

# TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

LİSE SEVİYESİ FİKİR KATEGORİSİ

TAKIM ADI

CEREYAN

PROJE ADI

DEVELİDE YETİŞEN DAĞ ÇAYI (Sidetiris Libanotica)  
BİTKİSİNİN TEKSTİL VE GIDA ENDÜSTRİSİNDE  
KULLANILABİLİRLİĞİ

BAŞVURU ID

464676

## İÇİNDEKİLER

### 1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Develi’de halk arasında Dağ çayı olarak bilinen *Sideritis libanotica* bitkisinin çiçek ve gövde kısımları kurutularak halk pazarlarında ve aktarlarda satılmaktadır. Yaygın olarak halk hekimliğinde öksürük, bronşit, astım ve mide-bağırsak rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Dağ çayı ile ilgili çalışmalarda, dağ çayının antibakteriyel, antioksidan ve antikanserojen aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir (Gökdoğan ve Yılmaz, 2021).

Dağ çayının doğal boyar madde olarak kullanımı konusunda çok az çalışma vardır. Ve bu çalışmalarda kullanılan dağ çayı türü bizim kullandığımız türden (*sideritis libanotica*) farklıdır. Dağ çayı yağı ve ekstraktının kapsüllemesi ve bu kapsüllerin kumaşlara antibakteriyel özellik kazandırması literatürde yoktur. Kullandığımız dağ çayı bölgemizde yetişmektedir, kolay ulaşılır ve ekonomiktir. Son yıllarda insan ve çevre sağlığına zarar vermeyen doğal boyar maddeleri üretmeye yönelik çalışmalar artmıştır, literatürde dağ çayının boyar madde içerdiği görülmüştür (Gökdoğan, 2021).

Bu çalışmayı 3 farklı aşamada gerçekleştirdik:

İlk aşamada amacımız; dağ çayı ekstraktı ve yağını enkapsülasyon yöntemiyle kapsülleyerek antioksidan, antimikrobiyal gibi özellikleriyle bilinen bitkinin insan sağlığı açısından kullanımını sağlamaktır. Dağ çayı bitkisi, sodyum aljinat ( $C_6H_7O_6Na$ ) kaplama materyali kullanılarak  $CaCl_2$  tarafından çapraz bağlanmış ve ekstrüzyon yöntemiyle kapsüllemiş. Kullanılan kaplama materyalinin optimizasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve kapsüllerin gerekli analizleri yapılmıştır. Enkapsülasyon tekniği ile yenilebilir kapsüllerin içeriğine eklenebilecek antioksidan ve antimikrobiyal bitki ekstraktı ve yağının çevre şartlarına karşı daha stabil bir yapı kazandığı; kapsül formdayken bitki haline kıyasla gıdada bulunan diğer bileşenlerle daha az etkileşime girdiği bilinmektedir. Bitkinin enkapsüle edilmesinin fenolik bileşiklerin biyoaktivitesini ve biyokullanılabilirliğini artırdığı analizlerde görülmüştür. Bu nedenle dağ çayı bitkisi kapsülünün paketli gıdalarda kullanılan kimyasal katkı maddelerine alternatif, sağlıklı, çevreci ve koruyucu bir ürüne öncülük edeceğini düşünmekteyiz.

İkinci aşamada kapsüllemiş dağ çayı bitkisi, çevre dostu antibakteriyel kumaş elde etmek amacıyla pamuklu kumaşa uygulanarak antibakteriyel özellik kazandırması incelenmiştir. Elde edilen pamuklu kumaşın antibakteriyel özelliği ve biyouyumluluğu analiz edilmiştir.

Üçüncü aşamada ise antikanserojen özelliğiyle bilinen dağ çayının doğal boyarmadde olarak pamuklu kumaşlarda kullanılabilirliğini inceledik. Bu aşamada amacımız; Kayseri ili, Develi ilçemizde de yetişen dağ çayı bitkisinden tekstilde pamuklu kumaşların boyanmasında kullanılacak doğal boyar madde elde etmek, ülkemizde doğal boyar madde sayısını ve çeşitliliğini artırmaktır.

Boyamada kullanılan dağ çayı bitkisinin (*Sideritis libanotica*) tür teşhisi uzmanınca yapılmış, su ekstraktları hazırlanmış ve ekstraktların boyama etkinliği pamuk kumaşlar üzerinde farklı mordanlarla ve mordansız test edilmiştir. Dağ çayı ve 3 farklı mordan maddesi (demir sülfat, bakır sülfat ve alüminyum şapı) ile pamuklu kumaşlar boyanmıştır. Karşılaştırma için mordansız boyama da yapılmıştır. Renk ve haslık analizleri yapılmıştır.

Bu sayede *sideritis libanotica* bitki türünün kültüre alınmasıyla yeni tarımsal faaliyetlerin ortaya çıkmasının önü açılacaktır. Bitkinin boş arazilere ekimi yapılarak çiftçimizin az maliyetle pazarlama sorunu olmadan ek gelir elde etmesine katkı sağlanabilir. Ayrıca boyar

madde olarak sürekli kullanılan bitki türlerinden ziyade, literatürde hakkında çok az çalışma yapılmış olan dağ çayı bitkisinin doğal boyar madde envanterine kazandırılması hem yeni bir alternatif oluşturacak hem de boyamada kullanılan diğer bitkilerin tür ve çeşitliliğini koruyacaktır. Böylelikle doğal boyaların ekonomiye kazandırılmış olması, Develi Saray Halı Fabrikası' nın tekrar canlanmasına ve ilçemizde doğal boyamacılığın gelişmesine katkı sağlayacaktır. Kapsüllenen dağ çayı bitkisinin antioksidan, antibakteriyel özelliklerinden gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde faydalanılabilir.

## 2. Problem/Sorun

Yaptığımız araştırmalarda dağ çayı ekstraktı ve yağının kapsüllenmesine ait literatürde çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yönüyle projemiz ilk olacaktır. Ayrıca boyar madde olarak kullanımı ise sadece araştırma boyutunda kalmıştır. Bu sorundan yola çıkarak projemizde; kendine ait harika aroması, antibakteriyel, antioksidan özellikleri olan bitkinin ekstrüzyon yöntemi ile kapsülленerek gıda ve ilaç endüstrisinde; boyar madde olarak ise tekstil endüstrisinde kullanımını ele aldık.

Bitkilerdeki fenolik bileşikler düşük stabiliteye sahip olduğu için; gıdanın işlenmesi, dağıtımı, depolanması aşamalarında ve tüketim sırasında aktiviteleri ve biyoyararlılıkları azalmaktadır. Ayrıca olumsuz çevre koşullarında çok hızlı bir şekilde oksitlenerek istenilmeyen görüntüye, tat ve koku kaybına neden olmaktadır (Munin ve Edwards-Levy, 2011). Bitkinin kullanımında en büyük sorunlardan biri çevre koşullarının olumsuz etkisiyle bitkinin zamanla besin içeriğini, aromasını kaybetmesi ve uzun süreli muhafaza edilememesidir. Çevre koşullarının raf ömrünü kısaltması bitki kullanımı açısından bir dezavantajdır.

Bu sebeplerle fenolik bileşiklerin fizyolojik hedefe, organa tam olarak ulaşması; suda çözünürlüğünün artırılması, istenmeyen tadın maskelenmesi, tüketime kadar yapısal bütünlüklerinin sürdürülmesi gereklidir. Bu amaçla çeşitli enkapsülasyon teknikleri ile fenolik bileşiklerin stabilizasyonu sağlanmalıdır (Kahraman, 2019).

Ayrıca yaygın kış hastalıklarında yan etkileri oldukça fazla olan kimyasal ilaç kullanımı da artmıştır. İnsan sağlığına ve çevreye zarar veren bu kimyasalların israfını önlemek amacıyla; antioksidan, antimikrobiyal gibi özellikleriyle bilinen tıbbi ve aromatik kış çayı olarak kış hastalıklarından korunmak amacıyla kullanılan bitkinin kapsüllenmesi ile bitki ve ilaç israfı önlenebilir, ilaç sektörüne de katkı sağlanabilir.

