



Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

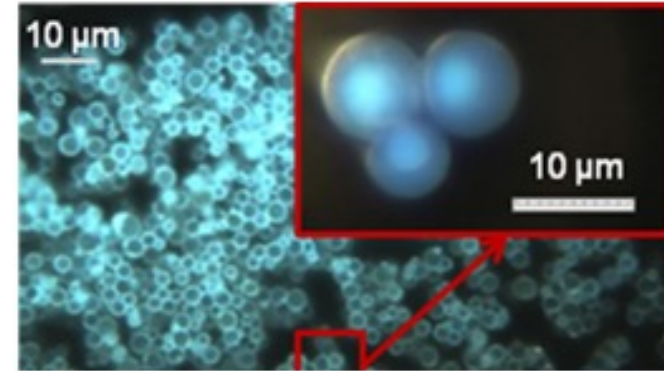
BUTEXCOMP

“Kompozit Malzeme ve Teknik Tekstil Prototip Üretim ve Uygulama Merkezi” Teknik Destek Projesi

TEKSTİLLER İÇİN MİKROKAPSÜLASYON

PROF. DR. DİLEK KUT

13 TEMMUZ 2023



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIğI



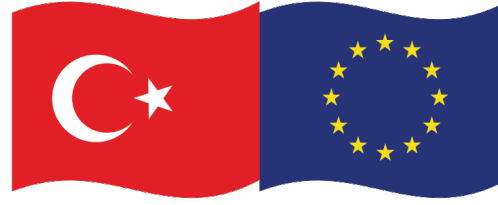
BTSO
BURSA TİCARET VE SANAYİ ODASI



BUTEKOM
Bursa Teknoloji Koordinasyon ve Ar-Ge Merkezi



REKABETÇİ
SEKTÖRLER
PROGRAMI

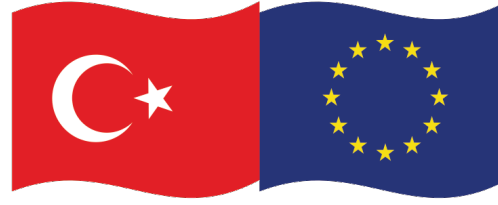


Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

İÇERİK

- 1.Mikrokapsülasyon Tanımı ve Kavramlar
- 2.Mikrokapsülasyon Mekanizmaları
- 3.Mikrokapsül Elde Etme Yöntemleri
- 4.Tekstil Alanında Mikrokapsül Uygulama Örnekleri

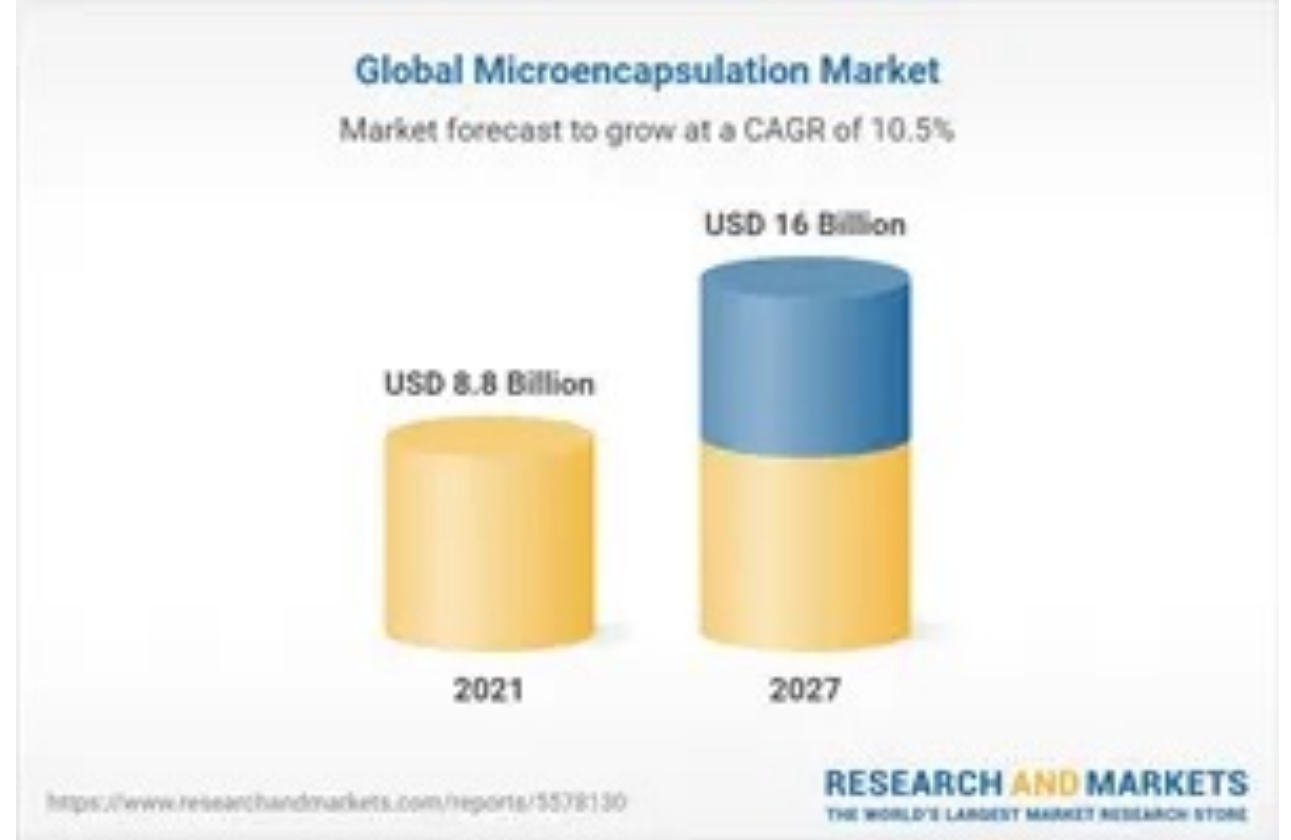


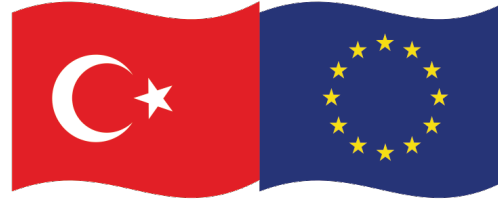


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Global Mikro kapsül Pazarı; 2021 yılında 8.8 Milyar dolar hacme sahipken 2027 yılında 16 Milyar dolara çıkması beklenmektedir.

İlaç sektörü, Kimya sektörü, Gıda ve Tekstil sektöründe mikro kapsül kullanımına olan talep, bu artışı desteklemektedir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

MİKROKAPSÜLLER'İN DAĞILIMI

Çekirdek Formuna Göre Dağılımı:

Katı
Sıvı
Gaz

Kaplama Malzemesine Göre Dağılımı:

Karbonhidratlar
Zamklar ve Reçineler
Lipitler
Polimerler
proteinler

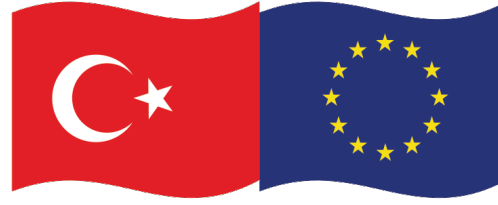
Üretim Teknolojisine Göre Dağılımı:

Püskürtme Teknolojisi
Damlama Teknolojisi
Emülsiyon Teknolojisi
Kaplama Teknolojisi
Diğerleri

Uygulamaya Göre Dağılımı:

İlaç ve Sağlık
Ev ve Kişisel Bakım
Yiyecek ve içecekler
Zirai kimyasallar
Yapı
Tekstil
Diğerleri

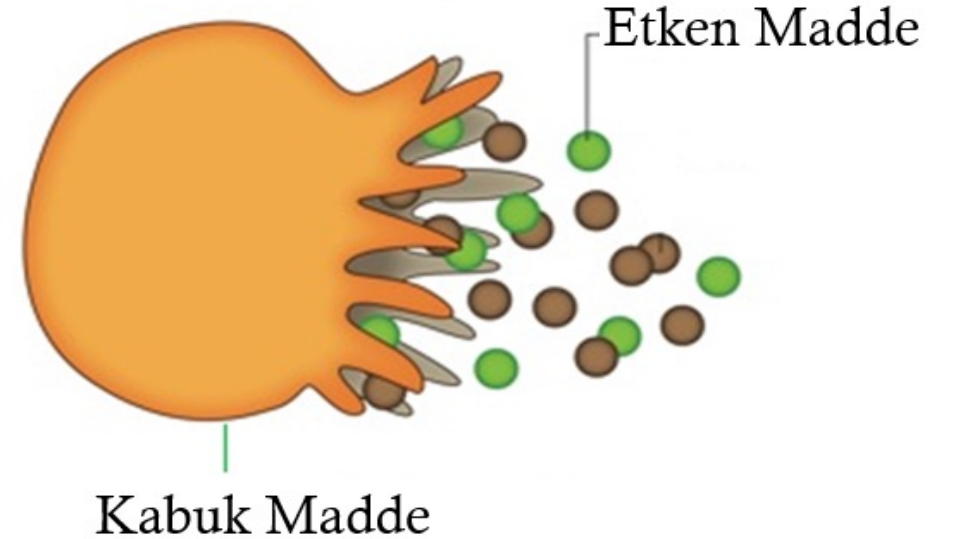


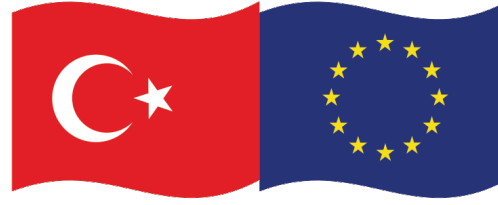


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Mikrokapsülasyon; çeşitli kimyasalların sıvı, gaz veya katı halde uygun bir kabuk içerisinde hapsedilmesidir.

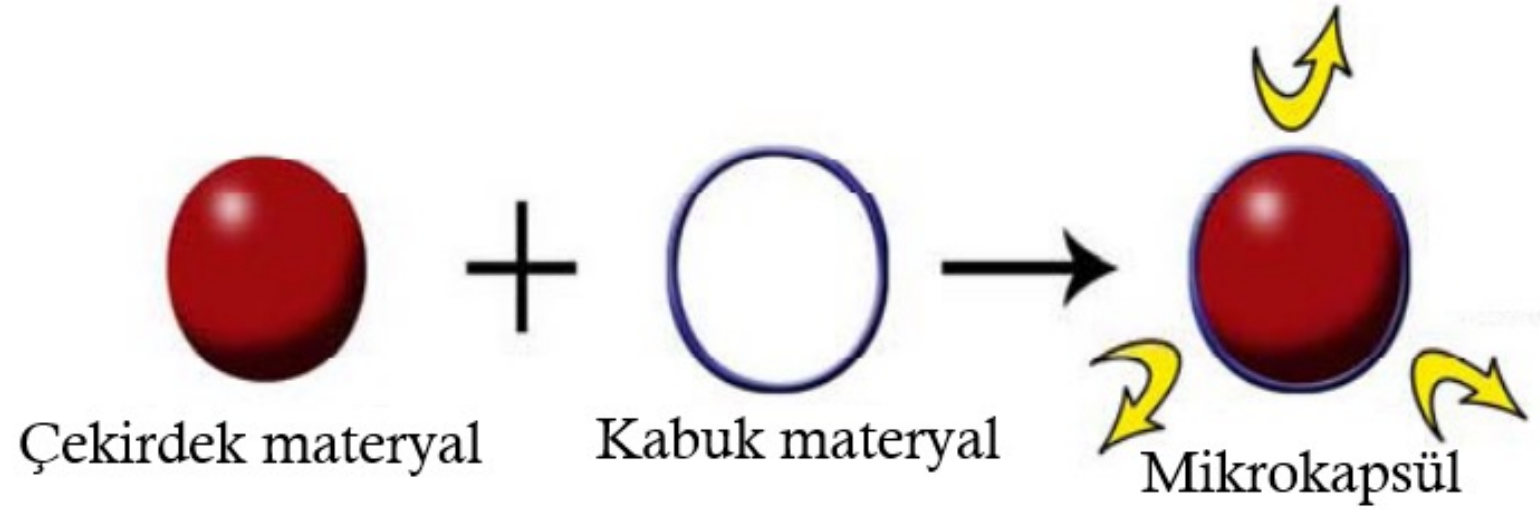
Kapsüllenen maddeye çekirdek, kaplama maddesine de ceper, kabuk veya duvar materyali denir.

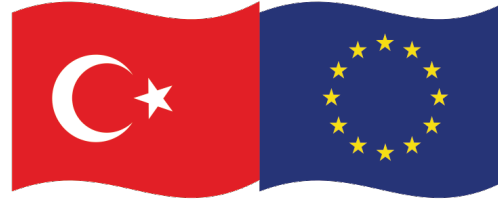




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Basit bir mikrokapsül yapısı;



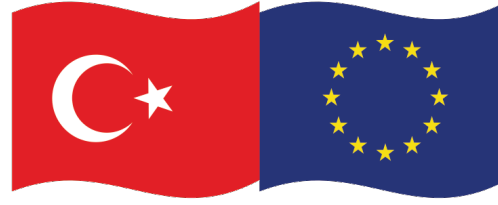


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

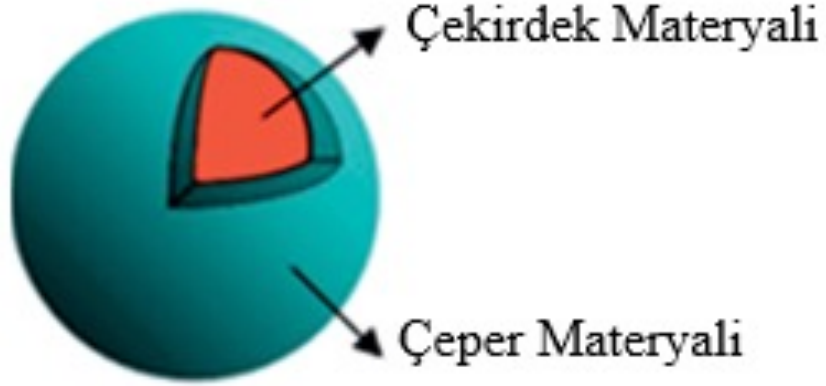
Mikrokapsül Eldesinde Kullanılan Polimerler

Mikrokapsül elde edilmesinde çeşitli etken maddeleri bir kabuk içine hapsetmek için birçok kabuk malzeme kullanılmaktadır. Kullanılan bu kabuk malzemelerin polimerleri sentetik ve doğal polimerler olmak üzere iki grupta sınıflandırılabilir. Doğal polimerler, kararlılıkları ve büyüklük dağılımlarının kontrol edilebilir olmasından dolayı tercih edilirler. Sentetik polimerler ise, istenilen koşullara göre hazırlanabilmeleri, hazırlanma ve saklanma süreleri boyunca dayanıklı olmaları ve yüksek saflıkta üretilebildiklerinden dolayı tercih edilirler.





Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

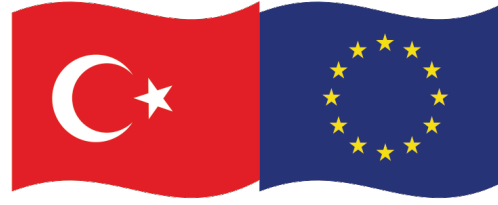


Çekirdek Materyali; Farklı farmakolojik gruplara ait etken maddeler, proteinler, enzimler, hormonlar, bakteriler, antikorlar, hücreler, insektisitler, boyalar, esanslar, pigmentler, polielektrolitler, tarım kimyasalları, besin maddeleri, vitaminler ve fotoğrafçılık maddeleri kapsüllenebilmektedir.

Çeper Materyali:

Doğal Polimerler; Kitin ve kitosan, aljinat, dekstran, Seluloz, Nişasta, Jelatin, arap zankı, agar, pektin, kazein

Sentetik Polimerler; Polilaktik asit, poliglikolik asit, poliaminoasitler, Polikaprolaktan, vinil türevleri, polikarbonat, akrilik polimerler, poliamidler, poliüretanlar, polianhidritler, selüloz türevleri



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

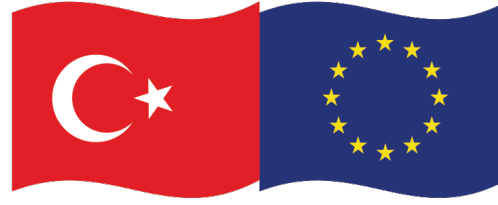
MİKROKAPSÜL MORFOLOJİSİ



Mikrokapsül Morfolojisi;

1. Mononükleer mikrokapsüller, kapsül içinde tek bir içi boş hazneye sahiptir.
2. Polinükleer mikrokapsüller, kabuk içinde birkaç farklı boyutta hazneye sahiptir.
3. Matris tipi mikrokapsüller, etken madde, kabuk malzemesinin matrisine gömülü haldedir.

Kaynak: Journal of Textiles, Coloration and Polymer Sciences, 2022.

