



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SARI KANTARON (HYPERICUM PERFORATUM L.)
YAĞININ MİKROKAPSÜLASYONU VE PAMUKLU
TEKSTİL YÜZEYLERİNE APLİKASYONU**

MUHAMMED BARUT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

KAHRAMANMARAŞ 2019

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SARI KANTARON (HYPERICUM PERFORATUM L.)
YAĞININ MİKROKAPSÜLASYONU VE PAMUKLU
TEKSTİL YÜZEYLERİNE APLİKASYONU**

MUHAMMED BARUT

Bu tez,
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2019

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Muhammed BARUT tarafından hazırlanan “Sarı kantaron (Hypericum Perforatum L.) Yağının Mikro-kapsülasyonu ve Pamuklu Tekstil Yüzeylerine Aplikasyonu” adlı bu tez, jürimiz tarafından 28/08/2019 tarihinde oy birliği/oy çokluğu ile Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Dr. Öğretim Üyesi İsmail TİYEK (DANIŞMAN)

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. Serhan URUŞ (ÜYE)

Kimya Anabilim Dalı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Pınar PARLAKYİĞİT (ÜYE)

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Muhammed BARUT



Bu proje Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi (KSÜ), Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2015/2-45 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

**SARI KANTARON (HYPERICUM PERFORATUM L.) YAĞININ
MİKROKAPSÜLASYONU VE PAMUKLU TEKSTİL YÜZEYLERİNE
APLİKASYONU**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

MUHAMMED BARUT

ÖZET

Depresyon, kişinin ruh halini etkileyen ve günlük hayattaki tüm faaliyetlerini aksatan üzüntü, melankoli veya keder durumudur. Depresyonu tedavi etmek amacıyla çeşitli ilaçlar bulunmakla birlikte sahip oldukları yan etkiler yüzünden bu ilaçların kullanımı sınırlıdır. Son zamanlarda klinik deneyler sonucunda antidepresan aktivitesi kanıtlanan sarı kantaron otu (*Hypericum perforatum L.*) 'nun kullanımı tüm dünyada yaygın hale gelmiştir. Bu çalışmada ülkemizde bolca bulunan sarı kantaron bitkisinin mikrokapsül formundaki özü, iç giyim ürününe aktarılarak antidepresan özelliğe sahip fonksiyonel bir ürün tasarlanmaktadır.

Bu çalışmada; kumaşa applike edilecek olan mikrokapsüllenmiş sarı kantaron otunun (*hypericum Perforatum L.*) yağı koaservasyon yöntemine göre hazırlanmıştır. Referans çalışma metodu koaservasyon olmasına rağmen diğer mikrokapsül eldesi metodlarına da kısaca değinilmiştir. Çalışma iki aşama baz alınarak yapılmıştır. Öncelikle kumaşa applike edilecek olan mikrokapsüllü çözelti koaservasyon yöntemi ile elde edilmiş olup daha sonra fulard (emdirme) metodu ile %100 pamuklu örme kumaşa aplikasyonu sağlanmıştır. Kumaş olarak %100 pamuklu örme kumaş seçilmesinin sebebi hedef olarak vücuda temas eden iç giyimlerde kullanılmasıdır.

Çalışma sonuçlarının gerek çözelti gerekse applike edilmiş kumaş üzerindeki değerlendirmelerinde; TGA, SEM, EDX, FT-IR, Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) cihazlarından faydalanılarak görsel ve analitik yorumlamaları yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmada asıl hedef olan antidepresyon özellikli kumaş eldesi dışında gelecek çalışmalara ışık tutması düşüncesiyle; mikrokapsülü teşkil edilen kimyasal maddelerin ve ortam sıcaklıkları gibi değişken parametreler altında mikrokapsül boyutu, çeper kalınlığı gibi boyutlara etkisi de incelenip basit istatistik mantığı ışığında değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antidepresan, depresyon, kantaron otu, mikrokapsülasyon

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz / 2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail TİYEK

Sayfa sayısı: 76

**MICROCAPTULATION OF HYPERICUM PERFORATUM L. OIL AND
APPLICATION TO THE TEXTILE SURFACES
(M.Sc. THESIS)**

MUHAMMED BARUT

ABSTRACT

Depression is a state of grief, sadness or melancholy that affects the person's mental state and disrupts all activities of daily life. There are various medicines for treating depression however the use of these drugs is limited because of their side effects. As a result of recent clinical trials antidepressant effect of Hypericum perforatum L. Plants have proven and their use has become wide spread all over the world. In this study a functional product which has antidepressant effect is designed by transferring the extract of Hypericum perforatum L. which has in the form of microcapsules into underwear products.

In this study; The solution of microcapsulated (Hypericum Perforatum L.) to be applied to the fabric was prepared according to the coacervation method. Although the reference study method is coacervation, other microcapsule acquisition methods are briefly mentioned. The study was based on two stages. Firstly, the microencapsulated solution to be applied to the fabric was obtained by coacervation method and then it was applied to 100% cotton knitted fabric by fulard method. The reason for choosing 100% cotton knitted fabric as a fabric is the use of underwear as a target.

In the evaluation of the results of the study both on solution and on the applied fabric; Visual and analytical interpretations were made by using TGA, SEM, EDX, FT-IR and Scanning Electron Microscopy (SEM) devices.

In this study, with the aim of shedding light on the future studies, except for the production of antidepressant fabrics; The microcapsule was examined in terms of the size of the microcapsules and the wall thickness under the variable parameters such as the ambient temperatures and the simple statistical logic.

Key words: antidepression, depression, hypericumperforatum L., microencapsulation

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering, July / 2019

Supervisor: Assist. Prof. Dr. İsmail TİYEK

Page Numbers: 76

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim ve tez çalışmalarım süresince ilgisini ve desteğini daima hissettiğim, mesleki bilgi ve tecrübeleriyle eğitimimde ve çalışmalarımda beni yönlendiren tez danışmanım değerli hocam; Dr. Öğr. Üyesi İsmail TİYEK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca tez konumda görüş ve önerilerinden faydalandığım Doç. Dr. Serhan URUŞ'a teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini gördüğüm aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. SARI KANTARON (HYPERICUM PERFORATUM L.) Bitkisi	4
1.2. MİKROKAPSÜLASYON	10
1.3. MİKROKAPSÜLASYON TEKNİKLERİ	12
1.3.1. Ara yüzey polimerizasyonu	12
1.3.2. İn-situ polimerizasyonu	13
1.3.3. Süspansiyon polimerizasyonu	13
1.3.4. Emülsiyon çapraz bağlama	13
1.3.5. Siklodekstrinler kullanılarak moleküler kapsülleme	14
1.3.6. Koaservasyon	14
1.3.7. Süperkritik akışkan ile mikrokapsülasyon	16
1.3.8. Püskürterek kurutma	17
1.3.9. Akışkan yatak yöntemi	18
1.3.10. Ekstürüder yöntemi	19
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	21
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. MATERYAL	25
3.1.1. Kullanılan kumaş ve kimyasal maddeler	25
Glutaraldehit: Kabuk materyalinin(duvarın) katılaşmasını sağlamak için kullanılan çapraz bağlayıcı maddedir.	26
3.1.2. Deneysel çalışmada kullanılan cihazlar	26
3.1.3. Analizlerde kullanılan cihazlar	28
3.2. YÖNTEM	30
3.2.1. Mikrokapsül çözeltilerinin hazırlanması	31
3.2.2. Hazırlanan mikrokapsüllenmiş çözeltilerin kumaşa aplikasyonu	33
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
4.1. MİKROKAPSÜLLÜ ÇÖZELTİLERİN POLARİZE OPTİK MİKROSKOP (POM) İLE GÖRÜNTÜ ANALİZLERİ	34
4.2. FOURIER DÖNÜŞÜMLÜ KIZILÖTESİ (FT-IR) ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ...	39
4.3. EDX SPEKTRUMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	46
4.4. SEM GÖRÜNTÜLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	55
4.5. TERMOGRAVİMETRİK ANALİZLERİN (TG/DTA) DEĞERLENDİRİLMESİ	61
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	68
ÖZGEÇMİŞ	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1 Hypericum perforatum	5
Şekil 1.2. Hypericum perforatum L. bitkisinin yaprak görüntüleri	5
Şekil 1.3. H. perforatum'un içerdiği floroglusinollerin kimyasal yapısı	7
Şekil 1.4. H. perforatum'un içerdiği naftodiantronların kimyasal yapısı	9
Şekil 1.5. perforatum'un içerdiği flavonoitlerin kimyasal yapısı.....	9
Şekil 1.6. H. perforatum'un içerdiği biflavonoitlerin kimyasal yapısı	9
Şekil 1.7. Boyutlara göre kapsül tipleri.....	10
Şekil 1.8. Mikrokapsüllerin morfolojisi	11
Şekil 1.9. Koaservasyon Metoduna Göre Mikrokapsülasyon (a) kabuk polimer çözeltisi içerisinde çekirdek materyali dispersiyonu, (b) çözüldüden koaservasyonun ayrılması, (c) çekirdek materyalinin koaservat mikrodamları tarafından kaplanması, (d) koaservatın çekirdek materyali etrafında kabuk oluşturacak halde çökmesi	15
Şekil 1.10. Kompleks Koaservasyon yöntemine göre mikrokapsülasyonun şematik gösterimi	16
Şekil 1.11. Süperkritik çözeltinin hızlı genişlemesi ile mikrokapsülasyon	17
Şekil 1.12. Püskürterek kurutma yöntemine göre mikrokapsülasyon	18
Şekil 1.13. Farklı tipteki akışkanlaştırıcı yataklar (a) yukarıdan püskürtmeli (b) aşağıdan püskürtmeli (c) teğetsel püskürtmeli	19
Şekil 1.14. Ekstrüder yöntemine göre mikrokapsülasyon	20
Şekil 3.1. Arap zamburakının kimyasal yapısı	25
Şekil 3.2. Jelatinin kimyasal yapısı	25
Şekil 2.3. Hassas terazi.....	26
Şekil 3.4.pH metre	27
Şekil 3.5. Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı.....	27
Şekil 3.6. Etüv	28
Şekil 3.7 Fulard.....	28
Şekil 3.8. Perkin elmer spectrum 400 FTIR analizi cihazı (a) ve Petlet aparatı (b)	29
Şekil 3.9. SEM ve EDX cihazı	29
Şekil 3.10. Leica dm 1000 mikroskop	30
Şekil 3.11. Exstar TG/DTA 6300 (KSÜ, ÜSKİM, K.Maraş)	30

Şekil 4.1. 1 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	34
Şekil 4.2. 2 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	34
Şekil 4.3. 3 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	35
Şekil 4.4. 4 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	35
Şekil 4.5. 5 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	36
Şekil 4.6. 6 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	36
Şekil 4.7. 7 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	36
Şekil 4.8. 8 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	37
Şekil 4.9. 9 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü	37
Şekil 4.10. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	40
Şekil 4.11. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	40
Şekil 4.12. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	41
Şekil 4.13. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	41
Şekil 4.14. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	42
Şekil 4.15. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	42
Şekil 4.16. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	43
Şekil 4.17. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	43
Şekil 4.18. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları	44
Şekil 4.19. Mikrokapsüllü çözeltilerin applike edildiği kumaşların tek grafikte gösterilmiş FT-IR spekturumları.....	45
Şekil 4.20. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	47
Şekil 4.21. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	48
Şekil 4.22. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	49
Şekil 4.23. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	50
Şekil 4.24. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	51
Şekil 4.25. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	52
Şekil 4.26. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	53
Şekil 4.27. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	54
Şekil 4.28. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu	55
Şekil 4.29. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	56
Şekil 4.30. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	57
Şekil 4.31. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	57
Şekil 4.32. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	58
Şekil 4.33. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	58

Şekil 4.34. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	59
Şekil 4.35. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	59
Şekil 4.36. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	60
Şekil 4.37. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri.....	60
Şekil 4.38. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	62
Şekil 4.39. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	63
Şekil 4.40. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	63
Şekil 4.41. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	64
Şekil 4.42. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	64
Şekil 4.43. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	65
Şekil 4.44. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	65
Şekil 4.45. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	66
Şekil 4.46. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi	66

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Mikrokapsüllemede kullanılabilir polimerlere örnekler	11
Çizelge 1.2. Sık kullanılan mikrokapsülasyon teknikleri.....	12
Çizelge 1.3. Bazı mikrokapsülasyon teknikleri ile elde edilen partikül boyutları	12
Çizelge 3.1. Mikrokapsülasyon çözeltileri hazırlanırken kullanılan deney koşulları.....	32
Çizelge 3.2. Hazırlanan mikrokapsülasyon çözeltilerinin emdirme metodu ile kumaşa aplikasyon koşulları.....	33
Çizelge 4.1. Elde edilen mikrokapsüllerin çekirdek ve kabuk materyallerinin ortalama büyüklükleri	38
Çizelge 4.2. FT-IR spektrumuna göre fonksiyonel grupların gerilme değerleri.	46
Çizelge 4.3. EDX sonuçlarına göre atomik yüzdeler.....	47
Çizelge 4.4. 1 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	48
Çizelge 4.5. 2 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	48
Çizelge 4.6. 3 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	49
Çizelge 4.7. 4 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	50
Çizelge 4.8. 5 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	51
Çizelge 4.9. 6 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	52
Çizelge 4.10. 7 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	53
Çizelge 4.11. 8 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	54
Çizelge 4.12. 9 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları	55
Çizelge 4.13. Termogravimetrik dataları içeren çizelge	61
Çizelge 4.14. Diferansiyel Termal dataları içeren çizelge	62

1. GİRİŞ

Tıbbi bitkiler, eski dönemlerden beri, bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Mezopotamya uygarlığı döneminde kullanılan bitkisel ilaçların miktarı 250 civarında olup, eski yunanlılar döneminde 600 kadar tıbbi bitki tanınıyordu (Saber, 1982). Arap-Fars uygarlığı döneminde bu miktar 4000 civarına kadar yükselirken 19. asrın başlarında ise bu sayı 13.000'e ulaşmıştır (Dragendorff, 1967).

Türkiye yüzyıllar boyunca çeşitli medeniyetlerin gelip yerleşmesinden dolayı zengin bir kültüre, flora ve kendine özgü bir halk tıbbına sahip olmuştur. Akdeniz, İran-Turan, Avrupa-Sibirya gibi üç farklı fitocoğrafik alanın içerisinde zengin bir bitki florasını kapsamaktadır (Boydağ, 1996).

Tıbbi bitkilerin yaygın olarak kullanılmaya başlanmasının bazı önemli nedenleri şunlardır:

1- Yeterli düzeyde bir kimya endüstrisine sahip olmayan kalkınmakta olan ülkelerde, bitkilerden yararlanarak kolay ve ucuz bir tedavi olanağı sağlanmaktadır. Bu yolda; Mısır, Hindistan ve Pakistan gibi ülkeler büyük gayretler sarfetmekte ve olumlu sonuçlar almaktadırlar.

2- Tedavi alanına sokulan yeni sentetik maddelerin bazılarında görülen tehlikeli yan etkiler (Son zamanlarda nimuselid etken maddeli analjezik, antipretik ve antiinflamatuvar amaçlı ilaçların yıllarca kullanıldıktan sonra öldürücü yan etkilerinin saptanması üzerine piyasadan toplatılmıştır).

3- Bazı bitkisel ilaç ham maddelerinin, sentetik olanlardan daha ucuza ve daha basit elde edilebilme olanakları. Steroid bileşikler kına kına alkaloidleri, afyon alkaloidleri, atropa alkaloidleri, digitalis glikozitleri bu yöndeki uygulamalara örnek verilebilir.

4- Bitkisel ilaçların diğer bir üstün yanı da etki alanlarının daha geniş olmasıdır. Sentetik bileşikler genellikle bir tek etkiye sahiptirler ve bunların bazılarının yan etkilerini önlemek için diğer bazı ilaçlara ihtiyaç duyulur (Toker, 2002).

Geçmişten günümüze bitkiler ilaçların bileşiminde kullanılmış, insan sağlığı açısından birçok olumlu sonuçları ortaya çıkmıştır. Bitkilerin ilaç yapımında oynadığı iki rol vardır;

1- İlaç yapımının temelinde yer alabilirler, yani doğal olarak üretimde kullanılırlar,

2- Bitkisel bir ilaç olarak tedavide kullanılırlar.

Ülkemizde de Hypericum ekstraktının karaciğer hipertrofisi, akciğer enfeksiyonu, yaralar, konstipasyon ve depresyona karşı kullanılabilirliği vardır. Ayrıca analjezik, iştah

açıcı, endoparazitler olarak da kullanılır. *H. Perforatum* çiçekleri zeytinyağında bekletilerek hazırlanan “binbirdelik otu yağı (*Oleum Hyperici*)” ciltteki yara yanıklarında ve ayrıca gastrik ülserde kullanılır (Baytop, 1984).

Sarı kantaron (*H. Perforatum L.*)’nun ispat edilmiş yara tedavi edici özelliğinin yanı sıra antispazmatik, sakinleştirici kurt düşürücü, antiseptik, antidepresif, sindirim problemleri etkileri vardır. Bitkinin içeriği, biyolojik olarak aktif rutin, pectin, choline, sitosterol, hypercin ve pseudohypericin olup tanen ve uçucu yağda içerir. Yağda çözünmüş halde kırmızı renk maddesi karotin (vit. A) bulunur. Ayrıca retroviral aktivitesinden dolayı AIDS ile bağlantısı tespit edilmiştir. Ayrıca fotodinamik aktivesi sayesinde özellikle kötü huylu tümörlerin tedavisinde kullanılır. *Hypericum perforatum L.*’dan hazırlanan bazı ekstraktlar nöropsikiyatrik bozuklukların klinik tedavisi için kullanılmakta ve etkilerinin az olması ilaç bağımlılığı yapmaması avantajdır. Bununla birlikte *Hypericum perforatum L.*’un içerdiği hypericin’in tek yan etkisi, sadece bazı (albino hayvan türlerinde) ve bazı hassas cilde sahip insanlarda bildirilmiş olan fotosensitizasyondur. Aşırı dozlarda tüketildiğinde ışığa karşı duyarlılıktan dolayı ölümlerle bile sonuçlanan cilt hastalıkları baş gösterebilir (Şahin, 2002).

Hypericum cinsinin birçok türü bazı bakteriyel hastalıklarının, mide ve bağırsak iltihaplarının tedavisinde Türk halk ilacı olarak kullanılır (Sakar ve ark., 1988). Dört *Hypericum* bitkisinin gövdeleri ile *Hypericum calycinum*’un yaprak ve çiçek ekstraktlarının antimikrobiyal aktiviteleri sekiz mikroorganizmaya karşı araştırılmıştır, bu çalışmada *H. Calycinum*’un (çiçekleri) aseton özü en yüksek antimikrobiyal etki göstermiştir. Bir kaç hariç bütün bitki özlerinin *Staphylococcus aureus* ve *Mycobacterium smegmatis*’e karşı antimikrobiyal aktivite gösterdikleri belirtilmiştir (Sakar ve Tamer, 1990).

Hypericum L. bitkisi genellikle kuru, kalkerli veya eski kalker taşlı topraklarda, ışık alan ormanlarda, çayırlarda, bataklık ve sahillerde, kayalık yerlerde, yol kenarlarında, ekim yapılmayan tarlalarda ve 2000-2400m yüksekliklerde yayılış göstermektedir. Dünyada; Avrupa, Kuzey Afrika, Sibirya, Asya, İran, Kuzey Irak, Kıbrıs ve Batı Suriye’de de adı geçen bitki doğal olarak yetişmektedir. Türkiye’de ise hemen her bölgede yayılış göstermelerine rağmen genelde İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde daha çok yayılış gösterir (Karamanoğlu, 1974).

Hypericum L. cinsi çok yıllık, otsu veya çalimsı bitkilerdir. Kaliks 5 sepalli, Korolla 5 petalli ve genellikle sarı renkli, kırmızı benekli ve kırmızı damarlı, nadiren nektaryum uzantılı. Stamenler 5’li demet halinde, petallerin üstünde filamentler tabanda

birleşik, ender olarak steril haldeki demetlere rastlanır. Ovaryum 3-5 gözlü veya kısmen ya da tamamen bir gözlü; her iki plasetaya bağlı iki-çok sayıda tohum taslağı bulunur; stilus 3-5, serbest ve ince. Meyve, septisit kapsül, çoğunlukla reçine ihtiva eden salgı kanalları veya cepleri taşır, nadiren etli ve açılmayan tiptedir (Davis, 1965).

Tekstil sanayii son zamanlarda çok amaçlı özelliklere sahip tekstil materyalleri elde etmek için yoğun bir arayış içerisine girmiştir. Bu arayışlar ışığında antidepresan özelliklere haiz tekstil materyalleri ciddi alaka görmüştür. Bu tekstil materyallerine olan yoğun ilginin bilhassa, sağlık kuruluşları ve alternatif tıp alanında artış göstermesi tahmin edilmektedir. Tekstil materyalleri farklı ve çeşitli yöntemlerle antidepresan özelliği ihtiva eder hale gelebilmektedir. Bu metotlardan biri de mikrokapsül içine hapsedilmiş antidepresan özelliklere haiz materyallerin tekstil materyallerine applike edilmesidir. Mikrokapsüller çok küçük boyuttaki sıvı damlacıklarının, katı parçacıkların ya da gazların etrafının sürekli bir film veya polimer materyali ile sarılması ile elde edilmektedirler (Augustin ve Hemar, 2009; Benita, 1996; Liu ve ark., 2010). Mikrokapsüllenmiş materyaller ziraat, eczacılık, gıda, kozmetik, otomotiv, enerji, tıbbi teçhizat ve tekstil gibi belli başlı birçok sektörde kullanılmaktadır (Augustin ve Hemar, 2009; Yeo ve ark., 2005).

Mikrokapsüller birçok farklı metotla üretilebilmektedir (Aguilera ve Lillford, 2007; Huang ve ark., 2007; Vahabzadeh ve Najafi., 2004). Bunlar arasında kompleks koaservasyon yöntemi en eskiye dayanan ve en çok kullanılan metottur. İlk kullanıldığı materyal karbonsuz kopya kağıdı olmuştur. (Green ve Lowell,1957). Suda münhal katyonik ve anyonik polimerlerin su içerisinde birbirleri ile olan etkileşimlerin mantığına dayanır. Bu etkileşmenin sonucunda iki faz oluşur. Polimer ihtivası açısından zengin faz kompleks koaservat olarak tanımlanmaktadır. Polimer ihtivası açısından seyreltik olan çözeltiye **denge fazı** adı verilmektedir. Bu iki fazlı sistemde denge fazı devamlı faz olarak, kompleks koaservat ise yayılan faz olarak davranmaktadır. Suda münhal olmayan bir çekirdek maddesi polimer içinde dağılırsa, dağılan çekirdek maddenin her bir damlacığı ya da parçacığı polimer maddelerden oluşan ince bir film tabakasıyla kaplanmaktadır. Likit film katılaştığı zaman mikrokapsüller oluşmaktadır (Benita, 1996; Bansode, 2010; Cosco, 2007; Harrington ve Morris, 2009).

Jelatin ve arap zamkı toksik olmadığı, doğal ve biyobozunur özelliklerinden ötürü koaservasyon yöntemiyle mikrokapsüllenmede tercih edilir hale gelmiş olup geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Kong ve ark., (2009) bu yöntemle dodekanolü ($C_{12}H_{25}OH$) çekirdek materyali olarak kapsüllemişler ve çapraz bağlayıcı olarak kullanılan formaldehit

ve glutaraldehitin mikrokapsülleme üzerindeki boyut, dayanıklılık, haslık gibi değişkenlik gösterebilme etkilerini araştırmışlardır. Huang ve ark., (2007) ilaç aktarımı amacıyla şikonini jelatin/arap zımkı koaservasyon sistemini kullanarak mikrokapsüllemişler ve surfaktan (yüzey aktif madde) ve jelatin konsantrasyonu ile ortam pH'nın mikrokapsülleme verimliliği ve partikül büyüklüğü üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Dong ve ark. (2007) nane yağını kapsüllemişler ve çekirdek madde/kabuk madde oranı, kabuk materyali konsantrasyonu, pH değeri ve karıştırma hızının mikrokapsüllerin morfolojisi, dış yapısı, partikül büyüklüğü, mikrokapsülleme verimliliği ve çekirdek madde yükleme kapasitesine olan etkisini araştırmışlardır (Başal ve Karagönlü, 2013).

Bu çalışmada Sarı kantaron yağı koaservasyon yöntemiyle jelatin/arap zımkından oluşan kabuk materyali içine hapsedilmiştir. Yağ miktarı, surfaktan (yüzey aktif madde) miktarı ve kapsüllerin rijitleştirilip sertleştirilmesi aşamasındaki karıştırma, sirkülasyon hızının kapsülleme verimi, parçacık boyut dağılımı ve mikrokapsüllerin içerdiği çekirdek madde miktarına etkileri araştırılmıştır.

1.1. Sarı Kantaron (*Hypericum Perforatum L.*) Bitkisi

Hypericum Perforatum L. (Hypericaceae), sarı kantaron, bindebirlik otu, kanotu, kılıçotu, koyunkıran, mayasılotu ve yaraotu gibi bölgesel isimler ile tanınan çok yıllık otsu bir bitkidir. Bitkinin yapraklarına ışık altında bakılınca, yağ bezeleri, parlak noktacıklar şeklinde gözlemlenir. Bu delikli görünüm nedeni ile bitki, bindebirdelik otu adını almıştır. (Baytop, 1999). Dünya üzerinde batı Avrupa, Asya, kuzey Afrika ve ABD'nin kuzeyinde naturel yayılım göstermekte olan bitki, ülkemizde de doğal olarak yetişmektedir. (Baytop, 1999; Bilia ve ark., 2007)

Hypericum perforatum L. Clusiaceae (Syn. Hypericeae) familyasına bağlı olan ve sarı kantaron, binbirdelikotu, kanotu, kılıçotu, koyunkıran, kuzukıran, mayasılotu, yaraotu gibi değişik adlarla anılan bir bitkidir. *Hypericum* cinsinin dünyada 350-400, Türkiye'de ise 70 farklı türü vardır (Baytop, 1999). Dünyanın ılıman ve tropikal bölgeleri boyunca, çoğunlukla yol kenarlarında, çimenli nehir kıyılarında, bakımsız tarlalarda, kışı nemli yazı kurak olan bölgelerde yayılış gösterir. Hafif asidik-nötr topraklarda en iyi yetişir (Çakmak ve Bayram, 2003). *Hypericum perforatum L.* Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'da yerli olan, çok yıllık çalı veya ot formunda olan, uçucu yağ ve hiperisin içeren bezleri olan, sarı çiçekli son yıllarda Amerika'da kültürü de yapılan bir bitkidir (Greeson ve ark., 2001). Yapraklar tek, karşılıklı ya da spiral şekilde dizilmişlerdir. 5 adet sepal tomurcuk içerisinde

yerleşmiştir. Beş adet petal birbirinden bağımsız tomurcuk içinde buruşuk bir şekilde yerleşmiştir. Stamenler salkım şeklinde veya çok sayıdadır. Ovaryum üst durumludur. Eksensel ya da parietal plasentalanma gösterir. Tohumları endosperm taşımaz (Meral ve Karabay, 2002).



Şekil 1.1 Hypericum perforatum

Hypericum terimi Yunanca hyper (üst) ve eikon (resim) kelimelerinin birleşmesinden gelir. Eski Yunan'da ve Roma'da yaşayan insanlar Hypericum perforatum L. bitkisinin dallarının mistik güçleri olduğuna, kendilerini şeytani güçlerden koruyacağına inanarak evlerindeki resimlerin veya heykellerin üzerine koyarlardı (Hunt ve ark., 2001). Perforatum kelimesi de bitkinin yapraklarında deliklere benzeyen dış salgı bezleri olduğundan dolayı verilmiştir (Şekil 1.2). Yabancılar tarafından kullanılan ismi (St. John's wort) Aziz John gününde (24 Haziran) çiçeklenmesinden kaynaklanmaktadır (Çakmak ve Bayram, 2003; Bombardelli ve Morazzoni, 1995).



Şekil 1.2. Hypericum perforatum L. bitkisinin yaprak görüntüleri

Hypericum perforatum L. özütleri yüzyıllardır travma, yanık, romatizma, ağrı, gastroenterik histeri, altını ıslatma, depresyon, morluk, şişlik, enflamasyon, anksiyete ile bakteriyel ve viral enfeksiyonların tedavisi için geleneksel ilaç olarak kullanılmaktadır.

Avrupa'da ortaçağda büyücülükte meşhur olan bu bitkinin eski Yunanlı'lardan beri yaraları iyileştirici etkisi çok iyi bilinir. Anadolu'da bu özelliğinden dolayı ve insan sağlığına olumlu daha birçok etkisinden dolayı halk arasında kullanılmaktadır. *Hypericum perforatum* L. bitkisinin kanıtlanmış yara iyileştirici etkisinin yanı sıra antispazmotik (spazm giderici), yatıştırıcı, parazit düşürücü, antiseptik, antidepresif, antioksidan, antiviral ve antimikrobiyal, hepatoprotektif, yara iyileştirici, diüretik ve antibiyotik etkilerinin varlığından bahsedilmektedir.

Hypericum perforatum L.'nin yağlı preparatları, haricen küçük yanıklar, yaralar, deri enfeksiyonları ve çeşitli ağrılar için kullanılmaktadır. Bitki preparatları anksiyete ve depresif problemlerde kullanılmaktadır.

Bitkiden hazırlanan yağlı maseratın yara iyileştirici etkisi çok uzun zamandan beri bilinmektedir. Haricen ve dahilen kullanılan bu kırmızı yağın inflamasyon önleyici ve yara iyileştirici etkisi vardır. Yağın rengi ve etkisi kırmızı renkli bir diantron pigment olan hiperisinden ötürüdür. Bu ilaç aşırı kullanıldığında ve güneş ışığına maruz kalındığında fotosensitizasyona yol açar, cilt ve mukozada dermatit ve inflamasyon oluşur.

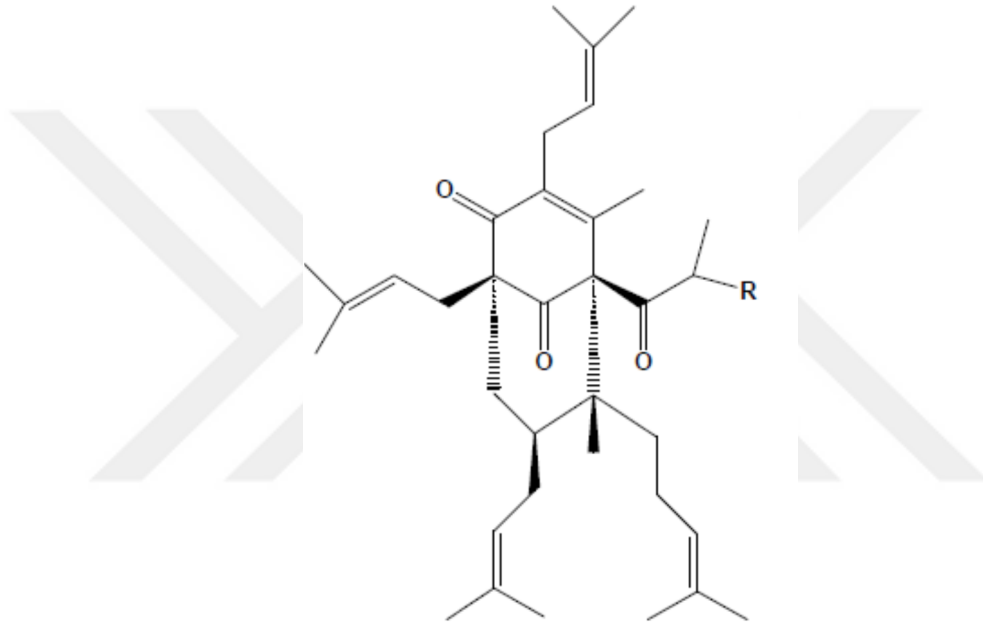
Hypericum perforatum L.'nin yaprakları ve çiçekli dal uçları son yıllarda antidepresan etkilerinden dolayı popülerite kazanmıştır.

Hypericum perforatum L. en az 10 sınıf biyoaktif bileşik içerir; naftodiantron türevleri, flavonoidler, floroglusinol türevleri, prosiyanidinler, tanninler, esansiyel yağlar, aminoasitler, fenilpropanlar, ksantonlar ve diğer suda çözülebilen bileşikler (organik asitler, peptidler ve polisakkaritler). Bunlar her bitkide değişik yoğunlukta bulunur. Tür içindeki ve/veya gelişimdeki genetik varyasyonlar, ekolojik büyüme şartları, hasat zamanı, örneğin hazırlanması yöntemi, ışığa maruz kalma ve depolama şartları bu farklılığın nedenleridir. Çeşitliliğe rağmen standart biyoanalitik tekniklerle bitki özütünün yaklaşık % 20'sinin biyoaktif bileşiklerden oluştuğu saptanmıştır.

