

**Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren Fonksiyonel Yenebilir  
Filmlerin Geliştirilmesi ve Çeşitli Gıdalara Uygulanması**

**Proje No: 1080591**

Doç.Dr. Figen KOREL  
Doç.Dr. Oğuz BAYRAKTAR  
Dilhun Keriman ARSERİM UÇAR  
Kerem Kaan AYTUL

KASIM 2009  
İZMİR

## ÖNSÖZ

Bu rapor 'Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren Fonksiyonel Yenebilir Filmlerin Geliştirilmesi ve Çeşitli Gıdalara Uygulanması' başlıklı Tübitak-TOVAG-108O591 No'lu araştırma projesinin sonuçlarını içermektedir. Çalışma üzüm çekirdeği özütünün yenebilir filmlerde kullanılması, ve bu filmlerin gıdalara uygulanması sonucunda gıda güvenliğini artırması çalışmalarına katkıda bulunmak amacıyla önerilmiştir. Bu çalışma 01 Ekim 2008 tarihinde, 24.950,00 TL lik bütçe ile İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümünde yürütölmek üzere desteklenmiş ve 01 Ekim 2009'da tamamlanmıştır.

Proje tarafımdan ve bir araştırmacı ile yürütölmüştür. Projede iki yüksek lisans öğrencisi proje bütçesi ile desteklenmiştir. Projeden elde edilen sonuçlar 2009 yılında uluslararası bir konferansda poster olarak sunulmuştur. Bunun yanısıra iki adet yayın uluslararası dergilerde yayımlanmak üzere hazırlanmaktadır.

Projede, farklı konsantrasyonlarda üzüm çekirdeği özütü içeren ipek fibroin-karragenan filmler geliştirilmiştir. Geliştirilen filmlerin karakterizasyonu yapılıp antimikrobiyal etkileri çeşitli patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalar üzerinde denenmiştir. Geliştirilen filmler daha sonra tavuk eti ve *Staphylococcus aureus* ile inoküle edilmiş sosislerin kaplanmasıda kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda antimikrobiyal özelliğe sahip enzimlerin ilave edildiği yenebilir filmlerin gıdaların kaplanmasıda olumlu sonuçlar verdiği ve gıdalara uygulanabilme potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Özet                                                                                                                                                                              | 8  |
| Abstract                                                                                                                                                                          | 9  |
| 1. Giriş                                                                                                                                                                          | 10 |
| 2. Genel Bilgiler                                                                                                                                                                 | 11 |
| 3. Gereç ve Yöntemler                                                                                                                                                             | 14 |
| 3.1. Gereçler                                                                                                                                                                     | 14 |
| 3.2. Yöntemler                                                                                                                                                                    | 15 |
| 3.2.1. Üzüm Çekirdeği Özütünün Hazırlanması                                                                                                                                       | 15 |
| 3.2.2. Üzüm Çekirdeği Özütlerinin Proantosiyanidin ve Toplam Fenol İçeriklerinin Belirlenmesi                                                                                     | 15 |
| 3.2.3. İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Üretimi                                                                                                                                  | 16 |
| 3.2.4. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Üretimi                                                                                                      | 16 |
| 3.2.5. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                             | 16 |
| 3.2.5.1. FTIR Spektroskopisi ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                       | 17 |
| 3.2.5.2. XRD ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                                       | 17 |
| 3.2.5.3. SEM ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                                       | 17 |
| 3.2.5.4. AFM ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                                       | 17 |
| 3.2.5.5. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi                                                                        | 18 |
| 3.2.5.6. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Renklerinin Belirlenmesi                                                                                   | 18 |
| 3.2.5.7. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerden Proantosiyanidin Salım Testleri                                                                           | 18 |
| 3.2.5.8. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi İçin Katı Besiyerinde Gerçekleştirilen Zon İnhibisyon Testleri | 19 |
| 3.2.6. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Gıdalara Uygulanması                                                                                         | 20 |
| 3.2.6.1. Tavuk Göğüs Etinin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması                                                                              | 20 |
| 3.2.6.2. <i>Staphylococcus aureus</i> ile İnoküle Edilmiş Sosislerin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması                                     | 21 |
| 3.2.7. Veri Analizi                                                                                                                                                               | 23 |

|                                                                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4. Bulgular ve Tartışma                                                                                                                                                         | 23 |
| 4.1. Üzüm Çekirdeği Özütlerinin Proantosiyanidin ve Toplam Fenol İçerikleri                                                                                                     | 23 |
| 4.2. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                             | 23 |
| 4.2.1. FTIR Spektroskopisi ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                       | 23 |
| 4.2.2. XRD ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                                       | 25 |
| 4.2.3. SEM ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                                       | 26 |
| 4.2.4. AFM ile Filmlerin Karakterizasyonu                                                                                                                                       | 27 |
| 4.2.5. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Mekanik Özellikleri                                                                                        | 29 |
| 4.2.6. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Renk Parametreleri                                                                                         | 30 |
| 4.2.7. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerden Proantosiyanidin Salım Testlerinin Sonuçları                                                              | 30 |
| 4.2.8. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi için Katı Besiyerinde Gerçekleştirilen Zon İnhibisyon Testleri | 31 |
| 4.3. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Gıdalara Uygulanması                                                                                         | 33 |
| 4.3.1. Tavuk Göğüs Etinin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması                                                                              | 33 |
| 4.3.2. <i>Staphylococcus aureus</i> ile İnoküle Edilmiş Sosislerin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması                                     | 37 |
| 5. Sonuç                                                                                                                                                                        | 42 |

## TABLO LİSTESİ

|            |                                                                                                                                                      |    |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3.1. | Tavuk göğüs et parçalarının kaplanmasında kullanılan filmler                                                                                         | 20 |
| Tablo 4.1. | Üretilen filmlerin mekanik özellikleri                                                                                                               | 29 |
| Tablo 4.2. | Üretilen filmlerin CIE L*, a*, b* değerleri                                                                                                          | 30 |
| Tablo 4.3. | Farklı konsantrasyonlarda ÜÇÖ ve/veya Na <sub>2</sub> EDTA içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri                      | 32 |
| Tablo 4.4. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki toplam canlı bakteri sayıları                                                  | 33 |
| Tablo 4.5. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki koliform sayıları                                                              | 34 |
| Tablo 4.6. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki laktik asit bakteri sayıları                                                   | 35 |
| Tablo 4.7. | <i>S. aureus</i> ile inoküle edilmiş ve farklı ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki <i>S. aureus</i> sayıları | 38 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|             |                                                                                                                                                              |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1.  | Kaplanmış tavuk göğüs eti                                                                                                                                    | 20 |
| Şekil 4.1.  | İpek fibroinden üretilen filmin FTIR spektrumu                                                                                                               | 24 |
| Şekil 4.2.  | Karragenana ait FTIR spektrumu                                                                                                                               | 25 |
| Şekil 4.3.  | Üretilen filmlerin FTIR spektraları                                                                                                                          | 25 |
| Şekil 4.4.  | Üretilen filmlerin XRD grafikleri                                                                                                                            | 26 |
| Şekil 4.5.  | Üretilen filmlerin SEM yüzey görüntüleri (1500x)                                                                                                             | 27 |
| Şekil 4.6.  | Üretilen filmlerin SEM kesit görüntüleri (1000x)                                                                                                             | 27 |
| Şekil 4.7.  | ÜÇÖ içermeyen ipek fibroin-karragenan (kontrol) (a), %0.5 (b), %1 (c),<br>%2 (d) ÜÇÖ içeren filmlerin 10 µm x 10 µm tarama büyüklüğündeki<br>AFM görüntüleri | 28 |
| Şekil 4.8.  | Farklı konsantrasyonlarda ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerden<br>salınan toplam proantosiyanın miktarları                                          | 31 |
| Şekil 4.9.  | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki<br>toplam bakteri sayıları                                                             | 34 |
| Şekil 4.10. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki<br>koliform sayıları                                                                   | 35 |
| Şekil 4.11. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki<br>laktik asit bakteri sayıları                                                        | 36 |
| Şekil 4.12. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki<br>oksidasyon değerleri                                                                | 36 |
| Şekil 4.13. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki<br>L* değerleri                                                                        | 37 |
| Şekil 4.14. | Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki<br>a*/b* değerleri                                                                     | 37 |
| Şekil 4.15. | <i>S. aureus</i> ile inoküle edilmiş ve farklı ipek fibroin-karragenan<br>filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki <i>S. aureus</i> sayıları      | 39 |
| Şekil 4.16. | Kaplanmamış ve farklı konsantrasyonlarda ÜÇÖ içeren ipek<br>fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki<br>nem miktarları         | 39 |
| Şekil 4.17. | Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama<br>sırasındaki sertlik değerleri                                                               | 40 |
| Şekil 4.18. | Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama<br>sırasındaki türdeş yapışkanlık değerleri                                                    | 40 |

|             |                                                                                                     |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.19. | Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki yaylanma değerleri        | 41 |
| Şekil 4.20. | Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki yapışkanlık değerleri     | 41 |
| Şekil 4.21. | Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki çiğnenebilirlik değerleri | 41 |

## ÖZET

Minimal işlem görmüş ve tüketime hazır gıdalara olan talebin artması gıda güvenliği ve kalitesi için yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Antimikrobiyal ambalajlama teknolojileri gıdaların raf ömrünün uzatılmasında ve patojenlere karşı risklerin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Farklı antimikrobiyal ajanlar plastik veya biyolojik olarak bozunabilen ambalajlama materyallerine ilave edilebilmektedir. Ancak tüketicilerin kimyasal ajanlara ilişkin sağlık endişeleri ve plastik ambalaj materyallerinin yarattığı çevresel problemler nedeniyle doğal biyopreservatiflerin yenabilir ve biyolojik olarak bozunabilen ambalajlama materyallerinde kullanımı tercih edilmektedir. Lisozim, nisin ve bitki özütleri antimikrobiyal ambalajlamada sıklıkla kullanılan biyopreservatiflerdir. Son günlerde polifenolik bileşiklerce zengin üzüm çekirdeği özütü, sağlığa yararlılığı ve yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri bakımından araştırmacıların büyük ilgisini çekmiştir. Üzüm çekirdeği özütünün ayçiçek yağı, balık yağı, balık ve yosun yağı emülsiyonu, donmuş taze uskumru, taze ve pişmiş hindi, tavuk, dana ve domuz etleri gibi çeşitli sistemlerdeki etkileri belirlenmiştir. Çalışmaların büyük çoğunluğu bitki özütleri ilave edilen protein veya karbonhidrat bazlı filmlerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesine yöneliktir. Bildiğimiz kadarıyla bitki özütleri ilave edilen yenabilir film karışımlarının (protein-karbonhidrat, protein-lipid veya karbonhidrat-lipid bazlı filmler gibi) antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesine yönelik herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Gerçekleştirilmiş olan bu çalışma ile üzüm çekirdeği özütü ilave edilmiş ipek fibroin-karragenan filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella Typhimurium*, *Listeria innocua*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus aureus* ve *Bacillus amyloliquefaciens* gibi bakteriler üzerinde test edilmiştir. Bu filmlerin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Üretilen filmler tavuk eti ve sosislere uygulanarak ürünlerin depolama süresince mikrobiyal kalitelerindeki değişimler belirlenmiştir. Gerçekleştirilmiş olan bu çalışma ile aktif yenabilir filmlerin potansiyel uygulama alanları ile ilgili kayda değer bir bilgi birikimi oluşturulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Yenabilir filmler, üzüm çekirdeği özütü, ipek fibroin, karragenan, aktif paketleme



## ABSTRACT

The demand for minimally processed and ready-to-eat food products has been increasing and poses major challenges for food safety and quality. Recent foodborne microbial outbreaks have intensified the research for innovative ways to inhibit microbial growth in foods while maintaining food safety and quality. Different antimicrobial agents can be incorporated into plastic and biodegradable packaging materials. However, the use of natural biopreservatives with edible and biodegradable packaging materials is preferred due to the health concerns of consumers related to chemical agents and the environmental problems related with the use of plastic packaging materials. Nowadays, grape seed extract, rich in polyphenolic compounds, has been received great attention of researchers due to its health promoting effects and its high antioxidant and antimicrobial properties. Most studies have been performed on the antimicrobial activities of plant extracts incorporated to either protein or carbohydrate based films. Based on our knowledge, no studies have been conducted to determine antioxidant and antimicrobial activities of plant extracts incorporated into edible film blends.

In this study antimicrobial activity of grape seed extract incorporated silk fibroin-carrageenan films were tested on different bacteria including *Escherichia coli*, *Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella* Typhimurium, *Listeria innocua*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus amyloliquefaciens*. The characteristics of these films were determined. The developed films were applied to poultry meat and frankfurters and changes in microbial quality during storage were determined. Results of this study showed the good potential of various applications of active edible films and made a contribution to the scientific knowledge in this field.

**Keywords:** Edible films, grape seed extract, silk fibroin, carrageenan, active packaging

## 1. GİRİŞ

Minimal işlem görmüş ve tüketime hazır gıdalara olan talebin artması gıda güvenliği ve kalitesi için yeni yaklaşımların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Son yıllardaki gıda kaynaklı mikrobiyal salgınlar, gıda güvenliğini ve kaliteyi koruyarak mikrobiyal gelişmeyi engelleyecek yenilikçi yollar aranmasına ilişkin araştırmaların artmasına sebep olmuştur. Ambalajlama tekniklerinden aktif ambalajlama, tüketicinin raf ömrü süresince tazeliğini koruyan ve mikrobiyolojik açıdan güvenilir olan ürünlere olan talebini karşılamak amacıyla gıda teknolojisi, biyoteknoloji ve malzeme bilimlerinin ortak katkılarıyla geliştirilmiş bir ambalajlama tekniğidir. Aktif ambalajlama tekniğinde antimikrobiyal veya antioksidan maddeler yenabilir kaplamalara ve filmlere ilave edilerek ürünün güvenliği veya kalitesi arttırılmakta ve raf ömrü uzatılabilmektedir. Antimikrobiyal ambalajlama teknolojileri gıdaların raf ömrünün uzatılmasında ve patojenlere karşı risklerin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Farklı antimikrobiyal ajanlar plastik veya biyolojik olarak bozunabilen ambalajlama materyallerine ilave edilebilmektedir. Ancak tüketicilerin kimyasal ajanlara ilişkin sağlık endişeleri ve plastik ambalaj materyallerinin yarattığı çevresel problemler nedeniyle doğal biyopreservatiflerin yenabilir ve biyolojik olarak bozunabilen ambalajlama materyallerinde kullanımı tercih edilmektedir. Lizozim, nisin ve bitki özütleri antimikrobiyal ambalajlamada sıklıkla kullanılan biyopreservatiflerdir. Yapılan çalışmalarda tarçın, karanfil, kekik, adaçayı, yeşil çay ve üzüm çekirdeği gibi bitki özütlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri incelenmiştir. Son günlerde polifenolik bileşiklerce zengin üzüm çekirdeği özütü, sağlığa yararlılığı ve yüksek antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri bakımından araştırmacıların büyük ilgisini çekmiştir. Üzüm çekirdeği özütünün ayçiçek yağı, balık yağı, balık ve yosun yağı emülsiyonu, donmuş taze uskumru, taze ve pişmiş hindi, tavuk, dana ve domuz etleri gibi çeşitli sistemlerdeki etkileri belirlenmiştir.

Bugüne kadar yürülen çalışmalarda görüldüğü üzere bitki özütleri daha çok protein veya karbonhidrat bazlı filmlere ilave edilerek filmlerin antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri üzerine çalışılmış, ancak protein-karbonhidrat, protein-lipid veya karbonhidrat-lipid bazlı filmlere bitki özütü ilavesiyle ilgili literatürde herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu projede, üzüm çekirdeği özütü protein-karbonhidrat bazlı ipek fibroin-karragenandan geliştirilen filmlere ilave edilmiş ve geliştirilen filmlerin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda geliştirilen filmler tavuk eti ve sosislere uygulanarak bu gıdaların mikrobiyal durumu ve kalitesi incelenmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Son yıllarda tüm dünyada gıda güvenliğini ve raf ömrünü arttırmak amacıyla gıdaların ambalajlanmasında aktif ambalajlama kullanılmaktadır. Bu teknikte amaçlanan fonksiyonu (antimikrobiyal ve/veya antioksidan etki vb etkiler) sağlamak amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır. Örneğin fonksiyonel ajanlar paketlemede kullanılan film içerisine katılabileceği gibi, filmin iç yüzeyinin fonksiyonel ajanı içeren bir tabakayla kaplanması da mümkündür. Ayrıca ambalaj içerisine istenilen fonksiyonu yerine getirecek ajanı içeren küçük paketçiklerin yerleştirilmesi şeklinde bir uygulama da oldukça yaygındır (QUINTAVALLA ve VICINI, 2002).

Aktif ambalajlama özellikle minimal işlem görmüş gıdalarda kullanılmakta olup bu tür gıdalarda en temel sorun patojen mikroorganizmaların oluşturduğu güvenlik riskidir. Patojen mikroorganizmaların gıdalara bulaşmasıyla gıda zehirlenmeleri meydana gelmektedir. Nitekim, T.C. Sağlık Bakanlığı istatistiklerine göre Türkiye'de 2001 yılında 7,875 kişi bakteri kaynaklı gıda zehirlenmesi teşhisiyle hastanede yatmış ve bu vakalardan 324'ü ölümlerle sonuçlanmıştır (ANON., 2004). Bunlar sadece kayıtlara geçen bilgiler olup, rapor edilenin yaklaşık 3-4 katı sayıda vakanın istatistiklere girmemiş olduğu tahmin edilmektedir. Gelişmiş ülkelerde de durum pek farklı değildir. Nitekim A.B.D.'de yılda 76 milyon kişi mikrobiyal patojenlerin neden olduğu gıda zehirlenmelerine maruz kalmakta ve bunlardan yaklaşık 5,200'i ölümlerle sonuçlanmaktadır (MEAD ve ark., 1999). Mikrobiyal bulaşma, gıda zehirlenmesi riskinin artmasına neden olduğu gibi ürünün raf ömrünü de kısaltmaktadır. Bulaşma genellikle gıda yüzeyinde meydana gelmekte olup aktif ambalajlama, bu tür bir sorunun önlenmesi için oldukça ümit vadeci bir yöntemdir (APPENDINI ve HOTCHKISS, 2002).

