



## Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyufbed>



Derleme Makale

### Süt ve Süt Ürünlerinde Kekik ve Kekik Uçucu Yağlarının Kullanımı

Nihal YAMAN<sup>\*1</sup>, Semih ÖTLEŞ<sup>2</sup>, Özgül ÖZDESTAN OCAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, 35660, İzmir Türkiye

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 35040, İzmir, Türkiye

Nihal YAMAN, ORCID No: 0000-0002-2264-6107, Semih ÖTLEŞ, ORCID No: 0000-0003-4571-8764, Özgül ÖZDESTAN OCAK, ORCID No: 0000-0003-0967-8865

\*Sorumlu yazar e-posta: nihal.yaman@tarimorman.gov.tr

#### Makale Bilgileri

Geliş: 02.11.2022  
Kabul: 02.03.2023  
Online Ağustos 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1198519

#### Anahtar Kelimeler

Antimikrobiyal,  
Antioksidan,  
Kekik,  
Süt ürünleri,  
Süt,  
Uçucu yağ

**Öz:** Süt ve süt ürünleri hem mikrobiyolojik bozulmalara, hem de yapısında lipid ve türevlerinin oldukça zengin bulunması nedeniyle lipid oksidasyonuna maruz kalabilmektedir. Süt ve süt ürünlerinde ürün raf ömrünü uzatmak, gıda güvenliğini sağlamak ve duyu kaliteyi geliştirmek amacıyla sentetik koruyucular yerine doğal koruyucular kullanılması, üretici talepleri ve tüketicilerin eğilimleri ile tercih edilmeye başlanmıştır. Uçucu yağların ve aktif bileşenlerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri hakkında birçok çalışma bulunmaktadır. Ancak süt ve süt ürünleri için uçucu yağların veya bunların kombinasyonlarının etki mekanizmaları hakkında kapsamlı çalışmalar yapılmamıştır. Bu derleme ile, Türkiye’de çeşitliliği fazla olan tıbbi aromatik bitkiler arasında bulunan kekik bitkisinin, elde edilen kekik uçucu yağlarının ve diğer uçucu yağlarla oluşturulmuş kombinasyonlarının süt ve süt ürünlerinde işlevleri ile ilgili mevcut çalışmalar anlatılacaktır.

### Use of Thyme and Thyme Essential Oils in Milk and Dairy Products

#### Article Info

Received: 02.11.2022  
Accepted: 02.03.2023  
Online August 2023

DOI:10.53433/yyufbed.1198519

#### Keywords

Antimicrobial,  
Antioxidant,  
Dairy products,  
Essential oil,  
Milk,  
Thyme

**Abstract:** Milk and dairy products can be exposed to both microbiological deterioration and lipid oxidation due to the rich presence of lipids and derivatives in their structure. The use of natural preservatives instead of synthetic preservatives in milk and dairy products to extend the shelf life of the product, ensure food safety and improve sensory quality has started to be preferred due to the demands of the producers and the tendencies of the consumers. There are many studies on the antimicrobial and antioxidant activities of essential oils and their active ingredients. However, extensive studies on the mechanisms of action of essential oils for milk and dairy products or their combinations have not been conducted. In this review, the current studies on the functions of the thyme plant, which is among the medicinal aromatic plants with high diversity in Türkiye, the obtained thyme essential oils and their combinations formed with other essential oils in milk and dairy products will be evaluated.

## 1. Giriş

Süt ve süt ürünlerinde pastörizasyon ve sterilizasyon gibi ısı işlemler, aseptik ambalajlama yöntemleri ve pek çok yöntem uygulanarak, gıda katkı maddesi ilave edilmeden ürün kalitesi ve güvenirliliği artırılabilir. Ancak süt ve süt ürünleri, zengin besleyici niteliğe sahip, çabuk bozulabilen raf ömürleri kısa gıda ürünleridir. Mikrobiyal bozulmaların yanında, sütün kimyasal bileşiminde bulunan lipid ve lipid türevlerinin oksidasyonuna da dikkat edilmelidir. Uçucu yağlar, bazı bitkiler tarafından üretilen sekonder metabolitler olup, antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri sebebiyle ilgi çeken doğal uçucu bileşiklerin bir karışımıdır. Ayrıca Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından gıda katkı maddesi olarak kullanımında GRAS (Genel Olarak Güvenli Olarak Tanınan) kategorisinde tanımlanmaktadır. Yalnız, uçucu yağların istenen antimikrobiyal etkiyi gösterebilmeleri için gerekli kullanım dozu kabul edilebilir duyu seviyesinin üstünde olabileceğinden, kullanımları genel olarak sınırlı tutulmaktadır. Gıda ambalajlarına ilave edilerek kullanımlarında ise, etken bileşenin ürüne geçişi sınırlandırılmış olacağından, gıdalarda istenmeyen rahatsız edici tat ve aromanın oluşması engellenmiş olacaktır (Ertekin, 2020).

Türkiye’de fazla sayıda çeşitliliğe sahip, tıbbi ve aromatik bitkiler arasındaki kekiğin ekonomik olması sebebiyle kullanım potansiyeli yüksektir. Türkiye’de birçok çeşide sahip olmasına rağmen, uçucu yağ bileşeni karvakrol ve timol içeren türler ‘kekik’ olarak adlandırılmıştır (Uğurtay, 2020). Uçucu yağ bileşenleri; kekiğe antimikrobiyal ve antioksidan özellik kazandırmakla birlikte kendine özgü kokusunu da veren fenolik bileşiklerdir (Ložienė ve ark., 2007). Uzun yıllar boyunca, kekik türleri ve ürünleri, dünya çapında gıda sistemlerinde aroma maddesi olarak kullanılmıştır (Nabavi ve ark., 2015).

Son yıllarda, gıdalarda mikrobiyal patojen direncini çözmek için alternatif arayışların ortaya çıkması ve sentetik koruyucuların sağlıkla ilgili olumsuz etkileri sebebiyle diğer uçucu yağların yanı sıra kekik türleri uçucu yağlarının da antimikrobiyal ve antioksidan potansiyeli detaylı olarak araştırılmıştır. Kekik uçucu yağları ve bunların nanoemülsiyonları, GRAS kategorisine girmekte olup gıda ürünlerindeki çok çeşitli patojenlere karşı potansiyel inhibitör aktivite göstermektedir. Böylece, kekik uçucu yağları hem gıda endüstrisinin hem de tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamada doğal koruyucuların geliştirilmesi için bir kaynak olabilecektir. Bununla birlikte, uçucu yağların antimikrobiyal ve antioksidan potansiyeline rağmen, gıda amaçlı kullanımlarını düşünmeden önce olası yan etkilerini ve güvenlik seviyelerini değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Pandey ve ark., 2021).

Bu derleme ile Türkiye’de çeşitliliği yüksek olan ve tıbbi aromatik bitkiler arasında bulunan kekik bitkisinin, bitkiden elde edilen kekik uçucu yağının veya nanoemülsiyonlarının ve diğer uçucu yağlarla oluşturulmuş kombinasyonlarının süt ve süt ürünlerindeki işlevleri ile ilgili mevcut çalışmalar gözden geçirilerek araştırma sonuçları sunulacaktır.

## 2. Uçucu Yağlar

### 2.1. Uçucu yağların elde edilmesi

Uçucu yağları ekstrakte etmek için hidrodestilasyon, buhar destilasyonu, çözücü ekstraksiyonu, basınç altında ekspresyon, süperkritik sıvı ekstraksiyonları ve subkritik su ekstraksiyonları gibi teknikler kullanılmaktadır (Şengezer & Güngör, 2008; Properzi ve ark., 2013; Aslan Öz, 2017). Çoğunlukla uçucu yağlar; tohumlar, yapraklar, kökler, gövdeler, çiçekler ve meyveler dahil olmak üzere çeşitli bitki organlarının salgı yapılarından genel olarak Clevenger aparatı kullanılarak hidro veya buhar damıtması yoluyla elde edilir (Soleimani ve ark., 2022).

### 2.2. Kekik türlerinde bulunan uçucu yağlar ve bunların fitokimyasal özellikleri

Uçucu yağların kimyasal bileşimi, farklı aşamalarda sürgün/yaprak hasat zamanı, ekstraksiyon prosedürü, kurutma yöntemi, genetik ve taksonun evrimi ile birlikte fizyolojik ve çevresel koşullar gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Ložienė & Venskutonis, 2005; Tamar ve ark., 2019).