Hypericum perforatum L.'nin en önemli aktif içeriğini, bir floroglusinol türevi olan hiperforin (% 2-4), naftodiantronlardan hiperisinler (% 0.1-0.3), flavonoidler; quersetin gikozitleri, rutin, hiperosid, quersitrin ve izoquersitrin (% 2-4) ve biflavonoidler (% 0.1-0.5) oluşturmaktadır. *Hypericum perforatum* L. 'deki biflavonoidler doğada nadiren bulunurlar.

H. perforatum'un en önemli aktif bileşikleri floroglusinoller, naftodiantronlar ve flavonoidlerdir. Kimyasal bileşiklerin miktarının tür içinde farklılık göstermesi enetik çeşitlilik, ekolojik büyüme şartları, örneklerin toplanma zamanı, ışığa maruz kalma, kurutma yöntemleri ve depolama şartlarının değişikliğinden kaynaklanmaktadır (Çaycı, 2006).

Floroglusinoller: H. perforatum' un başlıca floroglusinol türevi bileşikleri hiperforin (% 2-4,5) ve adhiperforindir (%0,2-1,8) (Şekil 1.3). Bu iki bileşiğin de stabilitelerinin düşük olması nedeniyle bitkide oksitlenmiş türevleri de bulunmaktadır (E.S.C.O.P, 2003)



Şekil 1.3. H. perforatum'un içerdiği floroglusinollerin kimyasal yapısı

Çiçek ve tomurcuklarında hiperforin ve adhiperforin adı verilen floroglusinol bileşikleri vardır (Greenson ve ark., 2001). Işık ve havada stabil olmayan hiperforin H. perforatum L. özütlerinde %1-5 oranında bulunur. Miktarında kurutma ve saklama koşulları çok önemlidir (Chatterjee ve ark., 1998). Değişik şartlardaki deneylerde hiperforinin değişik konsantrasyonlarda olması değişik sonuçlara neden olabilir (Guilhermano ve ark., 2004).

Hiperforin beyine geçer ve farmakolojik özelliklere katkıda bulunan konsantrasyona bağlı davranış göstererek nöronal zarlarda fizikokimyasal özelliklere etkide bulunmaktadır (Eckert ve ark., 2004).

Son yapılan çalışmalar hiperforinin bazı nörotransmitterlerin geri alınımının inhibisyonunda önemli bir etken olduğunu bildirmektedir (Chatterjee ve ark., 1998) ,

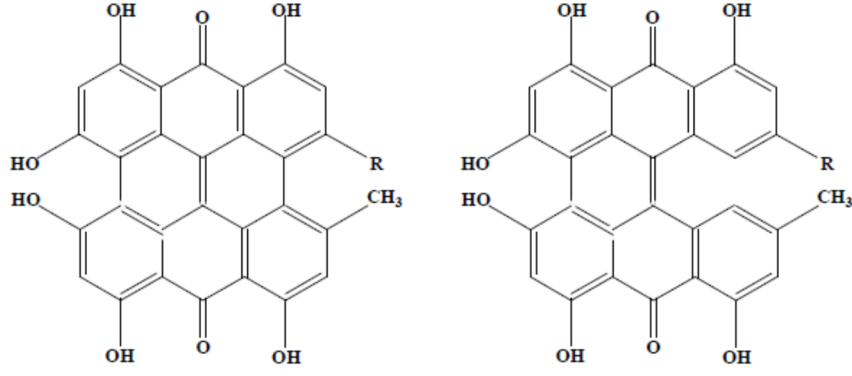
(Chatterjee ve ark., 1999). Hiperforin, norepinefrin, dopamin, serotonin, GABA ve L-Glutamat'ın sinaptosomal geri alınımını inhibe eder (Kaehler ve ark., 1999; Neary ve Bu, 1999; Singer ve ark., 1999).

Hypericum perforatum L. özütü veya hiperforinin serotonin taşınması üzerine etkisi olduğu kesindir. Fakat bu etkinin antidepresan aktivitesiyle ilişkili olup olmadığı halen bilinmemektedir (Mennini ve Gobbi, 2004).

Hiperforin önemli antiinflamatuvar özellikler gösterir ki bu karışık yollardan olabilir, eikozanoid biyosentezinin inhibisyonu önemli biri olabilir. Hiperforin doğal siklooksijenaz-1 ve 5-lipoksijenaz inhibitörlerinden biridir (Albert ve ark., 2002). Bu iki inhibitör etki *Hypericum perforatum* L.'nin ve hiperforinin iltihabi deri problemlerini tedavi etmede kullanılma nedenini açıklamaktadır. Bundan başka, hiperforin bu antiinflamatuvar profili spesifik siklooksijenaz ve lipoksijenaz inhibitörlerinin gastrik yan etkileri görünmeden göstermektedir. Bu grup hiperforinin reaktif oksijen türlerinin oluşumuna ve elastaz salınımını inhibe etmesini de içeren lökositlerin diğer proantiinflamatuvar cevaplarına engel olduğunu rapor etmiştir. Bu etkiler hiperforinin G-protein sinyallerini engelleyerek reseptörle düzenlenen kalsiyum mobilizasyonunun baskılanması sonucu gibi görünmektedir (Feisst ve Werz, 2004).

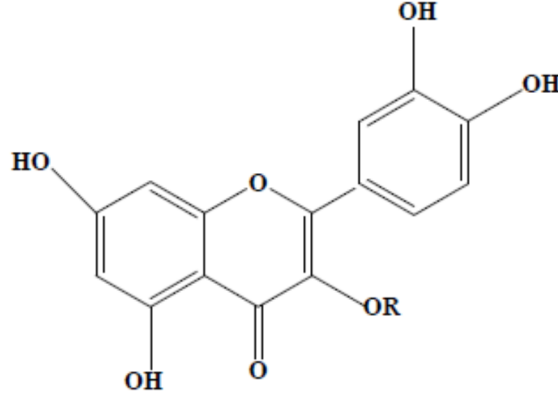
Antidepresif etkileri yanında hiperforin antibakteriyel aktivite göstermekte (Papp ve ark., 2004; Johnson ve Richard, 2003). ve periferik kan mononükleer hücrelerinin ve tümör hücrelerinin çoğalmasını inhibe eder ve apoptosisi uyarır (Shempp ve ark., 1999; Voss ve Verweij, 1999).

Naftodiantronlar: *H. perforatum*' un karakteristik bileşiklerinden olan naftodiantronlar özellikle bitkinin çiçek ve tomurcuklarında % 0,05-0,3 oranında bulunur. Hiperisin, psödohiperisin ve bu bileşiklerin biyosentetik prekürsörleri olan protohiperisin ve protopsödohiperisin ve eser miktarda bulunan siklopsödohiperisin naftodiantron türevi bileşikler sınıfındadır (Şekil 1.4.) (E.S.C.O.P., 2003).



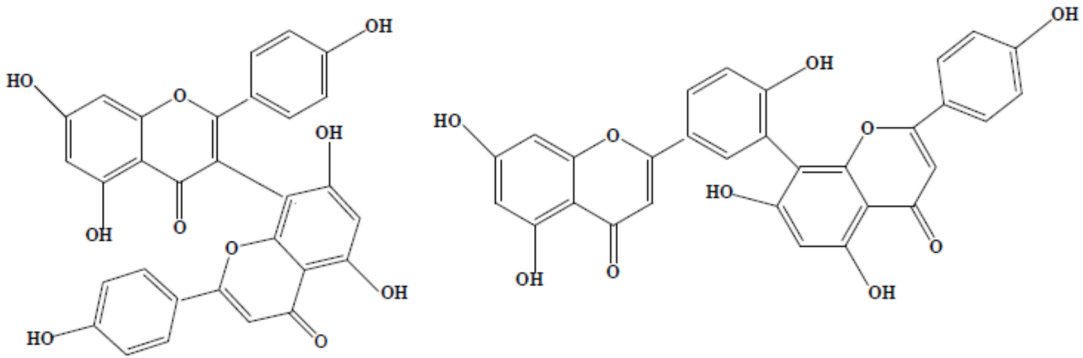
Şekil 1.4. *H. perforatum*'un içerdiği naftodiantronların kimyasal yapısı

Flavonoitler: Bitkinin yaprak, sap, çiçek ve tomurcuk gibi toprak üstü kısımlarında kersetin, hiperozit, kersitrin, izokersitrin, rutin gibi flavonoit glikozitler % 2-4 oranında bulunmaktadır (Şekil 1.5.) (E.S.C.O.P., 2003).



Şekil 1.5. *perforatum*'un içerdiği flavonoitlerin kimyasal yapısı

Bitkinin özellikle tomurcuk ve çiçeklerinde biflavonoit yapısında olan I3, II8-biapigenin (% 0,1-0,5) ve amentoflavon (% 0,01-0,05) bulunmaktadır (Şekil 1.6.) (E.S.C.O.P., 2003).



Şekil 1.6. *H. perforatum*'un içerdiği biflavonoitlerin kimyasal yapısı

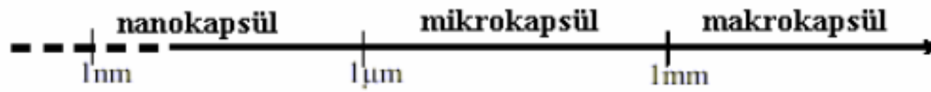
Ksantonlar:Hypericum perforatum L.'de bulunan ksantonların invitro olarak MAO-A ve MAO-B'yi kuvvetli olarak engellediği gözlenmiştir(Suzuki ve ark., 1981) Fakat ksantonlar bitkinin köklerinde bulunduğu ve özütlerde kökler kullanılmadığından bitkinin antidepresan biyoaktivitesinden sorumlu tutulmamaktadırlar (Greenson ve ark., 2001).

Diğer Bileşikler:Bitkide ayrıca prosiyanidinler, tanninler, komarinler, aminoasitler, fenilpropanlar vardır (Greenson ve ark., 2001). Tannin içeren birçok bitkinin antiülserogenik özelliği olduğu bildirilmiştir (Asuzu ve Onu, 1990).

Tanninler ve polifenoller ortak bir takım fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir; bu özellikler onların fizyolojik ve farmakolojik faaliyetlerinin temelini oluşturur; bunlar antioksidan ve radikal temizleyici özellikleri ve proteinler ve polisakkaritler gibi diğer moleküllerle kompleks yapabilmeleridir (Haslam, 1996). Bitki polifenollerinin lipid peroksidasyonunu engellediği ve hidroksit, superoksit ve peroksit gibi radikalleri temizleyebildiği bilinmektedir (Brengruer ve ark., 2006).

1.2. Mikrokapsülasyon

Mikrokapsül, bir çekirdeğin kabukla kaplanması sonucunda oluşan, partikül büyüklüğü Şekil 1.7.'de gösterildiği gibi yaklaşık olarak 1-1000 µm aralığında bulunan yapılardır. Mikrokapsülleme işlemi gaz, sıvı veya katı halde bulunan maddelerin inert polimerik madde ile film gibi kaplanmasıdır. Kaplama maddesi "kabuk", ham madde "çekirdek" olarak da adlandırılır.



Şekil 1.7. Boyutlara göre kapsül tipleri

Mikrokapsülasyon boya, ilaç, kozmetikler veya protein gibi farklı kimyasalların katı, sıvı veya gaz halde iken en uygunkabuk içerisinde muhafaza edilmesidir. Kapsül halde olan madde çekirdek, kaplama maddesi de kabuk, çeper veya duvar materyali olarak adlandırılır. Çekirdek materyali etrafında monomerler kullanılarak polimerik zarın oluşturulması ile ya da hazır polimer maddeler ile koruyucu kabuk oluşturabilir.

Mikrokapsülasyon işleminde kullanılacak polimer çeşitlerine ait bazı örnekler Çizelge 1.1.'de verilmiştir (Kaş, 2002). Kabuk materyalinde istenen etkiye, çekirdek

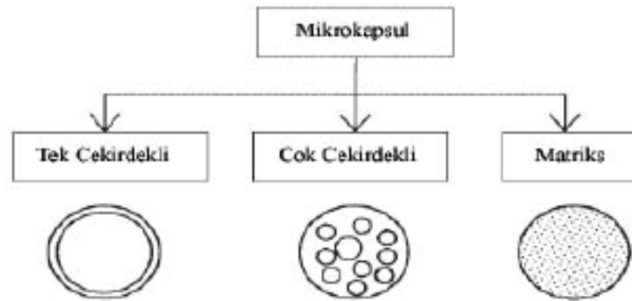
materyaline ve işlem şartlarına göre değişmektedir. Bazı araştırmalar 1000 µm den büyük kapsülleri mikrokapsüller, 2 µm den küçük kapsülleri nanokapsüller olarak adlandırılmaktadır. Ticari kapsüller genel olarak %10-90 arasında çekirdek materyaline ve 3 ile 800 µm aralığında boyuta sahiptir (Thies, 1996).

Çizelge 1.1. Mikrokapsüllemeye kullanılacak polimerlere örnekler (Kaş, 2002)

Doğal Polimerler		Sentetik Polimerler	
Agar	Selüloz	Akrilik polimerler	Polistiren
Albumin	Kazein	Alifatik polimerler	Polivinil alkol
Alginat	Pektin	Polietilen glikol	Silikonlar
Arap zamkı	Kitosan	Poliamidler	Selüloz türevleri
Nişasta	Dekstran	Poliüretanlar	Polilizin
Jelatin			

Çeşitli farmakolojik gruplarda bulunan enzimler, proteinler, bakteriler, hormonlar, hücreler, antikolar, boyalar, insektisitler, pigmentler, esanslar, besin maddeleri, polielektrolitler, fotoğrafçılık maddeleri, vitaminler, tarım kimyasalları kapsüllenebilmektedir (Kaş, 2002; Thies, 1996).

Temel olarak mikrokapsül morfolojisi mikrokapsülasyon işlemine ve çekirdek materyale göre değişmektedir. Mikrokapsüller düzensiz ya da küre şeklinde oluşabilir (Thies, 1996). Matris yapıda, tek çekirdekli ya da çok çekirdekli yapıda meydana gelebilirler. Tek çekirdekli, çok çekirdekli veya matris yapıda olabilirler (Şekil 1.8.). Tek çekirdekli mikrokapsüller için çekirdek madde bir çeper tarafından kesintiye uğramaz bir şekilde sarılmakta olup, çok çekirdekli mikrokapsüllerde ise çekirdek madde mikrokapsüllerin içinde değişik bölümlerde toplanmakta olup çevresi çeper madde tarafından sarılmaktadır. Matris yapısı görünen mikrokapsüllerde çekirdek materyali çeper madde içinde homojen olarak dağılım gösterir (Ghosh, 2006).



Şekil 1.8. Mikrokapsüllerin morfolojisi (Ghosh, 2006)

Mikrokapsülasyon işlemi sayesinde çekirdek materyal daha iyi işlenebilirlik kazandırılmakta (akışkanlığın, çözünürlüğün artması v.b.), zararlı, reaktif ve korozif

çevreden korunabilmekte, tehlikeli ve toksik materyaller güvenli şekilde taşınabilmekte, raf ömrü artmakta, tat ve kokular gizlenebilmekte enzim ve mikroorganizma immibilizasyonu gerçekleştirilebilmekte salınım kontrol altında tutulabilmekte ve maddeler katı halde taşınabilmektedir.

1.3. Mikrokapsülasyon Teknikleri

Literatür kaynaklarında birçok mikrokapsülasyon tekniği mevcuttur. Mikrokapsülasyon teknikleri mekaniksel ve kimyasal olarak iki çeşittir. Sık kullanılan mekanik ve kimyasal mikrokapsül teknikleri çizelge 1.2.' de verilmiştir.

Mikrokapsülasyon tekniklerinin seçiminde, kabuk materyalinin geçirgenliği, çekirdek materyal tipi, istenilen partikül boyutu v.b. özellikler önemli rol oynar. Mikrokapsülasyon tekniği hedeflenen etkiye göre seçilmelidir. Mikrokapsülasyon tekniklerine göre elde edilebilecek partikül boyutları çizelge 1.3.'de verilmiştir. (Ghosh, 2006).

Çizelge 1.2. Sık kullanılan mikrokapsülasyon teknikleri

YÖNTEMLER	
Kimyasal/Fizikokimyasal	Mekanik
Arayüzey polimerizasyonu	Sprey kurutma
İn-situ polimerizasyonu	Ekstrüzyon ile
Süspansiyon polimerizasyonu	
Emülsiyon çapraz bağlama	
Siklodekstrinlerle moleküler kapsülleme	
Koaservasyon	
Süperkritik akışkanlar ile	

Çizelge 1.3. Bazı mikrokapsülasyon teknikleri ile elde edilen partikül boyutları (Ghosh, 2006)

Mikrokapsülasyon Tekniği	Partikül Boyutu(µm)
Ekstürüder	250-2500
Püskürterek Kurutma	5-5000
in-situ Polimerizasyon	0.5-1100
Ara Yüzey Polimerizasyonu	0.5-1000
Koaservasyon	2-1200
Döner Disk Metodu	5-1500
Akışkan Yatak Mikrokapsülasyon	20-1500

1.3.1. Ara yüzey polimerizasyonu

Arayüzey polimerizasyonu bir polikondensasyon reaksiyonuna dayanır ve genellikle kapsül duvarı elde etmek için basit bir teknik olarak kabul edilir. Birbiri içinde karışmayan iki fazdan oluşur, her biri diğer fazda bulunan monomer(ler) ile reaksiyona

girebilen çözünmüş monomer(ler) içerir. İlk duvarın oluşumundan sonra polikondenzasyon reaksiyonu difüzyon kontrollüdür. Sonuç olarak, polimer oluşumu bir arayüzey reaksiyonunun sonucudur, monomerler arasında kapsül benzeri parçacıkların oluşumuna yol açar. Oluşan mikrokapsüllerin büyüklüğü ilk emülsiyona bağlıdır. (G.Nelson, 2002), (K.Hirech ve ark., 2003), (K.Bouchemal, ve ark., 2004), (M.Takasu ve H.Kawaguchi, 2005). Birincil emülsiyonun türüne bağlı olarak, hidrofobik ve hidrofilik maddeler sırasıyla kapsüllenebilir. Bu kapsüllerin boyutu 2 ila 2000 mikron arasında değişmektedir. Ayrıca arayüzey polimerizasyonu ile nanokapsüller de elde edilebilmektedir. (F.Gaudin, 2008).

1.3.2. İn-situ polimerizasyonu

Bu yöntemin sebebi, çekirdek materyale reaktif eklenmemesidir. Polimerizasyon sadece sürekli fazda meydana gelir (çekirdek malzeme ile karışmaz). Bu yöntem yaygın olarak karbonsuz kağıt mürekkepleri veya kokulu şeritler için parfüm yüklü küçük kapsüller üretmek için kullanılır. Bu yöntemde üre formaldehit ve melamin formaldehit kapsülleme sistemleri ve faz değişim malzemeleri örnek verilebilir. (R.Arshady, 1989), (A.Madene, 2006), (P.S.Pal, 2002).

1.3.3. Süspansiyon polimerizasyonu

Süspansiyon polimerizasyonu sulu fazda gerçekleştirilen bir yöntemdir. Süspansiyon polimerizasyonunda, zincir-büyüme polimerizasyonunu başlatmak için, stabilizatörlerin eklenmesi ve kuvvetli karıştırma sayesinde dispersiyon ortamına dağılmış monomer faz çözünür ve böylece damlacıkların oluşumu meydana gelir. (R.Arshady, 1989), (L.Sanchez-Silva, 2007), (G.H.Ma, 2003). Kurutulmuş ve paketlenmiş granüller veya boncuklar şeklinde polimerler elde edilir.

1.3.4. Emülsiyon çapraz bağlama

Emülsiyon bazlı hazırlama, emülsiyon stabilizasyonu veya emülsiyon çapraz bağlama olarak da adlandırılır, bu yöntem sıklıkla protein, polisakkarit bazlı mikrokapsüller ve mikroküreler elde etmekte kullanılır. (R.G.Gupta, 1985), (S.Nakhare,1996). Bu yöntem katı maddeler ayrıca çözünebilir veya çözünemeyen sıvıların mikrokapsüllemesinde kullanılır. Emülsiyonlar iki tipte olabilir; tek ve çift emülsiyonlar. Mikroküreler oluşturmak için genellikle suda çözünebilir polimerler kullanıldığı zaman çekirdek materyal suda çözünür ise emülsiyon tek tiptir, hidrofobik yapıda ise çift. Bu yöntem ile mikrokapsül üretiminde birçok biopolimer kullanılabilir.

Biyolojik olarak parçalanabildiklerinden ve bol miktarda bulduklarından kitosan ve polisakkaritler ticari olarak çok ilgi görmektedirler. Bu mikrokapsülleme yöntemi kullanılarak kontrollü küçük partiküller elde etmek mümkündür. Aktif ajanların salınımı esas olarak difüzyon, erozyon veya çözünme ile olur.(T.Ouchi, 2004; S.Nakhare,1996; S.I.Ali, 2009).

1.3.5. Siklodekstrinler kullanılarak moleküler kapsülleme

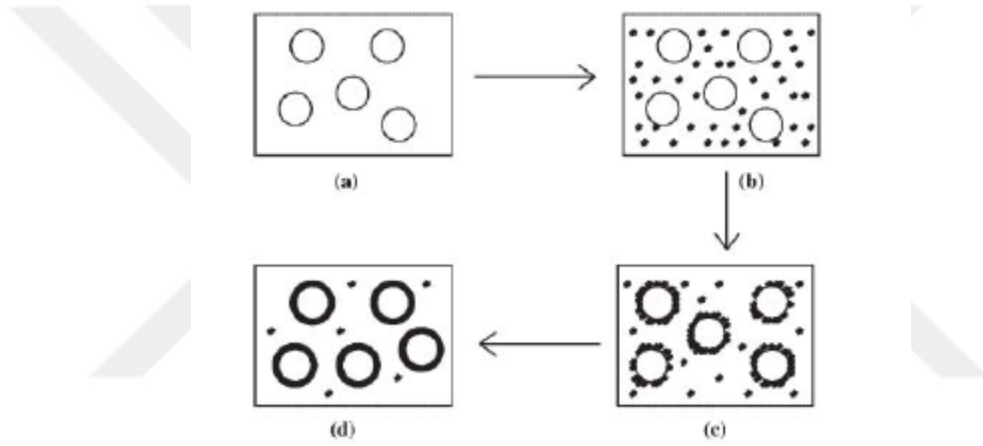
Siklodekstrinler; içleri boş halka yapılı moleküllerdir dolayısıyla içlerine birçok fizikokimyasal özellik ihtiva eden ajanlar hapsedilebilir. (N.Duchene, 1999; A. N. Assimopoulou, 2004).

Moleküler mikrokapsülleme metodu ile içindeki moleküllerin özelliklerini; çözünürlükleri, termodinamikleri ve taşınımaları gibi birçok yol ile değiştirilebilir. Ayrıca bu yöntem doğal ürünlerin bileşenlerini izole ederek farklı alanlardaki kullanımına olanak sağlamaları açısından değerli olabilir. Siklodekstrinler, koni gibi moleküler yapıya sahip bir halkada düzenlenmiş şeker molekülleri ile yapılan bileşiklerdir. Bu bileşikler küçük ve orta ölçekli molekülleri dahil edebilmek için hidrofobik bir boşluk geliştirir. Siklodekstrinlerin boyut ve moleküler yapısı dahil edilen moleküllerin stabilitesini ve özelliklerini etkiler. İlaç, kimya, tekstil ve çevre araştırmalarında siklodekstrinler ile mikrokapsülleme yöntemi endüstride birkaç yıldır kullanılmaktadır. (A. N. Assimopoulou, 2004), (A. G. Grechin, 2007). Bu uygulamanın bir örneği, tekstilde kumaş kokularını gidermek için siklodekstrinlerin kullanımı olmuştur. (H. J. Buschmann, 2002). Hidrofobikliği nedeniyle koku molekülleri siklodekstrinlerin boşluklarına tutunur ve daha sonra yıkama ile uzaklaştırılır.

1.3.6. Koaservasyon

Koaservasyon yöntemi mikrokapsüllemeye en çok kullanılan fizikokimyasal yöntemdir. Ayrıca faz ayrımı olarak da adlandırılır. Bu yöntem ilk olarak 1950'lerde iki bileşenli tek ürün olarak karbonsuz kopya kağıdı üreten Amerika Birleşik Devletlerinde ki National Cash Register şirketinde kullanılmıştır. (B. K. Green and S. Lowell, 1957). Konsept katyonik ve anyonik suda çözünür polimerlerin suda etkileşime girme kapasitesine dayanmaktadır. Böylece kompleks koaservat denilen sıvı polimer bakımından zengin bir faz oluşturur. (C. Jegat ve J. L. Taverdet, 2000), (A. Gupta ve H. B. Bohidar, 2005).

Türüne bağlı olarak sulu fazda ayrılma mekanizmasına göre; basit ve kompleks olmak üzere iki tip koaservasyon vardır. İlk durumda polimer, sıcaklık değişimi, elektrolit etkisi, su ile karışabilen çözünmeyen bir maddenin eklenmesi ile oluşur. İkinci durumda polimer, sulu ortamdaki zıt yüklü polielektrolitlerin kombinasyonu ile oluşur. Koaservasyon, pH, iyonik güç, sıcaklık, molekül ağırlığı ve konsantrasyondan etkilenir. Koku ve parfümler gibi sektörlerde koaservasyonun kullanıldığı mikrokapsüllenmiş patentli birçok ürün vardır. (M. R. Juliá Ferres, ve ark., 1999), (O. Lapidus, ve ark., 2000), (C. Jegat ve J. L. Taverdet, 2000), (J. C. Soper, ve ark., 2002), (I. M. Martins, ve ark., 2009), (J. SOPER, C., 1996). Koaservasyonda genellikle düşük moleküler ağırlığa sahip polimerik yapılar kullanılmaktadır bu sebeptendir ki oluşan mikrokapsüller zayıf mekanik dayanıma sahip olmaktadır.



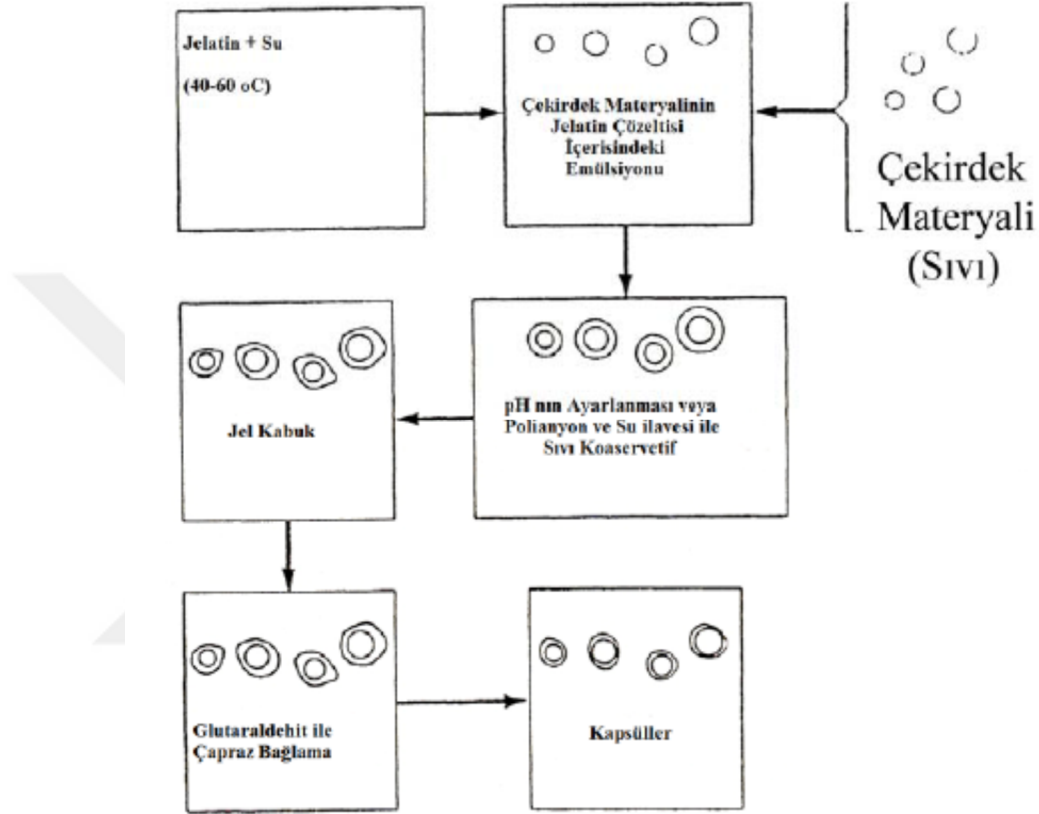
Şekil 1.9. Koaservasyon Metoduna Göre Mikrokapsülasyon (a) kabuk polimer çözeltisi içerisinde çekirdek materyali dispersiyonu, (b) çözeltiden koaservasyonun ayrılması, (c) çekirdek materyalinin koaservat mikrodamları tarafından kaplanması, (d) koaservatın çekirdek materyali etrafında kabuk oluşturacak halde çökmesi (Ghosh, 2006).

Basit koaservasyon

Basit koaservasyon, alkol ya da tuz gibi su ile alakası yüksek olan maddelerin eklenmesi ile oluşur. pH, sıcaklık, tuz ve çözücü uygun miktarda seçilmişse herhangi sulu polimer çözeltisi basit koaservasyona uğramaktadır. Eklenmiş maddelerin biri seyreltik diğeri kolloid damlacıklar açısından yoğun olmak üzere iki faz oluşmaktadır. Bu fazların oluşması sebebi ile polimer katı hale gelerek çekirdek maddenin etrafını sarmaktadır. Kullanılmış olan sisteme ve polimere göre eklenen çapraz bağlayıcılar ile kabuk sert hale getirilmektedir (Kaş, 2002).

Kompleks Koaservasyon

Kompleks koaservasyon farklı yükteki iki kolloid kullanılarak oluşturulmaktadır. Hidrofilik kolloid sulu çözelti olarak hazırlandıktan sonra ortama farklı yüke sahip ikinci bir kolloid eklenmektedir. Bu eklenmeden sonra kolloidler çekirdek maddenin çevresinde toplanmaktadır(çevresini sarmaktadır). Böylelikle kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsülasyon meydana gelmektedir (Kaş,2002). Kompleks koaservasyon yöntemine göre mikrokapsülasyonun şematik akış diagramı şekil 1.10' da verilmiştir.



Şekil 1.10. Kompleks Koaservasyon yöntemine göre mikrokapsülasyonun şematik gösterimi

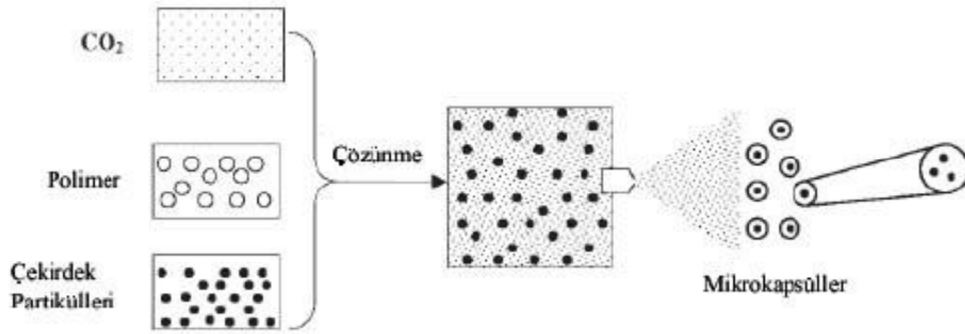
1.3.7. Süperkritik akışkan ile mikrokapsülasyon

Süperkritik akışkanlar özellikle süperkritik karbondioksit, mikrokapsül üretiminde organik çözücülerin kullanımını kaldırmak veya minimize etmek niyeti ile geliştirilmiştir. Endüstriyel ölçeklerde kullanılmıştır örneğin ekstraksiyon ve reaksiyonlarda.

Süperkritik akışkanlar çok fazla sıkıştırılma kabiliyetine sahip olan ve em gazların hem de sıvıların özelliklerini gösteren gazlardır. En çok kullanılan CO₂, alkanlar (C₂ – C₄) ve azot oksitlerdir (N₂O). Sıcaklık ya da basınçtaki ufak değişiklikler süperkritik akışkanların yoğunluğu üzerinde çok fazla değişikliğe sahip olduğundan dolayı endüstri uygulamalarında çokça kullanılmaktadır. CO₂, yanıcı ve toksik özelliği olmasına rağmen

düşük kritik sıcaklık değerinin olmasından ve yüksek saflıkta ve ucuza elde edilmesinden dolayı süperkritik akışkanlar içerisinde en çok kullanılanıdır. Bu yöntemle boyalar, tat ve koku veren maddeler, vitaminler, ecza maddeleri, pigmentler ve pestisitler kapsülenebilmektedir. Bu işlemde çözünen (polietilenglikol, akrilatlar) ya da çözünmeyen (polisakkaritler, proteinler) pek çok kabuk materyalleri kullanılmaktadır.