Günümüzde sentetik boyaların kanserojen madde içermesi insan sağlığını tehdit etmektedir, sentetik kumaş kaynaklı cilt sorunları da artmıştır. Özellikle bebeklere ve hassas ciltlere karşı dağ çayı ekstraktı gibi doğal boyar maddelerle boyanmış, kapsülленmiş antibakteriyel ve antikanserojen özellikli kumaşlar yeni bir alternatif oluşturmaktadır.

Aynı tür bitkilerin sürekli kullanımı o bitkilerin tür ve çeşitliliğini azaltmaktadır. Bu nedenle dağ çayı bitkisinin doğal boyar madde envanterine kazandırılması hem bitki çeşitliliğini artırma konusunda yeni bir alternatif oluşturacak hem de boyamada kullanılan diğer bitkilerin tür ve çeşitliliğini koruyacaktır.

İlçemizde tarım yapılan arazilerde de aşırı gübre ve bilinçsiz pestisit kullanımı ile ürün elde edilmeye çalışılmaktadır ayrıca boş arazilere konutlar dikilerek tarım arazilerimiz yok olmaktadır.

Bitkinin bu arazilere ekimi yapılarak çiftçimize yeni iş imkanları sunulabilir ve az maliyetle pazarlama sorunu olmadan ek gelir elde etmesine katkı sağlanabilir. Bununla birlikte ilçemizde faaliyet gösteren Saray Halı Fabrikası salgın kaynaklı ekonomik nedenlerle çok sayıda işçi çıkarmıştır ve bu işçiler boyama konusunda tecrübelidir. Bu çalışmalar ile doğal boyaların ekonomiye tekrar kazandırılması fabrikanın yeniden canlanmasına ve ilçemizde doğal boyamacılığın gelişmesine katkı sağlayacaktır.



### 3. Çözüm

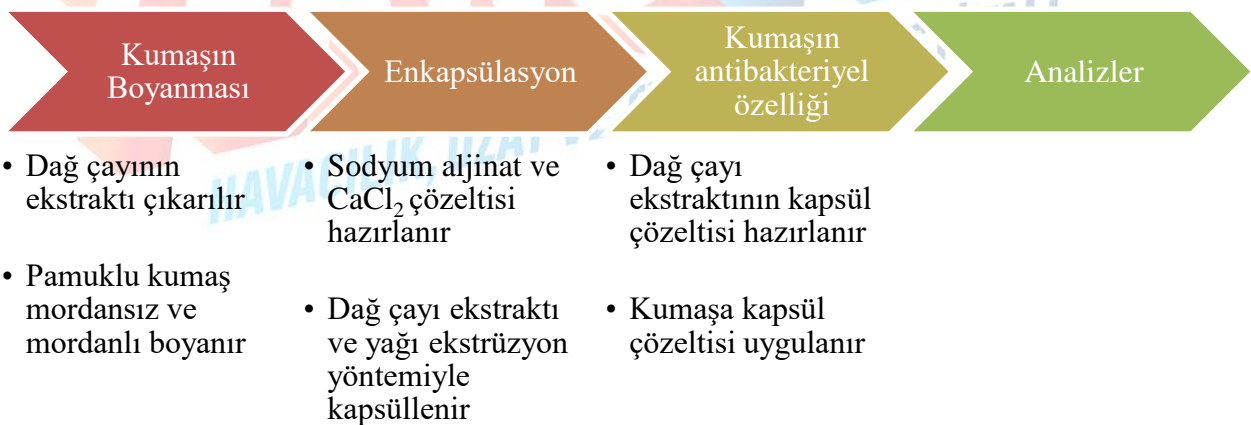
Enkapsülasyon; gıda ve bileşenlerinin korunması, dayanıklılığı ve yavaş salınımı için kullanılan yeni teknolojilerden biridir. Enkapsülasyon gıdalarda raf ömrünü arttırmak, besin değerini yükseltmek, sindirilebilirliği sağlamak gibi amaçlarla uygulanmaktadır. Son yıllarda gıdaların doğallığını sağlamak ve çeşitliliğini arttırmak gibi birçok fayda sağlamaktadır (Gökmen, Palamutoğlu , Sarıçoban 2012).

Enkapsülasyon ile sıvı bileşenler katı forma dönüştürülmekte, reaktif bileşenler ayrılabilen, gıda maddeleri çevresel etkenlerden korunabilmekte, taşıma ve ambalajlamada kolaylık sağlanabilmektedir. Ayrıca enkapsülasyon teknikleri ile spesifik koşullar altında aroma salımı sağlanmakta ve raf ömrünü uzamakta, işleme ve depolama süresince aroma bileşenlerinin buharlaşması, bozunması ve migrasyonu önemli azalmaktadır. Yapılan bir çalışmada *Lactobacillus paracasei* NFBC 338 suşu, gum acaria ile kaplanmış ve mikroorganizmaların toz formlarının kurumaya karşı dirençlerinin 15 °C'de ve 30 °C'de depolama esnasında 1000 katı artırılabilirdiği gösterilmiştir (Ünal ve Erginkaya, 2010).

Dağ çayı yağı ve ekstraktı kapsül lenerek içerd iđ i gıda bileşenleri ve aromasının dayanıklılığ ının artması, korunması, raf ömrünün uzaması, sindirilebilirliğ inin artması, taşıma ve ambalajlamada kolaylık gibi özellikler kazanabilir.

Develi ilçemizin hemen hemen tüm köylerinde doğal yayılım gösteren dağ çayı bitkisi, kolay ulaşılabılır ve ekonomiktir. İlçemizde bolca bulunan boş arazilere ekimi yapılarak doğal boyamacılıkta kullanılan bitki tür ve çeşitliliğ i artırılır. Bu sayede sürekli doğal boyar madde olarak kullanılan bitkilerin tür ve çeşitliliğ ini koruyabiliriz. Hem çiftçilerimize az maliyetle pazarlama sorunu olmadan ek gelir, hem de istihdama katkı sağlanabilir. Boş araziler değerlendirilip bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlanır. Yetiştirilen dağ çayı, ilçe ve ilimizdeki tekstil fabrikalarında kumaş boyama ve antibakteriyel kumaş üretiminde; dağ çayının ekstraktı ve yağ ı kapsül lenerek gıda, ilaç endüstrisi vb. birçok alanda kullanılabilir. Yeni iş alanları oluşturulabilir.

Projenin gelişimi için İl Tarım ve Orman Müdürlüđ ünden, Erciyes Üniversitesinden, ziraat mühendislerinden, iş adamlarımızdan ve çiftçilerimizden destek alınarak dağ çayından kaliteli ve verimli ürün elde edilebilir. İşsizlik önlenebilir. İlçe, il ve ülke ekonomisi canlanabilir. Projemizde geliştirdiğ imiz çözümlerin akış şeması gösterilmiştir (Şekil 1).