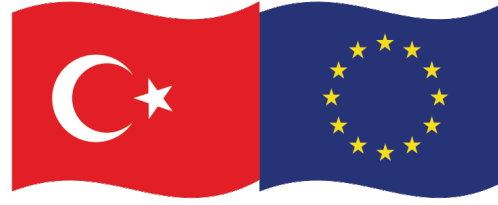


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Mikrokapsüller Sayesinde;

Çekirdek materyalin reaktif, korozif ve zararlı çevreden korunabilmesi,
Daha iyi işlenebilirlik kazandırma (çözünürlüğün, akışkanlığın artması v.b.),
Raf ömrünün arttırılması,
Tehlikeli ve toksik materyallerin güvenli bir şekilde taşınabilmesi (sıvı
maddeler katı halde taşınabilmekte),
Enzim ve mikroorganizma immobilizasyonunun gerçekleştirilebilmesi,
Tat ve kokuların gizlenebilmesi,
Salımın kontrol altında tutulabilmesi





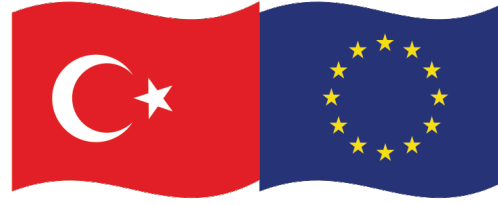
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Ancak;

- Tüm çekirdek materyallere uygulanabilecek tek bir mikrokapsülasyon işlemi olmaması
- Tekrarlanabilirlik sorunları
- Ekonomik sınırlamalar

mikrokapsülleme tekniğinin dezavantajlarını oluşturmaktadır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

TARİHÇE

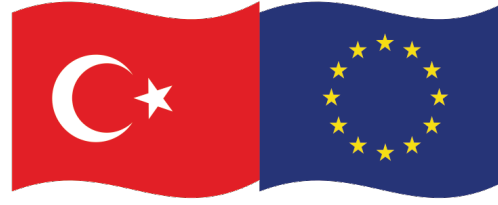
1927'e kadar; sprey kurutma yöntemi kullanılarak esansiyal yağ-arap zamkı mikrokapsül formunda üretilmesi

1950'li yıllar karbonsuz kopya kağıdı üretilmesi

1990'lı yılların başında tekstil sanayinde laboratuvar ölçeğinde denemelere başlanması

21.YY da tekstil alanında fonksiyonel tekstiller üretebilmek amacıyla mikrokapsül eldesi ve kullanımının yaygınlaşması





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir



MIKROKAPSÜLLERLE SAĞLANAN FONKSİYONEL ETKİLER

Renk Değiştiren Tekstiller
Termokromik, Fotokromik, Elektrokromik Boyalar

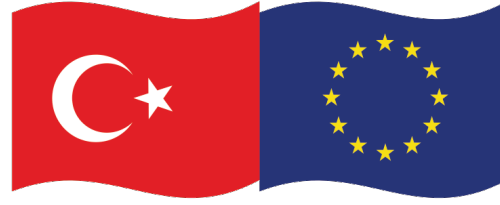
Isı Kontrollu Tekstiller
Faz değiştiren malzemeler, Foto-termal Enerji Dönüşüm Malzemeleri

Teknik Tekstiller
Süper Hidrofobik, Ses Emici, Biyosensör özellikli, FR Özellikli, UV Korumalı, Antimikrobiyal, Böcek kovucu-öldürücü, Çok Fonksiyonlu

Medikal Tekstiller
Antibiyotikler, Dezenfektanlar, Yara İyileştirici Maddeler

Kozmetik Tekstiller
Uçucu Yağlar, Vitaminler, Nemlendirici Maddeler

Kokulu Tekstiller
Uçucu Yağlar, Parfümler, Aromalar

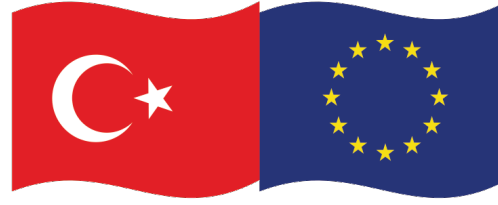


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir



MİKROKAPSÜL ÜRETİM YÖNTEMLERİ





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

TEKSTİL MATERYALLERİNİN FONKSİYONELLEŞTİRİLMESİNDE KULLANILAN MİKROKAPSÜL ELDE ETME YÖNTEMLERİ

KİMYASAL

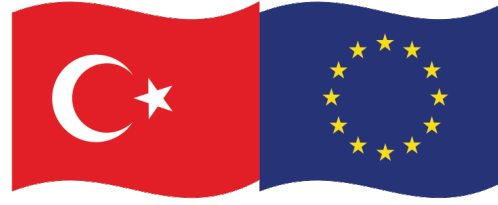
1. İn-Situ Polimerizasyon
2. Ara Yüzey Polimerizasyonu
3. Süperkritik Akışkan

FİZİKO-KİMYASAL

1. Basit Koaservasyon
2. Kompleks Koaservasyon
3. Moleküler İnküzyon

FİZİKSEL

1. Püskürterek Kurutma
2. Çözgen Buharlaştırma
3. Ekstrüzyon
4. Santrifüj
5. Akışkan Yatak
6. Elektro-püskürtme



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

KİMYASAL MİKROKAPSÜLLEME YÖNTEMLERİ;

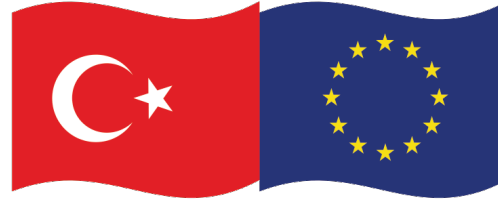
Monomerlerin, katı ve dayanıklı bir polimer duvarı oluşturabilmesi için emülsiyeye haldeki çekirdek damlacıkları etrafında polimerizasyonuna dayanmaktadır. Tekstilde kullanılan kimyasal mikrokapsülleme yöntemlerinin araştırma örnekleri;

Aminoaldehit reçinelerinin in-situ polimerizasyonu yöntemi ile aromatik koku içeren fonksiyonel tekstillerin eldesi, PCM'lerin kapsüllenmesi ile termal koruyucu giysi eldesi, fotokromik kumaş eldesi, antimikrobiyal tekstil eldesi

Poliüre veya poliüretan kabuk malzemeler ile ara yüzey polimerizasyonu yolu ile kokulu veya parfümlü tekstillerin üretilmesi

Fotopolimerizasyon yönteminin laboratuvar ölçeğinde denemeleri

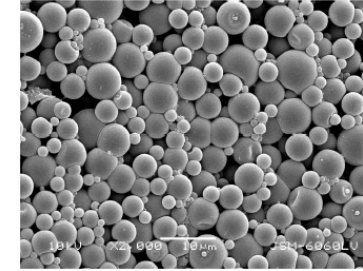




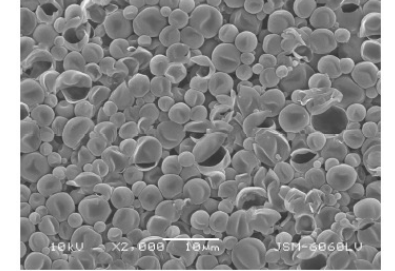
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1. İn-situ Polimerizasyon

İn-situ polimerizasyonu yönteminde çekirdek materyalinin olduğu fazda hiçbir reaktif madde bulunmamaktadır. Polimerizasyon sadece sürekli fazda ve dispers çekirdek materyali ile sürekli fazın oluşturduğu arayüzeyin devamlı faz kısmında gerçekleşir. Düşük moleküler ağırlıklı ön polimerin polimerleşmesiyle boyutu büyümekte ve sürekli fazdan dispers çekirdek materyalin üzerine çökmekte ve böylece mikrokapsülasyon gerçekleşmektedir.



(a)



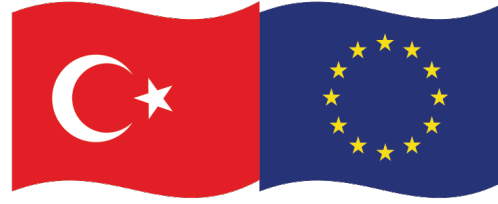
(b)

Çekirdek yapı: citronella yağı

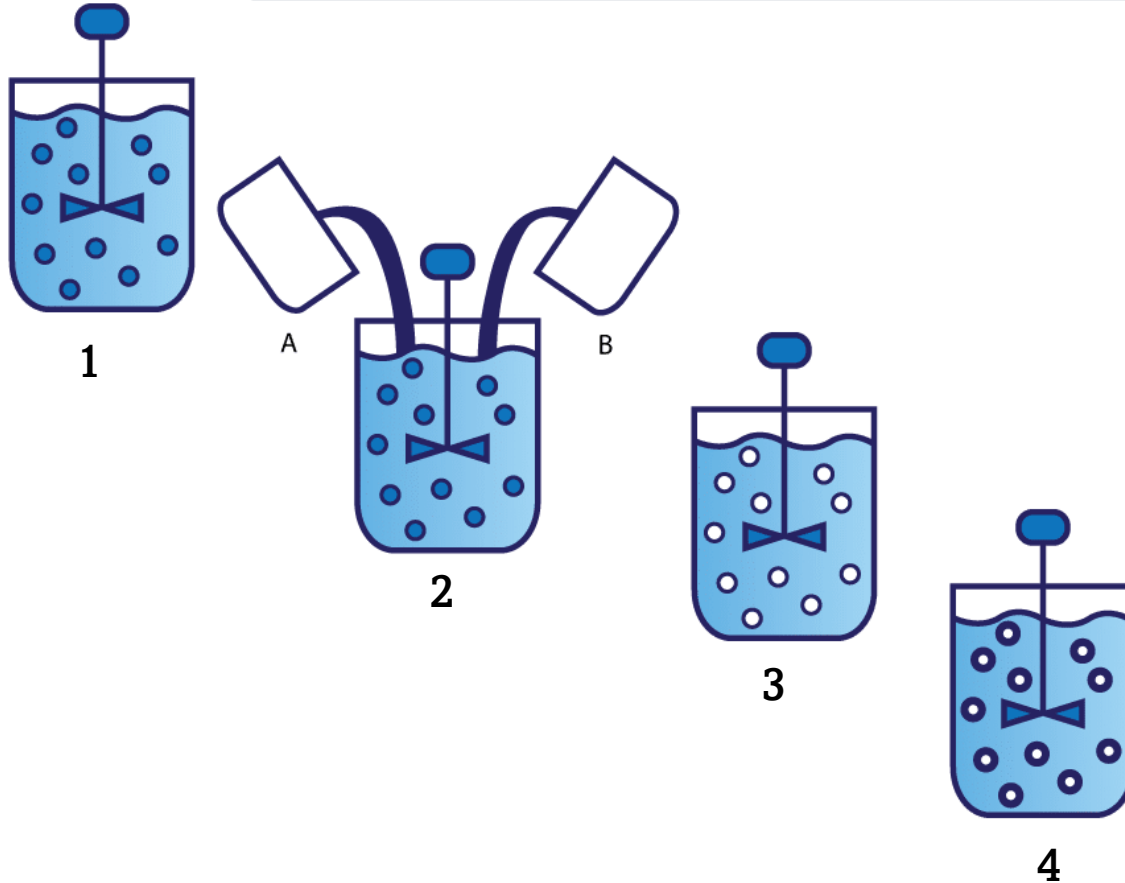
Kabuk malzeme: Melamin Formaldehit

İn-situ polimerizasyon yöntemi ile oluşturulan mikrokapsüller (a) bozunmamış mikrokapsül yapısı, (b) basınç etkisi ile aktive olan ve çekirdekteki etken maddenin bir kısmının açığa çıktığı mikrokapsül yapısı

Kaynak: Bojana Boh Podgornik&Co; Coatings, 2021.

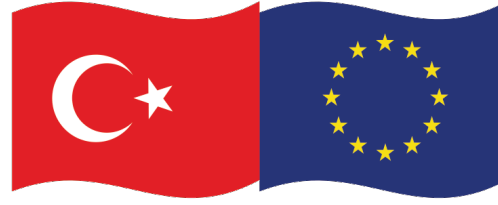


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

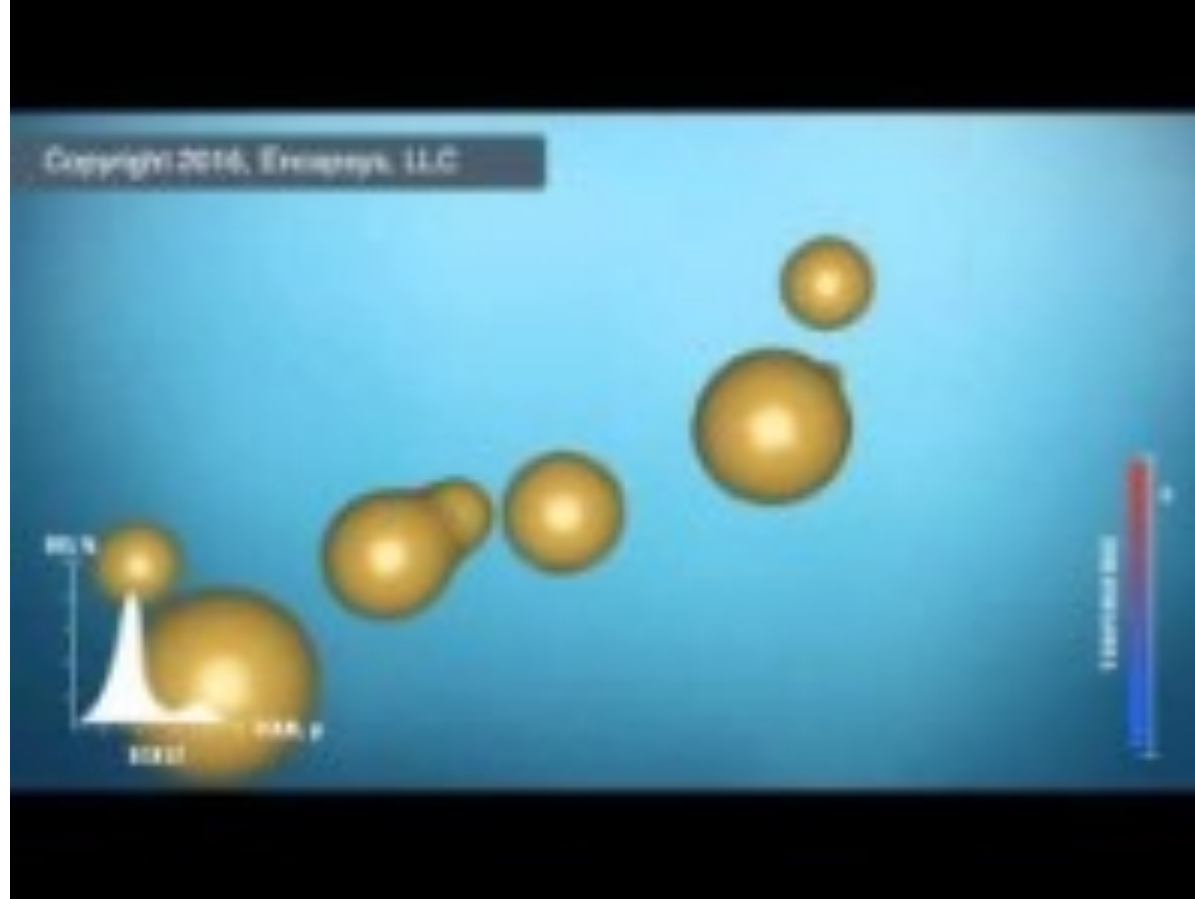


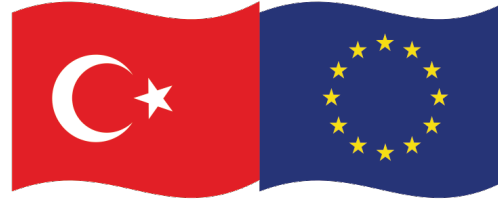
- Elde edilen kapsüllerin boyutu 1 ila 100 μ çapında olabilmektedir. Etken madde mekanik etki ile açığa çıkmaktadır. Sert ve kimyasal olarak dirençli kapsüller elde edilebilmektedir.

Kaynak: Micro Caps Technology



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

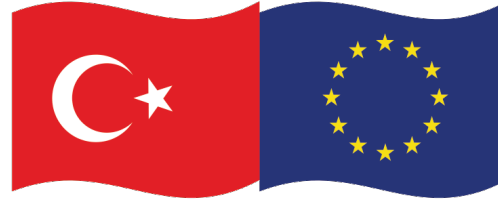




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

İn-situ polimerizasyonunda en çok kullanılan kabuk monomerler, üre-formaldehit, melamin-formaldehit ve üre-melamin-formaldehit veya resorsinol ile modifiye edilmiş melamin-formaldehit sentetik polimerleri gibi amin-aldehit bazlı (aminoplastlar) monomerlerdir. Bunlar suda çözünmeyen sıvı ve katı formda çekirdek materyallerinin mikrokapsülasyonunda kullanılır. Sentez süreçleri üre ve formaldehit veya melamin ve formaldehit gibi monomerlerden ya da kontrol edilmesi daha kolay olan kısmen metillenmiş trimetilolmelamin veya heksametoksimetilolmelamin gibi prepolimerlerden başlayabilir.

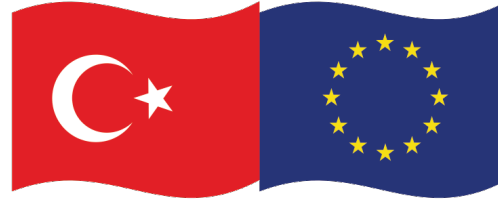




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

İşlemede, uygun bir karıştırıcı ve yüzey aktif madde ile çekirdek maddenin sulu emülsiyonu oluşturulur. Emülsiyon oluştuktan sonra ön polimer ilave edilir ve polimerizasyonun devam etmesi için pH ve sıcaklık uygun şartlara getirilir, tüm kabuk monomerleri veya prepolimerleri suda çözünür özellikte olmalıdır. Polimerizasyon başlangıçta, sürekli fazda çözünmüş halde kalan nispeten düşük moleküler ağırlıklı prepolimerler üretir, ancak prepolimerin moleküler ağırlığı arttıkça, polimerler emülsiyondaki dağılmış çekirdeklerin yüzeyinde birikir. Damlacıkların yüzeyinde polimerizasyon devam eder ve çapraz bağlanma meydana geldikçe katı bir kabuk oluşur.

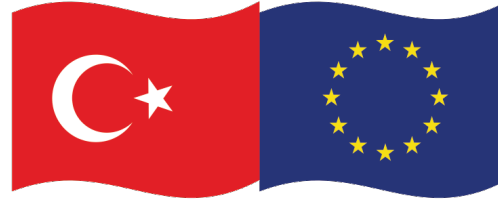




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Mikrokapsül verimliliği ve kabuk morfolojisi büyük ölçüde işlem pH'ı ve sıcaklık, amin ve aldehit tipi, molar oranı, kullanılan emülgatörün türü ve miktarı değiştirilerek kontrol edilebilir. İdeal koşullar altında, kabuk malzemesinin tamamı çökelir ve emülsiyondaki hidrofobik çekirdeklerin yüzeyleri üzerinde eşit olarak dağılır. Daha iyi proses kontrolü ve mikrokapsüllerin mekanik özelliklerini geliştirmek için, başlangıçta emülsifikasyonu iyileştirmek ve daha sonra polimerizasyonu sağlamak için stiren-maleik anhidrit polimer ve poliakrilik asit gibi emülgatörler/değiştiriciler eklenmelidir.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Aminoaldehid bazlı kabuk malzemelerin avantajları;

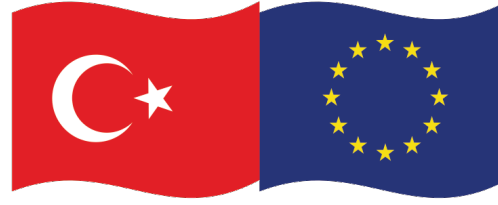
-mikrokapsüller mükemmel teknolojik özelliklere sahiptir, dayanıklıdır ve kimyasal ve fiziksel maddelere karşı dirençlidir.