İçerisinde kabuk materyalleri ve çekirdek bulunduran süperkritik akışkan bu işlemde basınca maruz kalır. Basınç altındaki karışım bir memecik sayesinde atmosfer basınçlı bir ortama iletilir. Basınçtan oluşacak olan düşüş ile kabuk materyalinin akışkan içerisinde çözünürlüğü azalır. Böylece çekirdek materyalinin çevresini kaplaması sağlanır. Bu yöntemle göre mikrokapsülasyon işlemi şekil 1.11’de verilmiştir.

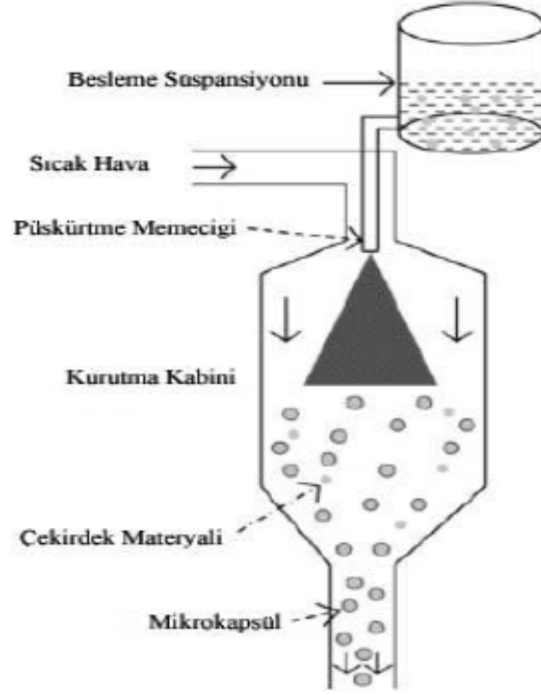


Şekil 1.11. Süperkritik çözeltinin hızlı genişlemesi ile mikrokapsülasyon (Ghosh,2006)

1.3.8. Püskürterek kurutma

Püskürtmeli kurutma, 1930’larda geliştirilen mekanik bir mikrokapsülleme yöntemidir, ekonomik, hızlı ve büyük ölçüde kaliteli ürün elde edilebildiği için gıda sektöründe çok tercih edilmektedir. (K. G. H. Desai ve H. J. Park, 2005). Püskürterek kurutma kapsülleme işlemi basit ve bir aşamalı kurutma işlemine benzer.

Püskürterek kurutma yönteminde kabuk materyali polimer bir çözelti içerisinde çözülmektedir. Oluşturulan çözelti sistemi memecik içinden pompalanarak içerisinde sıcak hava olan kabine aerosol halde püskürtülmektedir (şekil 1.12). Kabinde bulunan sıcak hava ile çözgen uzaklaştırılıp mikrokapsülasyon meydana getirilmektedir. Viskozite, çekirdek, kabuk materyal oranı, başlangıç çözeltisinin sıcaklığı ve konsantrasyon mikrokapsül özelliklerini etkilemektedir. (Thies,1996), (Ghosh,2006), (Aggarwal ve ark.,1998), (Mathiowitz ve ark.,2000).



Şekil 1.12. Püskürterek kurutma yöntemine göre mikrokapsülasyon (Ghosh,2006)

1.3.9. Akışkan yatak yöntemi

Akışkan yatak yönteminin bir diğer adı da Wurster yöntemidir. Bu yöntemde toz halde bulunan çekirdek madde akışkan yatakla hava içinde süspansiyon edilerek üzerine kapsül çeperi meydana getirecek olan çözelti emülsiyon ya da süspansiyon halde olan kabuk maddesi püskürtülmektedir. Çözücünün uzaklaştırılması ile kabuk maddesi çekirdek materyalini kaplamaktadır. Bu yöntemle reçineler, mumlar, zamlar, selüloz asetat ftalat, stearil alkol, metil sülüloz, etil selüloz kabuk maddesi olarak kullanılabilir. Bu yöntemin avantajları uygun kurutma koşullarının olması, üretim kapasitesinin yüksek olması ve her şekilde partikülün kapsüllenmesine olanak sağlamasıdır. Fakat 75 μm 'den ufak partiküllerin kaplanması işleminde dispersiyon gücü bulunmaktadır (Kaş,2002).

Teğetsel, yukarıdan ve aşağıdan püskürtmeli olarak üç akışkan yatak toplayıcı kullanılmaktadır (Şekil 1.13.). Yukarıdan püskürtmeli akışkan yatak toplayıcılarda, hava akımına karşı püskürtme gerçekleştirilmektedir. Diğer yöntemlere göre daha fazla kapsüllenmiş partikül meydana getirilir. (Thies,1996),(Ghosh,2006).



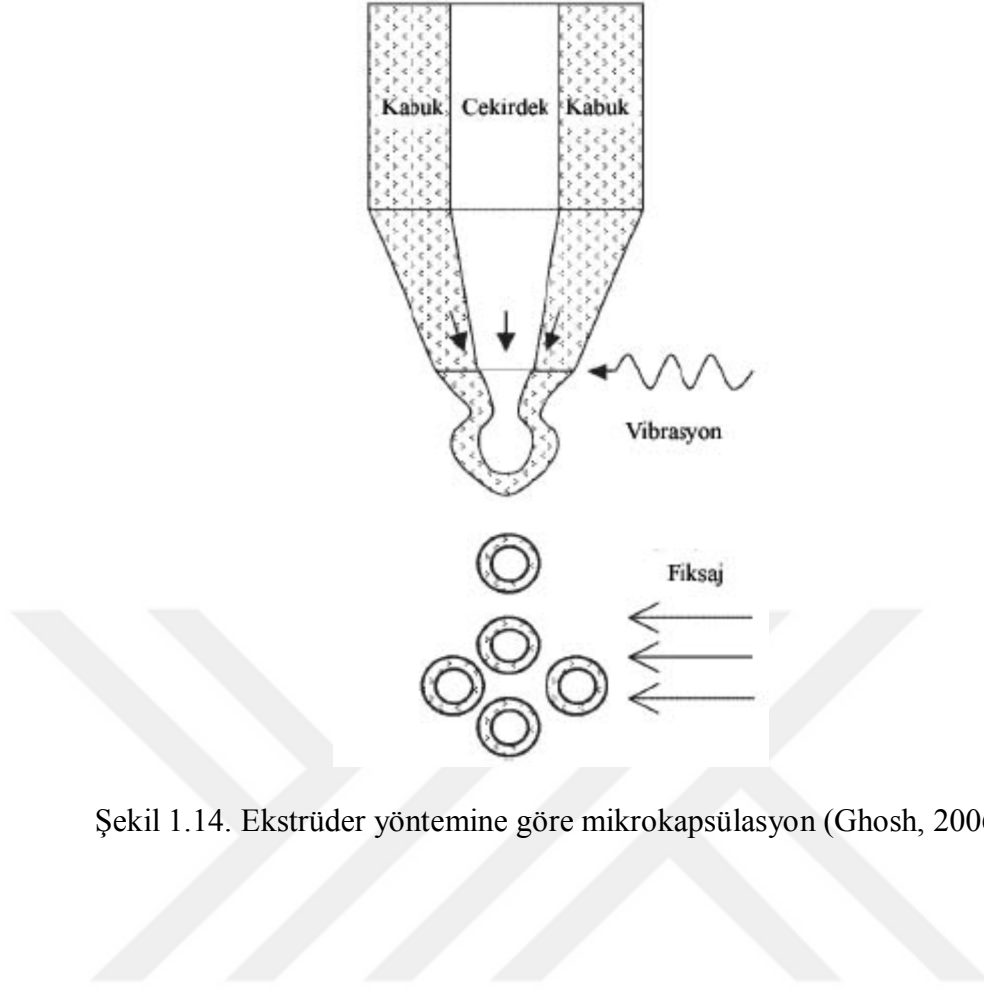
Şekil 1.13. Farklı tipteki akışkanlaştırıcı yataklar (a) yukarıdan püskürtmeli (b) aşağıdan püskürtmeli (c) teğetsel püskürtmeli (Ghosh,2006)

Wurster yöntemi olarak da adlandırılan aşağıda püskürtmeli akışkan yatak toplayıcıda, püskürtme işlemi hava akımı ile aynı yönde gerçekleşmektedir. Kaplama kabini içinde delikli bir plaka bulunmaktadır. Bu plakanın orta kısmında silindirik memecik bulunmaktadır. Kaplama işlemi yapılacak olan partiküller delikli plakadan yukarıya hareket ettirilmektedir. Partiküller püskürtme bölgesine gelir ve püskürtülmüş kaplama maddesine temas etmektedir. Soğuk ya da sıcak hava ile partikül üzerine kaplama maddesinin çökmesi sağlanmaktadır. Böylece mikrokapsülasyon meydana gelmiş olur. (Ghosh, 2006).

1.3.10. Ekstrüder yöntemi

Ekstrüzyon işleminin endüstriyel uygulamaları ilk olarak 1930'larda ortaya çıktı. Sonraki yıllarda genel olarak plastik üretim endüstrisine odaklı gelişme gösterdi. Diğer alanlarda da uygulandı.

Ekstrüder yöntemi çekirdek maddenin, eriyik haldeki polimer içinde karıştırılması ile meydana gelmektedir. Eriyik haldeki polimer cam sıcaklığı altında soğumaya başlaması ile kabuk materyali oluşmaktadır (Mathiowitz,2000). Uygun solvent içinde kabuk materyali çözülerek istenilen viskozitede ekstrüdere gönderilmektedir. Böylece çözgen ekstrüderin çıkışındaki sıcak havayla uzaklaştırılarak katılaştırılmaktadır ya da koagülasyon banyosuna aktarılmasıyla jelleştirilmektedir (Thies,1996), (Ghosh,2006). Ekstrüder yönteminin şematığı Şekil 1.14. 'de verilmiştir.



Şekil 1.14. Ekstrüder yöntemine göre mikrokapsülasyon (Ghosh, 2006)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Gundjian ve Kuruvilla (2000), mikrokapsülasyon teknolojisinden faydalanarak giysi-marka taklitçiliğın önlenebileceğini belirtmiş ve bunun ile ilgili patent geliştirmişlerdir. Bu patentle mikrokapsüllenen boyarmaddeler tekstil yüzeyine firma ya da marka ismi olarak applike edilmektedir. Bundan sonra aktivatör ile mikrokapsüllerin parçalamasıyla boyarmaddelerin ya görünen bölgede ya da UV ışığında belirginleşmesi sağlanır.

Mitsubishi firması, temizleyici solventi olacak şekilde mikrokapsüllenen oktan, parafin ve tunç yağı ihtiva eden polipropilen dokusuz yüzeyinden oluşan temizleyici bez üretmişlerdir (Nelson, 2002).

Goetzendorf-Grbowska, Krolikowska ve Gadzinowski (2004), triclosan içeren poli(L,L-laktit) mikrokapsülleri çözücü uzaklaştırma yöntemi ile oluşturmuşlardır. Oluşturulan mikrokapsüller emdirme ve püskürtme yöntemlerine göre viskoz esaslı dokusuz yüzey kumaşa uygulanmıştır. Triclosan mikrokapsüllerinin uygulandığı kumaşların antibakteriyel özellikli olduğunu belirtmişlerdir.

Aksoy (2011), mikrokapsüllenmiş FDM uygulanmış kumaşların ısı düzenleme özelliklerinin belirlenmesini amaçlamıştır. Bu amaç için öncelikle kumaşların ısı depolama özelliği DSC (diferansiyel taramalı kalorimetre) cihazı kullanarak ölçmüştür. Kumaş yapısındaki mikrokapsül varlığını optik mikroskop ile analiz etmiştir. Isı depolayabilen kumaşların ısı düzenleme özelliklerini belirlemek için ise termal kamera kullanmıştır. Farklı çevrelerde kumaş yüzeyindeki sıcaklık değişimlerini termal kamera ile ölçmüştür.

Göde (2014), kompleks koaservasyon metodu ile jelatin- arap zamkı duvar materyaline sahip çekirdek materyali gül esansı olan mikrokapsüller üretmiştir. Çekirdek materyalinin değişimi, esansın markası, polimer oranları, yüzey aktif madde miktarları, yüzey aktif maddenin cinsi, çapraz bağlayıcının cinsi ve miktarı, karıştırıcının tipi ve cinsi, çözelti pH'ı ve proses süresi gibi parametrelerin mikrokapsüllenmeye olan etkilerini araştırmıştır.

Erkan (2016), portakal yağı içeren mikro kapsüllerin ve beta siklodekstrin (inklüzyon kompleksleri) moleküler kapsüllerinin salım davranışlarını incelemiştir. Bu amaçla portakal yağı ile inklüzyon kompleksleri ve etil selüloz mikrokapsülleri oluşturmuştur. Mikrokapsüllere ve inklüzyon komplekslerine karakterizasyon çalışmaları kapsamında Kızılötesi Spektroskopisi (FT-IR), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ve Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi (GC-MS) analizlerini uygulamıştır. Toz

formdaki mikrokapsül ve inklüzyon kompleksleri %100 pamuklu örme kumaşa applike edilmiş ve yıkama dayanımları incelenmiştir. Portakal yağı ile oluşturulan mikrokapsüllerin ve inklüzyon komplekslerinin tekstil materyallerine aktarılması sonrası, 5 yıkama sonrası kumaş üzerinden koku salım davranışları mikrogram düzeyinde tartım yapan hassas terazi kullanarak incelemiştir.

Lee ve ark. (2002), Kokulu esans yağını melamin formaldehit ile in-situ polimerizasyonu ile mikrokapsüllemiştir.

Rodrigues ve ark. (2008), limonyağı poliüretan üre ile mikrokapsüllemiş ve sonra tekstil malzemesine emdirme yöntemiyle uygulamışlardır. Aplikasyon sonucunda tekstil malzemesinin yıkama işlemindeki koku dayanımına bakılmıştır. İlk yıkamada mikrokapsül applike edilmiş tekstil malzemesinde koku salma oranı %24 azalma olurken 5.yıkamanın sonucunda ise koku salma oranı %97'ye kadar azalmıştır. Rodrigues ve arkadaşlarının yasemin çiçeği ile yaptıkları ekstraktan parfüm meydana getirmişler ve oluşan parfümü arayüzey polimerizasyonu ile poliüretan üreden faydalanılarak kapsüllemiştir. Üretilen mikrokapsüller erkek giyim kumaşlarına emdirme yöntemi ile tekstil malzemesine applike ettirilmiştir. Tekrar edilmiş yıkama testlerinin sonucuna göre mikrokapsüllü kumaşların ilk yıkama sonunda mikrokapsül azalımı %38 kadarken 5 yıkamanın sonucunda ise %87 azalma gözlemlenmiştir.

Teixeira ve ark. (2012), Değişik ticari firmalar, yasemin, çiçek ve limon aromalarının melamin formaldehit ile mikrokapsüllemeye tekstil malzemesine applike etmişlerdir. Böylece erkek giyim kumaşları ortamda güzel kokuyu salması sağlanmıştır. Giysilik malzemeye mikrokapsüllerin aktarılması sonunda malzemelere tekrarlı yıkama testleri yapılmıştır ve yüzeyleri taramalı elektron mikroskopu ile gözlemlenmiştir. Numuneler üzerinde bulunan mikrokapsüllerin 20 yıkamanın sonunda yüzey üzerinde olmadığı belirlenmiştir.

Alonso ve ark. (2010), greyfurt çekirdeği özünü kitosan çeper olacak şekilde mikrokapsüllemiş ve pamuk kumaşa aplikasyonu sağlamıştır. Mikrokapsüllerin kumaşa tutunması çpraz bağlayıcı olarak guluteraldehit kullanılması ile sağlanmıştır. Fakat numunelerin anti-bakteriyel tesiri altı ay sonunda bitmektedir.

Thilavagathi ve Kannaian (2010), ıtır çiçeğinin yapraklarının metanolik olarak ekstürüde edilmiş halini hazırlayarak selülozik kumaşlara aromalı koku verme ve anti-mikrobiyal tesir kazandırabilmek için sprey kurutma metoduna göre mikrokapsüller oluşturulmuştur. Çalışma sonunda ıtır çiçeğinin aureus bakterisine daha duyarlı olduğu ve

konvansiyonel uygulanma metodu ile mukayese edilidğinde 10 yıkama sonrasında bile aromatik kokunun %50-60'ını kaybetmediğini tespit edip belirtmişlerdir.

Sathianarayanan ve ark. (2011), yabancı kekiğin tohumu ile yapılan ekstrakt arap zankı çeper maddesiyle kapsüllenmiştir. Hazırlanan mikrokapsüller pamuk kumaşa aplike etmişler ve antibakteriyel etkinliği değerlendirilmiştir. Mikrokapsüller kumaşlara aktarılırken çapraz bağlayıcı kimyasallar kullanılmıştır. Çalışma sonunda etkinliğin genel olarak 10-15 yıkama kadar dayandığı fakat kumaş fiziksel özelliğinde azalma olduğu belirtilmiştir.

Vijayalakshmi ve Ramachandran (2012), selüloz enzimi ile biyo-yıkamadan geçirilmiş %100 pamuk dimi kumaşı, gül yağı ve narenciye yağı karışımıyla emdirme işlemi ve mikrokapsülasyona tabi tuturulmuş, sonrasında örneklerin antifungal, antimikrobiyal, sivrisinek kovucu, kir itici v.b. multifonksiyonel aktivitelerin testi yapılmıştır. Örneklere uygun tekrarlı yıkama sonunda mikrokapsüllü kumaşlara ait yıkama dayanımları yönünden, konvansiyonel bitim işlemine kıyasla daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Chen ve ark. (2012), Larik asit aktive olmuş karbonla kapsüllenecek materyallerin termal izolasyonunun geliştirilmesi amacı ile kullanımı incelemişlerdir. Larik asiti karbonla kapsüllenme işlemi sonrasında ısı izolasyon özelliklerinde artma görülmüştür.

Siddiqui ve Sun (2014), n-oktanını melamin formaldehitte kapsüllenmesiyle hazırlanan mikrokapsülleri giysilik dokuma kumaşa uygulamışlardır. Faz değiştirebilen mikrokapsüller kumaşa aktarılması işlemi sonrasında kumaşın ısı izolasyonunda iyileşme olduğu görülmüştür.

Güler ve Kut (2011), kompleks koaservasyon ile palmitik ve kaprik asit karışımı ile jelatin arap zank kabuk maddesiyle mikrokapsülleyip polyester perdelik kumaşlara uygulamışlardır. Bu işlemden sonra örnekler simüle odacıklarında ısı değişiminin belirlenebilmesi için test yapılmıştır. Meydana getirilen kumaşlar mikrokapsül uygulanmış materyallerin ortamın ısı konfor değerini 0.5-1.5 °C iyileştirdiği gösterilmektedir.

Miller ve ark. (2011), permithrini, askeri üniformalarına emdirme yöntemiyle aktarılmış sonrasında laboratuvar koşullarında Aedes Aegypti sivrisineklerinin kovucu ve ölümcüllük etkisini araştırılmıştır. Sonuçlar bir yıkama sonucunda 60 dakika içerisinde permithrin uygulanan kumaşların %93.33 oranında sivrisinek öldürdüğünü ve de ölümcül etkisinin 55 yıkama sonucunda da kaybolduğunu göstermiştir. Bunun dışında bir gün içerisinde permithrin uygulanan kumaşların böcekleri etkisiz hale getirme özelliği %100' dır (Sukumaran vd., 2014). Miller ve arkadaşları yazın giyilen elbiseler için böcek kovucu

ajan olarak permithrin uygulamış ve de bu elbiselerin kenelere karşı kovuculuğunu araştırmışlardır. Permithrin uygulanan ayakkabılar giyen insanlarda kene vakalarında 73.6 azalma olduğu tespit edilmiştir. Permithrin uygulanmış kısa pantolon ve penyeleri kullanan insanlarda da sırasıyla kene vakaları 4.47 ve 2.17 kat oranında daha az olduğu saptanmıştır.

Zhou ve ark. (2013), melamin formaldehiti kabuk materyal olarak kullanarak 5 μm ' den ufak fotokromik boyaların in situ polimerisasyonuna göre kapsüllemişlerdir. Elde edilen kaplama sıvısının kapsülleme prosesi neticesinde baz/asit, ışık ve yıkama dayanımlarına olumlu yönde katkı sunduğu neticesine varılmıştır.

Feczko ve ark. (2011), polimetil metakrilat ve etil selülozu çeper madde olarak kullanmıştır ve fotokromik boyanın emülsiyon-çözücü buharlaştırma metoduna göre mikrokapsüllenmesi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kapsüllerin nano boyutta olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun dışında boya yoğunluğunun artmasıyla, nano boyutlardaki kapsüllerin ultraviyole ışınların emilim miktarlarının arttığı sonucu elde edilmiştir.

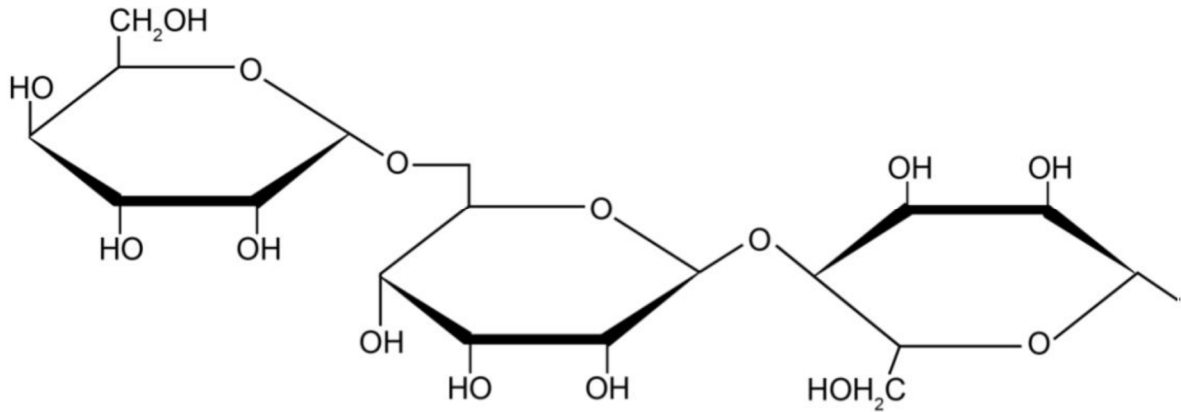
Feczko ve ark., (2013), etil selülozu çeper madde olarak fotokromik boyayı kapsüllemişlerdir. Elde edilen mikrokapsülleri selülozik esaslı kumaşlara aktarmışlar ve selülozik esaslı kumaşların ultraviyole ışık karşısında renk değişimi değerlendirilmiştir. Fotokromik boya yoğunluğunun artmasıyla selülozik esaslı kumaşlarda renk değişiminin artış yönünde olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

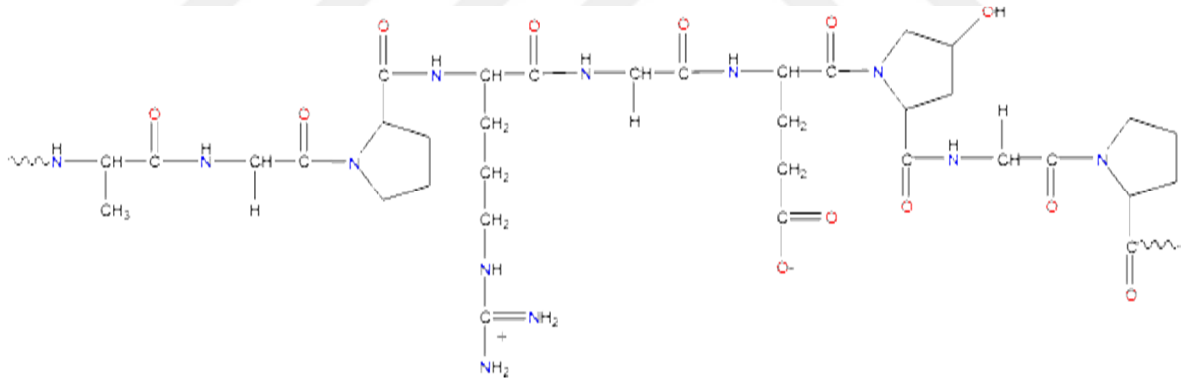
3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılan kumaş ve kimyasal maddeler

Arap Zamkive Jelatin: Çeper (kabuk) madde olarak kullanılan Arap zamkı Merc firmasından ve Jelatin Merc firmasından temin edilmiştir. Bu kimyasalların tercih edilmesinin sebebi toksik olmamaları ve doğal biyobozunur özelliğe sahip olmalarıdır.



Şekil 3.1. Arap zamkının kimyasal yapısı (Just Paint, 2014)



Şekil 3.2. Jelatinin kimyasal yapısı (Research Gate, 2007)

Hypericum Perforatum L. (Sarı Kantaron Özü): Klinik deneyler sonucu antidepressan özelliği olan hypericum perforatum L. çalışmada çekirdek madde olarak kullanılmıştır.

Sarı kantaron'un kimyasal yapısından birinci bölümde bahsedilmiştir.

Sodyum Sülfat: Merc firmasından temin edilen Sodyum Sülfat (Na₂SO₄) çeper ile çekirdek maddeyi ayırmak için kullanılmıştır.

Formaldehit: Kabuk materyalinin(duvarın) katılaşmasını sağlamak için kullanılan çapraz bağlayıcı maddedir.

Glutaraldehit: Kabuk materyalinin(duvarın) katılaşmasını sağlamak için kullanılan çapraz bağlayıcı maddedir.

Kumaş: Deneysel çalışmada reaktif boyarmadde ile renklendirilmiş (%0,033 Sunfix Yellow SPD CONC, %0,01 Setazol Red GF, %0,0025 Remazol Blue Sam 02) %100 pamuk, 20*30 cm, 160 gr/m², 40/1 Full Lycralı Penye Süprem Örme kumaş kullanılmıştır.

3.1.2. Deneysel çalışmada kullanılan cihazlar

3.1.2.1. Hassas terazi

Tez çalışmasında KSÜ, ÜSKİM Malzeme Araştırma Laboratuvarında bulunan Radwag marka AS 220.R2 model analitik terazi kullanılmıştır. Hassas terazi $\pm 0,0002$ g hassasiyette ve otomatik kalibrasyon sistemine sahiptir. Yüksek doğrulukla küçük kütlelerin ölçümleri için kullanılmıştır.



Şekil 2.3. Hassas terazi

3.1.2.2. pH metre

Tez çalışmasında KSÜ, ÜSKİM Malzeme Araştırma Laboratuvarında bulunan WTW İmolab marka, pH 7110 model pH metre ölçüm cihazı kullanılmıştır. pH metre sıcaklık ve iyon karşı hassas ölçüm yapabilme özelliğine sahiptir. Hazırlanan çözeltilerin asidiklik, baziklik durumlarının tayinleri için kullanılmıştır. pH 0-7 aralığı asidik ortamı, pH 7-14 aralığı bazik (alkali) ortamı ifade eder.



Şekil 3.4.pH metre

3.1.2.3. Isıtıcılı Manyetik karıştırıcı

Tez çalışmasında KSÜ, ÜSKİM Malzeme Araştırma Laboratuvarında bulunan MTOPS marka, MS300 HS model ısıtıcılı manyetik cihazı kullanılmıştır. Hazırlanacak olan çözeltilerin sıcaklık ve karıştırma parametrelerinin bir arada yapılması gereken durumlarda kullanılmıştır. Haricen sadece ısıtma ve sadece karıştırma özelliklerinden de faydalanılabilmektedir.

100-1500 rpm aralığında karıştırma hızı ile maksimum 5 litre çözeltiyi 380 °C'ye kadar ısıtabilme kapasitesine sahiptir.



Şekil 3.5. Isıtıcılı Manyetik Karıştırıcı

3.1.2.4. Etüv

Tez çalışmasında KSÜ, ÜSKİM Malzeme Araştırma Laboratuvarında bulunan Memmert marka, UN110 model etüv cihazı kullanılmıştır. +5/+300 °C sıcaklık aralığında, 99,9 °C'ye kadar 0,1 ayarlama doğruluğu ile çalışabilen kurutma cihazında denemesi yapılan kumaşlar kurutulmuştur.



Şekil 3.6. Etüv

3.1.2.5. Fulard

Tez çalışmasında KSÜ, ÜSKİM Malzeme Araştırma Laboratuvarında bulunan ATAÇ marka, F350 model fulard cihazı kullanılmıştır. Denemesi yapılan kumaşların istenilen basınç ve süre aralıklarında apreleme işlemlerini yapmak için kullanılmıştır.

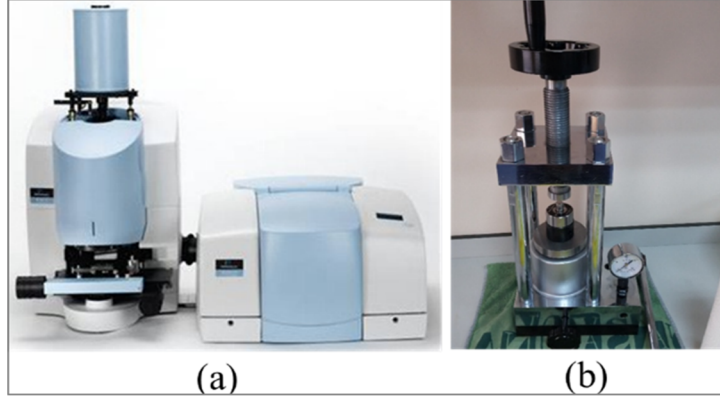


Şekil 3.7 Fulard

3.1.3. Analizlerde kullanılan cihazlar

3.1.3.1. Fourier dönüşüm kızılötesi spektroskopisi (FTIR)

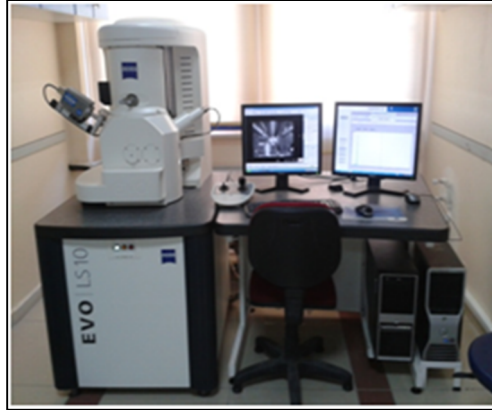
IR spektroskopisi yöntemi, moleküler bağlarının karakterizasyonunda kullanılmaktadır. Tez çalışmasında, 500-4000 cm^{-1} dalga sayısı aralığında numunelerin yapılarında bulunan bağları tespit etmek amacıyla Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi ÜSKİM Merkez Laboratuvarlarında bulunan Perkin Elmer Spectrum 400 model FTIR cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.8. Perkin elmer spectrum 400 FTIR analizi cihazı (a) ve Petlet aparatı (b)

3.1.3.2. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji dağılımlı x-ışınları spektroskopisi (EDX)

Üretilen numunelerin yüzey morfolojisinin analiz edilmesi için KSÜ-ÜSKİM Merkez Laboratuvarlarında bulunan Zeiss EVO LS10 marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılmıştır. Kimyasal yapısında içerdiği elementler (H hariç) hakkında bilgi almak için de Bruker 123 eV Quantax Microanalysis System cihazı ile Enerji-Dispersive X-Ray Spektroskopisi (EDX) analizi gerçekleştirilmiştir (KSÜ, ÜSKİM, Kahramanmaraş, Türkiye).



Şekil 3.9. SEM ve EDX cihazı

3.1.3.3. Polarize optik mikroskop (POM)

Tez çalışmasında KSÜ-ÜSKİM Merkez Laboratuvarlarında bulunan Leica marka, dm 1000 model optik mikroskop cihazı kullanılmıştır. Mikroskop ile elde edilen mikrokapsüllerin görsel taramaları yapılmıştır.



Şekil 3.10. Leica dm 1000 mikroskop

3.1.3.4. Termogravimetrik analiz (TG/DTA)

Tez çalışmasında KSÜ-ÜSKİM Merkez Laboratuvarlarında bulunan Exstar marka, TG/DTA 6300 model termogravimetrik analiz ölçüm cihazı kullanılmıştır. Termogravimetrik analizi (TGA) yönteminde, numunenin kütesinin sıcaklığına ya da zamana göre değişiminin ölçümüdür. Numune genel olarak sabit sıcaklık değerinde ısıtılır ya da sabit bir sıcaklıkta tutulur. Ayrıca TGA sonuçlarının zamana veya sıcaklığa göre birinci türevlerinin alınması ile elde edilen grafiklere de diferansiyel termogravimetrik analizi (dTG) olarak bilinir. dTG eğrilerinde ordinatta ağırlık kaybı hızı (dw/dt), apsiste ise sıcaklık ($^{\circ}C$) bulunur.



Şekil 3.11. Exstar TG/DTA 6300 (KSÜ, ÜSKİM, K.Maraş)

3.2. Yöntem

Çalışma kapsamında kompleks koaservasyon yöntemi kullanılarak mikrokapsül çözeltisi hazırlanmış ve kumaşa fulard (emdirme) yöntemine göre applike edilmiştir.