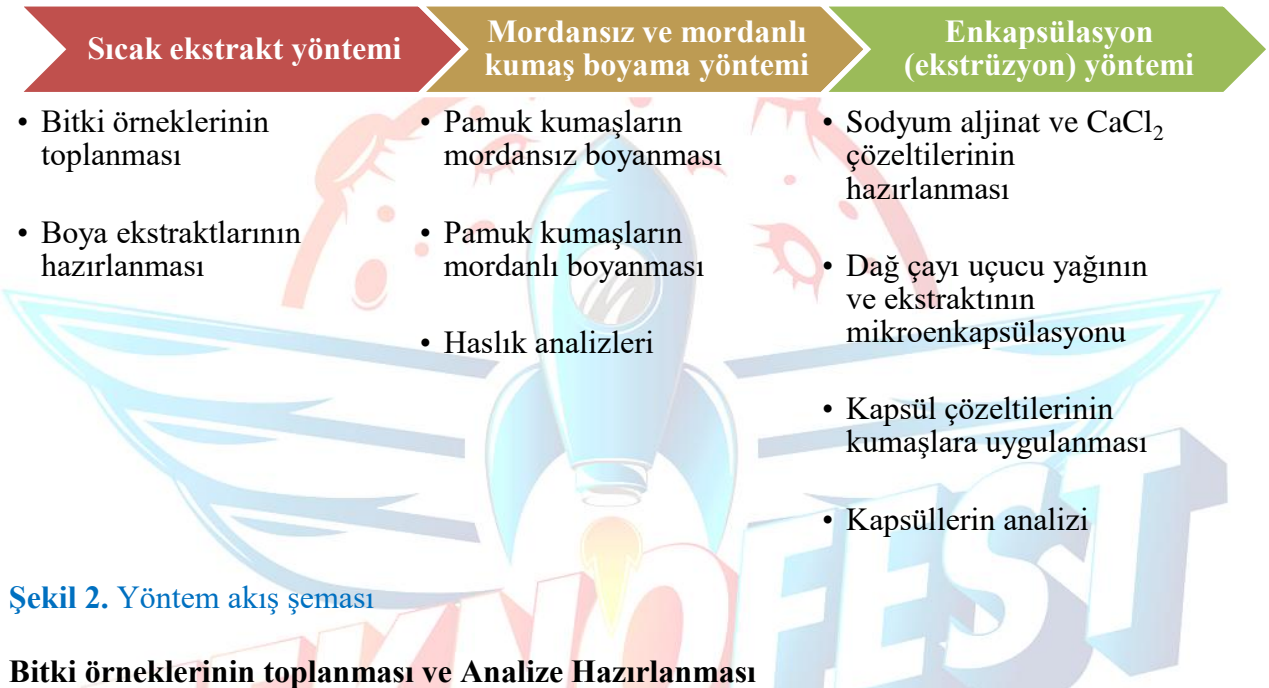
Şekil 1. Çözüm akış şeması

### 4. Yöntem

Enkapsülasyon yöntemi; hassas bileşenlerin koruyucu bir duvar materyali içinde fiziksel olarak sarılmasını ve karşıt reaksiyonlardan, uçucu kaybindan ya da besinsel bozulmalardan

çekirdek materyallerin korunmasını sağlayan bir teknolojidir. Günümüzde enkapsülasyon; gıda, tekstil, ilaç, kozmetik, tarım ve elektronik gibi endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Enkapsülasyonun gıda endüstrisinde en yaygın kullanım amacı, çekirdek materyalin çevre koşullarına olan reaktivitesini azaltarak bozunmadan korumak ve raf ömrünü uzatmaktır (Gökbulut ve Öztürk, 2018). Projemizde enkapsülasyon yöntemlerinden ekstrüzyon yöntemini kullandık.

Projemizi üç aşamada gerçekleştirdik: İlk aşamada; sıcak ekstrakt yöntemiyle dağ çayının ekstraktını çıkarıp pamuklu kumaşları mordansız ve mordanlı boyama yöntemiyle boyadık. İkinci aşamada; dağ çayı ekstraktı ve yağını sodyum aljinatla ekstrüzyon yöntemiyle kapsüllüledik. Üçüncü aşamada; kapsül çözeltisini pamuklu kumaşa emdirme yöntemiyle applike ettik ve antibakteriyel özelliğini inceledik (Şekil 2).



Şekil 2. Yöntem akış şeması

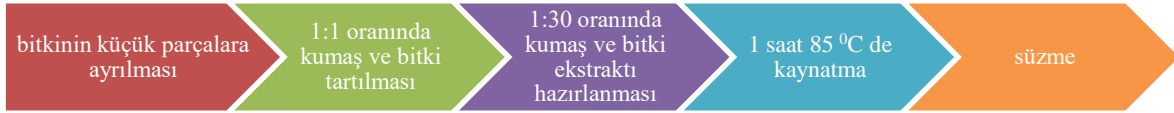
### Bitki örneklerinin toplanması ve Analize Hazırlanması

Develi ilçesinden toplanan Dağ çayı (*sideritis libanotica*) oda sıcaklığında ve havadar bir yere serilerek kurutulmuştur. Dağ çayının teşhisi Erciyes Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof Dr. Cem VURAL tarafından yapılmıştır. Boyanacak materyal olan %100 pamuk kumaş, Develi İğdeler Tekstil ticaret satış mağazasından temin edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan ısıtıcılı manyetik karıştırıcı (Isolab, 0-280 °C ve 0-1500 rpm), hassas terazi (0,001g) ve mordanlar (alüminyum şapı-  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ , bakır sülfat-  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ve Demir sülfat-  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) ise okulumuz kimya laboratuvarından temin edilmiştir.

Araştırma yöntemi olarak sıcak ekstrakt hazırlama yöntemi ile boya ekstraktları hazırlanmış, mordansız ve mordanlı boyama yöntemi seçilmiştir. Boyalı kumaşların renk, ışık ve sürtünme haslığı tayini yapılmıştır. Enkapsülasyon yöntemi olarak ekstrüzyon yöntemi seçilmiştir.

### Boya Ekstraktlarının Hazırlanması

Çalışmada sıcak ekstrakt hazırlama yöntemi kullanılmıştır. Bunun için; bitkinin gövde, dal ve çiçek gibi kısımları, içerdikleri boya maddelerinin suya geçmesini sağlamak amacıyla elle ve makasla küçük parçalar haline getirilmiştir. Boyanacak pamuk kumaşın ağırlığına göre, 1:1 oranında alınan bitkiler, yine boyanacak kumaşa göre 1:30 oranındaki su içinde 1 saat süreyle 85 °C de kaynatılmıştır. 1 saat sonunda bitki atıkları bir tülbentle süzülerek ortamdaki ayrılmıştır. Böylece sıcak ekstrakt elde edilmiştir (Şekil 3).

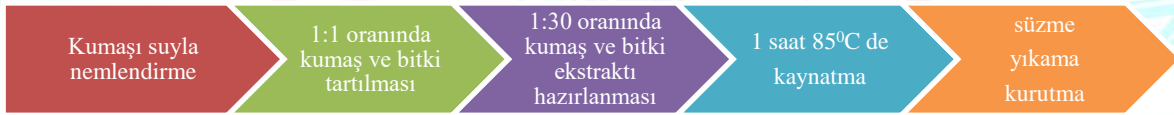


Şekil 3. Sıcak Ekstrakt Yöntemi Akış Şeması

### Pamuk kumaşların mordansız boyanması

Bitkisel boyacılıkta, renkleri kumaşa sabitlemede kullanılan ve değişik renkler elde etmeye yarayan yardımcı maddelere mordan denir. Mordanlama ise; mordanın boyanacak maddeye boyamadan önce, boyamadan sonra veya boyama sürecinde eklenmesiyle yapılır. Boyama işleminde mordansız ve birlikte mordanlama yöntemi kullanılmıştır.

Mordansız boyama; daha önceden suda bekletilerek nemlendirilen pamuk kumaşlar 1: 30 oranında hazırlanan dağ çayı sıcak ekstraktların içine konmuştur. Kaynama noktasına eriştikten sonra bir saat boyunca sürekli karıştırılarak kaynatılmış ve kaynama esnasında eksilen su ilave edilmiştir. Soğuduktan sonra da bol soğuk su ile durulanarak az ışıklı ve havadar bir yerde kurutulmuştur. Mordansız boyama akış şeması şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Mordansız boyama yöntemi akış şeması

### Pamuk kumaşların mordanlı boyanması

Mordanlı boyamada; suda nemlendirilen pamuk kumaş mordan ve dağ çayı (Şekil 5)ekstraktı içerisine atılmış, 1:30 oranında hazırlanan sıcak boya çözeltisi içerisinde bir saat süreyle 85<sup>0</sup> C de kaynatılmış ve kendi halinde soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra bol soğuk su ile durulanarak az ışıklı havadar bir yerde kurutulmuştur.

Bu şekilde mordansız ve değişik mordanlarla % 3 ve % 5’lik oranlarının uygulanmasıyla 10’ar adet boyama yapılmıştır (Şekil 6). Mordanlı boyama akış şeması Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 5. Dağ çayı



Şekil 6. Pamuklu kumaşın mordanlı boyanması







**Şekil 7.** Mordanlı boyama yöntemi akış şeması

### Haslık tayinleri

Haslık analizleri için boyanan kumaşlar 48 saat güneş ışığında bekletilerek ışık haslığı değerlendirilmiştir. Sürtünme haslığı değerlendirmesi içinde kumaşlar deterjanlı su ile 10 ar kez yıkayıp oda sıcaklığında kuruması sağlanmış, renk değişimi incelenmiştir.

### Bulgular

#### Dağ çayından elde edilen renkler

Dağ çayı bitkisi, mordansız ve birlikte mordanlama (alüminyum şapı, bakır sülfat ve demir sülfat) yöntemleriyle boyanmış ve farklı renk tonları elde edilmiştir (Şekil 8).