Dezavantajı;

-zayıf çevresel bozunma ve formaldehit salınımı.

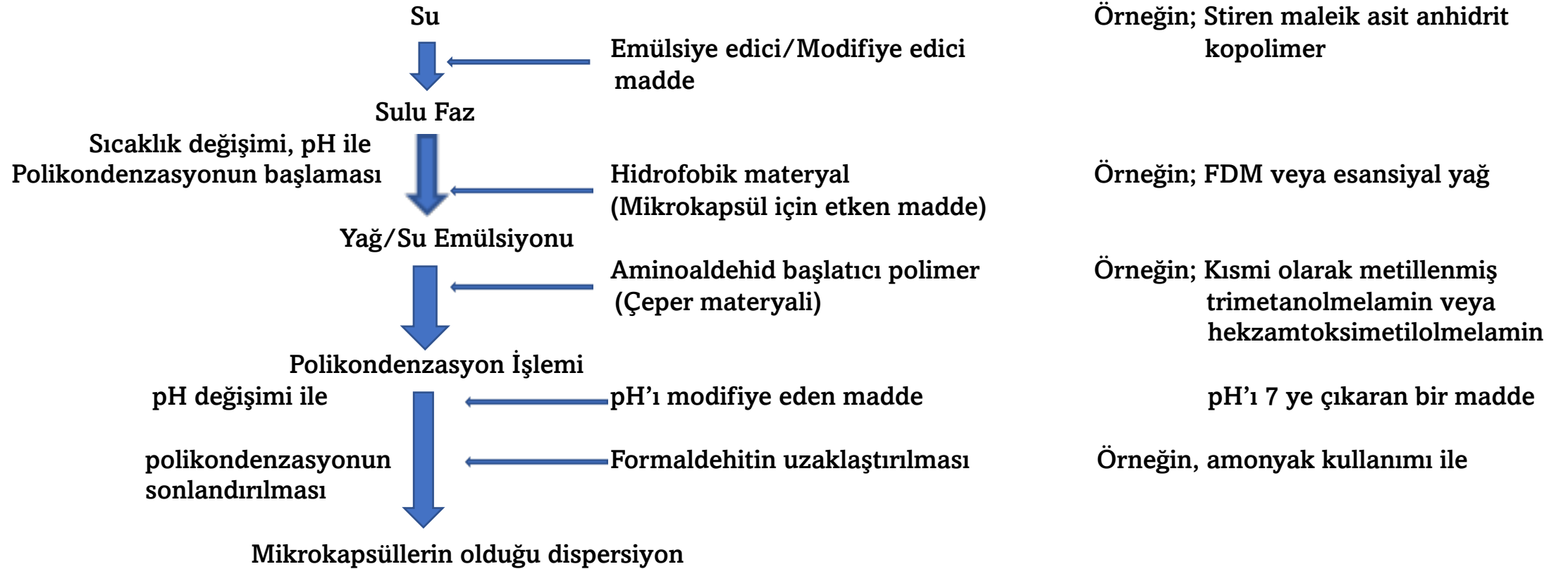
Üreformaldehit polimerlerinin hidrolitik bozunması, reçine bağlarının önemli ölçüde zayıflamasına yol açar ve formaldehit açığa çıkmasına neden olur. Özellikle tekstil ürünlerinde formaldehit içermemesi ya da çok düşük sınırlar içerisinde içermeye izin verilmesi nedeniyle bu uygulama çok etkili olamamaktadır.

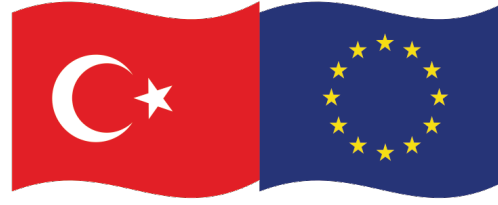




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

İn-situ polimerizasyon yöntemi ile kapsül eldesine örnek bir akış diyagramı



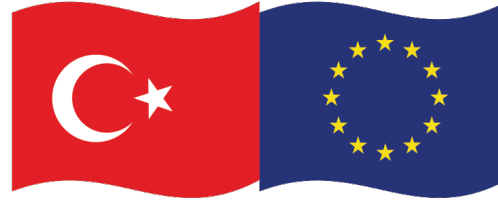


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

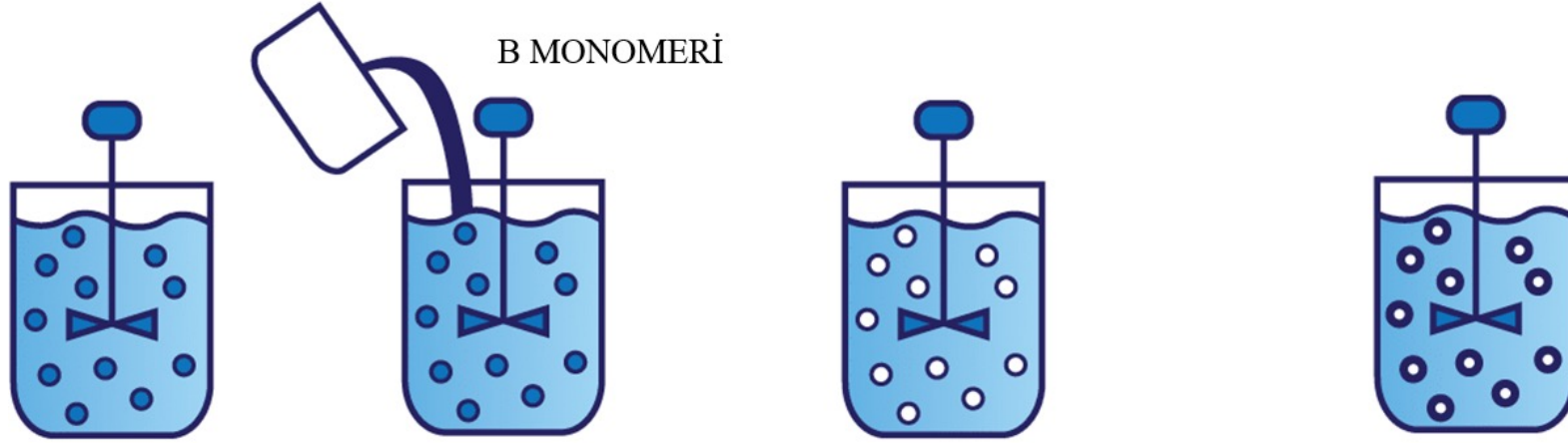
2.Ara Yüzey Polimerizasyonu

Ara yüzey polimerizasyonu birbiri ile karışmayan iki sıvı fazın ara yüzeyinde çeşitli monomerlerin birbiri ile reaksiyona girerek dispers fazı hapsedecek şekilde film oluşturmaktadır. Genellikle iki reaktif monomer bulunmaktadır. Bunlardan biri çekirdek materyalin çözeltisini veya dispersiyonunu içeren sulu fazda çözülmüş, diğeri ise emülsiyetme adımından sonra sulu olmayan fazda çözülmektedir. Su/yağ (W/O) emülsiyonunun oluşması için uygun bir emülgatörün stabilizatör olarak ilavesi gerekmektedir. Monomerler birlikte difüze olup ara yüzeyde ince bir kaplama oluşturacak şekilde polimerleşmektedirler. Ortalama polimerizasyon derecesi monomerlerin reaktifliğine, konsantrasyonlarına, fazları oluşturan maddelere ve ortam sıcaklığına bağlıdır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

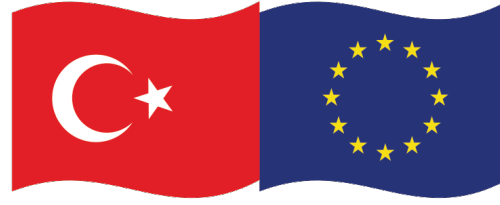


Bir karıştırma tankında A monomeri karıştırılır ve aktif bileşen su içinde kapsülendir. Elde edilen damlacıkların boyutu, karıştırıcının hızı ile düzenlenir.

B monomeri karıştırma tankına verilir.

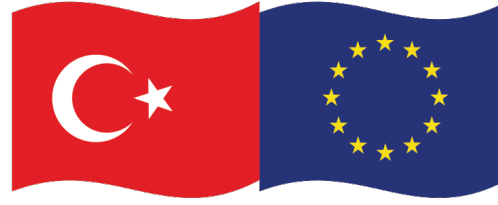
Polimerizasyon reaksiyonu, A ve B monomerleri arasında meydana gelen kimyasal bir reaksiyonla gerçekleşir. PH'deki (asitler veya bazlar eklenir) ve/veya sıcaklıktaki değişikliklerle başlatılır. Katalizörler kullanılarak hızlandırılabilir. Oluşan polimer, kapsüllenmeye yol açan damlaların etrafında biriktirilir.

Polimer yapısının stabilizasyonu, pH veya sıcaklıktaki değişikliklerle ya da çapraz bağlayıcı özellikte aditif maddelerin eklenmesiyle stabilizasyon sağlanır.



Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir



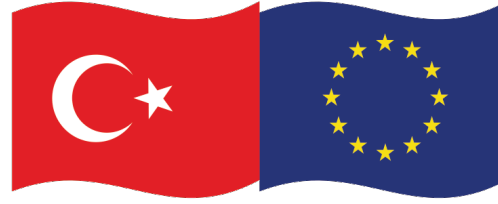


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

2.1.Emülsiyon Polimerizasyonu

Emülsiyon polimerizasyonunda, ön polimer başlangıçta sulu fazda yer alır, daha şiddetli karıştırma uygulanması sonucunda partikül büyüklüğü genellikle 100 μm 'nin altında çoğu kez de 1 μm 'nin altında yani nanometre bölgesindedir, yüzey aktif madde konsantrasyonu çok daha fazladır. Emülsiyon polimerizasyonunun; çok yüksek hızda yüksek moleküler ağırlıklı polimerizasyon olması, reaksiyonun sıcaklığının reaksiyon sırasında azalması diğer polimerizasyon yöntemlerine göre üstün taraflarıdır. Dezavantajı ise yüksek konsantrasyonda reaksiyona girmemiş monomer bulunabilir. Karıştırma hızı, mikrokapsüllerin çaplarını belirlemede en önemli etmendir.

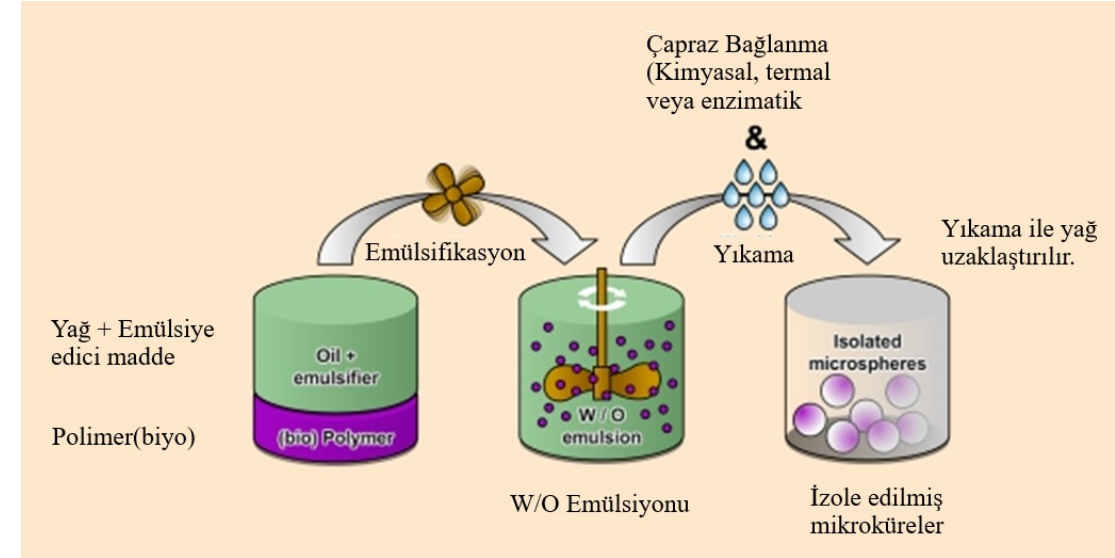


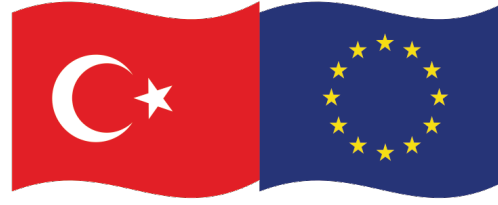


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Hidrofilik aktif bileşenler: Suda yağ emülsiyonları eğer aktif bileşen suda çözünebilir özellikte ise kullanılmaktadır. Bu durumda sulu biyopolimer çözeltisi içeren aktif bileşen bitkisel yağ veya organik çözügen gibi bir hidrofobik fazda emülsiye edilir.

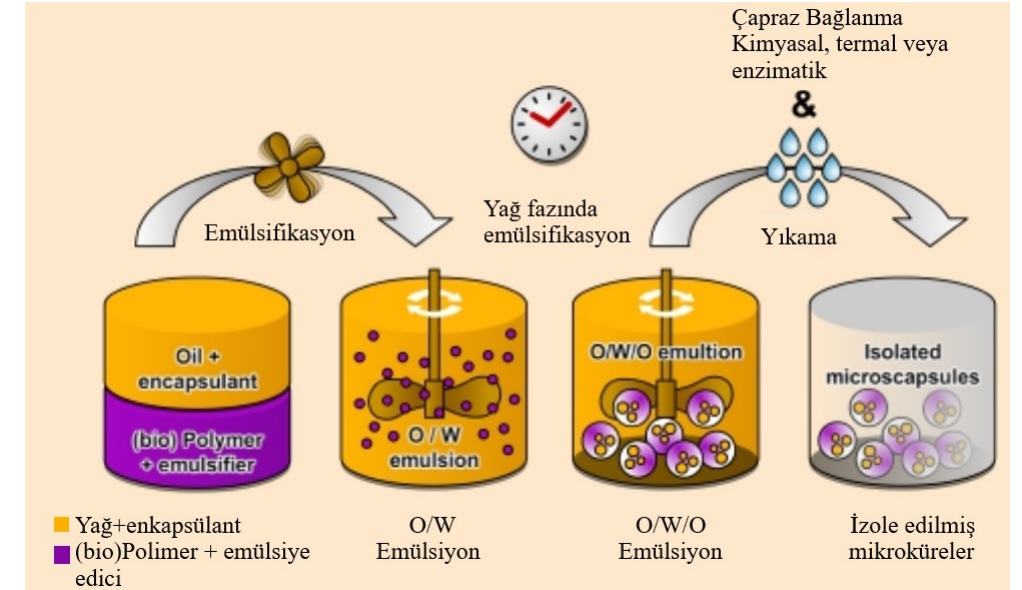
İstenen damla boyutu elde edildikten sonra matriks materyal çapraz bağ oluşumu ile stabil hale gelir. Ardından yağ fazı hekzan gibi bir çözügenle yıkama işlemi ile uzaklaştırılır, partiküller izole edilir. Partiküller bir toz elde etmek için kurutulabilir ya da çöktürülebilir.

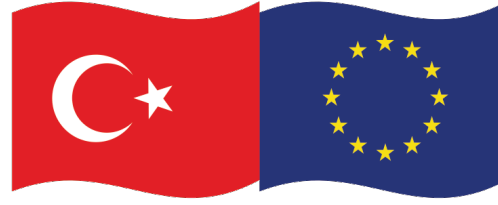




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Hidrofobik aktif bileşenler: Eğer aktif bileşen hidrofobik özellikte ise yağ-su-yağ emülsiyonları kullanılabilir. İlk olarak bir yağ fazına aktif bileşen eklenir. Bu yağ fazı, yağ-su emülsiyonu oluşturmak için sulu biyopolimer fazında emülsiye edilir. Ardından yağ-su emülsiyonu, yağ-su-yağ emülsiyonu oluşturmak için hidrofobik faza eklenir.