3.2.1. Mikrokapsül çözeltilerinin hazırlanması

Mikrokapsülleme işlemi koaservasyon yöntemine göre yapılmıştır. Literatürde bahsi geçen çalışmalar incelenip değerlendirilerek ve ön çalışmalardan yola çıkılarak mikrokapsülleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

Arap zankı, jelatin ve çapraz bağlayıcıların (glutaraldehit/formaldehit) çözeltileri %10'luk ve 500 ml olacak şekilde hazırlandı.

Jelatin ve arap zankı polimerlerinin solüsyonlarının hazırlanması aynı proseslerden oluşmaktadır. Öncelikle, polimer oda sıcaklığında deiyonize (destile) su içine konulup, manyetik karıştırıcı ile homojen karışım elde edilmesi için 60 dakika karıştırılmıştır. Daha sonra, çözeltinin sıcaklığı yavaş yavaş 45°C'ye yükseltilmiştir. İstenen sıcaklığa ulaşıldığında çözeltinin pH'ı 5.0'ye ayarlanmıştır. Sıcaklık sabit kalacak şekilde 30 dakika süresince sistem karışmaya devam etmiştir.

Jelatin ve arap zankı solüsyonlarının hazırlanmasının ardından jelatin çözeltisi titrasyon cihazına alınmıştır. Titrasyon cihazı içerisindeki sarı kantaron yağı çözeltiliye damlalar halinde eklenmiştir. Mekanik karıştırıcı vasıtasıyla yağ fazının su fazında damlacıklar halinde dağılması sağlanmıştır. Emülsiyonun karıştırma hızı 1200 rpm olarak ayarlanmıştır. Daha sonra arap zankı çözeltisi su içinde yağ sistemine ilave edilmiştir. Arap zankı da yine yağ gibi damlalar halinde titrasyon cihazı ile solüsyona dahil edilmiştir. 30 dakika karıştırmanın ardından emülsiyonun pH değeri 5,0'e ayarlanmıştır (pH durumu kontrol edilerek). Bu pH değeri jelatinin izoelektronik noktası göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. pH 5,0 değerinde jelatin net (+) yükle, arap zankı ise net (-) yükle yüklenmektedir. Katyon ve anyon uçlar oluşturulmuştur. Bu yüklenme işleminin tamamlanması yani koaservat oluşumunun gerçekleşmesi için 120 dakika süresince sabit sıcaklıkta karıştırmaya devam edilmiştir. Koaservasyon işleminin sonunda ısıtıcı kapatılmıştır. Sistemin sıcaklığının oda sıcaklığına düşmesi ve seyrelterek aglomerasyon oluşmasını önlemek için 500 ml soğuk deiyonize su eklenmiştir. Oda sıcaklığına soğutma adımından sonra sistem tekrar 5-10 °C 'ye soğutulmuştur. Böylece yağ damlacıklarının etrafını saran jelatin ve arap zankının katılarak yağ etrafında sabitlenmesi sağlanmıştır. Soğuyan sisteme glutaraldehitveya formaldehit eklenmiştir. Çapraz bağlayıcı eklemesi bitince sistemin sıcaklığı sabit tutularak 180 dakika boyunca karıştırmaya devam edilmiştir. Böylece çapraz bağlayıcı ile jelatin arasında çapraz bağlar oluşarak çapraz

bağlayıcının kabuğu sertleştirmesi sağlanmıştır. 180 dakikanın sonunda karıştırıcı kapatılmış ve oluşan mikrokapsüller oda sıcaklığında bir gece bekletilmiştir.

Yukarıdaki işlem aşamalarının ardından deneylerin istatistiksel neticeleri değerlendirilerek kumaşa aplikasyonu sağlanır.

Mikrokapsülleme işleminde kullanılan kimyasalların konsantrasyonları, miktarları ve deney koşulları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Mikrokapsülasyon çözeltileri hazırlanırken kullanılan deney koşulları

Deney No	Kimyasallar											Sıcaklık (°C)	pH	Çalışma Hızı (dev/dk)
	Arap Zankı		Jelatin		Sarı Kantaron	Sodyum Sülfat		Glutaraldehit		Formaldehit				
	Kons. (%)	Miktar (mL)	Kons. (%)	Miktar (mL)	Miktar (mL)	Kons. (%)	Miktar (mL)	Kons. (%)	Miktar (mL)	Kons. (%)	Miktar (mL)			
1	10	175	10	175	25	25	6	25	30	-	-	45	5	1200
2	10	175	10	175	25	25	6	25	3	-	-			
3	10	100	10	100	15	25	6	-	-	2	3			
4	10	100	10	100	15	25	6	-	-	2	6			
5	10	100	10	100	15	25	6	2,5	3	-	-			
6	5	125	5	125	25	25	6	-	-	2	30			
7	5	125	5	125	25	25	6	-	-	2	15			
8	5	125	5	125	25	25	6	2,5	30	-	-			
9	5	125	5	125	25	25	6	2,5	15	-	-			

Yukarıdaki Çizelge 3.1.’de gösterilen 9 farklı mikrokapsülasyon işlemi kompleks koaservasyon yöntemine göre yapılmıştır; çekirdek materyalinin iyoniklik zıtlıkları esasına dayanarak çeper materyalinin içine hapsedilmesi mantığı ile gerçekleşir.

Yapılan çalışmada çekirdek malzeme olarak sarı kantaron (*hypericum perforatum* L.), çeper malzeme olarak da arap zankı ve jelatin kullanılmıştır. Mikrokapsül duvarının katılması için çapraz bağlayıcı olarak formaldehit ve glutaraldehit kullanılmıştır.

Kompleks koaservasyon yöntemi ile 9 farklı deney yapılmıştır.

Çizelgelerdeki kimyasal oranları referans alınarak elde edilen mikrokapsüllü çözeltiler 24 saat kondisyonlanmaya bırakılmıştır. Sonuçlar taramalı elektron mikroskobu altında incelenmiştir.

3.2.2. Hazırlanan mikrokapsülenmiş çözeltilerin kumaşa uygulaması

Hazırlanan mikrokapsül çözeltilerinin kumaşa uygulanması işleminde kullanılan deney koşulları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Hazırlanan mikrokapsülasyon çözeltilerinin emdirme metodu ile kumaşa uygulama koşulları

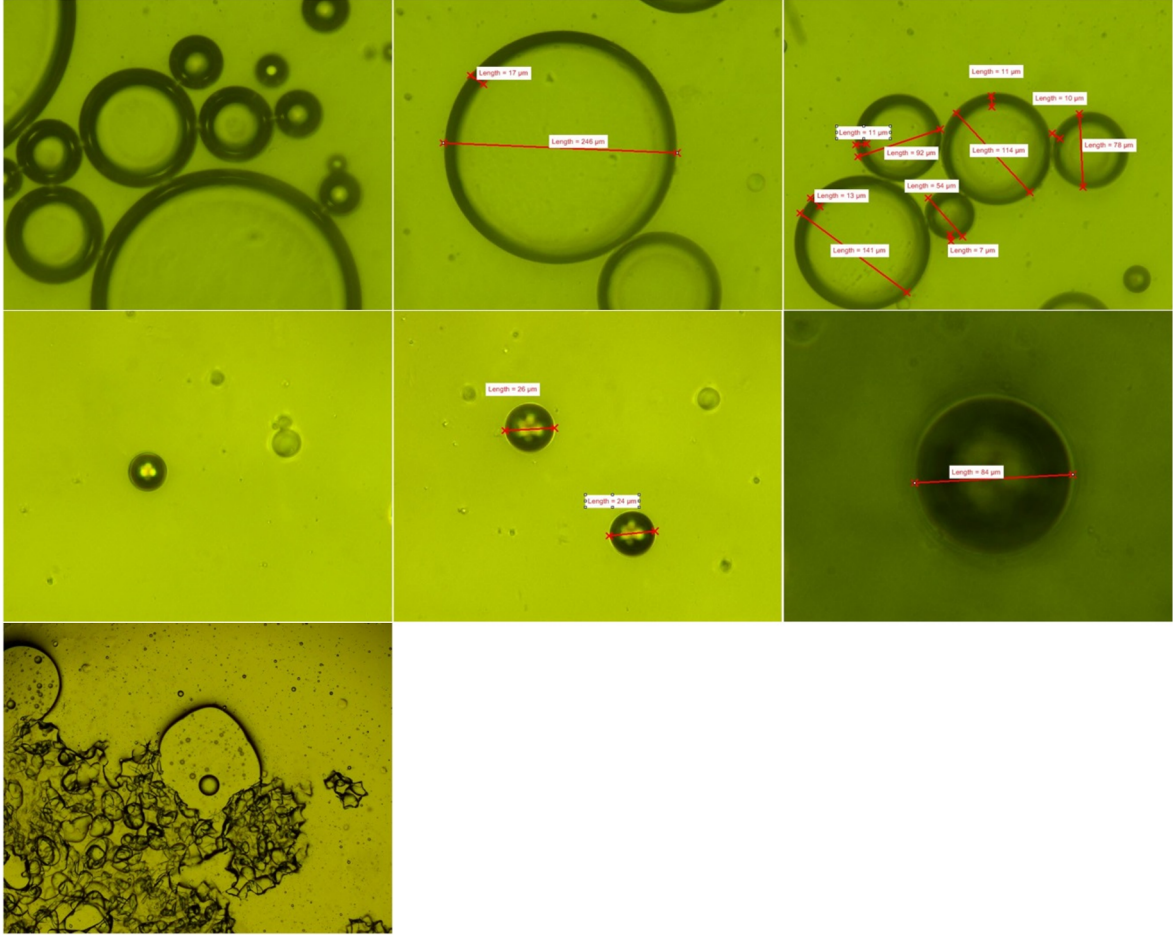
Mikrokapsülenmiş Kumaş	Konsantrasyon (g/L)	pH	Basınç (bar)	Hız (m/dk)	Kurutma (°C -dk)
K1	100	4,5-5	2	3	110-60
K2	100	4,5-5	2	3	110-60
K3	100	4,5-5	2	3	110-60
K4	100	4,5-5	2	3	110-60
K5	100	4,5-5	2	3	110-60
K6	100	4,5-5	2	3	110-60
K7	100	4,5-5	2	3	110-60
K8	100	4,5-5	2	3	110-60
K9	100	4,5-5	2	3	110-60

Sonuç ve tartışma bölümünde bundan sonra yapılacak değerlendirmelerde mikrokapsülenmiş kumaş kodları kullanılacaktır.

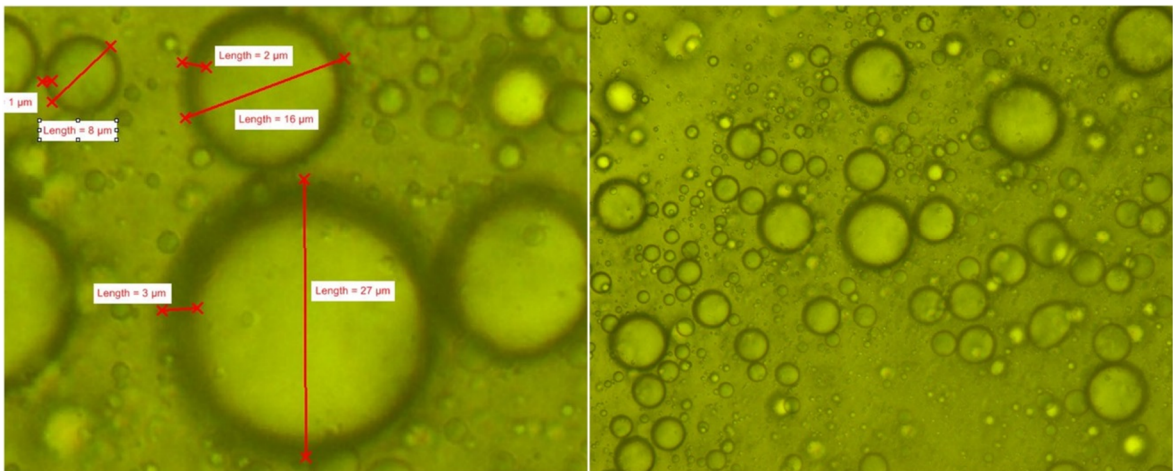
Çizelge 3.2’de de belirtildiği gibi; mikrokapsülenmiş çözeltiler emdirme (fulard) yöntemine göre applike edilmiştir. Mikrokapsüllü çözeltiler fular banyosuna 100g/L olacak şekilde hazırlandı ve banyo ortamı asetik asit ile pH’ı 4,5-5’e ayarlandı. Hazırlanan herbir kumaş kurudan yaşa uygulama yöntemine göre çözeltilere maruz bırakıldı. Fulard’dan alınan herbir kumaş 110°C’de 60 dakika etüvde kurutuldu.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

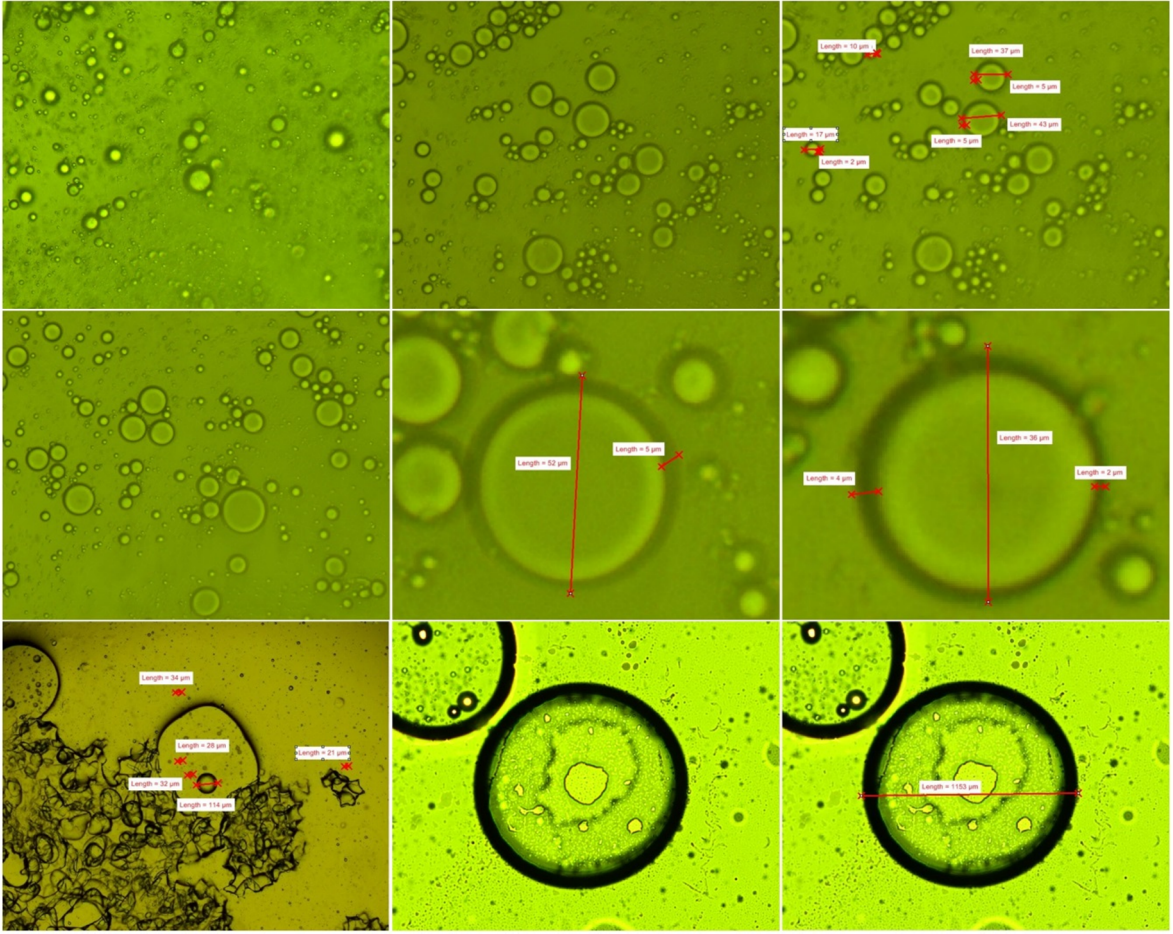
4.1. Mikrokapsüllü Çözeltilerin Polarize Optik Mikroskop (POM) ile Görüntü Analizleri



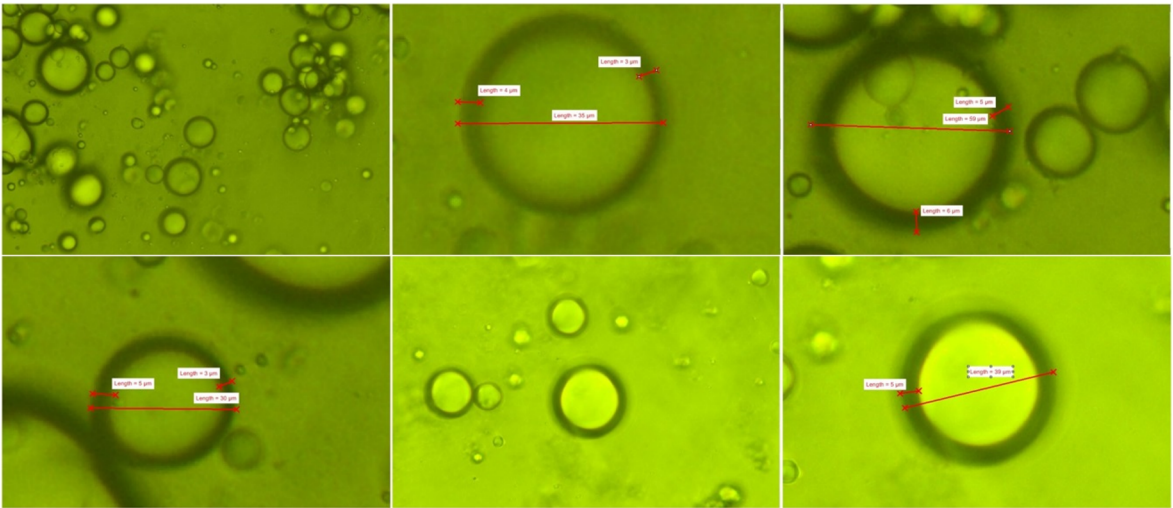
Şekil 4.1. 1 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü



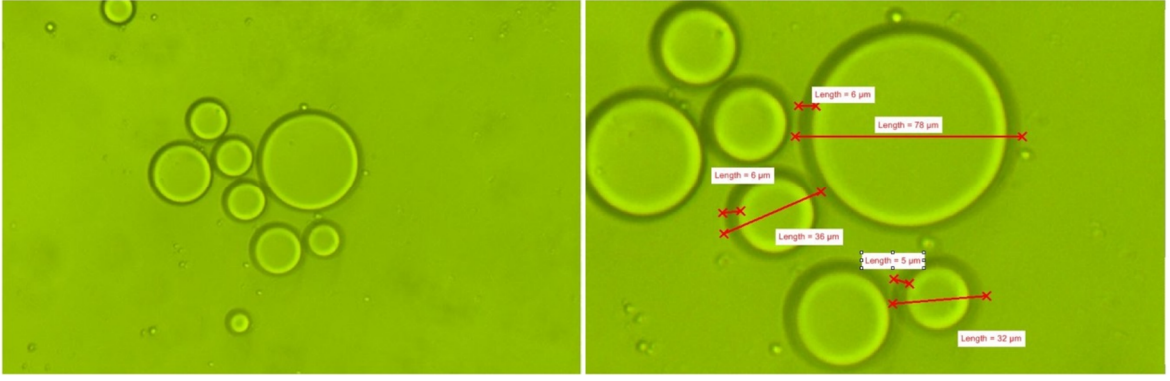
Şekil 4.2. 2 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü



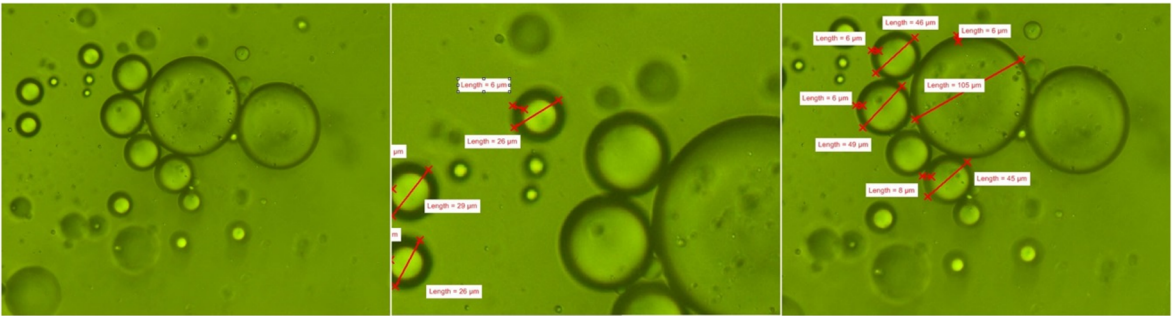
Şekil 4.3. 3 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü



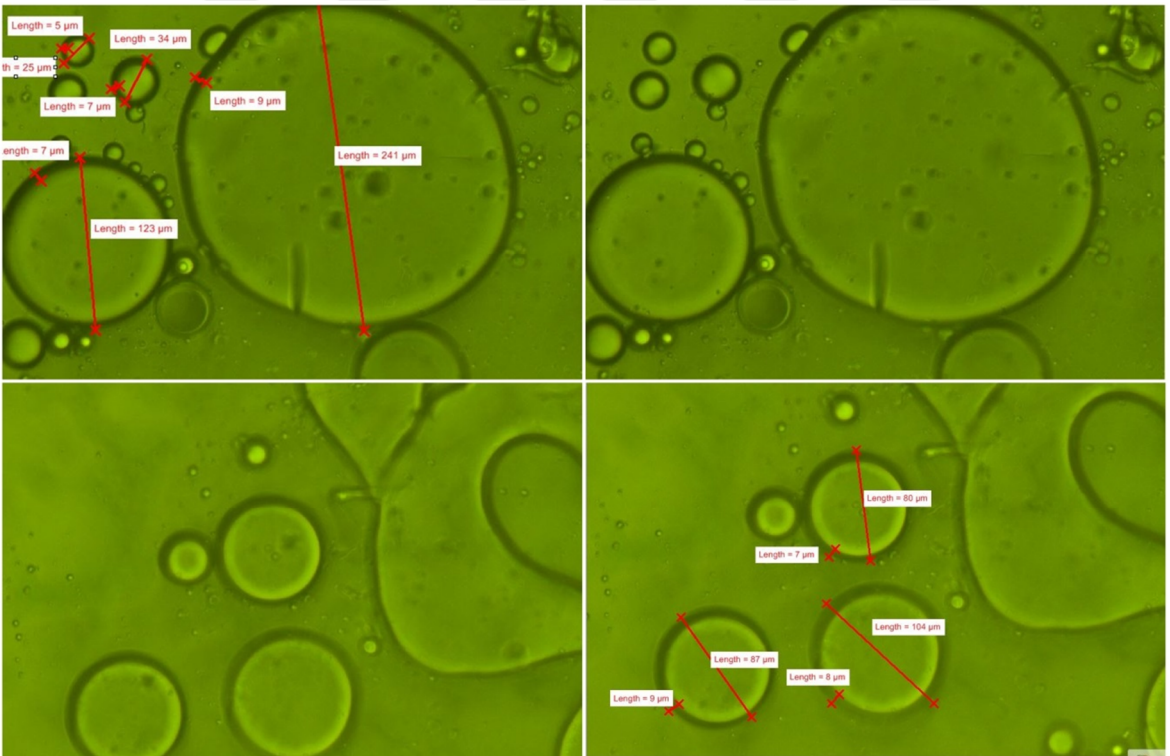
Şekil 4.4. 4 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü



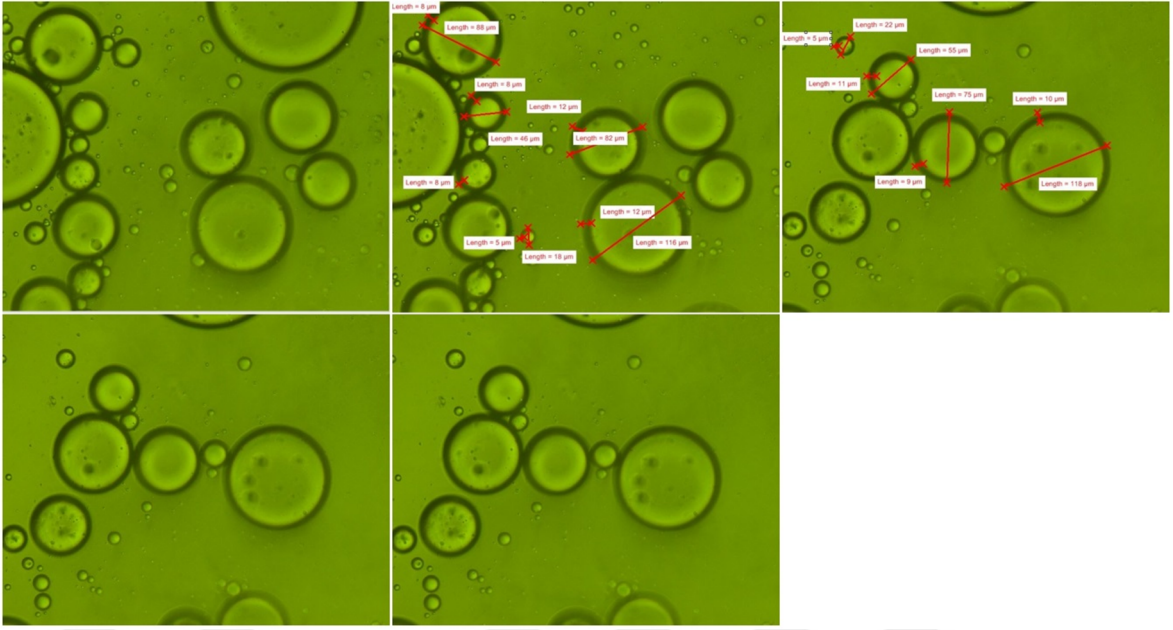
Şekil 4.5. 5 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü



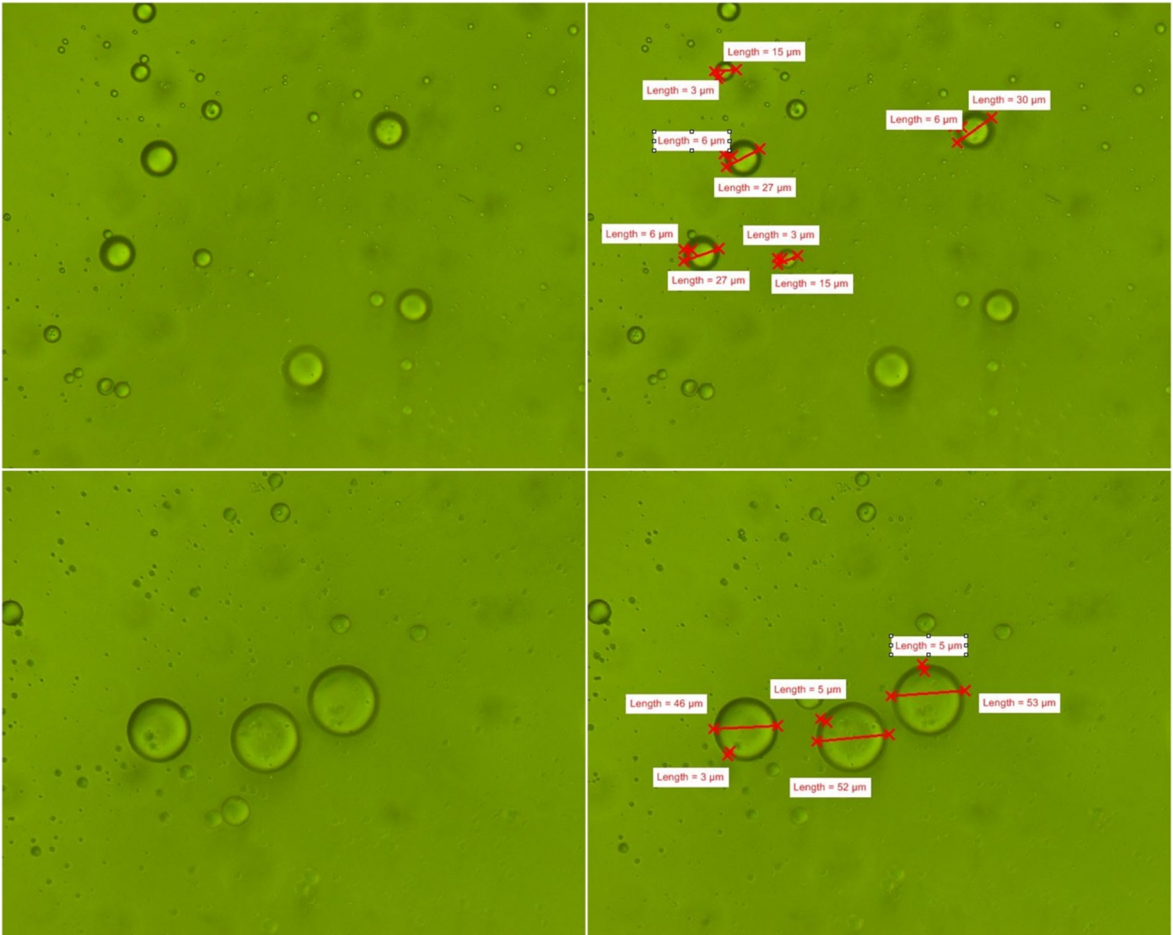
Şekil 4.6. 6 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü



Şekil 4.7. 7 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskopik görüntüsü



Şekil 4.8. 8 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskobik görüntüsü



Şekil 4.9. 9 No'lu mikrokapsülasyon çözeltisinin mikroskobik görüntüsü

Çizelge 4.1. Elde edilen mikrokapsüllerin çekirdek ve kabuk materyallerinin ortalama büyüklükleri

Deney No	Çekirdek Boyutları (μm)	Kabuk Boyutları (μm)
	Ortalama	Ortalama
1	120	11
2	17	2
3	37	4
4	40	4
5	48	5
6	46	6
7	99	7
8	69	9
9	31	5

Çapraz bağlayıcı olarak glutaraldehitin dekonsantre edilmeden ve yüksek oranda kullanılması sonucu çözeltinin birden kesilip jöle kıvamına geldiği gözlemlenmiştir. Bu şartlarda dahi mikrokapsül oluşmasına rağmen mikrokapsül çekirdek ve kabuk materyalleri boyutlarında orantısız bir fark olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmalarda yapılan bu hata daha sonraki çalışmalara ışık tutması düşüncesi ile değerlendirilmiştir.

1 No'lu deneye göre tüm parametreler sabit tutulup glutaraldehit dekonsantre edilip ve oranı düşürüldüğünde oluşan mikrokapsüllerin çekirdek ve kabuk materyallerinin boyutlarının ciddi oranda düştüğü gözlemlenmiştir.

4 No'lu deneydeki çözelti ile mukayese edildiğinde; arap zımkı, jelatin, hypericum perforatum L., sodyum sülfat parametreleri sabit formaldehit miktarı değişken ve 4 no'lu deneye göre yarı oranında kullanılmıştır. Bu parametreler ışığında mikroskop görüntüleri incelendiğinde mikrokapsüllerin çekirdek ve kabuk materyallerinin boyutları arasında kayda değer bir fark olmadığı ancak 3 no'lu deneyde kabuk materyalinin daha düzensiz ve non-homojen olduğu gözlemlenmiştir.

5 No'lu deneydeki çözelti ile mukayese edildiğinde; arap zımkı, jelatin, hypericum perforatum L. ve sodyum sülfat miktarları sabit değişken parametre çapraz bağlayıcıdır. 3 no'lu deneyde formaldehit 5 no'lu deneyde glutaraldehit kullanılmıştır. Bu parametreler ışığında mikroskop altındaki görüntüler değerlendirildiğinde; 5 no'lu deneydeki

mikrokapsüllerin çekirdek ve kabuk materyallerinin boyutlarının çok az da olsa daha büyük olduğu ve kabuk materyallerinin daha düzenli olduğu gözlemlenmiştir.