Aktif ambalajlama yöntemlerinden en önemlisi ve en yaygın olarak kullanılanı antimikrobiyal ambalajlamadır. Bu ambalajlama tekniğinde antimikrobiyal etkiyi sağlamak amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır. Örneğin antimikrobiyal ajanlar paketlemede kullanılan film içerisine katılabileceği gibi, filmin iç yüzeyinin veya gıdanın kendisinin antimikrobiyal ajanı içeren bir filmle kaplanması da mümkündür (QUINTAVALLA ve VICINI, 2002). Bilindiği gibi mikrobiyal bulaşma genellikle ürün yüzeyinde meydana gelmekte ve bozulma veya gıda zehirlenmesine yol açan gelişme çoğunlukla burada oluşmaktadır. Bu bozulmanın engellenmesi için geleneksel yüzey dezenfeksiyonundan faydalanılmaktadır. Ancak, bu yöntemde uygulanan antimikrobiyal madde hızla gıdanın içlerine doğru difüze etmekte ve yüzeydeki etkisini kısa sürede yitirmektedir. Buna karşın antimikrobiyal ambalajlamada koruyucu ajanın gıdaya aşamalı olarak geçmesi nedeniyle yüzeyde daha uzun süreli bir

antimikrobiyal etki oluşturmaktadır (QUINTAVALLA ve VICINI, 2002; GENNADIOS ve KURTH, 1997; SIRAGUSA ve DICKSON, 1992; TORRES ve ark., 1985).

Antimikrobiyal aktiviteyi sağlamak amacıyla çeşitli kimyasal ve biyolojik ajanlar kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan başlıca kimyasallar sorbat, propionat ve benzoat gibi organik asitler, benomyl, kükürt dioksit ve imazalil gibi fungusitler, EDTA gibi çelat yapıcılar ve etanol gibi maddelerdir (APPENDINI ve HOTCHKISS, 2002; SUPPAKUL ve ark., 2003). Ancak, tüketicilerin sağlık endişeleri nedeniyle son zamanlarda doğal yapıdaki antimikrobiyal maddelerin kullanımı büyük bir artış göstermiş ve bu konudaki hassasiyet artmıştır. Dolayısıyla antimikrobiyal enzimler (lizozim, laktoperoksidaz, kitinaz ve glukoz oksidaz gibi), bakteriosinler (nisin, pediosin, laktisin gibi), bitki özütleri (kekik, yeşil çay, biberiye gibi), ve peptitlerin (defensin, magainin ve cecropin gibi) ambalaj materyallerine ilave edilmesi ile ilgili yoğun çalışmalar yürütülmektedir (APPENDINI ve HOTCHKISS, 2002; HOTCHKISS, 1995). Bu çalışmalarda doğal antimikrobiyallerin ilave edileceği ambalaj materyallerinin yine doğal olan protein veya karbonhidrat polimerlerinden yapılan yenebilir filmler arasından seçilmesi üzerinde özellikle durulmaktadır. Bunun başlıca nedeni plastik filmlerin kullanımı sonucunda oluşan atıkların çevre açısından giderek artan bir tehdit oluşturması ve yenebilir filmlerin biyolojik olarak bozunabilmesi (biodegradable), çevre açısından herhangi bir tehdit oluşturmamaları ve yenebilir filme dönüştürülebilecek tarımsal ürünlerin ve bunların atıklarının değerlendirilebilmesidir (QUINTAVALLA ve VICINI, 2002; THARANATHAN, 2003). Bu şekilde doğal antimikrobiyal ajanlar içeren yenebilir filmler yürütülen laboratuvar çalışmalarında oldukça başarılı olmuş ve gıdaların mikrobiyal yükünü azaltabilmişlerdir. Örneğin, nisin veya pediosin içeren selüloz filmlerin hindi etine, sığır etine ve jambonlara uygulanması sonucunda *L. monocytogenes*'i tamamen yok ettiği belirlenmiştir (MING ve ark., 1997). Nisin ve lizozim içeren soya ve mısır proteinlerinden elde edilen yenebilir filmlerin *L. plantarum*'un gelişmesini engellediği de bilinmektedir (PADGETT ve ark., 2000). Nisin, malik asit ve üzüm çekirdeği özütü içeren soya protein filmlerin *L. monocytogenes*'in gelişmesini engellediği de belirtilmiştir (ADAMS, 2005). Bu tür filmler EDTA ilave edilmesiyle *E. coli*'nin gelişimini de engelleyebilmektedir (HOFFMAN ve ark., 2001). Mercan köşk, tarçın ve kekik yağları içeren alginat filmlerin sığır etine uygulanması sonucunda *E. coli* 0157:H7'nin gelişimi engellenebilmiştir (OUSSALAH, 2006).

Bu projede ipek fibroin ve karragenan birlikte kullanılarak protein-karbonhidrat bazlı yenebilir film karışımlarının geliştirilmesi planlanmıştır. İpek böcekleri (*Bombyx mori*) tarafından üretilen ipek fibroin, yapısında fonksiyonel amino asitler içeren hidrofobik yapıda yenebilir protein polimeridir ve birçok biyoteknolojik uygulamalarda (ilaç ve kozmetik ürünlerin üretimi, gıda ve kimya endüstrileri, doku mühendisliği gibi) kullanılmaktadır (ALTMAN ve ark., 2003;

PARK ve ark., 1999). İpek fibroinin ana bileşenlerini glisin (%43.8), alanin (%26.4%), serin (%12.6), tirozin (%10.6) ve diğer amino asitler (%6.6) oluşturmaktadır. Yapısı ve kompozisyonu bakımından gıdalara fonksiyonel özellik kazandırabildiği gibi glisinin kandaki kolesterol seviyesini düşürdüğü bilinmektedir (LUO, 2003). Ayrıca ipek fibroinden üretilen filmlerin çok kırılğan bir yapıya sahip olması nedeniyle tek başına kullanımları uygun değildir. Bu nedenle doğal bir polisakkarit ile birleştirilmesi geliştirilecek olan filmin yapısına olumlu özellik katacaktır. Bu çalışmada ipek fibroin ile doğal bir polisakkarit olan karragenanın birleştirilerek yenibilir film karışımlarının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Karragenan, *Rhodophyceae* (kırmızı deniz yosunu) sınıfına ait deniz yosunlarından ekstrate edilen bir polisakkarittir. Karragenan dallanmış makro molekül yapısı ve polianyonik karakterlerinden dolayı yüksek oranda viskoz çözeltiler oluşturmaktadır. Karragenanın en önemli özelliği jel oluşturabilme yetenekleridir (ZORBA, 2001). Karragenanın ipek fibroin ile birleştirilmesinin temel hedefi viskoz bir film çözeltisi oluşturarak, oluşan filmin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesini sağlamaktır. Literatürde ipek fibroin ve karragenan kullanılarak üretilmiş yenibilir film karışımlarına rastlanmamıştır. Tarafımızdan yürütülen bu çalışma ile bu filmler ilk kez üretilmiştir.

Antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak üzüm çekirdeği özütü kullanılmaktadır. Üzüm çekirdeği, üzüm danesinin ağırlığının çok küçük bir kısmını (0-5%) oluşturmakla birlikte üzümdeki polifenolik bileşiklerinin 2/3'ünü kapsamaktadır. Yüksek polifenol içeriğine sahip üzüm çekirdeği doğal antioksidan olan oligomerik proantosiyanidinleri içermektedir. Proantosiyanidinlerin kalp hastalıklarında ve kolesterolün düşürülmesindeki faydaları bilinmektedir (KAR ve ark., 2006). Bitki özütlerinde (üzüm çekirdeği ve yeşil çay özütleri gibi) bulunan kateşinlerin antimikrobiyal özelliğinin de olduğu bilinmektedir (YILMAZ, 2006). Bitki özütlerinin gıda kalitesinin muhafazası ve sağlığa yararlı etkilerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli gıda uygulamaları bulunmaktadır. Model sistemlerde biberiye (PSZCZOLA, 2002), üzüm çekirdeği (ANN ve ark., 2004), çay (KIM ve ark., 2004) gibi bitki özütlerinin antimikrobiyal etkileri incelenmiştir. Et ürünlerinin güvenliğinin artırılması amacıyla üzüm çekirdeği ve yeşil çay özütleri kullanılmıştır (ANN ve ark., 2004). Üzüm çekirdeği ve yeşil çay özütleri ile nisin, soya protein filmlere ilave edilmiş ve bu filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri *Listeria monocytogenes* ile kontamine edilmiş hindi sosislerde denenmiştir (THEIVENDRAN ve ark., 2006). Yapılan literatür araştırmaları sonucunda üzüm çekirdeği özütünün soya protein filmler dışındaki yenibilir filmlere uygulanmadığı ve yalnızca *L. monocytogenes*'e karşı gösterdiği antimikrobiyal etkisinin incelendiği belirlenmiştir. Yüksek proantosiyanidin içeriğine sahip üzüm çekirdeği özütünün kullanımının artırılması amacıyla diğer yenibilir

filmlere ve özellikle kompozit yapıdaki filmlere ilave edilerek gıdalara uygulanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

Bu projenin amaçları; (a) protein-karbonhidrat bazlı ipek fibroin-karragenan karışımından yenilebilir film üretilmesi, (b) antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak üzüm çekirdeği özütünün geliştirilen filmlere ilave edilerek Gram (+) ve Gram (-) patojenler ve bozulma yapan mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi, (c) üzüm çekirdeği özütü içeren filmlerin karakterize edilmesi, (d) üzüm çekirdeği özütü içeren filmlerin gıdalara (tavuk eti) uygulanarak gıdaların kalitesi ve mikrobiyal yüklerine etkisinin belirlenmesi, ve (e) *S. aureus* ile kontamine edilmiş sosislere uygulanan filmlerin *S. aureus*'un gelişimine ve sosislerin kalitelerine etkilerinin belirlenmesidir.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

#### 3.1. Gereçler

Projede geliştirilen yenilebilir filmlerin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi deneylerinde kullanılmak amacıyla *Escherichia coli* (NRRL B-3008), *Pseudomonas fluorescens* (NRRL B-253), *Listeria innocua* (NRRL B-33314), *Staphylococcus carnosus* (NRRL B-14760), ve *Bacillus amyloliquefaciens* (NRRL NRS-762) Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Mikrobiyal Genomik ve Biyoproses Araştırma Biriminden (United States Department of Agriculture, Microbial Genomics and Bioprocessing Research Unit, Peoria, Illinois) temin edilmiştir. Bu bakterilere ek olarak *Staphylococcus aureus* (RSKK No. 95047) İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden Doç.Dr. Gülsün Evrendilek'ten, *Salmonella Typhimurium* (CCM 5445) İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Gıda Mühendisliği Bölümünden Uzman Dr. A. Handan Baysal'dan ve *Escherichia coli* O157:H7 (ATCC 700728) ise İstanbul Üniversitesi Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Bölümünden Dr. Ali Aydın'dan temin edilmiştir.

Projede kullanılan ticari olarak satılan üzüm çekirdeği özütü California'da (ABD) bulunan Polyphenolics firmasından temin edilmiştir. Laboratuvarımızda elde edilen üzüm çekirdeği özütü ise Fatma ve Zülfü Yıldız tarafından gönderilen Adana'da yetişen ve pekmez üretiminde kullanılan siyah üzümlerin çekirdeklerinden elde edilmiştir. Gıda denemelerinde kullanılan tavuk göğüs eti İzmir'deki bir marketten, sosisler ise Pınar Entegre Et ve Un Sanayii A.Ş. (İzmir)'den temin edilmiştir. Film üretiminde kullanılan ipek fibroin, Çin'de bulunan Silk Biochemical firmasından, iota-karragenan ise Sigma-Aldrich'den (St. Louis, MO, ADB) temin edilmiştir. Gliserol, ferrik amonyum sülfat, hidroklorik asit, n-bütanol ve etanol

Merck'den (Darmstadt, Almanya), disodyum EDTA, kalsiyum klorit-2-hidrat Riedel-de haën'den (Sigma-Aldrich Laborchemikalien, Seelze, Almanya), diyaliz tübü (cut off: 12000-14000 MW) Sigma-Aldrich'den (St. Louis, MO, ADB), Folin-Ciocalteu çözeltisi ve INT (Iodonitrotetrazolium chloride) Fluka'dan (İspanya) satın alınmıştır. Mikrobiyolojik analizler için kullanılan nutrient agar (NA), DeMan, Rogosa ve Sharp (MRS) agar, plate count agar (PCA), violet red bile agar (VRBA), pepton ve tween 80 Fluka'dan (İspanya), nutrient broth ve MRS broth ise Merck'den (Almanya) satın alınmıştır.

### **3.2. Yöntemler**

#### **3.2.1. Üzüm Çekirdeği Özütünün Hazırlanması**

Laboratuvarımızda üretilen üzüm çekirdeği özütü (ÜÇÖ) için 10 g üzüm çekirdeği (kırılmadan) 50 ml %70 etanol/su karışımı içerisinde ısıtıcılı karıştırıcı (GFL D-30938, Germany) kullanılarak 180 rpm'de 30°C'da 24 saat bekletilmiştir. Çözelti filtre edilerek 5 dakika 5000g de santrifüj edilmiştir. Daha sonra çözelti 120 rpm'de 40°C'da 20 dakika konsantre edilmiştir. Konsantre edilen çözelti -45°C'da  $65 \times 10^{-3}$  mPa'da liyofilize (Telstar Cryodos Lyobeta-50, Spain) edilmiştir. Aynı zamanda denemelerde kullanılmak üzere ÜÇÖ toz halinde ÜÇÖ üreten Polyphenolics (CA, USA) şirketinden temin edilmiştir.

#### **3.2.2. Üzüm Çekirdeği Özütlerinin Proantosiyanidin ve Toplam Fenol İçeriklerinin Belirlenmesi**

Laboratuvarımızda üretilen ve satın alınan ÜÇÖ'lerinin proantosiyanidin içerikleri Porter metodu (ALTIOK ve ark., 2007) ile belirlenmiştir. Ham özüt (0,0125 g) 25 ml deiyonize suda çözünmüştür. Hazırlanan çözeltisinin 500 µl'sine 3 ml bütanol (%5 HCl-%37 lik) ve %95 bütanol çözeltisi ve 100 µl Ferrik ayracı (Amonyum ferrik sülfat + 2N HCl) ilave edilip tüp karıştırıcıda hızlı bir şekilde karıştırılmıştır. Hazırlanan karışım 100°C suda 1 saat kaynatıldıktan sonra spektrofotometrik ölçümler 552 nm de alınmıştır.

Her iki ÜÇÖ'lerinin toplam fenol içerikleri Folin-Ciocalteu (MAKKAR ve ark., 1993) metodu ile belirlenmiştir. Toz haldeki özüt (0,0125 g) 25 ml deiyonize suda çözünmüştür. Çözelti 1:10 oranında seyreltilmiştir. Çözeltinin 500 µl'si yine 1:10 oranında deiyonize suyla seyreltilmiş 2 ml Folin-Ciocalteu ayracı ilave edilip oda sıcaklığında 2,5 dakika bekletilmiştir. Ardından karışıma 2 ml sodyum karbonat (7,5 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> / 100 ml deiyonize su) çözeltisi eklenmiş ve reaksiyonun gerçekleşmesi için 1 saat boyunca, oda sıcaklığında karanlıkta bir ortamda bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrik ölçümler, 765 nm de UV

spektrofotometresinde (Shimadzu UV-1601, Japan) ölçülmüştür. Sonuçlar, mg gallik asit eşdeğeri/g özüt olarak verilmiştir.

### **3.2.3. İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Üretimi**

İpek fibroin-karragenan filmlerin üretimi amacıyla 1.5 g toz halindeki ipek fibroin (Silk Biochemical Co., Ltd., Çin) 30 ml Ajisawa çözeltisinde ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ :Etanol:Su w/w) 78°C'da çalkalamalı su banyosunda 120 rpm karıştırma hızında 2 saat bekletilerek çözündürülmüştür. İpek fibroin çözeltisi oda sıcaklığına soğutulduktan sonra tuzların uzaklaştırılması amacıyla soğutmalı inkübatörde 4°C'da 3 gün boyunca karıştırılarak destile su (3 x 2000 mL destile suya karşı) ile dializ edilmiştir (dializ tüplerinin geçirgenliği 12-14 kDa dur). Dializi tamamlanan ipek fibroin çözeltisi döner buharlaştırıcıda (Heidolph Laborota 4000, Almanya) yoğunlaştırıldıktan sonra 15 g ipek fibroin çözeltisine 0.06 g karragenan ilave edilmiş ve su banyosunda 80°C'da 120 rpm karıştırma hızında 30 dakikada çözündürülmüştür. Çözelti oda sıcaklığında soğutulduktan sonra 0.200 g gliserol eklenerek 10 dakika 120 rpm hızda karıştırılmıştır. 11 g film çözeltisi 9.5 cm çapındaki HDPE Petri kaplarına dökülerek kontrollü şartlarda iklimlendirme kabininde (Angelontoni-ACS environmental chambers, Italy) 25°C and 40% nemde 24 saat kurutulmuştur.

### **3.2.4. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Üretimi**

İpek fibroin-karragenan filmler bölüm 3.2.3 de açıklandığı gibi üretilmiştir. Hazırlanan film çözeltileri Petri kaplarına dökülmeden önce farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %1, %2 ve %3 w/v) üzüm çekirdeği özütü film çözeltilerine ilave edilip homojenizatör ile (Heidolph, Silentcrusher M, Germany) 10000 rpm de 10 dakika süreyle karıştırılmıştır. Filmler Petri kaplarına dökülerek bölüm 3.2.3. de açıklandığı şekilde kurutulmuştur. Üretilen filmlerin karakterizasyon çalışmalarında, antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesine ve gıdalara uygulanmasına yönelik çalışmalarda yüksek proantosiyanidin ve toplam fenol içeriğine sahip olması ve filmin içerisinde homojen olarak dağılması nedeniyle Polyphenolics şirketinden satın alınan ÜÇÖ kullanılmıştır.