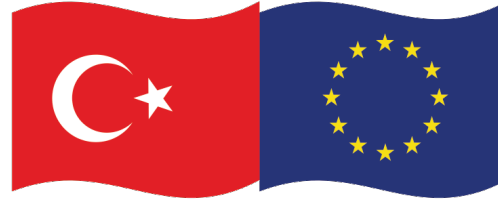


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

3.Süper kritik Akışkan ile Mikrokapsülasyon

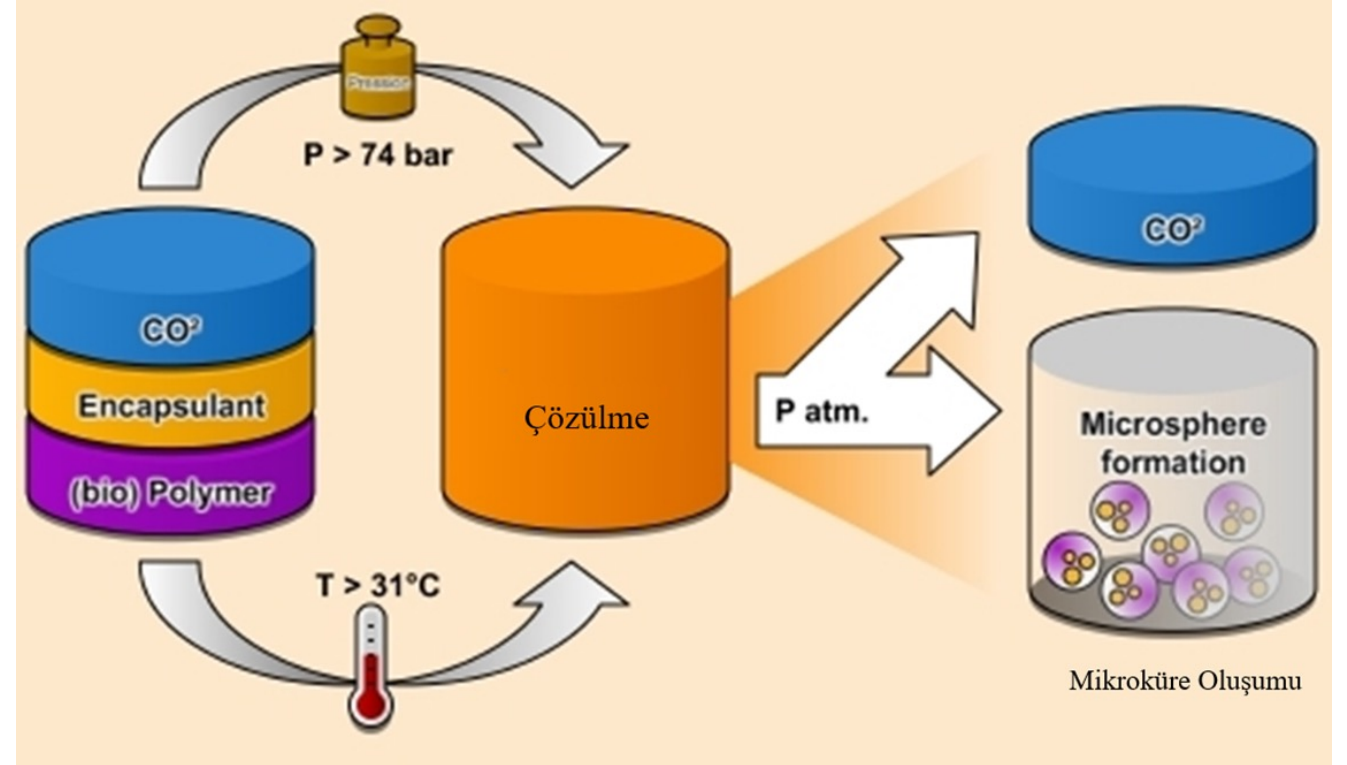
Süper kritik akışkanlar, hem sıvıların hem de gazların özelliklerini gösteren ve çok fazla sıkıştırılma yeteneğine sahip gazlardır. En çok kullanılan bileşikler CO₂, alkanlar (C₂ - C₄) ve azot oksitlerdir (N₂O). Sıcaklıkta veya basınçtaki çok küçük değişimler süper kritik akışkanların yoğunluğunda çok büyük değişikliklere yol açtığından birçok endüstri uygulamasında kullanılmaktadır. Süperkritik CO₂, toksik ve yanıcı özelliklerine rağmen, ucuz ve yüksek saflıkta elde edilebilmesinden ve düşük kritik sıcaklık değerine sahip olmasından dolayı en çok kullanılan süper kritik akışkandır.

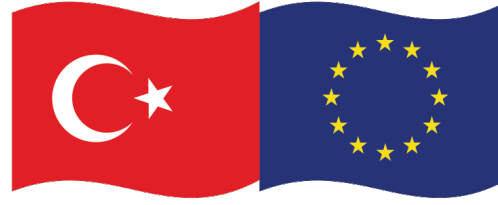




Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Pestisitler, pigmentler, ecza maddeleri, vitaminler, koku ve tat veren maddeler ve boyalar bu yöntem ile kapsüllenebilmektedir. Çözünen (akrilatlar, polietilen glikol) veya çözünmeyen (proteinler, polisakkaritler) birçok kabuk materyali kullanılmaktadır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

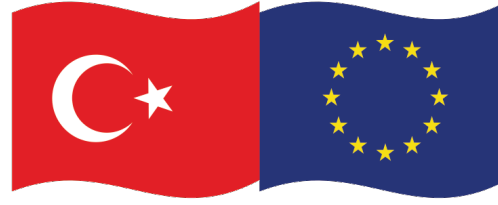
FİZİKO-KİMYASAL MİKROKAPSÜLLEME YÖNTEMLERİ

Faz ayırımı (Basit ve karmaşık koaservasyon) ve moleküler inklüzyon (siklo dekstrinlerle) yöntemlerini içermektedir.

Avantajı: Daha güvenli ve çevre dostu kabuk malzemelerin kullanılması (örneğin; kitosan, arap zımkı, jelatin-arap zımkı, ipek fibroini ve kitosan vb.)

Dezavantajı : Fiziksel etkilere karşı daha düşük dayanım.



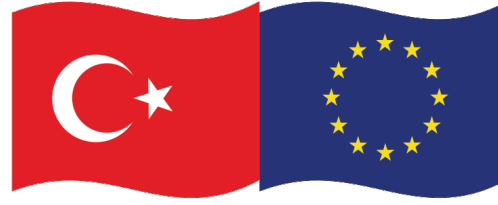


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

1.Koaservasyon Yöntemi

Koaservasyon metodunda çekirdek materyali polimer çözeltisi içerisinde dispers haline getirilmektedir. Polimer çözeltisinin çözülebilirliği; karıştırılırken sıcaklığın düşürülmesi, pH'ın değiştirilmesi, iyon gradiyentinin yaratılması vb. yöntemlerle faz ayrımı gerçekleştirilerek kabuk materyali oluşturulmaktadır. Bir çok doğal polimer bu metoda uygundur. Bu yöntem sulu ve organik faz ayrımı olmak üzere iki grup altında incelenmektedir. Sulu çözücüden faz ayrımı ise, basit ve kompleks koaservasyon olmak üzere ikiye ayrılmaktadır.



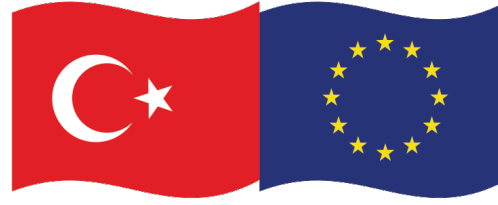


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.1.Basit Koaservasyon.

Basit koaservasyon, tuz veya alkol gibi suya ilgisi yüksek olan maddelerin eklenmesiyle gerçekleştirilir. Sıcaklık, pH, çözücü ve tuz uygun oranlarda seçilmiş ise herhangi bir sulu polimer çözeltisi basit koaservasyona uğramaktadır. Eklenen maddeler, biri kolloid damlacıklar açısından yoğun, diğeri ise seyreltik, iki fazın oluşmasına neden olmaktadır. Ayrı fazların oluşmasından dolayı polimer katılaşarak çekirdek maddenin çevresini sarmaktadır. Kullanılan polimere ve sisteme göre ilave çapraz bağlayıcılarla kabuk sertleştirilmektedir.

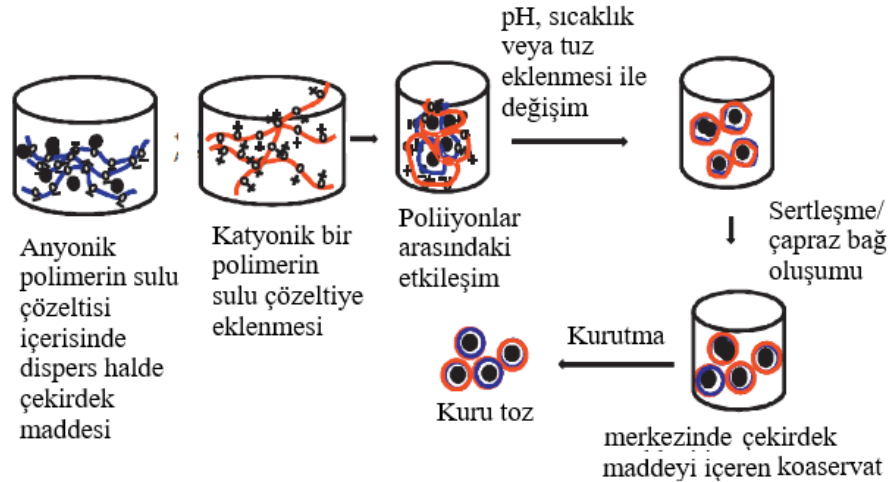




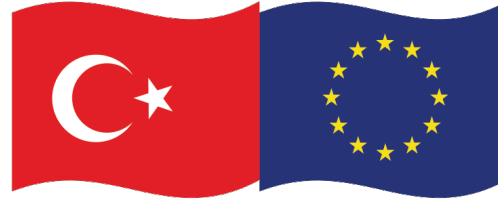
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

1.2.Kompleks Koaservasyon.

Farklı yüklere sahip iki kolloid kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Hidrofilik kolloidin sulu çözeltisi hazırlandıktan sonra ortama farklı yükteki ikinci kolloid ilave edilmektedir. İkinci kolloidin ilavesinden sonra kolloidler çekirdek madde etrafında toplanmaktadır. Böylece kompleks koaservasyona göre mikrokapsülasyon gerçekleşmektedir.



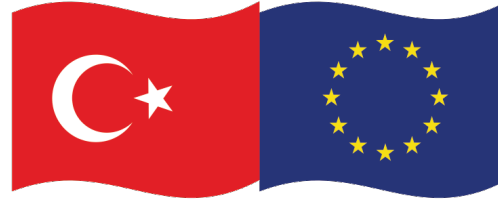
Mikrokapsüller genellikle santrifüj ya da filtrasyon yolu ile toplanmaktadır. Uygun bir çözügen ile yıkanmakta ardından kurutulmaktadır.



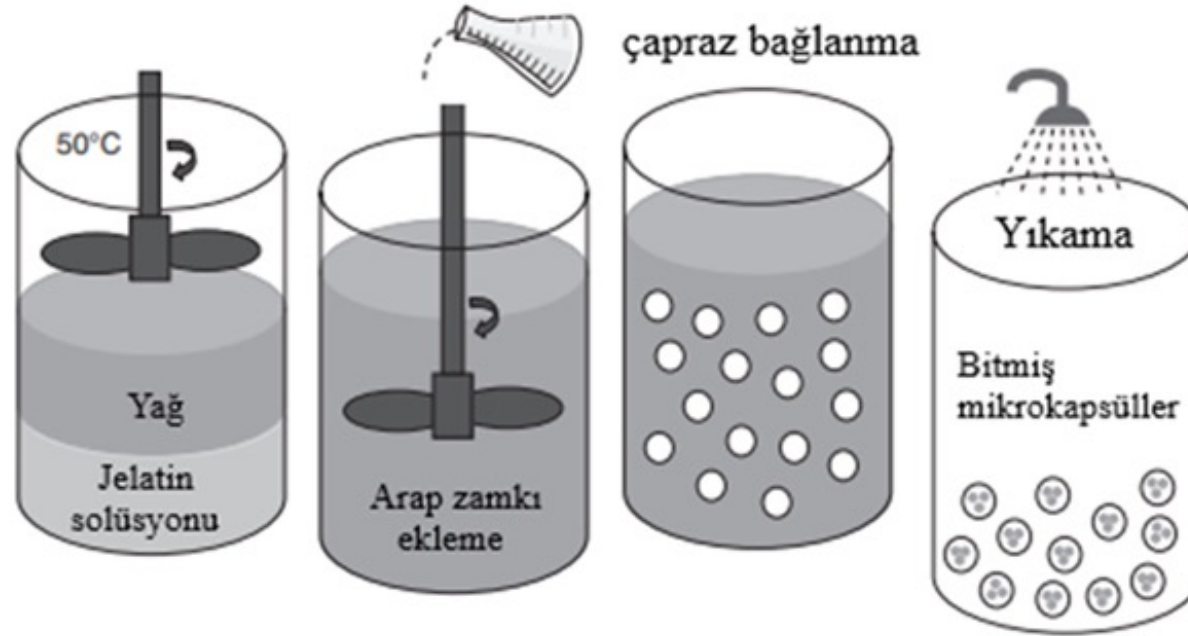
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Kompleks koaservasyon yöntemine göre çalışmalarda pH ve biyopolimer oranı

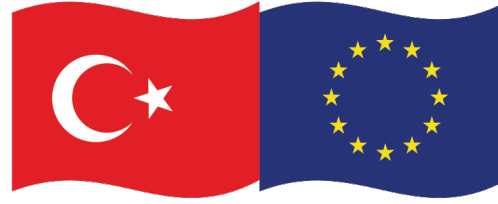
Biyopolimerler		pH Aralığı	Optimum pH	Optimum biyopolimer oranı
Jelatin	Arap Zamkı	-	4.0	1:1
Kitosan	Arap Zamkı	2.0-4.0	3.6	4:1
Jelatin	CMC	9.0-11.0	9.0	1:1
Jelatin	Kitosan	4.5-6.5	5.25-5.50	10:1-20:1
Kitosan	CMC	3.0-5.0	4.0	-
Soya proteini izolatu	Pektin	-	4.4	1:1
Jelatin	Aljinat	2.0-5.0	3.5-3.8	3.5:1
Jelatin	Pektin		3.8	1:1
Arap Zamkı	Kitosan	4.0-5.5	-	5.5:1



Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir



Jelatin ve arap zımkı kullanılarak kompleks koaservasyon yöntemi ile mikrokapsül eldesinin şematik gösterimi

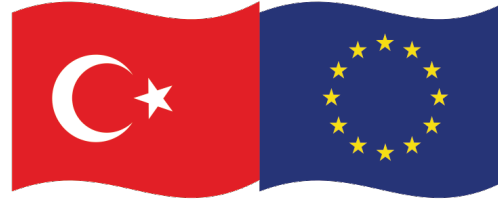


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

2.Siklodekstrinlerle Moleküler İnküzyon

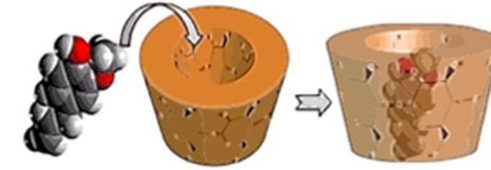
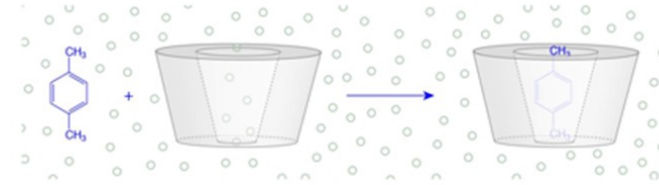
Siklodekstrinler, α (1,4)-glukozit bağları ile bağlanmış en az 6 D-(+)-glukopiranoz birimi içeren çiklik oligosakkaritlerdir. Lipofilik iç boşluklar ve hidrofilik dış yüzeyler ile, koruma sağlayan ve çözünürlüğü, biyouyumluluğu ve dayanıklılığı artıran kovalent bağlı olmayan inküzyon kompleksleri oluşturmak için çeşitli konuk moleküllerle etkileşime girebilirler. Doğal α , β ve γ siklodekstrinler (sırasıyla 6, 7 ve 8 glukoz ünitesi ile) halka boyutu ve çözünürlüğü bakımından farklılık gösterir ve en sık kullanılanlardır.



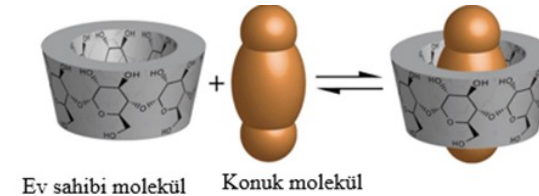


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Siklodekstrinlerin tekstil materyallerine aktarımlarında kalıcılık sağlanması açısından polikarboksilik asitlerin çapraz bağlayıcı olarak kullanılması tercih edilmektedir. Örneğin; çapraz bağlama maddesi olarak bütan-1,2,3,4-tetrakarboksilik asit ve katalizör olarak sodyum hipofosfit kullanılarak -siklodekstrinin selülozun hidroksil gruplarına aşılması söz konusudur.



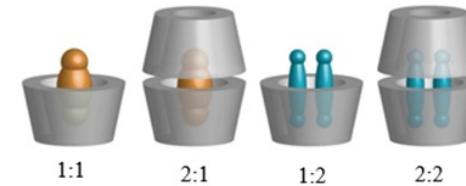
İnklüzyon kompleks oluşumunun şematik gösterimi



Ev sahibi molekül

Konuk molekül

Farklı mol oranlarına sahip inklüzyon kompleksleri

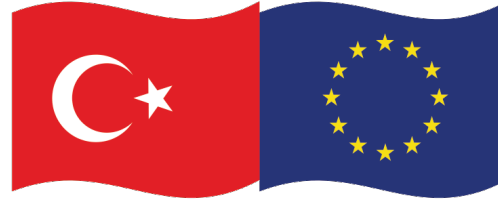


1:1

2:1

1:2

2:2



Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

FİZİKSEL YÖNTEMLER

1.1.Püskürterek Kurutma (Spray Drying)

Püskürterek kurutmada kabuk materyal bir polimer çözeltisinin içerisinde çözölmektedir. Elde edilen çözelti sistemi memeciğın içerisinde pompalanarak içinde sıcak hava bulunan bir kabine aerosol halinde püskürtölmektedir. Kabin içerisindeki sıcak hava nedeniyle çözgen uzaklaştırılmakta ve mikrokapsöl oluşturulmaktadır. Çekirdek-kabuk materyal oranı, viskozite, konsantrasyon ve başlangıç çözeltisinin sıcaklığı mikrokapsöllerin özelliklerini etkilemektedir.

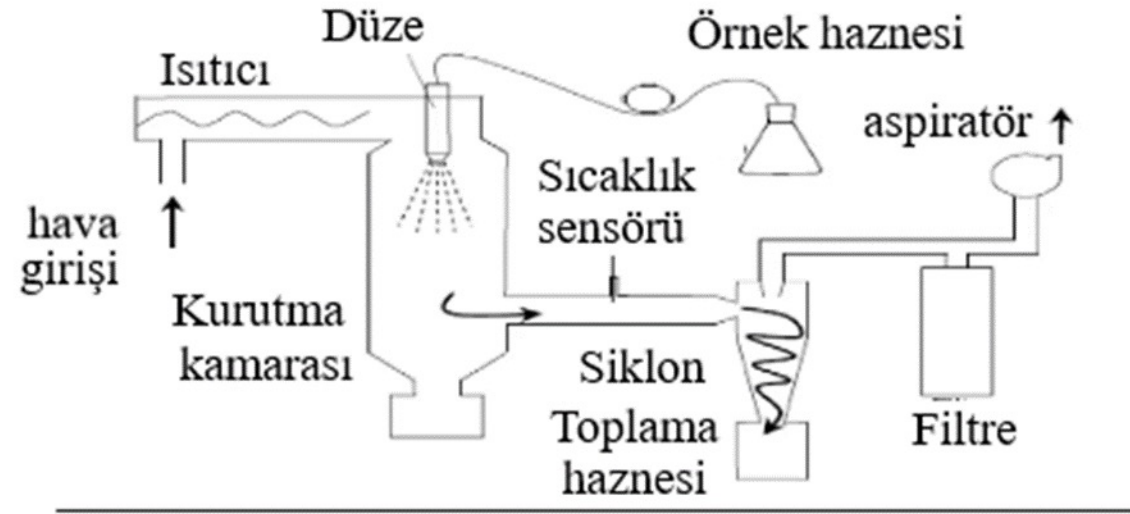
1.2. Soğutarak Kurutma (Spray Cooling)

Prensip olarak püskürterek kurutma ile aynıdır. Kurutma işlemi sıcak hava yerine soğutularak yapılır.