3 No'lu deney ile mukayesesi yukarıda değerlendirildiği için bu bölümde tekrar bahsedilmemiştir.

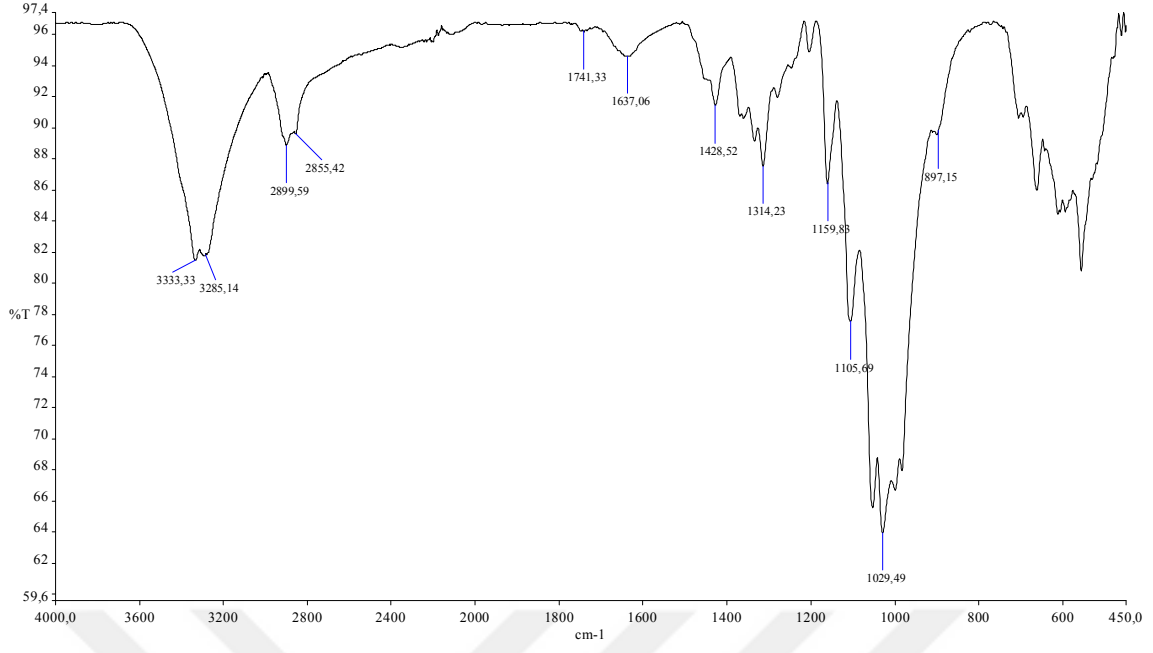
7 No'lu deney ile mukayese edilindiğinde; arap zımkı, jelatin, hypericum perforatum L. ve sodyum sülfat parametreleri sabit, değişken parametre kullanılan çapraz bağlayıcı miktardır. 6 no'lu deneyde kullanılan formaldehit miktarı 7 no'lu deneyde kullanılan miktarın 2 katıdır. Bu parametreler ışığında mikroskop altındaki görüntüleri incelendiğinde; 7 no'lu deneydeki mikrokapsüllerin çekirdek çaplarının 6 no'lu deneydeki mikrokapsüllere nazaran neredeyse iki kat daha büyük olduğu ancak kabuk materyallerinin boyutlarının birbirine çok yakın büyüklüklerde olduğu gözlemlenmiştir.

6 No'lu deney ile mukayesesi yukarıda değerlendirildiği için bu bölümde tekrar bahsedilmemiştir.

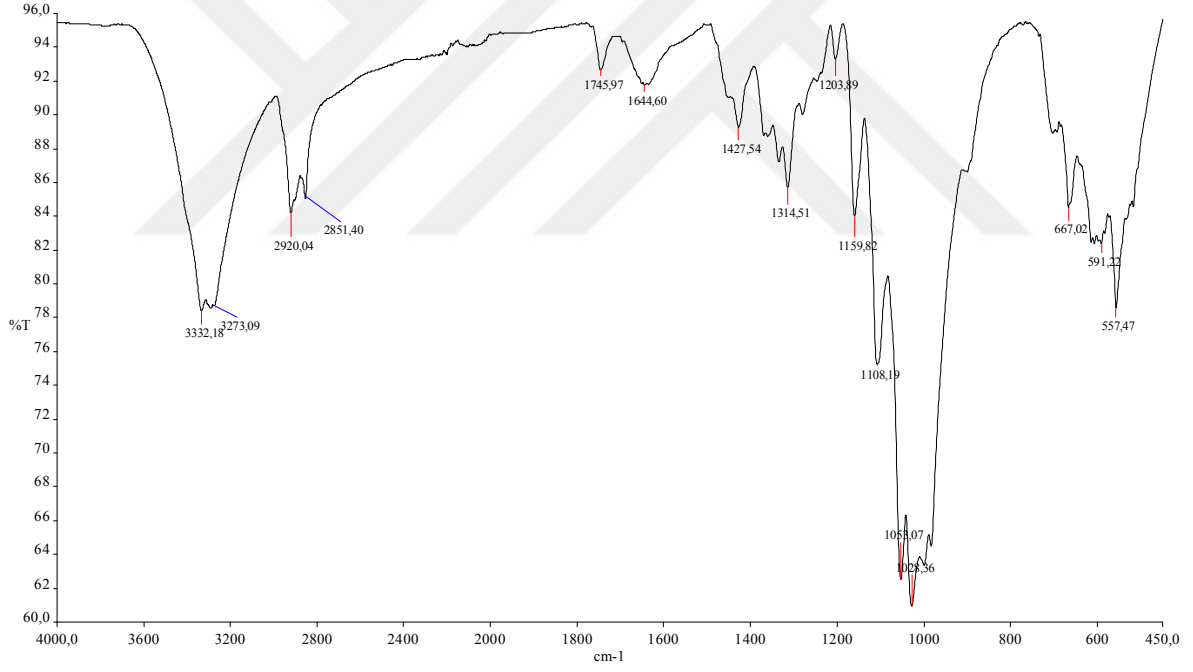
9 No'lu deney ile mukayese edildiğinde; arap zımkı, jelatin, hypericum perforatum L. ve sodyum sülfat parametreleri sabit tek değişken parametre kullanılan çapraz bağlayıcı miktarlarıdır. 8 no'lu deneyde kullanılan glutaraldehit miktarı 9 no'lu deneydekinin 2 katı kadardır. Bu parametreler ışığında mikroskop altındaki görüntüler değerlendirildiğinde; 8 no'lu deneydeki mikrokapsüllerin çekirdek çaplarının ve kabuk materyalinin büyüklüklerinin 9 no'lu deneydekilere oranla daha büyük olduğu gözlemlenmiştir.

4.2. Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FT-IR) Analizlerinin Değerlendirilmesi

Sarı kantaron uygulanmış kumaşların FT-IR spektrumları Şekil 4.10.–4.19.'da verilmiştir.



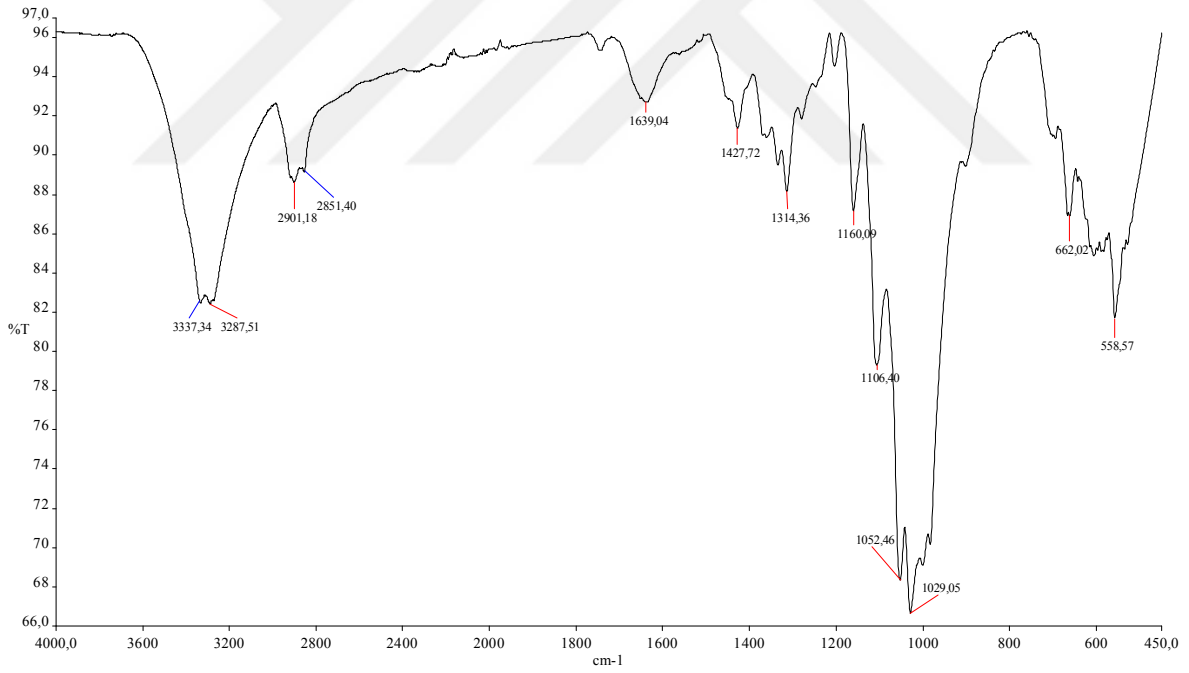
Şekil 4.10. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



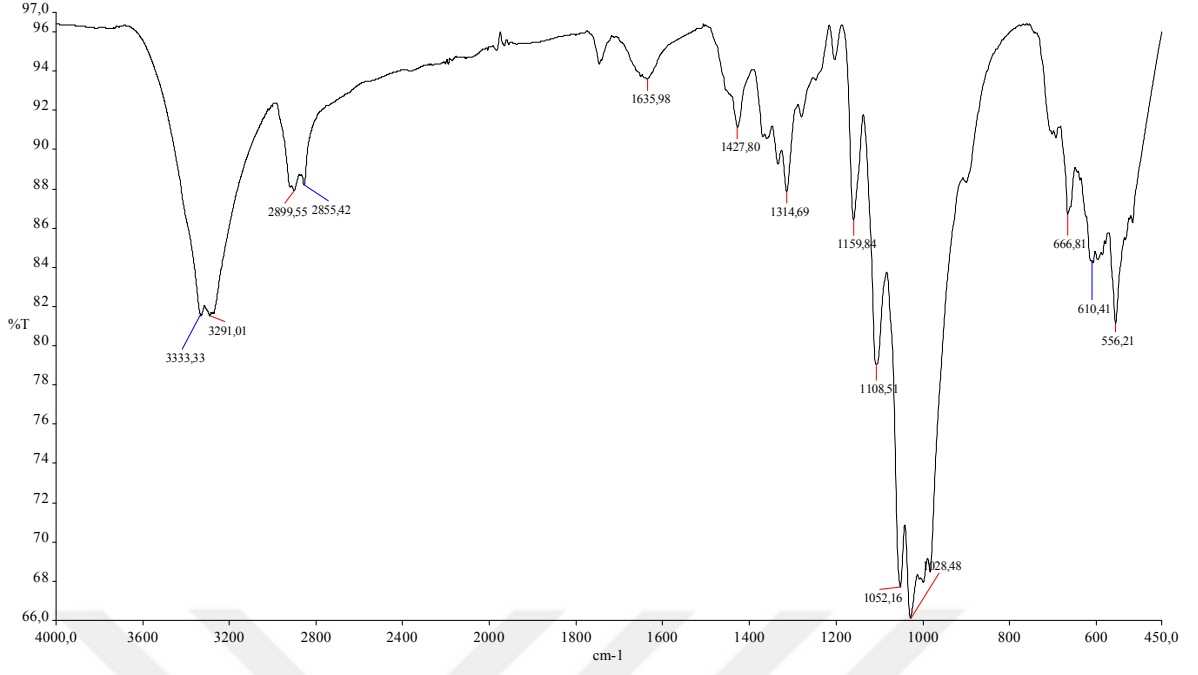
Şekil 4.11. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



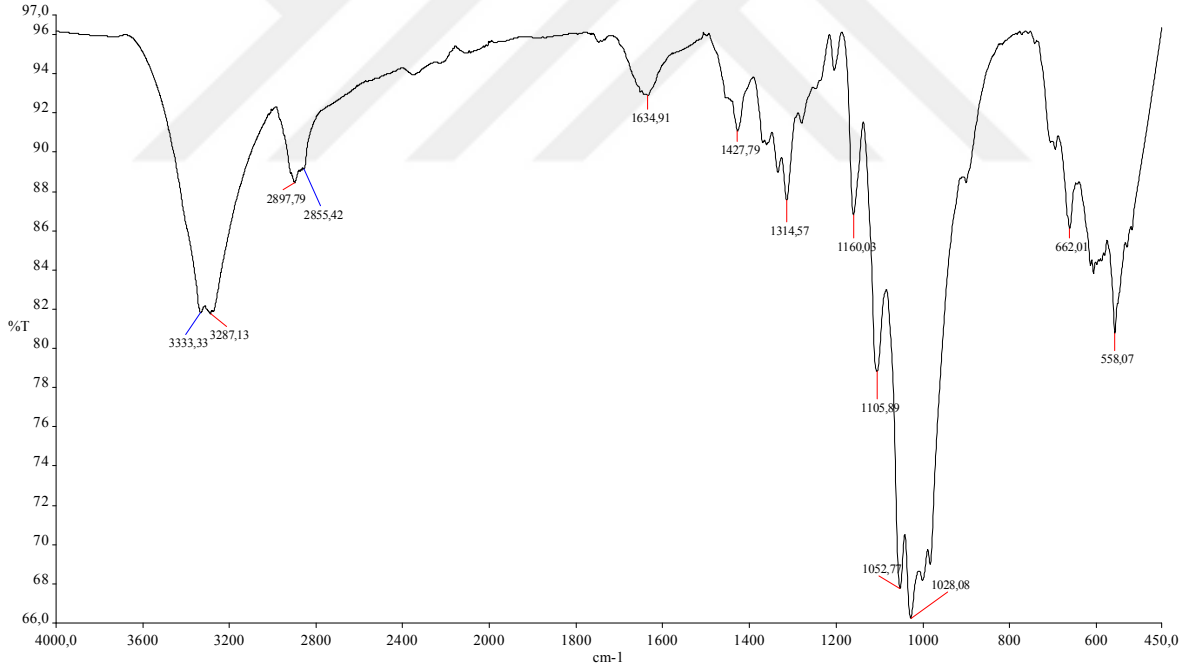
Şekil 4.12. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



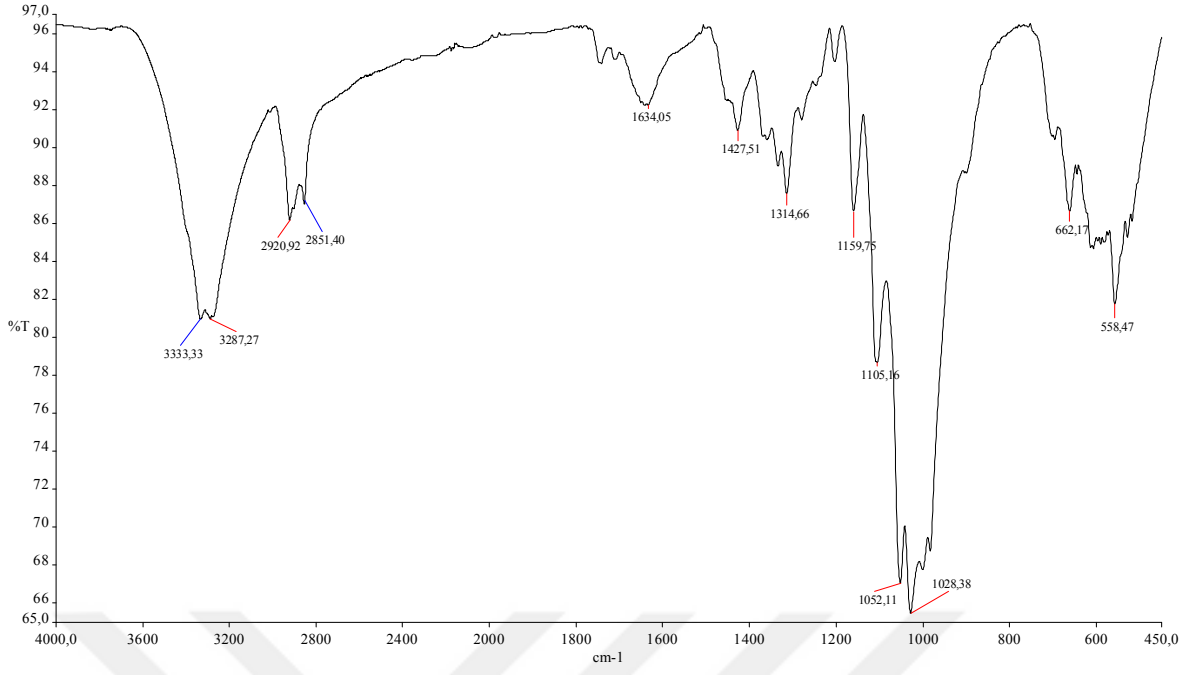
Şekil 4.13. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



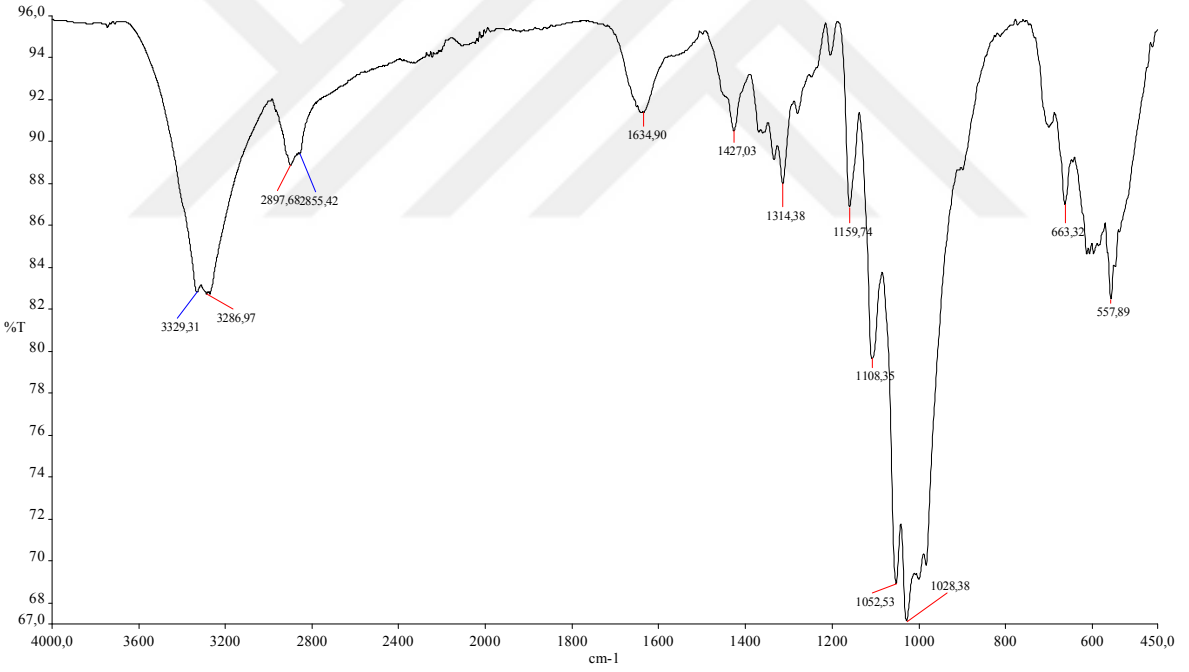
Şekil 4.14. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



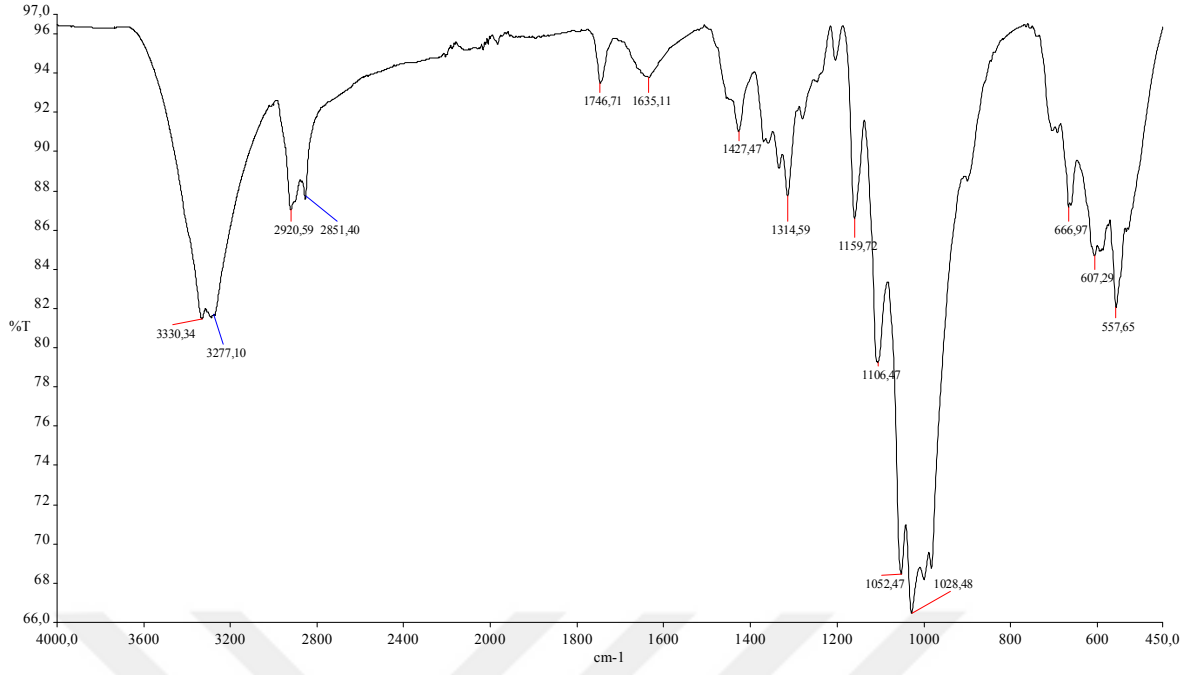
Şekil 4.15. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



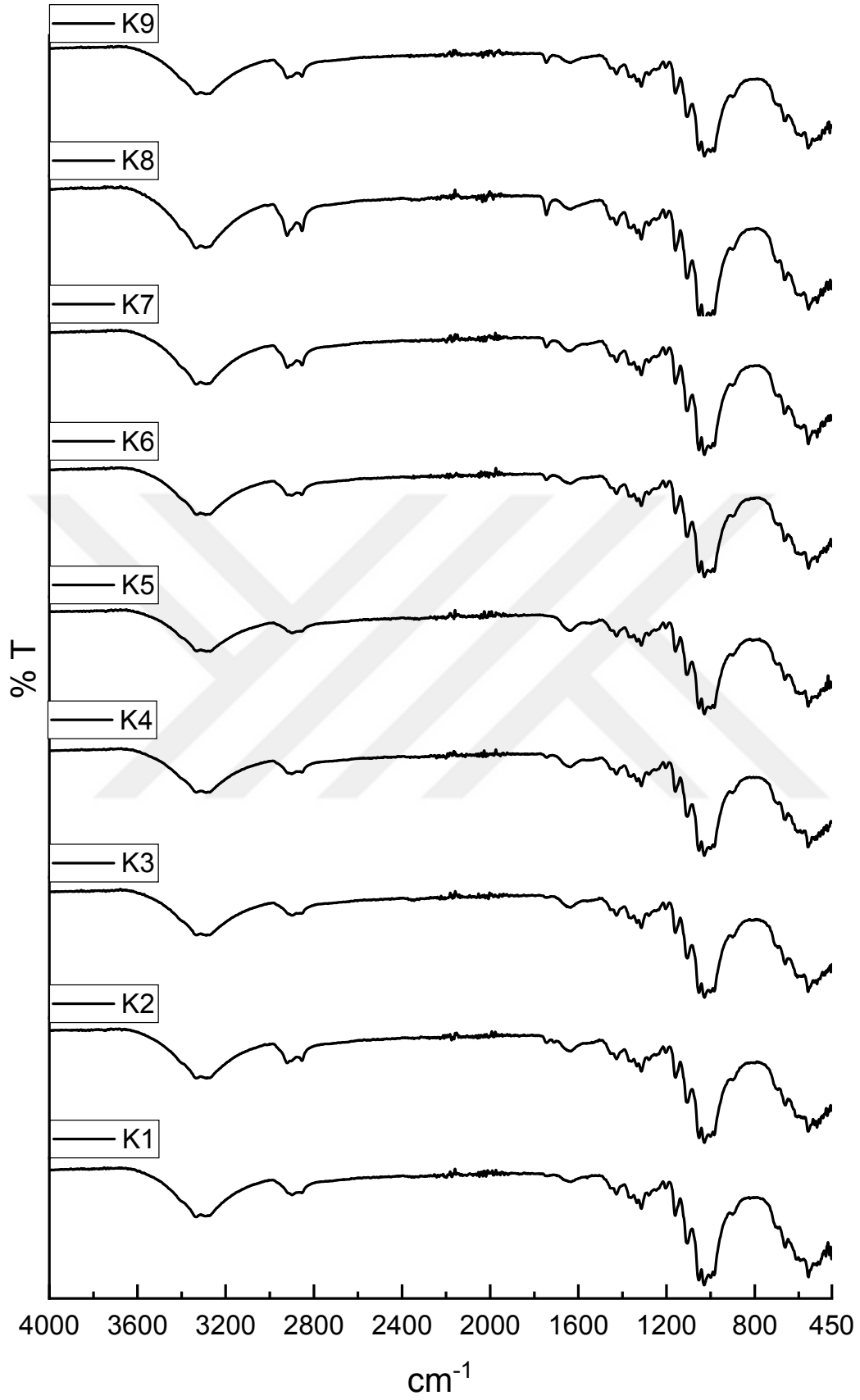
Şekil 4.16. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



Şekil 4.17. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



Şekil 4.18. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın FT-IR spektrumları



Şekil 4.19. Mikrokapsüllü çözeltilerin applike edildiği kumaşların tek grafikte gösterilmiş FT-IR spektrumları

Bu FT-IR spektrumları incelendiğinde, sarı kantaron yağına ait olan fonksiyonel grupların gerilmeleri ile kumaştaki selülozik yapıya ait gerilmeler gözlemlenmiş olup önemli bağ yapıları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelgede pikler gösterildiği için sadece spektrum grafiklerinin bazılarında pikler ayrıca sayısal olarak işaretlenmiştir.

Çizelge 4.2. FT-IR spektrumuna göre fonksiyonel grupların gerilme değerleri.

Fonksiyonel Grup	Bağ Yapısı	Dalga Sayısı (cm ⁻¹)
Selülozik	O-H	3300
Glikozidik	C-O, C-O-C	897
Alifatik/Aromatik	C-H	2900, 2850, 1428
Alkol ve Eterik	C-O	1160-890, 1160, 1100, 1027
Karboksilik Asit ve Ketonik	C=O	1740, 1635

Kumaşa applike edilen sarı kantaron yağı içerisinde bulunan; flavanoidler, fenolik asitler, doymuş uçucu yağlar, alkoller ve vitaminlere ait olan süstitüentlerin gerilmeleri ile selülozik yapıdaki O-H, alifatik C-H, glikozidik yapıdaki C-O ve C-O-C gerilmeleri çakışık bir şekilde görülmektedir.

FT-IR spektrumları incelendiğinde, selülozik yapıdaki glikoz birimlerinde ki O-H gerilmeleri 3300 cm⁻¹ civarında gözlemlenmiştir. 2900 ve 2850 cm⁻¹ ve 1428 cm⁻¹ civarındaki bantların ise alifatik ve aromatik C-H gerilme ve bükülme titreşimlerine aittir. 1160-890 cm⁻¹ arasında gözlemlenen ve 1160, 1100 ve 1027 cm⁻¹ de pikler içeren geniş bant, sekonder alkol ve eterik fonksiyonel gruplara ait olan simetrik ve asimetrik C-O gerilemeleri ile ilgilidir. Sarı kantaron yağında ki fonksiyonel gruplardan biri olan C=O gerilmeleri, 1740 ve 1635 cm⁻¹ civarlarında iki farklı pik olarak gözlemlenmiştir. Bu iki pik, yapıdaki karbosilik asit gruplarına ve ketonik yapıdaki C=O gerilmelerine aittir.

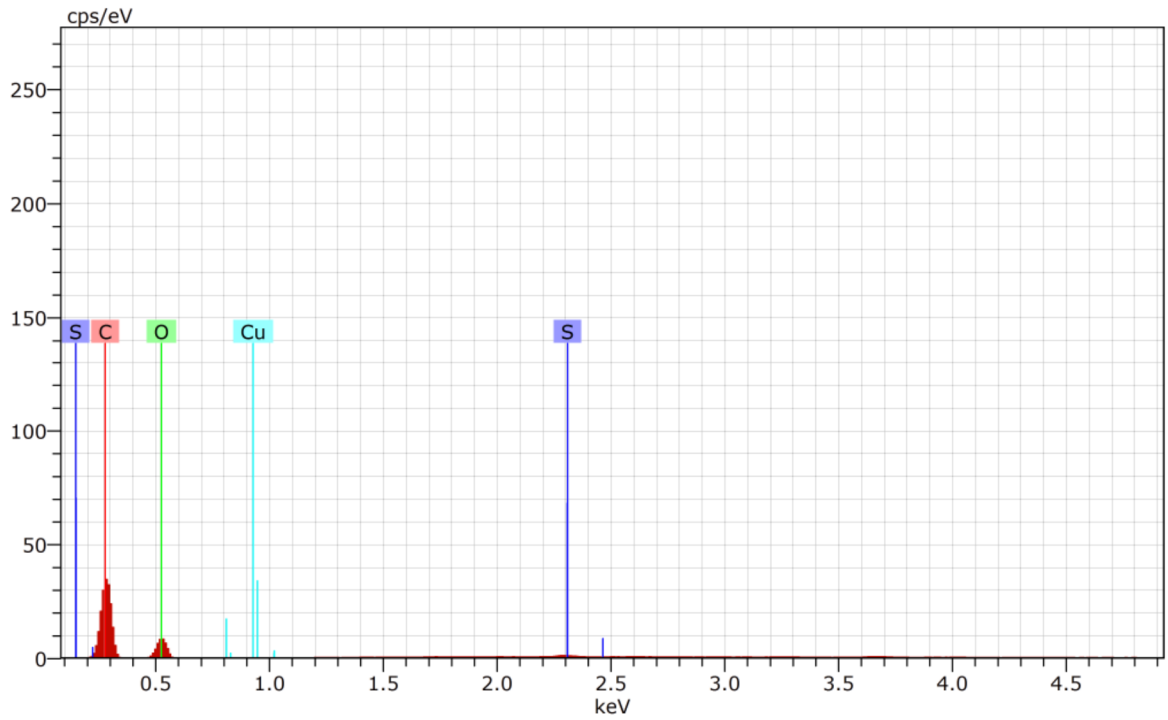
4.3. EDX Spektrumlarının Değerlendirilmesi

Sarı kantron yağı applike edilmiş selülozik kumaşın EDX spektrumlarına bakıldığında, selülozik yapıdaki ve sarı kantaronun yapısında ki organik temele ait karbon ve oksijen pikleri gözlemlenmiştir.

Sarı kantaron yağı ile selülozik kumaşın liflerindeki kimyasal kompozisyonda bulunan karbon ve oksijen atomları %99 oranlarında gözlemlenmiştir. Çok az miktarda gözlemlenen diğer atomlar ise deney numunelerinin hazırlanması aşamasındaki safsızlıklardan kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.3. EDX sonuçlarına göre atomik yüzdeler.

