48	26,98	24,09
Ortalama	**56,85**	**26,30**	**26,88**
Std.Sapma	**1,93**	**1,11**	**2,14**

Tablo 3.13. Gövde tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)		
	Uç (2,4cm)	Orta (3,5cm)	Kök (1,2cm)
1	29,87	26,50	20,72
2	28,91	26,50	19,27
3	29,87	24,57	20,23
4	31,31	23,61	20,72
5	29,39	25,05	20,23
Ortalama	**29,87**	**25,24**	**20,23**
Std.Sapma	**0,90**	**1,26**	**0,59**

Tablo 3.14. Kuyruk tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)		
	Uç (1,5cm)	Orta (2,8cm)	Kök (1,2cm)
1	17,81	11,65	8,56
2	17,64	12,50	8,39
3	17,98	12,33	8,73
4	19,18	11,99	8,22
5	18,50	11,13	7,71
Ortalama	**18,22**	**11,92**	**8,32**
Std.Sapma	**0,62**	**0,55**	**0,39**

Tablo 3.15. Kanat tüylerinin uç, orta ve kök kısımları üzere farklı noktalarda lif çapı analizi

Ölçüm sayısı (adet)	Tüy numuneleri üzere farklı noktalarda lif çapı (µm)		
	Uç (1,3cm)	Orta (2,2cm)	Kök (1,8cm)
1	15,41	12,16	10,62
2	14,73	11,82	10,10
3	14,73	11,65	10,28
4	14,39	11,47	10,10
5	14,56	11,99	9,76
Ortalama	**14,76**	**11,82**	**10,17**
Std.Sapma	**0,39**	**0,27**	**0,31**

Tablo değerlerine bakıldığı zaman en büyük lif çapı değerlerinin bütün durumlarda teleğin uç kısmından alınan liflere ait olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile, teleğin kök kısmından uç kısmına doğru "sakalların", yani liflerin kalınlığı artmaktadır.

Diğer taraftan bütün durumlarda ve bütün bölgelerde lif uzunluğunun artması lif çapının azaldığı anlamına getirmektedir.

Nihayet bütün durumlarda liflerin (barbs) sapa (rachis) birleştiği noktadan uca doğru gittikçe kalınlık azalmaktadır.

3.3. Tavuk Tüyü Yıkama Şartlarının Lif Yapısı ve Özelliklerine Etkilerinin Analizi

İki farklı kaynaktan elde edilen tavuk tüyü numuneleri farklı yıkama maddeleri ve yıkama şartları uygulamak suretiyle yıkama işlemine tabi tutulmuşlar. Deney planları Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'te verilmiştir.

Yönetilebilen faktörler olarak yıkama maddesi, yıkama sıcaklığı ve yıkama süresi alınmıştır. Bu parametrelerden yıkama maddesi parametrik olmayan faktördür ve üç farklı yıkama maddesini nazarda tutmaktadır. Bunlar Tablo 2.1'de verilmiştir. Diğer iki parametrenin değişim seviyeleri Tablo 3.16'da verilmiştir.

Tablo 3.16. Yıkama deneylerinde yönetilebilen faktörler

Yönetilebilen faktörler	**Faktörlerin değişim seviyeleri**	
	1. Seviye	**2. Seviye**
Yıkama sıcaklığı	40ºC	80ºC
Yıkama süresi	30 dakika	60 dakika

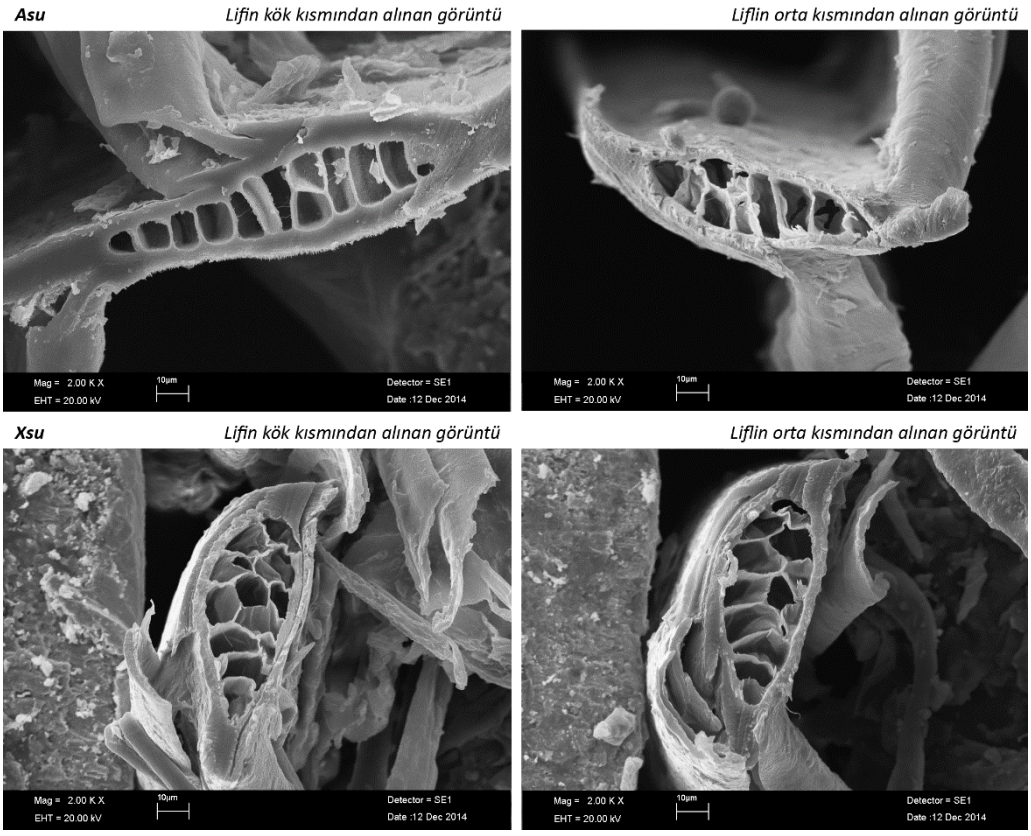
Deneylerde çıkış parametreleri olarak hem nitel, hem de nicel karakterli özellikler dikkate alınmıştır. Nitel karakterli özelliklerden bizi en çok ilgilendiren liflerin içyapısı olduğu için tüm şartlarda yıkama işlemlerinden sonra liflerin içyapısının ve çapının SEM analizi yapılmış ve bu açıdan en iyi yıkama maddesi, yıkama sıcaklığı ve yıkama süresi belirlenmiştir. Bunun yanı sıra yıkama işleminin liflerin bir grup mekanik ve fiziksel özelliklerine nasıl etkilediği de gözden geçirilmiş ve en elverişli yıkama şartları tespit edilmiştir.

3.3.1. Yıkama Şartlarının Liflerin İçyapısına Etkilerinin Analizi

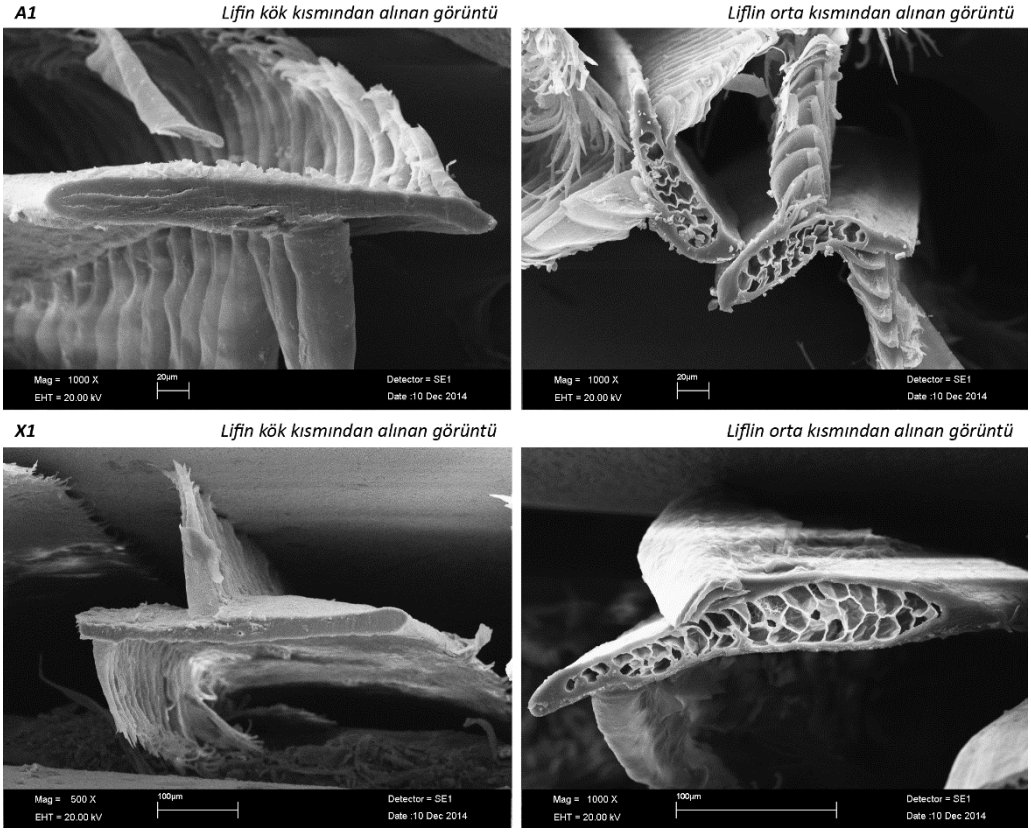
Tavuk tüylerinin lif üretimine hazırlanması aşamasında en iyi yıkama şartlarını belirlemek amacıyla üç farklı yıkama maddesinin her biriyle dört farklı yıkama rejiminde gerçekleştirilmiş yıkamaların liflerin içyapısına nasıl etki ettiğini analiz etmek için lifler normal hava şartlarında kurutulduktan sonra SEM analizi için numuneler hazırlanmıştır (bak: 2.4.1.4).

Şekil 3.1 ve 3.2'de saf su ile 30^{o}C sıcaklıkta 30 dakika yıkanmış ve uygun olarak A-su ve X-su olarak kodlandırılmış 1. ve 2. çeşit tüy numunelerinin içyapısının kesitte SEM resimleri verilmiştir. Resimler liflerin kök, yani sapa birleştikleri kısmından ve orta kısmından alınmıştır.

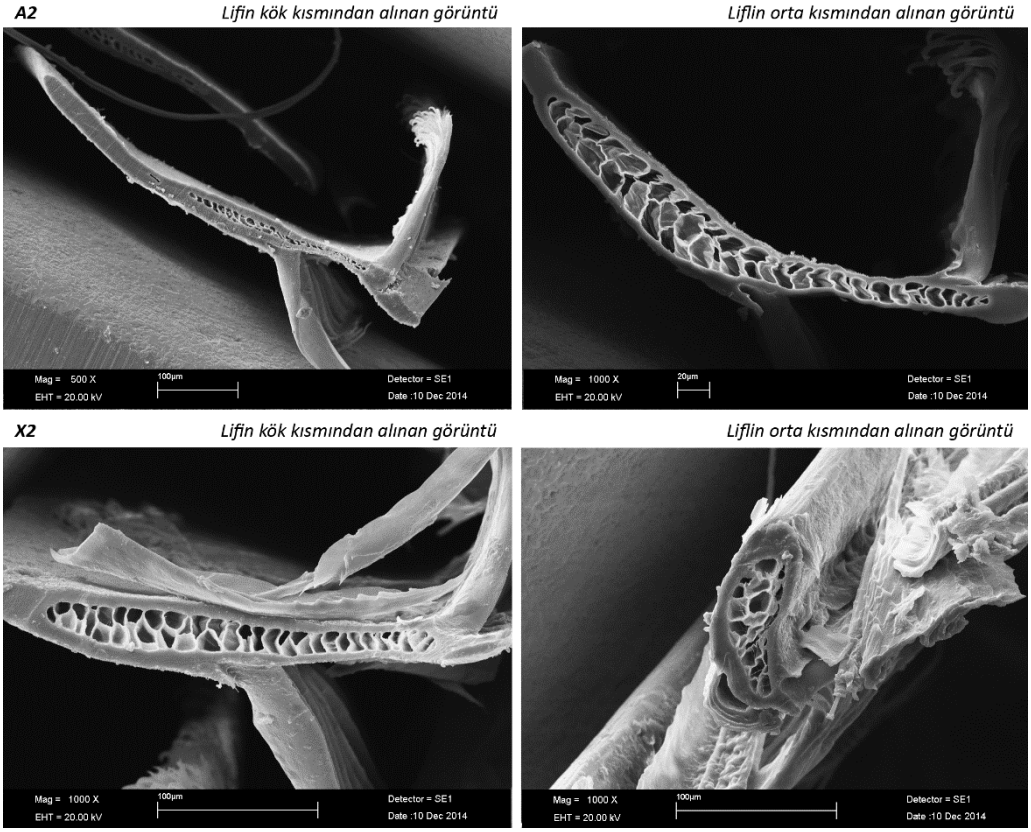
Şekil 3.3…3.13'te üç farklı yıkama maddesi ile farklı rejimlerde gerçekleştirilmiş yıkama işlemleri sonrası liflerin içyapılarının kesitteki SEM görüntüleri verilmiştir. Bu resimlerde lifin hem kök kısmının, hem de orta kısmının kesitteki içyapı görünümü izlenebilir.



Şekil 3.1. Saf su ile yıkanmış A-su ve X-su kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



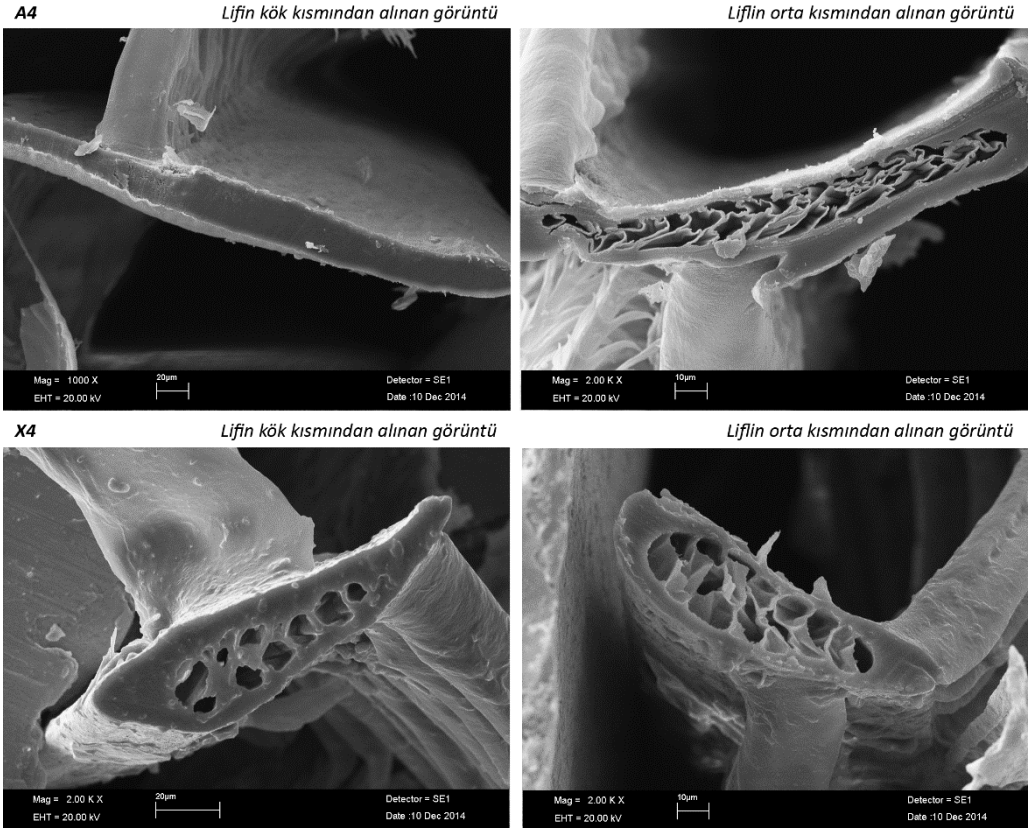
Şekil 3.2. Setawash EWA ile yıkanmış A1 ve X1 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



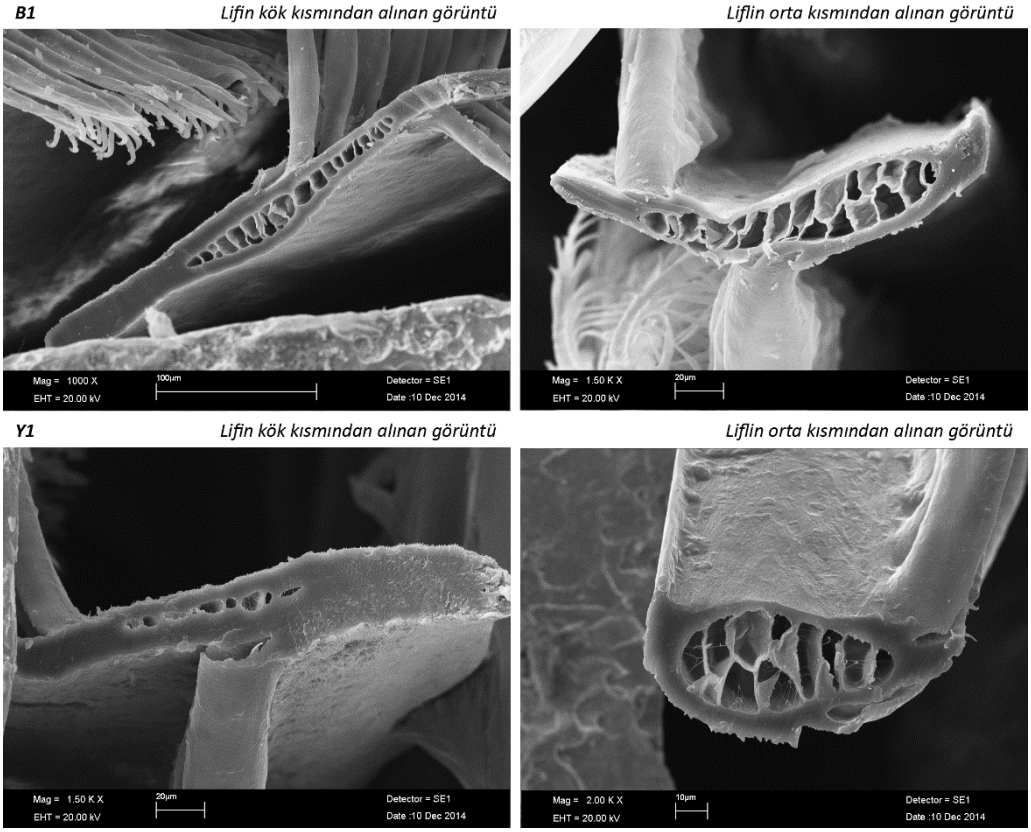
Şekil 3.3. Setawash EWA ile yıkanmış A2 ve X2 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