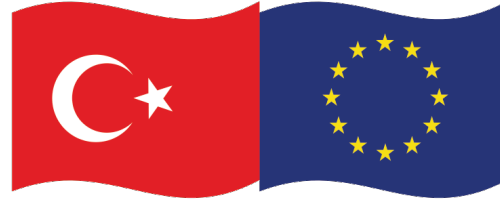


Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir



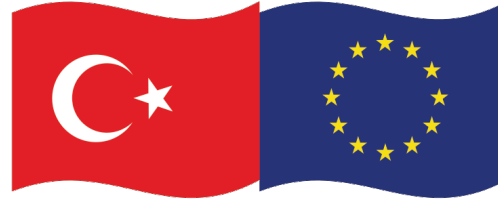
Spray Kurutma:
Püskürtme= Sulu çözelti/Sıcak hava

Püskürterek Soğutma:
Püskürtme=Sıcak eriyik/Soğuk hava



Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir





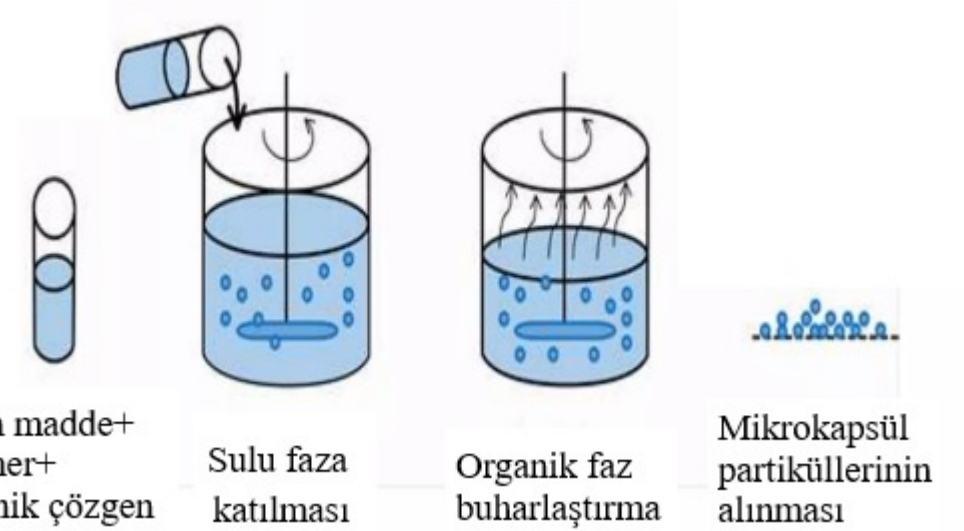
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

2.Çözgen Buharlaştırma

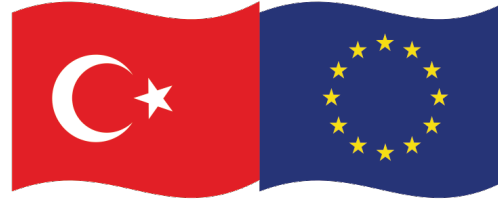
Çekirdek malzemesinin polimer çözeltisi içinde dağılması durumunda, polimer çekirdeğin etrafında büzülür,

Çekirdek malzemesinin kaplama polimeri çözeltisi içinde çözülmesi durumunda matris tipi bir mikrokapsül oluşur.

Çekirdekte bulunan etken maddeler suda çözünen ya da çözünmeyen yapıda olabilir.



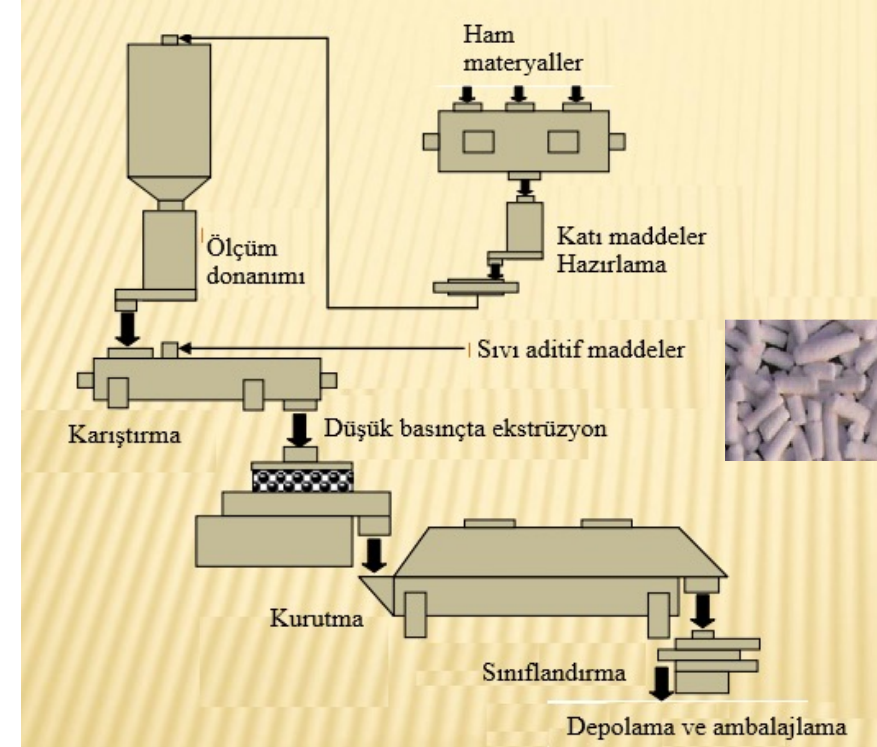
Kabuk malzeme olarak da çeşitli film oluşturuçu polimerler kullanılabilir.

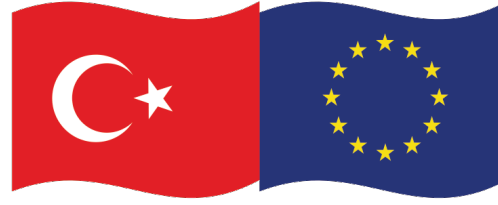


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

3.Ekstrüzyon Yöntemi

Ekstrüzyon yöntemi, çekirdek ve çeper malzemesinin birbiri içerisinde karışmayacağı durumda kullanılmaktadır. Çeper malzemesi çekirdek malzemeyi çevreleyecek şekilde eş merkezli düzelerden geçirilir ve çeper malzemesinin çevrelediği damlacıklar oluşturulur. Ardından katılaştırma, ya soğutularak ya da uygun bir jelleştirme banyosu kullanılarak yapılır, burada damlacıklar düşer ve kompleks oluşumu nedeniyle katılaşır.

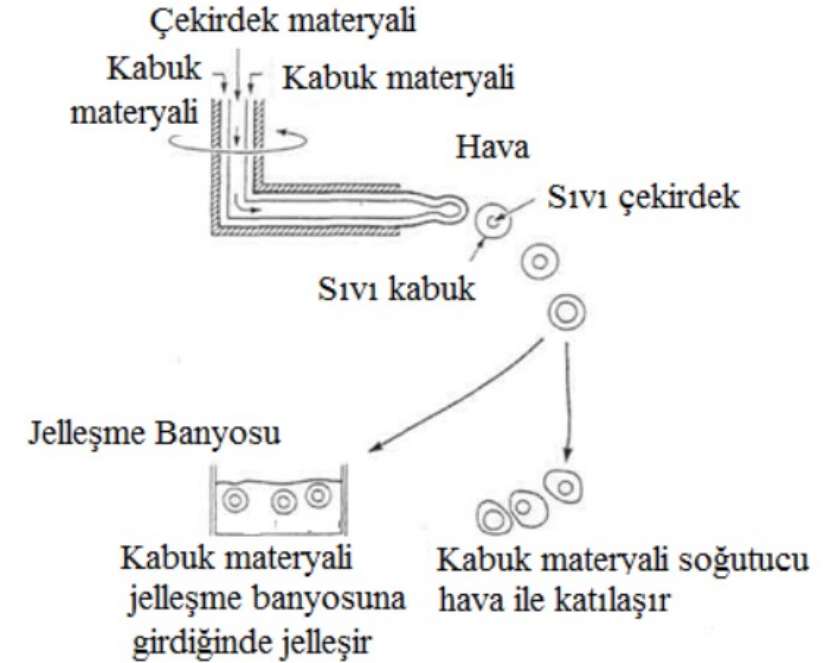


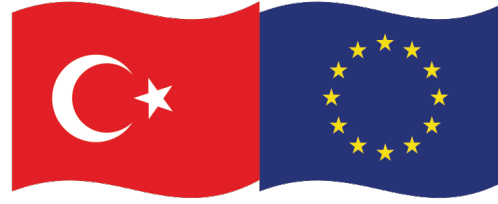


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

4.Santrifüj Yöntemi

Yöntem olarak ekstrüder yöntemine benzemektedir. Birbiriyle karışmayan iki sıvıyı dönen memeciklerden geçirerek mikrokapsülasyon sağlanır. Memecikten çıkan kabuk materyali hızla soğuyarak katılaşır ve çekirdek materyalinin etrafını kaplar. Kabuk materyalinin eriyik halde düşük viskoziteye sahip olması, soğutma sırasında hızlı kristalizasyonunu sağlar. Çekirdek madde olarak en uygun olanlar sulu çözeltiler gibi polar yapıdaki çözeltilerdir.

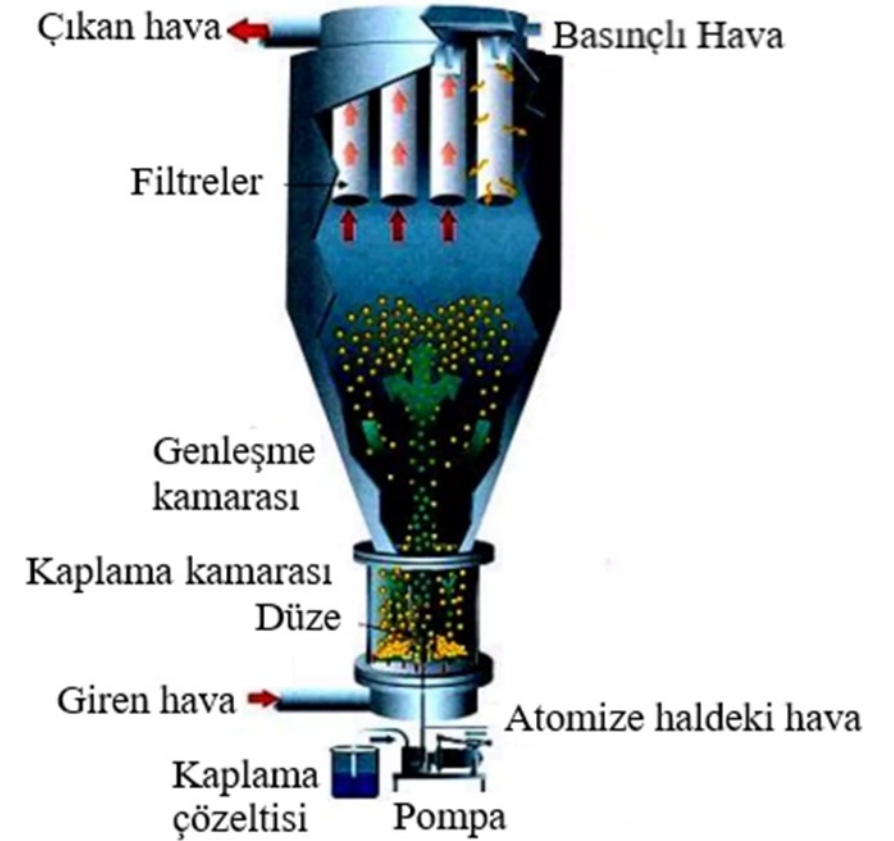




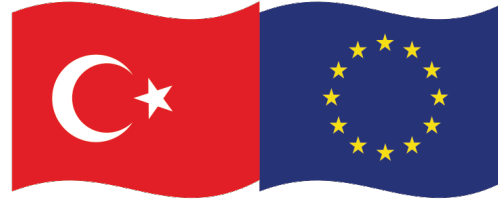
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

5.Akışkan Yatak Yöntemi

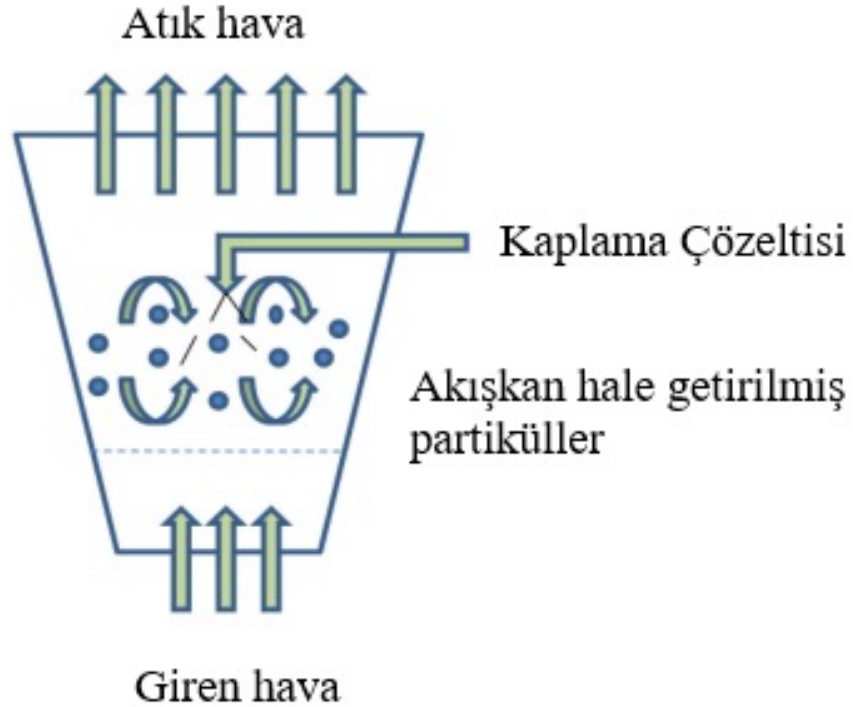
Bu yöntem aynı zamanda Wurster yöntemi olarak da adlandırılmaktadır. Toz halindeki çekirdek madde akışkan yatak kullanılarak havada süspanse edilir ve üzerine kapsül çeperini oluşturacak çözelti, süspansiyon veya emülsiyon halindeki kabuk maddesi püskürtülür. Çözücü uzaklaştırılarak kabuk maddesinin çekirdek materyalini kaplaması sağlanır.



Kaynak:

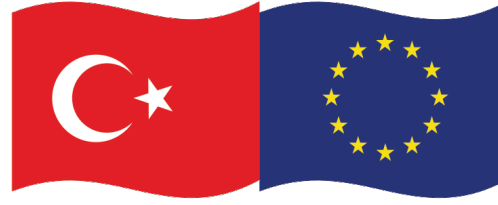


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

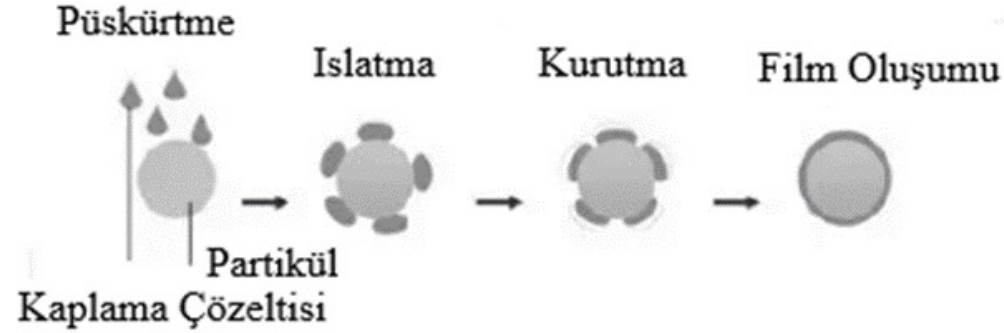


Bu yöntemle etil selüloz, metil selüloz, stearil alkol, selüloz asetat ftalat, zamlar, mumlar ve reçineler kabuk maddesi olarak kullanılabilir. Üretim kapasitesinin yüksek olması, her şekildeki partikülün kapsüllenmesine olanak sağlaması ve uygun kurutma koşulları bu yöntemin avantajlarındandır.



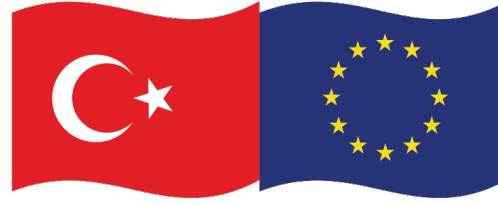


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir



İşlem, çapı yaklaşık 50 mikrometre ile birkaç santimetre arasında değişen katı malzemeleri kapsüllemek için kullanılabilir. Ancak 75 μm 'den küçük partiküllerin kaplanmasında dispersiyon güçlüğü bulunmaktadır.

Wurster İşlemi, vitaminleri, mineralleri ve fonksiyonel gıda bileşenlerini kapsüllemek için kullanılabilir.