Deney No	%C	%O	%Na	%Cu	%S	%Mg	%Ca
1	70.69	29.21	-	0.04	0.06	-	-
2	74.5	25.46	-	-	-	-	0.03
3	77.52	22.21	0.22	-	0.05	-	-
4	74.67	25.25	-	0.03	0.04	-	-
5	73.42	26.04	0.33	-	0.08	0.08	0.04
6	84.75	14.92	0.19	-	0.11	-	0.03
7	72.03	27.80	0.07	0.05	0.05	-	-
8	75.65	23.68	0.49	-	0.17	-	-
9	74.60	25.17	0.23	-	-	-	-

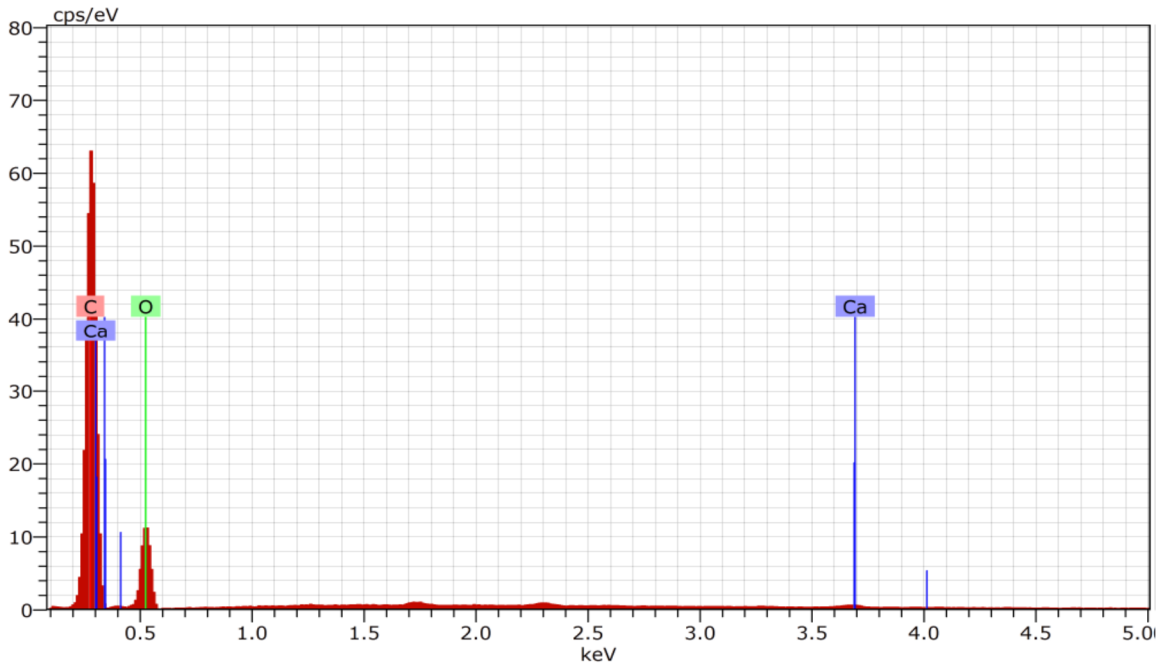


Şekil 4.20. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.4. 1 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	64.27	64.27	70.69	7.2
Oxygen	K-series	35.38	35.38	29.21	4.4
Sulfur	K-series	0.14	0.14	0.06	0.0
Copper	K-series	0.21	0.21	0.04	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	

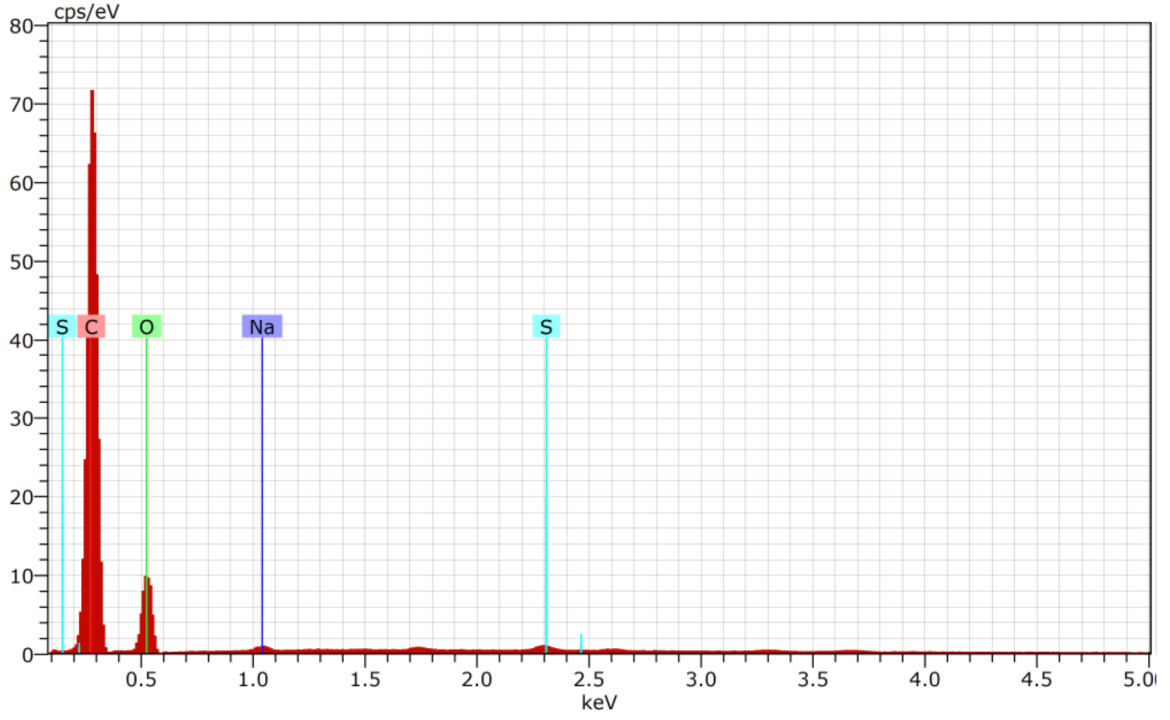


Şekil 4.21. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.5. 2 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	68.64	68.64	74.50	7.5
Oxygen	K-series	31.25	31.25	25.46	3.8
Calcium	K-series	0.11	0.11	0.03	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	

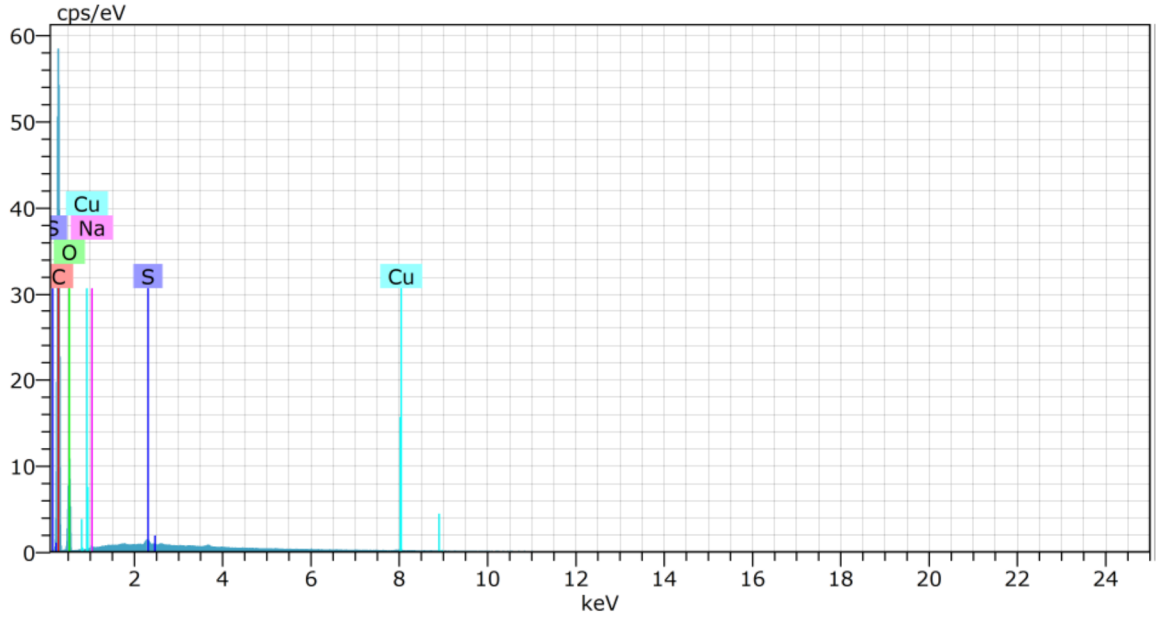


Şekil 4.22. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.6. 3 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	72.01	72.01	77.52	7.8
Oxygen	K-series	27.48	27.48	22.21	3.4
Sodium	K-series	0.38	0.38	0.22	0.1
Sulfur	K-series	0.13	0.13	0.05	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	

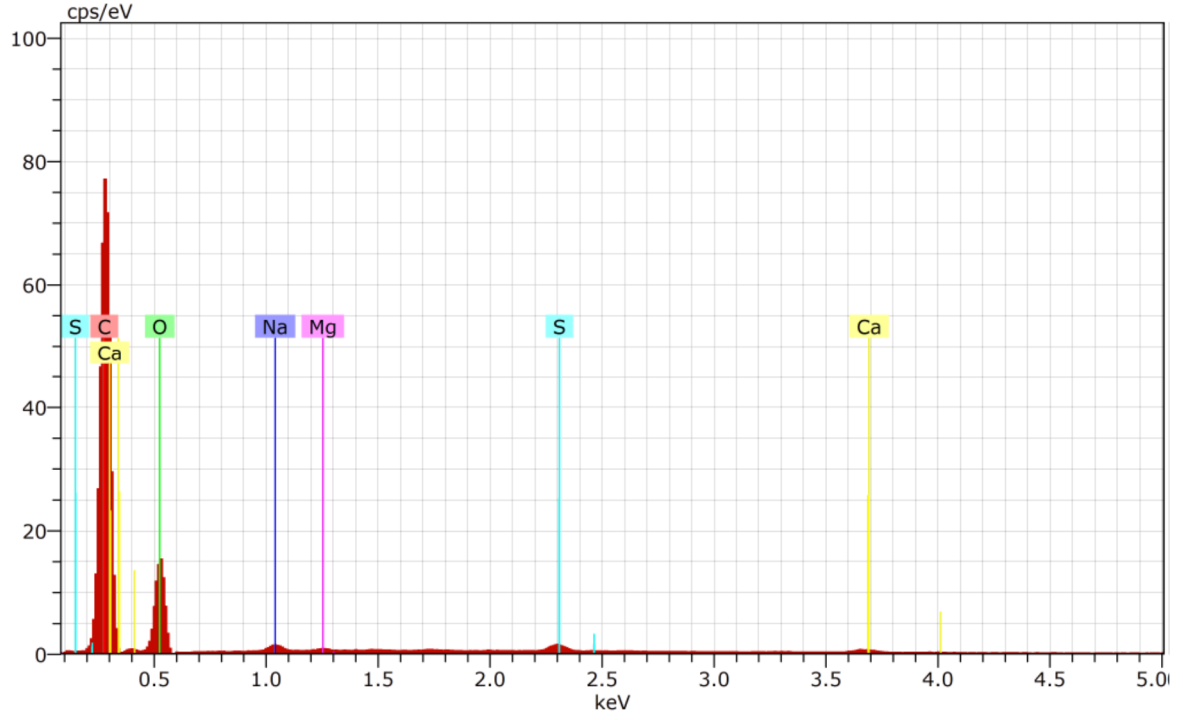


Şekil 4.23. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.7. 4 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	68.76	68.76	74.67	7.6
Oxygen	K-series	30.98	30.98	25.25	3.8
Sulfur	K-series	0.11	0.11	0.04	0.0
Copper	K-series	0.15	0.15	0.03	0.0
Sodium	K-series	0.00	0.00	0.00	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	

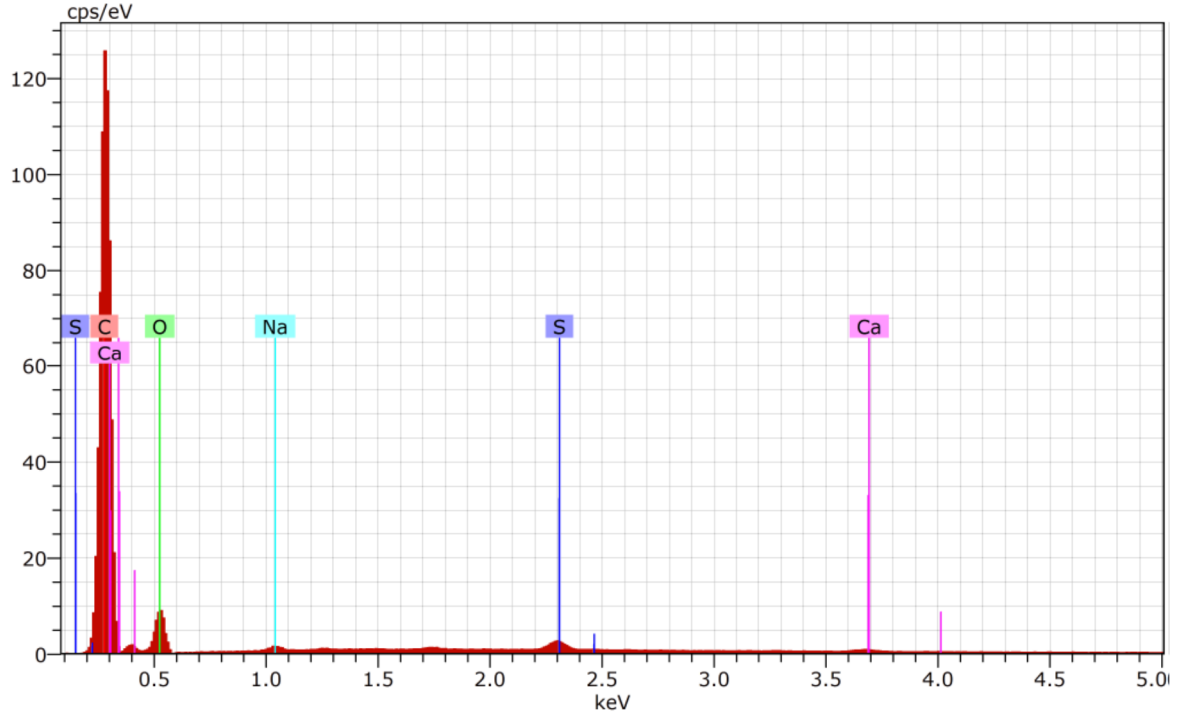


Şekil 4.24. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.8. 5 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	67.19	67.19	73.42	7.3
Oxygen	K-series	31.75	31.75	26.04	3.8
Sodium	K-series	0.58	0.58	0.33	0.1
Sulfur	K-series	0.20	0.20	0.08	0.0
Magnesium	K-series	0.14	0.14	0.08	0.0
Calcium	K-series	0.13	0.13	0.04	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	

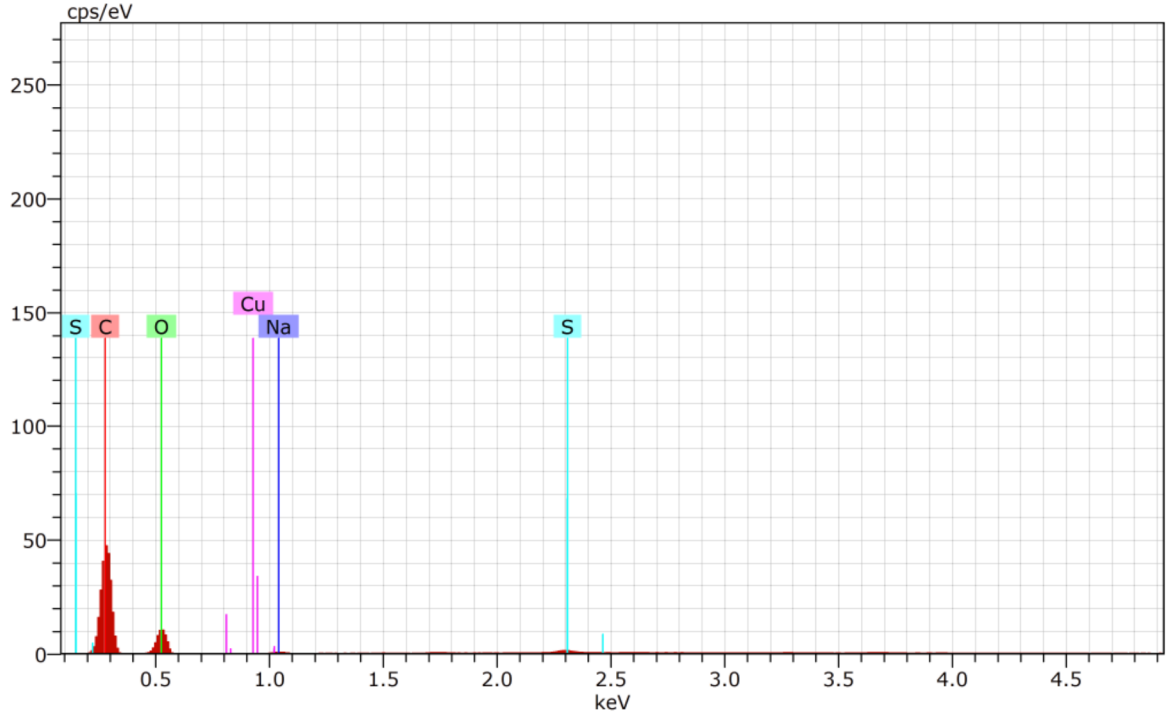


Şekil 4.25. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.9. 6 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	80.43	80.43	84.75	8.6
Oxygen	K-series	18.86	18.86	14.92	2.4
Sodium	K-series	0.34	0.34	0.19	0.0
Sulfur	K-series	0.27	0.27	0.11	0.0
Calcium	K-series	0.10	0.10	0.03	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	

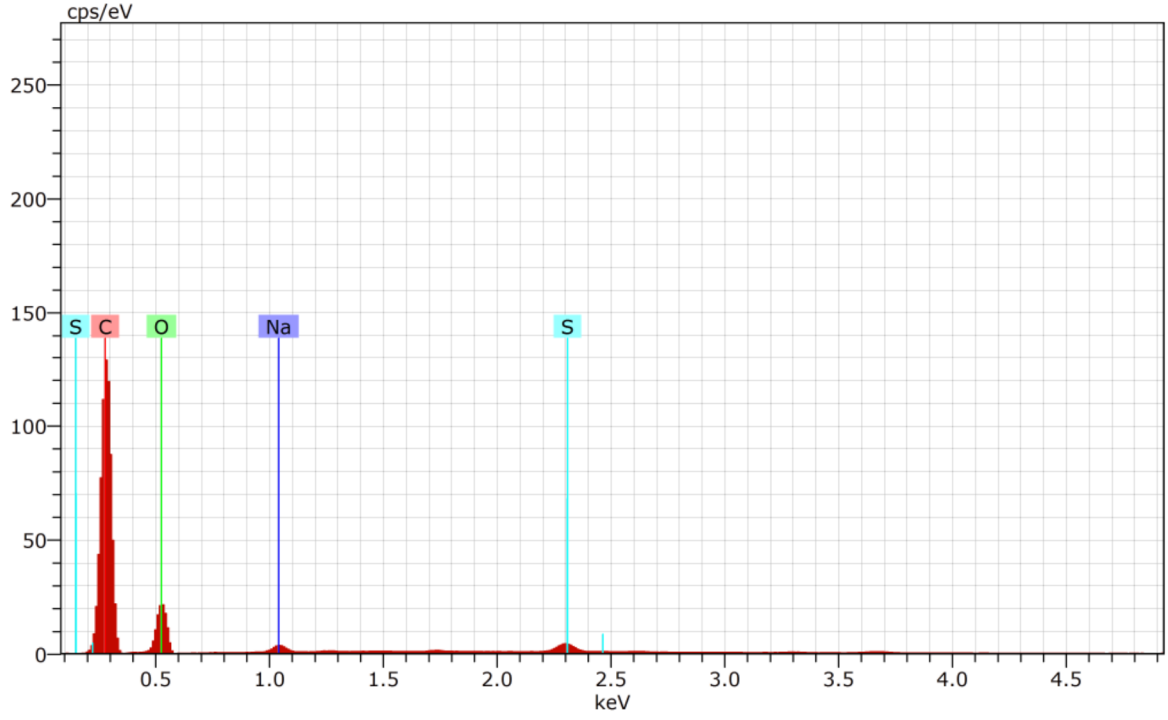


Şekil 4.26. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.10. 7 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	65.73	65.73	72.03	7.3
Oxygen	K-series	33.79	33.79	27.80	4.1
Sodium	K-series	0.12	0.12	0.07	0.0
Sulfur	K-series	0.13	0.13	0.05	0.0
Copper	K-series	0.23	0.23	0.05	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	

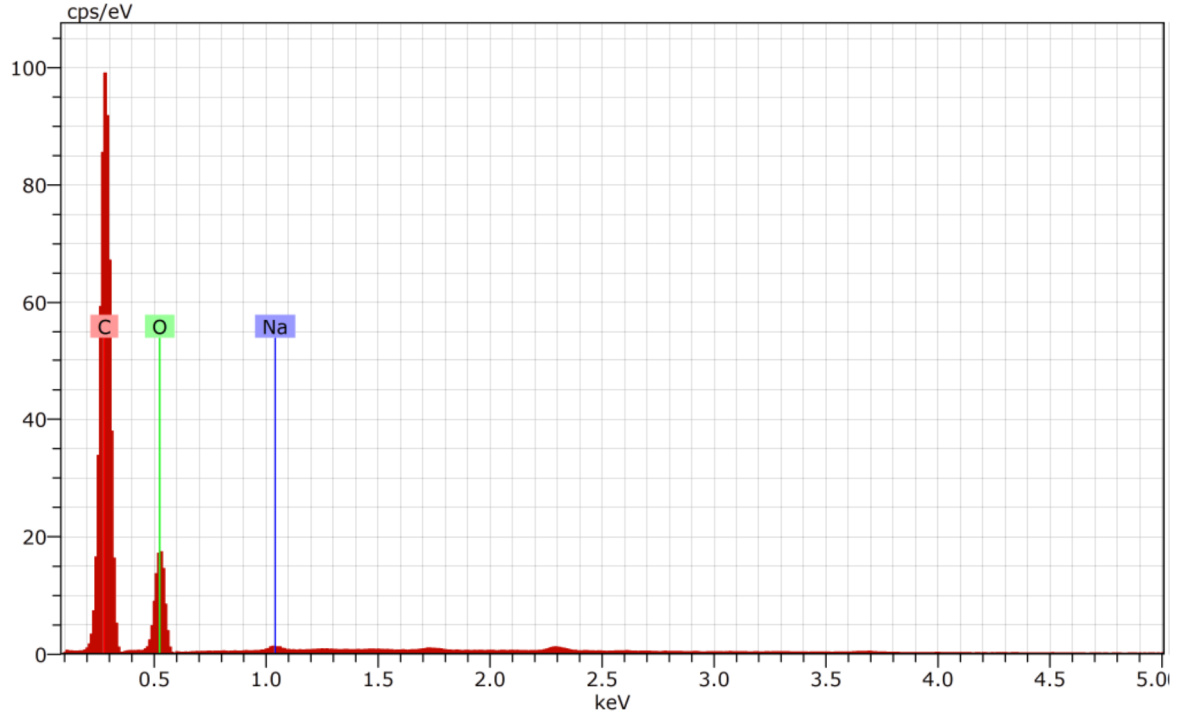


Şekil 4.27. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.11. 8 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	69.66	69.66	75.65	7.4
Oxygen	K-series	29.05	29.05	23.68	3.4
Sodium	K-series	0.87	0.87	0.49	0.1
Sulfur	K-series	0.42	0.42	0.17	0.0
Total:		100.00	100.00	100.00	



Şekil 4.28. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın EDX spektrumu

Çizelge 4.12. 9 no'lu EDX spektrumunda görünen atomların oranları

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [wt.%]
Carbon	K-series	68.71	68.71	74.60	7.4
Oxygen	K-series	30.88	30.88	25.17	3.6
Sodium	K-series	0.41	0.41	0.23	0.1
Total:		100.00	100.00	100.00	

4.4. SEM Görüntülerinin Değerlendirilmesi

Sarı kantaron yağı applike edilmiş kumaşların SEM görüntüleri incelendiğinde, mikro boyutta kantaron yağının mikrokapsüller şeklinde selülöz lifleri üzerinde olduğu gözlemlenmiştir.

Genel itibari ile çözelti formunda hazırlanan mikrokapsüllerin kumaş aplikasyonu sonunda sem analizleri incelendiğinde asimetrik bir dağılım gözlemlenmiştir.

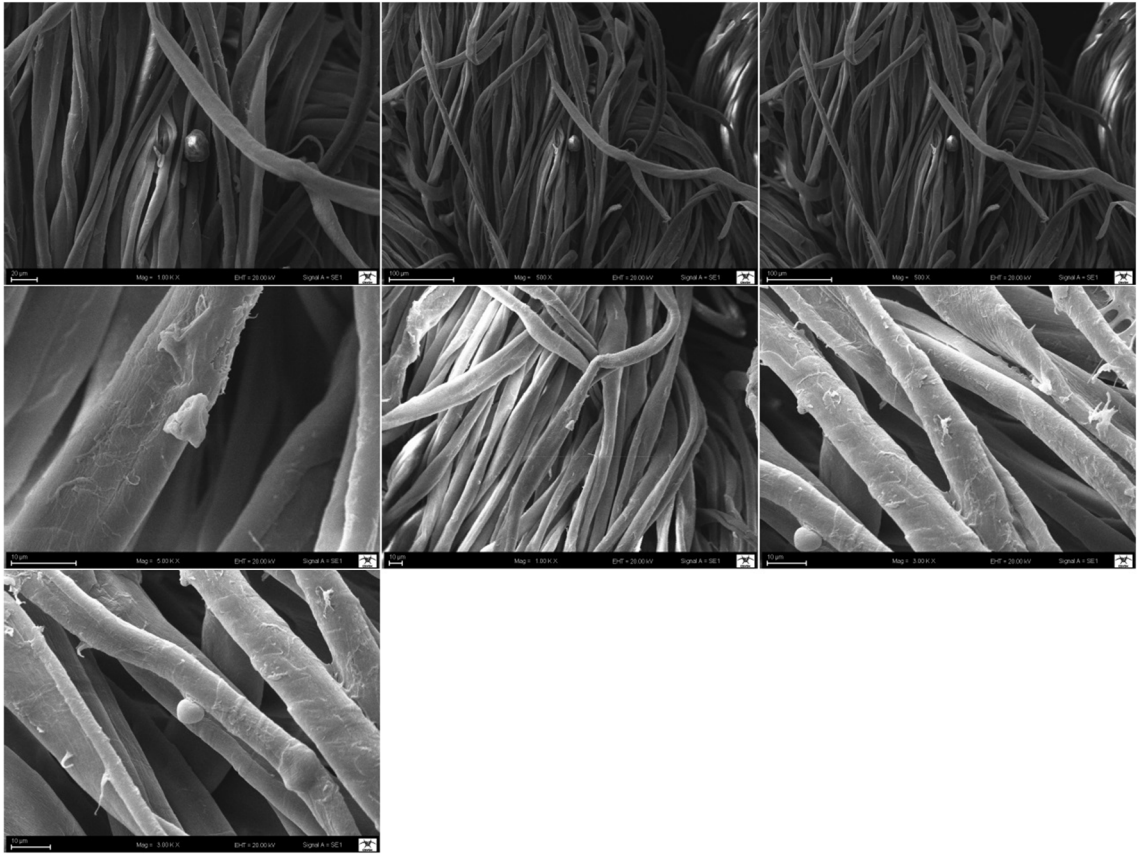
1 nolu kumaşa applike edilen mikrokapsüllerin sayısal olarak az ve düzensiz olarak kumaşa bağlandığı gözlemlenmiştir.

2 nolu kumaşa applike edilen mikrokapsüllerin morfolojik bozunmaya maruz kalmış vaziyette yüzeye bağlandığı gözlemlenmiştir.

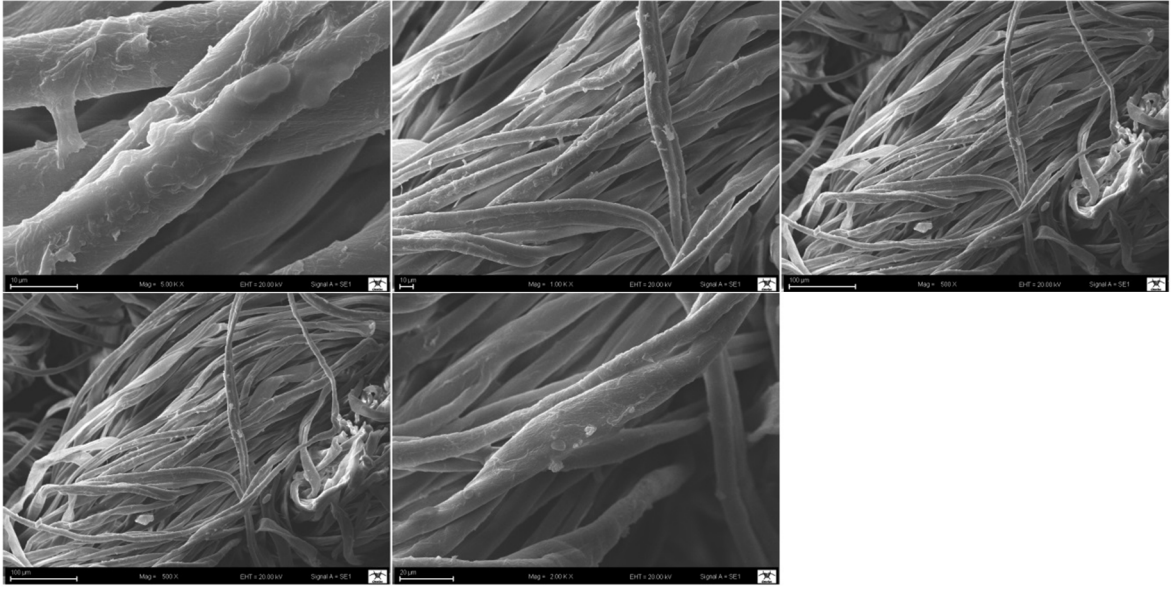
3, 5, 6 ve 9 nolu kumaşa applike edilen mikrokapsüllerin sayısal olarak 2 nolu kumaş yüzeyinde gözlemlenen mikrokapsüllerden daha fazla olduğu ancak aynı şekilde morfolojik bozunmaya maruz kaldığı gözlemlenmiştir.

4, 7 ve 8 nolu kumaşa applike edilen mikrokapsüllerin kapuk ve çekirdek yapıları düzgün bir şekilde kumaşa bağlandığı gözlemlenmiştir.

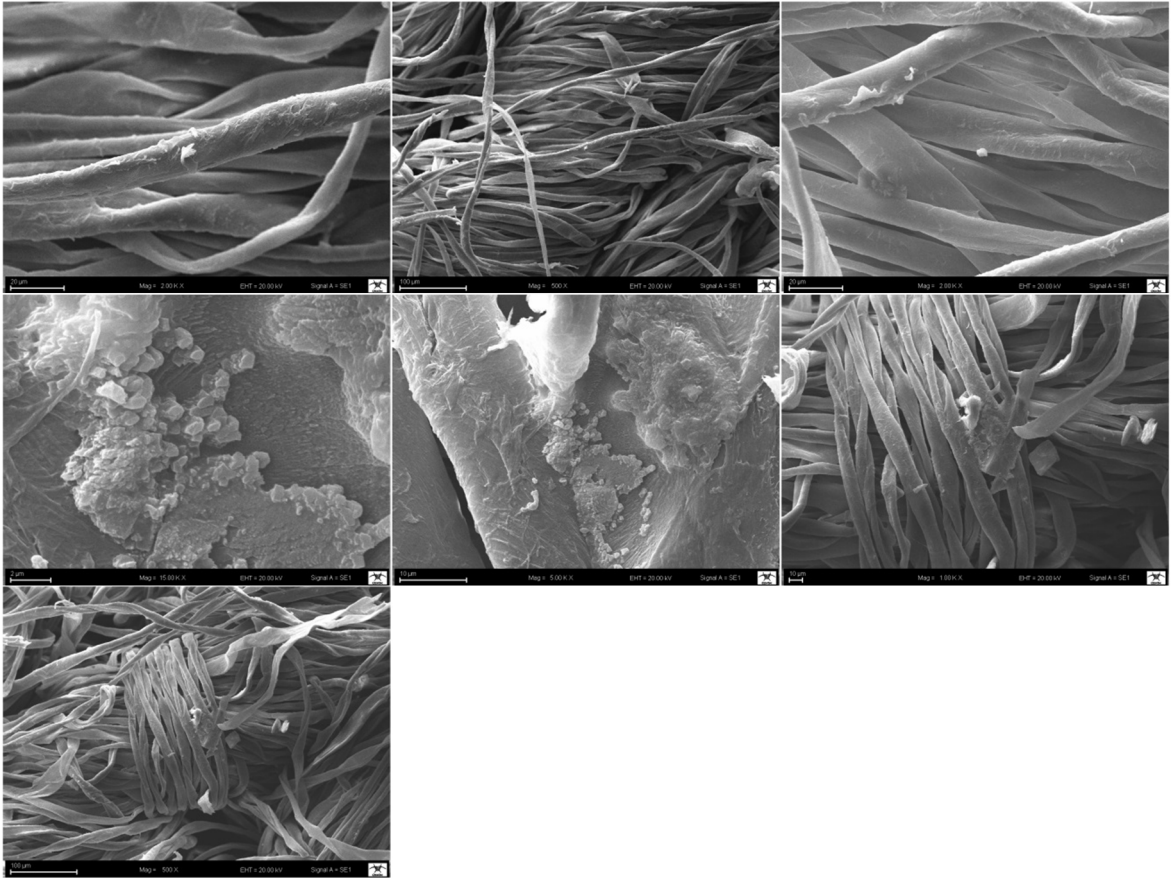
Sonuç olarak; elde edilen mikrokapsül sayı ve morfolojik düzgünlüklerin kumaşa aplikasyonlarından sonraki bağlanma davranışları alternatif çapraz bağlayıcılar kullanılarak iyileştirilebilir.