**Şekil 8.** Sideritis libanotica bitkisinin su ekstresi ile boyanmış pamuk kumaş örnekleri

Değişik mordanlar ve mordan oranları ile elde edilen renk tonlarının frekans dağılımına göre kruvasan, rezene tohumu ve gümüş adaçayı rengi olduğu Tablo 1'de görülmektedir.

**Tablo1.** Sideritis libantica bitkisinden mordansız ve birlikte mordanlama yöntemi ile elde edilen renkler (<https://www.pantone.com>)

Mordan	Mordanlama yöntemi	Süre	Elde edilen renkler
Alüminyum şapı	Birlikte mordanlama	1 saat	Kruvasan
Bakır sülfat	Birlikte mordanlama	1 saat	Rezene tohumu
Demir sülfat	Birlikte mordanlama	1 saat	Gümüş adaçayı
	Mordansız	1 saat	

### Dağ çayı ışık haslığı değerlendirme

Işık haslığı, kumaşlarda yüksek olması istenilen önemli bir özelliktir. Pencereden direkt gelen ışığa maruz kalan pamuk kumaşlarımız solma olayı ile karşı karşıya kalırlar. Buna göre; dağ çayı ve mordanlarla elde edilen renklerin ışık haslık değerleri, mordansız boyama ile elde edilen renklerin ışık haslık değerinden büyük olduğu, tüm boyalı kumaşların 48 saat güneşte bekletilmesiyle renklerinde meydana gelen değişimden saptanmıştır. Mordanların farklı olması durumunda ışık haslık değerinin değiştiği saptanmıştır. Şap ve demir sülfat ile yapılan boyamalarda ışık haslık değerinin, bakır sülfat ve mordansız boyamaya göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu renk değişimi bakır sülfatta koyulaşma şeklinde görülürken mordansız yapılan boyamalarda solma şeklinde görülmüştür. Mordan oranı ve boya konsantrasyonu arttığında daha koyu renkler elde edilmiştir.

### Dağ çayı sürtünme haslığı değerlendirme

Tekstil ürünleri dış etkilerle sürtünme sonucu yıpranmaktadır. Bu nedenle sürtünme haslık derecelerinin de yüksek olması istenir. Demir sülfat kullanılarak yapılan boyamalarda sürtünme haslık değeri, şap ve bakır sülfatla yapılan boyamalardaki sürtünme haslık değerinden daha küçüktür. Dağ çayı ile yapılan tüm boyamalarda en yüksek sürtünme haslık değerinin, mordansız boyamaya ait olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda elde edilen renkler, daha önce aynı bitki ile yapılmış olan diğer çalışmalar karşılaştırılmıştır. Buna göre; dağ çayı ile şap mordanı kullanıldığında kruvasan renk elde edildiği, yine dağ çayı ile bakır sülfattan rezene tohumu rengi, demir sülfattan gümüş adaçayı renklerin elde edildiği gözlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen renklerle; Yılmaz (2015)' in belirttikleri renkler önemli ölçüde birbirine benzemektedir.

### Hemoliz analizleri

#### A. Biyomalzeme sterilizasyonu

1. Biyomalzeme yüzeyleri 24 kuyu plakasının her kuyusuna yerleştirildi. Her zaman noktası için bir plaka hazırlayıp (15, 30 ve 45 dk.) ve ilgili zaman noktasıyla kapakta etiketlendi.
2. Oda sıcaklığında 5 dakika boyunca 500 µl etanol eklendi.
3. Etanol aspire ve 500 µl PBS ile biyomalzeme yüzeyleri üç kez durulandı.
4. PBS'yi aspire edin ve biyomalzeme yüzeylerini bir kez 500 µl DI su ile durulandı.
5. DI suyunu aspire edin ve biyomalzeme yüzeylerinin en az 30 dakika kurumasına izin verildi.

#### B. Biyomalzeme yüzeyine kan eklenmesi.

1. Antikoagülan olmayan bir vakum tüpüne insan bütün kanı çekildi.
  2. Kan çekiminden hemen sonra, vakum tüpünü ve pipeti 7 µl kanı tüpten dikkatlice açın ve her biyomalzeme yüzeyine koyuldu.
  3. Kapağı kapatın ve her plaka için zamanlayıcıyı saymaya başlandı (45 dk).
- Deney sırasında, modüller 37 °C'de bir su banyosunda tutulurken, ortam rezervuarları kan hücrelerinin çökmesini önlemek için bir çalkalayıcı üzerinde oda sıcaklığında tutulacaktır.
45. dakikalarda kan örnekleri alındı. Toplam lökositler (WBC), kırmızı kan hücreleri (RBC)



ve trombosit (PLT) sayıları her bir deneysel zaman noktasında ölçüldü. Ayrıca alınan kanlar preparatlara yayılarak giemsa boyası ile boyandıktan sonra resimleri çekildi (Şekil 8)

C. Pozitif kontrolün hazırlanması (maksimum hemoglobin salınımı)

1. 3 kuyuda 500 µl DI su ile yeni bir 24 kuyu plakası hazırlansın.
2. Di suyu ile her kuyuya 7 µl kan eklendi.
3. Plakayı 30 s (100 rpm) yatay bir çalkalayıcıya yerleştirildi.
4. Plakayı bir banka taşıyın ve serbest hemoglobini serbest bırakmak için 5 dakika beklendi.
5. 5 dakika sonra pipet 200 µl çözelti 96 kuyu plakasına eklendi.
6. Emiciliği 540 nm dalga boyunda bir mikro plaka okuyucu kullanarak okundu.

D. Hemoglobin salgılamak için numunelerin aktarılması

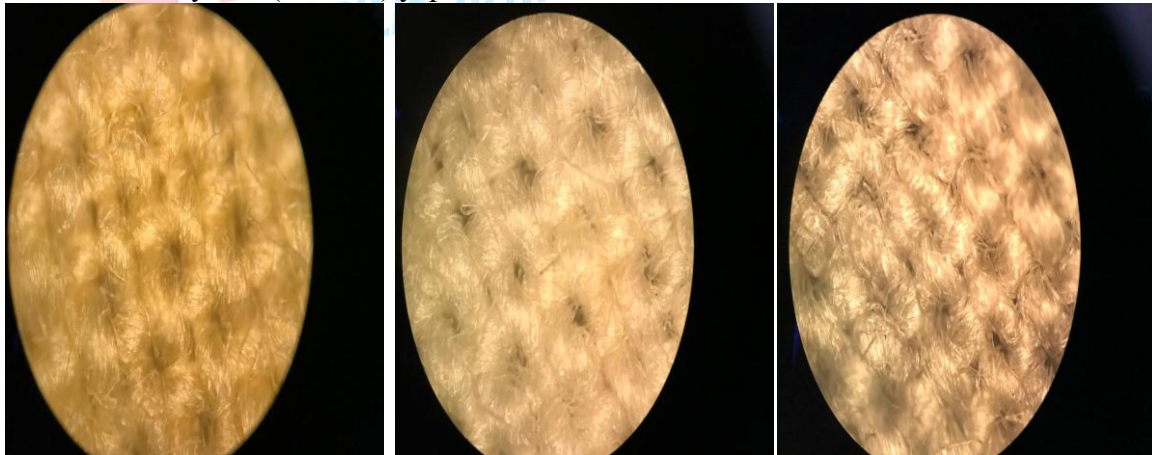
1. Her kuyuda 500 µl DI su ile yeni bir 24 kuyu plakası hazırlandı.
2. 15 dakika sonra, biyomalzeme yüzeyleri ilk plakadan DI suyu ile yeni bir kuyuya hafifçe aktardı. Yüzeydeki kanı bozmamak için biyomalzeme yüzeylerini hareket ettirirken dikkatli olun. Bu adımdan sonra numuneler su altında olmalıydı. Numuneleriniz daha kalınsa, tamamını kanla örtmek için daha fazla su kullanıldı.
3. Plakayı 30 s (100 rpm) yatay bir çalkalayıcıya yerleştirildi.
4. Plakayı bir banka taşıyın ve serbest hemoglobini serbest bırakmak için 5 dakika beklendi.