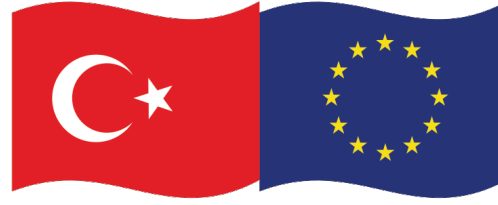


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

6.Elektrostatik yöntem

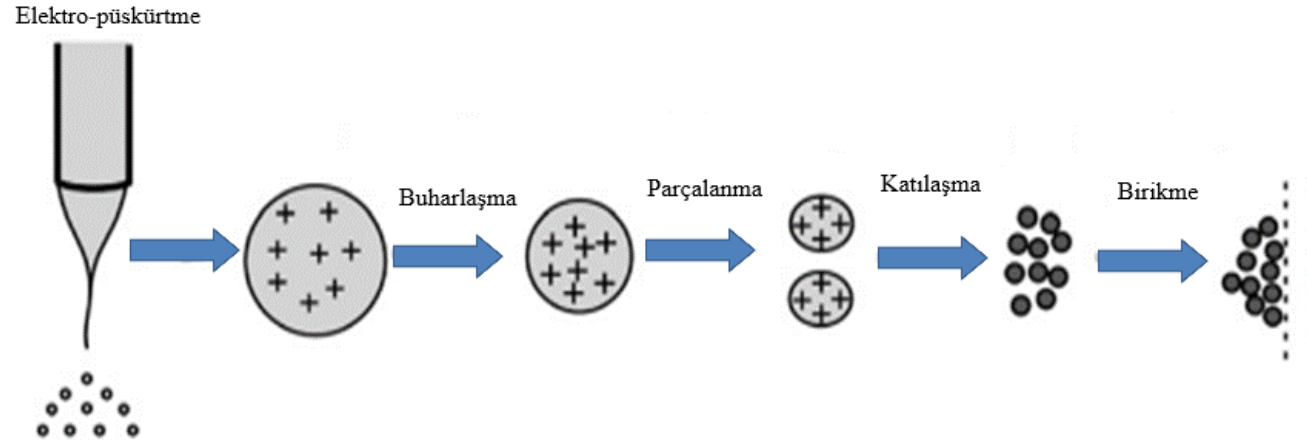
Elektro-püskürtme (Elektrostatik yöntem), elektriksel kuvvetler aracılığıyla sıvıların atomizasyonunun gerçekleştirildiği bir yöntemdir. Tipik bir elektrohidrodinamik atomizör, genellikle kapiler bir püskürtücüden ve halka şeklinde bir elektrottan oluşmaktadır. Bu yöntemde, yüksek elektrik potansiyeli altında tutulan kapiler püskürtücüden dışarıya akan sıvının, elektrik alan tarafından itilerek çok ince damlacıklar halinde dağılması sağlanmaktadır. Elektrostatik yöntem ile mikrokapsül elde edilmesinde yüksek derecede yüklenmiş damlacıklar, karşı tarafta bulunan elektroda doğru elektriksel alan boyunca yolculuk etmektedir.

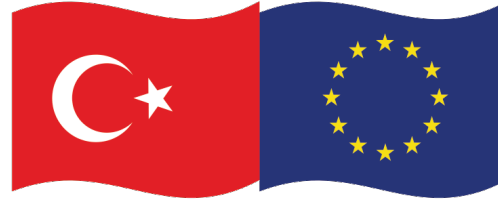




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Damlacıklar gaz fazı içinde yolculuk ederken çözücünün buharlaşması nedeniyle küçülmekte ve bunun sonucunda damlacıkların fizyonu (parçalanması) gerçekleşmektedir. Katılan partiküller, elektrodun üzerine yerleştirilmiş olan substratın yüzeyinde birikmektedir



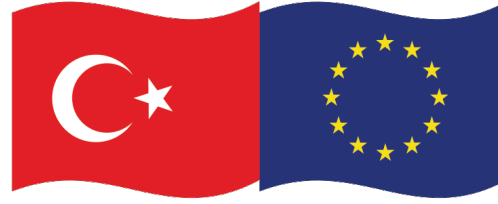


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

ÇALIŞILAN YÖNTEME GÖRE MİKROKAPSÜL BOYUTLARI

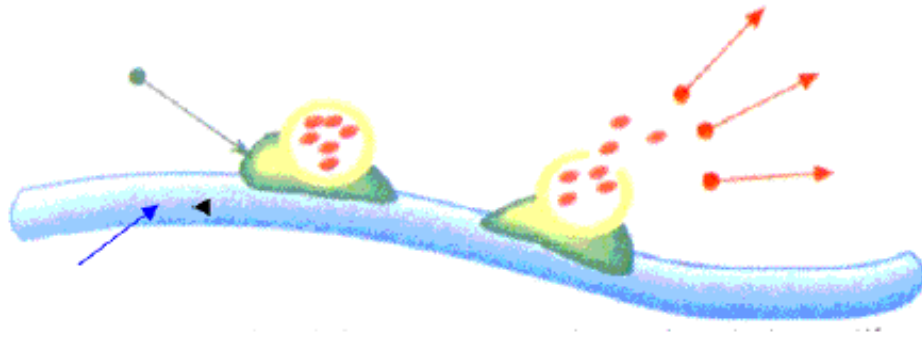
Mikrokapsül Hazırlama Yöntemi	Ortalama Mikrokapsül Boyutu (µm)
Püskürterek Kurutma	1-50
Püskürterek Soğutma	20-200
İn-situ Polimerizasyon	0.5-1100
Basit Koaservasyon	20-200
Kompleks Koaservasyon	5-200
Akışkan Yatak Kaplama	20.0-1500
Sol-gel Kapsülasyon	2.0-20



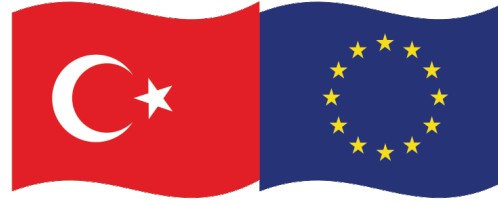


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

AÇIĞA ÇIKMA MEKANİZMALARI



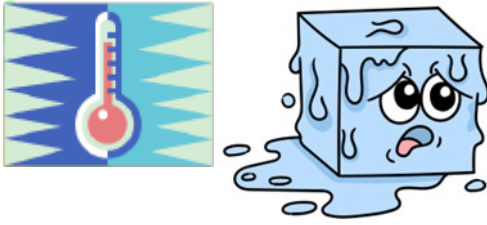
Kapsüllenmiş malzemelerde, çekirdek maddenin kontrollü, sürekli veya hedef odaklı salımına izin veren çeşitli mekanizmaları söz konusudur. Kapsül duvarının mekanik etkilerle aşınması, çeper malzemesinin değişen ortamlarda (pH değişimi gibi) çözünmesi veya sıcaklık değişikliği nedeniyle çeperin erimesi, çekirdek malzemenin kapsüllerden salınmasının üç temel yoludur.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Etken Maddenin Açığa Çıkma Mekanizması;

Sıcaklık değişimi



Biyodegradasyon



Polimer duvarından difüzyon



Polimer duvarının çözünmesi

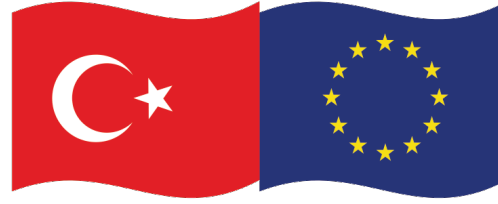


Basınç



Friksiyon

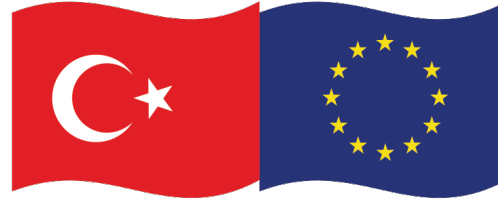




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Mikrokapsülden beklenen etki/ Açığa çıkma mekanizması arasındaki etkileşim

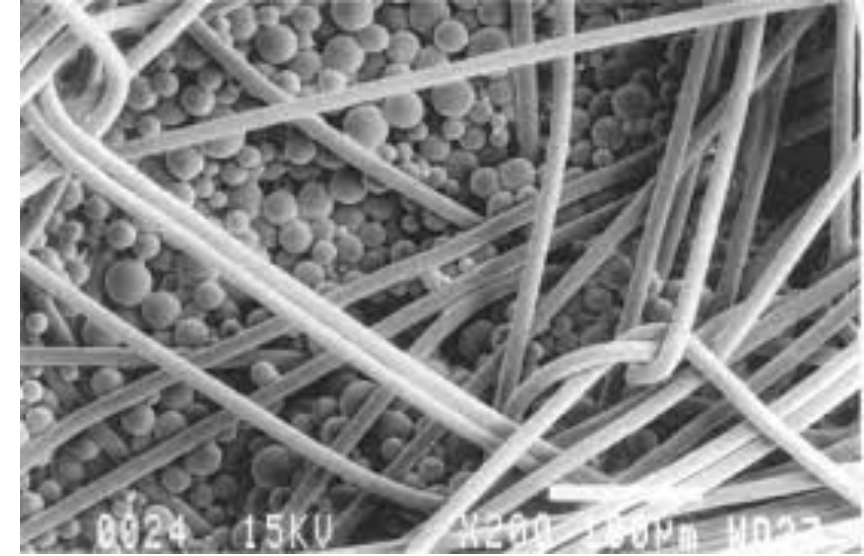
Etken maddenin mikrokapsülden açığa çıkması			Etken maddenin korunması	
Geçirgen mikrokapsül çeperi	Yarı geçirgen mikrokapsül çeperi	Geçirgen olmayan mikrokapsül çeperi	Geçirgen olmayan mikrokapsül çeperi	
Difüzyon Yolu ile açığa çıkma	Daha büyük moleküllerin tutulması ve daha küçük moleküllerin salınması	■ Dış basınç etkisi ile mekanik kopma	Çevresel etkilerden koruma	Katı-sıvı geçişi için bir depo gibi davranma
		■ Isı etkisi ile erime		
		■ Işık etkisi ile yapının dekompozisyonu		
		■ Çözgen içerisinde çözünme		
		■ pH etkisi ile çözünürlüğün değişimi		
		■ Enzimlerle biyodegradasyon		
		■ Mekanik etki ile aşınma		
		■ Yakma/yanma yolu ile		
		■ İç basınç etkisi ile patlama		

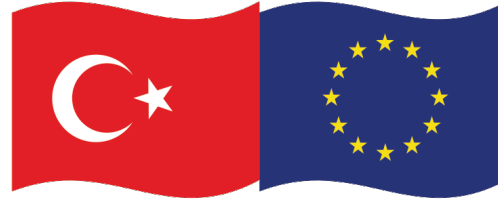


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

MİKROKAPSÜLLERİN TEKSTİL MATERYALİNE AKTARIM YÖNTEMLERİ

- Polimer içerisine verilerek
- Fulardda emdirme veya daldırma metoduna göre
- Kaplama metoduna göre
- Püskürtme yöntemine göre
- Transfer baskı metoduna göre
- İplik içerisine enjeksiyon yolu ile



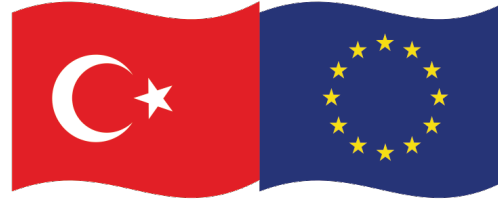


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Lif Çekimi Sırasında Mikrokapsül Aktarımı

Lif çekimi sırasında polimer çözeltilerine hazırlanan mikrokapsül yapının ilave edilmesi, elde edilen etkinin kalıcılığı ve ard işlemlerde herhangi bir modifikasyon gerektirmemesi açısından avantajlı bir çalışma şeklidir. Ancak bu tarz çalışmalarda aktarılabilen mikrokapsül miktarlarında sınırlamalarla karşılaşılmaktadır. Fazla oranlarda aktarımlarda liflerin fiziksel özelliklerinde performans kayıpları ile karşılaşılabilmektedir.



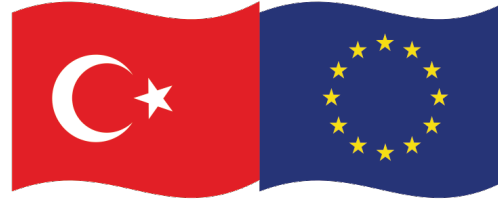


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Emdirme Yöntemi ile Aplikasyon

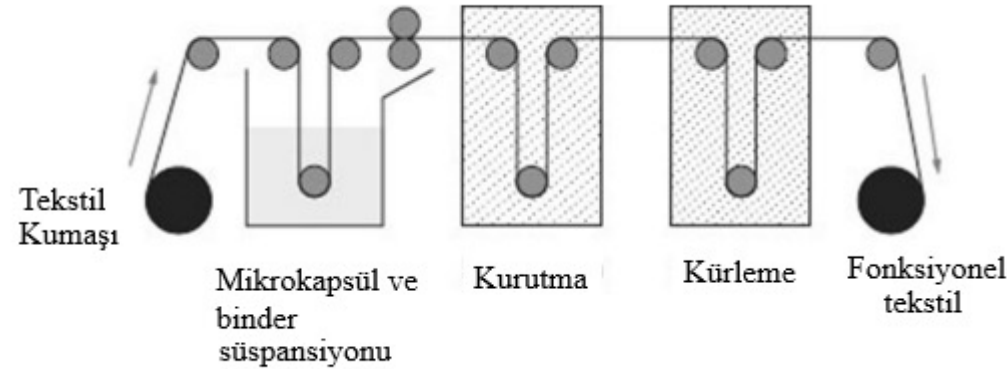
Bitim işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelerin tekstil malzemesine aktarılmasında en yaygın kullanılan aplikasyon yöntemlerinden bir tanesi emdirme yöntemidir. Kısa süre ve kısa banyo oranında gerçekleştirilen bu aplikasyon yönteminde aplikasyon gerçekleştirildikten sonra reaksiyon genellikle kurutma adımıyla tamamlanmaktadır. Emdirme işleminde açık ende kumaş fulard teknesi içerisinde ve sıkma silindirleri arasından geçirildikten sonra kurutucu sisteme beslenmektedir.

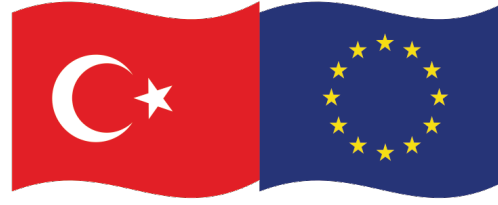




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Mikrokapsüllerin etkileri ve kumaşa bağlanabilmesi basınç ve sıcaklık gibi dış etkilere bağlı olduğundan, tekstil yüzeylerine uygulanan basınç ve sıcaklıklar, işlem süresince dikkatli bir şekilde ayarlanmalıdır. Mikrokapsül ve yardımcı malzemeleri (yumuşatıcı, çapraz bağlayıcı vb.) içeren çözelti fulard teknesi içerisine verilmekte ve çözelti içerisinden geçirilen kumaşa aktarılmaktadır.

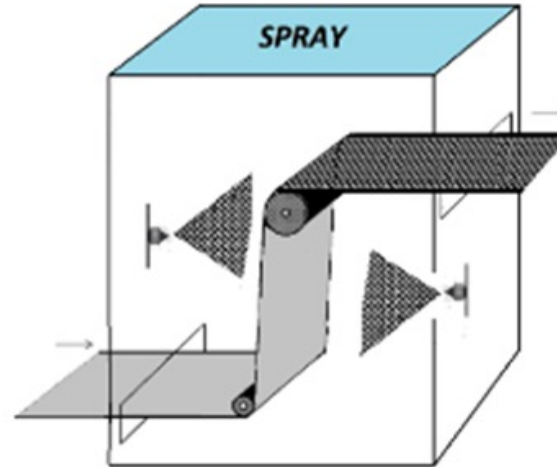


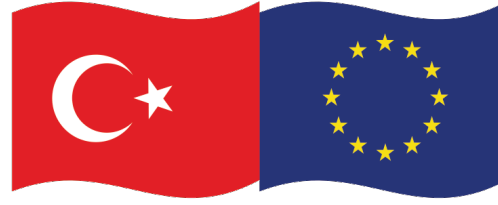


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Püskürtme yöntemine göre aplikasyon

Belirli miktarlarda mikrokapsül ve yardımcı malzemeler (yumuşatıcı, çapraz bağlayıcı vb.) içeren reçete, basınçlı hava ile birlikte düzelerden direkt olarak tekstil yüzeylerinin üzerine püskürtülmektedir. Bu işlemin sonunda kurutma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemin dezavantajı mikrokapsüllerin tekstil yüzeylerine düzgün ve homojen bir şekilde yayılmamasıdır.



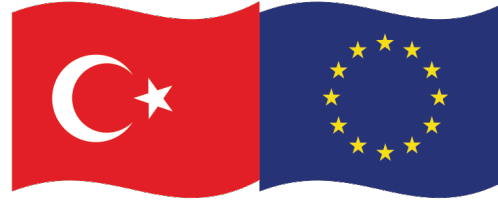


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Kaplama yöntemine göre aplikasyon

Mikrokapsüllerin tekstil yüzeylerine aplikasyonu iki farklı şekilde olabilmektedir. Bunlardan biri mikrokapsüllerin kaplama çözeltisi içerisine ilave edilmesi diğeri ise kaplama çözeltisi ile işlem gören tekstil yüzeylerine toz formundaki mikrokapsüllerin aktarılmasıdır. Kaplama yönteminde emdirme yöntemine göre daha fazla mikrokapsül kumaşa aktarılabilir. Ancak burada yine malzemeden beklenen özellikler ön plana çıkmaktadır.



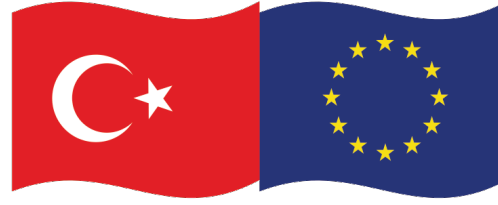


Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Mikrokapsüller;

Tekstil materyallerinin tuşesini ve görünümünü değiştirmeyecek şekilde formüle edilmelidir. Formülasyon içerisinde bağlayıcı madde olarak nitelendirilen binderler, kalıcılığı sağlama ve lif ile bağ yapmada kullanılan çapraz bağlayıcı maddeler, organik veya inorganik yapıda pigmentler, dolgu maddeleri, köpük oluşumunu engelleyici maddeler, kıvamlaştırıcılar, viskoziteyi kontrol eden maddeler, çeşitli yüzey aktif maddeler içerebilir.



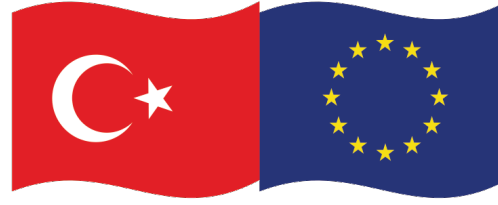


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

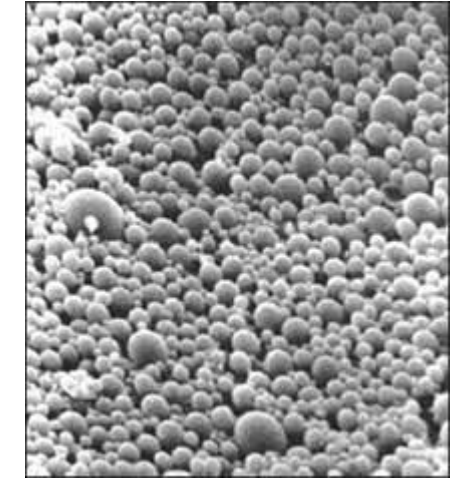
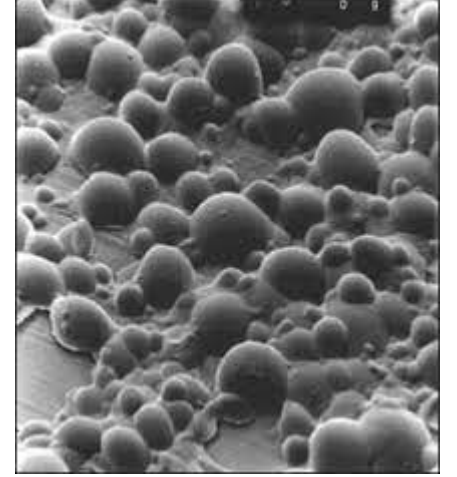
Bağlayıcı maddeler(binderler) mikrokapsül formülasyonlarında çok önemli bir etkiye sahiptir. Tekstil malzemesinin kalitesi, dayanımı ve yıkanabilirlik davranışı seçilecek binderin yapısına bağlıdır. Yaygın kullanılan binder tipleri:

- ☐ polivinil alkol, karboksimetil selüloz, nişasta ve modifiye nişastalar, ksantanlar, aljinatlar ve diğer doğal zamklar gibi suda çözünür polimerler;
- ☐ poliakrilat lateksleri, stiren-bütadien, polivinil-asetat, etilen-vinil asetat kopolimerleri gibi sentetik lateksler;
- ☐ üre ve melamin–formaldehit reçineleri, dimetilol etilen üre, dimetilol dihidroksi etilen üre, dimetilol propilen üre, poliüretan ve epoksi reçineleri, vinil asetat reçineleri gibi sentetik reçineler;
- ☐ poliüretanlar, nitril ve kloropren kauçuklar gibi sentetik kauçuklar;
- ☐ silikonlar.

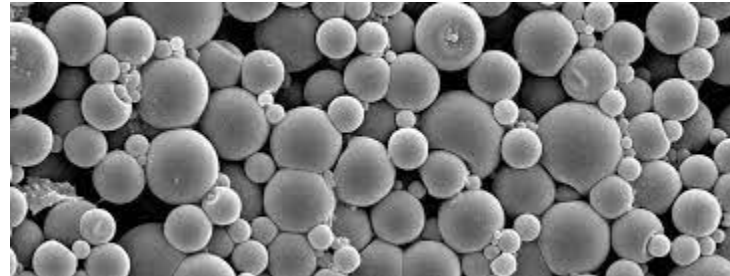
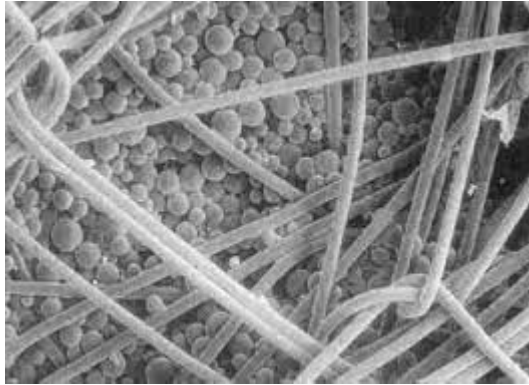


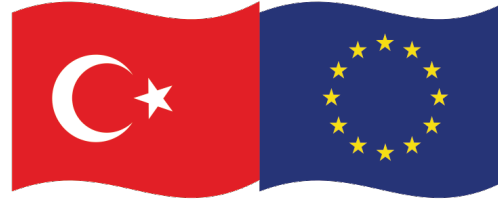


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir



UYGULAMA ÖRNEKLERİ



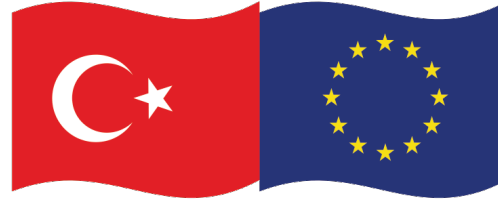


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Tekstil Materyalinin Fonksiyonel Hale Getirilmesinde Kullanılan **Kimyasal Mikroapsülasyon Yöntemleri**- Literatür Örnekleri

Çeper Materyalleri	Çekirdek Materyalleri	Fonksiyonel Tekstiller
In situ Polimerizasyon Yöntemi		
Melamine-formaldehyde polymer.	İzopropil miristat içinde adaçayı, biberiye ve lavanta esansiyel yağları. Antimikrobiyal triklosan. Yangın geciktirici trifenil fosfat.	Kokulu, antimikrobiyal, FR özellikte pamuklu dokuma kumaş
–	Antifungal Terbinafin.	Antifungal pamuklu kumaş
Sodyum lauril sülfat emülgatörlü prepolimerden	FDM n-oktadekan	Cellulose-polyester fabrics with improved thermoregulation.
Stiren maleik anhidrit kopolimer değiştirici ile kısmen metillenmiş trimetilolmelamin prepolimerinden.	Termokromik FDM bileşimi:kristal menekşe lakton boya, bisfenol A geliştirici, tetradekanol çözücü.	Termal Koruyucu Giysi
-	Parafin esaslı FDM	Polipropilen liflerine eriyikten çekim işlemi sırasında eklenen mikrokapsüller.
-	Gül esansiyel Yağı	Kokulu Tekstiller



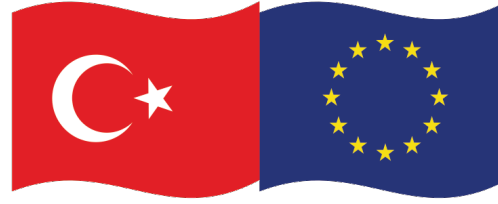


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Tekstil Materyalinin Fonksiyonel Hale Getirilmesinde Kullanılan **Kimyasal Mikroapsülasyon Yöntemleri** - Literatür Örnekleri (*Devam*)

Çeper Materyalleri	Çekirdek Materyalleri	Fonksiyonel Tekstiller
In situ Polimerizasyon Yöntemi		
Poliakrilik bazlı polimer değiştirici ile.	Kadın-Erkek Kokusu veren yağlar.	Kokulu kumaşlar – kokulu papyonlar.
-	Lavanta, biberiye ve adaçayı esansiyel yağları.	Kokulu pamuklu tekstiller.
stiren maleik anhidrit kopolimerinin sodyum tuzu ve sodyum poliakrilat değiştiriciler ile.	Termokromik FDM karışımı.	Geliştirilmiş termal düzenlemeye sahip dokunmamış yüzeylerden fonksiyonel termokromik tekstiller.
çok duvarlı karbon nanotüpler ve poli (3,4-etilendioksioksi-tiyofen) poli (stiren sülfonat) ile modifiye edilmiştir.	MP 30–32°C ile FDM parafin.	Geliştirilmiş termal özelliklere sahip polietilen tereftalat (PET) ve elastandan 3D çözgülü örme ara kumaşlar.
Prepolimerden melamin-üre-formaldehit polimeri. Tween 20 emülgatör.	Etil asetatda fotokromik boyalar	Işık etkisi ile renk değiştiren pamuklu kumaşlar.



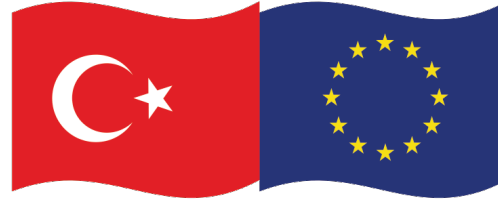


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Tekstil Materyalinin Fonksiyonel Hale Getirilmesinde Kullanılan **Kimyasal Mikroapsülasyon Yöntemleri**- Literatür Örnekleri (*Devam*)

Çeper Materyalleri	Çekirdek Materyalleri	Fonksiyonel Tekstiller
Ara Yüzey Polimerizasyon Yöntemi		
Heksametilen diizosiyanat ve guanidin karbonattan poliüre. Çeper yüzeyine yüklenen N-TiO ₂ parçacıkları.	Koku	Hava temizleme ve kişisel korunma için kokulu ve fotokatalitik iki işlevli pamuklu tekstiller
İzosiyanat/PEG-400/poliaminden poliüretan-üre polimeri.	Metil sediril keton kokusu	Kokulu pamuk, Polyester ve ipek tekstiller.
heksametilen diizosiyanat, polietilen glikol, tilendiamin, hidrazin.	Limonen yağı.	Yün-polyester kumaşlarda aromatik koku eldesi
β -siklodekstrin ve 4,4'-metilenbis(fenil izosiyanat)'tan oluşan biyo-poliüretan.	Parfüm	Parfümlü poliamid örme tekstiller

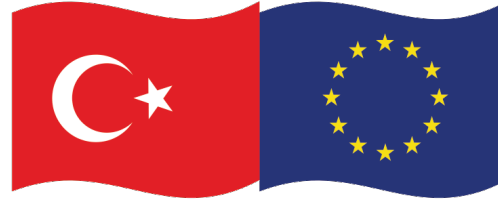




Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Tekstil Malzemelerinin Fonksiyonel Hale Getirilmesinde Kullanılan **Fiziksel Mikroapsüasyon** **Yöntemleri** Uygulama Örnekleri

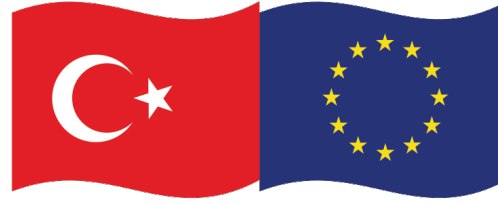
Çeper Materyali	Çekirdek Materyali	Fonksiyonel Tekstiller
Püskürterek Kurutma		
Arap zankı - Kitosan	Sitronella Yağı - Vanilin	Dokusuz yüzeylerden kozmetik tekstiller, Koku uygulanmış pamuklu kumaş
Emulsifikasyon ve Çözgen Buharlaştırma		
Soya lesitini ve kolesterol	Vinilsülfon bazlı reaktif boya Azonaftalin.	Yün boyama
Polilaktik asit	Kaprik asit faz değıştiren materyal. Termal iletkenlik artırıcı karbon nanotüpler.	Geliştirilmiş termal özelliklere sahip 3D polyester örme kumaş.
Etil Selüloz	Esansiyal yağ	Kozmetik ve medikal tekstiller
-	Antifungal ilaçlar terbinafin ve ketokonazol.	Antifungal pamuklu kumaşlar.



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Tekstil Materyallerinin Fonksiyonel Hale Getirilmesinde **Fiziko-Kimyasal Mikroapsülasyon Yöntemleri** – Uygulama Örnekleri

Çeper Materyalleri	Çekirdek Materyalleri	Fonksiyonel Tekstiller
Basit Koaservasyon		
Kitosan.	Tarçın esansiyel yağı.	Antimikrobiyal pamuklu dokuma kumaşlar
Etil Selüloz.	Etil asetatatta fotokromik boyalar.	Işık etkisi ile renk değiştiren pamuklu kumaşlar.
Mısır nişastası, formaldehit çapraz bağlı.	Aloe vera yağı	Yanmış derinin tedavisi için pamuklu dokunmamış bandajlar.
Akasya zambkı, formaldehit çapraz bağlı.	Okalıptus yağı ve böcek kovucu olarak sedir ağacı yağı.	Böcek kovucu dokuma kumaşlar.
Kompleks Koaservasyon		
Jelatin ve arap zambkı, glutaraldehit çapraz bağlı.	Sitronella esansiyel yağ	Sivrisinek kovucu pamuklu kumaşlar.
-	Farmakotik metil salisilat	Pamuklu ve polyamid Jersey örme farmasötik tekstiller.
-	Pirinç Yağında propolis emulsiyonu	Antimikrobiyal pamuklu tekstiller.

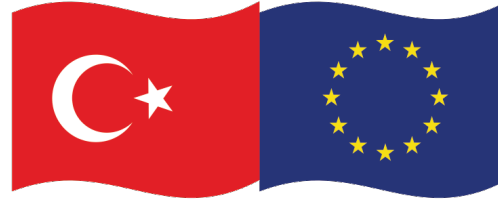


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Tekstil Materyallerinin Fonksiyonel Hale Getirilmesinde **Fiziko-Kimyasal Mikrokapsülasyon Yöntemleri** – Uygulama Örnekleri

Çeper Materyalleri	Çekirdek Materyalleri	Fonksiyonel Tekstiller
Kitosan –Arap zambkı, tanik asit çapraz bağı.	Limonen ve Vanilin	Antibakteriyal pamuklu tekstiller
Jelatin ve sodyum aljinat, glutaraldehit çapraz bağı. Kabuk üzerine katkılı hidrofilik bentonit nano parçacıklar.	n-eikosan FDM	Geliştirilmiş termal stabilite ve alev geciktirici özelliklere sahip pamuklu tekstiller.
İpek Fibroin ve Kitosan	n-eikosan FDM	Termoregülasyonlu tekstiller.
Moleküler İnküzyon		
Epiklorohidrin modifiye β -siklodekstrin.	İndigo Boya ve lavanta yağı	Bifonksiyonel renkli ve kokulu pamuklu tekstiller.
β -siklodekstrin	Sitronella yağı	Böcek kovucu aktiviteye sahip dokuma pamuklu ve çekim uygulanmış polyester tekstiller.
Çapraz bağı β -siklodekstrinler	Melatonin uyku hormonu.	Örme pamuklu biyofonksiyonel kumaşlar.

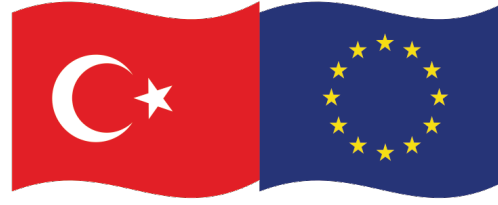




Biyobozunur Mikrokapsüller

Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Çeper materyaller	Çekirdek Materyaller	Kaplama Bileşeni Katkıları	Aplikasyon Yöntemi	Fonksiyonel Tekstiller
Basit Koaservasyon				
Kitosan	Tarçın esansiyel yağı.	Dimetilol dihidroksi etilen üre	Emdirme-kurutma-kürleme	Antimikrobiyal pamuklu dokuma kumaş
	Tarçın ve karanfil esansiyel yağı.	Sitrik asit , monosodyum fosfat	Daldırma-Kurutma-Kürleme	Antimikrobiyal pamuklu kumaş
Kompleks Koaservasyon				
Jelatin, Arap zamkı	Propolis, pirinç yağı	Acrylate binder.	Emdirme-kurutma	Antimicrobial cotton fabric.
	Metil salisilat	Citric acid and sodium hypophosphite.	Emdirme-kurutma-kürleme	Antienflamatuvar ve analjezik pamuklu ve poliamid triko.
	Sitronella esansiyel yağı.	-	Emdirme-kurutma	Böcek/Sivrisinek kovucu pamuklu ve polyester kumaş.
Jelatin, aljinat	C. Aurantifolia esansiyel yağı	Sitrik asit	Emdirme-kurutma-kürleme	Antimikrobiyal pamuklu kumaş
Moleküler İnküzyon				
β -siklodekstrin ile modifiye edilmiş Epiklorhidrin	Lavanta esansiyel yağı, indigo tozu.	-	Daldırma- dondurarak kurutma	Bifonksiyonel Boyama ve koku aktarılmış pamuklu dokuma kumaş
Emülsifikasyon ve Çözücü Buharlaştırma				
Soya lesitini, kolesterol.	Reaktif boya (vinilsülfon azonaftalen).	Asetik asit, sodyum sülfat.	Boyama	Boyanmış yünlü kumaş