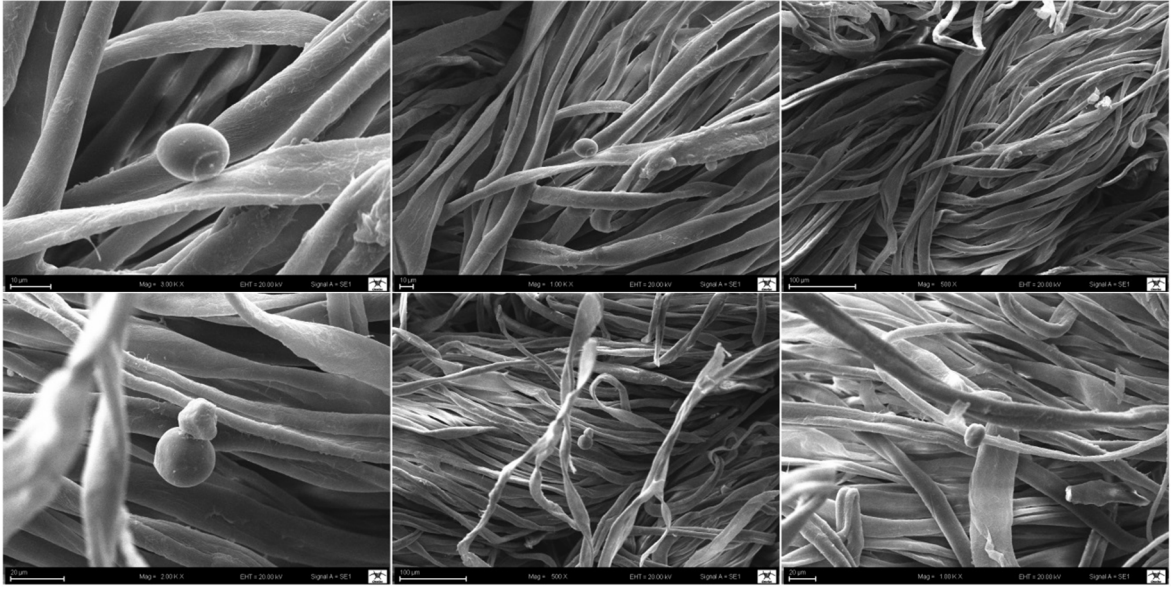
Şekil 4.29. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



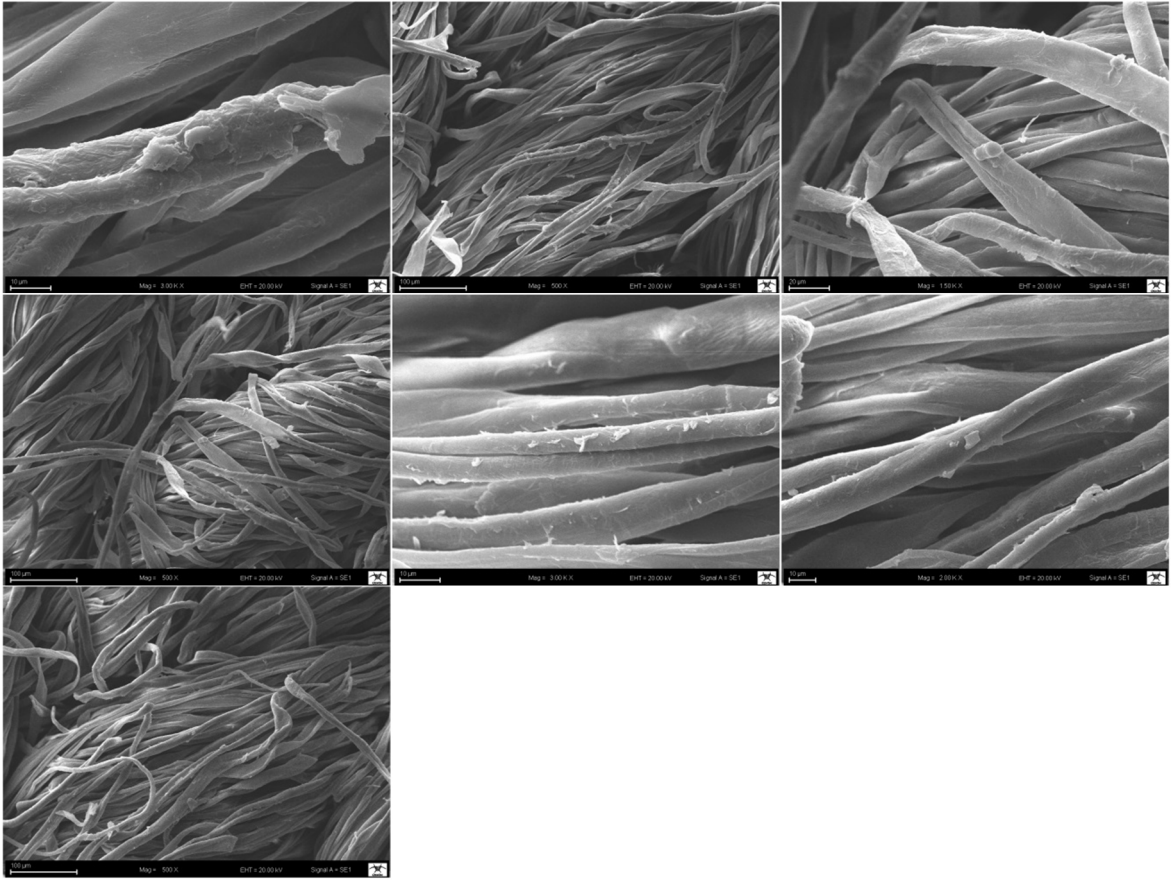
Şekil 4.30. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



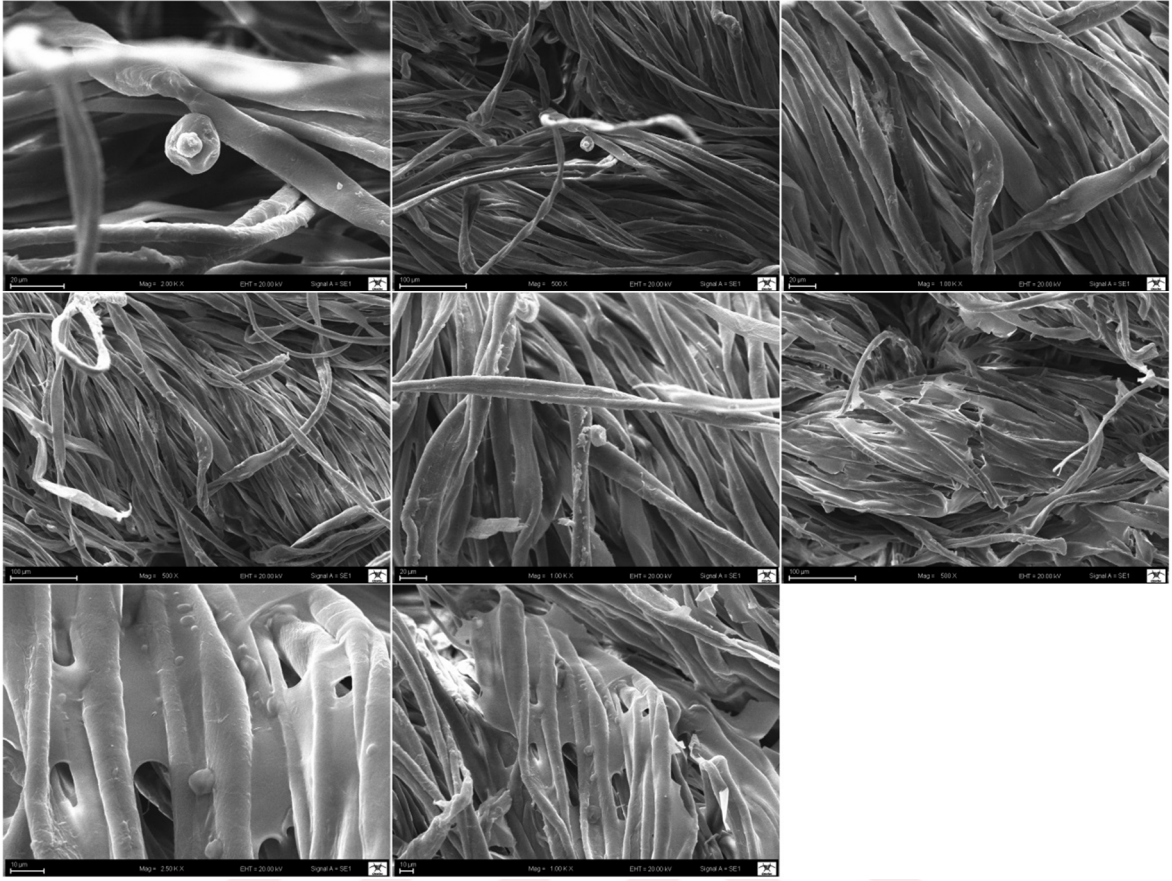
Şekil 4.31. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



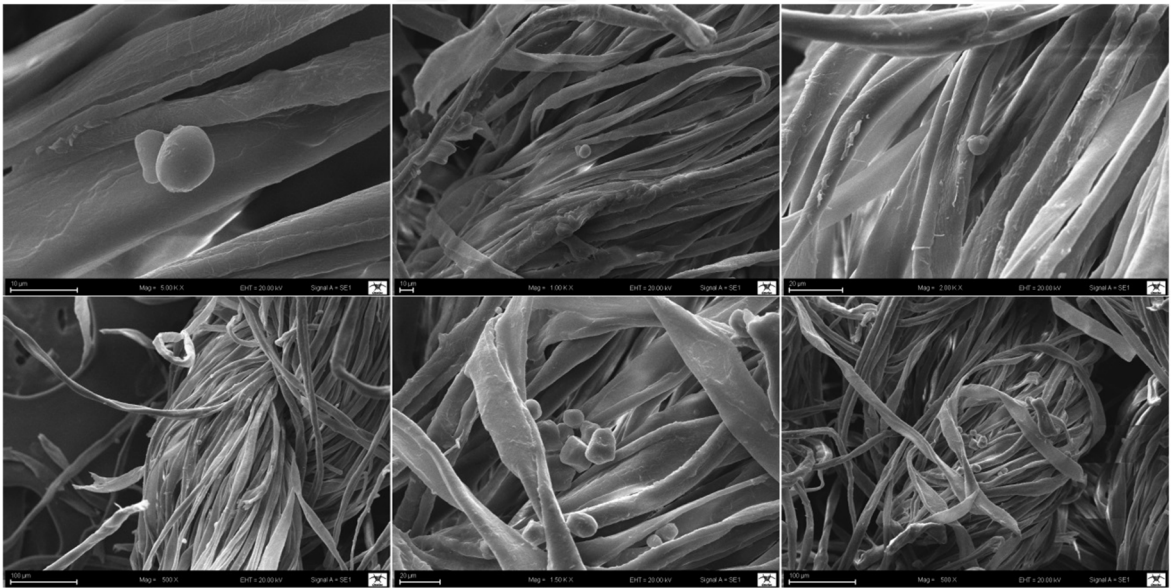
Şekil 4.32. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



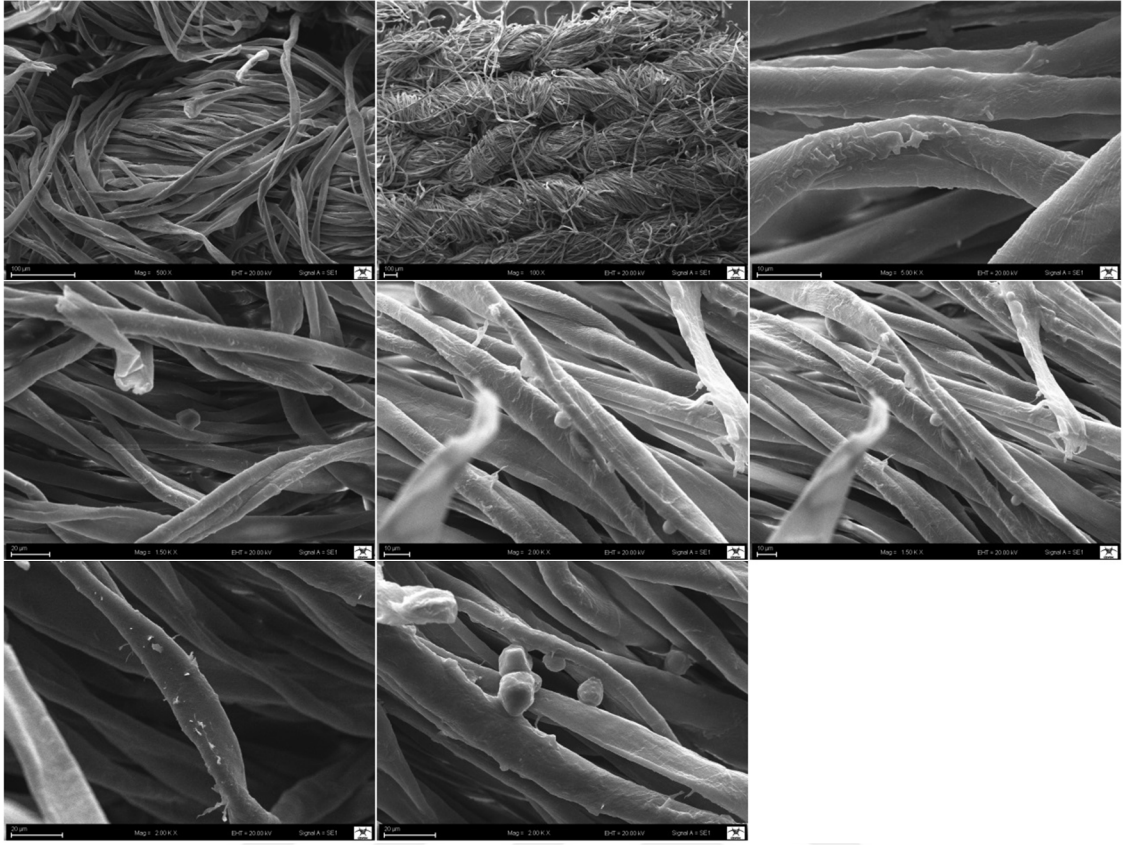
Şekil 4.33. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



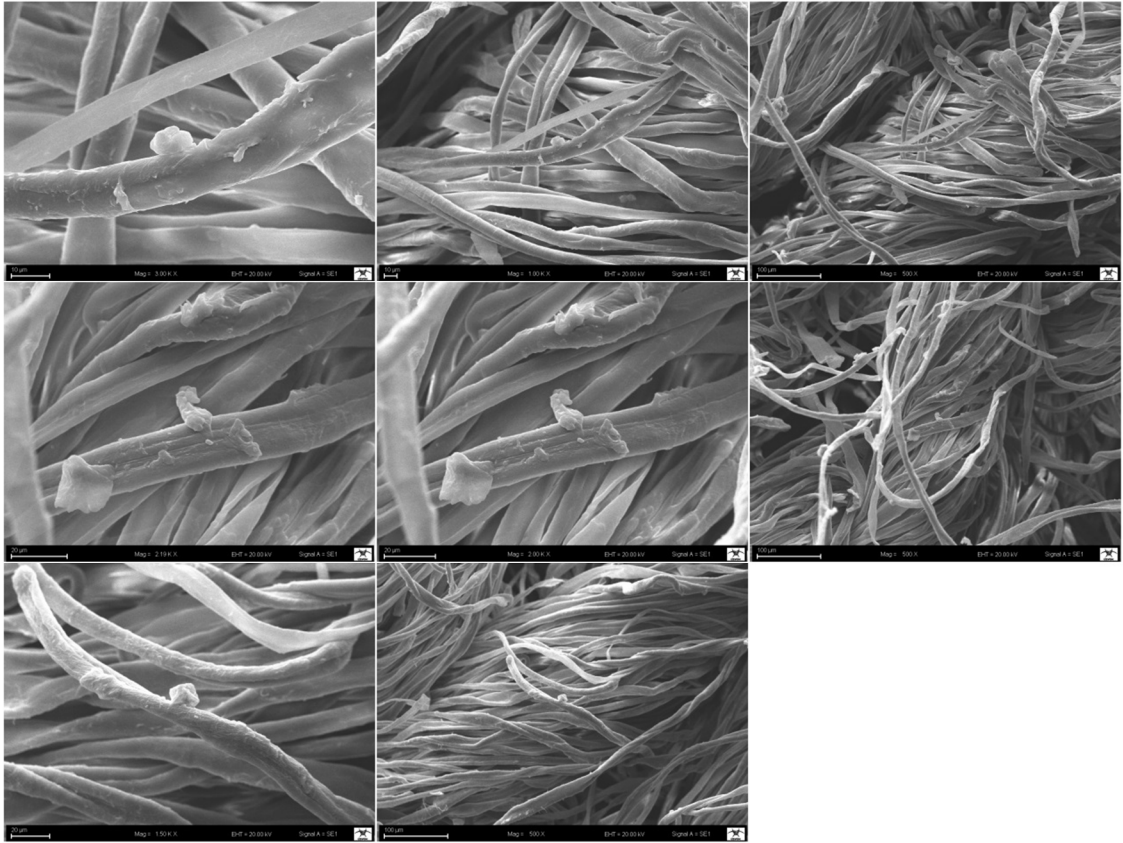
Şekil 4.34. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



Şekil 4.35. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



Şekil 4.36. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri



Şekil 4.37. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın SEM görüntüleri

4.5. Termogravimetrik Analizlerin (TG/DTA) Değerlendirilmesi

Sarı kantaron ekstraktın aplike edilmiş kumaşların TG/DTA/DTG eğrileri Şekil 4.38–4.46’de verilmiştir.

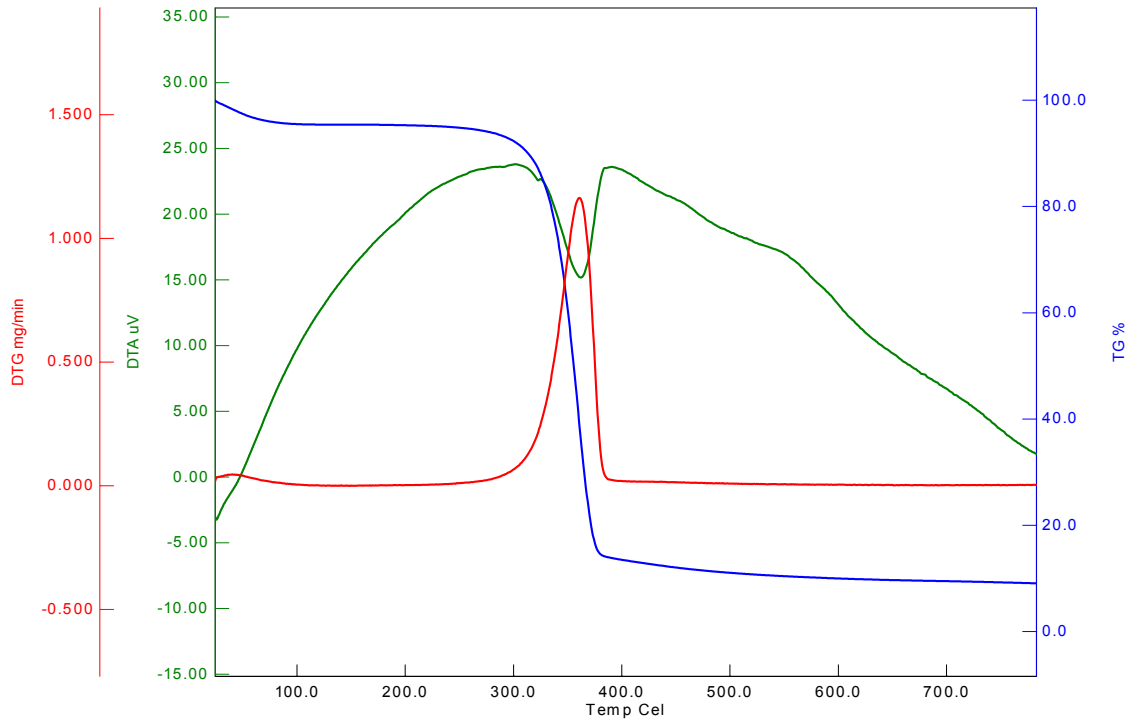
Sarı kantaron ekstraktın aplike edilmiş kumaşların TG/DTA/DTG eğrileri incelendiğinde, bütün numunelerde tek bir endotermik degradasyon bandının olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, kumaştaki selülozik yapı dolayısıyla oda sıcaklığından 90 °C’ye kadar az da olsa adsorbe su moleküllerinin ayrılması küçük birer omuz olarak görülmektedir. Yaklaşık 300 °C’de başlayıp yaklaşık 400 °C’ye kadar uzanan ve yaklaşık olarak % 90 kaybın olduğu büyük endotermik bant ise yapıdaki organik omurganın degradasyonuna aittir. 800 °C sonunda kalan yaklaşık % 9’luk bir kütle ise muhtemelen, kumaşın boyanması sırasında kullanılan inorganik yardımcı kimyasalların varlığını göstermektedir. Bu kimyasalların varlığı EDX spektrumlarında da az da olsa gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.13. Termogravimetrik dataları içeren çizelge

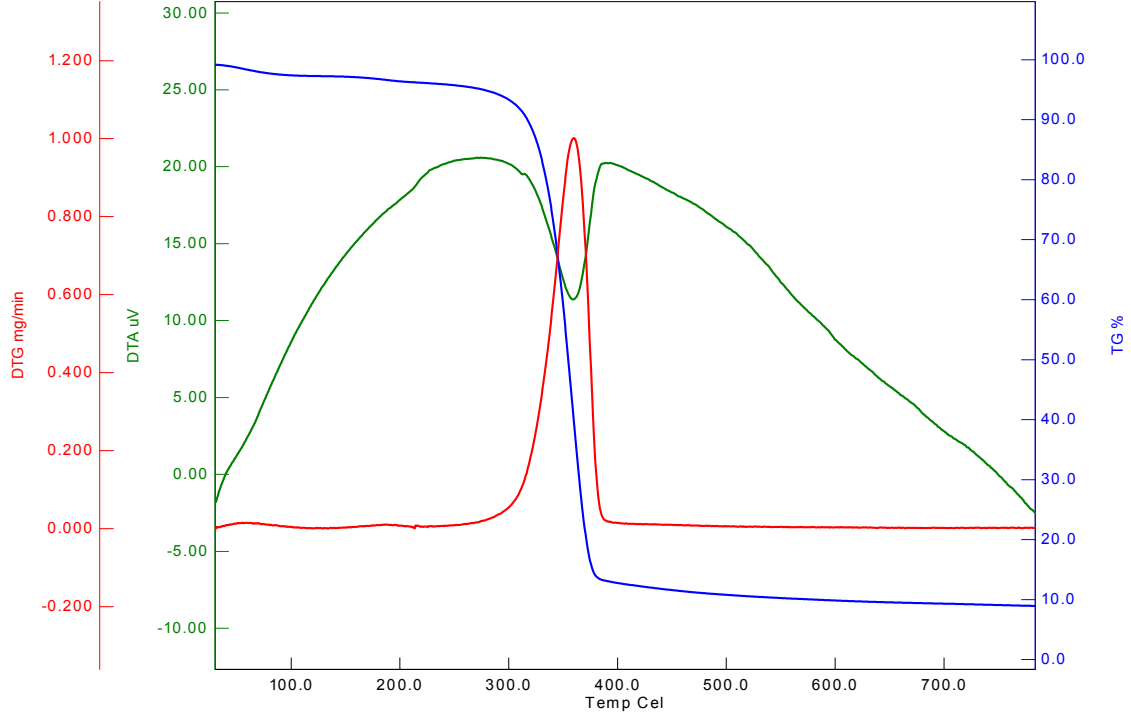
Numune Kodu	Ağırlık kaybı (%)			Bozunmaya başlama sıcaklığı (°C)	Yarılanma sıcaklığı (°C)	Maksimum TGA Sıcaklığında Kalan Kütle Oranı (%)
	300 °C	300 – 375 °C	375– 750 °C			
1	7,22	79,12	4,46	300-305	350	9,20
2	8,21	78,09	8,3	295-300	370	5,4
3	9,1	72,94	8,66	280-285	365	9,3
4	9,83	71,81	7,56	270-275	365	10,8
5	9,8	76,56	7,14	300-305	375	6,5
6	8,4	71,56	8,34	300-305	375	11,7
7	8,6	72,8	11,1	285-290	372	7,5
8	5,2	78,9	6,8	285-290	365	9,1
9	7,7	77,5	7,4	300-305	350	7,4

Çizelge 4.14. Diferansiyel Termal dataları içeren çizelge

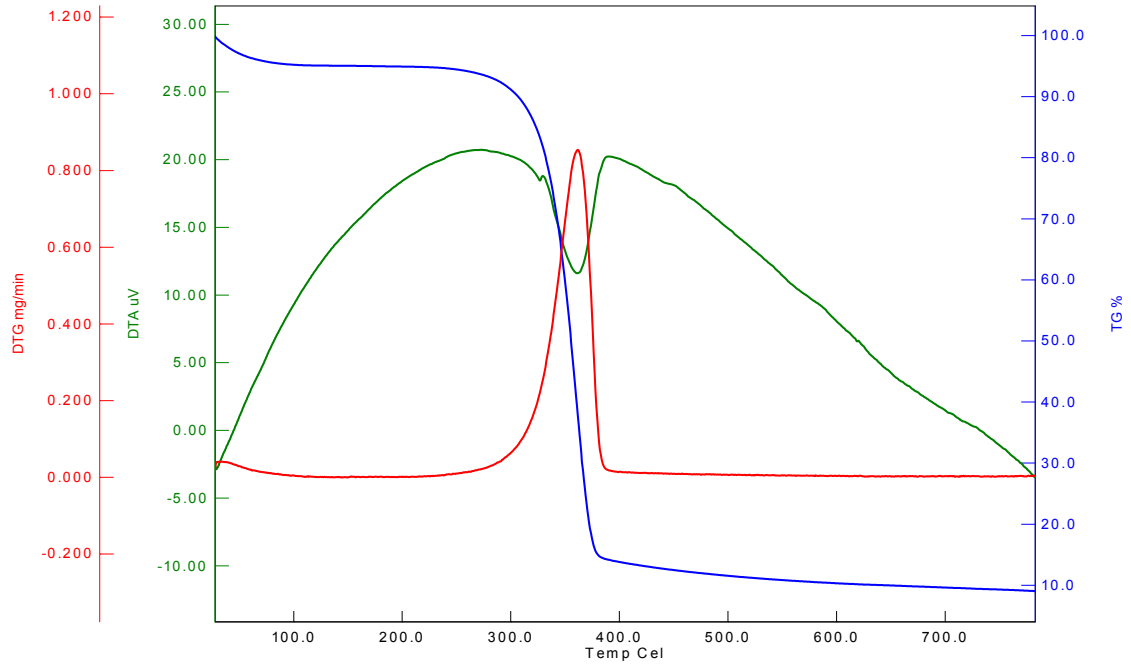
Numune Kodu	DTGmax(%dk-1)	Tmax(°C)
1	17,87	367,85
2	16,67	361,71
3	18,51	361,53
4	19,83	364,28
5	12,81	358,57
6	20,83	362,49
7	18,8	361,73
8	13,93	360,71
9	22,1	360,07



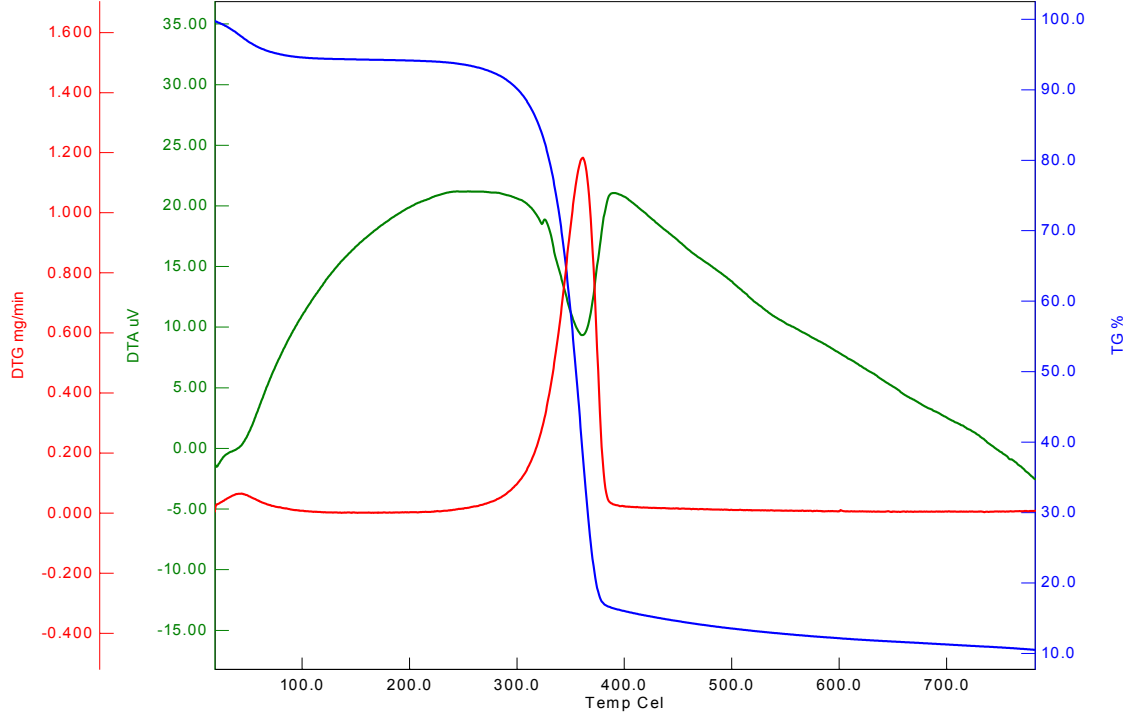
Şekil 4.38. 1 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplikte edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



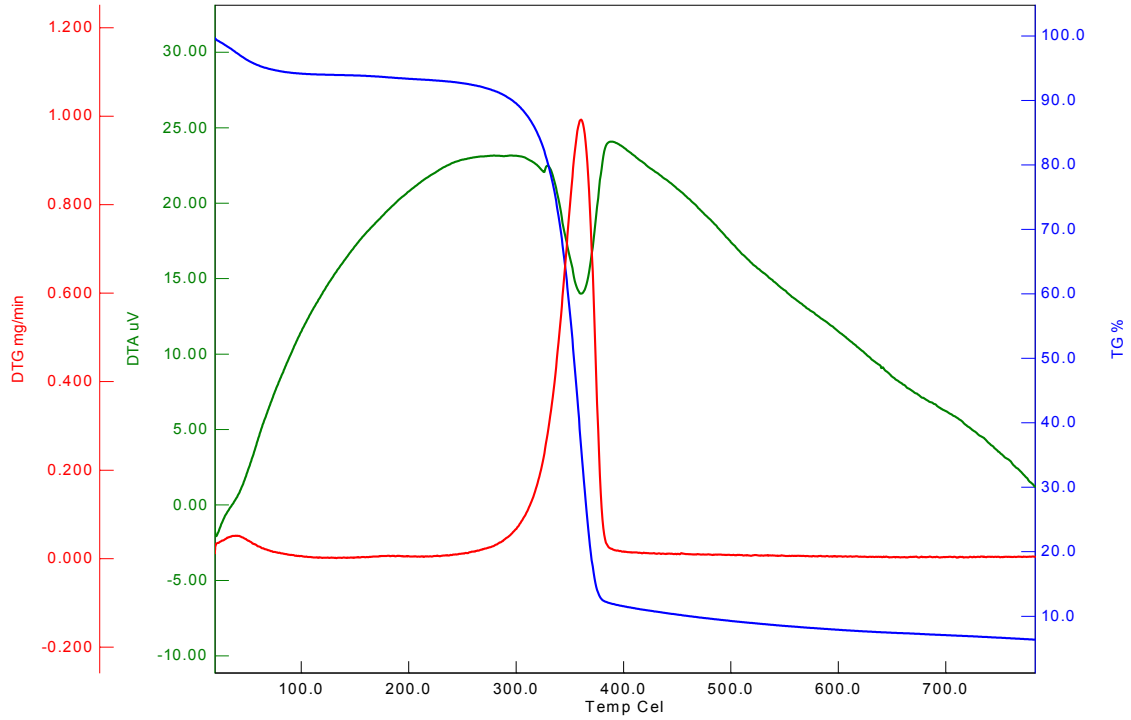
Şekil 4.39. 2 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



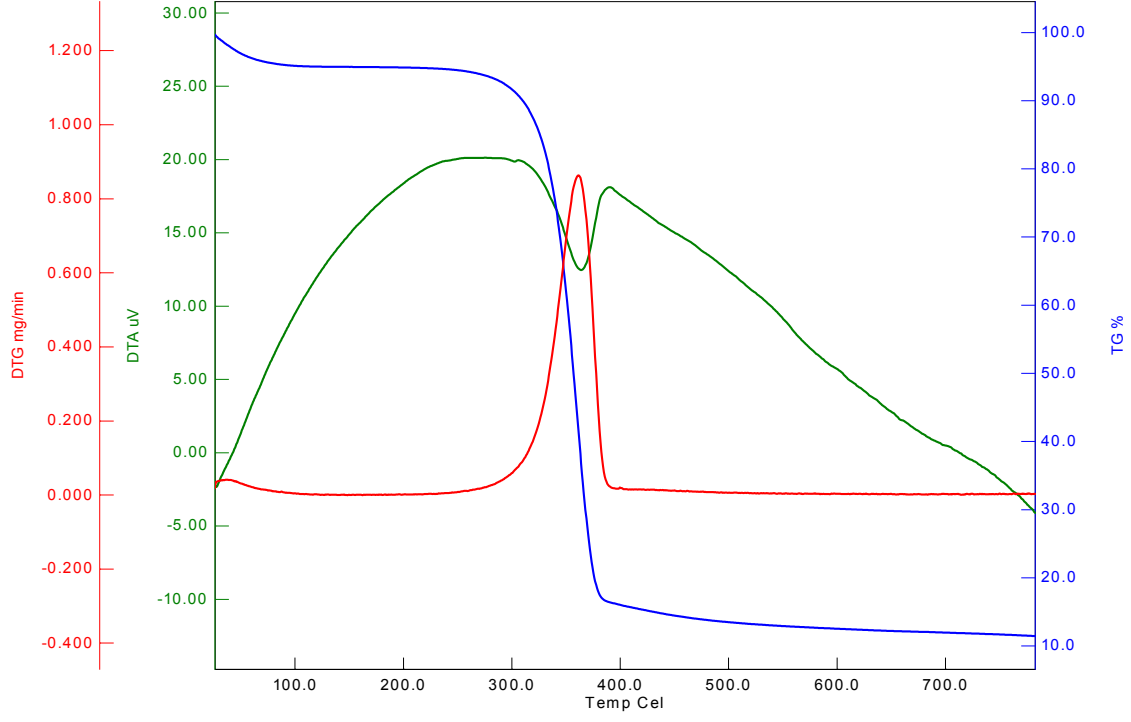
Şekil 4.40. 3 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin aplike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