### **3.2.5. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Karakterizasyonu**

Antimikrobiyal ve antioksidan özelliğe sahip ÜÇÖ'nün ipek fibroin-karragenan filmlere ilave edilmesinin filmlerin yapılarında ve özelliklerinde bir takım değişikliklere neden olacağı bilinmektedir. Bu değişikliklerin filmlerin karakterizasyonu ile daha belirgin olarak ortaya konulması sağlanacaktır. Bu nedenle filmlerin karakterizasyonu için Perkin Elmer Spectrum 100 Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR) (Perkin Elmer Inc., Wellesley, MA,



USA), taramalı elektron mikroskobu (SEM) (Philips XL-30S FEG, The Netherlands), X-ışınları kırınım cihazı (XRD) (Philips X'pert Pro, The Netherlands) atomik kuvvet mikroskobu (AFM) (Digital Instruments MMAFM-2/1700EXL, USA), tekstür analiz cihazı (TA.XT.plus, Stable Instruments, UK), ve Minolta CR400 (Konica-Minolta Sensing Inc., Japonya) cihazları kullanılmıştır. Filmlerden salınan proantosiyenin miktarları ve filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri belirlenmiştir.

### **3.2.5.1. FTIR Spektroskopisi ile Filmlerin Karakterizasyonu**

FTIR spektroskopisi ile filmi oluşturan bileşiklerin ve ÜÇÖ'nün birbirleri ile oluşturdukları bağlar belirlenmiştir. İpek fibroinden, ipek fibroin-karragenandan ve ÜÇÖ (%0.5, %1 ve %2) içeren ipek fibroin-karragenandan filmler 3.2.3 ve 3.2.4.'de belirtildiği şekilde üretilmiştir. FTIR spektroskopisi (Perkin Elmer Inc., Wellesley, MA, USA) döteryum 3-glisin sülfat (deuterated tri-glycine sulphate - DTGS) dedektörüne sahiptir. Yatay azaltılmış toplam yansıma (attenuated total reflectance-ATR) örnekleme aparatı (ZnSe kristali) kullanılarak spektral veriler toplanmıştır. Üretilen bu filmlerin infrared spektralleri 4000-650  $\text{cm}^{-1}$  aralığında alınmıştır. Çözünürlük 4  $\text{cm}^{-1}$  olarak belirlenmiş ve her bir spektrum için 64 okumanın ortalaması alınmıştır.

### **3.2.5.2. XRD ile Filmlerin Karakterizasyonu**

İpek fibroin film, ÜÇÖ içermeyen ipek fibroin-karragenan film, %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmler 3.2.3 ve 3.2.4'de belirtildiği şekilde üretilerek filmlerin kristal yapılarındaki değişimler X-ışınları kırınım cihazı (Cu K $\alpha$  radiation) kullanılarak incelenmiştir. XRD ölçümleri kırınım açısı ( $2\theta$ ) 5-70° aralığında, 5°/min adımlarla yapılmıştır.

### **3.2.5.3. SEM ile Filmlerin Karakterizasyonu**

Taramalı elektron mikroskobu ile üretilen filmlerin kalınlıkları ve morfolojilerindeki değişimler belirlenmiştir. İpek fibroin-karragenan film (kontrol) ve %0.5, %1, %2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin filmler 25°C'da % 40 bağıl nemde 24 saat bekletilmiştir. Film parçacıkları ( $\sim 100 \text{ mm}^2$ ) 100-200 Å kalınlığında altın ile kaplandıktan sonra kesit ve yüzey görüntüleri alınmıştır. Filmlerin kesit görüntüleri kullanılarak farklı 5 noktadan film kalınlıkları ölçülmüş ve bu değerlerin ortalaması alınarak film kalınlıkları belirlenmiştir.

### **3.2.5.4. AFM ile Filmlerin Karakterizasyonu**

Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile ÜÇÖ içermeyen (kontrol), %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin taranması sonucunda bu filmlerin topografik görüntüleri ve pürüzlülük durumları incelenmiştir. Kontak modda 10  $\mu\text{m}$  x 10  $\mu\text{m}$  tarama boyutu ile üretilen

filmlerin yüzey morfolojileri belirlenmiştir. Yay sabiti 0.12 N/m olan kantilever kullanılmıştır. Her film için 2 farklı tarama yapılarak görüntü alınmıştır. Kantileverde kullanılan uç  $\text{Si}_3\text{N}_4$ 'den yapılmış, üçgen şeklinde 196  $\mu\text{m}$  uzunluğundadır. Tarama frekansı 2.5 Hz ile 1.0 Hz arasında değişmiştir. AFM'nin temel prensibi film örneğinin x ve y koordinatlarında kantilever ucunun taraması sırasında kantileverin dönmesi kaydedilmiştir. Üç boyutlu yüzey görüntüleri de oluşturulmuştur. Kantitatif parametre olarak ortalama pürüzlülük ( $R_a$ ) cihazın yazılımı ile hesaplanmıştır.

### **3.2.5.5. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi**

Filmlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve ÜÇÖ'nün filmin mekanik özelliklerinde meydana getirdiği değişikliklerin belirlenmesi amacıyla ÜÇÖ içermeyen (kontrol) ipek fibroin-karragenan film, %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmler hazırlanmıştır (bölüm 3.2.3 ve 3.2.4 de açıklandığı şekilde). Filmlerin gerilme direnci (tensile strength), Young's katsayısı (Young's modulus) ve % uzama (% elongation) özellikleri ASTM D882-02 metodu (1996) referans alınarak tekstür analiz cihazı (TA.XT.plus, Stable Instruments, UK) ile ölçülmüştür. Filmler analizden önce 25°C'da %40 bağıl nemde 24 saat bekletilmiştir. Filmler 5 mm x 50 mm kalınlığında şerit şeklinde kesilmiştir. Tüm filmlere 5 kg lık yük uygulanmıştır. Çekme hızı 50 mm/dakika olarak ayarlanmıştır. Her film için 6 örnek analiz edilmiştir.

### **3.2.5.6. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Renklerinin Belirlenmesi**

Üretilen filmlerin renk parametreleri Minolta CR400 (Konica-Minolta Sensing Inc., Japonya) renk ölçüm cihazı ile  $D_{65}$  ışık kaynağı kullanılarak belirlenmiştir. Cihazın kalibrasyonu için beyaz kalibrasyon plakası (Y:93.8 x:0.3159 y:0.3322) kullanılmıştır. Petri kabında kurutulan ÜÇÖ içermeyen (kontrol), %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmlerin farklı noktalarından 10 ölçüm alınmıştır. CIE  $L^*$  (aydınlık),  $a^*$  (kırmızılık-yeşillik),  $b^*$  (sarılık-mavilik) değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar 10 ölçümün ortalaması olarak verilmiştir.

### **3.2.5.7. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerden Proantosiyanidin Salım Testleri**

Farklı konsantrasyonlarda (%0.5, %1, %2 ve %3) ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerden salınan proantosiyanidin miktarı Porter metodu ile belirlenmiştir. Salım testleri soğutmalı inkübatörde 4 °C'da gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan filmler (40 mm x 40 mm) 80 ml destile su (4 °C) bulunan cam Petri kaplarının içerisine yerleştirilmiştir. Petri kabının üstü streç filmle kaplandıktan sonra ortam 180 rpm hızında manyetik karıştırıcı yardımıyla 1450

dakika karıştırılmıştır. Filmlerden salınan proantosiyanidinin miktarı belirli aralıklarla Petri kaplarından 1.5 ml örnek alınarak belirlenmiştir. Alınan örnek 0.5 ml'lik 3 kısma ayrılarak her bir kısımda proantosiyanidin miktarı belirlenmiştir. Porter metodu (bölüm 3.2.2 de açıklandığı şekilde) uygulanarak salınan proantosiyanidin miktarları belirlenmiştir. Salım testi sonucunda (1450 dakika sonucunda) fimler parçalandığı için filmlerde tutuklu kalan proantosiyanidin miktarı belirlenememiştir. Ancak filmlerden salınan proantosiyanidin, filmlerin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesinde ve gıda denemelerinde filmlerden gıda yüzeyine proantosiyanidinlerin difüzyonu sonucunda gıda yüzeyinde antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak rol oynamasında önemlidir.

### **3.2.5.8. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi için Katı Besiyerinde Gerçekleştirilen Zon İnhibisyon Testleri**

ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri disk diffüzyon metodu kullanılarak belirlenmiştir. Antimikrobiyal aktivitelerin belirlenmesi için nutrient agar 9.5 cm çapındaki Petri kaplarına 20 ml olacak şekilde dökülmüştür. Test mikroorganizmaları olarak laboratuvarımızda -80 °C'da stok kültür olarak depolanan *Listeria innocua* (NRRL B-33314), *Staphylococcus aureus* (RSKK No. 95047), *Staphylococcus carnosus* (NRRL B-14760), *Escherichia coli* (NRRL B-3008), *Escherichia coli* O157:H7 (ATCC 700728), *Salmonella* Typhimurium (CCM 5445), *Bacillus amyloliquefaciens* (NRRL NRS-762) ve *Pseudomonas fluorescens* (NRRL B-253) kullanılmıştır. Test mikroorganizmaları nutrient broth içerisinde optimum sıcaklıklarda (*L. innocua*, *St. aureus*, *St. carnosus*, *E. coli*, *E. coli* O157:H7, *S. typhimurium* için 37 °C; *B. amyloliquefaciens* için 30 °C; *P. fluorescens* için 26 °C) 24 saat inkübasyona bırakıldıktan sonra steril sıvı besiyerine ikinci bir inokülasyon yapılmış ve inkübasyonun 8. saatinde sıvı besiyerinden 100 µL (yaklaşık  $10^7$ - $10^8$  cfu/ml) alınarak nutrient agara yayma plaka yöntemiyle ekim yapılmıştır.

Disk diffüzyon metodu ile ÜÇÖ içeren filmlerin antimikrobiyal aktivitelerin belirlenmesi için farklı konsantrasyonlarda (%1, %2, %3) ÜÇÖ içeren ve özüt içermeyen (kontrol) 1.3 cm çapındaki ipek fibroin-karragenan filmler test mikroorganizması ekili olan her Petri kabına 3 disk gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Her test mikroorganizması için 4 Petri kabına toplam 12 disk yerleştirilmiştir. Gram (-) mikroorganizmalarla çalışırken film çözeltisine ÜÇÖ ile birlikte 200 µg/cm<sup>2</sup> Na<sub>2</sub>EDTA ilave edilmiştir. Petriler *P. fluorescens* için 26 °C'da, *B. amyloliquefaciens* için 30 °C'da, diğer tüm mikroorganizmalar için 37 °C'da 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda filmlerin oluşturduğu zonlar değerlendirilmiştir. Değerlendirme, oluşan zonların sınıflandırılması ile gerçekleştirilmiştir.

Buna göre muntazam ve film diskinin tüm çevresi boyunca oluşmuş olan zonlar tam zon (tz) olarak adlandırılmış ve bu zonların alanı dijital bir kumpasla belirlenmiştir. Buna karşın bir diskin yalnızca tek bir kenarında oluşan küçük ve düzgün veya yalnızca tek bir kenarında oluşan küçük ancak şekil bozukluğu olan yarımay'ı andıran zonlar kısmi zon (kz) olarak isimlendirilmiş ve bunların alanı değil yalnızca sayısı belirlenmiştir. Benzer şekilde her disk grubunda herhangi bir zon oluşturmamış disklerin de sayısı belirlenmiş ve bunlar zon oluşmamış (zo) şeklinde tanımlanmıştır.

### 3.2.6. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Gıdalara Uygulanması

#### 3.2.6.1. Tavuk Göğüs Etinin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması

Tavuk göğüs eti İzmir'deki bir süpermarketten satın alındıktan sonra soğuk zincir kırılmadan aynı günde laboratuvara getirilmiş ve küp şeklinde (yaklaşık 10 g) aseptik koşullarda kesilmiştir. Kesilen parçalar tesadüfi olarak 7 gruba ayrılmış ve her bir grup Tablo 1'de verilen farklı filmlerle kaplanmıştır. Kaplanmış tavuk göğüs eti örneği Şekil 1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Tavuk göğüs et parçalarının kaplanmasında kullanılan filmler

| Gruplar | Filmler                                                                                    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. grup | Filmle kaplanmamış                                                                         |
| 2. grup | İpek fibroin-karragenan film                                                               |
| 3. grup | 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA içeren ipek fibroin-karragenan film            |
| 4. grup | % 2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan film                                                |
| 5. grup | % 2 ÜÇÖ ve 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA içeren ipek fibroin-karragenan film |
| 6. grup | % 3 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan film                                                |
| 7. grup | % 3 ÜÇÖ ve 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA içeren ipek fibroin-karragenan film |



**Şekil 3.1.** Kaplanmış tavuk göğüs eti

Örnekler kaplandıktan sonra steril Petri kaplarına yerleştirilip Petri kapları streç filmle kaplanmıştır ve 4 °C'da 5 gün depolanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Depolama boyunca örneklerin pH ları pH metre (Hanna Instruments, Portugal) kullanılarak belirlenmiştir. Toplam canlı, koliform ve laktik asit bakteri sayımları depolamanın 0., 1., 3. ve 5. günlerinde gerçekleştirilmiştir. Örnekler (10 g) steril parçalama torbalarına alınarak üzerlerine 90 mL steril peptonlu su (0.1 %) ilave edilmiştir ve 2 dakika orta hızda homojenize edilmiştir (Stomacher, Interscience, Fransa). Gerekli dilüsyonlar yapıldıktan sonra toplam canlı sayımı için plate count agar (PCA), koliform sayımı için violet red bile agar (VRBA) ve laktik asit bakteri sayımları için DeMan, Rogosa ve Sharp (MRS) agar kullanılarak ekim yapılmıştır. Petri kapları toplam canlı sayımı için 30 °C da 48 saat, koliform sayımı 37 °C da 24 saat inkübe edilmiştir. Laktik asit bakteri sayımı için Petri kapları CO<sub>2</sub>'li inkübatörde anaerobik koşullarda 37 °C da 48 saat inkübe edilmiştir. Bakteri sayım sonuçları log<sub>10</sub> cfu/g olarak belirtilmiştir.

Tavuk göğüs eti örneklerinin oksidasyon stabilitesi tiyobarbiturik asit (TBA) yöntemiyle belirlenmiştir (BEKHIT ve ark., 2003). Örnekler analiz edilmeden önce üzerilerindeki film tabakası saf suyla yıkanarak ayrılmıştır. Analiz için 2.5 g örnek %0.38 TBA and %15 TCA içeren 0.25 N HCl çözeltisi 25 mL içerisinde homojenizatörle 2 dakika süreyle 10000 rpm'de homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş çözeltiden 3 adet 5'er mL sıvı alınarak 10 dakika su banyosunda kaynatılmıştır. Kaynayan örnekler 4500g de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Örneklerin absorbanları 532 nm de UV-VIS spektrometresi (Shimadzu, Model 2450, Japan) kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar her örnek için üç okumanın ortalaması alınarak 0., 1., 3. ve 5. günlerde hesaplanmış ve mg malonaldehit eşdeğeri/kg olarak verilmiştir.

Ayrıca kameralı görüntü analiz cihazı (ECS Inc., USA) ile tavuk göğüs eti örneklerinin depolama sırasındaki (0., 1., 3. ve 5. günlerinde) L\*, a\*, b\* değerlerindeki değişimler belirlenmiştir.

### **3.2.6.2. *Staphylococcus aureus* ile İnoküle Edilmiş Sosislerin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması**

Laboratuvarımızda stok kültür olarak -80 °C'da depolanan *Staphylococcus aureus* (RSKK 95047) nutrient broth da 37 °C'da 24 saat aktifleştirdikten sonra tekrar nutrient broth a inoküle edilip 8 saat inkübe edilmiştir. Bu kültürden 10 ml alınarak 4500g de 10 dakika santrifüj edilmiş ve kültür nutrient broth dan ayrılmıştır. Santrifüj tübünde kalan kültüre 10 ml peptonlu su ilave edilip karıştırılmıştır (optik yoğunluğu 1.07; mikrobiyal yükü 7.66 log<sub>10</sub>

cfu/ml). Daha sonra 100 ml peptonlu su ile karıştırılarak karışımın mikrobiyal yükü  $6.37 \log_{10}$  cfu/ml olarak hazırlanmış ve bu karışım sosislerin inoküle edilmesinde kullanılmıştır.

Dana etinden üretilmiş sosisler halka şeklinde (yaklaşık 7 g) kesilip tesadüfi olarak 5 gruba ayrılmıştır. Birinci grup *S. aureus* ile inoküle edilmemiş ve filmle kaplanmamış; 2. grup *S. aureus* ile inoküle edilmiş ve filmle kaplanmamış; 3. grup *S. aureus* ile inoküle edilmiş ve ÜÇÖ içermeyen filmle kaplanmış; 4. grup *S. aureus* ile inoküle edilmiş ve % 2 ÜÇÖ içeren filmle kaplanmış; ve 5. grup *S. aureus* ile inoküle edilmiş ve % 3 ÜÇÖ içeren filmle kaplanmış örnekleri içermektedir. *S. aureus* ile inokülasyon işleminde örnekler *S. aureus* içeren peptonlu suda 1 dakika bekletildikten sonra süzölmüş ve ÜÇÖ içeren/ içermeyen ipek fibroin-karragenan film içeren beharlere daldırarak kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Örnekler kaplandıktan sonra steril Petri kaplarına yerleştirilip Petri kapları streç filmle kaplanmıştır ve 4 °C'da 28 gün depolanmıştır. Deneme 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

*S. aureus* sayımı için örnekler (7 g) steril parçalama torbalarına alınarak üzerlerine 90 mL steril peptonlu su (0.1 %) ilave edilmiştir ve 2 dakika orta hızda homojenize edilmiştir (Stomacher, Interscience, Fransa). Gerekli dilüsyonlar yapıldıktan sonra yumurta sarısı tellürit ilave edilerek hazırlanmış Baird Parker agarda 37 °C'da 48 saat inkübe edilerek belirlenmiştir. Depolama boyunca (0., 7., 14., 21. ve 28. günlerde) *S. aureus* sayım sonuçları  $\log_{10}$  cfu/g olarak belirtilmiştir.