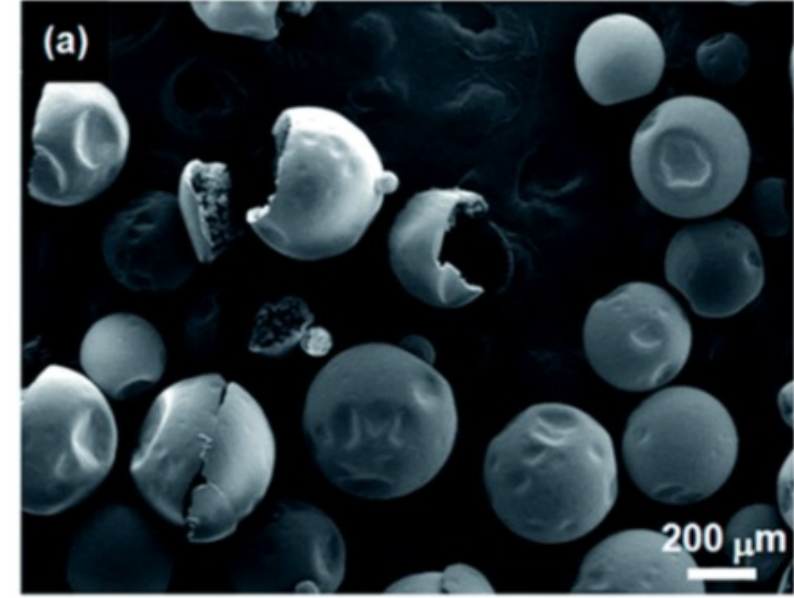
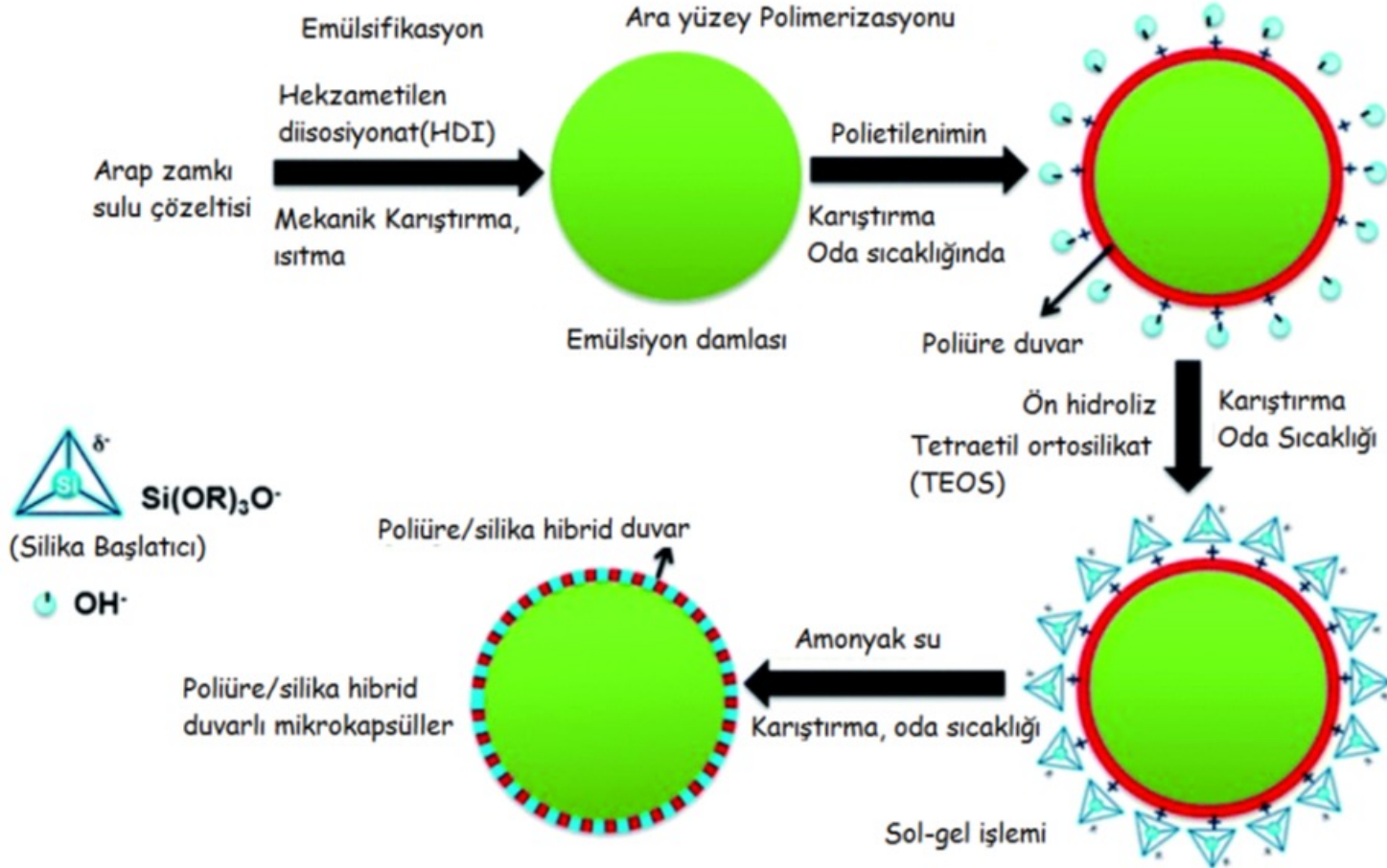
Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Biyobozunur Mikrokapsüller (devam)

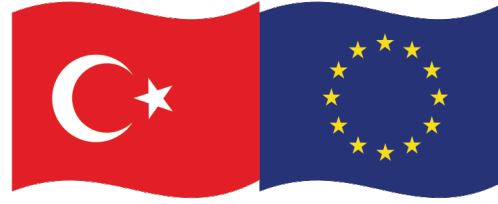
Çeper Materyalleri	Çekirdek Materyaller	Kaplama Bileşeni Katkıları	Aplikasyon Yöntemi	Fonksiyonel Tekstiller
Emülsifikasyon ve çözgen buharlaştırma				
Polilaktik asit	Biyobazlı FDM, (kaprik asit, çok duvarlı karbon nanotüp	-	Şablon Baskı	Termoregüle 3D PES Örme kumaş
Emülsifikasyon ve Çapraz Bağlanma				
Kitosan	Fesleğen Yağı	Akrilik Binder	Daldırma - Kurutma	Antimikrobiyal Tensel/Poliüretan kumaş
Püskürterek kurutma				
Kitosan	Vanilin Esansiyal Yağı	Sitrik asit ve sodyum hipofosfit	Daldırma-Kurutma-Kürleme	Koku aktarılmış pamuklu kumaş.
SOL-JEL				
Tetraetoksi-silan-TEOS	Parafin PCM	-	Emdirme Kurutma Kürleme	Termo-regülasyon özelliğine sahip pamuklu kumaş



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

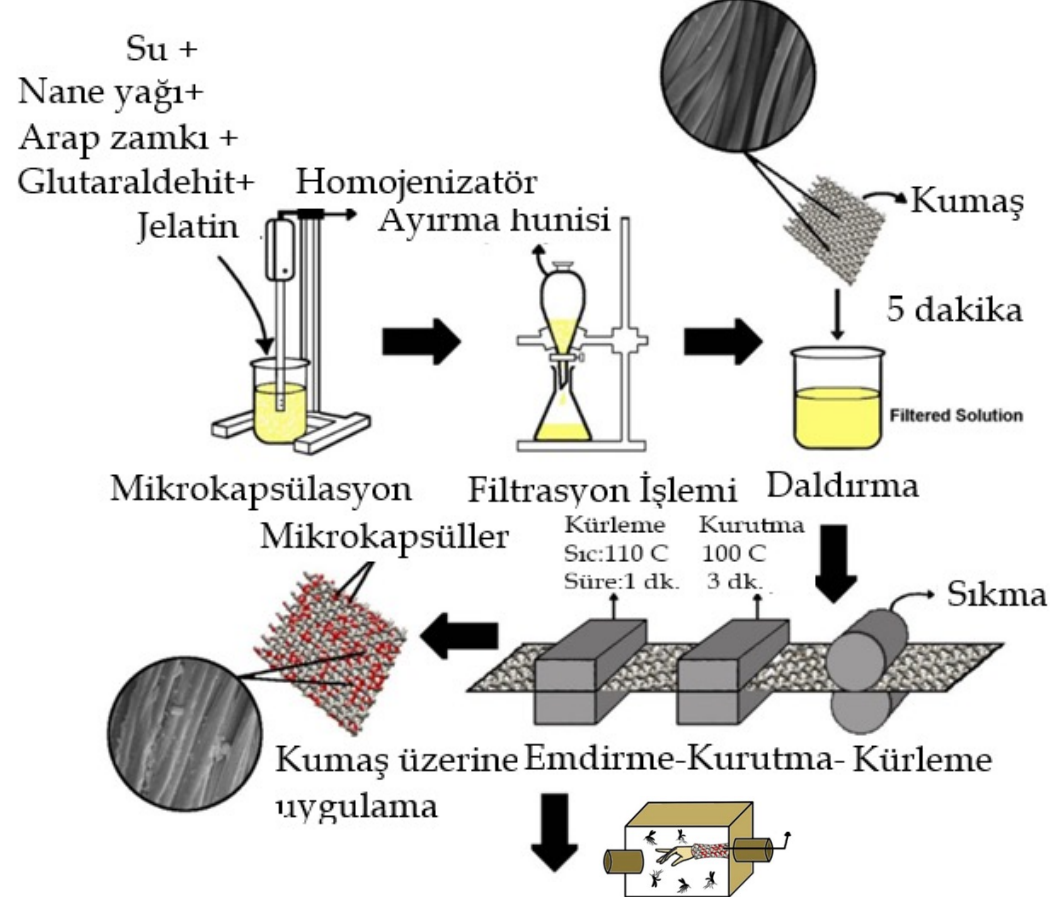


Kaynak: Gang Wu & Co

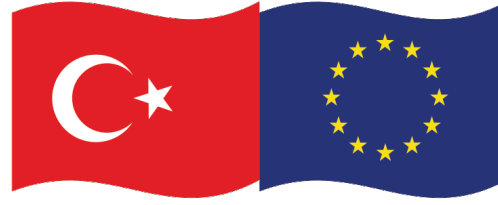


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Kompleks Koaservasyon Tekniği ile Mikrokapsül Hazırlama



Kaynak: Zeeshan Tariq & Co



Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir

Mikrokapsül Pazarını Eline Tutan Kuruluşlar

BASF (Almanya)

Royal Friesland Campina (Hollanda)

Syngenta Crop Protection (İsviçre)

Koninklijke DSM(Hollanda)

Givaudan(İsviçre)

Symrise (Almanya)

İnternational Flavors& Fragrances (Amerika)

Sensient Technologies (Amerika)

Lycored Corp.(İngiltere)

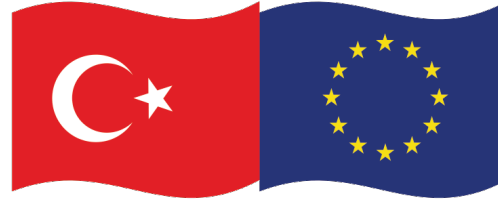
Balchem Corporation(Amerika)

Encapsys(Amerika)

Arcade Beauty(Amerika)

Koehler Innovative Solutions (Almanya)



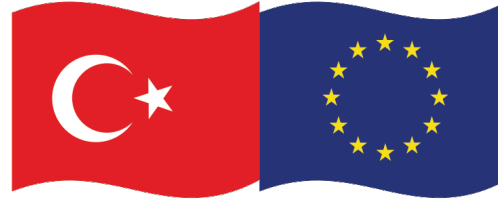


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

KAYNAKLAR

1. Nitamani Choudhury&Co; ‘Microencapsulation: An overview on concepts, methods, properties and applications in foods’, Food Frontiers. 2021;2:426–442.
2. Nagender Singh & Javed Sheikh; ‘Microencapsulation and its application in production of functional textiles’, Indian Journal of Fibre & Textile Research, Vol. 45, December 2020, pp. 495-509.
3. Eman Abd-Elaziz&Co; ‘Microencapsulation and its Application in Textile Wet Processing: A Review’, J. Text. Color. Polym. Sci., Vol. 19, No. 2, pp. 189-202 (2022).
4. Bojana Boh Podgornik&Co; ‘Microencapsulation for Functional Textile Coatings with Emphasis on Biodegradability—A Systematic Review’, Coatings 2021, 11, 1371.
5. Thi Thu Trang Nguyen&Co; Microencapsulation of Essential Oils by Spray-Drying and Influencing Factors’, Hindawi Journal of Food Quality, Volume 2021, Article ID 5525879, 15 pages,
6. Yakindra Prasad Timilsena&Co; ‘Complex coacervation: Principles, mechanisms and applications in microencapsulation’, International Journal of Biological Macromolecules 121 (2019) 1276–1286.
7. José Alexandre Borges Valle&Co; ‘Chitosan microcapsules: Methods of the production and use in the textile finishing’, J. Appl Polym Sci. 2021;138



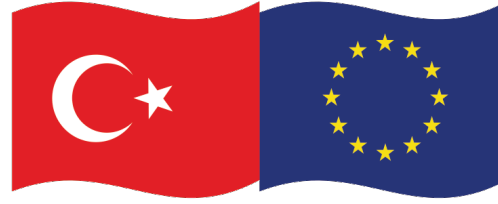


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Kaynaklar (devam)

- 8.Slavica S.Marinkovic&Co; ‘Microencapsulation in the Textile Industry’, CI&CEQ12(1), 58-62.
- 9.F. Fu, L. Hu; ‘Temperature sensitive colourchanged composites’, Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction. 2017.
- 10.G. Nelson; ‘Microencapsulated colourants for technical textile application’, Woodhead Publishing Limited, 2013.
- 11.Vânia Isabel Sousa&Co; ‘Microencapsulation of Essential Oils: A Review’, Polymers 2022, 14, 1730.
- 12.Microspheres Technology and applications, Harper International Corporation.
13. F. Salaun; ‘Microencapsulation technology for smart textile coatings’, Active Coatings for Smart Textiles, 2016.
14. Mathias Berlinger and Eddy Szczerbinski; ‘Microencapsulation for Textiles, September 16th 2010. PP Sunum.
15. Javiera Mujica-Álvarez&Co; ‘Encapsulation of Vitamins A and E as Spray-Dried Additives for the Feed Industry’, Molecules 2020, 25, 1357.
16. Claudia I. Piñón-Balderrama&Co; ‘Encapsulation of Active Ingredients in Food Industry by Spray-Drying and Nano Spray-Drying Technologies’, Processes 2020, 8, 889.
17. S. Mondal; ‘Phase change materials for smart textiles – An overview’, Applied Thermal Engineering 28 (2008) 1536–1550.



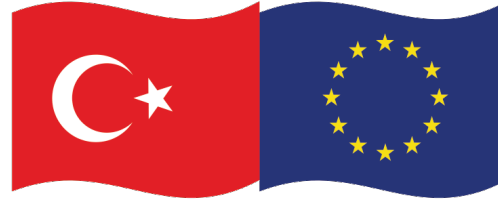


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Kaynaklar (devam)

18. Zeeshan Tariq&Co; ‘Development of functional textile via microencapsulation of peppermint oils: a novel approach in textile finishing , Research Journal of Textile and Apparel,
19. Ali Ozsevinç and Cemil Alkan; ‘Ethylene glycol based polyurethane shell microcapsules for textile applications releasing medicinal lavender and responding to mechanical stimuli’, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 652 (2022) .
20. Madhusmita Tarai and Mona Verma; ‘Microencapsulation in textile industry’, The Pharma Innovation Journal 2023; 12(2): 1373-1376.
- 21.Özlem Topbaş, ‘Mikrokapsülasyon Tekniği İle İyileştirici Bandaj Üretimi’, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, 2011.
22. Swapan Kumar Ghosh, ‘Encapsulations Through the Sol-Gel Technique and their Applications in Functional Coatings’, June 2006.
23. Şeyda Eyüpoğlu ‘ Bazı Doğal Ve Sentetik Ürünlerin Mikrokapsülasyon Tekniği İle Hazırlanarak, Arılara Karşı Kovucu Özelliğe Sahip Kumaş Eldesinin Araştırılması!, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim dalı Doktora Tezi, 2019.
24. Niloy RoyPranish BomzanMahendra Nath Roy., ‘Probing Host-Guest inclusion complexes of Ambroxol Hydrochloride with α -& β -Cyclodextrins by physicochemical contrivance subsequently optimized by molecular modeling simulations’, Chemical Physics Letters 748 (2020) 137372.



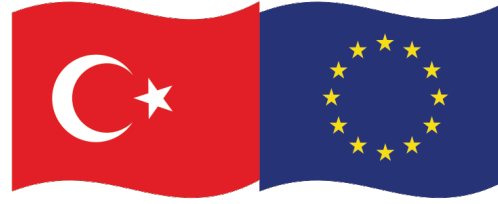


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Kaynaklar (devam)

25. Çağla Sarı., ‘Antibakteriyel Ajan İçeren Kompleksinin β -siklodekstrin Ve Türevinin Pamuklu Kumaşlara Uygulanması Ve Karakterize Edilmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Denizli 2020.
26. Özlem Aydın & İsmigül Ünlüel ‘Enkapsülasyon Teknikleri ve Kontrollü Salım’, European Journal of Special Issue 32, pp. 640 Science and Technology , December 2021.
27. Arzu Kuru & Sennur Alay Aksoy., ‘ Faz Değıştiren Maddeler ve Tekstil Uygulamaları, Tekstil ve Mühendis, Cilt 19, No 86, Sf 42, 2012.
28. Pritish Shivanand Aklujkar & Balasubramanian Kandasubramanian., ‘A review of microencapsulated thermochromic coatings for sustainable building applications’, Journal of Coatings Technology and Research volume 18, pages19–37 (2021).
29. Igor Krupa & Co., ‘Phase change materials based on high-density polyethylene filled with microencapsulated paraffin wax’, Energy Conversion and Management, Volume 87, November 2014, Pages 400-409
30. Ali Yılmaz., ‘Nanolipozom İle Pıstacıa Terebı Nthus L. Yapradı Ekstraktının Enkapsülasyonu Ve Karakterizasyonu’, Yüksek Lisans Tezi Ali Yılmaz Bursa Teknik Univeristesi Biyoteknoloji Anabilim Dalı Ağsutos 2020.



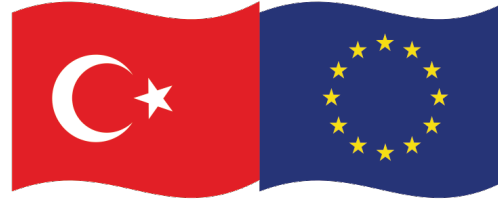


Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

Kaynaklar (devam)

31. Wen-Chyan Tsai & Syed S.H. Rizvi., ‘Simultaneous microencapsulation of hydrophilic and lipophilic bioactives in liposomes produced by an ecofriendly supercritical fluid process’, Food Research International Volume 99, Part 1, September 2017, Pages 256-262 .
- 32.H.Coşkun., A.E.Tayyar., G.D.Tetik., ‘Aromaterapi Özelliklere Sahip Tekstil Yüzeyleri Ve Yıkama Performansları’, KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(3), 2021.
33. M. Mäkinen, ‘Textile treatment with PCM microcapsules’, in Intelligent Textiles and Clothing, 2006.
34. Gang Wu & Co, Robust microcapsules with polyurea/silica hybrid shell for one-part self-healing anticorrosion coatings, J. Mater. Chem. A, 2014, 2, 11614-11620.
35. Zeeshan Tariq & Co ‘Development of functional textile via microencapsulation of peppermint oils: a novel approach in textile finishing’, Research Journal of Textile and Apparel, 14.07.2022



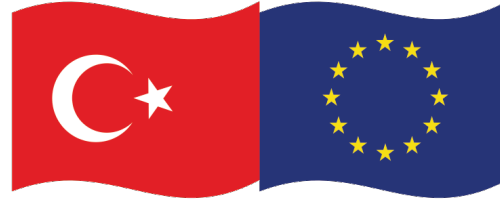


Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir



SORULAR





Bu proje Avrupa Birliğı ve Türkiye Cumhuriyeti
tarafından finanse edilmektedir

İlginiz için Teşekkür Ederiz!

E-Mail: info@butexcomp.com



BUTEXCOMP hakkında daha fazla bilgi için:
www.butexcomp.org



@butexcomp



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI



BTSO
BURSA TİCARET VE SANAYİ ODASI



BUTEKOM
Bursa Teknoloji Koordinasyon ve Ar-Ge Merkezi

BUTEXCOMP