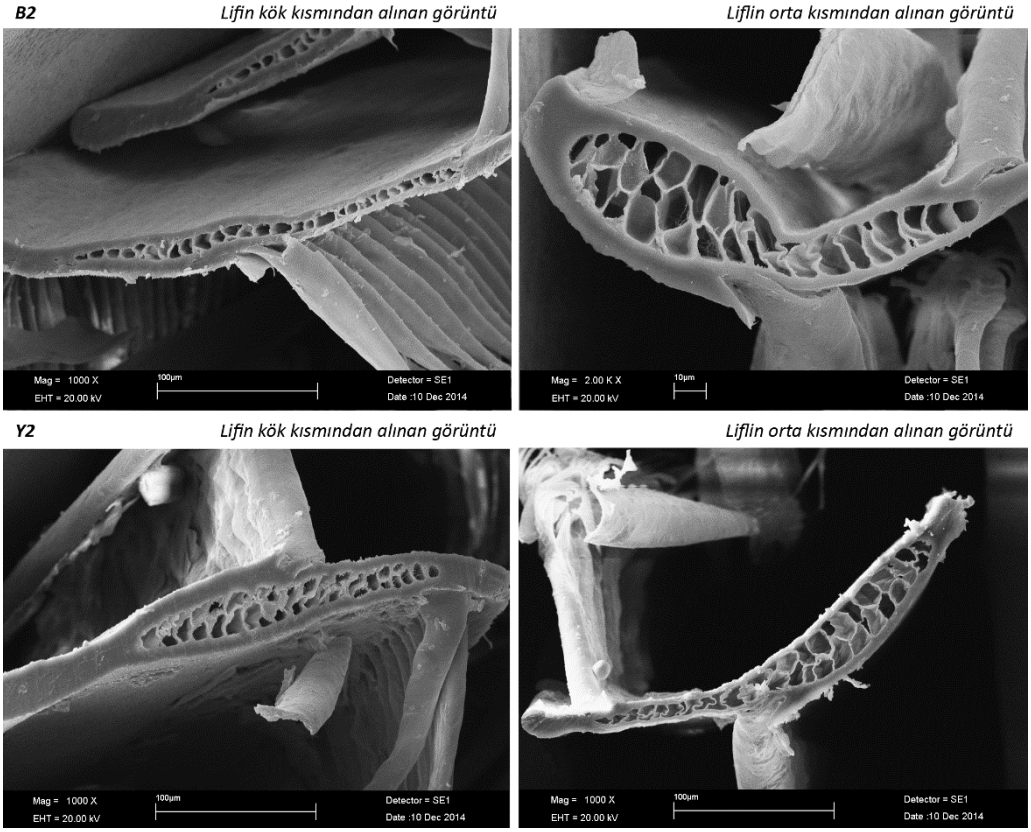
Şekil 3.4. Setawash EWA ile yıkanmış A3 ve X3 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



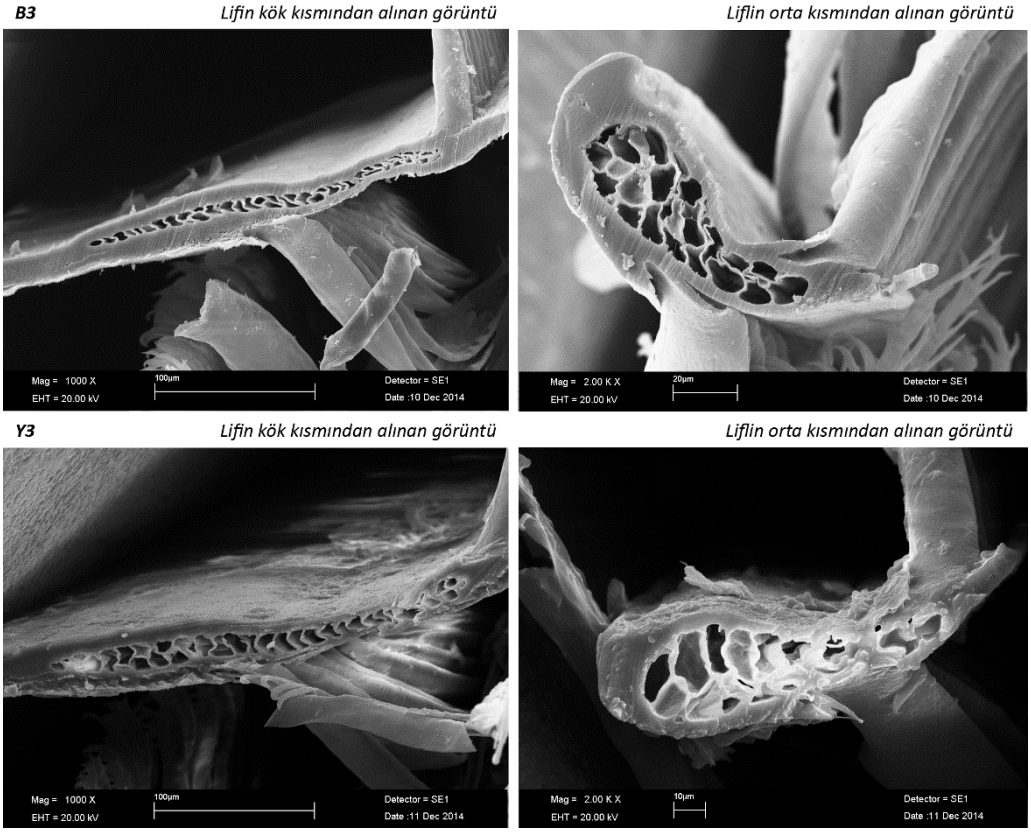
Şekil 3.5. Setawash EWA ile yıkanmış A4 ve X4 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



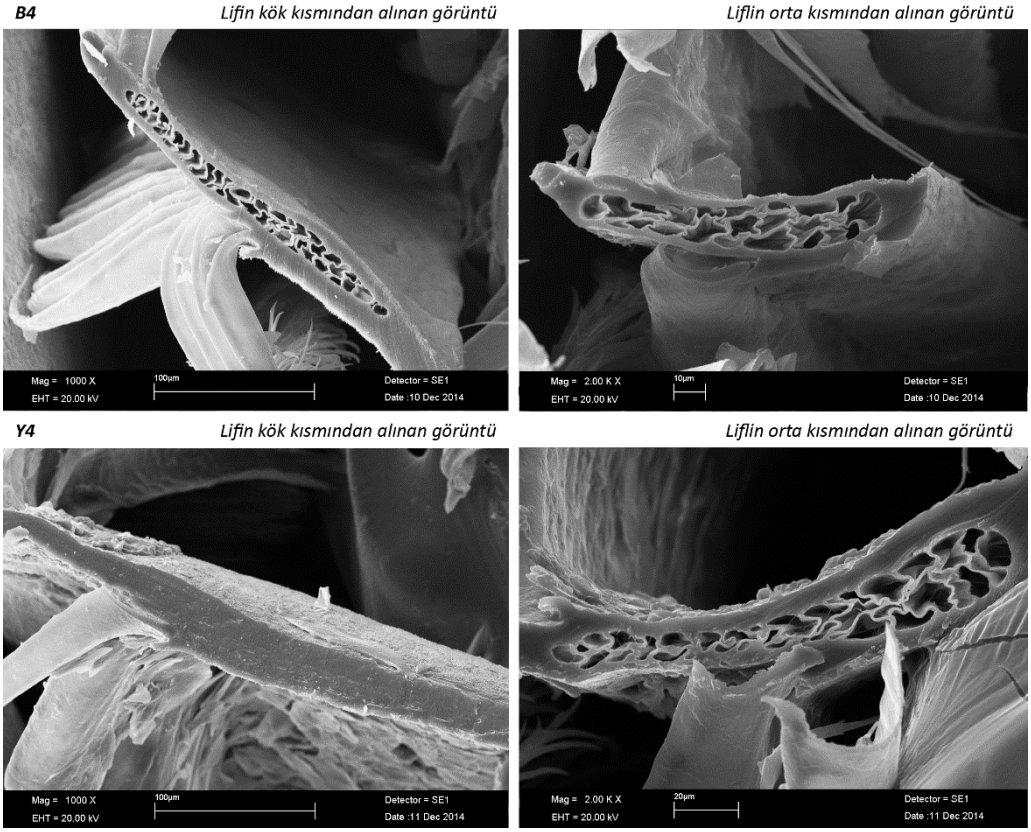
Şekil 3.6. Setalan IK 30 ile yıkanmış B1 ve Y1 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



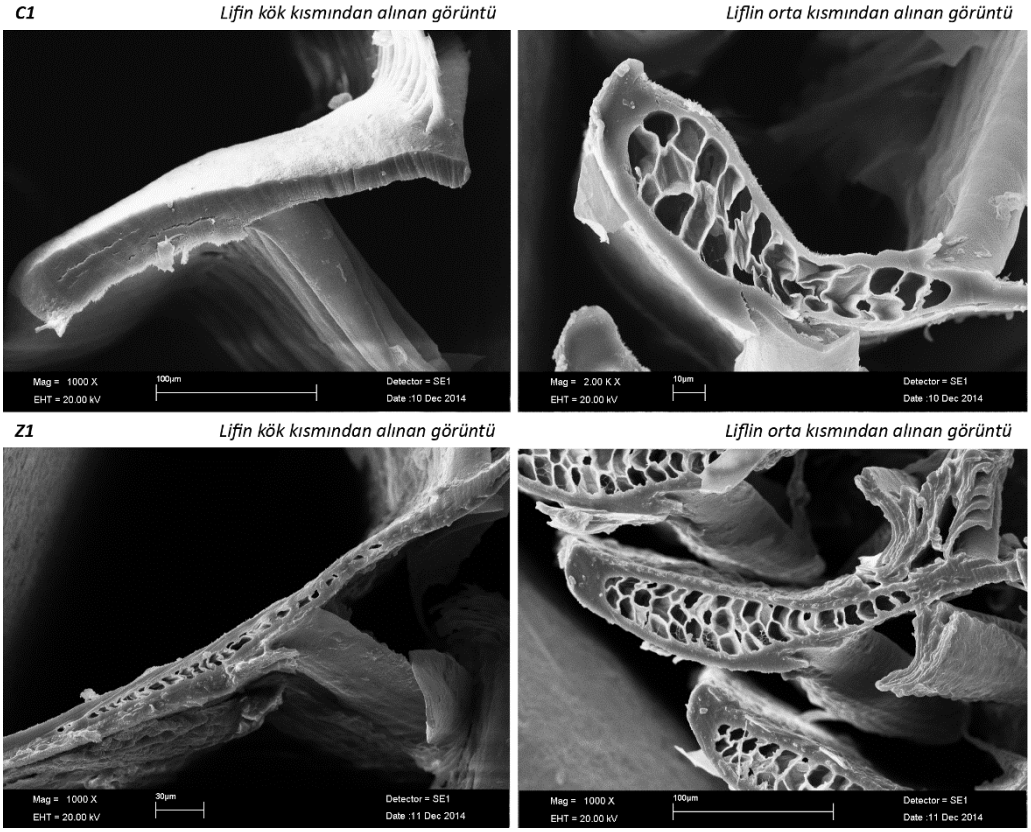
Şekil 3.7. Setalan IK 30 ile yıkanmış B2 ve Y2 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



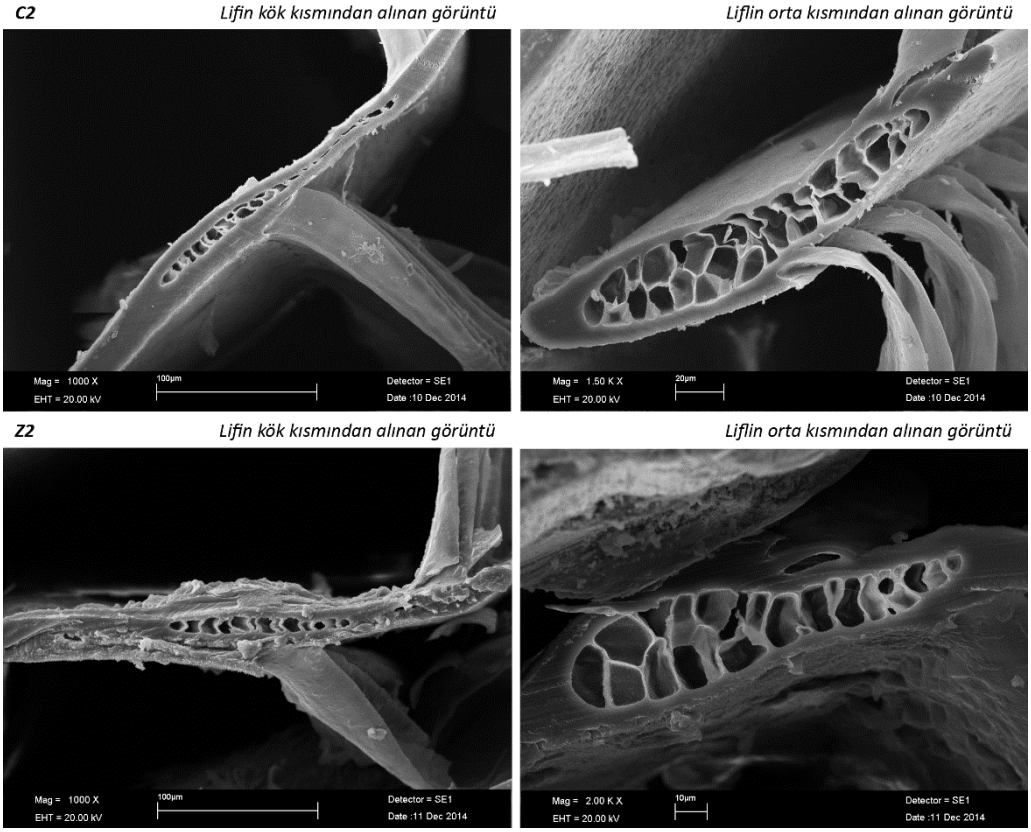
Şekil 3.8. Setalan IK 30 ile yıkanmış B3 ve Y3 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



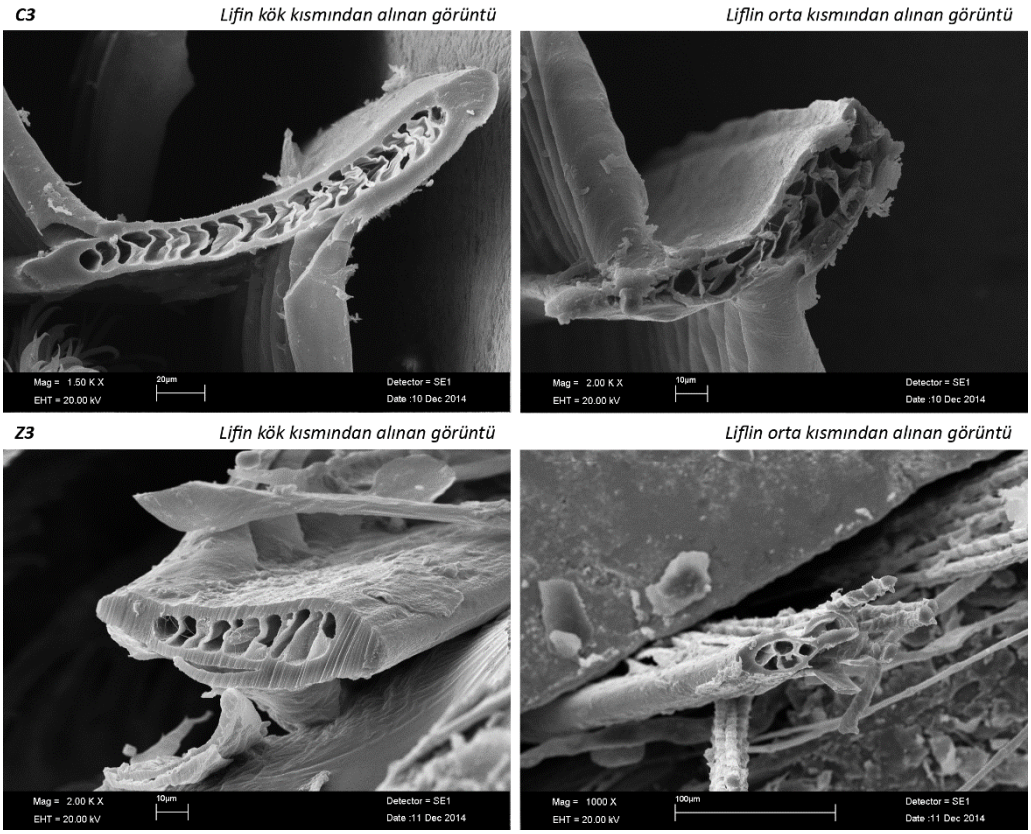
Şekil 3.9. Setalan IK 30 ile yıkanmış B4 ve Y4 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



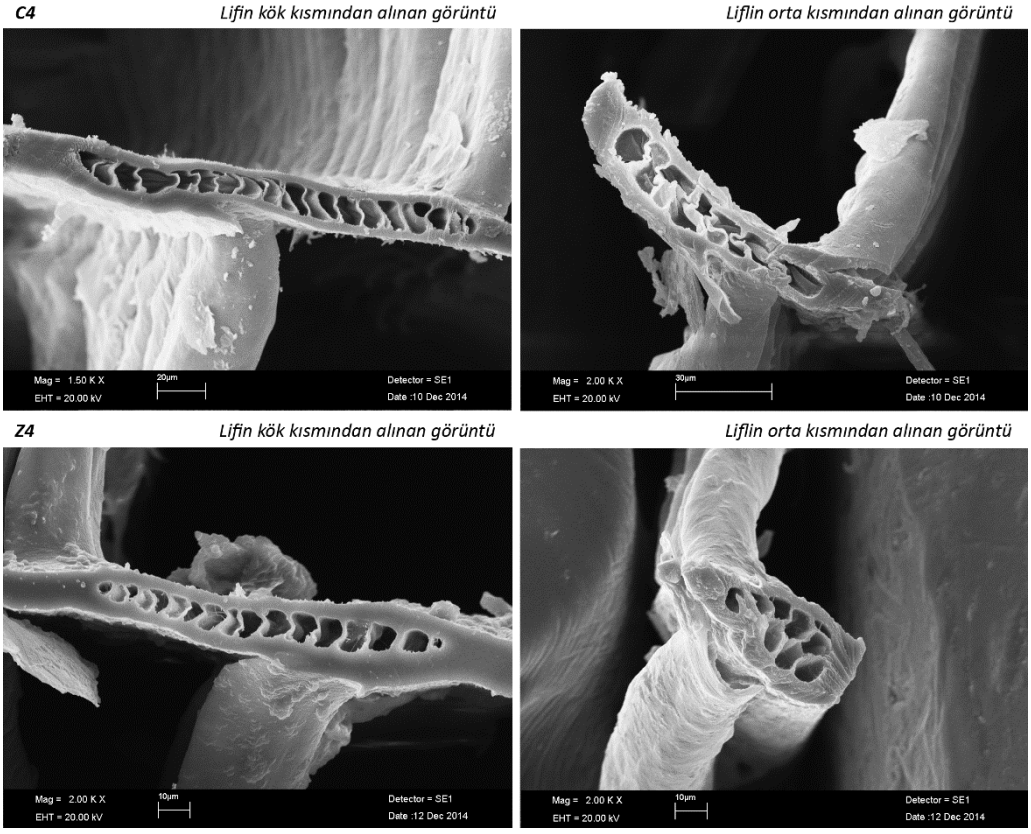
Şekil 3.10. Setawash PY Conz ile yıkanmış C1 ve Z1 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



Şekil 3.11. Setawash PY Conz ile yıkanmış C2 ve Z2 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



Şekil 3.12. Setawash PY Conz ile yıkanmış C3 ve Z3 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri



Şekil 3.13. Setawash PY Conz ile yıkanmış C4 ve Z4 kodlu numunelerin içyapı görüntüleri

3.3.2. Yıkama Şartlarının Liflerin Mekanik Özelliklerine Etkilerinin Analizi

3.3.2.1. Kopma Testleri

Tavuk tüyü lifleri farklı yıkama şartlarında yıkanıp kurutulduktan sonra mukavemet testinden geçirilmiştir. Mukavemet testleri ile numunelerin elde edilen çekme kuvveti, kopma uzaması, gerilme ve elastikiyet modülü (Young modülü) gibi mekanik özellikleri hakkında veriler Tablo 3.17'ye aktarılmıştır.

Tablo 3.17. Tavuk tüyü liflerinin çekme testi sonuçları

Kodlanmış Numune	Maksimum Kuvvet (N)	Maksimum Gerilme (GPa)	Maksimum Uzama (mm)	Elastik Modül (GPa)
A1	0,190±0,063	0,030± 0,001	0,392±0,054	1,448±0,469
X1	0,177±0,070	0,016±0,009	0,382±0,215	0,416±0,054
A2	0,640±0,332	0,044±0,002	0,467±0,117	1,025±0,614
X2	0,720±0,127	0,049±0,008	0,448±0,088	0,862±0,951
A3	0,133±0,085	0,015±0,001	0,172±0,115	0,538±0,233
X3	0,314±0,116	0,051±0,001	0,358±0,199	1,162±0,628
A4	0,281±0,161	0,039±0,002	0,374±0,182	0,99±0,426
X4	0,152±0,052	0,026±0,009	0,477±0,272	1,414±0,744
B1	0,340±0,210	0,059± 0,003	0,294±0,114	0,589±0,600
Y1	0,168±0,054	0,015±0,005	0,381±0,307	1,250±0,080
B2	0,370±0,119	0,077±0,002	0,489±0,260	0,746±0,539
Y2	0,477±0,164	0,027±0,001	0,407±0,171	0,215± 0,041
B3	0,374±0,24	0,049±0,001	0,413±0,264	0,975±0,707
Y3	0,152±0,014	0,015±0,008	0,297±0,137	1,703±0,540
B4	0,127±0,070	0,030±0,001	0,346±0,282	2,142±1,334
Y4	0,744±0,189	0,010±0,002	0,660±0,202	1,882±0,265
C1	0,285±0,147	0,037±0,001	0,599±0,580	0,919±0,540
Z1	0,598±0,130	0,047±0,001	0,464±0,089	1,341±0,489
C2	0,104±0,038	0,015±0,002	0,248±,127	0,441±0,085
Z2	0,331±0,066	0,029±0,005	0,435±0,087	1,384±0,842
C3	0,050±0,004	0,013±0,001	0,086±0,011	0,721±0,490
Z3	0,147±0,075	0,054±0,001	0,620±0,397	1,774±1,081
C4	0,116±0,043	0,040±0,001	0,086±0,011	2,067±0,995
Z4	0,130±,0,039	0,019±0,005	0,503±0,172	1,045±0,617
A-su	0,169±0,050	0,024±0,007	0,292±0,155	0,878±0,154
X-su	0,141±0,065	0,018±0,008	0,446±0,241	0,685±0,387

3.4. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Özelliklerinin İncelenmesi

3.4.1. Liflerin Yaylanma Yeteneği Testi

Yıkanmış tavuk tüyü liflerinin belli bir yük altında maruz kaldığı deformasyonun ne kadar geri dönüşeceği test edilmiştir. Kıyaslama yapabilmek için aynı test yün liflerine de uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 3.18 ve Tablo 3.19'da gösterilmektedir

Tablo 3.18. Yün lifinin yaylanma yeteneği değerleri

Ölçüm Sayısı	Başlangıç Yükseklik, mm	Yük Kaldırıldıktan Sonraki Yükseklik, mm	Yük Kaldırıldıktan 10 dk Sonraki Yükseklik, mm	Yaylanma Yeteneği, %
1.Ölçüm	92,53	60,56	66,14	8,44
2.Ölçüm	92,53	58,02	62,13	6,62
3.Ölçüm	92,53	67,13	70,37	11,71
Ortalama	**92,53**	**61,90**	**66,21**	**8,92**

Tablo 3.19. Tavuk tüyü lifi yaylanma yeteneği değerleri

Ölçüm Sayısı	Başlangıç Yükseklik, mm	Yük Kaldırıldıktan Sonraki Yükseklik, mm	Yük Kaldırıldıktan 10 dk Sonraki Yükseklik, mm	Yaylanma Yeteneği, %
1.Ölçüm	92,53	48,17	50,05	3,77
2.Ölçüm	92,53	49,34	51,75	4,65
3.Ölçüm	92,53	52,92	53,30	4,47
Ortalama	**92,53**	**49,48**	**51,70**	**4,29**

3.4.2. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Analizi

3.4.2.1. Tavuk Tüyü Liflerinin Higroskopik Özelliklerinin Analizi

Farklı nem oranına sahip ortamlarda liflerin nem alma yüzdesini belirlemek için iklimlendirme kabini kullanarak gerçekleştirilmiş araştırma sonuçları Tablo 3.20, Tablo 3.21 ve Tablo 3.22'de yer almıştır.

Tablo 3.20. %65 nispi nemlilik ortamında liflerin nem alma yüzdesi

Lif Türü	Liflerin Nem Alma Yüzdesi		
	Lifin kuru ağırlığı, gr	%65 nemli ortamda ağırlığı, gr	% 65 nemli ortamda aldığı nem oranı, %
Pamuk	3,00	3,11	8,36
B2	3,00	3,08	9,60
A-su	3,00	3,13	9,82
Yün	3,00	3,18	14,38

Tablo 3.21. %80 nispi nemlilik ortamında liflerin nem alma yüzdesi

Lif Türü	Liflerin Nem Alma Yüzdesi		
	Lifin kuru ağırlığı, gr	%80 nemli ortamda ağırlığı, gr	% 80 nemli ortamda aldığı nem oranı, %
Pamuk	3,00	3,13	9,05
B2	3,00	3,16	12,45
A-su	3,00	3,15	10,52
Yün	3,00	3,24	16,54

Tablo 3.22. %95 nispi nemlilik ortamında liflerin nem alma yüzdesi

Lif Türü	Liflerin Nem Alma Yüzdesi		
	Lifin kuru ağırlığı, gr	%95 nemli ortamda ağırlığı, gr	% 95 nemli ortamda aldığı nem oranı, %
Pamuk	3,00	3,23	12,54
B2	3,00	3,24	15,30
A-su	3,00	3,25	14,03
Yün	3,00	3,30	18,70

3.4.2.2. Tavuk Tüyü Liflerinin Su Emme Kapasitesinin Analizi

Tavuk tüylerinden elde edilmiş liflerin su tutma kapasitesini test etmek için belirlenmiş yöntem (bak: 2.4.3.2) kullanılarak ölçmeler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Tablo 3.23'te ifadesini bulmuştur.

Tablo 3.23. Tavuk tüyü liflerinin su emme kapasitesi

Numune Türü	Numunenin ilk ağırlığı	Suya daldırdıktan 20 dakika sonra numunenin ağırlığı	Suya daldırdıktan 24 saat sonra numunenin ağırlığı
A-su	3gr	9,43gr	18,26gr
B2	3gr	12,72gr	17,37gr
Pamuk	3gr	5,93gr	9,5gr
Yün	3gr	10,87gr	22,12gr

3.4.2.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Suyun Etkisi Altında Şişmesinin Analizi

Liflerin suyun etkisi altında yapılarında meydana gelen değişimler önemlidir. Tavuk tüyü liflerinden yapılacak olan ürünlerinde kullanım esnasında su ile etkileşimde yapılarında meydana gelebilecek değişimleri görmek için A-su ve B2 kodlu tavuk tüyü liflerinin zamana bağlı olarak su altındaki şişme değerleri gözlemlenmiş ve sonuçlar Tablo 3.24 ve Tablo 3.25'te verilmiştir.

Tablo 3.24. Suyun etkisiyle tavuk tüyü liflerinde meydana gelen şişme sonucu liflerin çapındaki değişim (A-su kodlu lifler)

Ölçüm Sayısı(adet)	Lif çapının ölçüm değerleri, µm					
	Ham numune	1dk ıslatma sonrası	2 dk ıslatma sonrası	3 dk ıslatma sonrası	4 dk ıslatma sonrası	5 dk ıslatma sonrası
1	76,95	91,20	93,10	89,78	86,93	86,45
2	75,05	93,58	93,58	88,35	85,98	86,45
3	73,15	94,53	93,58	86,93	88,35	84,55
4	73,63	94,05	91,68	87,88	85,98	84,55
5	73,15	92,63	94,53	87,40	86,45	86,45
Ortalama	**74,39**	**93,20**	**93,29**	**88,07**	**86,74**	**85,69**
Std.sapma	**1,63**	**1,32**	**1,04**	**1,09**	**0,98**	**1,04**
Genel ortalama						**86,89**
Ort. Std. Sapma						**1,18**

Tablo 3.25. Suyun etkisiyle tavuk tüyü liflerinde meydana gelen şişme sonucu liflerin çapındaki değişim (B2 kodlu lifler)

Ölçüm Sayısı(adet)	Lif çapının ölçüm değerleri, µm					
	Ham numune	1dk ıslatma sonrası	2 dk ıslatma sonrası	3 dk ıslatma sonrası	4 dk ıslatma sonrası	5 dk ıslatma sonrası
1	138,70	171,95	171,48	171,48	171,48	172,43
2	135,85	168,63	172,43	171,95	172,90	170,53
3	140,60	175,75	171,00	173,38	172,90	171,48
4	133,48	168,63	172,43	173,38	171,00	170,53
5	135,85	162,45	171,48	173,38	172,43	170,05
Ortalama	**136,90**	**169,48**	**171,76**	**172,71**	**172,14**	**171,00**
Std.sapma	**2,78**	**4,91**	**0,64**	**0,93**	**0,86**	**0,95**
					Genel ortalama	**165,66**
					Ort. Std. Sapma	**1,84**

3.4.3. Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Termal Özelliklerinin Analizi

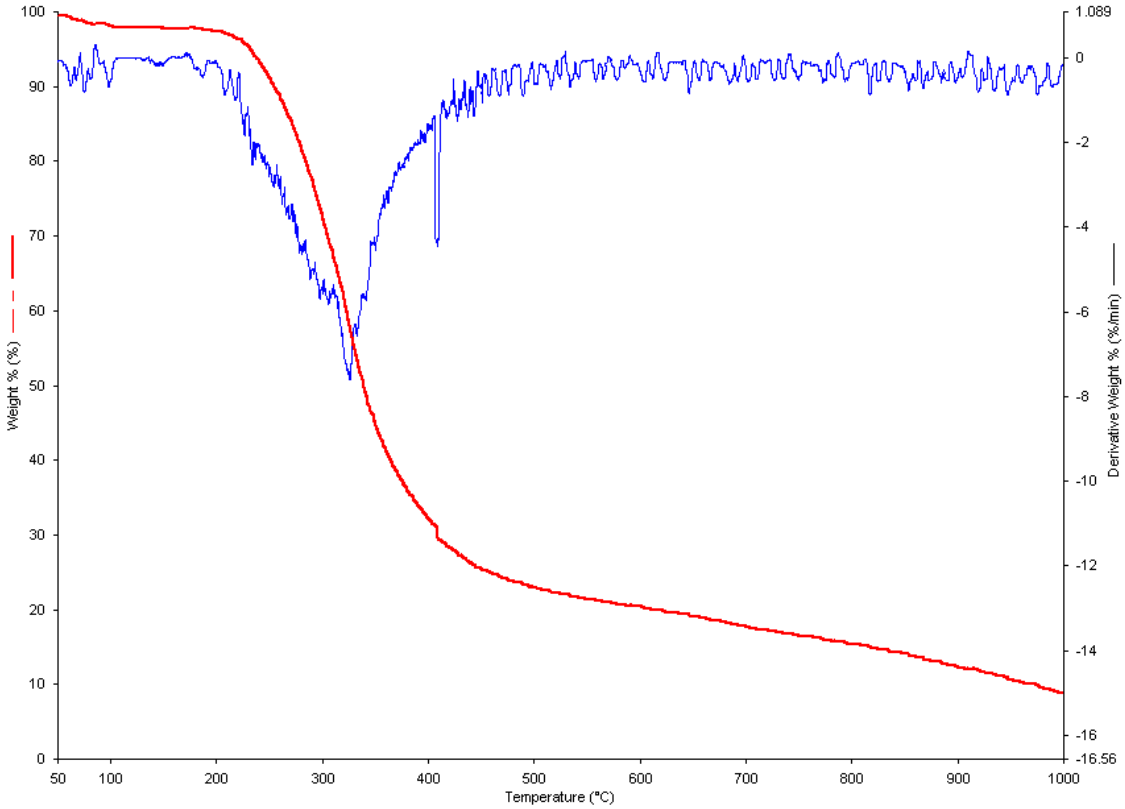
3.4.3.1. TGA Testi

TGA tekniği ile ham ve kimyasal işlem sonrası ısıl işlem görmüş numunelerin sıcaklık fonksiyonuna bağlı olarak uğradığı kütle kayıpları incelenmiştir. Çalışmalar sırasında ideal yıkama koşulları belirlenen B2 ve A-su kodlu numuneler TGA testine tabi tutulmuştur. Şekil 3.14'de ve Şekil 3.15'te çizilmiş olan grafikler tek basamaklı bozunma grafikleridir. Bu grafiklerde TGA eğrileri ile birlikte uygun DTGA (derivativ termogravimetrik analiz) eğrileri de verilmiştir.

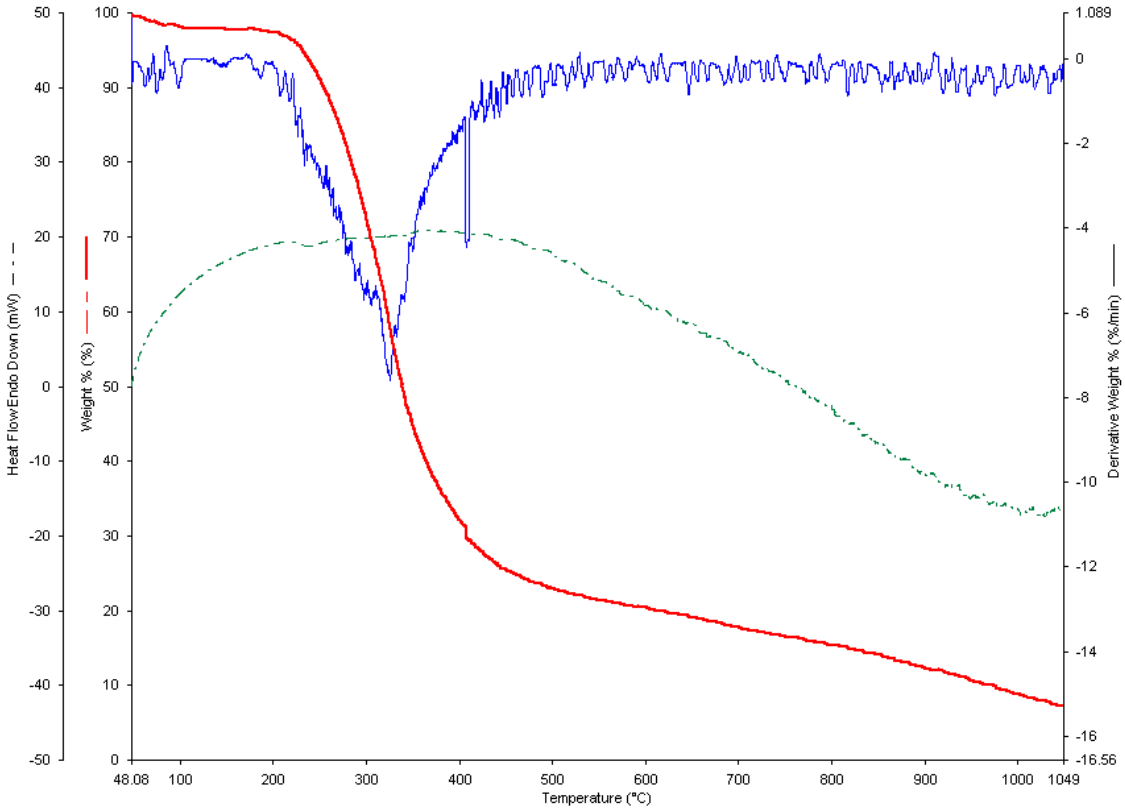
3.4.3.2. DSC Testi

DSC analiz yöntemi ile kimyasal işlem görmüş ve ısıl işleme tabi tutulmuş numunelerin termal özellikleri incelenmiştir.

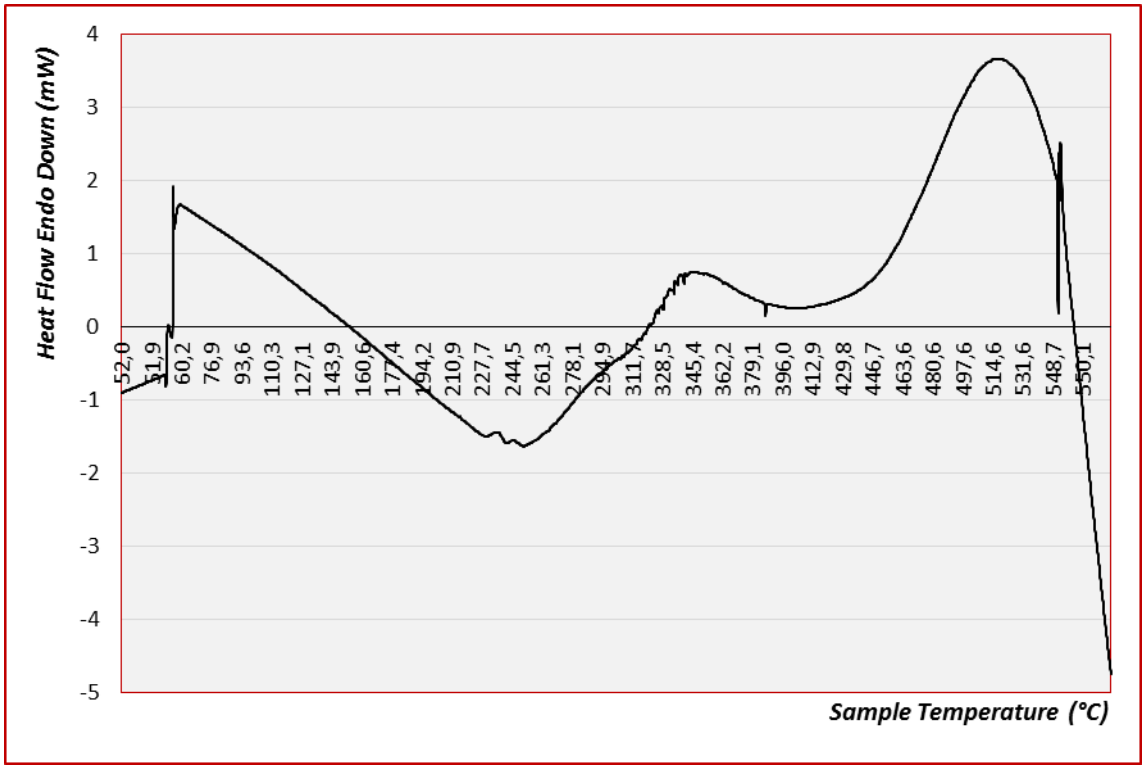
Bu DSC ve TGA grafiklerine bakıldığında tavuk tüyü liflerinde ısıl işlemler uygulanacağı zaman yaklaşık olarak 200°C'nin üzerindeki sıcaklıklara çıkılmaması gerekir. Çünkü numune 200°C'den sonra termal olarak bozulmaya başlamaktadır. Şekil 3.16… 3.19'da DSC testi termogramları verilmiştir.



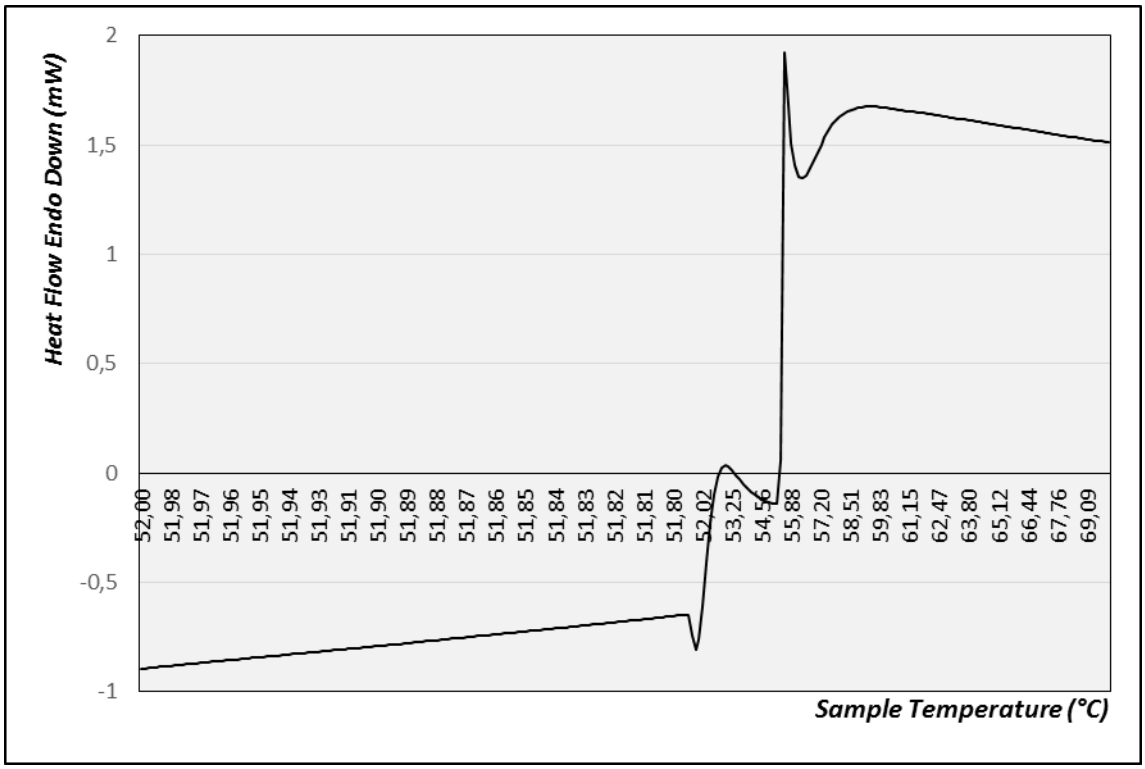
Şekil 3.14. A-su kodlu numuneye ait TGA ve DTGA termogramları



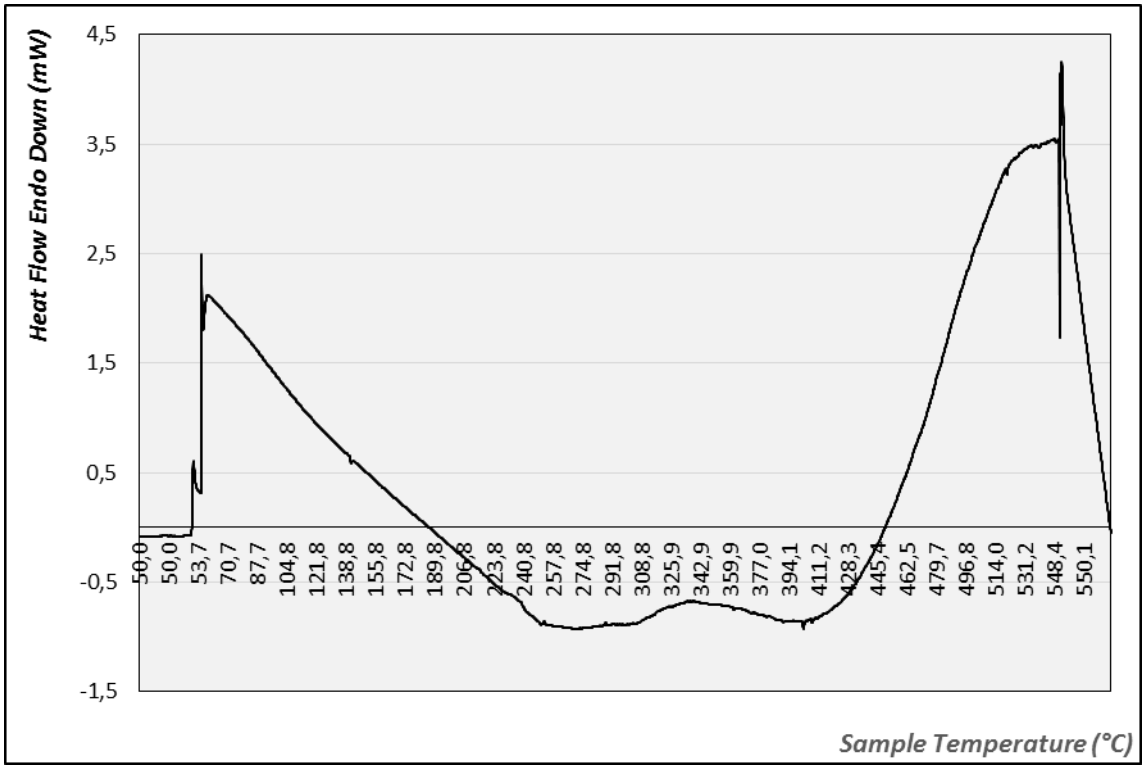
Şekil 3.15. B2 kodlu numuneye ait TGA ve DTGA termogramları



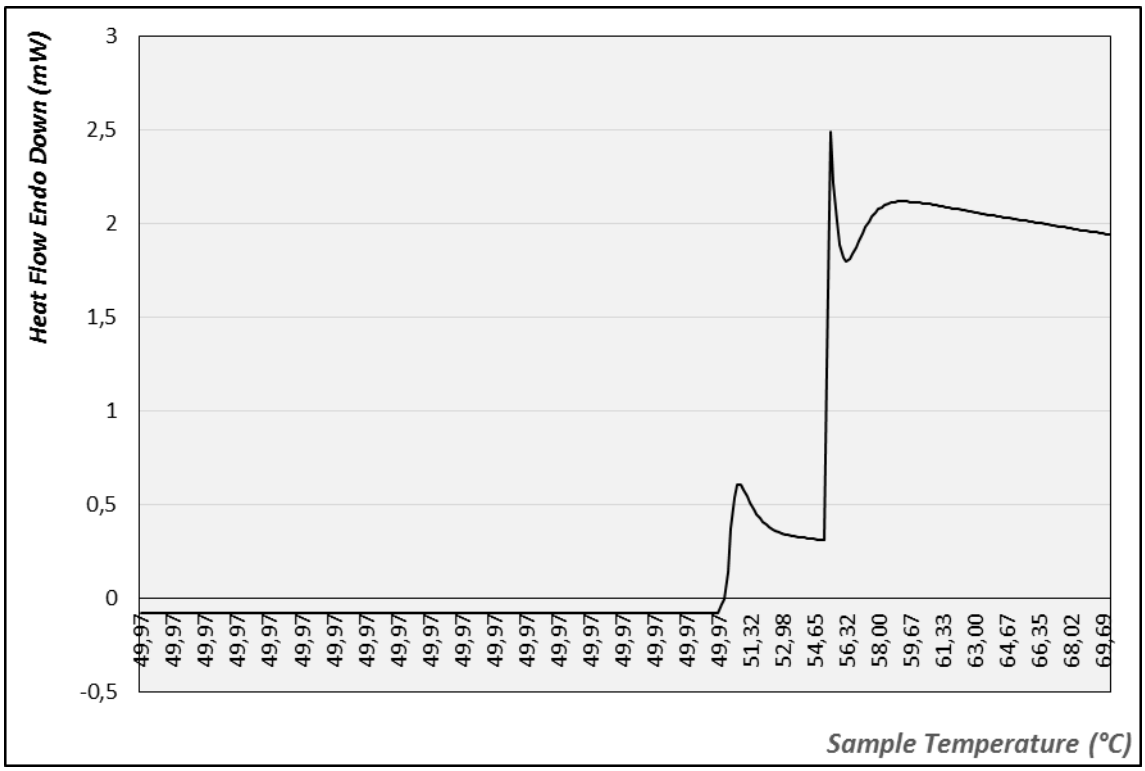
Şekil 3.16. A-su numunesine ait DSC grafiği



Şekil 3.17. A-su numunesine ait DSC grafiğinden fragman



Şekil 3.18. B2 numunesine ait DSC grafiği



Şekil 3.19. B2 numunesine ait DSC grafiğinde fragman

4. BÖLÜM
TARTIŞMA

4.1. Tüy Tiplerinin Kuşun Bedeni Üzere Dağılımının Değerlendirilmesi

Tavuk tüyleri tiplerinin tavuk bedeni üzere dağılımı ile ilgili yapılan araştırma sonuçları Bölüm 3.1'de ifadesini bulmuştur. Söz konusu bölümdeki araştırma sonuçlarına göre aşağıdaki neticelere gelinmiştir.

1. Tavuk vücudunda bulunan tüy tipleri

Tavuk vücuduna göre tüylerin tiplerine (Şekil 2.15) baktığımız zaman [11, 12, 13] literatürde gördüğümüz Şekil 1.3'teki sınıflandırmada verilmiş tüy tiplerinin hepsinin tavuğun vücudunda bulunmadığı görülmektedir. Bu tüylerden *filoplumes* olarak adlandırılmış olan ve uçuş zamanı yöneltici fonksiyon taşıyan tüy tiplerine tavuk tüyleri arasında rastlanmamıştır. Bunun büyük ihtimalle, tavukların uçan kuş olmamasıyla bağlı olduğu düşünülebilir.

2. Tavuktan alınan tüy miktarı

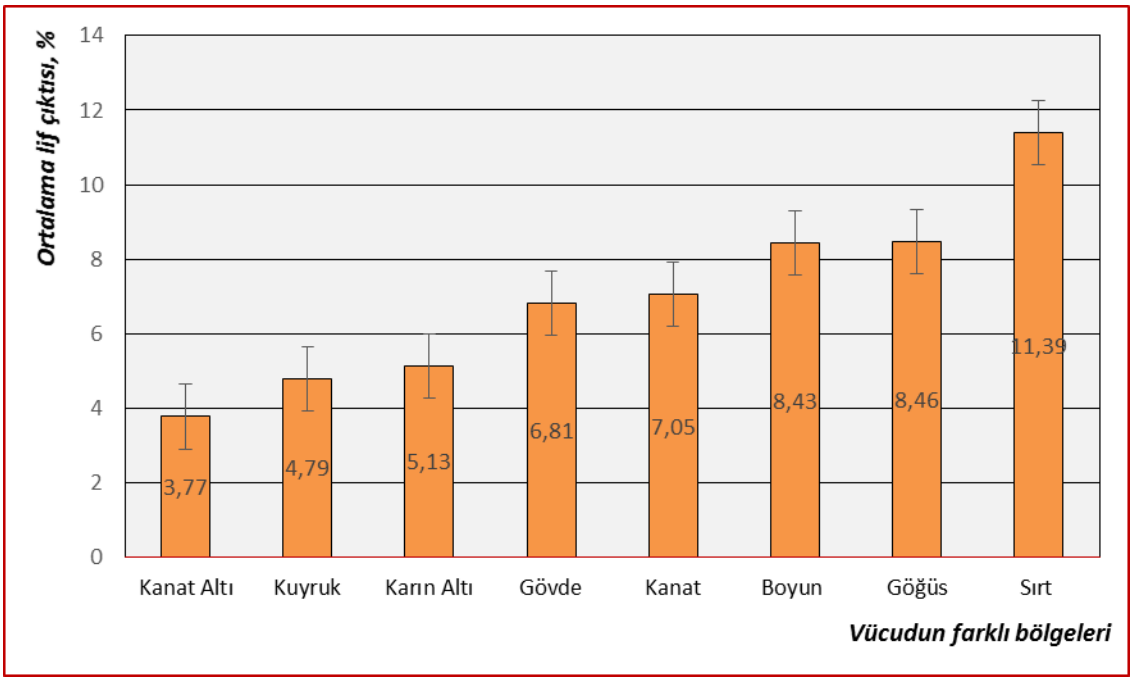
3 farklı kaynaktan temin edilen ve ağırlıkları yaklaşık olarak 1,4kg oluşturan ebatları birbirine yakın 3 adet kuştan alınan tüy miktarı yaklaşık olarak aynıdır. Daha doğrusu kuşun ağırlığının %5'ni teşkil etmektedir. Bunun üzerine bir de bedenin farklı bölgelerinden çıkan tüy miktarları da yüzde olarak birbirine yakın değerler teşkil etmiştir. Tablo 3.1'deki değerlere göre bir tavuğun en tüylü bölgesi kanat ve sırt bölgeleridir. Ancak bu bölgelerden alınan tüyler yapısına göre biraz farklıdırlar.

3. Tavuk tüylerinde "sap" ve "lif" kısımlarının ağırlık oranları

Tavuk tüylerinde sap kısmı ile lif kısmının ağırlık açısından oranları aynı değildir. Bu oran, tüylerin yapısına göre değişmektedir. Tüylerin yapısı ise fonksiyonlarıyla belirlenmektedir. Tavuk bedeninin farklı bölgelerinden çıkan tüy miktarlarında sap kısmının liflerin ağırlığına olan oranları Tablo 3.2'den görülmektedir. Bu sonuçlardan kuyruk ve kanat tüylerinde sap kısmının ağırlığı daha fazla olmak suretiyle %60'ın üzerinde olduğu anlaşılıyor. Bunun karşılığında boyun, sırt, göğüs ve gövde kısımlardan çıkan tüylerde bu oranın tersinedir.

4. Tavuk tüylerinden alınabilecek lif miktarı

Tavuk tüylerinden alınabilecek lif miktarını hesaplamak mümkündür. Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'yi birleştirerek bedenin farklı kısımlarından alınabilecek lif miktarı yüzdelerle Şekil 4.1' de verilmiş diyagramla ifade edilebilir.



Şekil 4.1. Tavuk vücudunun farklı bölgelerinden lif çıktısı (% ile)

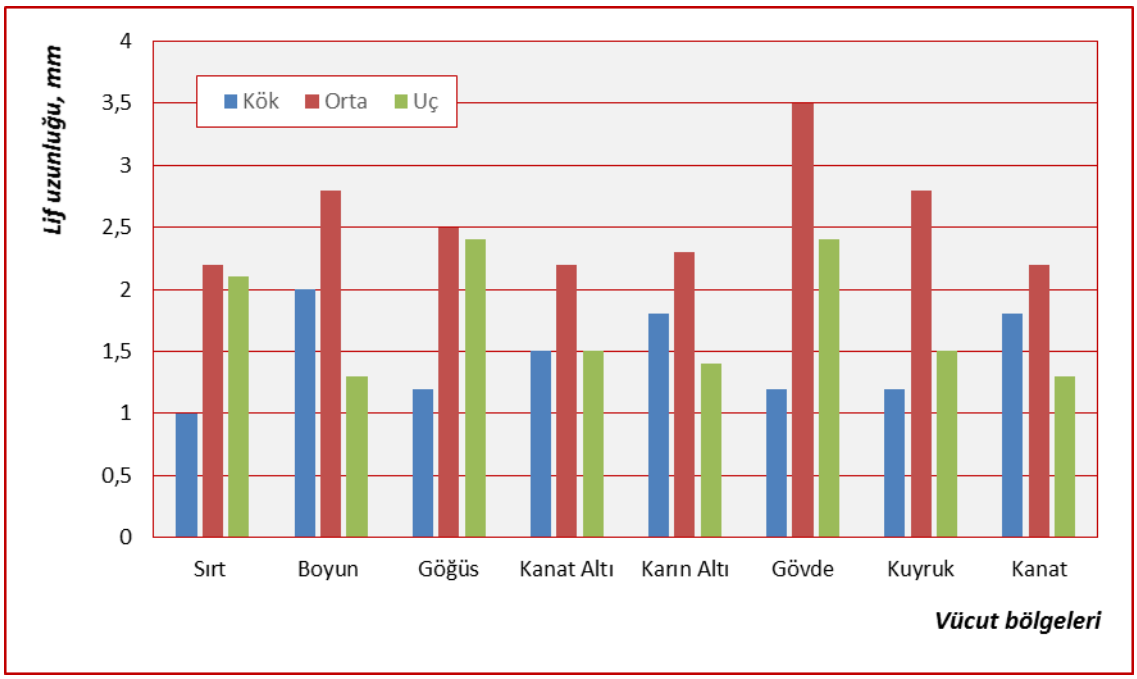
Şekil 4.1'e göre toplam tüyde bulunan lif (barbs) çıktısı kıyaslanacak olursa, tavuğun sırt kısmında bulunan tüylerden en çok lif elde edilmelidir. Daha sonra göğüs ve boyun bölgesi tüyleri bu oranı takip etmektedir.

5. Tavuk tüylerinden alınan liflerin uzunluk analizi

Tavuk bedeninin farklı kısımlarından çıkan tüylerin uç, orta ve kök kısımlarından alınan liflerin ortalama uzunlukları Tablo 3.3'de verilmiştir. Bu değerlere göre telek uzunluğu açısından göğüs ve sırt bölgelerinden çıkan tüyler aynı oranlardadır. Şekil 2.15'te verilen resimlere bakılırsa, göğüs ve gövde bölgelerinden çıkan tüyler yapı açısından da birbirine yakındır. Aynı veriler gövde ve karın altı tüyleri hakkında da söylenilebilir.

Araştırma sonuçlarına göre (bak: Şekil 1.3, 2.15 ve Tablo 3.3) kontur tüyleri yalıtım tüylerinden, yalıtım tüyleri ise hav tüylerinden daha uzundur. Tavuklar uçan kuş olmadıkları için Şekil 1.3'te görülen yönlendirici tüyler onlarda bulunmamaktadır.

Tablo 3.3'deki değerlere bakıldığında bir tüyden elde edilen en uzun lifin genellikle teleğin orta kısmında bulunan liflere ait olduğu söylenebilir. Bu açıdan gövde tüylerinin orta bölgesinden alınan lifler en uzun boya sahiptir. Şekil 4.2'deki diyagramdan vücut bölgelerine göre lif uzunlukları görülebilir.



Şekil 4.2. Tavuk vücudunun farklı bölgelerinde lif uzunlukları

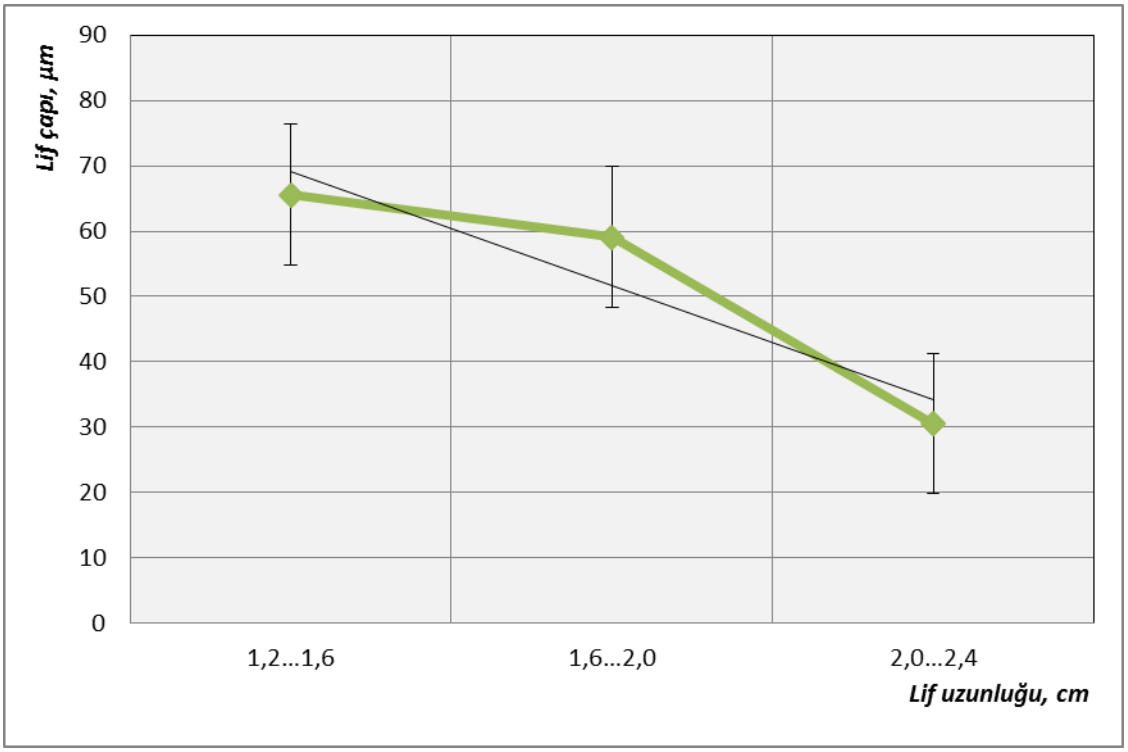
Bu diyagramdan görüldüğü üzere en uzun lifler tavuğun gövde, kuyruk ve boyun kısımlarından çıkmaktadır. Liflerin uzunluğuna bağlı olarak dağılımı incelenerek

sonuçları Tablo 3.4'e aktarılmıştır. Tabloda görüldüğü üzere tavuktan alınan lif kitlesinin %67'sinin uzunluğunu 1,2…2,0cm arasında olan lifler teşkil etmektedirler. 2,0…2,4cm uzunluğunda olan lifler ise toplam lif kitlesinin %26'nı oluşturur.

4.2. Lif Çapı Analizi

Liflerin uzunluk açısından analizi bir tavuktan alınan liflerin yaklaşık olarak %93'nün üç grupta toplandığını göstermiştir (Tablo 3.4). Bu gruplardan beşer tane lif alınarak kök kısmından uca doğru 5 farklı noktada elektron mikroskop altında lif çapı ölçülmüştür ve sonuçlar Tablo 3.5, 3.6 ve 3.7'ye aktarılmıştır.

Tablo 3.5, 3.6 ve 3,7'nin sonuçlarına göre kurulmuş olan grafik, liflerin ortalama kalınlığı ile ortalama uzunlukları arasında zayıf da olsa bir bağlantı bulunduğunu ve liflerin uzunluğunun artmasıyla kalınlığı azaldığı sonucunu vermektedir. (Şekil 4.3).

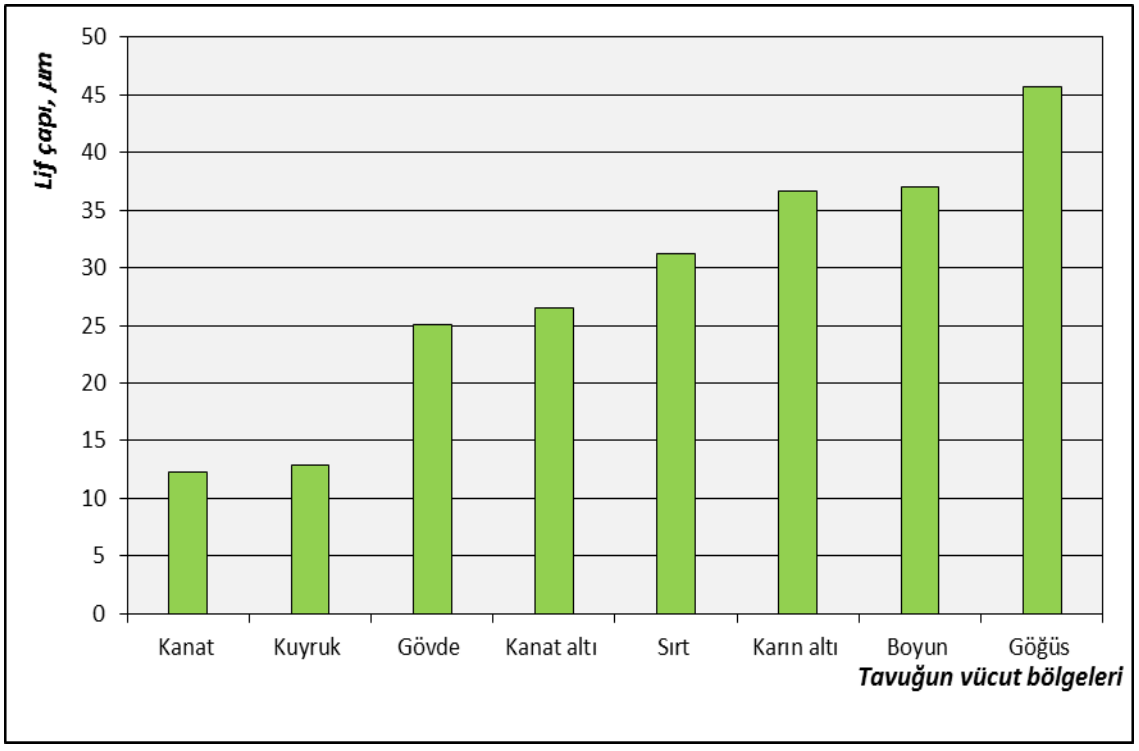


Şekil 4.3. Tavuk tüyü liflerinin gruplandırılmış uzunluklarına göre ortalama lif çapı değerleri

Farklı vücut bölgelerinden alınan tüylerin uç, orta ve kök kısımlarından alınan liflerin çapının ölçülmüş değerler Tablo 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 ve 3.15'te gösterilmiştir. Bu tablolardaki verilere göre bütün gruplarda en büyük lif çap değerleri teleğin uç kısmından alınan liflere aittir. Diğer bir ifadeyle, liflerin kalınlığı teleğin kök kısmından uç kısmına doğru artmaktadır.

Ancak her bir lif için beş çap değeri ölçülmüştür ve bunlara ayrıca baktığımız zaman liflerin (barbs) kalınlığının kökten, yani sapa (rachis) birleştiği noktadan uca doğru gittikçe azaldığı görülmektedir.

Tablo 3.8…3.15'deki değerlere baktığımız zaman farklı vücut bölgelerindeki tüylerden alınan liflerin kalınlıklarının farklı olduğu görülmektedir. Söz konusu tablolardaki ortalama değerlere göre kurulmuş olan Şekil 4.4'deki diyagramdan sonuç daha iyi görülmektedir.



Şekil 4.4. Tavuk vücudu üzere tüylerden alınan liflerin kalınlığı açısından dağılımı

Diyagramdan görüldüğü üzere en ince lifler kanat tüylerinden, en kaba lifler ise göğüs tüylerinden alınmaktadır.

4.3. Tavuk Tüylerinin Yıkama Sonucu Lif Yapısı ve Özelliklerinin Değişimi

4.3.1. Tavuk Tüylerinin Yıkama Sonucu Lif Yapısının Değişimi

İki farklı kaynaktan elde edilen tavuk tüyü numuneleri A, B, C ve X, Y Z gibi iki gruba ayrıldıktan sonra farklı yıkama maddeleriyle farklı rejimlerde yıkama işlemine tabi tutulmuşlardır. Yıkama sonrası bu tüylerden kesilmiş liflerin içyapısında değişiklikler olup olmadığını görmek için liflerin kök ve orta kısımlarının kesitte SEM resimleri alınmıştır. Bu resimler dörder numune üzerinden alınmış ve karakterik resim numuneleri Şekil 3.1:Şekil 3.13'te verilmiştir.

Resimleri gözden geçirdiğimizde liflerin içyapısının bozulmaması açısından en iyi yıkama şartlarının saf su ile gerçekleştirilmiş olduğu görülmektedir. Her iki tüy tipi ile yapılmış su ile yıkamalar sonrası gerçekleştirilmiş SEM analizi normal ortamda kurutmadan sonra liflerin ham kök, hem de orta kısmında içyapısını nerede ise değişmediği görülmektedir (Şekil 3.1).

Anyonik bir yıkama maddesi olan Setawash EWA ile yıkama her iki tüy çeşidiyle dört farklı rejimde gerçekleştirilmiştir: 40ºC sıcaklıkta 30′ ve 60′, 80ºC sıcaklıkta 40′ ve 60′ süre ile 1. grup tüyler için numuneler A1, A2, A3 ve A4 şeklinde, 2. grup tüyler için ise X1, X2, X3 ve X4 şeklinde kodlanmıştır. Bu yıkamalar sonrası liflerin içyapısını Şekil 3.2…3.5'lerden görülebilir. Bu şekillere göre liflerin kök kısımlarında gözenekler daha çok kapanmış durumda kalmışlar. Orta kısımlardaki gözeneklerin duvarları ise deformasyona uğramış durumdalar. Bu, durum bütün rejimlerde ortaya çıktığı için bunun rejimlerden değil, kimyasaldan kaynaklanması sonucuna varılmıştır.

Nonyonik yıkama maddesi olan Setalan IK 30 ile yıkama sonrası tüylerden elde edilen liflerin içyapı görüntüleri Şekil 3.6…3.9'larda verilmiştir. Bu resimlere bakıldığında yüksek sıcaklıklarda liflerin gözenekli yapısının önemli derecede hasar gördüğü ortaya çıkmaktadır. Düşük sıcaklıklarda ise liflerin 60′ boyunca yıkanması yapının bütünlüğü açısından daha iyi sonuç vermiştir. Buda kimyasalın liflerin maddesine daha uzun süre etki etmesinin sonucu olarak ortaya çıktığının sonucudur.

Katyonik bir yıkama maddesi olan Setawash PY Conz ile yıkama sonrası tüylerden elde edilen liflerin içyapısının SEM görünümleri şekil 3.10…3.13'lerde verilmiştir. Burada da 4 farklı rejimde 2 tüy çeşidinin yıkaması yapılmış ve numuneler 1. Grup üzere C1, C2, C3 ve C4 şeklinde, 2. Grup üzere ise Z1, Z2, Z3 ve Z4 şeklinde kodlanmıştır. Söz

konusu şekillere bakıldığında düşük sıcaklıklarda liflerin kök kısmında, yüksek sıcaklıklarda ise orta kısımlarında gözeneklerin yapısının bozulduğu görülmektedir.

Bütün varyantları göz önünden geçirdikten sonra liflerin gözenekli içyapısının hasar görmemesi açısından en iyi sonusun sadece ılık su ile yıkama sonucu elde edildiği görülmektedir. Ancak ılık su ile yıkama sonucu ulaşılan temizlik seviyesi tartışılır.

Kimyasallarla yıkama zamanı en iyi sonuç noniyonik yıkama maddesinin düşük sıcaklıklarda 60′ kullanımı ile elde edilmiştir (B2 ve Y2 kodlu numunelerin verilmiş olduğu Şekil 3.7). Bu yıkama şartları liflerin hem kök, hem de orta kısımlarının gözenekli yapısını bozmamıştır.

Anyonik ve katyonik yıkama maddelerinin liflerin yapısını belirli derecede etkilemesi, noniyonik maddelerin ise önemli derecede etkilememesi büyük ihtimalle tavuk tüyü liflerinin hem hidrofob, hem de hidrofil özelliklere sahip olmasına bağlıdır.

4.3.2. Tavuk Tüylerinin Yıkama Sonucu Mekanik Özelliklerinin Değişimi

Farklı yıkama maddeleriyle farklı rejimlerde yıkamadan sonra tavuk tüylerinden elde edilen liflerin mekanik özellikleri test edilmiş, çekme mukavemeti, çekme sırasındaki maksimum gerginlik, kopma uzaması ve Young modülü değerleri tablo 3.17'ye aktarılmıştır.

Tablo 3.17'ye bakıldığı zaman en yüksek mukavemet değerinin anyonik yıkama maddesi ile 40ºC sıcaklıkta 60′ yıkama sonucu elde edildiği görülmüştür. A2 ve X2 kodlu numunelerin incelenen bütün mekanik özelliklerinin iyi olduğu görülmektedir. Yine aynı 40ºC ve 60′ yıkama şartları altında, ancak noniyonik yıkama maddesiyle yıkanmış B2 ve Y2 numuneleri mekanik özellikler açısından A2 ve X2 numunelerinden geri kalsa da, yıkama sırasında liflerinin gözenekli yapısı daha iyi korunmuştur.

Görüldüğü gibi her iki durumda yıkama maddeleri farklı olsa da, yıkama rejimleri aynı, yani 40ºC ve 60′ olarak kalmaktadır. Sadece yıkama maddesinin değişmesi farklı sonuçlar ortaya koymaktadır. Buradan böyle bir sonuca varılabilir ki, liflerin gözenekli yapısının korunmasının istenildiği durumlarda yıkama maddesi olarak noniyonik maddeler, yüksek mukavemetli lifler istenildiği durumlarda ise anyonik yıkama maddeleri kullanılması istenmelidir.

4.4. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Bazı Özelliklerinin Analizi

4.4.1. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Yaylanma Yeteneği Analizi

Yıkanmış tavuk tüyü liflerinin diğer liflere kıyasla ne kadar elastikiyete sahip olduğunu değerlendirmek için tavuk tüyü liflerine ve yün liflerine yaylanma yeteneği testi uygulanmıştır (bak: 2.4.2.2). Test sonuçları Tablo 3.18 ve Tablo 3.19'a aktarılmıştır. Bu tablolardaki sonuçlara göre lif demetini sıkıştırdıktan sonra, basıncın kalkması ile demetin eski biçimini ve hacmini alması yeteneği yün liflerinde tavuk tüyü liflerine göre çok daha fazladır. Bu, yün liflerinin daha yüksek sertliğe sahip olmasının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

4.4.2. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Higroskopik Özelliklerinin Analizi

Yıkanmış tavuk tüyü liflerinin farklı nem oranına sahip ortamlarda nem alma yüzdesini belirlemek için bir dizi testler gerçekleştirilmiştir. İklimlendirme kabini kullanarak gerçekleştirilmiş bu testlerin sonuçları Tablo 3.21, Tablo 3.22 ve Tablo 3.23'de yer almıştır. Tablo değerlerine göre farklı nispi nemliliğe sahip ortamlarda pamuk, yün ve tavuk tüyü liflerinin havadan nem alma kabiliyetini ifade eden grafik kurulmuştur (şekil 4.5). Tavuk tüyü liflerinden iki numune: yıkama sonrası gözenekli yapının en iyi şekilde korunmuş olduğu A-su ve B2 kodlu numuneler test edilmiştir.

Şekil 4.5'teki grafik %65, %80 ve %95 nispi nemlilik ortamında 2 saat bekletilmiş liflerin havadan almış oldukları nem miktarını yüzdelerle ifade etmektedir. Grafikten de görüldüğü gibi keratin esaslı liflerin nemli ortamda havadan nem çekme kabiliyeti selüloz esaslı pamuk liflerine göre daha yüksektir.

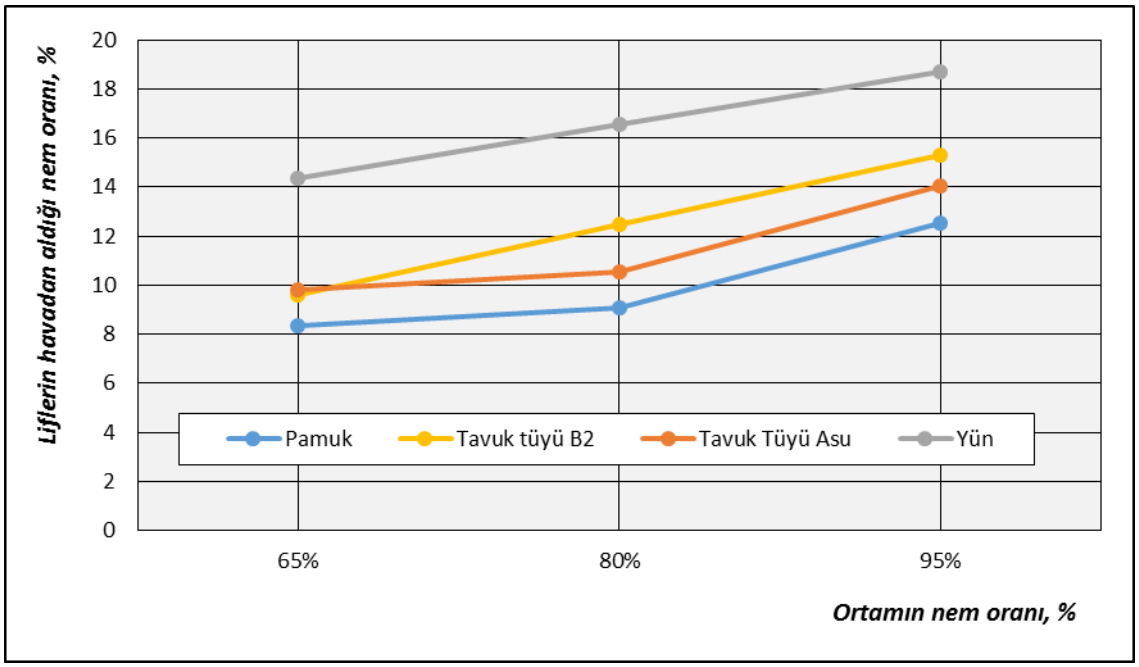
Yün liflerinin havadan aldığı nemin lif kütlesine göre oranı havanın nispi neminin değişmesiyle doğru orantılı olmak suretiyle lineer olarak artmaktadır.

Havadan nem alma kabiliyetine göre ikinci sırada B2 kodlu tavuk tüyü lifleri gelmektedir. Bu liflerin aldığı nem miktarı da havanın nispi nem oranıyla doğrusal bağlantıdadır. Fakat daha yüksek nispi nem ortamlarında söz konusu liflerin aldığı nem yün liflerine göre daha fazla değişim göstermektedir.

Özel yıkama şartlarına sahip B2 kodlu tavuk tüyü liflerinden farklı olarak saf suda yıkanmış A-su kodlu tavuk tüyü liflerinin ortam şartlarına bağlı olarak havadan nem

alma kabiliyeti daha düşük olmakla birlikte doğrusal karakter taşımamaktadır. Ancak ortamın nispi neminin artmasıyla liflerin havadan aldığı nem miktarının değişimi artmakta devam etmektedir.

Bu açıdan pamuk lifleri de A-su kodlu liflere benzer özellik sergilemektedir. Bununla birlikte pamuk liflerinin havadan nem alma kabiliyeti diğer liflere kıyasla en düşüktür.



Şekil 4.5. Nemli ortamda farklı liflerin havadan aldığı nem miktarı

Bu analizin sonucu olarak tavuk tüyü liflerinin havadan nem alma kabiliyetinin yün liflerine göre daha düşük, ancak pamuk liflerine göre daha yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır. Özel işlemler uygulayarak bu liflerin higroskopikliğinin istenilen yönde değiştirilebilmesi mümkün görülmektedir.

4.4.3. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Su Emme Kapasitesinin Analizi

Tavuk tüylerinden elde edilmiş liflerin su tutma kapasitesi test edilmiş (yöntem için bak: 2.4.3.2) ve sonuçlar Tablo 3.24'de ifadesini bulmuştur. 3 gr ağırlığında lif demeti özel kafes içinde suya daldırıldıktan 20dk sonra ve 24 saat sonra aldıkları su miktarı tartı usulü ile belirlenmiştir.

Tablo 3.23'den görüldüğü üzere ilk 20 dakika içinde B2 kodlu Tavuk tüyü lifleri numunesi diğer numunelere göre daha fazla su almıştır. Yün lifleri bu sıralamada ikinci olsalar da, 24 sat sonra en çok su alan lif olmuşlar. Yün lifleri 20 dakika için ağırlıklarının 3,6 katı, 24 saat içinde ise 7,4 katı kadar su almıştır. Tavuk tüyü lifleri ise ilk 20 dakika içinde ağırlıklarının 4, 24 saat içinde ise 6 katından fazla su almıştır. Bu, tavuk tüyü liflerinin pamuk liflerinden hafif olmasına rağmen pamuk liflerinden daha yüksek su emme kapasitesine sahip olduğunu ifade etmektedir.

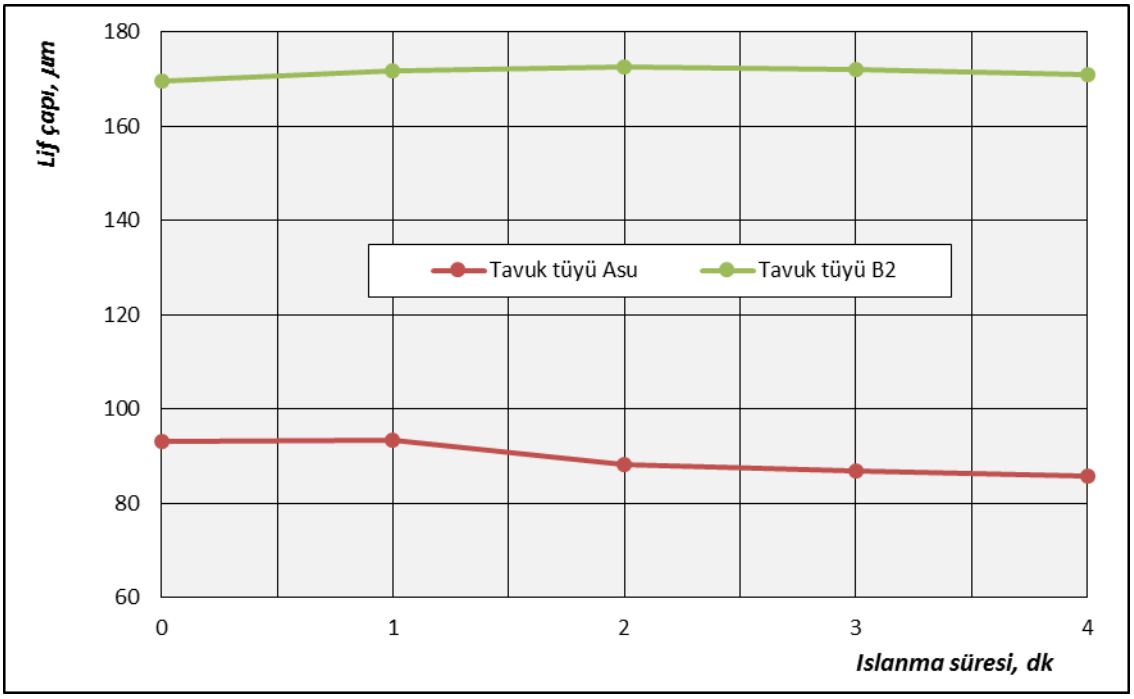
4.4.4. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin Suyun Etkisi Altında Şişmesinin Analizi

Liflerin bünyelerinde tuttuğu nem kadar nem altında şişme özellikleri de önemlidir. Tavuk tüylerinden elde edilmiş liflerin nemin etkisi altında şişmesi deneysel çalışmalarla incelenmiştir. Belirlenmiş araştırma yönteminin uygulanmasıyla gerçekleştirilmiş çalışmalar sonucu elde edilmiş değerler hem A-su, hem de B2 kodlu lifler için Tablo 3.24. ve Tablo 3.25 'de verilmiştir. Bu tablolardaki verilere göre kurulmuş olan grafik Şekil 4.6'da yer almıştır.

Islanma sonucu bütün doğal lifler gibi tavuk tüyü liflerinin de şişmesi gözlemlenmiştir. Bunun nedeni su moleküllerinin lif kitlesini oluşturan polimer makro moleküllerinin arasına nüfuz ederek onlar arasındaki bağlardan bazılarını sökmesi ve makro moleküllerle bağlar oluşturmasıdır ki, bunun da neticesi olarak liflerde şişme ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.6'da verilmiş olan lif çapının ıslanma sonucu gösterdiği değişimin zamana bağlılık grafiklerine göre her iki lif numunesinin çapı ıslanmanın 1. dakikasında maksimum seviyeye ulaşmış ve sabitleşmiştir. Bu, tavuk tüyü liflerinin yüksek ıslanma hızına sahip olması anlamına gelmektedir. Diğer taraftan yine tablo ve grafiklerden görüldüğü üzere B2 kodlu liflerin ıslanma sonucu şişme kabiliyeti A-su kodlu liflerin ıslanma sonucu şişme kabiliyetine göre çok daha yüksektir. Bu, bizim daha önce liflerin higroskopikliği ile ilgili elde etmiş olduğumuz sonuçlarla örtüşmektedir (bak: 4.42).

Tavuk tüyü lifleri suyun etkisi altında başlangıç çapına göre %18…20 oranında bir şişme göstermektedir.



Şekil 4.6. Tavuk tüyü liflerinin suyun etkisiyle şişmesinin zamana bağlılık grafikleri

4.4.5. Yıkanmış Tavuk Tüyü Liflerinin TGA ve DSC Yöntemleriyle Termal Analizi

TGA tekniği ile farklı koşullar altında yıkama işlemi görmüş tavuk tüyü lifi numunelerinin sıcaklık fonksiyonuna bağlı olarak uğradığı kütle kayıpları incelenmiştir. Çalışmalar sırasında liflerin gözenekli yapısının muhafaza edilmesi açısından ideal yıkama koşulları olarak belirlenen B2 ve A-su kodlu numuneler TGA testine tabi tutulmuştur. Şekil 3.15'de çizilmiş olan grafik tek basamaklı bir bozulma grafiği olmak suretiyle A-su kodlu liflerin, Şekil 3.16'da verilmiş grafik ise B2 kodlu liflerin TGA termogramıdır. Bu şekillerden görüldüğü üzere A-su ve B2 numunelerinin termogramları arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. 50ºC civarında sıcaklıklarda TGA eğrilerinde zor görünen bir inişle yaklaşık %5 oranında kitle kaybı izlenmektedir. (Bu sonuçlar say 27'de verilmiş literatür bilgileri ile örtüşmektedir [14].) Bu, liflerin içyapısındaki odacıklarda bulunan ve sıcaklığın yükselmesiyle odacıklardaki basıncın artmasından dolayı dışarı atılan su buharı ve hava olabilir. DTGA eğrilerinde bu değişiklik daha net izlenebilir (Şekil 3.14 ve Şekil 3.15).

A-su numunesinin Şekil 3.17'de verilmiş DSC termogramına bakıldığında aynı sıcaklıklarda, yani 50ºC'den biraz yüksek sıcaklıkta pikler görünmektedir. Şekil 3.18'de A-su numunesinin DSC eğrisinin aynı bölgesinin biraz daha büyütülmüş fragmanı

verilmiştir. Buradan görüldüğü üzere 52ºC sıcaklıkta bir endotermik pik mevcuttur. 55ºC sıcaklıkta bir pik daha görünmektedir. Bu pikler, büyük ihtimalle keratin moleküllerindeki hidrojen, tuz, ve sistin bağlarının bir kısmının çözülmesini ifade etmektedir. Aynı pikler B2 numunesine ait termogramlarda da görülmektedir (Şekil 3.19 ve Şekil 3.20).

50…55'C sıcaklık aralığında peptit moleküllerindeki bağların bir kısmının çözülmesi, bizim fikrimize göre tavuk tüyü liflerinin gözenekli yapısının korunması açısından önemlidir. Yaptığımız deneysel çalışmalar yüksek sıcaklıklarda işlem yapıldığı zaman liflerin gözenekli yapısının önemli derecede hasar gördüğünü ortaya koymuştu. Yıkama işleminde sıcaklıktan başka suyun da etkisi olduğu için bu bağlar DSC testi sırasında olduğundan biraz daha fazla çözülmelidir. Dolayısıyla TGA ve DSC testleri daha önce yıkamaya bağlı aldığımız sonuçların doğruluğunu kanıtlamaktadır.

Numunelerin sonraki ısıtılması 350ºC ve 550ºC'lerde ortaya çıkan iki pikle daha takip edilmektedir ki, bunlar da makro moleküllerin bozulması anlamına gelmektedir.

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez kapsamında yapılan araştırmalar neticesinde aşağıdaki sonuçlara varılmıştır:

1. Tavuk vücudunda bulunan tüyler yapı ve yerine getirdikleri fonksiyonlar açısından analiz edilmiş ve literatürden bilinen bazı tüy tiplerinin (*filopumes*) tavuklarda olmadığı görülmüştür.
2. 1 Tavuktan alınan tüy miktarının tavuğun ortalama ağırlığının yaklaşık olarak %5'ni oluşturduğu, tüyün sap ve lif kısmının ağırlık açısından oranlarının yaklaşık olarak 50:50 olduğu, liflerin uzunluğunun 1,0…3,5cm arasında, üçte ikisinin uzunluğunun ise 1,0…2,4cm arasında değiştiği ortaya çıkmıştır. Liflerin çapının 30…60µm arasında değiştiği, liflerin uzunluğu ile çapı arasında istatistiksel bir bağlantı olduğu gözlemlenmiştir. Bu rakamların tavukların cinsine ve beslenme şartlarına bağlı olarak değişebildiği tahmin edilmektedir. Tavuk vücudu üzere tüylerden alınan liflerin kalınlığı açısından dağılımı araştırılmış, en ince liflerin kanat ve kuyruk, en kaba liflerin ise göğüs ve boyun kısımlarından alındığı tespit edilmiştir.
3. Tavuk tüylerinin yıkama işlemlerinin bu tüylerden alınan liflerin gözenekli yapısını ve diğer özelliklerini etkilediği ortaya çıkarılmıştır. Yıkama işleminin gözenekli yapıyı nasıl etkilediğini görebilmek için farklı kaynaklardan elde edilen iki farklı tavuk tüyü numunelerine farklı yıkama maddeleriyle (anyonik, katyonik ve noniyonik) farklı rejimlerde (40ºC ve 60ºC sıcaklıklarda 30′ ve 60′ süre ile) yıkama işlemleri yapılmış ve sonra bu tüylerden lifler alınarak gözenekli yapıları SEM analizine tabi tutulmuştur. Netice olarak 40ºC sıcaklık ve 60′ dakika süre ile saf su ve noniyonik yıkama maddeleriyle yıkama yapılması liflerin gözenekli yapısının bozulmaması açısından en elverişli şartlar

olduğu tespit edilmiştir. Yıkama sıcaklığıyla bağlı varılmış sonuçlar TGA ve DSC testleri ile tasdikini bulmuştur.

4. Yıkanmış tavuk tüyü liflerinin bir dizi mekanik ve fiziksel özellikleri test edilmiştir ve bu testler sonucu elde edilmiş göstergeler bu liflerden yeni ürünler üretilmesi açısından önem arz etmektedirler.

KAYNAKLAR

1. **htpp://www.hurriyet.com.tr./teknoloji/22697522/.asp** (Son Erişim: Mayıs.2015)
2. Şenköylü, N., 1995, Modern Tavuk Üretimi, Anadolu Matbaası, İstanbul, pp:247-251.
3. Parkınson, G., 1998, Chementator: A higher use for lowly chicken feathers, Chemical Engineering. 105, 21.
4. **http://hayvancilikakademisi.com/hayvancilik/tavuk-tuyunun-can-buldugu-urunler/**Haber AHS, February 19, (Son erişim:Haziran 2015).
5. Schmidt, W.F., Line, M.J., 1996. Physical and chemical structures of poultry feather fiber fractions in fiber process development. **Nonwovens Conference TAPPI Proceedings:** 135-141.
6. Wells,H.G., 1992. A Short History of the World, New York.
7. Ortega, F., Escaso F., Sanz, J.L., 2010. A bizarre, humped Carcharodontosauria (Theropoda) from the Lower Cretaceous of Spain. **Nature**, 467, 203-206.
8. Turner, A.H., Makovicky. P.J., Norell, M.A., 2007, Feather quill knobs in the dinosaur Velociraptor, **Science**, 317, 1721.
9. Davis P.G., Briggs, D.E.G., 1995. Fossilization of feathers, **Geology**, **23**, 783-786.
10. Zhang, F., Zhou, Z.A., 2000. A primitive enantiornithine bird and the origin of feathers. **Science**, Dec 8; 290(5498) : 1955-9.
11. Perrichot V., Marion L., Néraudeau D., Vullo,R., Tafforeau P., 2008. The early evolution of feathers: fossil evidence from cretaceous amber of France. **Proc Biol Sci.** 275(1639), 1197-1202.
12. Martinez-Hernandez A.L., Velasco-Santos C., De Icaza M., Castano V.M ., 2005. Microstructural characterisation of keratin fibres from chicken feathers*;* **International Journal of Environment and Pollution; 23(2),** 1/1, 162-178.
13. **https://en.wikipedia.org/wiki/Red_junglefowl#Domestication, (**Erişim Tarihi: Nisan 2015)
14. Martinez-Hernandez, A.L., Santos, C-V., 2012. Keratin fibers from chicken-feathers: Structure and advances in polymer composites,"In: R. Dullaart, *et al.*,

Eds., Keratin structure, properties and applications**, Nova Science Publishers**, 149-211.

15. Alonso, R.S., Sanches, R., Marcıcano, J.P., 2013. Chicken feather - Study of physical properties of textile fibers for commercial use. **International Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT). Vol. 3**, Issue 2, 29-38.
16. Bartels, T., 2003. Variations in the morphology, distribution, and arrangement of feathers in domesticated birds. **Journal of Experimental Zoology (Mol. Dev. Evol.),** 298B: 91-108.
17. Yu, M., Yue, Z., Wu, D.-Y., Mayerl, J-A., Medinal, M., Widelitz R.B., Jang T.-X. and Chuong C.-M., 2004. The developmental biology of feather follicles, **International Journal of Developmental Biology**, **48**, 181-91.
18. Meyers, M.A., Chen,P.Y., Lin A.Y.M. and Seki,Y., 2008**.** Biological materials: structure and mechanical properties, **Progress in Materials Science, 53,** 1-206.
19. McKittrickJ., Chen P.-Y., Bodde S.G., Yang W.,Novitskaya E.E., Meyers M.A., 2012. The Structure, Functions, and Mechanical Properties of Keratin. **JOM, Vol. 64**, No. 4, 2012.
20. Schmidt, W.F., 1998. Innovative feather utilization strategies, **National Poultry Waste Management Symposium Proceedings**, October 19-22, Auburn University Printing Services, 276-282.
21. Reddy, N., Yang, Y.,2007. Structure and properties of chicken feather barbs as natural. **Journal of Polymers and the Enviroment (15),** 81-87.
22. Belarmino, D.D., Ladchumananandasivam, R., Belarmino, L.D., Pimentel, J.R., Rocha, B.G., Galvao, A.O., Andrade, S.M.B, 2012. Physical and morphological structure of chicken feathers (keratin biofiber) in natural, chemically and thermally modified forms. **Materials Sciences and Applications (3), 887-893**
23. Zhan, M., Wool, R.P., 2011. Mechanical properties of chicken feather fibers Polymer Composites, **Volume 32,** Issue 6, 937–944.
24. Lehninger A.L., 1982. Principles of biochemistry**. Worth Publishers,** New York.
25. Mazumdar, S.K., 2002. Composites manufacturing: materials, product, and process engineering, CRC Press, Boca Raton, FL.

26. Meyers, M.A., Chen,P.Y., Lopez,M.I., Seki, Y., Lin,A.Y.M., 2011. Biological materials: **A materials science approach, J. M. B. B. M., Vol. 4,** 626-657

27. Arunkumar, C., Megwal, H.S., Borkar S.P., Bhongade, A.L., 2013. Recycling of Chicken Feather and Wool Fibre Waste into Reinforced Multilayer Composite - A Review, Technical Textile, **Jornal of the Textile Association**, **2**: 371-378.

28. Moore, G.R.P., Martelli, S.M., Gandolfo, C.A., Pires, A.T.N., and Laurindo, J.B., 2012. Queratina de Penas de Frango: Extração, Caracterização e Obtenção de Filmes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos, 26(2)**: 421- 427.

29. Fan, X., 2008. Value-added Products From Chıcken Feather Fıbers and Proteın. Thesis for the Degree Doctor of Philosophy. Auburn, Alabama, 2008.

30. Финкельштейн А. В., Птицын О. Б. Физика белка., 2005 . Москва: КДУ.

31. **http://sbb.uvm.edu/~sje/351/sub4.html,** (Erişim Tarihi: Nisan 2015)

32. Fraser, R.D.B., Parry, D.A.D., 1996. The molecular structure of reptilian keratin. **International J Biol Macro; 19**: 207–211.

33. Cao, J., 2002. Is the alpha-beta transition of keratin a transition of alpha-helices to beta-pleated sheets. Part II. Synchrotron investigation for stretched single specimens. **J. Mol. Struct**. 607: 69–75.

34. Saravanan K., 2012. Exploration on amino acid content and morphological structure in chicken feather fiber**. Journal of Textile and Apparel Technology and Management. Volume 7**, Issue 3, Spring, 1-6.

35. Jones T.D., Ruben, J.A., Martin, L.D., Kurochkin, E.N., Ferduccia, A., Maderson, P.F., Hillenius, W.J., Geist, N.R., Alifanov, V., 2000. Nanavian feathers in a late triassic archosaur. **Science, 23**; 288 (5474): 2202-5.

36. Ye, W., Broughton, R.M. Jr., and Hess, J.B., 1999. Chicken feather as a fiber source for nonwoven insulation, **International Nonwovens Journal**, 8(1): 53-59.

37. Chinta, S.K., Landage, S.M., Yadav Krati, 2013. Application of chicken feathers in technical textiles. **International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 2**, Issue 4: 1158-1165.

38. Jagadeeshgouda, K.B., Reddy, P.R., Ishwaraprasad, K., 2014. Experimental study of behaviour of poultry feather fiber-a reinforcing material for composites.

International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol.3 Issue: 02: 362 371.

39. Dweib, M.A., Bullions, T.A., Loos, A.C., Wool, R.P. , 2004. Recycled newspaper and chicken feathers as reinforcement fiber in bio-composite materials. **ANTEC 2004 International Conference Proceedings,** p1478-1481.
40. Uzun, M., 2010. Tavuk tüyü ile dünyayı kurtarmak. **Bilim ve Teknik Dergisi,** Yıl 44, Sayı 516, 82-85.
41. Winandy, J.E., Muehl, J.H., Glaeser, J.A., & Schmidt, W., 2007. Chicken feather fiber as an additive in MDF composites. **Journal of Natural Fibers**. **Vol. 4**, Issue 1: 35-48
42. Yigi, Y., Huda, S., 2008. Chemically extracted cornhusk fibers as reinforcement in light-weight polypropylene composites. **Macromolecular Materials and Engineering**, 293(3), 235-243.
43. Martı´nez-Herna´ndez, A.L, Velasco-Santos, C, De Icaza, M, Castan˜o, V.M., Hierarchical microstructure in keratin biofibers. **Microsc Microanal**, **9**(Suppl. 2): 1282–1285.
44. Zhan, M., Wool, R.P., 2011. Mechanical properties of chicken feather fibers Polymer Composites, **Volume 32**, Issue 6, 937–944.
45. Feughelman, M., 2002. Natural protein fibers. **Journal of Applied Polymer Science**, **83**: 489-507.
46. Bonser, R.H.C. and Purslow, P.P., 1995. The Young's modulus of feather keratin. **Journal of Experimental Biology, 198**: 1029-1033.
47. George, B.R., Bockarie, A., McBride, H., Hoppy, D., Scutti, A., 2003. Utilization of turkey feather fibers in non-woven erosion control fabrics. **International Non-wovens Journal**, **Volume 12**, Number 2: 45-52.
48. Cameron, G.J., Wess, T.J., Bonser, R.H.C., 2003. Young's modulus varies with differential orientation of keratin in feathers. **Journal of Structural Biology**, 143: 118–123.
49. Taylor, A.M., Bonser, R.H.C., Farrent, J.W., 2004. The influence of hydration on the tensile and compressive properties of avian keratinous tissues. **Journal of Materials Science. 39**: 939-942.

50. Naresh, M.D., Subramanian, V., Arumugam, V., Sanjeevi, R., 1991. A Study on the mechanism of failure in keratin. **Colloid & Polymer Science**, **269**: 590-594.

51. Kar, P. and Misra, M., 2004. Use of keratin fiber for separation of heavy metals from water, Journal **of Chemical Technology and Biotechnology, 79**: 1313-1319.

52. Barone, J.R. and Schmidt, W.F., 2005. Polyethylene Reinforced with Keratin Fibers Obtained from Chicken Feathers. **Composites Science and Technology**. **65**: 1173-181.

53. Hong, C.K., Wool, R.P., 2005. Development of bio-based composite materials from soybean oil and keratin fibers. **Journal of Applied Polymer Science, 95**: 1524-1538.

54. Arai, K., Sasaki, N., Naito, S., Takahashi, T., 1989. Crosslinking Structure of Keratin. I. Determination of the Number of Crosslinks in Hair and Wool Keratins from Mechanical Properties of the Swollen Fiber. **Journal of Applied Polymer Science**,**38**: 1159-1172.

55. Kock, J.W., May 2006. Physical And Mechanical Properties Of Chıcken Feather Materials. Georgia Institute of Technology, A Thesis for the Degree Master of Science.

56. Saheb, D.N. and J.P. Jog. 1999. Natural Fiber Polymer Composities: A Review, **Advances in Polymer Technology, 18(4**): 351-3

57. Alberts B, et al., 1994. Molecular Biology of the Cell (3rd ed.), New York: Garland Publishing.

58. Schmidt, W.F., Line, M.J., 1996. Physical and chemical structures of poultry feather fiber fractions in fiber process development. **1996 Nonwovens Conference TAPPI Proceedings:** 135-141.

59. Kock, J.W., Barbieri, R.J., Justice, J.M., Kurtis, K.E., Gentry, T.R., Nanko, H., 2005. Characterization of chicken feather materials for use in biocomposites. Proceedings of the American Society for Composites: *Twentieth Technical Conference,* Philadelphia, PA, September 7-9, American Society for Composites, CD-ROM – 15 pp.

60. Popescu, C., Augustin P., 1999. Effect of chlorination treatment on the thermogravimetric behaviour of wool fibres. **Journalof Thermal Analysıs And Calorımetry**, **57(2**): 509-515

61. Brebu, M. and Spiridon, I., 2011. Thermal degradation of keratin waste. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, 91: 288-295

62. Tseng, F.J. and Verbeek, C.J.R., 2011. Biofibre production from chicken feather. Paper presented at Scenz-Icheme annual conference in New Zealand, University of Waikato, New Zealand; 1-2 December 2011.

63. Coward-Kelly,G., Chang, V.S., Agbogbo, F.K., Holtzapple,M.T., 2006. Lime treatment of keratinous materials for the generation of highly digestible animal feed: 1. Chicken feathers. **Bioresource Technology**, **97**: 1337–1343.

64. Wrześniewska-Tosik K, Adamiec J., 2007. Biocomposites with a content of keratin from chicken feathers. **Fibres & Textiles in Eastern Europe, Vol. 15**, No. 1 (60): 106-112.

65. Wrześniewska-Tosik K., Szadkowski M., Marcinkowska M., Pałczyńska M., 2012. Chicken feather-containing composite non-wovens with barrier properties. **Fibres&Textile in Eastern Europe**, 20, 6B (96): 96-100.

66. Cervantes-Gonzalez, E., Rojas-Avelizapa, L.I., Cruz-Camarillo, R., Garcia-Mena, J., Rojas-Avelizapa, N.G., 2008. Use of chicken feathers and shrimp waste as sorbents on biodegradion of petroleum hydrocarbons. **Haz Waste Management**: D8.3, Oct 2008

67. Rosa, G., Reynel-Avila, H.E., Bonilla-Petriciolet, A., Cano-Rodríguez, I., Velasco-Santos, C., Martínez-Hernández, A.L., 2008. Recycling poultry feathers for pb removal from wastewater: Kinetic and equilibrium studies. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, **Vol:2:** 11-21.

68. Lam, P.M., LauK.T., ZhaoY.Q., ChengS., LiuT, 2009. Development of an eco-friendly CFF/PLA biocomposite. **ICCM 17th International Conference on Composite Materials, Edinburgh**, UK, 27-31 July 2009

69. Sayed S.A., Saleh S.M., Hasan E.E., September 2005. Removal of some polluting metals from industrial water using chicken feathers. **Desalination, Volume 181**, Issues 1–3, 5 September, Pages 243–255

70. Cesur, N., 2010. Removal of Heavy Metal İons from Aqueous Solutions by Chemically Modified Chicken Feather. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir

71. Menandro N. Acda, 2010.Waste Chicken Feather as Reinfocement in Cement-Bonded Composites. **Philippine Journal of Science, 139 (2)**: 161-166.

72. Uzun M., Sancak, E., UstaI,P., Akalın,M., Yuksek, M., 2011. Mechanical behaviour of chicken quills and chicken feather fibres reinforced polymeric composites. **Archives of Materials Science and Engineering, Vol. 52**, Issue 2: 82-86.

73. Saravanan K., 2012. Exploration on amino acid content and morphological structure in chicken feather fiber**. Journal of Textile and Apparel Technology and Management**. **Volume 7**, Issue 3: 1-6.

74. Tiwary, E., Gupta, R., 2012. Rapid conversion of chicken feather to feather meal using dimeric keratinase from bacillus licheniformis ER-15. J. **Bioprocessing & Biotechniques**, **Volume 2**, Issue 4, 1000123

75. Canpolat, İ., 2013. Graft Copolymerization into Chicken Feather Keratin. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

76. Kiew, K.S., Hamdan,S., Rahman,Md.,R., 2013. Comparative study of dielectric properties of chicken feather/kenaf fiber reinforced unsaturated polyester composites. **BioResources, 8 (2),** 1591-1603.

77. Ghani, S.A., Jahari, M.H., Tan, Soo-jin, 2014. Effects of sodium hydroxide treatment on the properties of low-density polyethylene composites filled with chicken feather fiber. **Journal of Viny & Additive Technology**, **Volume 20**, Issue 1: 36–41.

78. Jagadeeshgouda, K.B., Reddy , P.R., Ishwaraprasad, K., 2014. Experimental study of behaviour of poultry feather fiber - a reinforcing material for composites. **IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, Vol. 03**, Issue: 02: 362 371

79. Amieva E.J.C, Velasco-Santos C. Martínez-Hernández A.L., Rivera-Armenta J.L., Mendoza-MartínezA.M., Castaño, V.M., 2014. Composites from chicken feathers quill and recycled polypropylene. **Journal of Composite Materials**. **Vol. 49(3)**: 275–283.

80. Patent US5705030, 1998. Fiber and fiber products produced from feathers.

81. Batıgöç, Ç., 2009, Yüzey Aktif Maddelerin Etkileşimlerinin ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilimdalı, Doktora Tezi.

82. Tikyeli F., 2004. *Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Yardımcı Kimyasal Maddeler*, Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş, 32-35.

83. Bozoklu, M., 2007. Holmiyum Trioksit Katkılanmış Bizmut Trioksit Polimorflarının Sentezlenmesi, Karakterizasyonu ve Elektriksel Özelliklerinin İncelenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.

84. Buzov,B.A., et.al., 1979. Laboratornıy Praktikum Po Materialovedeniye Şveynogo Proizvodstva. Legkaya Industriya, Moskova.

85. Bulut,Y., Erdoğan,Ü.H., 2011. Selüloz esaslı doğal liflerin kompozit üretiminde takviye materyali olarak kullanımı, **Tekstil ve Mühendis**, **18**(82): 26-35.

86. Gündüz, T., 2002. İnstrümental Analiz. Gazi Kitabevi, Ankara, 1357 s.

87. **(http://www.bayar.edu.tr/besergil/23_BOLUM_6.pdf),** (Erişim tarihi: Eylül 2014).

EK-1

TEKSTİL MALZEMELERİNDE MEVCUT NEM VE NEM KAZANMA TAYİNİ METOTLARI

1.Konu

Bu Standard, tekstil malzemelerinde mevcut nem ve nem kazanma tayini metodlarına dairdir.

2- Tanımlar

2. 1. Mevcut Nem

Mevcut nem, tekstil malzemesinde önceden belirlenen şartlarda tayin edilen nem kütlesinin nemli malzeme kütlesine oranının yüzde olarak ifadesidir.

2.2. Nem Alma

Nem alma, tekstil malzemesinde önceden belirlenen şartlarda tayin edilen nem kütlesinin, nemsiz veya etüv kurusu malzeme kütlesine oranının yüzde olarak ifadesidir.

Not 1. Nem alma, mevcut nemden yalnız hesaplamalarda kullanılan esaslarda farklıdır. Hesaplama ile biri diğerine kolayca çevrilebilir, mevcut nem ve nem alma miktarları birbirinden küçük farklar gösterdiğinde bu farklar bir kısım kontrol işlemleri için önemsiz olarak kabul edilebilir.

2.3. Nemsiz Kütle

Nemsiz kütle, 1000 litresinde en çok 0, 01 g su buharı olacak şekilde nemi giderilmiş hava (kurutulmuş hava) akımında ve etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulmuş malzemenin kütlesidir.

Not 2 - Nem hesapları genelde etüvde kurutulmuş olan bir numune kütlesini esas almaktadır.

Etüvdeki hava nemli ise numune kütlesi sabit tartıma gelmiş olsa da bir miktar nem bulunduracaktır. Numunenin nem ihtiva etmemesini sağlamak için kurutulmuş havada sabit tartıma getirilmesi gerekir.

2.4 .Etüv Kurusu Kütle

Etüv kurusu kütle, Standard atmosfer şartlarındaki (TS 240) D hava ile beslenen etüvde gerekli

sıcaklığa ısıtılarak sabit tartıma gelene kadar kurutulmuş malzemenin kütlesidir.

2.5. Sabit Tartım

Sabit tartım, Standard nemli hava akımında etüvde yapılan kurutmalarda 15 dakika, kurutulmuş hava (Madde 0.2.3) ile yapılanlarda 5 dakika aralıklarla yapılan tartımlardan numune kütlesinin %0,05'den fazla fark göstermemesi durumudur.

3.Kapsam

Bu standart, tekstil malzemelerinde mevcut nem ve nem alma miktarı tayinleri ile ilgili 3 ayrı metodu kapsar.

1) Bu standart metninde atıf yapılan Türk Standartlarının metnin sonunda belirtilmiştir.

4.Uygulama Alanı

Bu standartta yer alan metotlar Madde 0.4.1-Madde 0.4.3'te belirtilen sınırlamalar dışında doğal ve yapay tüm tekstil mamullerine liften kumaşa kadar uygulanır.

Metot 1. Belirli bir sıcaklığa kadar (Tablo l) ısıtılan deney ortamı nemindeki hava ile yapılan ve her yerde uygulanabilecek basit ve kolay bir metot olup duyarlı hesaplar rutin kontrollerde kullanılır. Aksi belirtilmedikçe jüt ile kirli yapağı ya uygulanmamalıdır.

Metot 2. Belirli bir sıcaklığa kadar (Tablo 1) ısıtılan kurutulmuş hava ile yapılan bir metot olup yüzeyinde veya içinde nem dışında uçucu maddeler bulunmayan her cins malzemeyle ilgili işlemlerde uygulanır.

Metot 3. Toluen ile damıtma esasına dayanmakta olup tüm tekstil mamullerine uygulanır.

Bilhassa her durumdaki jüt ve kirli yün ile içinde dikkate değer miktarda uçucu madde bulunduğu bilinen veya beklenen tekstil malzemelerine uygulanır.

Not 3. Nem miktarı veya kuru kütlenin tespiti, belirli kütle esasına göre alınıp satılan mamullerin nemli olması ve bu nem miktarının çevre şartları ile kolayca değişebilmesi sebebiyle ticari işlemlerde gereklidir.

Bir kısım tekstil liri özeliklerinde (dayanım, kıvrım vb.), harman yapma, taraklama vb. üretim

safhalarında, istenen birini alan kütlesi ve doğrusal yoğunluğun tespitinde ve lif karışımlarının kantitatif analizinde nem önem taşımakta ve miktarının tayin edilmesi gerekmektedir.

Tüm sözü edilen konularda mevcut nem ve nem Kazanma miktarının tayininde seçilecek metot öncelikle sonuçta aranacak doğruluk derecesine bağlıdır, etüvle uygulanan Metot-1 ve Metot- işlemleri basit ve ekonomik olmakla birlikte toluen ile damıtma esasına dayanan Metot- 3 diğer iki metotla önlenemeyen bazı sakıncaları kapsamadığı için daha sağlıklıdır.

Metot1'de ki hata kaynakları kurutmada kullanılan havadaki nem nedeni ile kurutulmuş numunenin de bir miktar nem ihtiva etmesi ve uçucu olan maddelerin de nem gibi hesaba girmesidir, havadan kaynaklanan hata genellikle küçüktür ve etüve giren havanın nemi ve sıcaklığı biliniyorsa bir kısım liflerde (pamuk, ipek, viskon ve bakır rayonu, asetat rayonu) kalıcı nem miktarı yayınlanmış verilerden hesaplanabilir.

Metot 2'de kurutulmuş hava kullanıldığında, kurutulmuş numunede nem bulunması hatasından kurtulunmakta ancak uçucu maddelerden kaynaklanan hata devam etmektedir.

Metot 3'de diğer iki metodun hataları oluşmamaktadır. Deney numunesinde glikol gibi suda çözünen maddeler bulunmasından şüphe edildiği durumlarda metot dikkatle uygulanmalıdır.

1.Genel Kurallar

Bu standarda öngörülen metotlar tekstil malzemesi numunesi deki nemin etüvde kurutma veya tolüen ile damıtma yolu ile giderilmesi ve tespit edilen nem ve numune kütlelerinden mevcut nem ve nem kazanma miktarlarının hesaplanması esasına dayanır.

2.Ortam havası ile etüvde kurutma metodu

2.1. Özel Kurallar

Tekstil malzemesi numunesi hava dolaşımlı bir etüvde sabit tartıma gelene kadar kurutulur. Toplam kütle kaybı nem olarak kabul edilip sonuçlar mevcut nem ve nem kazanma miktarı olarak hesaplanır ve gösterilir.

2.2. Cihazlar

2.2.1.Etüv

Etüv, hava üfleme veya konveksiyonla hava dolaşımı sağlayabilecek türden olmalı, numune çevresindeki hava akımı saniyede 0,2 metre ile l metre arasında olmalı ve

Çizelge-1'de belirtilen sıcaklıklarda yeteri süre tutulabilmelidir. Etüvde uygun bir tartma düzeni de bulunabilir.

2.2.2. Tartı Kapları

Deney numuneleri etüvde tartılacaksa, etüve uygun boyutta metal kafesler veya derinliği az kapsüller kullanılmalıdır. Metal kafesler, numunelerin rahatça yerleştirilip alınmasını sağlayacak şekilde aralıkları olan tellerden oluşmalıdır. Deney numunesi etüv dışında tartılacaksa, kapağı tıraşlı cam tartı kapları veya nem alması önlenmiş başka kapaklı kaplar kullanılmalıdır. Numune kapları parti veya laboratuvar numunelerinin alınması ve saklanması için nem geçirmeyen uygun kaplar kullanılmalıdır. Numune miktarı çok olmadığı takdirde alçı kapsüller kullanılabilir. Büyük miktardaki numuneler için kalınlıkları nemi geçirmeyecek düzeyde olan plastik torbalar kullanılabilir. Yaklaşık 0,1 mm kalınlığında polietilen torbalar yeterli olmaktadır. Terazi, tartı ve numune kaplarını tartmaya yeterli kapasitede ve 0,005 g duyarlılıkla tartım yapabilen olmalıdır.

NOT 4- Terazi etüvün tamamlayıcı bir parçası olabildiği gibi ayrı da olabilir.

2.3. Deney Numunesi

Önceden belirtilen veya malzemenin standardında yer alan şartlara göre alınan parti ve laboratuvar numunelerinden en az iki deney numunesi alınır. Deney numunelerinin kütlesi aksi belirtilmedikçe kullanılacak etüvün özeliklerine uygun olmalıdır. Genellikle 5-10 g deney numunesi uygun olmaktadır. Parti ve laboratuvar ile deney numunelerinin alınması, saklanması, işleme sokulması sırasında orijinal neminin kaybedilmemesine azami dikkat gösterilmelidir. Parti numunelerinden laboratuvar numunelerinin, laboratuvar numunelerinden deney numunelerinin alınması ve hazırlanmasında Madde 2.4.1'deki şartlar sağlanamıyorsa madde 3.4.2 'deki işlem uygulanır.

2.4. İşlem

2.4.1. Numunelerin tartılması

Numune kabı açılır süratle istenen büyüklükte bir deney numunesi alınır ve 0,005 yaklaşımla tartılır. Numunenin mevcut nemi tartımın yapıldığı atmosferde ulaşılabilecek nem denge değerinden en çok ± %2 farklık gösteriyorsa ve 0,005 g yaklaşımla

tartılması30 saniye içinde yapılabiliyorsa önemli bir hata tolerans sınırların aşacağından Madde 3.4.2'deki işlem uygulanmalıdır.

2.4.2. Etüvde Kurutma ve Tarıma

Kurutma işleminde etüve giren hava standart atmosfer şartlarında (TS 240) olmalıdır. Terazi, Etüvün bir parçası olduğunda Kurutma ve Tartma deney numunesi darası bilinen bir kafes içinde etüve konur ve Çizelge-1 deki sıcaklık ve sürede bekletilir. Tartım yapılmadan önce cebri çekimli etüvde hava akımı kapatılır veya doğal hava dolaşımı durdurulur. Deney numunesi ve kafes 0,005 g yaklaşımla tartılır. Terazinin etüv dışında olması halinde kurutma ve tartma deney numunesi ile tartı kabı ve kapağı ayrı ayrı etüve konur ve Tablo 1'de gösterilen sıcaklık ve süreçte kurutulur. Gerek sabit tartma getirme ve gerekse sabit tartımdaki kütleyi bulma işlemleri için yapılacak tartmalarda tartı kabının kapağı etüvde iken kapatılır ve desikatöre alınır, kapağı kapatılarak soğumaya bırakılır. Soğuma sırasında desikatörün kapağı açılarak tartı kabının kapağı saniyenin bir bölümü kadar sürede süratle açılıp kapatılarak basınçlar eşit hale getirilir. Her seferinde desikatörün kapağı tekrar kapatılır. Oda sıcaklığına kadar soğuyunca deney numunesi ve numune Kabı birlikte 0,005 g yaklaşımla tartılır.

Tablo 1. Tekstil malzemelerinin etüvde kurutulması sırasında uygulanacak sıcaklık ve zaman değerleri

Malzemenin Cinsi	Etüv Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi
Akrilik Klorolif İpek Diğer tekstil lifleri Karışımlar	110 ± 2 77 ± 2 140 ± 2 105 ± 2 105 ± 2	2 saat (1) Sabit kütleye gelene kadar
(1) Akrilik lifler için cebri hava çekişli etüv kullanılmamalıdır.		

2.5. Hesaplama ve Sonuçların Gösterilmesi

Mevcut nem ve nem kazanma

Yüzde mevcut nem = $\frac{L-D}{D} X100$

Yüzde mevcut nem = $\frac{L-D}{D} X100$

formüllerinden 0,01 yaklaşımla hesaplanır.

Burada;

L =Deney numunesinin ilk(nemli) kütlesi, g

D =Deney numunesinin etüvde kurutulmuş kütlesi (Madde 0.2.4), g'dır.

Deney sonuçlarının ortalaması alınarak 0,01 yaklaşımla gösterilir.

2.6. Değerlendirme

Aynı laboratuvarda aynı kişi ve farklı laboratuvarda farklı, tek kişiler tarafından aynı numune üzerinde yapılan deneylerin sonuçları(veya ortalamaları) arasındaki farklar Tablo 2'de gösterildiği kadar olmalıdır. Fark daha büyük ise deneyler tekrarlanmalıdır.

3. Kuru hava ile etüvde kurutma metodu

3.1. Özel Kurallar

Tekstil malzemesi numunesi etüvde 1000 litresinde en çok 0,01 g nem bulunan kurutulmuş hava ceryanında Çizelge-1'de gösterilen sıcaklıklarda kurutulur. Toplam kütle nem olarak kabul edilir mevcut neni ve nem kazanma yüzdeleri hesaplanır.

3.2. Cihazlar

3.2.1.Etüv

Etüv tamamen kapalı ve içinde hava dolaşımı sağlanacak tipten olmalıdır. Deney numuneleri ısıtma elem anlarının doğrudan radyasyonuna maruz kalmamalıdır. Etüvde kapalı kısımdaki havayı 4 dakikada bir değiştirecek havalandırma düzeni bulunmalıdır. Etüve giren hava önceden kurutucudan dolaştırılarak 1000 litresinde 0,01 g'dan az nem kalacak şekilde kurutulmuş olmalıdır. Hava serbest bir şekilde deney numuneleri arasından geçebilmelidir. Etüv bir terazi ile donatılmış ise tartma sırasında hava dolaşımını durduracak düzene de sahip olmalıdır.

3.2.2.Tartı Kapları

Deney numuneleri etüvdü tartılacaksa etüve uygun boyutta metal sepetler veya derinliyi az kapsüller kullanılmalıdır. Metal kafesler numunelerin rahatça yerleştirilip alınmasını sağlayacak şekilde aralıklı tellerden yapılmalıdır.

Deney numunesi etüv dışında tartılacaksa kapağı traşlı cam tartı Kapları veya nem geçirmeyen başka kapaklı kaplar kullanılmalıdır. **N**umune Kapları Parti veya laboratuvar numunelerinin alınması ve saklanması için nem geçirmeyen uygun kaplar kullanılmalıdır, numune miktarı çok olmadığı takdirde alçı kapsüller kullanılabilir, büyük miktardaki numuneler için kalınlıkları nemi geçirmeyecek düzeyde olan plastik torbalar kullanılabilir. Yaklaşık 0,1 mm kalınlığında polietilen torbalar yeterli olmaktadır. Terazi, tartı ve numune kaplarını tartmaya yeterli kapasitede ve 0,005 g duyarlılıkla tartım yapabilen (Not 4).

3.3. Deney Numunesi

Madde 2.3'de ki işlem uygulanır. Parti ve laboratuvar ile deney numunelerinin alınması ve saklanması sırasında nem Kaybedilmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Parti numunesinden laboratuvar numunesinin, laboratuvar numunesinden deney numunesinin alınmasında Madde 2.4.1 deki şartlar sağlanamıyorsa Madde 3.4.2 deki işlem uygulanmalıdır.

3.4. İşlem

Nem Dengesine Getirme (Kondisyonlarda) ve Tartma Önceden tartılmış parti numuneleri deneyin yapıldığı laboratuvar şartlarında nem dengesi meydana gelene kadar hava dolaşımında bırakılır. Kondisyonlanmış parti numunelerinden gerekiyorsa laboratuvar numuneleri ve bunlardan da deney numuneleri alınarak Ü, 005 g yaklaşımla tartılır.

Deney numunelerinin alınması ve tartılması sırasında Hadde 2.4.1 deki şartlar sağlanıyorsa Madde 2.4.1'e göre de işlem yapılabilir,

Not 5. Ön kondisyonlama gerekli değildir. Deneyin yapıldığı atmosferde %65 bağıl nem bulunması önerilmekle birlikte zorunlu değildir. Kondisyonlama işleminden amaç deneyin yapıldığı ortam ile numunelerin nem dengesini sağlamak ve böylece numune alma ve tartma işlemlerinde nem kaybından oluşacak hataları önlemektir.

3.4.2. Etüvde Kurutma ve Tartma

Kurutma sırasında etüve giren hava Madde 3.2.1'de belirtilen kurulukta olmalı ve 4 dakikada bir değiştirilmelidir. Kurutma işlemi sırasında hava numunelerin bir kap içinde olsun veya olmasın arasından serbestçe dolaşabilmelidir.

Diğer kurutma ve tartma işlemleri Madde 2.4.2.1, Madde 2.4.2.2'ye-göre yapılmalıdır.

3.5. Hesaplama ve Sonuçların Gösterilmesi

Deney numuneleri alındığı şartlarda kondisyonlanmaksızın doğrudan kurutulmuşlarsa

Mevcut nem ve nem kazanma

Yüzde mevcut nem = $\frac{L-D}{D}X100$

Yüzde mevcut nem = $\frac{L-D}{D}X100$

formüllerinden 0,01 yaklaşımla hesaplanır. Sonuçların ortalaması alınır ve 0,01 yaklaşımla gösterilir. Burada;

L = Deney numunesinin ilk (nemli) kütlesi, g

D = Deney numunesinin etüvde kurutulmuş kütlesi

(Madde 0.2.3-nemsiz kütle), g'dır.

-Parti numunesi kondisyonlanmış ve bundan laboratuvar ve deney numuneleri alınmış ise;

Mevcut nem ve nem kazanma

Yüzde mevcut nem = $\left(1\ \frac{WXD}{LX1}\right)X\ 100$

formüllerinden 0,01 yaklaşımla hesaplanır.

Nem kazanma;

Yüzde nem kazanma; $\left(\frac{LXI}{WXD}-1\right)X\ 100$

Sonuçların ortalaması alınır ve 0, 01 yaklaşımla gösterilir.

Burada ;

L = Parti numunesinin kondisyonlamadan önceki kütlesi, g

W = laboratuvar numunesinin kütlesi (kondisyonlanmış), g

l = Deney numunesinin kurutulmadan önceki kütlesi (kondisyonlanmış), g

D = Deney numunesinin etüvde kurutulmuş kütlesi (madde 0.2.3-nemsiz kütle), g'dır .

3.6. Değerlendirme

Aynı laboratuvarda aynı kişi ve farklı laboratuvarda farklı çek kişiler tarafından aynı numune üzerinde yapılan paralel deneylerin sonuçları (veya ortalamaları) arasında farklar Tablo 2'de gösterildiği kadar olmalıdır, fark daha büyük ise deneyler tekrarlanmalıdır.

Tablo 2. Aynı laboratuarda aynı kişi ve farklı laboratuarda farklı kişiler tarafından aynı numune üzerinde yapılan paralel deneyin sonuçları

Farklılıklar iki paralel deneyi işleminin herbirinde yapılan deney sayısı		deney sonuçları Arasında Kabul edilebilir Farklar % nem	
		Aynı laboratuvar ve aynı kişi tarafından yapılan deneyler için	farklı laboratuvar ve farklı, tek kişiler tarafından yapılan deneyler için 1
Tartının etüv içinde Yapılması durumunda	1	0,61	1,08
	2	0,43	0,99
	5	0,27	0,93
	10	0,19	0,91
Tartının etüv dışında Yapılması durumunda	1	0,36	
	2	0,25	
	5	0,16	
	10	0,11	

Çizelge % 95 istatiksel güvenlik seviyesi esasına göre düzenlenmiştir.

EK-2

KASARLI PAMUKLU TEKSTİL MAMÜLLERİNİN SU EMME ÖZELLİĞİNİN TAYİNİ

1.Konu

Bu standart kaşarlı pamuklu tekstil malzemelerinin su emme özelliğine tayinine dairdir.

2.Tanım

2.1. Su Emme Özelliği

Bu standart kaşarlı pamuklu tekstil malzemelerinin su emme özelliğinin tayinine dair iki metodu kapsar.

3.Kapsam

Bu standart kaşarlı pamuklu tekstil malzemelerinin su emme özelliğinin tayinine dair iki metodu kapsar.

4.Uygulama Alanı

Su damlası metodu kumaş ve iplik halindeki kaşarlı tekstil mamullerine suya batırma metodu ise ilmeli kumaşlara, liflere ve özellikle havlu ile hidrofil pamuğa uygulanır.

1.Genel Kurallar

Metot, numuneye suyun veya numune suya batırılarak su emme süresinin tespiti esas alınır.

2.Su Damlası Metodu

2.1. Özel Kurallar

Metot, üzerine damlatılan su damlarının kasarlı pamuklu tekstil malzemesi tarafından emilme süresinin ölçülmesine dayanır.

2.2.Aygıtlar

-Kasnak, 15 cm veya daha büyük çaplı

-Büret, 1 ml suyu 15-25 damlada damlatabilen

-Kronometre, 1/10 saniye bölüntülü.

2.3.Reaktifler

-Damıtık su, 21± sıcaklıkta.

2.4. Deney Numunesi

Lifler dışında kasarlı pamuklu tekstil malzemesinden kullanılacak kasnağa uygun boyutta deney numunesi alınır. Dar enli malzemelerin iplikte olduğu gibi eni çok az ise bir deney numunesini oluşturmak üzere, yan yana getirdiklerinde deneyin yapılmasına imkan sağlayacak eni verecek sayıda parça alınır. Bu sayı iplikler için genellikle 10 tane dolaylarındadır.

Deney numuneleri TS 2401'e göre 24 saat kondisyonlanır.

2.5. İşlem

Deney TS 240'da belirtilen sıcaklık ve nem şartları altında tutulan bir odada yapılır. Deney numunelerinden yeterli ende olanları direk olarak iplik gibi olanlar birbirine değecek şekilde yanyana getirilerek, kasnak üzerine yüzeyi gergin olacak halinde ölçümler için büretin damlatma denenen malzemelerin beklenen su emme süresine göre ayarlanır(kasarlı pamuklu malzemelerde 5 saniyede bir damlama yeterlidir). Bir damla su kumaşa damlatılır ve kronometre çalıştırılır. Damladan yansıyan ışığın açıkça görülebileceği bir konumda damlaya bakılır. Damla yavaş yavaş emildikçe su damlasının oluşturduğu ayna yüzeyi yavaş yavaş ve sonunda ıslak bir nokta bırakarak kaybolur. Bu anda kronometre durdurulur. Kronometreden okunan su damlasının pamuklu tekstil malzemesi tarafından emilme süresidir.

2.6. Hesaplama ve Sonuçların Gösterilmesi

Her cins malzeme için 10 deney yapılır. Sonuçların aritmetik ortalaması alınır ve en yakın 0,1 saniyeye yuvarlatılarak gösterilir.

2.7.Değerlendirme

Suyun emilme süresi ne kadar küçük ise kasarlı pamuklu tekstil malzemesinin su emme özelliği o kadar iyidir. 5 saniyeden daha kısa iyi bir su emme özelliği olarak kabul edilir.

NOT. Kasarlı pamuklu malzemeler için ortalama zaman 2,5 saniyedir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Süreyya KOCATEPE

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 18 Ağustos 1989, YOZGAT

Medeni Durumu: Bekâr

Tel: +90 544 690 64 34

email:sureyya.kocatepe@hotmail.com

Yazışma Adresi: Bedirbaba Mahallesi Beğendik Yapı Kooperatifi 8343. Sokak Ada No:1151/2 Sorgun/YOZGAT

EĞİTİM

Derece	**Kurum**	**Mezuniyet Tarihi**
Yüksek Lisans	ERÜ Fen Bilimler Enstitüsü, Tekstil Müh. Ana Bilim Dalı	2015
Lisans	KSÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü	2012
Lise	Sorgun Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi, Fen Bilimleri Bölümü	2008

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (*Proceedings*) basılan bildiriler

B4. O.BALCI, B.SANCAR, **S.KOCATEPE**, Ş.ŞİRİN. AUTEX 2012-12th World Textile Conference" konferansı dahilinde bildiri kitapçığındaki" Ozonation of İndigo Dyed Warp Yarns and Investigation of Some Effective Parameter", Cilt 1, 665-6/1 pp., 13-15 Haziran 2012, ZADAR-HIRVATİSTAN, Poster Bildiri olarak Değerlendirilmiştir.

S.KOCATEPE, S.ÇETİNER V.ULUSLARASI AR-GE PROJE PAZARI etkinliği dahilinde " V.ULUSLARASI AR-GE PROJE PAZARI" kitapçığındaki "Fonksiyonel Yatak Örtüsü Tasarımı" BURSA,TÜRKİYE,NİSAN 2013- Poster Bildiridir

S.KOCATEPE III.ARGE PROJE PAZARI etkinliği dahilinde " III. AR-GE

PROJE PAZARI " kitapçığında " Tavuk Tüylerinden Lif Üretimi"

KAHRAMANMARAŞ, HAZİRAN 2014-Poster Bildiridir.