Yapılan çalışmalarda farklı kekik türlerinin uçucu yağlarının ana bileşenleri; *T. calcareus* da timol (%55.45) (Aprotosoie ve ark., 2019); *T. capitatus* da karvakrol (%81.8), linalool, (E)-caryophyllene (Marin ve ark., 2018); *T. leptobotrys* da karvakrol (%76.94); *T. riararum* da karvakrol (%32.24), terpinene, p-cymene; *T. satureioides* da borneol (%27.71), timol (Boubaker ve ark., 2016); *T. linearis* da timol (%66.65), p-cymene,  $\gamma$ -terpinene (Verma ve ark., 2016); *Thymus vulgaris* de timol, kamfen, kariyofilen, humulen (Al-Asmari ve ark., 2017); *Thymus vulgaris L.*' de timol, p-simen, limonen, karvakrol (Gonçalves ve ark., 2017); *T. munbyanus subsp. abylaeus* da  $\alpha$ -terpinyl acetate (%51.7),  $\alpha$ -terpineol, borneol (Benomari ve ark., 2020); *T. serpyllum* da timol (%58.25), karvakrol, p-cymene,  $\gamma$ -terpinene (Kirillov ve ark., 2016); *T. zygis subsp. sylvestris* de p-cymene (%22.0), timol, karvakrol (Rodriguez ve ark., 2019) olarak bildirilmiştir.

### 2.3. Uçucu yağların antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri

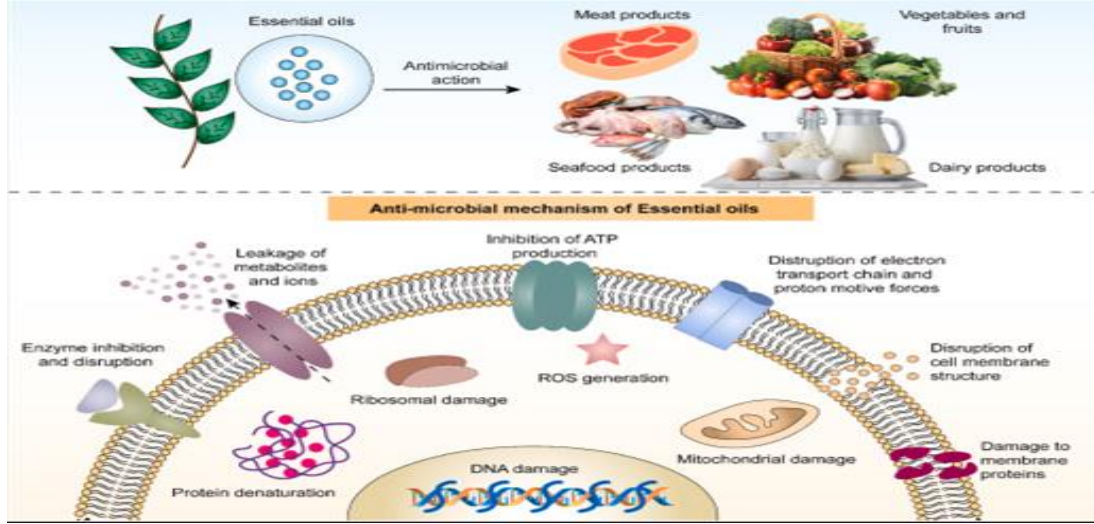
#### 2.3.1. Antimikrobiyal etki

Günümüzde sağlık tehlikelerini ve ekonomik kayıpları azaltmak, hem patojen bakterilerin varlığını kontrol etmek hem de işlem görmüş gıdanın raf ömrünü uzatmak için doğal bileşiklerin antibakteriyel olarak kullanımı etkili bir yöntem olarak gözükmektedir (Oussalah ve ark., 2004).

Uçucu yağların antimikrobiyal aktiviteleri birçok bileşiğe bağlı olarak oluşmaktadır. Uçucu yağ ve bileşenlerinin (fenolik yapıdaki monoterenlerin) en önemli karakteristik özelliği olan su geçirmezlik (hidrofobisite), mikroorganizmaların hücre zar yapısındaki fosfolipit tabakasını uyararak enzim sistemlerini bozmakta veya hücre içi organellerin geçirgenliğini artırmaktadır. Geçirgenliğin artması ile molekül ve iyonların hücre dışına sızması sonucu hücre ölümü gerçekleşmektedir. Ayrıca hücresel enerji sistemine müdahale ederek ve proton hareket gücünü bozarak sitoplazmik zarın zarar görmesine neden olmakta ve bunun sonucunda da hücre ölümüne yol açmaktadır (Viuda-Martos ve ark., 2008; Ertürk ve ark., 2010).

Kekik uçucu yağlarında bulunan timol,  $\gamma$ -terpinen, karvakrol ve p-simen gibi ana bileşikler, gıda sistemlerindeki antimikrobiyal ve antioksidan özelliklerden sorumludur (Čavar Zeljković & Maksimović, 2015). Kekik uçucu yağlarının *L. monocytogenes*'in gelişimini inhibe ettiği ve nisinle beraber elektrik şoku etkisinden çok daha fazla güçte etki gösterdiği, ayrıca hücre membranını ve organellerini bozarak *Aspergillus niger*'e karşı da inhibitör etki gösterdiği bildirilmiştir (Coşkun, 2006). Şekil 1'de gıdalara ilave edilen uçucu yağların antimikrobiyal etki mekanizması gösterilmiştir (Rout ve ark., 2022).

İzomerik fenol sınıfına ait olan karvakrol ve timol ile fenilpropanoid sınıfında yer alan sinamaldehit, *Escherichia coli* O157 ve *Salmonella typhimurium* bakterilerinin membranlarını parçalayarak membranla ilgili materyallerin hücre dışına çıkmasını sağlar; terpenoidler ve fenilpropanoidlerin ise lipofilik özellikleri sayesinde bakteri duvarını delerek hücrenin daha iç kısımlarına ulaşarak antibakteriyel etki gösterirler. *Thymus vulgaris* (bahçe kekiği), *Thymus rariflorus* (yabani kekik) veya bunların aktif bileşiklerinin *Penicillium türlerinden P. verrucosum*, *P. verrucosum var. chrysogenum*, *P. citrinum*, *P. italicum*, *P. digitatum* üzerine güçlü antifungal etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (Nguefack ve ark., 2009; Bayaz, 2014). Yabani İran kekiği esansiyel yağının, İran beyaz peynirinde *Aspergillus flavus* ATCC 15546'nın gelişimi üzerine yapılan bir araştırmada, test edilen tüm uçucu yağ konsantrasyonlarının fungal gelişim ve aflatoksin gelişimini engellediği görülmüştür (Gandomi ve ark., 2009; Bayaz, 2014).



Şekil 1. Uçucu yağların antimikrobiyal etki mekanizması (Rout ve ark., 2022).

### 2.3.2. Antioksidan etki

Lipidler okside olma riski en yüksek olan bileşiklerdir ve lipit oksidasyonu gıdanın işlenmesi ve depolanması esnasında önemli bozulma sebeplerinden biridir. Lipid oksidasyonu sonucunda diğer gıda bileşenleri etkilenerek, ürünün besin değerini düşüren, raf ömrünü kısaltan, tat ve aromayı değiştiren ve insan sağlığı üzerinde istenmeyen etkilere neden olan ürünler (peroksitler, hidrokarbonlar, aldehitler, ketonlar, alkoller ve asitler) oluşmaktadır (Kumar, 2007; Turan ve ark., 2012). Lipit oksidasyonunu geciktirme etkisine de sahip olan uçucu yağlar (Tohidi ve ark., 2017) genellikle yağ asidi-gliserol esteri yapısında olmadığından zamanla acılaşıma göstermemektedir (Aslan Öz, 2017).

Antioksidanlar; fenolik ajanlar yardımıyla bir ya da birkaç protonu serbest radikal veya serbest peroksit radikali ile değişerek, şelatlayıcı ajanlar ile metalleri bağlayarak, radikal süpürücüleri ile reaktif oksijeni ya da reaktif oksijenin yoğunluk farkını azaltarak serbest radikal oluşumunu azaltır ya da durdururlar (Kılınç, 2021).

Uçucu yağların antioksidan etkisi; içerdikleri fenolik hidroksil gruplarından kaynaklanmaktadır ve bu bileşiklerin tekli oksijen oluşumunu engelleme, serbest radikalleri temizleme ve metal iyonlarla bileşik oluşturma gibi özellikleri sayesinde gerçekleşmektedir (Emir Çoban & Patır, 2010).

Bütillenmiş hidroksitoluen (BHT) ve bütillenmiş hidroksianisol (BHA) gibi sentetik antioksidanların canlı organizma üzerinde karsinonejik etki gösterdiği belirtilmektedir. Bu nedenle uçucu yağların alternatif antioksidan olarak kullanımı ile ilgili çalışmalara son yıllarda hız verilmiştir. Kekikğin uçucu yağ bileşenlerinden timolün antioksidatif aktivitesinin, yapısında yer alan fenolik grupların oksidasyonun ilk basamağında açığa çıkan peroksit radikallerinin oluşumunu azaltmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Bayaz, 2014). Günümüzde, pek çok araştırmacı güvenli doğal antioksidanları aramak için farklı esansiyel yağların antioksidan aktivitesini araştırmaktadır. Araştırma sonuçlarında uçucu yağların ideal bir doğal antioksidan kaynağı olduğu belirlenmiştir. Örneğin; 25 uçucu yağ arasında yapılan bir çalışmada en fazla antioksidan aktiviteyi kekik uçucu yağı gösterirken kişniş, okaliptüs, ardıç, kimyon, fesleğen, tarçın, karanfil uçucu yağlarının da kayda değer antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir (Shaaban ve ark., 2012; Aslan, 2020)

## 3. Süt ve Süt Ürünleri Mikrobiyolojisi ve Uçucu Yağların Etkisi

Gıda maddeleri gerek işlenmemiş gerekse de işlenmiş halde kalite özelliklerini olumsuz etkileyen önemli etkenlerle karşı karşıyadır. Süt ürünlerinde bu etkenlerden biri de küflerdir. Peynirlere kontamine olmuş bazı küflerin, üründe kalite bozukluklarına, ekonomik kayıplara ve insan sağlığını tehdit eden mikotoksinlerin oluşumuna sebep olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir.



Uçucu yağların antifungal etkilerini, hücre membran yapısının ve hücre solunumunun bozulması, enzimin bloke edilmesi, DNA ve RNA sentezinin inhibisyonu şeklinde gerçekleştirdiği bildirilmektedir. Beyaz peynir, kaşar, cheddar, tulum peyniri, vb. birçok peynirde fungal gelişim üzerine yapılan çalışmalarda bozulma etkeni küflerin çoğunlukla *Penicillium sp.* kaynaklı olduğu ancak bununla beraber *Mucor sp.*, *Aspergillus sp.*, *Geotrichum sp.*, *Rhizopus sp.*, *Alternaria sp.* küflerinin de çoğu zaman gelişme imkanı bulduğu bildirilmiştir. Küf gelişimini önlemede önemli rol oynayan bileşiğin miktarı, uçucu yağ çeşidine göre farklılık arz eder. Kekikte (*Thymus vulgaris*) bu bileşiklerin thymol, eugenol, p-cymene ve 1,8-cineole olduğu bilinmektedir. Esansiyel yağ kullanımının maliyeti, duyuusal yönden oluşturduğu etkiler ve bazı model gıdalarda kullanılabilirliği üzerine daha fazla çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Uçucu yağların peynir üretiminde kullanılan starter kültürlerin gelişimini (laktokok ve streptokok) baskılayıp baskılamayacağı, peynirlerin üretim teknolojilerini nasıl etkileyeceği, duyuusal olarak kabul görüp görmeyeceği ve *Clostridium tyrobutyricum*'a karşı göstereceği antimikrobiyal etkilerin incelendiği bir çalışmada, üretilen peynir örneklerinde ön denemeler yapılarak farklı oranlarda uçucu yağlar kullanılmış ve bu yolla duyuusal yönden kabul edilebilir en üst sınırlar belirlenmiştir. Üst sınır belirlendikten sonra pastörize süte ve peynir telemesine ve ilave edilerek ayrı ayrı en uygun konsantrasyonlar hazırlanarak peynirler üretilmiştir. Çalışma sonucunda uçucu yağların starter kültür gelişimini önemli düzeyde teşvik edici veya inhibe edici etki yapmadığı, en fazla antimikrobiyal etkiyi kekik uçucu yağının gösterdiği ortaya konmuştur (Cankurt, 2015).

#### 4. Kekik Süt ve Süt Ürünlerinde Kullanımı ile İlgili Çalışmalar

Yumuşak peynirlerde (az ve tam yağlı) belirli konsantrasyonlarda (%0.1, %0.5 ve %1) kekik, defne, sarımsak ve tarçın uçucu yağlarının kullanıldığı bir çalışmada, uçucu yağların etkileri 14 günlük bir süre boyunca 4°C ve 10°C'de *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella enteridis*'e karşı incelenmiştir. Az yağlı peynirde %1 konsantrasyonda tüm uçucu yağlar, *L. monocytogenes*'i 1.0 log<sub>10</sub> cfu ml<sup>-1</sup> 'den daha düşük bir seviyeye düşürmüştür. Tam yağlı peynirde ise bu azalmayı sadece karanfil uçucu yağı sağlamıştır. Kekik uçucu yağının tam yağlı peynirde *S. enteritidis*'e karşı etkisiz olduğu ancak az yağlı peynirlerde *Salmonella enteridis*'e karşı; defne, tarçın ve sarımsak uçucu yağlarının yağlı peynirlerde gösterdiği etkiye benzer bir antimikrobiyal etki sağladığı görülmüştür. Antimikrobiyal etki ile *S. Enteritidis* düzeyi 1.0 log<sub>10</sub> cfu ml<sup>-1</sup> 'den daha düşük bir seviyeye düşürülmüştür (Smith ve ark., 2001).

Bazı bitkisel uçucu yağların, beyaz peynirde lipoliz üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, yaban sarımsağı, nane ve kekik uçucu yağları tek tek ve kombinasyonlar halinde beyaz peynir örneklerinde denenmiştir. Peynir örnekleri 90 gün olgunlaşmaya bırakılmıştır. Olgunlaşma başlangıcından 60. güne kadar lipoliz oranının arttığı, daha sonra 90. güne kadar düştüğü gözlenmiştir. En yüksek lipoliz oranı kontrol örneğinde gözlenirken, en düşük lipoliz oranı ise kekik uçucu yağı ve kekik-yaban sarımsağı kombinli uçucu yağların ilave edildiği beyaz peynir örneklerinde görülmüştür (Ayar, 2002).

Kaşar peynirinin muhafazasında farklı antimikrobiyal içerikte yenilebilir filmlerin mikrobiyal inaktivasyona etkisinin incelendiği başka bir çalışmada, peynir altı suyu protein izolatından kekik, biberiye, sarımsak uçucu yağları ilaveli yenilebilir filmler üretilmiş, bu filmler kaşar peynirlerine uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kekik ve sarımsak uçucu yağlarını içeren filmlerin önemli oranda antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Sarıküş, 2006).

Kekik uçucu yağının tereyağlarındaki antioksidan özelliğini belirlemek için, *Satureja cilicia* türünün kullanıldığı bir çalışmada, *S. cilicia*'nın içerdiği timol, p-simen, ve karvakrolun tereyağlarında güçlü antioksidan etkisinin olduğu yapılan testler ile ortaya konmuştur. Tereyağına % 0.5, %1 ve %2 oranlarında kekik uçucu yağı ilave edilmiş ve bu örnekler 4°C ve 20°C'de 60 günlük depolama süresince incelenmiştir. Uçucu yağ konsantrasyonu ile antioksidan aktivitenin doğru orantılı olarak arttığı belirlenmiştir (Özkan ve ark., 2007).

Krem peynire kekik ve biberiye esansiyel yağlarının ilavesi ile hazırlanan aromalı peynirlerin, oksidatif ve fermantatif stabiliteyi üzerine uçucu yağların etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada, uçucu yağ, Clevenger tipi aparat kullanılarak hidrodistilasyon yoluyla 1 saat 100 °C'de damıtılarak elde edilmiştir. Kekik esansiyel yağının ana bileşenleri terpineol (E) (55.5 g/100 g), β-terpinen-4-ol (15.9 g/100 g) ve timol (12.9 g/100 g); biberiye esansiyel yağındaki ana bileşenler 35.70 g/100 g kafur,

26.20 g/100 g verbenon ve 15.80 g/100 g  $\beta$ -karyofilen olarak belirlenmiştir. 100 g taze krem peynire 0.2 g esansiyel yağ ilave edilerek örnekler hazırlanmıştır. Eklenen uçucu yağ, ürün homojen hale gelinceye kadar 5 dakika boyunca laminer akış kabini altında steril spatula ile karıştırılmıştır. Numunelerin, depolamanın 0, 7, 14, 21, 28 ve 35. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizleri gerçekleştirilmiştir. Depolama boyunca fermentasyon göstergeleri olarak pH değeri, asitlik değeri ve toplam canlı bakteri sayısı olarak belirlenmiştir. Kullanılan uçucu yağların; depolama boyunca oksidasyona ve fermentatif bozulmalara karşı koruyucu etki ve peynirde daha uzun raf ömrü sağladığı ortaya konulmuştur (Olmedo ve ark., 2013).

Bazı baharat türlerinin eritme peynirinde seçilmiş bazı patojen bakteriler (*Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli*) üzerine inhibisyon etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, eritme peyniri içerisine ağırlıkça %1 ve %3 olarak kekik, dereotu, nane, anason ve sarımsak tozu baharatları ilave edilmiştir. Numuneler +4°C'de 90 günlük depolama boyunca analiz edilmiştir. Kullanılan bütün baharatların *E. coli* bakterisi üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En iyi sonucun %3 oranında kekik ilave edilen eritme peynirinde görüldüğü ve peynir içindeki toplam mezofilik aerobik bakteri seviyesinde 90 günün sonunda %38.26 azalma gerçekleştiği belirlenmiştir. Yine bu süre sonunda *E.coli*'nin tamamen inhibe olduğu, *S. aureus* sayısında ise %44.60 azalma gerçekleştiği, aynı zamanda Gram pozitif ve Gram negatif bakteriler üzerinde bakteriyostatik etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları değerlendirildiğinde tat yönünden en çok beğeni alan peynirler sade, %1 kekik içeren, %3 kekik içeren, %3 dereotu ve %3 nane içeren peynirler olarak sıralanırken; yapı bakımından en çok beğeni alan peynirler sade, %3 nane içeren, %1 nane içeren, %3 sarımsak içeren ve %1 sarımsak içeren peynirler olarak sıralanmıştır (Gümüş & Bursa, 2015).

Sığır stafilokokları ve streptokok mastitis patojenlerine karşı kullanılan antibiyotiklere alternatif olarak *Thymus vulgaris* ve *Lavandula angustifolia* uçucu yağlarının antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; dört çiftlikte sağılan sütler, California Mastitis Testi (CMT) kullanılarak klinik mastitis varlığı açısından 5 ay boyunca haftalık olarak incelenmiştir. Bu arada *T. vulgaris* ve *L. angustifolia*'nın uçucu yağları buharla ekstrakte edilmiştir. Tek başına veya kombinasyon halinde %10, %20 ve %30 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda uygulanmıştır. Veriler, in vitro olarak, kekik ve lavanta uçucu yağlarının, mastitisin ana suşları olan *Staphylococcus sp.* ve *Streptococcus sp.*'a karşı kontrol antibiyotiklerine benzer güçlü antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Abboud ve ark., 2015).

Kekik ve karanfil esansiyel yağı ile güçlendirilmiş yenilebilir filmlerin; kaşar peynirinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kekik ve karanfil uçucu yağlarını içeren sorbitol- peynir altı suyu izolat esaslı filmler, yarı sert kaşar peynirini kaplamak için kullanılmıştır. Clevenger tipi bir aparat kullanılarak 3 saat boyunca hidrodistilasyon yoluyla elde edilen kekik uçucu yağı için aktif bileşenler %58.1 karvakrol ve %2.4 timol; karanfil uçucu yağı için aktif bileşenler %66.4 öjenol olarak belirlenmiştir. Filmlerin antimikrobiyal özelliklerinin yapay kontaminasyon ile belirlenmesi için *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* mikroorganizmaları seçilmiştir. Ayrıca depolama süresi (1., 15., 30. ve 60.) boyunca peynirin bazı fiziksel-kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Sonuçlara göre kekik takviyeli film ve karanfil takviyeli filmin her ikisinin de kaşar peynirinin hem fiziksel hem de kimyasal özelliklerini olumlu yönde etkilediği bulunmuştur. 60 günlük depolama süresince, *E. coli* O157:H7, *L. monocytogenes* ve *S. aureus* seviyelerinin tümünün, kaplanmamış kontrol numunelerinde artarken uçucu yağlı filmler ile kaplanmış numunelerde azaldığı tespit edilmiştir (Kavas ve ark., 2015).

Yenilebilir kitosan-esansiyel yağ (kekik ve biberiye) filmleri ile kaplanan keçi sütü peynirinin depolama süresince olgunlaşma, su kaybı, organoleptik ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada, peynir örnekleri farklı formülasyonda (CH-O ve CH-R) hazırlanan yenilebilir film materyali ile kaplanmıştır. Peynirler 30 saniye boyunca hazırlanan kaplama çözeltilerine art arda iki ve üç kaplama olacak şekilde daldırılmış ve ardından olgunlaşma odasında yüzey kurutması ile kaplanmıştır. Kaplanmamış peynirler de kontrol numunesi olarak olgunlaştırılmıştır. Kekik ve biberiye uçucu yağı içeren film kaplamaların lipolitik ve proteolitik aktiviteyi azalttığı, ağırlık kaybını engellediği ve mikrobiyal güvenliği (hem mantarlara, hem de *Penicillium* ve *Mucor'a* karşı) artırdığı görülmüştür. Özellikle kekik esansiyel yağı kullanıldığında, art arda üç kaplamanın uygulanması iki kaplamadan daha etkili olmuştur. Bu sonuç, art arda uygulanan kaplama uygulamalarının, peynir yüzeyinde aktif bileşiklerin tutulmasına yardımcı olduğunu ve antifungal etkilerini daha etkili hale getirdiğini göstermektedir. Organoleptik değerlendirme sonucunda ise lezzet ve aroma açısından en

iyi peynir örneğinin, kitosan-kekik yağı içeren çift kaplanmış peynir olduğu; üç ardışık kaplama işlemi uygulandığında, uçucu yağın istenmeyen aroma algısı eşiğine ulaşıldığı ve kontrolle karşılaştırıldığında peynirlerin tat ve aromasının olumsuz etkilendiği ortaya konmuştur (Embuena ve ark., 2016).

Taze peynirlerin işlenmesi sırasındaki yüksek basınçlı işlem yoğunluğunu ve *L. monocytogenes*'in bozulma etkisini azaltmak için süper kritik ekstraksiyon cihazı ile elde edilen kekik ekstraktının kullanıldığı bir çalışmada, uçucu yağ ekstraksiyonu 30 MPa ve 40 MPa basınç, 40 °C ekstraksiyon kabı sıcaklığı ve 240 dakika sürecince gerçekleştirilmiştir. İçerikçe zengin uçucu yağ 30 MPa'da gerçekleştirilen ekstraksiyonla elde edildiği, elde edilen uçucu yağın toplam uçucuların %94.73'ünü temsil eden toplam 42 uçucu bileşik tanımlandığı bildirilmiştir (%65γ terpinen, %8 p-simene, %5.5 karvakrol ve %5.0 bisabolen). %5 çözünmüş kekik ekstraktı emülsiyonu seyreltilmiş ve %0.03, %0.06, %0.12, %0.25 ve %0.5 (v/w) nihai konsantrasyonu verecek şekilde 1 g peynire eklenmiştir. Peynir, yaklaşık  $10^7$  CFU/g nihai konsantrasyona kadar bir *L. monocytogenes* süspansiyonu ile inoküle edilmiştir. Kekik ekstraktının taze peynire uygulanan yüksek basınçlı işlem yoğunluğunu ve *Listeria monocytogenes*'in neden olduğu bozulma etkisini azalttığı belirtilmiştir. Duyusal analiz, tüketicilerin taze peynir ile düşük konsantrasyonlarda timol ve karvakrol içeren kekik özleri kombinasyonunu beğendiklerini göstermiştir. Sonuç olarak kekik ekstraktının peynir ve benzeri gıda ürünlerinin muhafazasını olumlu etkilediği ve bu sebeple bu ürünlerde kullanılabileceği ifade edilmiştir (Bleoancă ve ark., 2016).

Kavun suyu ve 21°C'de süt (yağsız, %2 yağlı ve tam yağlı) kullanılarak jelatin ve soya lesitini ile nanoemülsifiye edilen timolün antimikrobiyal aktivitesinin karakterize edildiği başka bir çalışmada, yağsız, %2 yağlı ve tam yağlı sütte toplam timol konsantrasyonu sırasıyla 1, 4.5 ve 4.5 g/L olarak belirlenmiş, nanoemülsiyonlar genel olarak her iki ortamda da serbest timolden daha etkili bulunmuştur. 4.5 g/L nanoemülsifiye edilmiş timol, serbest timolün bakteriyostatik etkisiyle karşılaştırıldığında, 48 saat sonra *Listeria monocytogenes*'i %2 yağlı ve tam yağlı sütte sırasıyla 5 log CFU/mL ve 3 log CFU/mL oranında azaltmıştır. Nanoemülsiyonların %2 yağlı sütte 8 saat ve tam yağlı sütte 48 saat sonra *Escherichia coli* O157:H7'yi, tespit limitinin (tespit limiti 1,0 log CFU/ml) altına indirdiği tespit edilmiştir. Yağsız sütte serbest timol, 24 saat sonra *E. coli* O157:H7 için 3 log CFU/mL den daha fazla azalma sağlarken; nanoemülsiyonlar, serbest timolden daha hızlı bir azaltma oranı sergileyerek, 24 saat sonra tespit limitinin altına düşürmüştür. Yağsız sütte 1 g/L serbest timolün, 48 saat içinde *L. monocytogenes*'e karşı sadece bakteriyostatik olduğu belirlenmiştir. İncelenen nanoemülsiyonların, gıda güvenliğini artırmak için yeni antimikrobiyal koruyucular olarak yüksek potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Xue ve ark., 2017).

Kekik esansiyel yağı ve mandalina lifi içeren nanoemülsiyon bazlı yenilebilir kaplamaların, az yağlı kesilmiş peynirin raf ömrünün iyileştirilmesi için kullanıldığı bir çalışmada; su buharı direnci, inoküle edilmiş *Staphylococcus aureus*'a karşı antimikrobiyal etkileri ve buzdolabında depolama süresince doğal mikrobiyota gelişimi değerlendirilmiştir. En az %2 kekik uçucu yağı içeren kaplamaların, 15 gün sonra *Staphylococcus aureus* popülasyonunu 6 log CFU/g'dan 4.6 log CFU/g'ye düşürdüğü, %2.5 kekik uçucu yağı içeren kaplamaların da 15 günlük buzdolabında depolama süresinde 1.5 log CFU/g azalttığı, 6 ve 24 günlük depolama sırasında psikrofilik bakteri, küf ve maya çoğalmasını engellediği belirlenmiştir (Artiga-Artigas ve ark., 2017).

*Thymus capitatus* (kekik) bitkisinden hidrodestilasyon ile elde edilen uçucu yağın (ana bileşen %76.1 karvakrol), pastörize ve çiğ süte 1 mg/L eklendiği bir çalışmada; süt örneklerinin toplam asitlikleri, lipit oksidasyon değerleri ve çiğ süt bakteri yükü değerleri kontrol süt örneklerinin değerleri ile karşılaştırılmıştır. Pastörize süte *T. capitatus* uçucu yağı eklenmesinin süten bozulmasını önlemede etkili olduğu bildirilmiştir. Pastörizasyonun çiğ süte uçucu yağ eklenmesiyle birleştirilmesinin, inkübasyonun ikinci gününe kadar kontamine edilen patojenik bakteri gelişimini tamamen engellediği ve ayrıca, süt yağı oksidasyonu göz önüne alındığında sütte peroksit oluşumunu 4. güne kadar önemli ölçüde geciktirdiği bildirilmiştir (Jemaa ve ark., 2018).

Nanoemülsiyonla kapsüllenmiş kekik uçucu yağının, Minas Padrão peynirinde antifungal etkiyi değerlendirmek için kullanıldığı bir çalışmada, kapsüllenmemiş kekik uçucu yağının ve nanoemülsiyonların minimum inhibitör konsantrasyonu (MIC) her bir mantar için belirlenmiştir. Kapsüllenmemiş kekik uçucu yağı konsantrasyonları *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. ve *Penicillium* sp için sırayla 0.05-0.3, 0.1-0.5, 0.1-0.5 µg /mL; nanoemülsiyonlar için ise sırayla 0.16-0.5, 0.03-0.5 ve 0.16-2.5 µg /mL olarak belirlenmiştir. Nanokapsüllenmiş kekik uçucu

yağının, değerlendirilen üç küf (*Cladosporium* sp., *Fusarium* sp. ve *Penicillium* sp.) cinsine karşı engelleyici bir etki gösterdiği sonucuna varılmıştır. *Fusarium* sp. için, esansiyel yağın kapsüllenmesinin antifungal etkiyi geliştirdiği, *Penicillium* sp. için ise bu cinse karşı inhibe edici etkisini azalttığı bildirilmiştir. Depolama sıcaklığı ve su aktivitesi gibi çevresel parametreler kontrol edilirse, kekik yağı nanoemülsiyonlarının engelleyici etkisinin büyük ölçüde geliştirilebileceği ve Minas Padrão peynirinin küf kontaminasyonuna karşı korunmasında potansiyel bir alternatif olarak sunulabileceği belirtilmiştir (Bedoya-Serna ve ark., 2018).

Kekik yağı ve nisin, süt kaymağına inoküle edilen *L. monocytogenes* ve *S. aureus* üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, iki paralelli olarak analizleri gerçekleştirilen örneklerin 0., 3., 5. ve 7. depolama günlerindeki mikrobiyolojik takibi gerçekleştirilmiştir. 100 gram kaymak için eklenen kekik yağı miktarları 250 µl ve 500 µl (%0.25 ve %0.5) olarak ayarlanmıştır. Kullanılan %0.5 oranındaki kekik yağının *L. monocytogenes* ve *S. aureus* içeren kaymak örneklerinde daha fazla antimikrobiyal etki gösterdiği, kekik yağının eklenmesinin kaymağın kendine özgü tat ve kokusunu önemli derecede baskıladığı bildirilmiştir (Üstündağ, 2019).

Bitkisel uçucu yağlar içeren peynir altı suyu proteininin yenilebilir filmlerin dilimlenmiş kaşar peynirinin mikrobiyal inaktivasyonuna etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, dilimlenmiş kaşar peynirinin mikrobiyal kontaminasyonunu azaltmak amaçlanmış, *Escherichia coli* 0157:H7, *Salmonella Enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve *Penicillium* spp. ile kontamine edilmiş peynir dilimleri üzerine her birinden %2 oranında kekik yağı, sarımsak yağı, nisin ve natamisin içeren peynir altı suyu proteini izolatu filmleri katman olarak kullanılmıştır. Mikrobiyal inaktivasyon, 15 günlük depolama süresince incelenmiş, bitkisel uçucu yağlar içeren peynir altı suyu proteini izolatu filmlerinin dilimlenmiş kaşar peyniri üzerine uygulanmasının, depolama sırasında önemli mikrobiyal azalmalar sağladığı belirlenmiştir (Seydim ve ark., 2020).

Zencefil, karanfil ve kekik esansiyel yağlarının yumuşak peynirin mikrobiyal güvenliğini ve duyuşal özelliklerini geliştirmek için uygulandığı bir çalışmada, hidrodestilasyonla ekstraksiyon gerçekleştirilmiştir. Clevenger tipi aparat kullanılarak 2 saat hidrodestilasyon işlemi gerçekleştirilerek uçucu yağlar elde edilmiştir. Zencefil uçucu yağında 82 bileşen (%0.18-0.22 v/w verim); karanfil uçucu yağında 13 bileşen (%2 v/w verim); kekik (*Thymus vulgaris* L.) uçucu yağında 41 uçucu bileşen (%0.9 v/w verim) tanımlanmıştır. GC-MC ile yapılan analizler sonucunda zencefil, kekik ve karanfil uçucu yağları için ana bileşenler sırasıyla kamfen, timol ve öjenol olarak belirlenmiştir. Minimum inhibitör konsantrasyonu, agar difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Pastörize edildikten sonra soğutulan süte maya ilavesinden sonra maksimum %0.02 oranında CaCl<sub>2</sub> ve test edilen suşlar (*P. aeruginosa* ve *S. aureus*) ilave edilmiş, ardından bu sütler kontrol grubu ve uçucu yağların ilave edildiği(%0.01 konsantrasyon) test grupları olarak ayrılmıştır. *S. aureus* ve *P. aeruginosa* ile inoküle edilmiş taze yumuşak peynir modelinde, uçucu yağ ilavesiyle organoleptik özelliklerde bir iyileşme ile birlikte 4°C'de 1 aylık depolama süresi boyunca önemli antimikrobiyal etki gösterdiği bildirilmiştir. Zencefil ve kekik yağları ile zenginleştirilmiş taze yumuşak peynir, 4 °C'de 1 aylık depolama süresi boyunca genel duyuşal kabul edilebilirlik açısından en iyi puanları almıştır. Ayrıca uçucu yağ ile zenginleştirilmiş peynirde depolama süresi sonunda, sırasıyla kekik ve zencefil ile zenginleştirilmiş peynirin depolanmasının birinci ve ikinci haftalarının sonunda metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA)' un tamamen ve *P. aeruginosa*'nın ise yaklaşık %50 oranında azaldığı ortaya konmuştur (Ahmed ve ark., 2021).

Mısır Talaga peynirinde üç uçucu yağ (kekik, kimyon ve karanfil) ve bunların nanoemülsiyonlarının peynire inoküle edilen *Listeria monocytogenes* ve *Shigella flexneri* üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kekik uçucu yağının (karvakrol), peynirde duyuşal bozukluk olmaksızın mükemmel antibakteriyel aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Tüm uçucu yağların ve bunların nanoemülsiyonlarının minimum inhibitör konsantrasyonu (MIC), *L. monocytogenes*'e karşı %0.78 ve *S. flexneri*'ye karşı %1.56; karvakrol ve nanoemülsiyonunun her iki mikroorganizmaya karşı minimum inhibitör konsantrasyonu ise %0.78 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç karvakrolun lipopolisakaritleri, K<sup>+</sup> ve ATP'yi serbest bırakıp sitoplazmik zarın geçirgenliğini artırarak *S. flexneri*'nin dış zarını bozma kabiliyetine ve ayrıca zar proteinleri ve hücre içi hedeflerle etkileşimine atfedilmiştir. Karvakrol uçucu yağı %0.78 konsantrasyonda *S. flexneri* için 7 gün sonra ve *L. monocytogenes* için 3 hafta sonra inhibitör etki gösterirken, diğer nanoemülsiyonlarda daha yüksek konsantrasyon ve daha uzun süre gerektiği bildirilmiştir (Elsherif ve ark., 2021).



*Thymus capitatus* ile zenginleştirilmiş yenilikçi bir koyun peyniri geliştirmek amacıyla yapılan çalışmada, hidrodestilasyon yöntemiyle uçucu yağ elde edilmiştir. *T. capitatus* esansiyel yağının GC-MS ve GC-FID analizi ile tespit edilen aktif uçucu bileşenleri timol (%40.1), *p*-cymene (%33.0), linalool (%6.5) olarak belirlenmiştir. *T. capitatus* uçucu yağı, hazırlanan iki tip lipozoma (A ve B) dahil edilmiştir. 5 mg/ml uçucu yağ, 60 mg/ml fosfolipid ve 1 ml su içeren Lipozom A(Lecinova) ve Lipozom B(S75) hazırlanmıştır. Geleneksel "Pecorino Romano" peynirinin standart preparasyonunun değiştirilmiş bir versiyonu kullanılarak üç benzer peynir örneği hazırlanmıştır. Taze koyun peynirine dahil edilmiş, nanoformülasyonun homojen bir dağılımını elde etmek için peynirin farklı bölgelerine altı enjeksiyon (her biri 10 mL) yapılmıştır. Ardından tuzlanan peynir 8–12°C'de termostatlı bir odada olgunlaşmaya bırakılmıştır. Üretimden 20 gün sonra (taze peynir), 60 gün sonra (yarı olgun peynir) ve 180 gün sonra (olgun peynir) olmak üzere üç ayrı zaman diliminde analiz edilmiştir. Koyun peynirlerine *T. capitatus* uçucu yağ lipozomlarının eklenmesi, peynirin normal olgunlaşması ile laktik floranın büyüme ve gelişmesinde etkileşime neden olmamıştır. *T. capitatus* uçucu yağı nanoformülasyonları ile zenginleştirilmiş koyun peynirinin, lipozomal uçucu yağ içermeyen peynire kıyasla 180 güne kadar iyi bir antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (Gil ve ark., 2022).

Minas peynirinde kekik (*Origanum vulgare* L.) esansiyel yağının *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium oxysporum* ve *Penicillium citrinum*' a karşı antimikrobiyal etkisini belirlemek amacıyla buhar destilasyonu ile elde edilmiş kekik uçucu yağı (0,954 g/mL yoğunlukta, %71 karvakrol, % 3 timol, %4.5 terpinen, %3.5 para-cymene ve %4 beta-kariofilen aktif uçucu bileşenlere sahip) kullanılmıştır. Peynirler *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* ve *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*'ten oluşan mezofilik liyofilize laktik kültürden %0.6 (m/v) oranında kullanılarak elde edilmiştir. Laktik kültüre karşı minimum inhibitör konsantrasyonu (MIC), 18 saatlik inkübasyondan sonra görünür büyümeyi engelleyen en düşük uçucu yağ konsantrasyonu olarak belirlenmiş, %0.02 (v/v) kekik esansiyel yağı ilavesiyle standart Minas peyniri üretimi gerçekleştirilmiştir. Uçucu yağ, laktik asit bakterileri ilavesinden sonra süte eklenmiş ve süt karıştırılarak homojen dağılım sağlanmıştır. Tüm üretim aşamalarından sonra peynir 2 dakika boyunca mikrobiyal süspansiyona daldırılarak kontaminasyonu sağlanmıştır. Daha sonra peynir 30 gün boyunca olgunlaştırılmış, deneysel peynir örnekleri laboratuvarında 30 gün, 10-12 °C'de ve %85 bağıl nemli ortamda muhafaza edilmiştir. Üretim 0., 1., 3., 6., 15. ve 30. günlerinde bakteri ve mantar hücre sayımı yapılmıştır. Kekik uçucu yağ konsantrasyonunun (%0.02 v/v) kontaminant mikroorganizmaların gelişimini engellemek için yeterli olduğu, laktik asit bakterilerini etkilemediği ve dolayısıyla peynir özelliklerini koruduğu belirlenmiştir. Duyusal değerlendirmelerde görünüş, tat/koku ve aroma nitelikleri puan ortalaması beğeni düzeyine göre (Hiç beğenmeme (1) ile çok beğenme (5) arasındaki uç noktaları içeren beş noktalı hedonik ölçek) 4'ün üzerinde, yumuşaklık niteliği için puan ortalaması 3.95 puan ile değerlendirilmiştir (Leonelli Pires de Campos ve ark., 2022).

## 5. Sonuç

Son yıllarda tüketiciler tarafından gıda maddelerinde kullanılan sentetik koruyucuların özellikle sağlık endişeleri yaratması sebebiyle, bu maddeler yerine doğal koruyucuların kullanılması tercih edilmektedir. Doğal koruyucuların insan sağlığı için yararlı birer ürün olmaları da bu tercihte etkili olmaktadır. Yapılan çalışmaların sonuçları, çeşitli kekik ve uçucu yağlarının, yağ veya nanoemülsiyon şeklinde; direkt olarak gıdalarda, yenilebilir film kaplamalarda veya ambalaj malzemelerinde kullanımının, süt ve süt ürünlerinde antioksidan, antimikrobiyal ve aroma artırıcı olarak umut verici olduğunu göstermektedir. Böylelikle tüketiciler için daha sağlıklı ürünler sunulacak, mikrobiyolojik bozulmalardan kaynaklı kayıplar azaltılmış olacak ve ürün çeşitliliği zenginleştirilerek organoleptik yönden tüketicinin zevkle tüketebileceği yeni ürünler gıda endüstrisine kazandırılmış olacaktır. Güçlü aromaları nedeniyle mikrokapsülleme gibi yöntemlerle de istenmeyen organoleptik özellikler maskelenerek, ortama salınım hızı kontrollü ve uygun dozda kullanımları sağlanarak uçucu yağların kullanım potansiyelini artıracak geniş kapsamlı çalışmaların yapılması önerilmektedir. Süt ve süt ürünleriyle güvenlik, toksisite, sinerjistik ve antagonistik etkileri ile ilgili ek çalışmalara da ihtiyaç giderek artmaktadır.

## Kaynakça

- Abboud, M., El Rammouz, R., Jammal, B., & Sleiman, M. (2015). In vitro and in vivo antimicrobial activity of two essential oils *Thymus vulgaris* and *Lavandula angustifolia* against Bovine *Staphylococcus* and *Streptococcus* Mastitis Pathogen. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4(4), 975-983.
- Ahmed, L. I., Ibrahim, N., Abdel-Salam, A. B., & Fahim, K. M. (2021). Potential application of ginger, clove and thyme essential oils to improve soft cheese microbial safety and sensory characteristics. *Food Bioscience*, 42, 101177. doi:10.1016/j.fbio.2021.101177
- Al-Asmari A.K., Athar M. T., Al-Faraidy A. A., & Almuhaiza, M. S. (2017). Chemical composition of essential oil of *Thymus vulgaris* collected from Saudi Arabian market. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(2), 147-150. doi:10.1016/j.apjtb.2016.11.023
- Aprotosoae, A. C., Miron, A., Ciocârlan, N., Brebu, M., Roşu, C. M., Trifan, A., ... & Mihai, C. T. (2019). Essential oils of Moldavian *Thymus* species: Chemical composition, antioxidant, anti-*Aspergillus* and antigenotoxic activities. *Flavour and Fragrance Journal*, 34(3), 175-186. doi:10.1002/ffj.3490
- Artiga-Artigas, M., Acevedo-Fani, A., & Martín-Belloso, O. (2017). Improving the shelf life of low-fat cut cheese using nanoemulsion-based edible coatings containing oregano essential oil and mandarin fiber. *Food Control*, 76, 1-12. doi:10.1016/j.foodcont.2017.01.001
- Aslan Öz, M. N. (2017). *Balıkesir yöresinde doğal olarak yetişen biberiye ve fesleğen bitkilerine ait uçucu yağların antioksidan ve antimikotik özelliklerinin belirlenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Aslan, Y. (2020). *Kozmetikte kullanılan bazı koruyucuların bitki ekstraktları ve uçucu yağlar ile tek başına ve kombinasyon halinde antimikrobiyal ve antioksidan etkilerinin araştırılması.* (Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Ayar, A. (2002). Effect of some herb essential oils on lipolysis in white cheese. *Journal of Food Lipids*, 9(3), 225-237. doi:10.1111/j.1745-4522.2002.tb00221.x
- Bayaz, M. (2014). Esansiyel yağlar: Antimikrobiyal, antioksidan ve antimutajenik aktiviteleri. *Akademik Gıda*, 12(3), 45-53.
- Bedoya-Serna, C. M., Dacanal, G. C., Fernandes, A. M., & Pinho, S. C. (2018). Antifungal activity of nanoemulsions encapsulating oregano (*Origanum vulgare*) essential oil: in vitro study and application in Minas Padrão cheese. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(4), 929-935. doi:10.1016/j.bjm.2018.05.004
- Benomari, F. Z., Djabou, N., Moumani, M., Hassani, F., Muselli, A., & Costa, J. (2020). Chemical variability of essential oils of three subspecies of *Thymus munbyanus* Boiss. & Reut. from Western Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 32(5), 474-484. doi:10.1080/10412905.2020.1772134
- Bleoancă, I., Saje, K., Mihalcea, L., Oniciuc, E. A., Smole-Mozina, S., Nicolau, A. I., & Borda, D. (2016). Contribution of high pressure and thyme extract to control *Listeria monocytogenes* in fresh cheese-A hurdle approach. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 38, 7-14. doi:10.1016/j.ifset.2016.09.002
- Boubaker, H., Karim, H., Hamdaoui, A. E., Msanda, F., Leach, D., Bombarda, I., ... & Aoumar, A. A. B. (2016). Chemical characterization and antifungal activities of four *Thymus* species essential oils against postharvest fungal pathogens of citrus. *Industrial Crops and Products*, 86, 95-101. doi:10.1016/j.indcrop.2016.03.036
- Cankurt, H. (2015). *Bazı bitki aromatik su ve uçucu yağlarının blok tipi eritme peyniri ve beyaz peynirin çeşitli özellikleri üzerine etkisi.* (Doktora Tezi), Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, Türkiye.
- Ćavar Zeljković, S. & Maksimović, M. (2015). Chemical composition and bioactivity of essential oil from *Thymus* species in Balkan Peninsula. *Phytochemistry Reviews*, 14(3), 335-352. doi:10.1007/s11101-014-9378-9
- Coşkun, F. (2006). Gıdalarda bulunan doğal koruyucular. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 27-33.
- Elsherif, W. M., & Talaat AL Shrief, L. M. (2021). Effects of three essential oils and their nanoemulsions on *Listeria monocytogenes* and *Shigella flexneri* in Egyptian Talaga cheese.

- International Journal of Food Microbiology*, 355, 109334.  
[doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109334](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109334)
- Embuena, A. I. C., Nacher, M. C., Boix, A. C., Pons, M. P. M., Llopis, M. B., Martínez, M. C. B., & Martínez C. G. (2016). Quality of goats milk cheese as affected by coating with edible chitosan essential oil films. *International Journal of Dairy Technology*, 70(1), 68-76.  
[doi:10.1111/1471-0307.12306](https://doi.org/10.1111/1471-0307.12306)
- Emir Çoban, Ö., & Patır, B. (2010). Antioksidan etkili bazı bitki ve baharatların gıdalarda kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 5(2), 7-19.
- Ertekin, B. (2020). Süt ve süt ürünlerinin ambalajlanmasında yenilikçi ve doğal yaklaşımlar; esansiyel yağların kullanıldığı polimerik aktif ambalaj çözümü. *Adnan Menderese Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(1), 115-121. [doi:10.25308/aduziraat.599339](https://doi.org/10.25308/aduziraat.599339)
- Ertürk, R., Çelik, C., Kaygusuz, R., & Aydın, H. (2010). Ticari olarak satılan kekik ve nane uçucu yağlarının antimikrobiyal aktiviteleri. *Cumhuriyet Tıp Dergisi*, 32(4), 281-286.
- Gandomi, H., Misaghi, A., Basti, A. A., Bokaei, S., Khosravi, A., Abbasifar, A., & Javan, A. J. (2009). Effect of *Zataria multiflora* Boiss. essential oil on growth and aflatoxin formation by *Aspergillus flavus* in culture media and cheese. *Food and Chemical Toxicology*, 47(10), 2397-2400. [doi:10.1016/j.fct.2009.05.024](https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.05.024)
- Gil, K. A., Jerkovic, I., Marijanovic, Z., Manca, M. L., Caddeo, C., & Tuberoso C. I. G. (2022). Evaluation of an innovative sheep cheese with antioxidant activity enriched with different thyme essential oil lecithin liposomes. *LWT - Food Science and Technology*, 154, 112808. [doi:10.1016/j.lwt.2021.112808](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112808)
- Gonçalves, N. D., Pena, F. de L., Sartoratto, A., Derlamelina, C., Duarte, M. C. T., Antunes, A. E. C., & Prata, A. S. (2017). Encapsulated thyme (*Thymus vulgaris*) essential oil used as a natural preservative in bakery product. *Food Research International*, 96, 154-160. [doi:10.1016/j.foodres.2017.03.006](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.006)
- Gümüş, T., & Bursa, İ. A. (2015). Eritme peynirinde bazı patojen bakteriler üzerine farklı baharatların inhibisyon etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(3), 18-26. <https://hdl.handle.net/20.500.11776/1985>
- Jemaa, M. B., Falleh, H., Saada, M., Oueslati, M., Snoussi, M., & Ksouri, R. (2018). *Thymus capitatus* essential oil ameliorates pasteurization efficiency. *Journal of Food Science & Technology*, 55(9), 3446-3452. [doi:10.1007/s13197-018-3261-4](https://doi.org/10.1007/s13197-018-3261-4)
- Kavas, G., Kavas, N., & Saygılı, D. (2015). The effects of thyme and clove essential oil fortified edible films on the physical, chemical and microbiological characteristics of kashar cheese. *Journal of Food Quality*, 38(6), 405-412. [doi:10.1111/jfq.12157](https://doi.org/10.1111/jfq.12157)
- Kılınç, B. Ö. (2021). *Osmaniye'de yayılış gösteren Thymus kotschyanus var. glabrescens ve Mentha longifolia subsp. typhoides var. typhoides bitkileri uçucu yağlarının antioksidan ve antikanser aktivitelerinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Osmaniye, Türkiye.
- Kirillov, V., Stikhareva, T., Mukanov, B., Chebotko, N., Ryazantsev, O., Atazhanova, G. & Adekenov, S. (2016). Composition of the essential oil of *Thymus serpyllum* L. from Northern Kazakhstan. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 19(1), 212-222. [doi:10.1080/0972060X.2015.1010600](https://doi.org/10.1080/0972060X.2015.1010600)
- Kumar, R., Mishra, A. K., Dubey, N. K., & Tripathi, Y. B. (2007). Evaluation of *Chenopodium ambrosioides* oil as a potential source of antifungal, antiaflatoxigenic and antioxidant activity. *International Journal of Food Microbiology*, 115(2), 159-164. [doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.017](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.017)
- Ložienė, K., & Venskutonis, P. R. (2005). Influence of environmental and genetic factors on the stability of essential oil composition of *Thymus pulegioides*. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33(5), 517-525. [doi:10.1016/j.bse.2004.10.004](https://doi.org/10.1016/j.bse.2004.10.004)
- Ložienė, K., Venskutonis, P. R., Šipailienė, A., & Labokas, J. (2007). Radical scavenging and antibacterial properties of the extracts from different *Thymus pulegioides* L. chemotypes. *Food Chemistry*, 103(2), 546-559. [doi:10.1016/j.foodchem.2006.08.027](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.027)
- Leonelli Pires de Campos, A. C., Saldanha Nandi, R. D., Scandorieiro, S., Gonçalves, M. C., Reis, G. F., Dibo, M., ... & Nakazato, G. (2022). Antimicrobial effect of *Origanum vulgare* (L.)