Depolama boyunca örneklerin pH ları pH metre (Hanna Instruments, Portugal) kullanılarak belirlenmiştir. Örneklerin nem içerikleri 0., 7., 14., 21. ve 28. günlerde belirlenmiştir ( $105 \pm 2$  °C'da etüvde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir.). Sosis örneklerinin oksidasyon stabilitesi sosis örneklerinin üretimi sırasında antioksidan madde ilave edilmiş olması nedeniyle yapılmamıştır. Nem miktarı belirlenecek örneklere *S. aureus* ile inokülasyon işlemi uygulanmamıştır.

Sosis örneklerinin tekstür profil analizleri tekstür analiz cihazı (TA.XT.plus, Stable Instruments, UK) ile belirlenmiştir (CHOI ve CHIN, 2002). Tekstür profil analizi yapılacak örneklere *S. aureus* ile inokülasyon işlemi uygulanmamıştır. Sosis örnekleri tekstür analizi için 1 cm kalınlığında 1.5 cm çapında halka şeklinde kesilmiştir. Analiz için 75 mm lik başlık ve 50 kg yük hücresi kullanılmıştır. Test hızı 2 mm/dakika'dır. Örnekler %30'a kadar şıkıştırılmıştır. Tüm örnek ölçümleri oda sıcaklığında (20 °C) yapılmıştır. Örneklerde sertlik, yapışkanlık, türdeş yapışkanlık, yaylanma ve çignenebilirlik değerleri ölçülmüştür (MARTINEZ ve ark., 2004).

### 3.2.7. Veri Analizi

ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin tavuk göğüs eti ve sosislere uygulanması sonucunda elde edilen veriler Design Expert 7.0 (deneme sürümü) kullanılarak iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile incelenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılık ( $p < 0.05$ ) Tukey çoklu sıralama testi ile belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Üzüm Çekirdeği Özütlerinin Proantosiyanidin ve Toplam Fenol İçerikleri

ÜÇÖ'lerinin proantosiyanidin içerikleri Porter metodu (ALTIOK ve ark., 2007) ile belirlenmiş olup laboratuvarımızda üretilen ve satın alınan üzüm çekirdeği özütlerinin proantosiyanidin miktarları sırasıyla 511.63 ve 666.11 mg proantosiyanidin/g üzüm çekirdeği özütü olarak bulunmuştur.

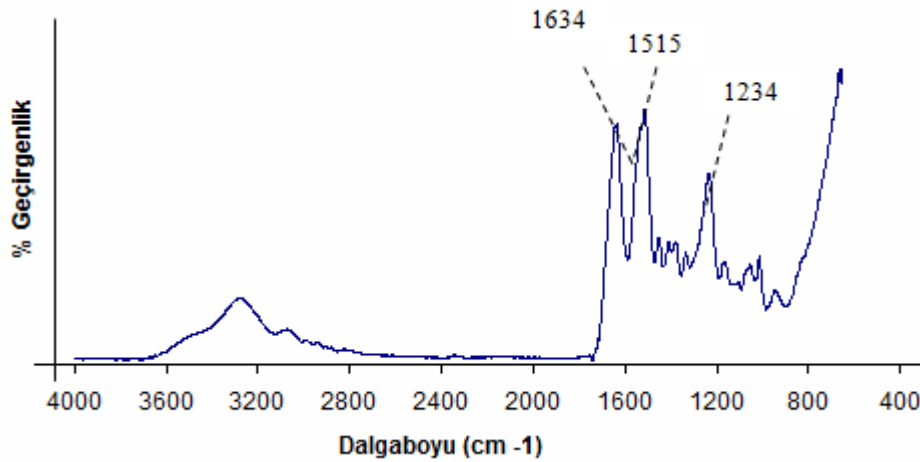
Her iki üzüm çekirdeği özütlerinin toplam fenol içerikleri Folin-Ciocalteu (MAKKAR ve ark., 1993) metodu ile belirlenmiş olup laboratuvarımızda üretilen ve satın alınan üzüm çekirdeği özütlerinin toplam fenol içerikleri sırasıyla 579.26 ve 752.35 mg gallik asit/g üzüm çekirdeği özütü olarak bulunmuştur.

### 4.2. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Karakterizasyonu

#### 4.2.1. FTIR Spektroskopisi ile Filmlerin Karakterizasyonu

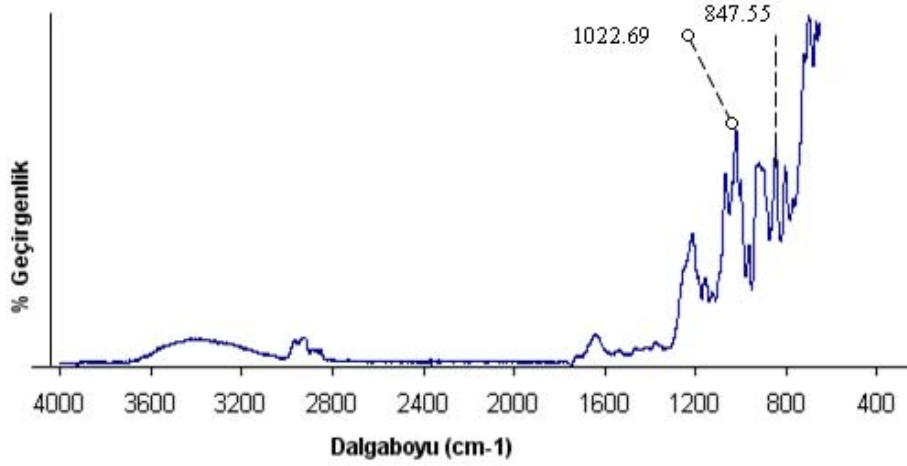
FTIR spektroskopisi ile ipek fibroin, i-karragenan, ipek fibroin-karragenan ve ÜÇÖ (%0.5, %1 ve %2) içeren ipek fibroin-karragenan filmleri oluşturan bileşiklerin ve ÜÇÖ'nün birbirleri ile oluşturdukları bağlar belirlenmiştir. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de sırasıyla ipek fibroinden üretilen filmin ve i-karragenanın FTIR spektrumları verilmiştir. Şekil 4.3'de ise ipek fibroin-karragenan filmin ve farklı konsantrasyonda ÜÇÖ içeren filmlerin FTIR spektralleri verilmiştir. Üzüm çekirdeği özütü içermeyen ipek fibroin film yüzeyine ait FTIR spektrumu incelendiğinde ipek fibroin'e ait karakteristik absorpsiyon bantları  $1622 \text{ cm}^{-1}$  amid I'i,  $1530 \text{ cm}^{-1}$  amid II'yi,  $1233 \text{ cm}^{-1}$  amid III'ü göstermiştir. Literatürde ipek fibroin'e ait karakteristik absorpsiyon bantları  $1665 \text{ cm}^{-1}$  amid I,  $1540 \text{ cm}^{-1}$  amid II, ve  $1235 \text{ cm}^{-1}$  amid III random coil yapıyı,  $1628 \text{ cm}^{-1}$  amid I,  $1533 \text{ cm}^{-1}$  amid II ve  $1265 \text{ cm}^{-1}$  amid III absorpsiyon bantları da  $\beta$ -plaka yapıyı gösterdiği belirtilmiştir (AYUTSEDE ve ark., 2005). Ürettiğimiz ipek fibroin filmin FTIR spektrumundan görülen değerler bize ipek fibroinin random coil yapısında olduğunu göstermektedir. i-karrageenanın karakteristik bantları  $800\text{--}950 \text{ cm}^{-1}$  dır (CHIOVITTI ve ark., 2004). Elde

ettiğimiz i-karragenana ait FTIR spektrumunda (Şekil 4.2) 937  $\text{cm}^{-1}$  de karakteristik pik görülmüştür. İpek fibrion-karragenan filmin spektrumuna (Şekil 4.3-a) baktığımızda bu karakteristik pik görülmemektedir. Dolayısıyla filmin bileşiminde bulunan gliserolun yapı içerisinde etkileşimde bulunarak bu pikin görülmemesine neden olabileceği düşünülmüştür (DAI ve ark., 2002). ÜÇÖ içeren filmler ise ipek fibroine ait karakteristik absorpsiyon bantlarından 1644-1651  $\text{cm}^{-1}$  amid I'i, 1519-1531  $\text{cm}^{-1}$  amid II'yi, 1235  $\text{cm}^{-1}$  amid III'ü göstermiştir. Bu sonuçlar bize filmlerin içerisindeki ipek fibroininin kısmi olarak  $\beta$ -plaka ve random coil yapısında bulunduğunu göstermektedir. FTIR analizleri sonucunda ÜÇÖ'nün artan miktarlarda filmlere katılması yukarıda belirtilen aralıklarda ipek fibroin karakteristik bantlarında kaymaya neden olmuştur. İpek fibroin random coil yapısından  $\beta$ -plaka yapısına kısmi olarak dönüşmektedir (KUDUĞ, 2004; MALAY, 2005). Üretilen filmlerin kısmi olarak çözünmesi de bu bulguları doğrulamaktadır. Yapılan bir çalışmada üzüm suyunda yer alan polimerik fenolik fraksiyonlara ait bantların 1520  $\text{cm}^{-1}$ , 1449  $\text{cm}^{-1}$ , 1341  $\text{cm}^{-1}$ , 1287  $\text{cm}^{-1}$ , 1233  $\text{cm}^{-1}$ , 1157  $\text{cm}^{-1}$  ve 1116  $\text{cm}^{-1}$  olarak belirlendiği bildirilmiştir (FOO, 1981). Laboratuvarımızda üretilen filmlere ilave edilen ÜÇÖ'nün FTIR spektralarında özüt içerisindeki polimerik fenolik fraksiyonlara ait bantlar 1525  $\text{cm}^{-1}$ , 1450  $\text{cm}^{-1}$ , 1375  $\text{cm}^{-1}$ , 1288  $\text{cm}^{-1}$ , 1234  $\text{cm}^{-1}$ , 1157  $\text{cm}^{-1}$  ve 1112  $\text{cm}^{-1}$  olarak görülmüştür. Gözlemlenen bu bantlar literatürdeki veriler ile uyumludur. Ayrıca içerisinde özüt bulunan filmlere ait FTIR spektraları incelendiğinde özüt içerisindeki bazı polifenolik fraksiyonlara ait bantlar 1148 ve 1286  $\text{cm}^{-1}$  de görülmektedir. Bu bantların şiddetinin film içerisine ilave edilen özütün konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak değiştiği dolayısıyla bu fenolik fraksiyonların yapıda herhangi bir etkileşime girmeden yer aldığını göstermektedir. Filmlerde ÜÇÖ arttıkça kısmi olarak  $\beta$ -plaka yapının artmakta olduğu ve filmlerde daha kırılğan bir yapının oluştuğu gözlemlenmiştir.

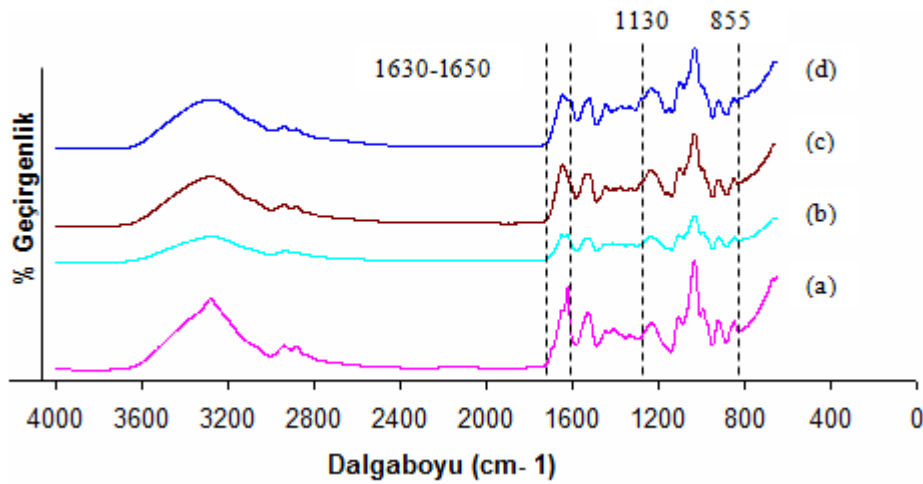


Şekil 4.1. İpek fibroinden üretilen filmin FTIR spektrumu





**Şekil 4.2.** Karragenana ait FTIR spektrumu

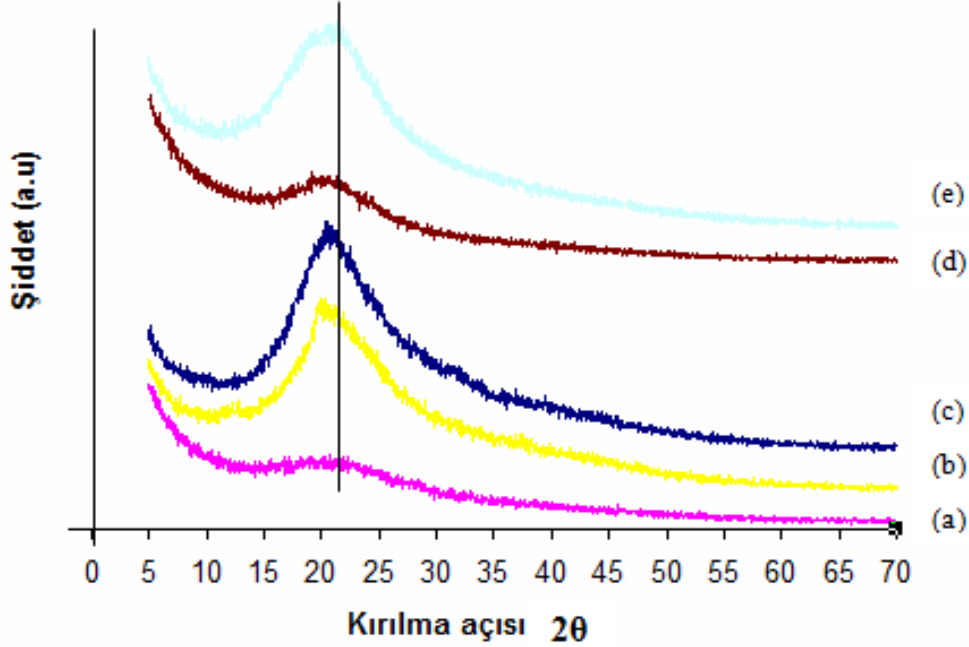


**Şekil 4.3.** Üretilen filmlerin FTIR spektralleri [(a) kontrol film (ÜÇÖ içermeyen), (b) %0.5 ÜÇÖ içeren film, (c) %1 ÜÇÖ içeren film (d) %2 ÜÇÖ içeren film]

#### 4.2.2. XRD ile Filmlerin Karakterizasyonu

İpek fibroin film, ÜÇÖ içermeyen ipek fibroin-karragenan film, %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmler üretilerek kristal yapılarındaki değişimler X-ışınları kırınım cihazı (Cu K $\alpha$  radiation) kullanılarak incelenmiştir. Şekil 4.4'de ipek fibroin film, ÜÇÖ içermeyen ipek fibroin-karragenan film, %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlere ait XRD sonuçları gösterilmiştir. İpek fibroinin literatürde belirtilen kristal pikleri, ipek I kristal pikleri 12.2°, 19.7°, 24.7°, 28.2° ve ipek II kristal pikleri 9.1°, 18.9° ve 20.7° dir (Li ve ark., 2001). İpek fibroin II kristal pikleri  $2\theta \approx 21^\circ$ , ipek I zayıf kristal pikleri  $2\theta \approx 20^\circ$  de amorf yapı gösteren kristal olmayan pik göstermiştir. İpek fibroin-karragenan film pikleri  $2\theta = 21.4^\circ$  dir. %0.5 ÜÇÖ içeren film pikleri  $2\theta = 21.08^\circ$  dir. %1 üzüm çekirdeği özütü içeren film pikleri  $2\theta = 21.2^\circ$  dir. %2 ÜÇÖ içeren film  $2\theta = 21.3^\circ$  dir. İpek fibroin filmindeki yaygın pik ipek

fibroinin random coil yapısında olduğu göstermektedir. ÜÇÖ filme ilave edildiğinde yaygın pikten daha belirgin pike dönüşmesi random coilden yer yer  $\beta$ -plaka yapıya dönüştüğünü göstermektedir (KUDUĞ, 2004). Bu bulgular FTIR sonuçları ile uyumludur.