E. Emiciliği okumak

1. 5 dakika sonra, pipet 200 µl "su + hemoglobin" çözeltisi 96 kuyulu bir plakaya konuldu. Her çözelti için pipet ucunu değiştirildi
2. Emiciliği 540 nm dalga boyunda bir mikro plaka okuyucu kullanarak okundu.
3. İkinci ve üçüncü plakalar için sırasıyla 45 dk'dan sonra C ve D prosedürlerini tekrarlandı.

Veri analizi

1. 540 nm'deki absorbans değerleri mikro plaka okuyucu kullanılarak okundu. Verileri excel biçimli bir dosyaya verildi
2. Kanla ilgili tüm protokollerin iki farklı kan bağışçısı kullanılarak en az iki kez yapıldı (Damodaran vd, 2013; Sabino ve ark., 2019).
3. Origin/Excel (veya benzeri bir yazılım) kullanarak, absorbans değerlerinin her gruptan ortalama/standart sapması çizilecek. Pozitif kontrol için ölçülen ortalama absorbansa karşılık gelen bir satır eklendi.
4. Yazılım Origin (veya benzeri) kullanarak deneysel veriler için varyans (ANOVA) analizini %5 önem düzeyinde ( $P < 0.05$ ) yapıldı.



Şekil 8. Sırasıyla gözaşı, şap, Kıbrıs taşı mordanlı kumaşların giemsa boyası ile boyası görüntüleri

### Dağ çayı ekstraktı ve yağının enkapsülasyonu

Enkapsülasyon tekniklerinden biri olan ekstrüzyon tekniği hidrokolloitlerle kapsül yapımında kullanılan en eski ve en yaygın yöntemdir. Bu yöntemde sertleştirici çözelti içerisine hazırlanan koloit çözeltisinin damlalar halinde enjekte edilmesiyle kapsüller elde edilmektedir. Ekstrüzyon tekniğinde destekleyici materyal olarak alglardan ekstrakte edilen ve D-mannuronik ile L-guluronik asitten ibaret bir heteropolisakkarit olan aljinat kullanılmaktadır (Gökmen vd., 2012).

### Dağ çayı yağının enkapsülasyonu

100 mL saf suya 2 g sodyum aljinat eklendi. Elde edilen %2 lik sodyum aljinat çözeltisi çözününceye kadar Isolab ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda 50 °C' de 700 rpm' de karıştırılmıştır. Aljinat çözününce ısıtıcı kısmı kapatılıp soğuyuncaya kadar 700 rpm' de karıştırmaya devam edilmiştir. Soğuduktan sonra Tween 80 ilave edilip 250 rpm' de 10 dk karıştırılmıştır. Sonra % 1 konsantrasyonunda olacak şekilde dağçayı uçucu yağı ilave edilip 250 rpm' de 10 dk karıştırılmıştır. Süre bitiminde düz bir zeminde ağzı kapatılarak 5 dk bekletilmiştir.

100 mL saf suya 1 g kalsiyum klorür eklendi, karıştırılarak çözüldü. %1 lik  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi hazırlandı. 100 mL saf suya 2 g kalsiyum klorür eklendi, karıştırılarak çözüldü. %2 lik  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi hazırlandı.

Manyetik karıştırıcıda 150 rpm' de karışan 100 mL' lik beherdeki %1'lik  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi üzerine, enjektöre doldurulmuş aljinat + yağ karışımı 60 damla/dk olacak şekilde damlatılmıştır. Daha sonra süzgeç kağıdı ile oluşan kapsüller süzölmüştür. Oluşan kapsüller saf suyla üç kez yıkanmıştır (Şekil 9). Aynı işlemler %2'lik  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi için tekrarlanmıştır.



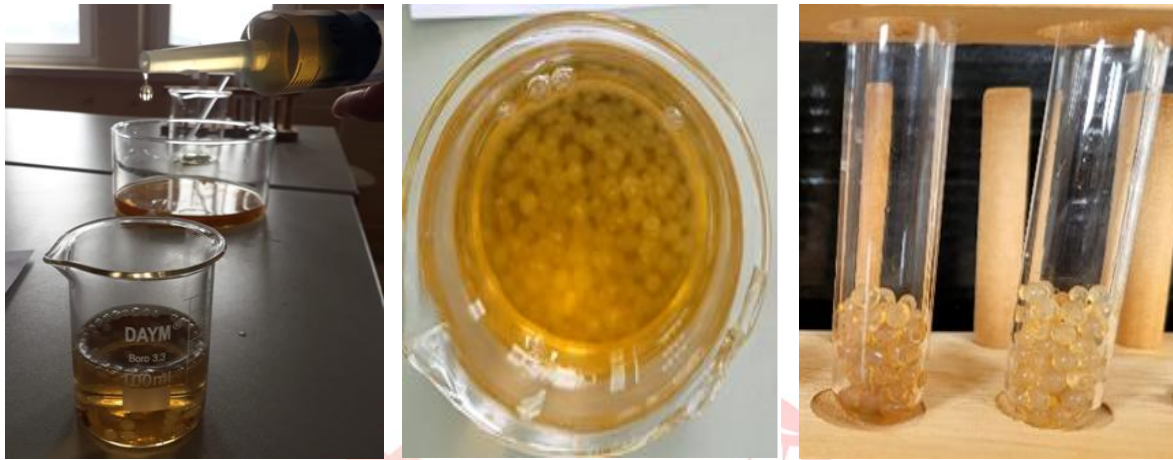
Şekil 9. Dağ çayı yağının sodyum aljinatla kapsülleme ve elde edilen kapsüller

### Dağ çayı ekstraktının enkapsülasyonu

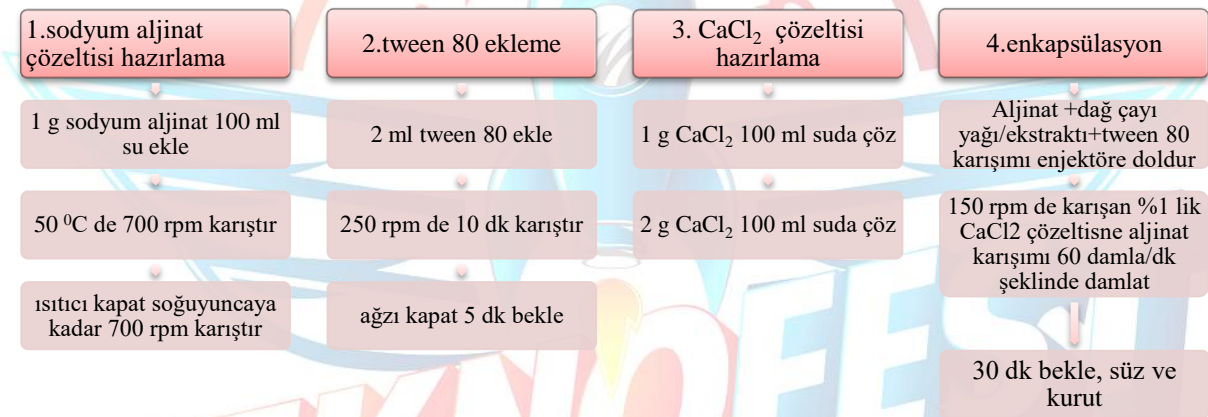
100 mL' lik beherde % 2' lik aljinat solüsyonu çözününceye kadar Isolab ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda 50 °C' de 700 rpm' de karıştırılmıştır. Aljinat çözününce ısıtıcı kapatılıp soğuyuncaya kadar 700 rpm' de karıştırmaya devam edilmiştir. Soğuduktan sonra Tween 80 ilave edilip 250 rpm' de 10 dk karıştırılmıştır. Sonra 50 ml dağ çayı ekstraktı ilave edilip 250 rpm' de 10 dk karıştırılmıştır. Süre bitiminde düz bir zeminde ağzı kapatılarak 5 dk bekletilmiştir (Şekil 10).

Manyetik karıştırıcıda 150 rpm' de karışan 100 mL' lik beherdeki %1 lik  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi üzerine, enjektöre doldurulmuş aljinat +dağ çayı ekstraktı karışımı 60 damla/dk olacak şekilde damlatılmıştır. Daha sonra süzgeç kağıdı ile oluşan kapsüller süzölmüştür. Oluşan kapsüller

saf suyla üç kez yıkanmıştır. Aynı işlemler %2 lik  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi için tekrarlanmıştır. Şekil 11 'de enkapsülasyon-ekstrüzyon yöntemi akış şeması verilmiştir.