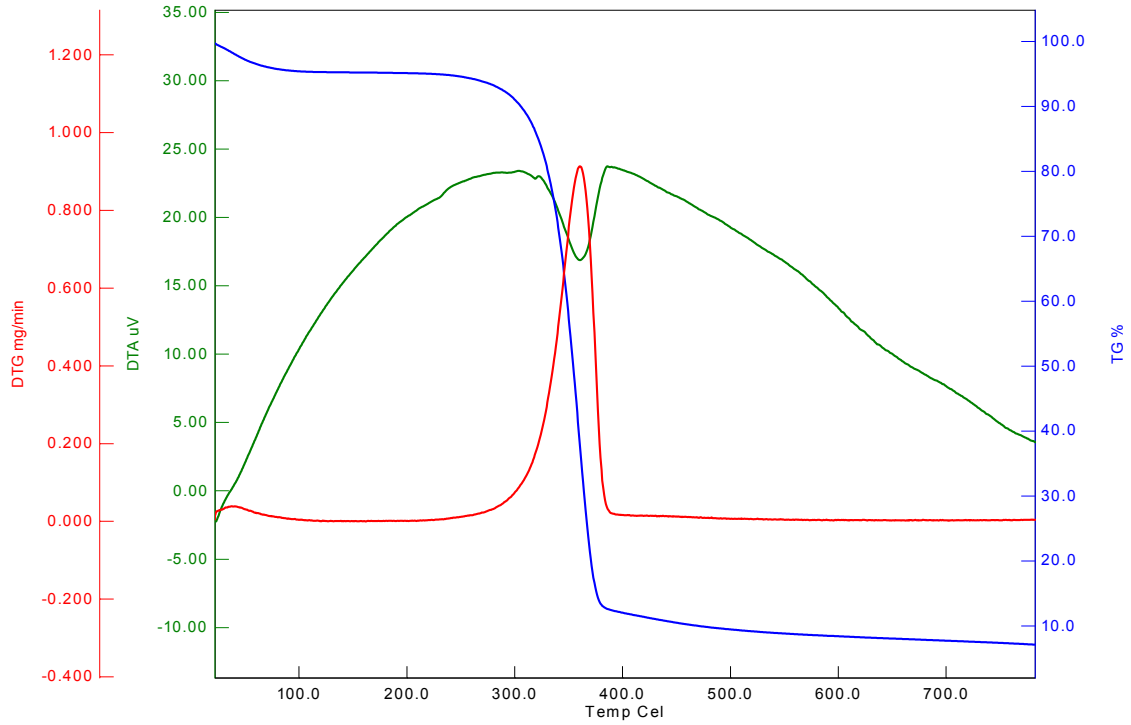
Şekil 4.41. 4 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



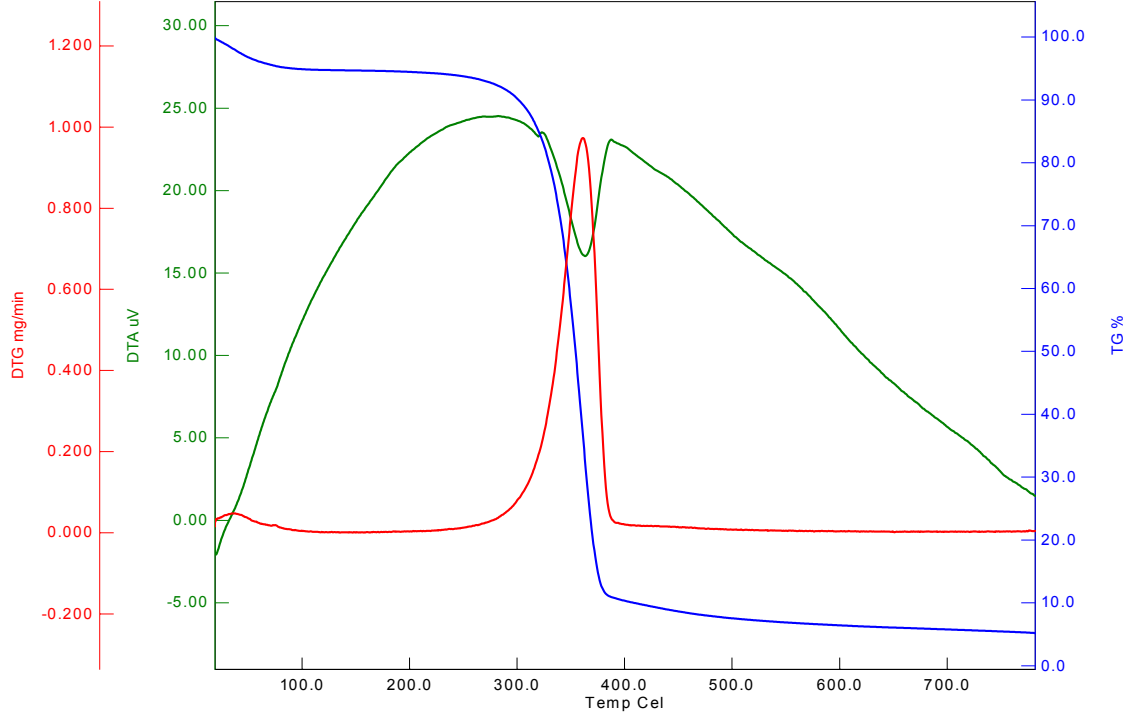
Şekil 4.42. 5 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



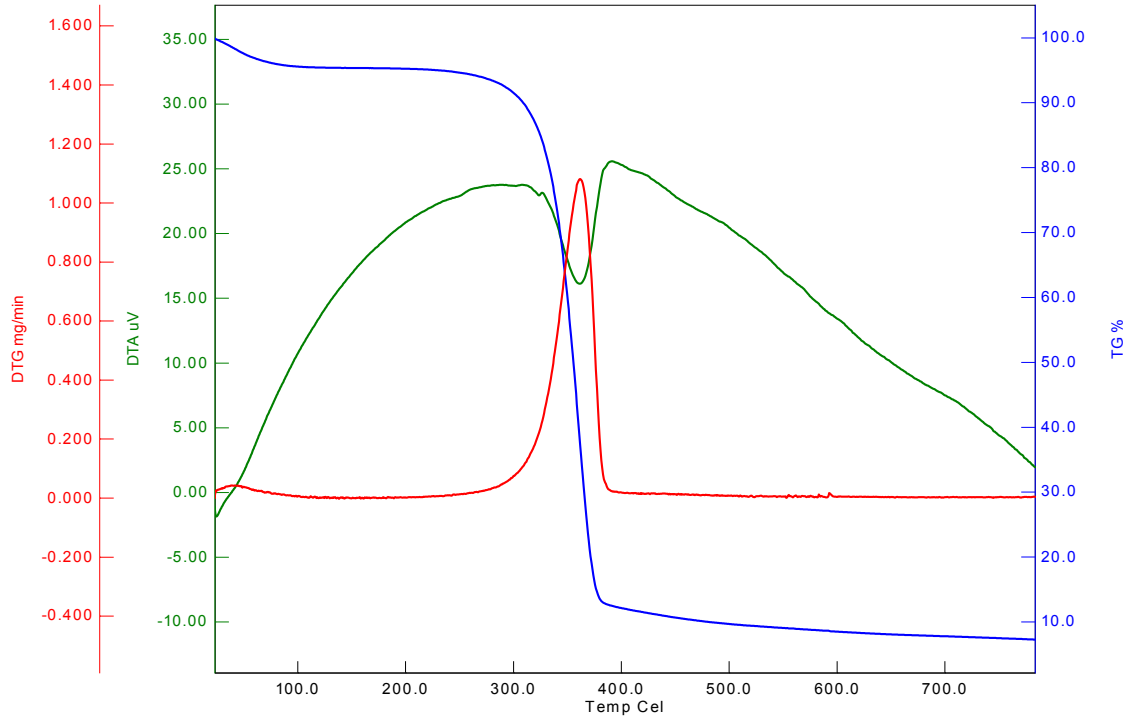
Şekil 4.43. 6 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



Şekil 4.44. 7 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



Şekil 4.45. 8 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi



Şekil 4.46. 9 no'lu mikrokapsüllü çözeltinin applike edildiği kumaşın TG/DTA/DTG eğrisi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son zamanlarda tıp dünyasında çığır açan gelişmelere rağmen, alternatif sağlık çözümleri tüm sektörlerin ilgi alanına girdiği gibi tekstil sektörü de bu konuda üzerine düşen görevi layıkıyla yapmaya çalışmaktadır.

Bu çalışmada, tekstil sektöründeki inovatif gelişmelerin bir sonucu olan mikrokapsül teknolojisinin sağlık sektörü ile senkronize edilerek tıbbi alana katkıları amaçlanmıştır. Amaca uygun belirlenen maddelerin mikrokapsül teknolojisi kullanılarak kapsüllenip tekstil materyaline aplikasyonu ile insan vücuduna olan faydaları hedeflenmiştir.

Hazırlanan tezde; literatürde ve ilgili otoriteler tarafından antidepresyon özelliği ispatlanmış olan sarı kantaron otunun tekstil materyallerine uygulanması konu edilmiştir.

Tez kapsamında mikrokapsüller; çekirdek materyal olarak sarı kantaron yağı seçilmiş olup arap zankı ve jelatin ile çeper madde oluşumu formaldehit, glutaraldehit gibi çapraz bağlayıcılar kullanılarak koaservasyon yöntemine göre elde edilmiştir. Elde edilen mikrokapsüllerin değişkenler (sıcaklık, pH, karışım hızı v.b.) altında çekirdek ve çeper büyüklüklerine etkileri incelenmiştir. Mikrokapsül hale getirilen sarı kantaron yağı %100 örme kumaşa fulard (emdirme) yöntemine göre applike edilmiştir.

Elde edilen mikrokapsüllerin varlığı ve teknik analizleri, mikroskop, FT-IR, EDX, SEM, POM, TG/DTA ile yapıp yorumlanmıştır.

Hazırladığım bu tezde antidepresyon özellik ihtiva eden sarı kantaron yağı mikrokapsüllenmiş olup insan vücuduna temas eden iç çamaşırlık tekstil materyaline aplikasyonu gerçekleştirilmiştir. Ancak herhangi bir denek kullanılarak antiepresif özelliğinin analitik ölçümlerini yapmak mümkün olmamıştır. Böyle geniş çapta bir çalışma tıbbi tekstil üretimi konusunda ileride yapılacak olan çalışmalara ışık tutmak ve bu çalışmalara bir katma değer oluşturabilecek ticari format haline getirmek için gayret gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- Grechin, A.G, Buschmann Hans-Jürgen , Schollmeyer Eckhard . (2007). Quantification of cyclodextrins fixed onto cellulose fiber. *Textile Research Journal*, 77, 161.
- Gupta, A. and Bohidar, H. B.. (2005). Kinetics of phase separation in systems exhibiting simple coacervation. *Physical Review E*, 72.
- Madene, A. Muriel Jacquot, Joël Scher, Stéphane Desobry. (2006). *Flavour encapsulation and controlled release □ a review. International Journal of Food Science and Technology*, 41, 1.
- Assimopoulou A.N. and V. P. Papageorgiou. (2004). *Encapsulation of isohexenylnaphthazarins in cyclodextrins. Biomedical Chromatography* 18, 240.
- Aggarwal, A.K., Dayal, A., Kumar, N. (1998). Microencapsulation processes and applications in textle processing. *Colourage*, August, 15-24.
- Aguilera, J.M., Lillford, P. J. (Eds.). (2007). Food materials science: principles and practice. *Springer Science & Business Media*.
- Alonso, D., Gimeno, M., Sepulveda-Sanchez, J. D., Shirai, K., (2010), “ChitosanBased microcapsules containing grapefruit Seed extract grafted onto cellulose fibres by a non-toxic procedure”, *Carbohydrate Research*, 345 (6), 854-859.
- Albert, D., Zündorf, I., Dingermann, T., Müller, W.E., Steinhilber, D., Werz, O. (2002). Hyperforin is a dual inhibitor of cyclooxygenase-1 and 5-lipoxygenase. *Biochemical pharmacology*, 64(12), 1767-1775.
- Asuzu, I.U., Onu, O.U. (1990). Anti-ulcer activity of the ethanolic extract of Combretum dolichopetalum root. *International Journal of Crude Drug Research*, 28(1), 27-32.
- Augustin, M. A., & Hemar, Y. (2009). Nano-and micro-structured assemblies for encapsulation of food ingredients. *Chemical society reviews*, 38(4), 902-912.
- Avato, P., Raffo, F., Guglielmi, G., Vitali, C., Rosato, A. (2004). Extracts from St John's wort and their antimicrobial activity. *Phytotherapy research*, 18(3), 230-232.
- Bansode, S.S., Banarjee, S.K., Gaikwad, D.D., Jadhav, S.L., Thorat, R.M. (2010). Microencapsulation: a review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 1(2), 38-43.
- Barbagallo, C., Chisari, G. (1987). Antimicrobial activity of three Hypericum species. *Fitoterapia*, 58(3), 175-177.
- Başal, G., Karagönlü, S., 2013. Medikal tekstiller için antimikrobiyel ajan içeren mikrokapsüllerin hazırlanması, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19, Sayı. 4,
- Baytop, T. (1984). *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3255, 185s.

- Baytop, T. (1999). *Bitkiler İle Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*. Baskı, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 357-358.
- Benita, S. (1996). *Microencapsulation: Methods and Industrial Applications*. Marcel Dekker, Inc., New York, USA.
- Berenguer, B., Sánchez, L.M., Quilez, A., López-Barreiro, M., De Haro, O., Galvez, J., Martin, M.J. (2006). Protective and antioxidant effects of *Rhizophora mangle* L. against NSAID-induced gastric ulcers. *Journal of Ethnopharmacology*, 103(2), 194-200.
- Bilia, A. R., Gallori, S., & Vincieri, F. F. (2002). St. John's wort and depression: efficacy, safety and tolerability-an update. *Life sciences*, 70(26), 3077-3096.
- Bombardelli, E., Morazzoni, P. (1995). *Hypericum perforatum*. *Fitoterapia*. 66, 43-68.
- Boydağ, I. (1996). *Üç Origanum Türü (O. majorana L., O. minutiflorum, O. schwarz and P. H. Davis ve O. Onites L.) Uçucu Yağlarının Fraksiyonlu Distilasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniv., Sağlık Bilimleri Enst. Farmakognozi Ana Bilim Dalı, Eskişehir. 107.
- C. Jegat and J. L. Taverdet. (2000) "Stirring speed influence study on the microencapsulation process and on the drug release from microcapsules". *Polymer Bulletin*, 44, 345.
- Chatterjee, S. S., Bhattacharya, S. K., Wonnemann, M., Singer, A., & Müller, W. E. (1998). Hyperforin as a possible antidepressant component of hypericum extracts. *Life sciences*, 63(6), 499-510.
- Chatterjee, S., Filippov, V., Lishko, P., Maximyuk, O., Nöldner, M., & Krishtal, O. (1999). Hyperforin attenuates various ionic conductance mechanisms in the isolated hippocampal neurons of rat. *Life sciences*, 65(22), 2395-2405.
- Chen, Z., Shan, F., Cao, L., Fang, G., (2012), Synthesis and thermal properties of shape-stabilized lauric acid/activated carbon composites as phase change materials for thermal energy storage, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 102, 131-136.
- Cosco, S. (2007). *Polymer based microparticles for advanced composite materials applications*. (Doctoral dissertation, Università degli Studi di Napoli Federico II).
- Çakmak, E. H., & Bayram, E. (2003). Muğla Orijinli Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum* L.) Populasyonlarının Bazı Agronomik ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 57-64.
- Çaycı M.K. (2006). *Hypericum perforatum ve Tarantula cubensis Özümlerinin Siçanlarda Oluşturulan Deneysel Mide Mukozası Hasarına Etkilerinin Histopatolojik Olarak İncelenmesi*. Doktora Tezi. Kütahya: Dumlupınar Üniversitesi;. 7-8
- D. Duchêne. Cyclodextrins in targeting application to nanoparticles. *Advanced Drug Delivery Reviews* 1999, 36, 29.
- Davis, P. H. (1965). *Flora of Turkey*. Flora of Turkey.

- Deasy, P.B. (1984). *Microencapsulation and related drug processes*. (Vol. 20). Marcel Dekker Incorporated.
- Dong, Z.J., Toure, A., Jia, C.S., Zhang, X.M., Xu, S.Y. (2007). Effect of processing parameters on the formation of spherical multinuclear microcapsules encapsulating peppermint oil by coacervation. *Journal of Microencapsulation*, 24(7), 634-646.
- Dragendorff, G. (1967). Die Heilpflanzen der verschiedenen Völker und Zeiten (Stuttgart 1898). Tschirch, Pharmakognosie, II, pt, 2(1261), 239.
- Eckert, G. P., Keller, J. H., Jourdan, C., Karas, M., Volmer, D. A., Schubert-Zsilavecz, M., & Müller, W. E. (2004). Hyperforin modifies neuronal membrane properties in vivo. *Neuroscience letters*, 367(2), 139-143.
- F. Gaudin and N. Sintes-Zydowicz,. (2008). Core-shell biocompatible polyurethane nanocapsules obtained by interfacial step polymerisation in miniemulsion. *Colloids and Surfaces a-Physicochemical and Engineering Aspects*, 331, 133.
- Feczko, T., Samu, K., Wenzel, K., Neral, B., Voncina, B., (2013), Textiles screenprinted with photochromic ethyl cellulose–spirooxazine composite nanoparticles, *Coloration Technology*, 129 (1), 18-23.
- Feczko, T., Varga, O., Kovacs, M., Vidoczy, T., Voncina, B., (2011), Preparation and characterization of photochromic poly(methyl methacrylate) and ethyl cellulose nanocapsules containing a spirooxazine dye, *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 222 (1, 5), 293–298.
- Feisst, C., Werz, O. (2004). Suppression of receptor-mediated Ca²⁺ mobilization and functional leukocyte responses by hyperforin. *Biochemical pharmacology*, 67(8), 1531-1539.
- Fethiye, G.Ö.D.E., & Kebapçı, K. (2013). Gül Kokusu İçeren Mikrokapsüller. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 17(2).
- G. H. Ma, Chul-Jun An, Hajime Yuyama, Zhiguo Su. (2003) Synthesis and characterization of polyurethaneurea-vinyl polymer (PUU-VP) uniform hybrid microspheres by SPG emulsification technique and subsequent suspension polymerization. *Journal of Applied Polymer Science*, 89, 163.
- Ghosh, S.K. (2006). *Functional coatings: by polymer microencapsulation*. John Wiley & Sons. 1-28
- Goetzendorf-Grabowska B., Królikowska, H., Gadzinowski, M. (2004). Polymer microspheres as carriers of antibacterial properties of textiles: a preliminary study. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 12 (4), 62-64
- Green, B.K., Lowell, S. (1957). Oil-containing microscopic capsules and method of making them. U.S. Patent No. 2,800,457. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

- Greeson, J.M., Sanford, B., Monti, D.A. (2001). St. John's wort (*Hypericum perforatum*): a review of the current pharmacological, toxicological, and clinical literature. *Psychopharmacology*, 153(4), 402-414.
- Guilhermano, L.G., Ortiz, L., Ferigolo, M., Barros, H.M. (2004). Commercially available *Hypericum perforatum* extracts do not decrease immobility of rats in the forced swimming test. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 28(1), 49-55.
- Güler, Z., Kut, D., (2011), Poliester perdelik kumaşta ısı regülasyon sağlamaya yönelik mikrokapsül hazırlanması ve uygulanması, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 105-115,.
- H. J. Buschmann, E. J. Schollmeyer, D. Knittel., (2002). Textile materials with fixed cyclodextrins as a fragrance depot. *Perfumer & flavorist*, 27, 36.
- Harrington, J.C., Morris, E.R. (2009). Conformational ordering and gelation of gelatin in mixtures with soluble polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 23(2), 327-336.
- Haslam, E. (1996). Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *Journal of Natural Products*, 59(2), 205-215.
- Holme, I. (2003). Versatile technology comes of age. *International Dyer*, August, 9- 13.
- Huang, Y.I., Cheng, Y.H., Yu, C.C., Tsai, T.R., Cham, T.M. (2007). Microencapsulation of extract containing shikonin using gelatin-acacia coacervation method: A formaldehyde-free approach. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 58(2), 290-297.
- Hunt, E.J., Lester, C.E., Lester, E.A., Tackett, R.L. (2001). Effect of St. John's wort on free radical production. *Life sciences*, 69(2), 181-190.
- I. M. Martins Rodrigues SN, Barreiro F, Rodrigues AE.. (2009). Microencapsulation of thyme oil by coacervation. *J Microencapsul*, 26, 667.
- J. C. Soper, Young D. Kim, Margaret T. Thomas., (2002). Method of encapsulating flavors and fragrances by controlled water transport into Microcapsules. EP1194225,.
- J. SOPER, C. Method of encapsulating food or flavor particles using warm water fish gelatin, and capsules produced therefrom. WO/1996/020612, 1996.
- Johnson, R.M., Richard, R. (2003). Partial-thickness burns: identification and management. *Advances in Skin & Wound Care*, 16(4), 178-187.
- K. Bouchemal, Briançon S, Perrier E, Fessi H, Bonnet I, Zydowicz N.. (2004). Synthesis and characterization of polyurethane and poly(ether urethane) nanocapsules using a new technique of interfacial polycondensation combined to spontaneous emulsification. *International Journal of Pharmaceutics*, 269, 89.
- K. G. H. Desai and H. J. Park. (2005). Recent developments in microencapsulation of food ingredients. *Drying Technology*, 23, 1361.

- K. Hirech, Payan S, Carnelle G, Brujes L, Legrand J. (2003). Microencapsulation of an insecticide by interfacial polymerisation. *Powder Technology*, 130, 324.
- Kaehler, S.T., Sinner, C., Chatterjee, S.S., Philippu, A. (1999). Hyperforin enhances the extracellular concentrations of catecholamines, serotonin and glutamate in the rat locus coeruleus. *Neuroscience Letters*, 262(3), 199-202.
- Karamanoğlu, K. (1974). *Türkiye’de Doğal Olarak Yetişen Bitkilerin Sinonimleriyle Birlikte Yetiştigi Yerler ve Genel Yayılma Alanları*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Cilt 1, Ankara.
- Kaş, S.H. (2002). İlaç taşıyıcı partiküler sistemler, A. Z. Gürsoy, (Ed.), Kontrollü salım sistemleri içinde (65-99). İstanbul; *Kontrollü Salım Sistemleri Derneği Yayınları*, No:1.
- Kong, X.Z., Gu, X., Zhu, X., Zhang, Z. (2009). Spreadable dispersion of insect sex pheromone capsules, preparation via complex coacervation and release control of the encapsulated pheromone component molecule. *Biomedical microdevices*, 11(1), 275-285.
- L. Sanchez-Silva, Paula Sánchez, Antonio de Lucas, Manuel Carmona, (2007). Microencapsulation of PCMs with a polystyrene shell. *Colloid & Polymer Science*, 285, 1377.
- Lee, H.Y., Lee, S.J., Cheong, I.W., Kim, J.H., (2002), Microencapsulation of fragrant oil via in situ polymerization: effects of pH and melamine-formaldehyde molar ratio, *Journal of Microencapsulation*, 19(5), 559-569.
- Liu, S., Low, N. H., & Nickerson, M. T. (2010). Entrapment of flax seed oil within gelatin-gum arabic capsules. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87(7), 809-815.
- Lykke, M., Mistry, K.K., Simonsen, O. ve Symes, K.C., (2001). USP 6,225,372.
- M. R. Juliá Ferres, et al. Procedimiento para la preparación de cápsulas y encapsulación de sustancias. ES 2112150 B1, 1999.
- M. Takasu and H. Kawaguchi. "Preparation of colored latex with polyurea shell by miniemulsion polymerization". *Colloid and Polymer Science* 2005, 283, 805.
- Mathiowitz, E., Chickering, D., Jong, Y.S. ve Jacop, J.S. (2000). USP 6,143,211.
- Mennini, T., Gobbi, M. (2004). The antidepressant mechanism of *Hypericum perforatum*. *Life sciences*, 75(9), 1021-1027.
- Meral, G. E., Karabay, N.U. (2002). In vitro antibacterial activities of three *Hypericum* species from West Anatolia. *Turk Electro J Biotech*, 6-10.
- Miller N.J., Rainone E.E., Dyer M.C., González M.L., Mathe T.N., (2011), Tick Bite Protection with Permethrin-Treated Summer-Weight Clothing, *Journal of Medical Entomology*, 48(2):327-333.

- Monographs, E.S.C.O.P. (2003). European Scientific Cooperative On Phytotherapy. United Kingdom: ESCOP.
- Neary, J.T., Bu, Y. (1999). Hypericum LI 160 inhibits uptake of serotonin and norepinephrine in astrocytes. *Brain research*, 816(2), 358-363.
- Nelson, G. (2002). Application of microencapsulation in textiles. *International Journal of Pharmaceutics*, 242 (1-2) 55-62.
- O. Lapidus, et al. Textile or clothing article, toiletries or body care product, bearing microcapsules, and methods for making the same WO/2000/005446, 2000.
- Övez, B., & Yüksel, M. (2002). Parfümlerin çapraz bağlı mikrokapsüllerden yavaş salgılanmaları. *Ekoloji Issue*, 10(43), 26-29.
- P. S. Pal, Banerjee, R. S. (2002). Microencapsulation of bovine serum albumin by solvent evaporation and in situ polymerization techniques. *Journal of the Indian Chemical Society*, 79, 455.
- Papp, A., Kiraly, K., Härmä, M., Lahtinen, T., Uusaro, A., Alhava, E. (2004). The progression of burn depth in experimental burns: a histological and methodological study. *Burns*, 30(7), 684-690.
- R. Arshady. "Microspheres and microcapsules: a survey of manufacturing techniques. I: Suspension cross-linking". *Polymer engineering and science* 1989, 29, 1746.
- R. G. Gupta and B. C. Rao. Microencapsulation of Vitamin-B12 by Emulsion Technique. *Drug Development and Industrial Pharmacy* 1985, 11, 41.
- Rodrigues, S.N., Fernandes, I., Martins, I.M., Mata, V.G., Barreiro, F., Rodrigues, A.E., (2008), Microencapsulation of limonene for textile application, *Indian Engineering Chemistry Research*, 47, 4142-4147.
- S. I. Ali, Johan P. A. Heuts, Brian S. Hawsett, Alex M. van Herk (2009). "Polymer Encapsulated Gibbsite Nanoparticles: Efficient Preparation of Anisotropic Composite Latex Particles by RAFT-Based Starved Feed Emulsion Polymerization". *Langmuir*, 25, 10523.
- S. Nakhare and S. P. Vyas,. (1996). Preparation and characterization of multiple emulsion based systems for controlled diclofenac sodium release. *J. Microencapsul*, 13, 281.
- Sakar, M.K., & Tamer, A.Ü. (1990). Antimicrobial activity of different extracts from some Hypericum species. *Fitoterapia*, 61(5), 464-466.
- Sakar, M.K., Tamer, A. U., Tokur, S. (1988). Antimicrobial activities of some Hypericum species growing in Turkey. *Fitoterapia*, 1, 49-52.
- Sathianarayanan M. P., Chaudhari B. M., Bhat N. V., (2011), Development of durable antibacterial agent from ban-ajwain seed (*Thymus Serpyllum*) for cotton fabric, *Indian Journal of Fibre Textile Research*, 36, 234-241.

- Schempp, C.M., Pelz, K., Wittmer, A., Schöpf, E., Simon, J.C. (1999). Antibacterial activity of hyperforin from St John's wort, against multiresistant *Staphylococcus aureus* and gram-positive bacteria. *The Lancet*, 353(9170), 2129.
- Siddiqui, M.O.R., Sun, D., (2014), Computational analysis of effective thermal conductivity of microencapsulated phase change material coated composite fabrics, *Journal of Composite Materials*, 49(19) 2337-2348.
- Singer, A., Wonnemann, M., Müller, W.E. (1999). Hyperforin, a Major Antidepressant Constituent of St. John's Wort, Inhibits Serotonin Uptake by Elevating Free Intracellular Na^+ . *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*, 290(3), 1363-1368.
- Suzuki, O., Katsumata, Y., Oya, M., Chari, V.M., Vermes, B., Wagner, H., Hostettmann, K. (1981). Inhibition of type A and type B monoamine oxidases by naturally occurring xanthenes. *Planta medica*, 42(05), 17-21.
- Şahin, İ. (2002). *Doğal Bitki Ekstraktlı Antimikrobiyal-Aktif Kağıt Ambalajlar*. Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gebze.
- T. Ouchi, Megumi Toyohara, Mitsuhiro Sasakawa, Hidetoshi Arimura,. (2004). Preparation of poly[DL-lactide-co-glycolide]-based microspheres containing protein by use of amphiphilic diblock copolymers of depsipeptide and lactide having ionic pendant groups as biodegradable surfactants by W/O/W emulsion method. *Polymer*, 45, 1583.
- Teixeira, C.S.N.R., Martins, I.M.D., Mata, V.L.G., Barreiro, M.F.F., Rodrigues, A.E., (2011), Characterization and evaluation of commercial fragrance microcapsules for textile application, *The Journal of The Textile Institute*, 103 (3), 269-282.
- Thies, C. (1996). A survey of microencapsulation processes. *Drugs and the pharmaceutical sciences*, 73, 1-19.
- Thilavagathi G., Kannaian T., (2010), Combined antimicrobial and aroma finishing treatment for cotton using microencapsulated geranium (*pelargonium gravolens*) leaves extract, *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 1(3), 348-352.
- Toker, Z. (2002). *Bazı Hypericum türlerinin uçucu yağ bileşenleri ve bu yağların antimikrobiyal aktiviteleri*. Doktora tezi, Dicle Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Tözüm, M. S., Demirbağ, S., & Alayaksoy, S. (2011). Isı depolayan mikrokapsül uygulanan kumaşlarının ısı düzenleme özelliklerinin araştırılması. (Cilt: 18), 84.
- Vahabzadeh, F., Najafi, A. (2004). Microencapsulation Of Orange Oil By Complex Coacervation And Its Release Behavior (Research Note). *International Journal of Engineering-Transactions B: Applications*, 17(4), 333.
- Vijayalakshmi D., Ramachandran T., (2012), "Isolates application of multifunctional finishes on denim garments", *Daffodil International University Journal of Science and Technology*, 7(1).

- Voss, A., Verweij, P.E. (1999). Antibacterial activity of hyperforin from St John's wort. *The Lancet*, 354(9180), 777.
- Xing, F., Cheng, G., Yang, B., Ma, L. (2004). Microencapsulation of capsaicin by the complex coacervation of gelatin, acacia and tannins. *Journal of Applied Polymer Science*, 91(4), 2669-2675.
- Yeo, Y., Bellas, E., Firestone, W., Langer, R., Kohane, D.S. (2005). Complex coacervates for thermally sensitive controlled release of flavor compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7518-7525.
- Zhou, Y., Yan, Y., Du, Y., Chen, J., Hou, X., Meng, J., (2013), Preparation and application of melamine-formaldehyde photochromic microcapsules, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 188, 502-512.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Muhammed BARUT
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 23.09.1987, Kulp
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (507) 925 09 48
Faks :
e-posta : muhammedbarut@windowslive.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KSÜ /Tekstil Müh. Bölümü	2010
Lise	Malatya Turgut Özal Anadolu Lisesi	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2009-2009	EminTekstil	İşletme Mühendisi
2009-2010	Aral Tekstil	İşletme Şefi
2010-2012	Arsan Dokuma	İşletme Mühendisi
2012-2018	ACN Kimya	Müşteri Temsilcisi
2018-Halen	Molcem Nano Kimya	Pazarlama Müdürü

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- 1.
- 2.

Hobiler

Mühendislik bilimleri, Basketbol, Yüzme, Futbol, Masa tenisi, Kitap okuma