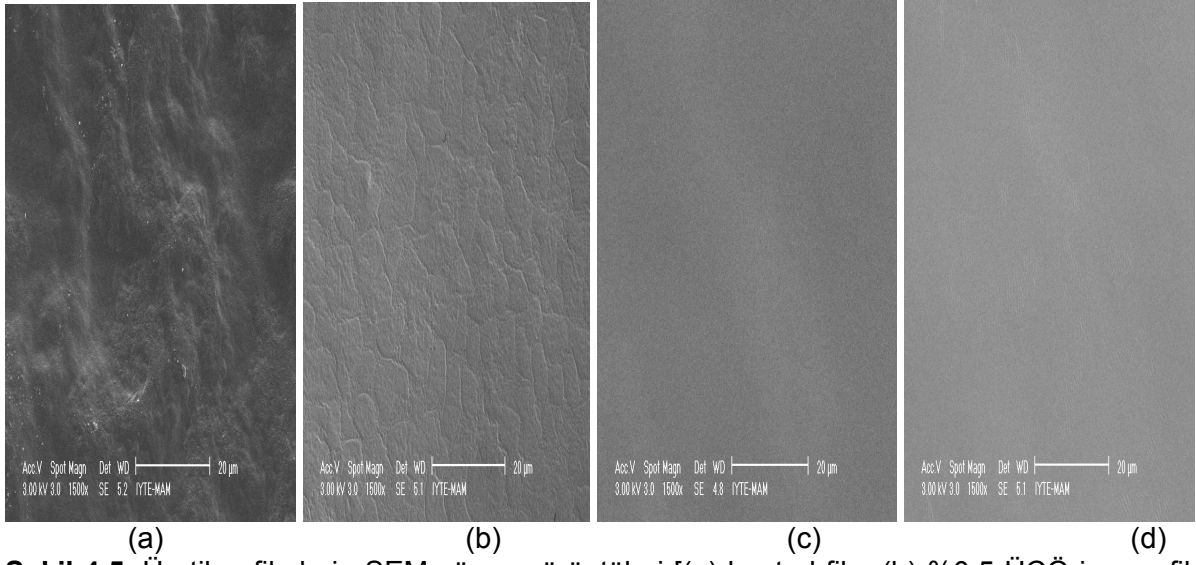


**Şekil 4.4.** Üretilen filmlerin XRD grafikleri [(a) İpek fibroin film, (b) ÜÇÖ içermeyen kontrol film, (c) %0.5 ÜÇÖ içeren film, (d) %1 ÜÇÖ içeren film (e) %2 ÜÇÖ içeren film]

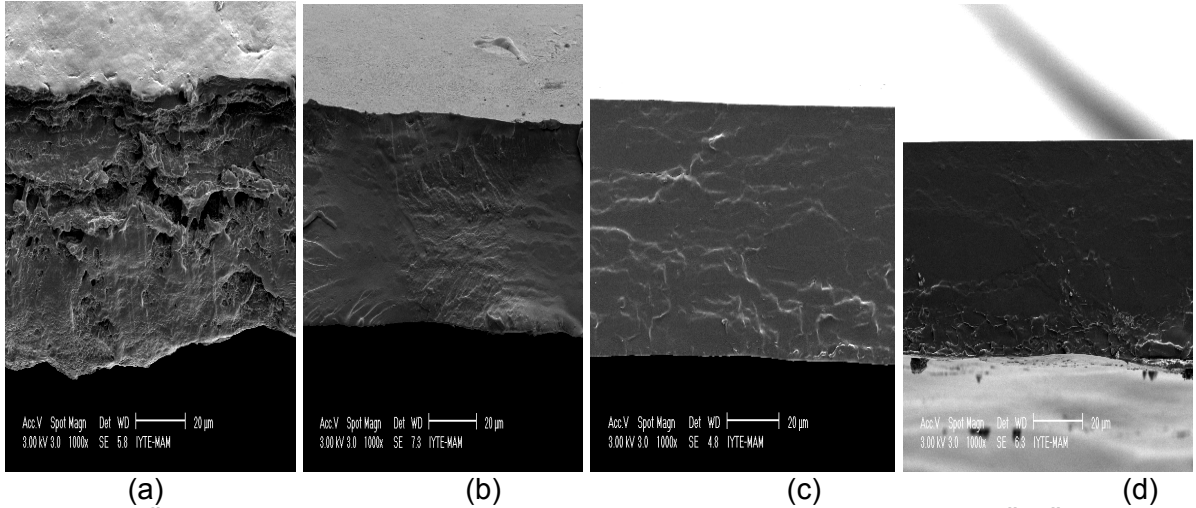
#### 4.2.3. SEM ile Filmlerin Karakterizasyonu

Taramalı elektron mikroskobu ile üretilen filmlerin kalınlıkları ve morfolojilerindeki değişimler belirlenmiştir. Şekil 4.5 ve 4.6'da üretilen filmlerin sırasıyla yüzey ve kesit görüntüleri verilmiştir. Filmlerin yüzey ve kesit görüntüleri incelendiğinde ÜÇÖ içermeyen ipek fibroin-karragenan filmde daha gözenekli bir yapı gözlemlenmiştir. Farklı konsantrasyonda ÜÇÖ içeren filmlerde herhangi bir mikroskobik faz ayrımı ve gözenekli bir yapı gözlemlenmemiştir. ÜÇÖ içeren filmlerde konsantrasyon arttıkça daha homojen bir dağılım ve daha pürüzsüz bir yapı gözlemlenmiştir.

Kontrol, %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmlerin ortalama kalınlıkları sırasıyla  $54.12 \pm 2.96$ ,  $42.61 \pm 0.98$ ,  $50.15 \pm 0.32$  ve  $43.33 \pm 0.68$   $\mu\text{m}$  olarak belirlenmiştir.



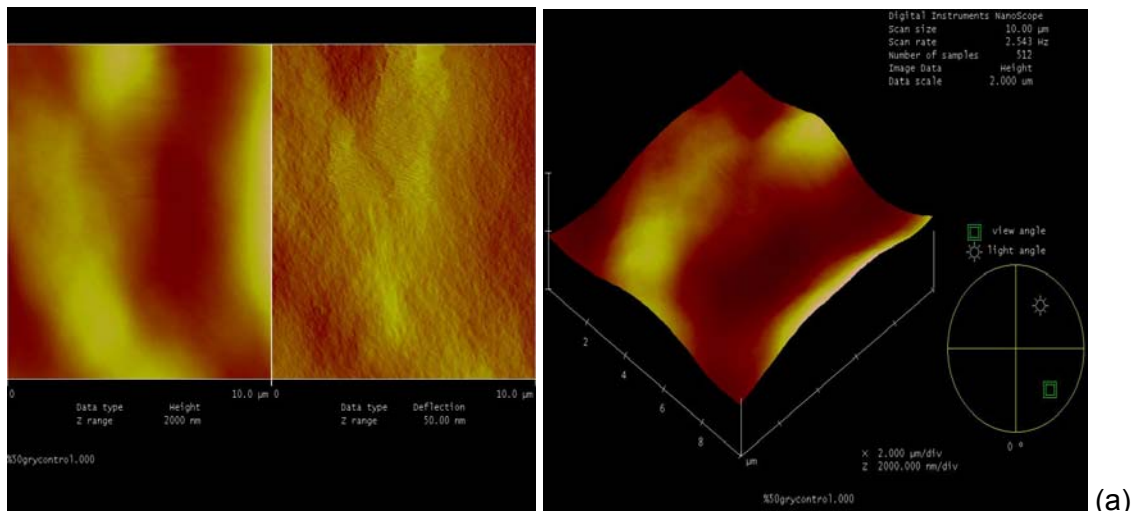
**Şekil 4.5.** Üretilen filmlerin SEM yüzey görüntüleri [(a) kontrol film (b) %0.5 ÜÇÖ içeren film (c) %1 ÜÇÖ içeren film (d) %2 ÜÇÖ içeren film] (1500x)



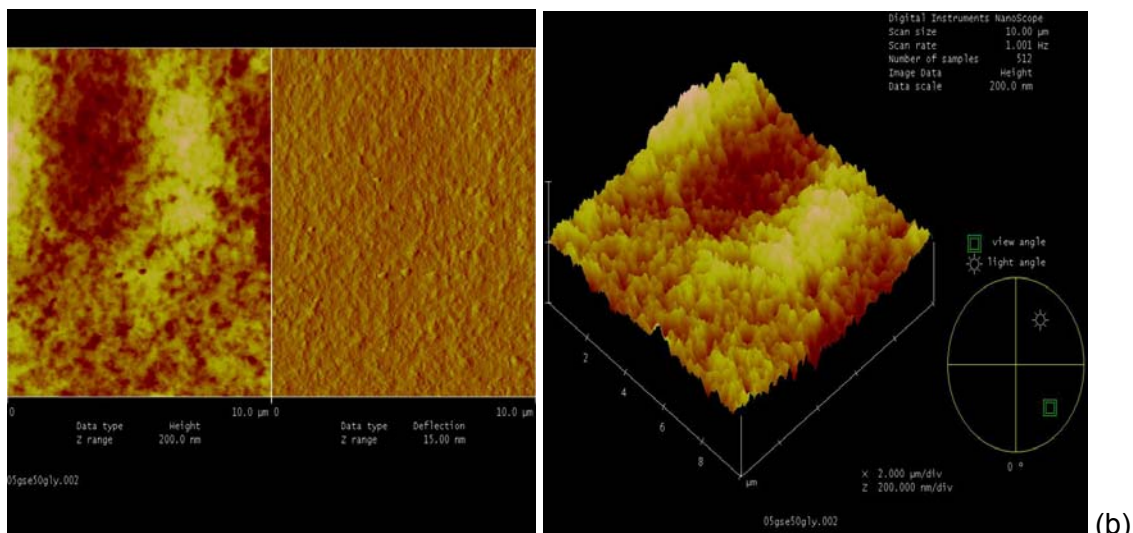
**Şekil 4.6.** Üretilen filmlerin SEM kesit görüntüleri [(a) kontrol film (b) %0.5 ÜÇÖ içeren film (c) %1 ÜÇÖ içeren film (d) %2 ÜÇÖ içeren film] (1000x)

#### 4.2.4. AFM ile Filmlerin Karakterizasyonu

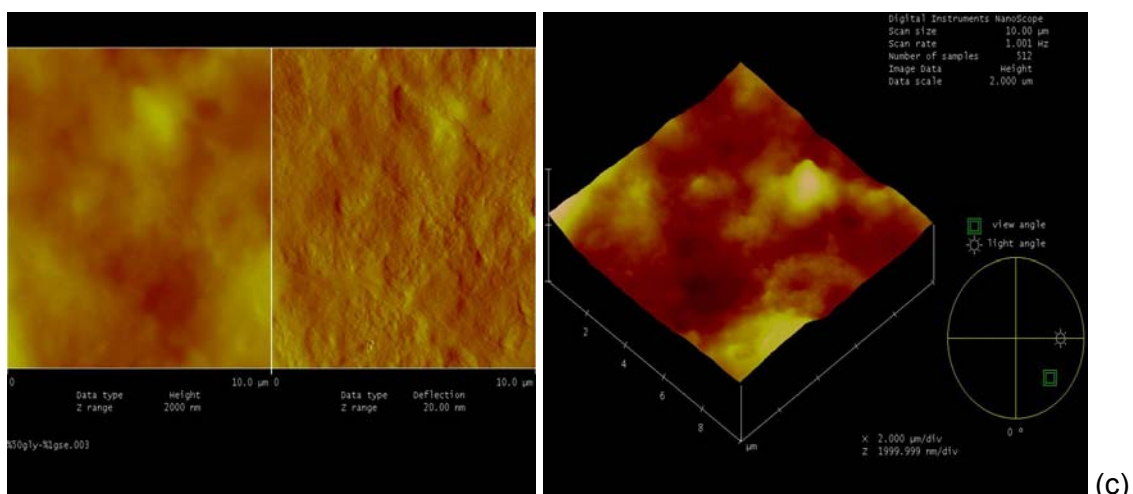
Atomik kuvvet mikroskobu (AFM) ile ÜÇÖ içermeyen (kontrol), %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin taranması sonucunda bu filmlerin topografik görüntüleri ve pürüzlülük durumları incelenmiştir. Şekil 4.7’de kontrol film, %0.5 ve %2 ÜÇÖ içeren filmlerin AFM görüntüleri verilmiştir. Filmlerdeki ÜÇÖ konsantrasyonu arttıkça pürüzlülükte azalma gözlemlenmiştir. Ortalama pürüzlülük değerlerini incelediğimizde kontrol filmde 204 nm olan pürüzlülük değeri, %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerde sırasıyla 21.25, 68.45 ve 115.27 nm olarak bulunmuştur. ÜÇÖ’nün, filmlerde homojen film yapı oluşturduğunu göstermiştir. AFM bulgularının SEM de elde edilen morfolojik bulgularla uyumlu olduğu görülmüştür.



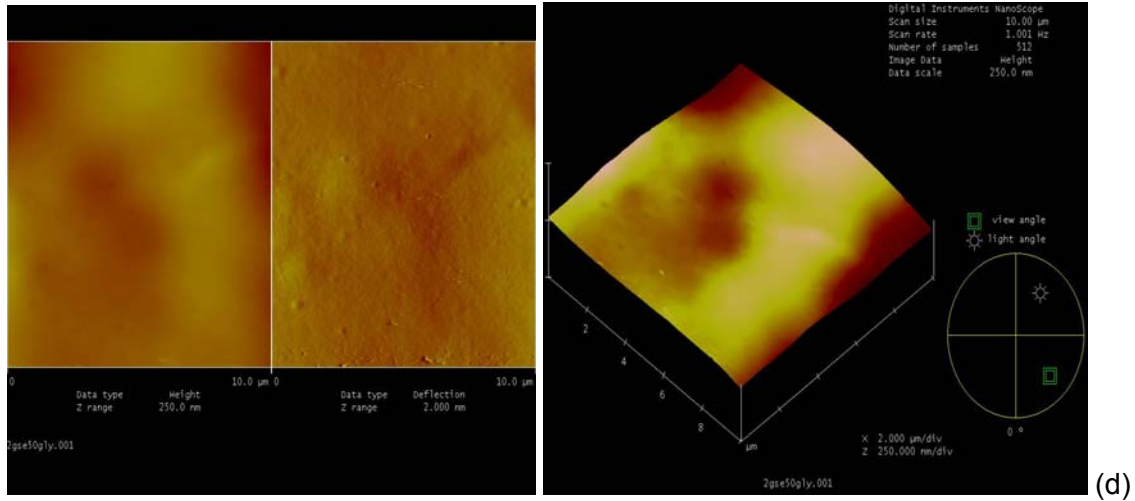
(a)



(b)



(c)



**Şekil 4.7.** ÜÇÖ içermeyen ipek fibroin-karragenan (kontrol) (a), %0.5 (b), %1 (c), %2 (d) ÜÇÖ içeren filmlerin 10 µm x 10 µm tarama büyüklüğündeki AFM görüntüleri

#### 4.2.5. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Mekanik Özellikleri

Filmlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve ÜÇÖ'nün filmin mekanik özelliklerinde meydana getirdiği değişikliklerin belirlenmesi amacıyla ÜÇÖ içermeyen (kontrol) ipek fibroin-karragenan film, %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmler hazırlanmıştır. Filmlerin gerilme direnci (tensile strength), Young's katsayısı (Young's modulus) ve % uzama (% elongation) özellikleri ASTM D882-02 metodu (1996) referans alınarak tekstür analiz cihazı (TA.XT.plus, Stable Instruments, UK) ile ölçülmüştür. Tablo 4.1'de filmlerin mekanik özelliklerine ilişkin değerler verilmiştir. Gerilme direnci incelendiğinde kontrol film ve %0.5 ÜÇÖ içeren filmler arasında önemli bir fark bulunmamıştır ve bu filmler diğer filmlerle kıyaslandığında daha yüksek gerilme direnci göstermişlerdir. %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmler arasında gerilme direnci bakımından önemli bir fark bulunmamıştır. En düşük %uzama kontrol filmde en yüksek %uzama ise %1 ÜÇÖ içeren filmlerde belirlenmiştir. Young's katsayısı en yüksek kontrol filmde belirlenmiştir. ÜÇÖ içeren filmlerde Young's katsayısı bakımından önemli bir fark bulunmamıştır.

**Tablo 4.1.** Üretilen filmlerin mekanik özellikleri

| Filmler              | Mekanik Özellikler       |                           |                         |
|----------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                      | Gerilme direnci (Pa)     | Uzama (%)                 | Young's katsayısı (Pa)  |
| Kontrol film         | 10.95 ± 2.0 <sup>a</sup> | 18.95 ± 5.9 <sup>b</sup>  | 1.39 ± 0.4 <sup>a</sup> |
| %0.5 ÜÇÖ içeren film | 9.93 ± 1.2 <sup>a</sup>  | 34.58 ± 2.8 <sup>a</sup>  | 0.75 ± 0.3 <sup>b</sup> |
| 1 % ÜÇÖ içeren film  | 7.57 ± 1.6 <sup>b</sup>  | 44.13 ± 10.3 <sup>a</sup> | 0.63 ± 0.3 <sup>b</sup> |
| 2 % ÜÇÖ içeren film  | 6.78 ± 1.8 <sup>b</sup>  | 21.25 ± 11.6 <sup>b</sup> | 0.74 ± 0.5 <sup>b</sup> |

<sup>a-b</sup>: Aynı kolondaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir.

#### 4.2.6. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Renk Parametreleri

Üretilen kontrol (ÜÇÖ içermeyen), %0.5, %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmlerin renk parametreleri Minolta CR400 (Konica-Minolta Sensing Inc., Japonya) renk ölçüm cihazı ile belirlenmiş olup Tablo 4.2'de verilmiştir. Kontrol filmlerde CIE L\* (aydınlık) değeri en yüksek olarak bulunmuştur. ÜÇÖ konsantrasyonu arttıkça aydınlık değerinde azalma görülmüştür. Bunun nedeni ÜÇÖ miktarının artması filmlerin daha koyu bir renk almasına sebep olmasıdır. Aynı şekilde CIE a\* değeri kontrol filmde negatif bir değer alırken bu filmin kırmızılık yerine çok az yeşilliğe sahip olduğunu göstermektedir. Ancak ÜÇÖ konsantrasyonu arttıkça filmlerdeki kırmızılık da artmaktadır. CIE b\* değeri en düşük kontrol filmde en yüksek %1 ÜÇÖ içeren filmde görülmüştür.