Şekil 10. Dağ çayı ekstraktının sodyum aljinatla kapsüllemesi ve elde edilen kapsüller



Şekil 11. Enkapsülasyon-Ekstrüzyon yöntemi akış şeması

Hazırlanmış olan boş ve dolu mikrokapsüller kullanılıncaya kadar hava geçirmeyecek şekilde petri kaplarında + 4°C' de buzdolabında saklanmıştır.

### Kapsül çözeltilerinin kumaşlara uygulanması

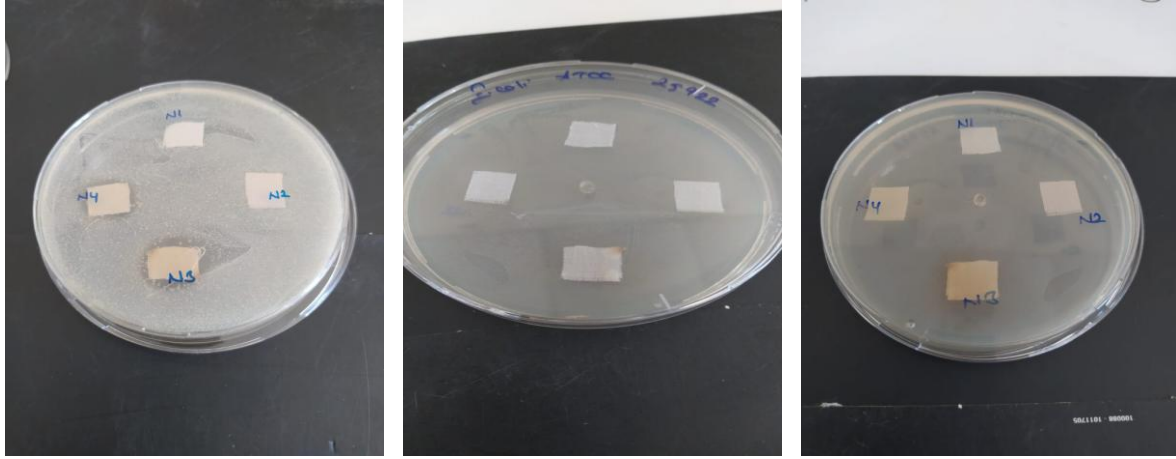
Kapsüllerin %100 pamuklu kumaşlara uygulanması sırasında emdirme yöntemi kullanılmıştır. Kapsül uygulanmış kumaşların yapısındaki kapsüllerin yıkamaya karşı kalıcılığını araştırmak amacıyla kumaşlar deterjanla 40°C'de 30 dk süre ile yıkanmıştır. Yıkama sonrası oda sıcaklığında kurutulmuştur.

### Kapsülenmiş kumaşın antibakteriyel aktivite testleri

Antimikrobiyal aktivite çalışmaları ağız difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma için iki indikatör organizma eEscherichia coli ATCC 25922 ve Staphylococcus aureus ATCC 43300 kullanılmıştır (Şekil 12). Çalışma sonucunda numuneleri E. coli üzerinde etkisiz olduğu N3 ve N4'ün s.auresa karşı antimikrobiyal aktivite sergilediği görülmüştür.

N3 ve N4 etkili, N1 ve N2 etkisiz. N3 0,3 zon yarıçaplı, N4 0,2 zon yarıçaplıdır

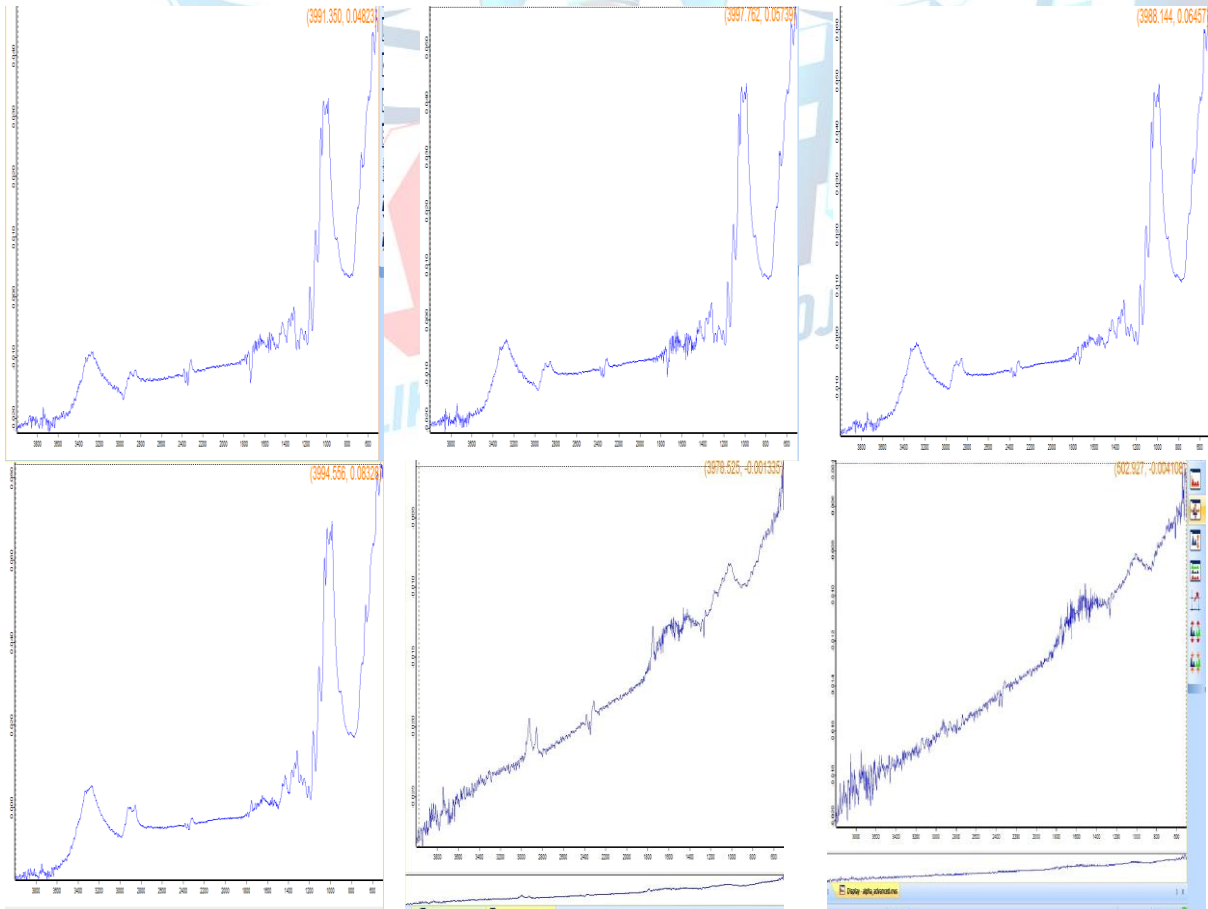




**Şekil 12.** N1 düz kumaş, N2 düz kumaş + kapsül, N3 mordansız kumaş, N4 mordansız kumaş + kapsül

### FTIR analiz sonuçları

Numunelerin FT-IR analizleri Eco-ATR Bruker marka cihaz ile 40-4000  $\text{cm}^{-1}$  dalga boyu aralığında gerçekleştirilmiştir. Farklı sitokiyometrilereki süngerlerin sentezlenmesinden sonra  $50^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulduktan sonra yapılarında meydana gelen değişimlerin incelenmesi yapılmıştır. Bu değişimler yapıdaki su molekülleri,  $\text{OH}^-$  grupları ve yapısal bağlardaki değişimler olarak açıklanabilir. Yapıdaki fonksiyonel grupların belirlenmesi daha önceden bu gruplara ait infrared bantların hangi dalga boyu aralıklarında gözlenebileceğini gösteren ve korelasyon tablosu adı verilen tablolar incelenerek tanımlanmıştır.



## 5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projemizin yenilikçi yönü; ilçemizde doğal yayılım gösteren, literatürde boyar madde olarak hakkında çok az çalışma olan dağ çayı (*sideritis libanotica*) bitkisinin gıda alanında ilk kez kapsüllemesi, kumaşta ilk kez antibakteriyel özelliği ve tekstilde doğal boyar madde olarak kullanımının incelenmesidir. Dağ çayı bitkisinin kapsüllediği çalışmaya literatürde rastlanmamıştır.

Tıbbi ve aromatik bitkiler arasında yer alan dağ çayı bitkisi, gıda endüstrisinde ekstraktı ve yağı çıkarılarak enkapsülasyon yöntemiyle kapsüllemiş; insan sağlığı açısından kullanımı sağlanmıştır. Kapsüllemeye yenilebilir kapsüllerin içeriğine eklenebilecek antioksidan ve antimikrobiyal bitki ekstraktı ve yağının gıda maddesinin raf ömrünü uzatacağı hem de tüketildiğinde besin değerini artıracacağı beklenmektedir. Dağ çayı bitkisi kapsülünün paketli gıdalarda kullanılan kimyasal katkı maddelerine alternatif, sağlıklı, çevreci ve koruyucu bir ürüne öncülük edeceğini düşünmekteyiz. Kış aylarında grip kaynaklı hastalıklardan korunmak amacıyla bu ürünün kullanılması ilaç israfını ve kapsüllenen bitkinin raf ömrünün uzamasıyla bitki israfını önlemenin yanı sıra aynı ekstraktın farklı alanlarda katma değerli bir ürüne dönüştürülmesi projenin yenilikçi yönünü ortaya koymaktadır. Ürünün maliyeti muadillerine göre düşük olması da projenin çok yönlü yararını vurgulamaktadır.

Çevre dostu antibakteriyel ürün elde etmek amacıyla yapılan bu çalışmada bitki kapsüllemiş ve tekstil materyaline uygulaması ile fonksiyonelleştirilmesi, antibakteriyel aktivite kazandırma kabiliyetinin belirlenmesi açısından ilk çalışma olma özelliğine sahiptir. Bu durumun literatüre sağlayacağı katkı önem taşımaktadır.

Ayrıca tekstilde kumaş boyama olarak yaptığımız çalışma, doğal boyar madde olarak sürekli kullanılan bitki türlerinden ziyade, literatürde hakkında doğal boyar madde olarak çok az çalışma olan ve az bilinen dağ çayı bitkisinin doğal boyar madde envanterine kazandırılması; hem yeni bir alternatif oluşturacak hem de boyamada kullanılan diğer bitkilerin tür ve çeşitliliğini koruyacaktır. Bu sayede *sideritis libanotica* bitki türünün ıslah edilerek kültüre alınmasıyla yeni tarımsal faaliyetlerin ortaya çıkmasının önü açılacaktır.

Ayrıca bu çalışmadaki yöntemler diğer bitkilere de uygulanabilecek ve bu sayede yeni, farklı bilimsel araştırmalara katkı sağlayacaktır. Çalışmanın ilaç, bitki ve enerji israfını azaltması, sürdürülebilirliğe ve ülke ekonomisine katkısı bu çalışmanın inovatif yönünü destekleyecektir.

Klasik yöntemlerden tamamen farklı, özgün ve piyasada bulunmayan bir ürünün geliştirilmiş olması projemize hem ticari anlamda değer katmakta hem de yenilikçi bir yön kazandırmaktadır.

Önerdiğimiz yöntemlerin yenilikçi olması, kullandığımız ekstraktların dağ çayından kolay bir biçimde elde edilebilmesi, hatta ilçemizde ve ilimizde ekiminin yapılacak boş arazilerin bulunması; ilimizdeki çok sayıda gıda ve tekstil fabrikalarında uygulamaya geçilebilir olması, hem kumaş boyama hem kapsül üretim maliyetinde yapacağı katkı düşünüldüğünde ilçe, il ve ülke ekonomisi açısından da önemli olduğunu düşünüyoruz.

## 6. Uygulanabilirlik

Dağ çayı; ilçemizde doğal yayılım gösteren, birçok alanda kullanım potansiyeli olmasına rağmen sadece kış çayı olarak tüketimi yapılan bir bitkidir. Dağ çayı her tür arazi koşullarında kolayca yetişen, az maliyetle çok ürün elde edilebilecek ve tekstil gıda, ilaç sanayinde katma değeri yüksek ve maliyeti düşük ürün üretimine olanak sağlayacak bir bitkidir. Bu durum bize projemizin ürüne dönüştürülebilir olduğunu göstermektedir.

Kayseri gıda fabrikalarının, kumaş fabrikalarının, yoğun olduğu şehirlerden biridir. Projemizin hayata geçirilmesiyle elde edilen ürün, ilimizdeki fabrikalarda kapsüllemeye gıda

katkı maddesi ve tedaviyi destekleyici bitki takviyesi olarak, bölgemizde bulunan halı kilim fabrikalarında kumaş boyamada doğal boyar madde olarak kullanımı hedeflenmektedir. Bölgemizde çok sayıda boş arazi bulunduğu için ve dağ çayı bölgemizde kolayca yetiştiği için çiftçimize de ek gelir sağlayacaktır. Kullandığımız dağ çayı bitkisinin ıslah edilerek kültüre alınmasıyla yeni tarımsal faaliyetlerin önünün açılmasına projemiz katkı sağlayacaktır. Ayrıca projede kullanılacak tüm yöntemler üniversitelerden, sanayi kuruluşlarından bilimsellik ve uygulanabilirlik açısından araştırılıp doğru bir şekilde tespit edilmiştir. Seçtiğimiz yöntemler yenilikçi, son teknolojik, bir o kadar ekonomiktir.

Projemizde elde edilen dağ çayı boyar maddesi ile boyanan kumaşlar, dağ çayının kapsüllemesi ve bu kapsüllerin kumaşa antibakteriyel özellik kazandırması, hem çevreye hem de ekonomiye katkı sağlayacaktır. Gıdalarda kullanılan kimyasal katkı maddelerine alternatif, sağlıklı çevreci koruyucu bir ürüne öncülük edeceğimizi düşünmekteyiz.

Boyar madde kapsül elde etme metotları incelenmiş, en verimli olanı tespit edilerek kısa sürede az maliyet, en az kimyasal kullanarak ürünün kalitesini bozmadan kapsül elde edilmiştir.

Çağın teknolojisi olması, uygulanabilirliği, düşük maliyeti ve hızlı sonuç vermesi ile enkapsülasyon yönteminin böyle bir çalışmada kullanılarak kumaş, gıda ve ilaç sanayinde kullanımı tamamen özgün ve yenilikçi yönüdür. Sürdürülebilirliğe, ilçe, il ve ülke ekonomisine katkısı göz ardı edilmemesi gerekli noktalardır.

Ayrıca bu çalışma diğer alanlara uygulanabilecek ve bu sayede farklı bilimsel araştırmalara imkan sağlayacaktır.

## 7.Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizde pamuklu kumaşların boyanması, dağ çayı ekstraktı ve yağının kapsüllemesi, kapsülasyon çözeltisinin pamuklu kumaşlara aplikasyonu işlemlerinde kullanılması planlanan malzemelerin listesi ve bütçe gerekçesi Tablo 2 de verilmiştir. Buna göre gerekli olan tahmini toplam maksimum maliyet 6896 TL olarak hesaplanmıştır. Ayrıca boyama, kapsülasyon, üretim, analiz ve ticarileşme süreçlerini içeren bir zaman planlaması ayrıntılı bir şekilde Tablo 3'de açıklanmıştır.