- essential oil as an alternative for conventional additives in the Minas cheese manufacture. *LWT-Food Science and Technology*, 157, 113063. doi:10.1016/j.lwt.2021.113063
- Marin, M., Novakovic, M., Vuckovic, I., Tesevic, V., Kolarevic, S. & Vukovic-Gacic, B. (2018). Wild *Thymus capitatus* hoff. et link. chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(2), 388-399. doi:10.1080/0972060X.2018.1449668
- Nabavi S. M., Marchese, A., Izadi, M., Curti, V., Daglia, M. & Nabavi, S. F. (2015). Plants belonging to the genus *Thymus* as antibacterial agents: From farm to pharmacy. *Food Chemistry*, 173, 339-347. doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.042
- Nguefack, J., Dongmo, J. B. L., Dakole, C. D., Leth, V., Vismer, H. F., Torp, J., ... & Nkengfack, A. E. (2009). Food preservative potential of essential oils and fractions from *Cymbopogon citratus*, *Ocimum gratissimum* and *Thymus vulgaris* against mycotoxigenic fungi. *International Journal of Food Microbiology*. 131(2-3), 151-156. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2009.02.009
- Olmedo, R. H., Nepote, V., & Grosso, N. R. (2013). Preservation of sensory and chemical properties in flavoured cheese prepared with cream cheese base using oregano and rosemary essential oils. *LWT-Food Science and Technology*, 53(2), 409-417. doi:10.1016/j.lwt.2013.04.007
- Oussalah, M., Caillet, S., Salmieri, S., Saucier, L., & Lacroix, M. (2004). Antimicrobial and antioxidant effects of milk protein-based film containing essential oils for the preservation of whole beef muscle. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 52(18), 5598-5605. doi:10.1021/jf049389q
- Özkan, G., Simsek, B., & Kuleasan, H. (2007). Antioxidant activities of *Satureja cilicia* essential oil in butter and in vitro. *Journal of Food Engineering*, 79(4), 1391-1396. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.04.020
- Pandey, A. K., Chavez-Gonzalez, M. L., Silva, A. S., & Singh, P. (2021). Essential oils from the genus *Thymus* as antimicrobial food preservatives: Progress in their use as nanoemulsions-a new paradigm. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 426-441. doi:10.1016/j.tifs.2021.02.076
- Properzi, A., Angelini, P., Bertuzzi, G., & Venanzoni, R. (2013). Some biological activities of essential oils. *Medicinal & Aromatic Plants*, 2(5),1-4.
- Rodriguez, V., Cabral, C., Evora, L., Ferreira, I., Cavaleiro, C., Cruz, M. T., & Salgueiro, L. (2019). Chemical composition, anti-inflammatory activity and cytotoxicity of *Thymus zygis* L. subsp. *sylvestris* (Hoffmanns. & Link) Cout. essential oil and its main compounds. *Arabian Journal of Chemistry*, 12(8), 3236-3243. doi:10.1016/j.arabjc.2015.08.026
- Rout, S., Tambe, S., Deshmukh, R. K., Mali, S., Cruz, J., Srivastav, P. P., ...& de Oliveira, M. S. (2022). Recent trends in the application of essential oils: The next generation of food preservation and food packaging. *Trends in Food Science & Technology*, Volume 129, 421-439. doi:10.1016/j.tifs.2022.10.012
- Shaaban H. A. E., El-Ghorab A. H., & Shibamoto, T. (2012). Bioactivity of essential oils and their volatile aroma components. *The Journal of Essential Oil Research*, 24(2), 203-212. doi:10.1080/10412905.2012.659528
- Sarıkuş, G. (2006). *Farklı antimikrobiyal maddeler içeren yenilebilir film üretimi ve kaşar peynirinin muhafazasında mikrobiyal inaktivasyona etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Seydim, A. C., Sarıkuş-Tutal, G., & Söğüt, E. (2020). Effect of whey protein edible films containing plant essential oils on microbial inactivation of sliced Kasar cheese. *Food Packaging and Shelf Life*, 26, 100567. doi:10.1016/j.fpsl.2020.100567
- Smith-Palmer, A., Stewart, J., & Fyfe, L. (2001). The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. *Food Microbiology*, 18(4), 463-470. doi:10.1006/fmic.2001.0415
- Soleimani, M., Arzani, A, Arzani, V., & Roberts, T. H. (2022). Phenolic compounds and antimicrobial properties of mint and thyme. *Journal of Herbal Medicine*, 36, 100604. doi:10.1016/j.hermed.2022.100604
- Şengezer, E., & Güngör, T. (2008). Esansiyel yağlar ve hayvanlar üzerindeki etkileri (derleme). *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 48(2), 101-110.



- Tammar, S., Salem, N., Rebey, I. B., Sriti, J., Hammami, M., Khammassi, S., ... & Msaada, K. (2019). Regional effect on essential oil composition and antimicrobial activity of *Thymus capitatus* L. *Journal of Essential Oil Research*, 31(2), 129-137. doi:10.1080/10412905.2018.1539415
- Tohidi, B., Rahimmalek, M., & Arzani, A. (2017). Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of Thymus species collected from different regions of Iran. *Food Chemistry*, 220,153-161. doi:10.1016/j.foodchem.2016.09.203
- Turan, F., Güragaç, R., & Sayın, S. (2012). Su ürünleri yetiştiriciliğinde esansiyel yağlar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 5(1), 35-40.
- Uğurtay, A. (2020). *Kekik ekstresinde asetillendirilmiş nişastanın mikroenkapsüle özelliğinin araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Üstündağ, H. Ç. (2019). *Nisin ve kekik yağının kaymağa inoküle edilen Listeria monocytogenes ve Staphylococcus aureus üzerine depolama süresince etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Burdur, Türkiye.
- Xue, J., Davidson, P. M., & Zhong, Q. (2017). Inhibition of *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* growth in milk and cantaloupe juice by thymol nanoemulsions prepared with gelatin and lecithin. *Food Control*, 73, 1499-1506. doi:10.1016/j.foodcont.2016.11.015
- Verma, R. S., Padalia, R. C., Goswami, P., Upadhyay, R. K., Singh, V. R., Chauhan, A., & Tiwari A. K. (2016). Assessing productivity and essential oil quality of Himalayan thyme (*Thymus linearis* Benth.) in the subtropical region of North India. *Industrial Crops and Products*, 94, 557-561. doi:10.1016/j.indcrop.2016.09.037
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J. & Pérez-Álvarez, J. A. (2008). Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(3), 526-531. doi:10.1111/j.1365-2621.2006.01489.x