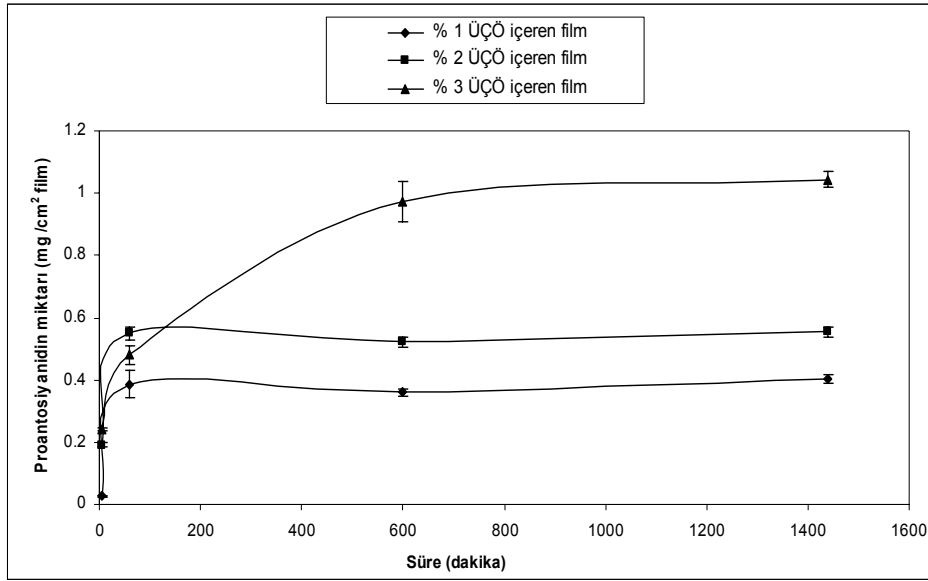
**Tablo 4.2.** Üretilen filmlerin CIE L\*, a\*, b\* değerleri

| Filmler               | Renk Parametreleri        |                           |                           |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                       | L*                        | a*                        | b*                        |
| Kontrol film          | 88.20 ± 0.62 <sup>a</sup> | -0.97 ± 0.08 <sup>d</sup> | 4.35 ± 0.20 <sup>d</sup>  |
| % 0.5 ÜÇÖ içeren film | 69.16 ± 3.66 <sup>b</sup> | 11.09 ± 2.35 <sup>c</sup> | 30.33 ± 3.45 <sup>c</sup> |
| % 1 ÜÇÖ içeren film   | 58.61 ± 1.77 <sup>c</sup> | 20.06 ± 1.31 <sup>b</sup> | 39.17 ± 0.69 <sup>a</sup> |
| % 2 ÜÇÖ içeren film   | 47.44 ± 0.88 <sup>d</sup> | 31.27 ± 0.63 <sup>a</sup> | 37.12 ± 1.85 <sup>b</sup> |

<sup>a-d</sup>: Aynı kolondaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir.

#### 4.2.7. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerden Proantosiyanidin Salım Testlerinin Sonuçları

Belirli miktarlarda ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerden salınan proantosiyanidin miktarları Şekil 4.8'de gösterilmiştir. Üretilmiş olan filmlerin su içerisindeki salım testlerinde proantosiyanidin miktarı mg proantosiyanidin/cm<sup>2</sup> film olarak verilmiştir. Tüm hesaplamalar örnekleme sırasında alınan hacimdeki toplam proantosiyanidin miktarı düşünülerek düzeltilmiştir. Proantosiyanidin salımının izlenmesi alınan test çözeltisinde miktar artışı görülmeyinceye veya miktarda biraz azalma görülünceye kadar devam etmiştir. %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmde suya geçiş daha hızlı gerçekleşmiştir. Bu filmlerde maksimum geçiş yaklaşık 120 dakikada gerçekleşmiştir. %1 ve %2 ÜÇÖ içeren filmlerde 120 dakika sonunda maksimum toplam proantosiyanidin miktarları sırasıyla 0.44 ve 0.63 mg proantosiyanidin/cm<sup>2</sup> film olarak belirlenmiştir. Ancak daha yüksek konsantrasyonda ÜÇÖ içeren (%3) filmde maksimum geçiş daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Bu filmde maksimum toplam proantosiyanidin miktarı 1440 dakika sonunda 1.04 mg proantosiyanidin/cm<sup>2</sup> film olarak belirlenmiştir.



**Şekil 4.8.** Farklı konsantrasyonlarda ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerden salınan toplam proantosiyanidin miktarları

#### 4.2.8. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitelerinin Belirlenmesi için Katı Besiyerinde Gerçekleştirilen Zon İnhibisyon Testleri

ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin farklı mikroorganizmalar üzerindeki antimikrobiyal etkisini gösteren sonuçlar Tablo 4.3'de verilmiştir. Farklı konsantrasyona sahip filmlerin *L. innocua*'ya karşı oluşturduğu tam zon sayıları dikkate alındığında en düşük konsantrasyonda bile tüm disklerde zon oluştuğu gözlemlenmiştir. *S. aureus*'da %0.5 ÜÇÖ içeren filmde 4 tam zon ve 8 kısmi zon görülmüştür. Diğer konsantrasyonlarda 12 tam zon oluşmuştur. *St. carnosus*'a karşı %0.5 ÜÇÖ içeren filmde zon gözlemlenmemiştir. *Bacillus amyloliquefaciens*'a karşı %2 ve %3 ÜÇÖ içeren filmlerde 12 tam zon oluşmuş olup diğer konsantrasyonlarda (%0.5 ve %1) zon gözlemlenmemiştir. Gram (+) bakterilere karşı ÜÇÖ içeren filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri yüksekten düşüğe doğru şu şekilde sıralanmaktadır: *L. innocua* > *S. aureus* > *S. carnosus* > *B. amyloliquefaciens*. Gram (-) mikroorganizmalara karşı ÜÇÖ içeren filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri incelendiğinde *E. coli*, *E. coli* O157:H7 ve *S. Typhymurium*'a karşı inhibisyon zonları gözlemlenmemiştir. Bu mikroorganizmaların filmlere ilave edilen Na<sub>2</sub>EDTA varlığında dahi dirençli olduğu görülmüştür. Sadece *P. fluorescens*'a karşı %2 ve %3 ÜÇÖ içeren filmlerde 12 tam zon gözlemlenmiştir. Sonuç olarak üretilen filmlerdeki ÜÇÖ, Gram (+) bakterileri karşı Gram (-) bakterilere kıyasla daha fazla antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Bunun nedeninin Gram (+) ve Gram (-) bakterilerin hücre duvarlarındaki yapısal farklılıktan kaynaklandığı düşünülüp bu sorunu gidermek için Gram (-) bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite belirlenmesi denemelerinde filmlere ÜÇÖ'ne ilave olarak Na<sub>2</sub>EDTA de eklenmiştir. Ancak kullanılan ÜÇÖ'nün *E. coli*, *E. coli* O157:H7 ve

S. Typhymurium'a karşı antimikrobiyal aktivite göstermediği sadece *P. fluorescens*'a karşı yüksek ÜÇÖ konsantrasyonlarında antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirlenmiştir.

**Tablo 4.3.** Farklı konsantrasyonlarda ÜÇÖ ve/veya Na<sub>2</sub>EDTA içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri (Zon tipleri: tz: tam zon; kz: kısmi zon; zo: zon oluşmamış)

| Filmler                                                | Ortalama tam                    | Zon tipleri ve          |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                                                        | zon alanı<br>(cm <sup>2</sup> ) | bu zonların<br>sayıları |
| <b><i>L. innocua</i></b>                               |                                 |                         |
| Kontrol                                                | 0                               | 12 zo                   |
| %0.5 ÜÇÖ                                               | 0.97±0.26                       | 12 tz                   |
| %1 ÜÇÖ                                                 | 2.24±0.16                       | 12 tz                   |
| %2 ÜÇÖ                                                 | 3.31±0.30                       | 12 tz                   |
| %3 ÜÇÖ                                                 | 4.10±0.24                       | 12 tz                   |
| <b><i>S. aureus</i></b>                                |                                 |                         |
| Kontrol                                                | 0                               | 12 zo                   |
| %0.5 ÜÇÖ                                               | 0.14±0.03                       | 4 tz / 8 kz             |
| %1 ÜÇÖ                                                 | 0.34±0.10                       | 12 tz                   |
| %2 ÜÇÖ                                                 | 0.94±0.20                       | 12 tz                   |
| %3 ÜÇÖ                                                 | 2.26±0.25                       | 12 tz                   |
| <b><i>S. carnosus</i></b>                              |                                 |                         |
| Kontrol                                                | 0                               | 12 zo                   |
| %0.5 ÜÇÖ                                               | 0                               | 12 zo                   |
| %1 ÜÇÖ                                                 | 1.01±0.21                       | 12 tz                   |
| %2 ÜÇÖ                                                 | 2.14±0.30                       | 12 tz                   |
| %3 ÜÇÖ                                                 | 2.32±0.26                       | 12 tz                   |
| <b><i>B. amyloliquefaciens</i></b>                     |                                 |                         |
| Kontrol                                                | 0                               | 12 zo                   |
| %0.5 ÜÇÖ                                               | 0                               | 12 zo                   |
| %1 ÜÇÖ                                                 | 0                               | 12 zo                   |
| %2 ÜÇÖ                                                 | 1.14±0.16                       | 12 tz                   |
| %3 ÜÇÖ                                                 | 1.63±0.19                       | 12 tz                   |
| <b><i>P. fluorescens</i></b>                           |                                 |                         |
| Kontrol + 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA  | 0                               | 12 zo                   |
| %0.5 ÜÇÖ + 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA | 0                               | 12 zo                   |
| %1 ÜÇÖ + 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA   | 0                               | 12 zo                   |
| %2 ÜÇÖ + 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA   | 0.93±0.24                       | 12 tz                   |
| %3 ÜÇÖ + 200 µg/cm <sup>2</sup> Na <sub>2</sub> EDTA   | 1.53±0.16                       | 12 tz                   |



### 4.3. Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerin Gıdalara Uygulanması

#### 4.3.1. Tavuk Göğüs Etinin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması

Tavuk göğüs etleri küp şeklinde kesilerek ÜÇÖ ve/veya Na<sub>2</sub>EDTA içeren filmlerle kaplanmış ve +4 °C'da 5 gün boyunca depolanmışlardır. Depolama sırasında örneklerin pH değerleri 6.2±0.02 ile 7.08±0.02 arasında değişmiştir. Depolama sırasında toplam canlı bakteri sayımları Tablo 4.4 ve Şekil 4.9'da verilmiştir. Farklı filmlerle örneklerin kaplanması ve depolama süresi toplam canlı bakteri sayılarını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir. Depolama sırasında ÜÇÖ içeren filmlerle kaplı örneklerde toplam canlı bakteri sayılarının kaplanmamış, ipek fibroin-karragenan filmle ve Na<sub>2</sub>EDTA içeren filmle kaplanmış örneklerle kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. ÜÇÖ konsantrasyonunun artması ile toplam canlı bakteri sayılarında düşüş (0.5 ile 1.8 log<sub>10</sub> cfu/g arasında) gözlemlenmiştir. Tavuk göğüs etlerinin başlangıç mikrobiyal yükleri yüksek olduğu için 3. günde tüm örneklerin mikrobiyal yük değerleri, gıdalar için bozulma değeri olarak kabul edilen 7.0 log<sub>10</sub> cfu/g'ın üzerinde bulunmuştur.

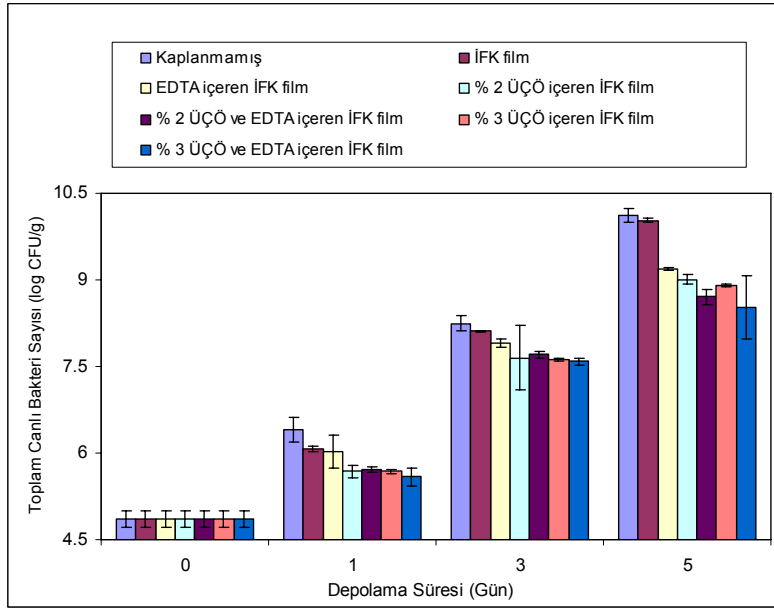
**Tablo 4.4.** Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki toplam canlı bakteri sayıları

| Film Çeşitleri                                  | Toplam Canlı Bakteri Sayısı, log <sub>10</sub> cfu/g |                           |                           |                           |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                                                 | 0. Gün                                               | 1. Gün                    | 3. Gün                    | 5. Gün                    |
| Kaplanmamış                                     | 4.86±0.15 <sup>D</sup>                               | 6.41±0.22 <sup>C,a</sup>  | 8.24±0.13 <sup>B,a</sup>  | 10.12±0.10 <sup>A,a</sup> |
| İFK film                                        | 4.86±0.15 <sup>D</sup>                               | 6.07±0.04 <sup>C,ab</sup> | 8.11±0.02 <sup>B,ab</sup> | 10.03±0.04 <sup>A,a</sup> |
| Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film            | 4.86±0.15 <sup>D</sup>                               | 6.03±0.28 <sup>C,ab</sup> | 7.90±0.07 <sup>B,ab</sup> | 9.19±0.03 <sup>A,b</sup>  |
| % 2 ÜÇÖ içeren İFK film                         | 4.86±0.15 <sup>D</sup>                               | 5.68±0.10 <sup>C,bc</sup> | 7.65±0.56 <sup>B,ab</sup> | 9.01±0.08 <sup>A,bc</sup> |
| % 2 ÜÇÖ ve Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film | 4.86±0.15 <sup>D</sup>                               | 5.71±0.05 <sup>C,bc</sup> | 7.71±0.06 <sup>B,ab</sup> | 8.71±0.13 <sup>A,bc</sup> |
| % 3 ÜÇÖ içeren İFK film                         | 4.86±0.15 <sup>D</sup>                               | 5.68±0.03 <sup>C,bc</sup> | 7.62±0.03 <sup>B,ab</sup> | 8.91±0.02 <sup>A,bc</sup> |
| % 3 ÜÇÖ ve Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film | 4.86±0.15 <sup>D</sup>                               | 4.59±0.16 <sup>C,c</sup>  | 7.59±0.06 <sup>B,b</sup>  | 8.52±0.55 <sup>A,c</sup>  |

İFK: ipek fibroin-karragenan; Na<sub>2</sub>EDTA konsantrasyonu: 200 µg Na<sub>2</sub>EDTA/cm<sup>2</sup> film

<sup>A-D</sup>: Aynı satırdaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).

<sup>a-c</sup>: Aynı kolondaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).



**Şekil 4.9.** Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki toplam bakteri sayıları

Farklı ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki koliform sayımları Tablo 4.5 ve Şekil 4.10'da verilmiştir. Na<sub>2</sub>EDTA içeren ve ÜÇÖ ve/veya Na<sub>2</sub>EDTA içeren filmlerle kaplanmış örneklerde belirlenen koliform sayılarının kaplanmamış ve sadece ipek fibroin-karragenan filmle kaplanmış örneklere kıyasla düşük olduğu (yaklaşık 0.4-0.5 log<sub>10</sub> cfu/g) gözlemlenmiştir. ÜÇÖ konsantrasyonunun artması koliform sayıları üzerinde etkili bulunmamıştır. Bunun nedeni olarak Gram (-) bakterilerin ÜÇÖ'nün karşı dirençli olduğu söylenebilir. Bu sonuç katı besiyerinde gerçekleştirilen antimikrobiyal aktivite testlerinde bulunan sonuçları (bölüm 4.2.8) doğrulamaktadır.

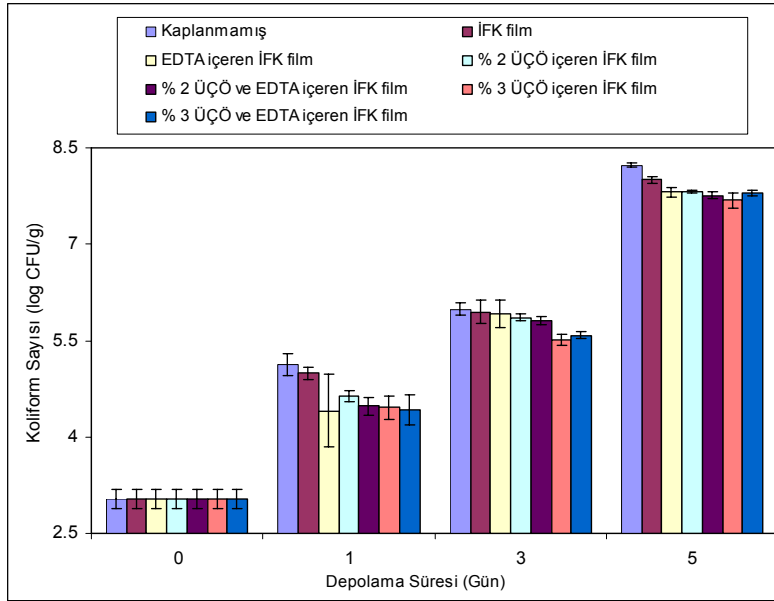
**Tablo 4.5.** Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki koliform sayıları

| Film Çeşitleri                                  | Koliform Sayısı, log <sub>10</sub> cfu/g |                        |                           |                          |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                                                 | 0. Gün                                   | 1. Gün                 | 3. Gün                    | 5. Gün                   |
| Kaplanmamış                                     | 3.04±0.15                                | 5.12±0.17              | 5.99±0.09 <sup>a</sup>    | 8.23±0.03 <sup>a</sup>   |
| İFK film                                        | 3.04±0.15 <sup>D</sup>                   | 4.99±0.10 <sup>C</sup> | 5.94±0.18 <sup>B,a</sup>  | 8.00±0.06 <sup>A,b</sup> |
| Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film            | 3.04±0.15 <sup>D</sup>                   | 4.41±0.56 <sup>C</sup> | 5.91±0.21 <sup>B,ab</sup> | 7.81±0.07 <sup>A,c</sup> |
| % 2 ÜÇÖ içeren İFK film                         | 3.04±0.15                                | 4.64±0.09              | 5.86±0.05 <sup>ab</sup>   | 7.81±0.02 <sup>c</sup>   |
| % 2 ÜÇÖ ve Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film | 3.04±0.15                                | 4.48±0.14              | 5.81±0.06 <sup>abc</sup>  | 7.76±0.05 <sup>c</sup>   |
| % 3 ÜÇÖ içeren İFK film                         | 3.04±0.15                                | 4.46±0.18              | 5.51±0.08 <sup>c</sup>    | 7.68±0.11 <sup>c</sup>   |
| % 3 ÜÇÖ ve Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film | 3.04±0.15                                | 4.42±0.24              | 5.58±0.05 <sup>bc</sup>   | 7.80±0.04 <sup>c</sup>   |

İFK: ipek fibroin-karragenan; Na<sub>2</sub>EDTA konsantrasyonu: 200 µg Na<sub>2</sub>EDTA/cm<sup>2</sup> film

<sup>A-D</sup>: Aynı satırdaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).