**Tablo 2.** Proje kapsamında alınması planlanan malzemelerin listesi ve bütçe gerekçesi

ENKAPSÜLASYON					
	Birim miktar	Yaklaşık Birim Fiyatı(TL)	Kullanılan miktar	Yaklaşık Toplam Bedeli (KDV Dahil, TL)	Gerekçesi
Dağ çayı	1 kg	30	50g	1,5	Enkapsülasyon da çekirdek materyal
Sodyum aljinat	1kg	600	20g	12	Enkapsülasyon da kabuk materyal
Kalsiyum klorür	1kg	50	20g	1	Enkapsülasyon da çapraz bağlayıcı
Tween 80	1L	500	20 ml	10	Enkapsülasyon da yüzey aktif madde
<b>TOPLAM</b>				<b>24,5</b>	



<b>KUMAŞ BOYAMA</b>					
<b>Malzeme</b>	<b>Birim miktar</b>	<b>Yaklaşık Birim Fiyatı(TL)</b>	<b>Kullanılan miktar</b>	<b>Yaklaşık Toplam Bedeli (KDV Dahil, TL)</b>	<b>Gerekçesi</b>
Dağ çayı	1 kg	30	1 kg	30	Boyama
Kumaş	1m <sup>2</sup>	40	1m <sup>2</sup>	40	Boyama
Göztaşı	1kg	100	30g	3	Boyama işleminde mordan
Kıbrıs taşı	1kg	50	30g	1,5	Boyama işleminde mordan
Şap	1kg	200	50g	10	Boyama işleminde mordan
<b>TOPLAM</b>				<b>84,5</b>	

<b>CİHAZLAR</b>					
<b>Malzeme</b>	<b>Birim miktar</b>	<b>Yaklaşık Birim Fiyatı(TL)</b>	<b>Kullanılan miktar</b>	<b>Yaklaşık Toplam Bedeli (KDV Dahil, TL)</b>	<b>Gerekçesi</b>
Isıtıcı manyetik karıştırıcı	1 adet	5762	1 adet	5762	Boyama ve enkapsülasyon
Hassas terazi	1 adet	1025	1 adet	1025	Boyama ve enkapsülasyon
<b>TOPLAM</b>				<b>6787</b>	

Tabloda verilen kumaşın metrekaresi, bitki ve mordanların kilogram fiyatları esas alınarak 1 m<sup>2</sup> kumaş için gerekli miktarın maliyeti hesaplanmıştır. Bir metreka kumaş boyama için, 1 m<sup>2</sup> pamuklu kumaş (40 TL), 1 kg dağ çayı bitkisi (30 TL), 30 g göztaşı (3 TL), 30 g kıbrıs taşı (1,5 TL), 50 g şap (10 TL) kullanılmıştır. Buna göre 1 m<sup>2</sup> pamuklu kumaş boyamanın maliyeti 84,5 TL dir.

Tabloda verilen sıvı kimyasalların litre fiyatı, katı maddelerin kilogram fiyatları esas alınarak 1 L kapsül çözeltisi için gerekli miktarın maliyeti hesaplanmıştır. 1L lik kapsül çözeltisi hazırlamak için, 20 g sodyum aljinat (12 TL), 20 g CaCl<sub>2</sub> (1 TL), 20 ml Tween80 (10 TL), 50 g dağ çayı bitkisi (1,5 TL) kullanılmıştır. Buna göre, 1L lik kapsül çözeltisi hazırlamanın maliyeti 24,5 TL dir.

Bu maliyetler fabrikasyon üretime geçildiğinde daha da düşecektir. Bu bakımdan bilimsel bir araştırma projesi için oldukça düşük maliyetli ve ekonomiktir. Dağ çayının boş arazilere ekimi yapıldığında maliyet çok daha fazla düşürülebilir.

Tablo 3’de proje çalışmasının iş-zaman çizelgesi gösterilmiştir. Buna göre proje fikri 10 aylık bir zaman süreci içinde gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki aşama fabrikasyon aşamasıdır.

**Tablo 3. Proje İş-Zaman Çizelgesi**

İşin Tanımı	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs
Literatür taraması	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bitki Örneklerinin Toplanması	X	X								
Çalışma için gerekli olan sarf malzeme ve cihazların temini			X	X	X	X	X			
Boyama işlemleri				X	X	X				
Mikrokapsülasyon işlemleri						X	X	X		
Verilerin toplanması ve analizi							X	X		
Proje raporu yazılması							X	X	X	

### 8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Temelde çiftçilerimizi merkeze alarak yine onlardan etkilenen gıda, tekstil, ilaç ve kozmetik fabrikaları gibi sektörler de hedef kitemize girmektedir. Günümüzde kış çayı olarak kullanılan satıcısına iyi bir gelir sağlayamayan dağ çayı, bu projeyeyle tüketicisine uygun fiyattan ulaşacak ve üreticisine ise yeterli miktarda kâr getirecektir.

Projemiz sonucunda bitki ekstraktları kapsüllenerek gıda katkı maddesi, doğrudan gıda, tedaviyi destekleyici bitkisel takviye formları piyasaya sürülebilir. Kapsüllenmiş bitki ekstraktları doğrudan tedavide kullanılabilirdiği gibi tamamlayıcı tedavilerde de kullanılabilir. İleri teknolojik yöntemlerle hedef yönelimli ilaçların veya salınımı kontrol eden nano-ilaçların geliştirilmesinde kullanılabilir. Sonuç olarak kış hastalıklarının yan etkisiz tedavisi mümkün olabilir, tedavi maliyeti düşebilir, ilaç israfı önlenebilir.

Ayrıca kumaşların kimyasal içermeyen sağlığa zararı olmayan dağ çayı boyar maddesi ile boyanması, dağ çayı ekstraktı ile kapsüllenerek antibakteriyel özellik kazanması, insan sağlığının sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Bu projenin gerçekleştirilerek kullanıcılara ulaşması için gıda, ilaç ve tekstil sanayi kuruluşları tarafından Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır. Projemizin bu kuruluşlar tarafından deneysel olarak hayata geçirilmesi durumunda ulaşılan en iyi sonuçlar endüstriyel düzeyde üretim için optimize edilebilir. Optimize edilen endüstriyel üretim koşulları üzerine patent alınabilir.

### 9. Riskler

Projemizde düşük ve orta risk düzeyinde risk ihtimali olsa da B planı ile kolayca çözülebilir.

Ortaya çıkabilecek riskler	B planı
Kullanılan dağ çayı türünün aynı olmaması. Aynı olsa da içeriğinde farklılıklar olması	Dağ çayı içeriği analiz edilir, kültüre alınır, aynı araziden veya aynı satıcıdan temin edilebilir.
Projemizde kullandığımız dağ çayının temini noktasında oluşabilecek riskler	Boş arazilere dağ çayı ekimi yapılabilir.

## 10. Kaynaklar

Gökbulut, İ., & Öztürk, F. S. (2018). Gıda mikrokapsülasyonunda aljinat kullanımı. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 8(1/2), 16-28.

Gökdoğan, M. E. E., & Yılmaz, D. Determination of Shearing Parameters of Stalks and Flowers of Mountain Tea (*Sideritis libanotica* Labill. Ssp. *Linearis*) Plant. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 3(1), 44-49.

Gökmen, S., Palamutoğlu, R., & Sarıçoban, C. (2012). Gıda endüstrisinde enkapsülasyon uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 7(1), 36-50.

Kahraman, S. (2019). *Bazı duvar materyalleri ve enkapsülasyon tekniklerinin zeytin yaprağı ekstraktının mikrokapsülasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi* (Master's thesis, Bursa Teknik Üniversitesi).

Kaynar, H., & Tonus, E. (2014). Sivas'ta yetişen *Salvia* sp. (Adaçayı) bitkisinden elde edilen renkler ve haslık değerleri. *Ejovoc (Electronic Journal Of Vocational Colleges)*, 4(1), 123-135.

Koç, M., Sakin, M., & Ertekin, F. K. (2010). Mikrokapsülasyon ve gıda teknolojilerinde kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 77-86.

Munin, A., & Edwards-Lévy, F. (2011). Encapsulation of natural polyphenolic compounds; a review. *Pharmaceutics*, 3(4), 793-829.

TPX Pantone Renk Kodları. Erişim Adresi: <https://www.pantone.com/connect/16-0924-TPX>

Ünal, E., Erginkaya, Z., 2010. Probiyotik Mikroorganizmaların Mikrokapsülasyonu. *Gıda*, 35(4).297-304.

Yılmaz, H. (2015). *Bölgede yetişen bazı bitki türlerinin doğal ve sentetik elyafların boyanmasında kullanım imkanlarının araştırılması* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Yılmaz, F. (2020). Mısır Püskülünün Pamuklu Kumaşlar için Doğal Boyamacılık Özelinde Kullanımının Araştırılması (Mordan Maddesiz Kullanımın, Mordan Maddeli Kullanımla Kıyaslanması). *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (4), 1182-1187.