<sup>a-c</sup>: Aynı kolondaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).



**Şekil 4.10.** Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki koliform sayıları

Tavuk göğüs etlerinin farklı ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanıp depolanması sırasında belirlenen laktik asit bakteri sayıları Tablo 4.6 ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Depolama boyunca laktik asit bakteri sayılarında düşüş gözlemlenmiştir. Özellikle ipek fibroin-karragenan filmle ve ÜÇÖ ve/veya Na<sub>2</sub>EDTA içeren filmlerle kaplanmış örneklerde laktik asit bakteri sayısında 5 gün boyunca düşüş gözlemlenmiştir. Ancak farklı ÜÇÖ konsantrasyonlarının laktik asit bakterine karşı antimikrobiyal etkisi net olarak belirlenememiştir.

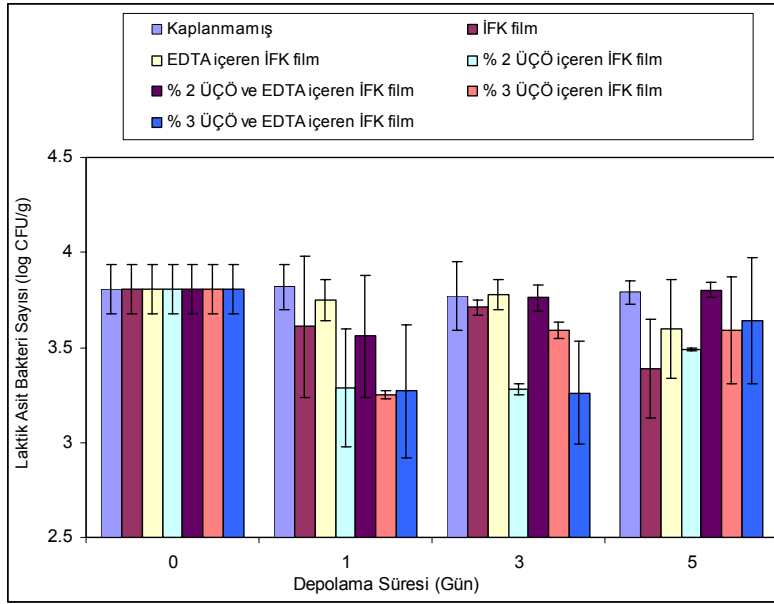
**Tablo 4.6.** Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki laktik asit bakteri sayıları

| Film Çeşitleri                                  | Laktik Asit Bakteri Sayısı, log <sub>10</sub> cfu/g |                        |                            |                         |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
|                                                 | 0. Gün                                              | 1. Gün                 | 3. Gün                     | 5. Gün                  |
| Kaplanmamış                                     | 3.81±0.13                                           | 3.82±0.12              | 3.77±0.18 <sup>a</sup>     | 3.79±0.06               |
| İFK film                                        | 3.81±0.13                                           | 3.61±0.37              | 3.72±0.04 <sup>a</sup>     | 3.39±0.26               |
| Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film            | 3.81±0.13                                           | 3.75±0.11              | 3.78±0.08 <sup>a</sup>     | 3.60±0.26               |
| % 2 ÜÇÖ içeren İFK film                         | 3.81±0.13 <sup>A</sup>                              | 3.29±0.31 <sup>B</sup> | 3.28±0.03 <sup>B,b</sup>   | 3.49±0.01 <sup>AB</sup> |
| % 2 ÜÇÖ ve Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film | 3.81±0.13                                           | 3.56±0.32              | 3.76±0.07 <sup>a</sup>     | 3.80±0.04               |
| % 3 ÜÇÖ içeren İFK film                         | 3.81±0.13 <sup>A</sup>                              | 3.25±0.02 <sup>B</sup> | 3.59±0.04 <sup>AB,ab</sup> | 3.59±0.28 <sup>AB</sup> |
| % 3 ÜÇÖ ve Na <sub>2</sub> EDTA içeren İFK film | 3.81±0.13                                           | 3.27±0.35              | 3.26±0.27 <sup>b</sup>     | 3.64±0.33               |

İFK: ipek fibroin-karragenan; Na<sub>2</sub>EDTA konsantrasyonu: 200 µg Na<sub>2</sub>EDTA/cm<sup>2</sup> film

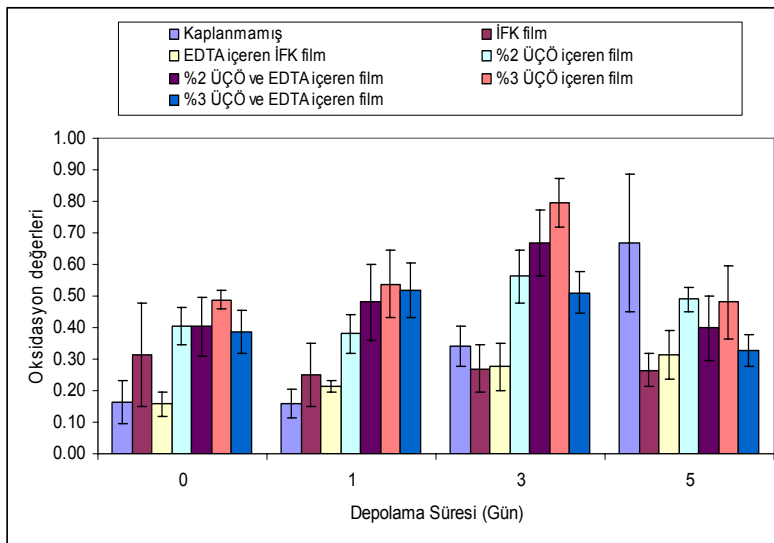
<sup>A-B</sup>: Aynı satırdaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).

<sup>a-b</sup>: Aynı kolondaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).



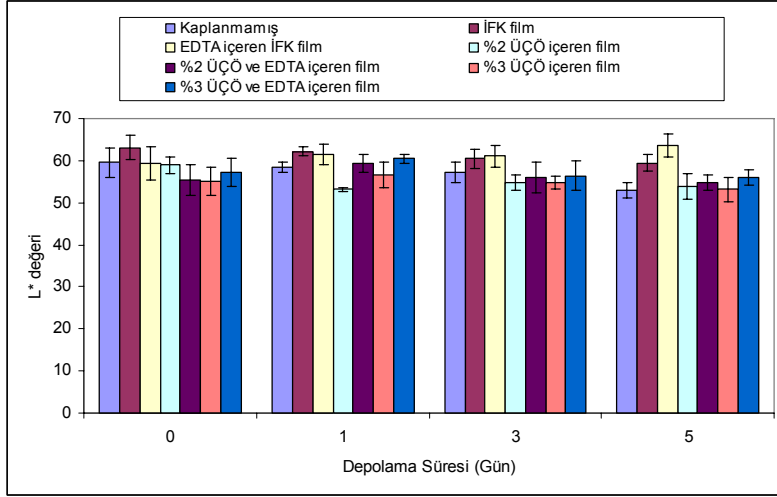
**Şekil 4.11.** Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki laktik asit bakteri sayıları

Farklı ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki oksidasyon durumları Şekil 4.12'de verilmiştir. Kaplanmamış örneklerde oksidasyon düzeyi depolama sırasında artış göstermiştir. Ancak ÜÇÖ içeren filmlerle kaplı örneklerde de oksidasyon değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak ÜÇÖ'nün içerdiği renk maddesinin (antosiyanınların) TBA analizinin sonuçlarını etkilediği düşünülmektedir. Örnekler analiz edilmeden önce saf suyla yıkanmasına karşı örneklerin içerisine geçen kırmızı renk maddesi TBA analiz sırasında absorbans değerlerinde hata oluşmasında neden olmuştur. Antioksidan özelliği olan ÜÇÖ'nün etkisi bu denemede belirlenememiştir.

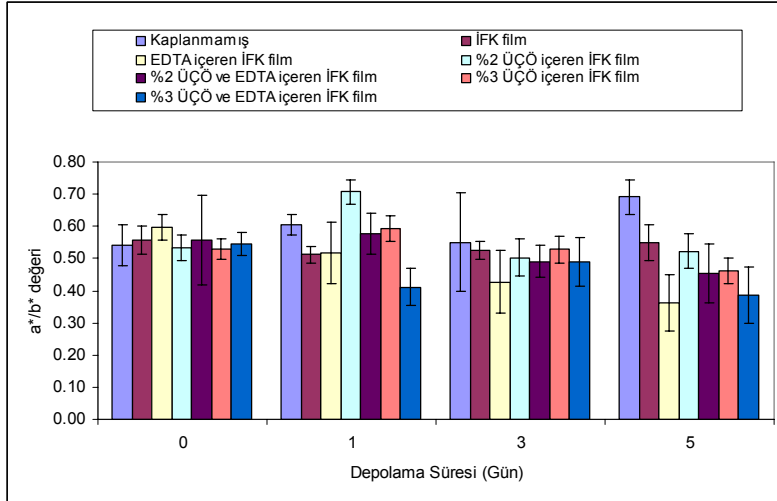


**Şekil 4.12.** Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki oksidasyon değerleri

Farklı ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki renk parametrelerindeki ( $L^*$  ve  $a^*/b^*$  [kırmızılık indeksi]) değişimler Şekil 4.13 ve 4.14'de verilmiştir. İpek fibroin-karragenan ve  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  içeren filmlerle kaplanmış örneklerin  $L^*$  değerleri diğer örneklerle kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak örnekler arasında  $L^*$  ve  $a^*/b^*$  değerleri açısından belirli bir farklılık gözlemlenmemiştir.



Şekil 4.13. Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki  $L^*$  değerleri



Şekil 4.14. Farklı filmlerle kaplanmış tavuk göğüs etlerinin depolama sırasındaki  $a^*/b^*$  değerleri

#### 4.3.2. *Staphylococcus aureus* ile İnoküle Edilmiş Sosislerin Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren İpek Fibroin-Karragenan Filmlerle Kaplanması

Et ürünlerinin tüketimi sonucu meydana gelen gıda zehirlenmelerinde *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* türleri ve *Clostridium perfringens*'den sonraki sıralarda görülen önemli bir patojendir. Gıda güvenliği açısından risk oluşturmaktadır. Taze etlerde ve fermente

ürünlerde düşük miktarlarda *S. aureus* sıklıkla görülmektedir. Uygun olmayan koşullarda depolama ile *S. aureus*'un gelişerek enterotoksin üretmesine ve gıda zehirlenmesine neden olması kaçınılmazdır. Bu nedenle üretim sırasında ve sonrasında kontaminasyonun önlenmesi ve uygun koşullarda depolama *S. aureus* zehirlenmelerine karşı alınacak önlemler arasındadır. Ayrıca antimikrobiyal özelliğe sahip ajanlarla da bu risk minimize edilebilir (ÜNLÜTÜRK ve TURANTAŞ, 1999). Çalışmamızın bu kısmında *S. aureus* ile kontamine edilmiş sosilerin ÜÇÖ içeren filmlerle kaplanarak +4 °C'da 28 gün boyunca depolanması sonucunda *S. aureus* sayıları, pH değerleri, nem miktarları ve tekstür özellikleri belirlenmiştir.

*S. aureus* ile inoküle edilmiş ve farklı filmlerle kaplanmış sosis örneklerinin 28 gün depolama sırasındaki *S. aureus* sayımları Tablo 4.7 ve Şekil 4.15'de verilmiştir. Depolama sırasında *S. aureus*'un buzdolabı koşullarında gelişmemesi nedeniyle sayılarında düşüş gözlemlenmiştir. Kaplanmış örneklerde ve özellikle yüksek konsantrasyonda ÜÇÖ içeren filmle kaplanmış örneklerde *S. aureus* sayıları daha düşüktür. Sonuç olarak ÜÇÖ'nün *S. aureus*'a karşı antimikrobiyal etkisi gözlemlenmiştir.

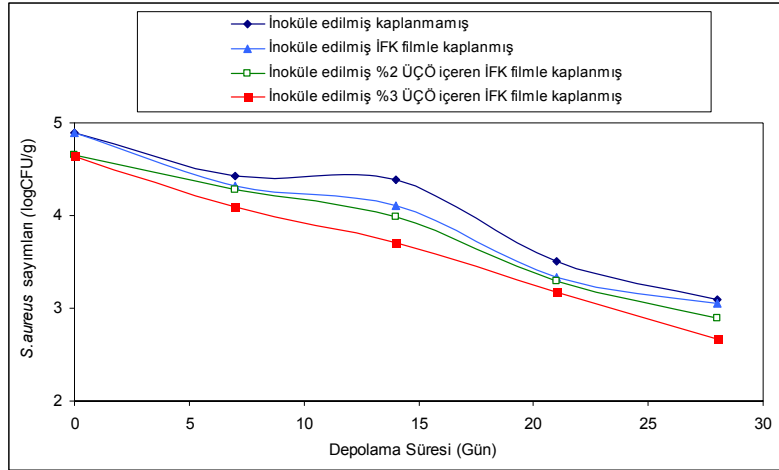
**Tablo 4.7.** *S. aureus* ile inoküle edilmiş ve farklı ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış sosilerin depolama sırasındaki *S. aureus* sayıları

| <i>S. aureus</i> (log <sub>10</sub> CFU/g)                |                           |                           |                           |                           |                           |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Depolama Süresi (gün)                                     |                           |                           |                           |                           |                           |
| Filmler                                                   | 0                         | 7                         | 14                        | 21                        | 28                        |
| <b>İnoküle edilmemiş kaplanmamış</b>                      | <1 <sup>A,c</sup>         | <1 <sup>B,c</sup>         | <1 <sup>B,c</sup>         | <1 <sup>C,c</sup>         | <1 <sup>D,c</sup>         |
| <b>İnoküle edilmiş kaplanmamış</b>                        | 4.89±0.16 <sup>A,b</sup>  | 4.43±0.09 <sup>B,b</sup>  | 4.39±0.15 <sup>B,b</sup>  | 3.51±0.04 <sup>C,b</sup>  | 3.09±0.06 <sup>D,b</sup>  |
| <b>İnoküle edilmiş İFK filmle kaplanmış</b>               | 4.89±0.1 <sup>A,b</sup>   | 4.32±0.06 <sup>B,b</sup>  | 4.11±0.06 <sup>B,b</sup>  | 3.34±0.08 <sup>C,b</sup>  | 3.05±0.03 <sup>D,b</sup>  |
| <b>İnoküle edilmiş %2 ÜÇÖ içeren İFK filmle kaplanmış</b> | 4.65±0.02 <sup>A,ab</sup> | 4.28±0.01 <sup>B,ab</sup> | 3.99±0.04 <sup>B,ab</sup> | 3.29±0.09 <sup>C,ab</sup> | 2.90±0.08 <sup>D,ab</sup> |
| <b>İnoküle edilmiş %3 ÜÇÖ içeren İFK filmle kaplanmış</b> | 4.64±0.003 <sup>A,a</sup> | 4.09±0.02 <sup>B,a</sup>  | 3.71±0.04 <sup>B,a</sup>  | 3.17±0.06 <sup>C,a</sup>  | 2.67±0.01 <sup>D,a</sup>  |

İFK: ipek fibroin-karragenan

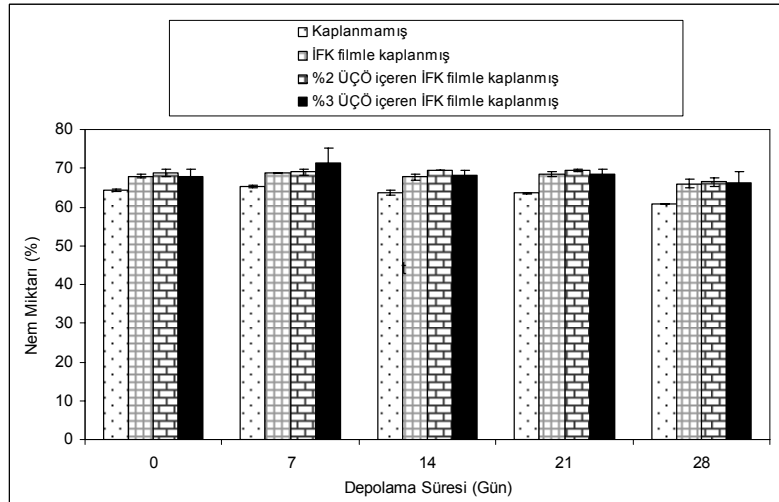
<sup>A-D</sup>: Aynı satırdaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).

<sup>a-b</sup>: Aynı kolondaki farklı harfler örneklerin birbirinden önemli olarak farklı olduğunu belirtmektedir (p<0.05).



**Şekil 4.15.** *S. aureus* ile inoküle edilmiş ve farklı ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki *S. aureus* sayıları

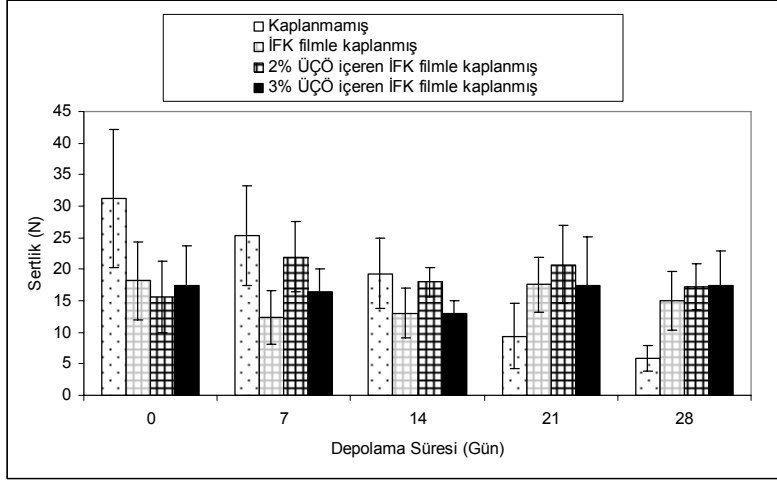
Sosis örneklerinin pH değerleri depolama boyunca  $6.39 \pm 0.01$  ile  $6.68 \pm 0.02$  arasında belirlenmiştir. Nem değerleri Şekil 4.16'de verilmiştir. Kaplanmamış örneklerin nem miktarları depolama boyunca azalmıştır. Kaplanmış örneklerde ise nem miktarlarında önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Bu da filmle kaplanan örneklerde filmlerin depolama sırasında yüzeyde meydana gelen kurumayı engellediğini göstermektedir.



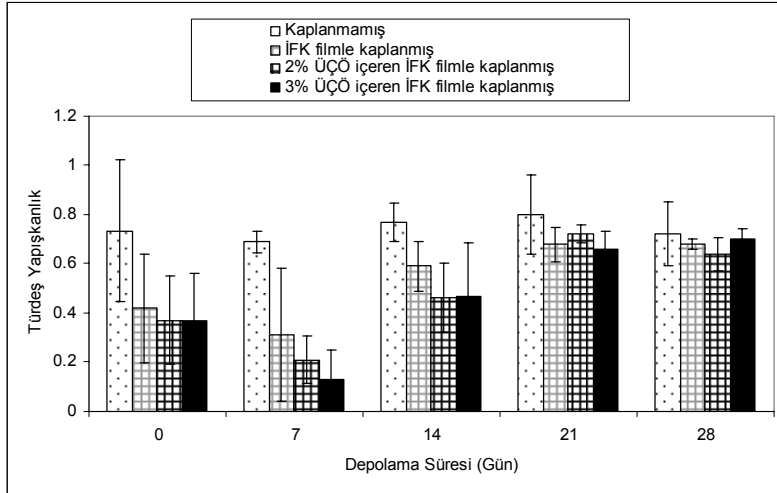
**Şekil 4.16.** Kaplanmamış ve farklı konsantrasyonlarda ÜÇÖ içeren ipek fibroin-karragenan filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki nem miktarları

Sosislere depolama sırasında tekstür profil analizi uygulanmış ve örneklerdeki sertlik (Şekil 4.17), türdeş yapışkanlık (Şekil 4.18), yaylanma (Şekil 4.19), yapışkanlık (Şekil 4.20) ve çiğnenebilirlik (Şekil 4.21) değerleri belirlenmiştir. Farklı filmlerle kaplanmış ve 28 gün depolanmış sosis örneklerinin sertlik değerleri arasında belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir. Kaplanmamış örnekler hariç diğer örneklerde türdeş yapışkanlık ve

yapışkanlık değerleri 28 gün depolama sırasında artmıştır. Yaylanma değerleri tüm örneklerde benzerdir. Çiğnenebilirlik değerleri depolama ile kaplanmamış örnekler dışındaki tüm örneklerde artmıştır.

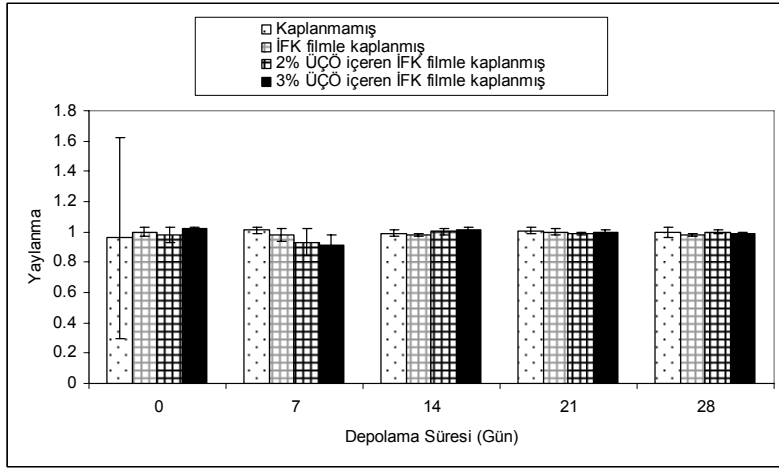


**Şekil 4.17.** Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki sertlik değerleri

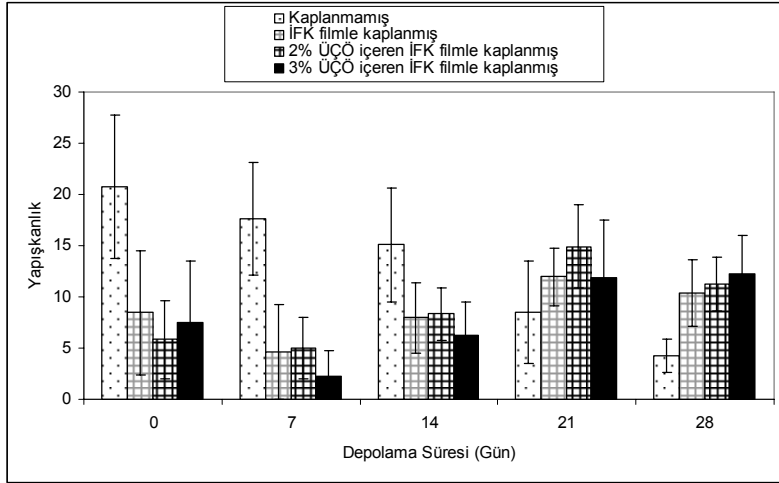


**Şekil 4.18.** Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki türdeş yapışkanlık değerleri

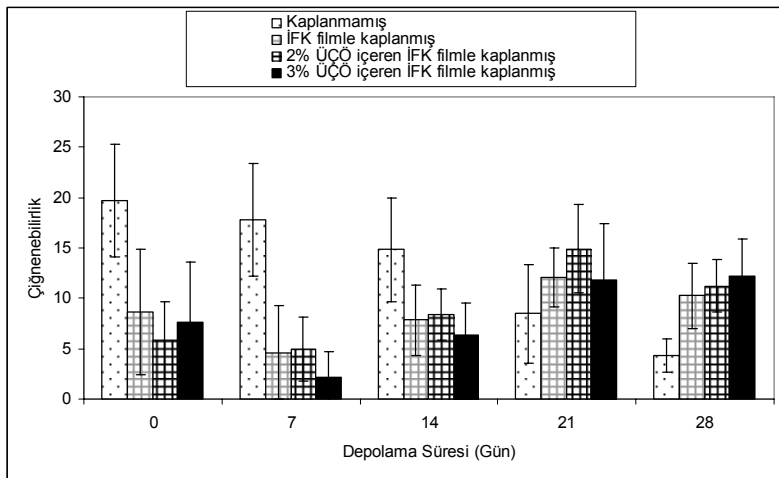




**Şekil 4.19.** Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki yaylanma değerleri



**Şekil 4.20.** Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki yapışkanlık değerleri



**Şekil 4.21.** Kaplanmamış ve farklı filmlerle kaplanmış sosislerin depolama sırasındaki çiğnenabilirlik değerleri

## 5. SONUÇ

Bu proje ile üzüm çekirdeği özütü kullanılarak antimikrobiyal etkiye sahip yenilebilir ipek fibroin-karragenan filmler geliştirilmiştir. Farklı konsantrasyonda üzüm çekirdeği özütü içeren ipek fibroin-karragenan filmler 25 °C'da % 40 bağıl nemli bir ortamda kurutulmuştur. Üretilen filmler homojen bir yapıya sahip olup filmlerde üzüm çekirdeği konsantrasyonu arttıkça kırılmalar gözlemlenmiştir. Bu nedenle maksimum üzüm çekirdeği konsantrasyon % 2 olarak belirlenmiştir. Üretilen filmlerin yapısal ve antimikrobiyal özellikleri belirlenmiştir. Üzüm çekirdeği özütünün ipek fibroin-karragenan film karışımlarına ilave edilmesiyle filmlerin yapılarında meydana gelen değişimler FTIR ve SEM analizleri ile tespit edilmiştir. İpek fibroinin gelişmiş kıvrımlı yapısı üzüm çekirdeği özütünün ilavesiyle β-plakalı yapıya dönüşmektedir. Üzüm çekirdeği özütü konsantrasyonunun artmasıyla filmlerin yüzeyinde pürüzlülük artmıştır. Üretilen filmlerin antimikrobiyal etkileri patojen ve bozulmaya neden olan birçok Gram (+) ve Gram (-) bakteriler üzerinde belirlenmiştir. Filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri daha çok Gram (+) bakterilere karşı görülmüştür. Gram (-) bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite belirleneceği zaman filmlere üzüm çekirdeği özütünü ile birlikte Na<sub>2</sub>EDTA de ilave edilmiştir. Ancak bu durumda bile sadece *P. fluorescens*'a karşı antimikrobiyal aktivite belirlenmiştir. Daha sonra bu filmler tavuk göğüs eti ve sosislerin kaplanmasında kullanılmış ve örneklerin mikrobiyal durumları ve kaliteleri depolama süresince izlenmiştir. Üzüm çekirdeği özütü içeren ipek fibroin-karragenan filmlerin tavuk göğüs etlerine uygulanması sonucunda örneklerdeki toplam canlı bakteri ve koliform sayılarında belirli bir düşüş gözlemlenmiştir. Ayrıca *S. aureus* ile kontamine edilmiş sosisler üzüm çekirdeği özütü içeren filmlerde kaplanıp 28 gün boyunca +4 °C'da depolanmıştır. Depolama sırasında yüksek konsantrasyonda üzüm çekirdeği özütü içeren filmlerle kaplı örneklerin *S. aureus* sayılarında üzüm çekirdeği özütü içermeyen filmlerle kaplanmış örneklerinkine kıyasla düşüş olduğu belirlenmiştir. Daha sonraki çalışmalarda çeşitli gıdalar farklı patojen mikroorganizmalarla kontamine edilerek geliştirilen bu filmlerin antimikrobiyal etkinliği araştırılabilir. Sonuç olarak geliştirilen filmlerin gıda sanayiinde gıda güvenliğini arttırmak amacıyla uygulama potansiyeline sahip olduğu düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

ALTIOK, E., Ülkü, S., Bayraktar, O., Recovery of proanthocyanidin from waste of Turkish traditional product, pekmez (molasses), *Food Science and Technology Research* 13(4), 321-326, (2007).

ALTMAN, G.H., Diaz, F., Jacuba, C., Calabro, T., Horan, R.L., Chen, J., Lu, H., Richmond, J., Kaplan, D.L., Silk-based biomaterials, *Biomaterials* 24, 401-416, (2003).

ANON., 2004. T.C. Sağlık Bakanlığı  
[http://www.saglik.gov.tr/sb/extras/istatistikler/apk\\_2002/s\\_059\\_064.htm](http://www.saglik.gov.tr/sb/extras/istatistikler/apk_2002/s_059_064.htm) (erişim tarihi 8 Aralık 2004).

APPENDINI, P., Hotchkiss, J.H., Review of antimicrobial food packaging, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3, 113-126, (2002).

AYUTSEDE, J., Gandhi, M., Sukigara, S., Micklus, M., Chen, H.-E., Ko, F., Regeneration of *Bombyx mori* Silk by Electrospinning. Part3: Characterization of Electrospun Non woven Mat", *Polymer*, Vol. 46, pp. 1625-1634, (2005).

BEKHIT, A.E.D., Geesink, G.H., Ilian, M.A., Morton, J.D., Bickerstaffe, R., The effects of natural antioxidants on oxidative processes and metmyoglobin reducing activity in beef patties, *Food Chemistry*, 81,175-87, (2003).

CHIOVITTI ,A., Bacic , A., Craik, D.J., Kraft G.T., Liaob, M.L., A nearly idealized 6'-O-methylated i-carrageenan from the Australian red alga *Claviconium ovatum* (Acrotylaceae, Gigartinales), *Carbohydrate Research* 339, 1459–1466, (2004).

CHOI, S.H., Chin, K.B., Evaluation of sodium lactate as a replacement for conventional chemical preservatives in comminuted sausages inoculated with *Listeria monocytogenes*, *Meat Science* 65, 531-537, (2003).

DAI, L., Li, J., Yamada, E., Effect of glycerin on structure transition of PVA/SF blends, *Journal of Applied Polymer Science* 86, 2342-2347, (2002).

FOO, L.Y., Proanthocyanidins: gross chemical structures by infra-red spectra. *Phytochemistry* 20, 1397-1402, (1981).

GENNADIOS, A., Hanna, M.A., Kurth, L.B., Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A review. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie* 30, 337-350, (1997).

HOFFMAN, K.L., Han, I.Y., Dawson, P.L., Antimicrobial effects of corn zein films impregnated with nisin, lauric acid, and EDTA, *Journal of Food Protection*, 64, 885-889, (2001).

KAR, P., Laight, D., Shaw, K.M., Cummings, M.H., Flavonoid-rich grapeseed extracts: a new approach in high cardiovascular risk patients. *Journal of Clinical Practice* 60, 1484-1492, (2006).

KUDUĞ, E., Use of fibroin/hyaluronic acid matrices as a drug delivery reservoir in iontophoretic transdermal delivery. *Master's thesis*. Izmir Institute of Technology, Izmir, (2004).

LI M., Minoua, N., Dai, N., Zhang, L., Preparation of porous poly(vinyl alcohol)-silk fibroin (PVA/SF) membranes, *Macromolecular Materials and Engineering*, Vol. 286, pp. 529-534, (2001).

LUO, J., Chen, K., Xu, Q., Hirabayashi, K., Study on floodization of fibroin and its functionality, The New Silk Road, Inc., (2003).

MALAY, Ö., Formation and characterization of silk fibroin/hyaluronic acid complexes and their use in iontophoretic drug delivery. *Master's thesis*. Izmir Institute of Technology, Izmir, (2005).

MARTINEZ, O., Salmeron, J., Guillen, M.D., Casas, C., Texture profile analysis of meat products treated with commercial liquid smoke flavourings, *Food Control*, 15, 457-461, (2004).

MEAD, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee, J.S., Shapiro, C., Griffin, P.M., Tauxe, R.V., Food related illness and death in the United States, *Emerging Infectious Disease*, Sep-Oct, 5(5), 607-625, (1999).

MING, X., Weber, G.H., Ayres, J.W., Sandine, W.E., Bacteriocins applied to food packaging materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats, *Journal of Food Science*, 62, 413-415, (1997).

OUSSALAH, M., Caillet, S., Salmieri, S., Saucier, L., Lacroix, M., Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 5598-5605, (2004).

PADGETT, T.R., Han, I.Y., Dawson, P.L., Effect of lauric acid addition on the antimicrobial efficacy and water permeability of corn zein films containing nisin, *Journal of Food Processing and Preservation*, 24, 423-432, (2000).

PARK, S.J., Lee, K.Y., Ha, W.S., Park, S.Y., Structural changes and their effect on mechanical properties of silk fibroin/chitosan blends, *Journal of Applied Polymer Science* 74, 2571-2572, (1999).

QUINTAVALLA, S., Vicini, L., Antimicrobial food packaging in meat industry, *Meat Science*, 62, 373-380, (2002).

SUPPAKUL, P., Miltz, J., Sonneveld, K., Bigger, S.W., Active packaging technologies with an emphasis on antimicrobial packaging and its applications, *Journal of Food Science*, 68, 408-420, (2003).

THARANATHAN, R.N., Biodegradable films and composite coatings: Past, present and future, *Trends in Food Science and Technology* 14, 71-78, (2003).

THEIVENDARAN, S., Hettiarachchy, N.S., Johnson, M.G., Inhibition of *Listeria monocytogenes* by nisin combined with grape seed extract or green tea extract in soy protein film coated on turkey frankfurters, *Journal of Food Science*, 71, M39-M44, (2006).

ÜNLÜTÜRK, A., Turantaş, F. Gıda Mikrobiyolojisi, Bengi Tan Basımevi, Çınarlı, İzmir, s. 598. (1999).

YILMAZ, Y., Novel uses of catechins in foods, *Trends in Food Science and Technology*, 17, 64-71, (2006).

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proje No:</b> 108O591                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Proje Başlığı:</b> Üzüm Çekirdeği Özütü İçeren Fonksiyonel Yenebilir Filmlerin Geliştirilmesi ve Çeşitli Gıdalara Uygulanması                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Proje Yürütücüsü ve Araştırmacılar:</b> Doç.Dr. Figen KOREL – yürütücü<br>Doç.Dr. Oğuz BAYRAKTAR - araştırmacı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:</b> İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü<br>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Urla, 35430, İzmir                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Destekleyen Kuruluş(ların) Adı ve Adresi:</b> Pınar Entegre Et ve Un Sanayi A.Ş., Ankara Asfaltı<br>25. km, 35170, Kemalpaşa, İzmir                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:</b> 01/10/2008 – 01/10/2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Öz (en çok 70 kelime)</b><br>Bu proje ile üzüm çekirdeği özütü ilave edilmiş ipek fibroin-karragenan filmlerin antimikrobiyal aktiviteleri <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>Listeria innocua</i> , <i>Staphylococcus carnosus</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> gibi bakteriler üzerinde test edilmiştir. Bu filmlerin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Daha sonra geliştirilen filmler tavuk eti ve sosislere uygulanarak ürünlerin mikrobiyal kalitelerindeki değişimler depolama süresince belirlenmiştir. Gerçekleştirilmiş olan bu çalışma ile aktif yenebilir filmlerin potansiyel uygulama alanları ile ilgili kayda değer bilgi birikimi oluşturulmuştur. |
| <b>Anahtar Kelimeler:</b> Yenebilir filmler, üzüm çekirdeği özütü, ipek fibroin, karragenan, aktif paketlenme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu mu?</b> Evet <input type="checkbox"/> Gerekli Değil <input checked="" type="checkbox"/><br><small>Fikri Ürün Bildirim Formu'nun tesliminden sonra 3 ay içerisinde patent başvurusu yapılmalıdır.</small>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Projeden Yapılan Yayınlar:</b> Arserim-Ucar, D.K., Korel, F., Bayraktar, O. 2009. Preparation and characterization of silk fibroin-carrageenan blend films incorporating grape seed extract. 3 <sup>rd</sup> International Congress on Food and Nutrition, 22-25 Nisan, Antalya, Türkiye. (poster sunum)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |