

Laktik Asit Bazlı Propolis İlavesinin Taze Çilek Suyunun Raf Ömrüne Etkisi

The Effect of Lactic Acid Based Propolis Addition on The Shelf Life of Fresh Strawberry Juice

Merve Gözde ALBAŞ¹, Başak GÜRBÜZ^{2*}, Esra BÖLÜK³, Didem SÖZERİ ATIK⁴, Hasan Murat VELİOĞLU⁵, İbrahim PALABIYIK⁶**Öz**

Çilek antosiyaninler, karotenoidler, vitaminler, flavonoidler, aroma uçucuları ve fenolik madde içeriği yüksek doğal bir antioksidan ve diğer biyoaktif fitokimyasalları içermektedir. Çilek çabuk bozulan bir meyvedir ve depolama süresince antioksidan kaybı, insan sağlığına olan faydalarını azaltmaktadır. Günümüzde çilek, meyve suyu olarak da çokça tercih edilmekte ancak raf ömrünün kısa olması önemli bir sorun teşkil etmektedir. Meyve suyu işleme teknolojisi ve kullanılan kimyasal maddeler, ürünün besin içeriğine olumsuz etkisi olabilir. Bu çalışmada, çilek suyuna doğal bir koruyucu madde olarak laktik asit bazlı propolis ekstraktı farklı oranlarda (%0, %0.4, %0.7 ve %1) ilave edilmiştir. Çalışmada propolis solüsyonunun koruyucu etkisi 14 güne kadar test edilmiştir. Elde edilen örneklerde pH, toplam aerobik mezofilik bakteri (TMAB), küf-maya, renk, toplam fenolik madde ve duyu analizleri gerçekleştirilmiştir. Depolama sonunda en düşük pH değeri %1 propolis ekstraktı ilaveli örnekte 2.20 olarak ölçülmüştür. Örneklerin küf ve maya sayıları 4.86-7.36 log kob/mL arasında değişiklik göstermiştir. Çilek suyuna eklenen propolis konsantrasyonu arttıkça örneklerin küf-maya sayılarında azalmalar tespit edilmiştir. Depolamanın 14. günü en düşük TMAB sayısı %0.7 propolis ekstraktı ilaveli örnekte 2.90 log kob/mL olarak ölçülmüştür. Çilek sularına ilave edilen propolis ekstraktı oranı arttıkça örneklerin TMAB sayılarında azalmalar olduğu belirlenmiştir. Çilek sularının fenolik madde içerikleri 512.85 GAE mg kg⁻¹ ile 2896.19 GAE mg kg⁻¹ arasında belirlenmiş ve çilek sularına ilave edilen propolis ekstraktı oranı arttıkça toplam fenolik madde içeriklerinin arttığı saptanmıştır (p<0.05). Optimum olarak %0.7 propolis solüsyonu ilaveli çilek suyu örneği tercih edilmiştir. Bulgulara göre, laktik asit bazlı propolis ekstraktının çilek suyu ve potansiyel olarak diğer meyve sularında doğal bir koruyucu olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek suyu, Propolis, Fenolikler, Fonksiyonel gıdalar, Doğal koruyucular

¹ Merve Gözde Albaş, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ ve Türkiye. E-mail: mervegozde14@gmail.com
OrcID: 0000-0003-1761-5493

^{2*} Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Başak Gürbüz, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ ve Türkiye. E-mail: basakgurbuz5@gmail.com OrcID: 0000-0002-7690-7640

³ Esra Bölük, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ ve Türkiye. E-mail: esraboluk20@gmail.com OrcID: 0000-0003-0515-487X

⁴ Didem Sözeri Atik, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ ve Türkiye. E-mail: dsozeri@nku.edu.tr OrcID: 0000-0002-8547-7304

⁵ Hasan Murat Velioğlu, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Tekirdağ ve Türkiye. E-mail: mvelioğlu@nku.edu.tr
OrcID: 0000-0002-8275-6965

⁶ İbrahim Palabiyik, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ ve Türkiye. E-mail: ipalabiyik@nku.edu.tr
OrcID: 0000-0001-8850-1819

Atıf/Citation: Albaş, M.G., Gürbüz, B., Bölük, E., Sözeri Atik, D., Velioğlu, H.M., Palabiyik İ. Laktik asit bazlı propolis ilavesinin taze çilek suyunun raf ömrüne etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(4), 788-797.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2022

Abstract

Anthocyanins, carotenoids, vitamins, flavonoids, aroma volatiles, and phenolics are among the natural antioxidants and other bioactive phytochemicals found in strawberries. Strawberry and strawberry juice is a perishable fruit, and as a result of the loss of antioxidants during storage, its health advantages to humans are diminished. It is now frequently used as strawberry fruit juice. The technique employed in juice processing, as well as the chemicals utilized, may have a negative impact on the nutritional content of the product. In this study, propolis extraction, lactic acid-based propolis extract was added to strawberry juice at varied rates (%0, %0,4, %0,7 ve %1), which has a high solvent effect and is not detrimental to health. The preservation effect of propolis emulsion on strawberry juice was tested in this study for up to 14 days. Strawberry juice was added with lactic acid-based propolis extract, which is non-toxic to humans, at various rates (%0, %0.4, %0.7 and %1). In the samples obtained, pH, total viable, mold-yeast, color, total phenolic substance and sensory analyzes performed. At the end of storage, the lowest pH value was measured as 2.20 in the sample with 1% propolis extract. The mold and yeast levels ranged from 4.86-7.36 log cfu/mL in the samples. As the concentration of propolis added to the strawberry juice increased, it was determined that the number of mold yeasts in the samples decreased. The sample with 0.7% propolis extract had the lowest total number of organisms on the 14th day of storage, with 2.90 log cfu/mL. It was determined that as the ratio of propolis extract added to strawberry juices increased, there was a decrease in the total number of viable samples. The phenolic content of strawberry juices was determined between 512.85 GAE mg kg⁻¹ and 2896.19 GAE mg kg⁻¹, and it was determined that the total phenolic content increased as the ratio of propolis extract added to the strawberry juices increased (p<0.05). Strawberry juice with 0,7% propolis solution is preferred as optimum. Propolis can be utilized as a natural preservative in strawberry juice or other fruit juices instead of chemical preservatives, according to the findings.

Keywords: Strawberry juice, Propolis, Phenolics, Functional foods, Natural preservatives

1. Giriş

Çokça tüketilen üzüksü bir meyve olan çilek; kendine has renk, tat ve aroması ile popüler meyveler arasında yer almaktadır (Padula ve ark., 2013). Çilek, mineral ve vitamin içeriğinin yüksek olmasının yanı sıra antisyoinler ve fenolik bileşenler gibi serbest radikallere karşı koruma sağlayan antioksidan bileşikleride yüksek düzeyde ihtiva etmektedir. Çilekler sağlıklı esansiyel yağ asitleri kaynağıdır ve çilek çekirdeğide doymamış yağ asitleri bakımından zengindir (Giampieri ve ark., 2012). Çilek yüksek düzeyde fitokimyasal bileşikler içermesisebebiyle kanser, kalp ve damar hastalıklarına karşı koruyucu, bağışıklık sistemini güçlendirici, diş ve cilt sağlığını iyileştirici etkilere sahiptir (Çağlar ve Demirci, 2017). Çilekler genellikle taze veya dondurulmuş olarak tüketilmektedir. Ayrıca çilekler; reçel, jöle, püre, şarap, nektar, konsantre ve meyve suyu gibi çeşitli işlenmiş ürünler şeklinde de mevcuttur (Muley ve Singhal, 2020).

Meyve suları, beslenme ve sağlıkla olan ilişkisi sebebiyle insan diyetinde önemli bir rol oynamaktadır. Günümüz tüketicileri uygun maliyete yüksek besinsel ve fonksiyonel kaliteye ve uzun raf ömrüne sahip meyve sularını tercih etmektedir (Yıldız ve ark., 2021). Fakat meyvelerin yüksek karbondioksit içeriğide ve enzim aktivitesisebebiyle bozulmaya karşı oldukça hassastırlar. Özellikle mayaların neden olduğu gıda bozulmaları, maya aktivitelerinin bir sonucu olarak organoleptik, fiziksel ve duyuşsal özelliklerinde gözle görülür veya saptanabilir değişikliklerden oluşmaktadır. En bilinen değişiklikler şekerli veya şekerlessitli içeceklerde meydana gelir ve paketleri deforme edebilen veya patlatabilen bol gaz üretimi, bulanıklık, tortu veya partikül oluşumu, hafif bir fermantasyon kokusunun hâkim olduğu kötü tatlara (alkol, karbondioksit ve esterler) sebep olabilmektedir. Günümüzde gıdaların mayalar tarafından bozulması, gıda endüstrilerinde gıdanın maliyetini ve bulunabilirliğini etkileyen en önemli sorundur (Tyagi ve ark., 2014).

Meyve sularının raf ömrü, meyve suyu uygun işleme teknolojisi kullanılmadığı sürece çeşitli mikrobiyal, kimyasal, fiziksel ve enzimatik değişikliklerle sınırlanabilir (Bates ve ark., 2001). Kimyasal veya sentetik antimikrobiyal ajanların ve gıda koruyucularının kullanımı, enfeksiyon ve mikrobiyal gelişmeyi kontrol etmek için kullanılan en eski tekniklerdir. Bununla birlikte sentetik ajanların zararlı etkileri ile artan kanıtlar sebebiyle eklenen koruyucuların miktarını azaltmak için sürekli talep vardır (Burt, 2004). Isıl işlem ise yasal gereklilikleri karşılamak ve meyve suyu bozulmalarını engellemek için yaygın olarak kullanılmasına rağmen uygulanan sıcaklık değerlerinin ürünlerin besin içeriğide üzerindeki olumsuz etkileri, ısıl olmayan gıda işleme tekniklerini araştırmak için motivasyon haline gelmiştir. Bu bağlamda, ısıl olmayan işlemler, işlenmiş ürünün besinsel ve fonksiyonel özelliklerini korumak, gerekli mikrobiyal inaktivasyon seviyesini sağlamak ve ürünün raf ömrünü uzatmak için güçlü bir alternatif haline gelmiştir (Guerrouj ve ark., 2016).

Propolis, bal arılarının salgılarına topladıkları çeşitli bitki tomurcuklarından elde ettikleri reçinelere karıştırılarak ürettikleri ve kovanların yapımında kullandıkları çok fonksiyonlu bir malzemedir (Gümüş ve Apaydın, 2018); (Yang ve ark. 2017). Propolis eski zamanlardan beri farklı alanlarda kullanılan doğal bir maddedir. Ham propoliste 300'ün üzerinde bileşen saptanmıştır. Propolis bileşiminde; kafeik asit fenetil ester (CAPE), artemillin C, kuersetin, galangin, kaempferide gibi biyoaktif bileşenler bulunmaktadır (Shapla ve ark., 2018). Propolis bu bileşikler sayesinde, antiviral, antimikrobiyal, antioksidan, antiinflatuvar (ödem azaltıcı) antitümöröl, immünomodülatör (bağışıklık modüler) ve hepatoprotektif (karaciğer koruyucu) aktiviteler gibi çeşitli nitelikler sağlamaktadır (İsila ve ark., 2011).

Modern dünyada propolis şekerlemelerin, biyofarmasötiklerin, kozmetiklerin bir bileşeni olarak kullanılmakta ve doğal bir koruyucu olarak popülerlik kazanmaktadır. Biyoaktif bileşenlerin kaynağı olan propolis gıda ve içeceklerde raf ömrünü arttırmaya ayrıca tüketici sağlığını iyileştirmeye yardımcı olmaktadır (Güler ve ark., 2022); (Osés ve ark., 2016). Fakat propolisli ürünlerin keskin aroma ve tadı sebebiyle duyuşsal problemi olarak görülmektedir. Propolis ekstraktları hazırlanırken uygun çözücü seçilmesi ve gıdaya göre dozunun ayarlanması önemli parametrelerdir (Yakut ve Atasever, 2021).

Çin'de yapılan bir çalışmada, portakal suyunda kullanılan koruyucu maddelerle (sodyum benzoat, potasyum sorbat gibi) etil alkol bazlı propolis ekstraktının koruyucu etkisi karşılaştırılmıştır. Benzer oranlarda propolis solüsyonu ve kimyasal koruyucular eklenmiş ve propolis katkılı ürünlerde bakteri gelişiminin önemli oranda engellediğide belirtilmiştir (Yang ve ark., 2017).

Benzer bir çalışmada, elma suyuna propilen glikol bazlı propolis ekstraktı ile beraber hafif ısı işlemi uygulanmıştır. Propolis ekstraktı ve ısı etkisiyle bakteriyel gelişimin önemli ölçüde önlendiği ve düşük pastörize elma suyu elde edilebileceğini ifade edilmiştir (Luis-Villaroya ve ark., 2015).

Vanilin ve geraniolün ile zenginleştirilmiş çilek sularının kalite parametreleri üzerine etkisi incelenen bir çalışmada; vanilin ve geraniolün mikroorganizma gelişimini azalttığı, vanilin ilavesiyle toplam fenolik madde içeriğinin arttığı tespit edilmiştir (Cassini ve ark., 2016).

Literatür bilgilerine göre, çilek suyu antosiyanin ve C vitamini gibi sağlıkla ilgili bileşiklerin iyi bir kaynağıdır ve bu sayede yüksek antioksidan aktivitelere sahiptir. Günümüz meyve suyu endüstrisinde patojen mikroorganizmaların gelişimini sınırlandırmak için pastörizasyon işlemi uygulanmaktadır. Pastörizasyon, mikrobiyal patojenlerin ve bozulma organizmalarını engellese de meyve sularında renk, aroma, vitamin ve mineral kaybı gibi istenmeyen değişiklikler oluşturmaktadır. Bilinçli tüketiciler, kimyasal ve sentetik koruyucu madde içermeyen daha taze ve sağlıklı gıdaları tercih etmektedirler. Bu nedenle, günümüzün pazar talebine hitap edebilmek için çilek sularının mikrobiyal güvenliğini sağlayabilecek etkili doğal koruyucuların kullanımı umut verici fırsatlar sunmaktadır. Ancak meyve sularında doğal koruyucu olarak kullanılan propolislerin çözücülerinin sağlığa zararlı etkileri ile karşılaşmaktadır. Bu çalışmada ise literatür ve sektörden elde edilen bilgiler doğrultusunda saptanan eksikliklerden yola çıkarak, propolis ekstraksiyonu için çözücü etkisi yüksek ve sağlığa zararı olmayan laktik asit bazlı propolis solventi temin edilmiş ve farklı oranlarda taze çilek suyuna eklenmiştir. Elde edilen meyve sularının, fenolik bileşen analizi ile toplam fenolik madde miktarı, küf-maya ve TMAB analizleri, pH, renk ölçüm analizleri ve duyu analizi sonuçları değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Laktik asit bazlı alkolsüz propolis ekstraktı piyasadan (Api10, Apipark Arıcılık Üretim A.Ş, Türkiye) temin edilmiştir. Çilek suyu (Çilekevi, Alacaoglu/Lüleburgaz) yerel çilek tarlasından toplanan mahsullerden elde edilmiştir. Laktik asit bazlı propolis ekstraktı ilaveli çilek suları Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Gıda Laboratuvarında üretilmiştir. Çilek sularının toplam fenolik madde tayininde; Folin Ciocalteu Reaktifi (FCR), (Sigma-Aldrich) ve Na₂CO₃ (Sigma-Aldric), mikrobiyolojik analizlerinde; serum fizyolojik, PDA (Patato Dextroz Agar; Merck, Darmstadt, Almanya) ve PCA (Plate Count Agar; Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Propolis ekstraktı eklenmiş çilek suyu üretimi

Çilek sularına %0, %0.4, %0.7 ve %1 oranlarında laktik asitli propolis solüsyonu ve %1 laktik asit (LA) eklenmiştir. Hazırlanan çilek suyu örnekleri +4 °C 14 gün depolanmış ve depolamanın 0, 7 ve 14. günlerinde örneklerin analizleri yapılmıştır.

2.2.2. pH Analizi

Laktik asit bazlı propolis ekstraktı ile güçlendirilmiş çilek suyu örneklerinin pH değeri kalibrasyonu tamamlandıktan sonra pH metre (Interlab, Turkey) ile ölçülmüştür (Atik ve ark., 2021).

2.2.3. Mikrobiyolojik Analizler

Örneklerden 1 mL alınarak 9 mL'lik steril %85'lik serum fizyolojik sıvısına ilave edilmiş ve seri dilüsyonlar hazırlanmıştır. Küf-maya sayımı için %10'luk tartarik asit %1 eklenen PDA (Patato Dextroz Agar; Merck, Darmstadt, Almanya) agar kullanılmıştır. Hazırlanan besiyerleri 25 °C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. TMAB sayımı için PCA (Plate Count Agar; Merck, Darmstadt, Almanya) agar kullanılmış ve besiyerleri 30 °C'de 2 gün inkübe edildikten sonra oluşan koloniler sayılmıştır (Cassani ve ark., 2017).

2.2.4. Toplam Fenolik Madde Analizi

Örneklerin toplam fenolik madde miktarını belirlemek için Folin-Ciocalteu ayracı kullanılmıştır. Örnek filtrattan 0,5 mL alınıp üzerine 7 mL su ve 0,5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenerek karıştırılmış ve 3 dakika bekletilmiştir. Ardından 5 mL %20'lik doymuş Na₂CO₃ çözeltisinden eklenerek 25 °C'de su banyosunda

bekletilen örnekler 720 nm dalga boyunca, şahit örneğe karşı okunmuştur. Sonuçlar gallik asit ile çizilmiş standart eğri ile hesaplanmış ve mg GAE/kg olarak verilmiştir (Aşkın ve ark., 2015).

2.2.5. Renk Analizi

Örneklerin renk ölçümü CIELab (Konica Minolta CR-5, Japan) renk ölçüm cihazı kullanılarak yapılmıştır. Cihazın kalibrasyonunun ardından örnekler sıvı numuneler için uygun kaba yerleştirilmiş ve L*, a* ve b* değerleri okunmuştur (Buvé ve ark., 2018).

2.2.6. Duyusal Analiz

Örneklerin duyusal analizleri Barkaoui ve ark., (2021) tarafından sunulan kriterlere göre yapılmıştır. Örneklerin duyusal değerlendirilmesi depolamanın ilk günü 7 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmede bulunan panelistler örnekleri 1 (hiç beğenmedim), 1-2 (beğenmedim), 2-3 (orta derecede beğendim), 3-4 (beğendim) ve 4-5 (çok beğendim) şeklinde puanlamışlardır.

2.2.7. İstatistiksel Analizler

Hazırlanan örnekleri incelemek için ANOVA (tek yönlü varyans analizi), JMP 5.0.1 (SAS Institute) programı kullanılarak yapılmıştır. $p < 0.05$ derecesine göre önemli çıkan veriler arasındaki fark Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak belirlenmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Meyve ve türevlerinde mikrobiyolojik bozulmaya neden olan en önemli etken küf ve mayalardır. Mezofilik mikroorganizmalar, TMAB mikroorganizma sayısının bir göstergesidir ve endojen mikrofloranın ve ürünün maruz kaldığı kontaminasyon hakkında bilgi vermektedir (Ponce ve ark., 2008).

Şekil 1'de laktik asit bazlı propolis solüsyonu eklenmiş çilek suyu örneklerinin pH ölçümleri verilmiştir. Örneklerin pH değerleri 3.10 ile 1.98 arasında bulunmuştur. Tüm çilek suyu örneklerinde depolama süresinin 7. gününde pH değerlerinde düşüşler gözlenmiştir ($p < 0.05$). Depolama periyodunun sonunda %0.4 ve %0.7 propolis ekstraktı ilave edilmiş örneklerin pH değerlerinde artış gözlenirken %1 propolis ekstraktı ilaveli örneklerde düşüş tespit edilmiştir.

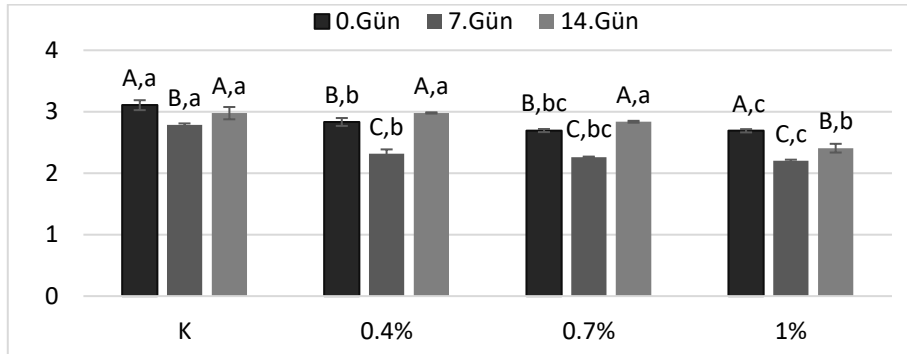


Figure 1. pH analysis results of samples

Şekil 1. Örneklerin pH analiz sonuçları

Tablo 1'de laktik asit bazlı propolis solüsyonu eklenmiş çilek suyu örneklerinin TMAB, küf-maya sayıları verilmiştir. Örneklerin küf-maya sayılarının 4.86 log kob/mL ile 7.36 log kob/mL arasında olduğu bulunmuştur. Avalos-Llano ve ark. (2020) taze meyvelerde ve meyve sularında küf ve maya sayılarının en fazla 7 log kob/g olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamız sonucunda oluşan mikroorganizma sayıları bu sınırın altındadır. Tüm çilek suyu örneklerinde farklı konsantrasyonlarda (%0.4, %0.7 ve %1) depolama periyodunun 7. gününde küf-maya sayıları artış göstermektedir ($p < 0.05$). 14 günlük depolama süresinin sonunda 7. güne göre kontrol ve %0.4 propolis ekstraktı içeren örneğin küf-maya sayısında önemli bir fark gözlenmezken ($p > 0.05$), %0.7 ve %1 konsantrasyonlardaki propolis ekstraktı içeren örneklerin küf-maya sayılarında önemli azalma saptanmıştır ($p < 0.05$). Laktik asit ilaveli çilek suyunun (LA) küf-maya sayısı 7 log kob/mL olarak tespit edilmiş ve depolama süresince herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır ($p < 0.05$). Çilek suyuna eklenen propolis konsantrasyonu arttıkça

örneklerin küf-maya sayılarında azalmalar tespit edilmiştir. Depolama periyodunun sonunda, %1 propolis ilaveli çilek suyu örneğinde en düşük küf-maya canlılığı belirlenmiştir. Farklı oranlarda propolis içeren çilek suyu örneklerinin TMAB sayıları incelendiğinde tüm örneklerde depolama boyunca önemli azalmalar gerçekleşmiştir ($p<0.05$). Örneklerin TMAB sayıları 2.90 log kob/mL ile 5.63 log kob/mL arasında değişmiştir. LA örneğinin TMAB sayısı 3.49 log kob/mL olarak tespit edilmiş ve depolama süresince herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır ($p<0.05$). Buradan propolisin laktik asit çözücüsü üzerinde de mikroorganizmaları inhibe ettiği görülmektedir. Yüksek fenolik madde içeriği ve bakteriler tarafından oluşan metabolitler farklı bakterilerin çoğalmasını önleyebilmektedir. Peinado ve ark. (2015) sağlıklı çilek püreleri ürünleri elde etmek için izomaltuloz, pektin, sitrik asit ve ısıl işlemin koruyucu etkilerini inceledikleri çalışmaların sitrik asit gibi gıda koruyucularının kullanımının mikroorganizmaların gelişmesini önlediğini bildirmişlerdir. Portakal suyunun raf ömrünü doğal koruyucu ekleyerek iyileştirmek için yapılan bir çalışmada etanol bazlı propolis ekstraktı ilavesinin önemli ölçüde inhibisyon etkisinin olduğu tespit edilmiştir (Yang ve ark., 2017). Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 1. Küf-maya ve TMAB analiz sonuçları

Table 1. Mold-yeast and TMAB analysis results

		0.gün	7.gün	14.gün
Küf-maya	K	6.24±0.02 ^{B,b}	7.36±0.11 ^{A,a}	7.09±0.02 ^{A,a}
	%0.4	5.31±0.05 ^{B,c}	7.12±0.21 ^{A,a}	6.66±0.10 ^{A,b}
	%0.7	5.28±0.01 ^{B,c}	7.03±0.48 ^{A,a}	5.32±0.00 ^{B,c}
	%1	5.24±0.00 ^{A,c}	5.29±0.02 ^{A,b}	4.86±0.01 ^{B,d}
	LA	7.00±0.12 ^{A,a}	7.00±0.10 ^{A,a}	7.03±0.10 ^{A,a}
TMAB	K	4.58±0.21 ^{A,ab}	3.60±0.04 ^{B,a}	3.58±0.26 ^{B,a}
	%0.4	4.82±0.24 ^{A,a}	3.36±0.22 ^{B,a}	3.78±0.16 ^{B,a}
	%0.7	5.63±0.39 ^{A,a}	3.16±0.18 ^{B,a}	2.90±0.06 ^{B,c}
	%1	5.04±0.43 ^{A,a}	3.46±0.04 ^{B,a}	2.93±0.03 ^{B,bc}
	LA	3.49±0.00 ^{A,b}	3.65±0.21 ^{A,a}	3.48±0.02 ^{A,ab}

Büyük harfler aynı örneklerin depolama süreleri arasındaki farkı, küçük harfler ise aynı depolama zamanına sahip örneklerin farklı konsantrasyonları arasındaki farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Örneklerin renk analiz sonuçları *Tablo 2*'de verilmiştir. Çilek suyu örneklerine L*, a* ve b* ($p<0.05$) değerleri üzerine laktik asit bazlı propolis ekstraktı ilavesinin ve depolama süresinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Renk analiz sonuçları

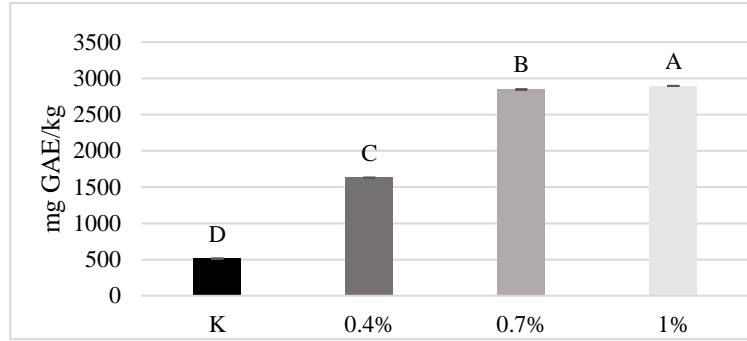
Table 2. Color analysis results

		0.gün	7.gün	14.gün
L* değeri	K	7.68±0.02 ^{A,a}	5.95±0.00 ^{B,a}	3.70±0.02 ^{C,d}
	%0.4	6.55±0.03 ^{A,b}	4.75±0.02 ^{B,c}	4.61±0.01 ^{C,a}
	%0.7	5.85±0.01 ^{A,c}	4.83±0.02 ^{B,b}	4.54±0.01 ^{C,b}
a* değeri	%1	5.42±0.02 ^{A,d}	4.24±0.00 ^{B,d}	4.18±0.02 ^{C,c}
	K	28.00±0.01 ^{A,a}	25.83±0.00 ^{B,a}	18.49±0.04 ^{C,c}
	%0.4	27.02±0.07 ^{A,b}	23.04±0.02 ^{B,c}	22.25±0.02 ^{C,a}
b* değeri	%0.7	25.77±0.11 ^{A,c}	23.43±0.02 ^{B,b}	22.24±0.00 ^{C,a}
	%1	25.10±0.04 ^{A,d}	21.42±0.02 ^{B,d}	20.94±0.03 ^{C,b}
	K	12.98±0.03 ^{A,a}	9.97±0.01 ^{B,a}	6.10±0.00 ^{C,c}
	%0.4	11.01±0.03 ^{A,b}	7.86±0.05 ^{B,c}	7.66±0.06 ^{C,a}
	%0.7	9.81±0.07 ^{A,c}	8.02±0.04 ^{B,b}	7.61±0.05 ^{C,a}
	%1	9.09±0.03 ^{A,d}	7.03±0.05 ^{B,d}	6.97±0.04 ^{B,b}

Büyük harfler aynı örneklerin depolama süreleri arasındaki farkı, küçük harfler ise aynı depolama zamanına sahip örneklerin farklı konsantrasyonları arasındaki farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Örneklerin L* değerlerinin depolama süresince genelde azaldığı, 0. günde propolis ekstraktı ilavesinin L* değerini düşürdüğü ancak 14 gün depolama sonunda propolis ekstraktı ilavesi arttıkça L* değerinin arttığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Pozitif değerlerinin çilek suyuna özgü kırmızılığı gösterdiği a* değerlerinin depolama periyoduyla ve propolis ekstraktı ilavesiyle azaldığı görülmüştür ancak 14 günlük depolama sonunda a* değerleri en yüksek çilek sularının propolis ekstraktı ilaveli örnekler olduğu görülmüştür. Örneklerin b* değerlerinin ise depolama süresince azaldığı gözlenmiştir. Ancak b* değeri ile propolis ekstraktı ilavesi arasında herhangi bir korelasyon gözlenmemiştir. Peinado ve ark. (2015) doğal korucularla çilek püreleri üretimi gerçekleştirdikleri çalışmada depolama zamanının artmasına bağlı olarak L*, a* ve b* değerlerinin düştüğünü belirtmişlerdir. Depolama sırasında renk parametrelerindeki bu azalma çileğin renginden sorumlu başlıca fenolik bileşenler olan kırmızı antosiyanin pigmentlerinin bozulmasına bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir.

Şekil 2' de toplam fenolik madde sonuçları verilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde içerikleri 2896.19 GAE mg kg⁻¹ ile 512.8571 GAE mg kg⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Çilek sularına ilave edilen laktik asit bazlı propolis ekstraktı oranı arttıkça çilek sularının toplam fenolik madde içerikleri de artış göstermiştir ($p<0.05$). Yang ve ark. (2017) portakal suyunun raf ömrünü propolis ekstraktı ekleyerek inceledikleri çalışmada propolisin fenolik içeriğine bağlı olarak portakal sularının toplam fenolik madde içeriğinin arttığını belirtmişlerdir.



Şekil 2. Örneklerin toplam fenolik madde içeriği (mg GAE/kg)

Figure 2. Total phenolic content of samples

Tablo 3'te laktik asit bazlı propolis ekstraktı eklenmiş çilek suyu örneklerinin duyuşsal değerlendirme sonuçları verilmiştir. Çilek suyu örneklerinin tat, koku, renk, ekşilik ve genel kabul edilebilirlik özellikleri üzerine propolis ekstraktı ilavesinin etkisinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Tüm duyuşsal parametrelerde propolis ekstraktı ilavesiz çilek suyu kontrol örneği ile %0.4 ve %0.7 propolis ekstraktı ilaveli örneklerde istatistiksel açıdan önemli bir fark görülmemiştir ($p>0.05$). Bu sonuç, çilek suyuna %0.7'e kadar laktik asit bazlı propolis ekstraktı ilave edildiğinde propolis duyuşsal açıdan fark edilemeyeceğini göstermektedir. %1 propolis çözeltisi ilave edilen örneklerin tüm özellikler açısından aldığı puanlar diğer örneklere göre daha düşük bulunmuştur ($p>0.05$). Ek olarak, çilek sularının tat ve koku özellikleri incelendiğinde örneklerin propolis miktarına bağlı olarak hafif düşüşler gözlenmiş fakat genel beğeni puanlarını etkilememiştir. Gıdalarda acı ve buruk tadın oluşmasında fenolik bileşikler önemli etkilendirler. Bu sebeple, %1 propolis ekstraktı ilaveli çilek suyu örneklerinin kontrol örneğine göre daha az puanlar almasında propolis içerisindeki yüksek fenolik madde içeriğinin etkili olduğu düşünülmektedir. Luis-Villaroya ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada ticari elma suyuna propilen glikol bazlı propolis ekstraktı (%0.005, %0.01 ve %0.02) ilave etmişler ve propolis ilave edilen örneklerin duyuşsal puanlarının kontrol örneğine göre daha düşük olduğunu ve daha az beğenildiğini fakat örneklerin içerisindeki propolis oranları panelistlere belirtildikten sonra ürünü alma isteklerinin pozitif olduğunu belirtmişlerdir. Fakat bizim çalışmamızın aksine çok daha az oranlarda propolis ekstraktı eklemelerine rağmen ürünlerin duyuşsal olarak beğenilmemesinin propolisin çözücüsü kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kontrol elma suyunun daha çok beğenilmesinin nedenlerinden biri elma sularına ilave edilen propilen glikol bazlı propolis ekstraktının tadından dolayı olduğu söylenebilir. Bu açıdan laktik asidin de gıdaların duyuşsal özelliklerinde pozitif etkiye sahip olduğu görülmüştür ve propolisin acı tadını iyi maskeleyişi tespit edilmiştir.

Tablo 3. Duyusal değerlendirme analiz sonuçları*Table 3. Sensory evaluation analysis results*

	K	%0,4	%0,7	%1
Tat	4.14±1.21 ^A	3.28±1.11 ^{AB}	3.00±1.15 ^{AB}	2.00±1.00 ^B
Koku	4.00±1.15 ^A	3.85±0.69 ^A	2.85±0.69 ^{AB}	2.42±0.97 ^B
Renk	4.42±0.78 ^A	4.14±1.06 ^A	4.14±1.06 ^A	4.00±1.00 ^A
Ekşilik	2.71±1.11 ^{AB}	4.28±0.95 ^A	3.28±1.25 ^{AB}	2.42±1.39 ^B
Genel beğeni	3.71±1.11 ^{AB}	4.00±1.15 ^A	3.28±0.48 ^{AB}	2.14±1.06 ^B

Büyük harfler duysal kriterlerin örneklerin konsantrasyonları arasındaki farkı temsil etmektedir (p<0.05).

4. Sonuç

Çilek suyu üretiminde mikroorganizma gelişimini inhibe etmek için pastörizasyon işlemine alternatif olarak doğal bir koruyucu madde olan propolis çilek suyunun raf ömrünü uzatmak ve kalitesini iyileştirmek için önemli bir potansiyele sahiptir. Ancak propolisin doğal koruyucu madde olarak kullanılacak çalışmalarda çözücü seçimleri dikkate alınmalıdır. Özellikle gıda endüstrisinde kullanılacak solüsyon ya da ekstraktların toksik etkisi bulunmayan çözücülerle hazırlanması, alınması beklenen fayda ile paralel bir şekilde önem kazanmaktadır. Çilek suyu üretiminde mikroorganizmalara karşı ısı işlem yerine propolis ekstraktı kullanılması çilek meyvesinin antioksidan özelliklerini korumasını ve tüm bu faydalı özelliklerin meyve suyuna geçişini desteklemektedir. Bu durumda elde edilen sonuçlar doğrultusunda, çilek suyu üretiminde laktik asit bazlı propolis ekstraktı kullanımının faydalı ve güvenli koruyucu madde olarak ısı işlemine alternatif başarılı bir çözüm olduğu düşünülmektedir.

Kaynakça

- Aşkın, B., Öcal, Y., Atılğan, S., Tatlıcı, N., Atılğan, T., Küçüköner, E. (2015). Altın çilek suyunda (*Physalis peruviana* L.) randıman ile bazı fiziksel ve kimyasal özellikler üzerine mayşe enzimasyonunun etkisi. *Gıda*, 40(5): 279-286.
- Atik, D.S., Gürbüz, B., Bölük, E., Palabıyık, İ. (2021). Development of vegan kefir fortified with *Spirulina platensis*. *Food Bioscience*, 42:101050.
- Avalos-Llano, K.R., Molina, R.S., Sgrosso, S.C. (2020). UV-C Treatment applied alone or combined with orange juice to improve the bioactive properties, microbiological, and sensory quality of fresh-cut strawberries. *Food and Bioprocess Technology*, 13(9): 1528-1543.
- Barkaoui, S., Mankai, M., Miloud, N.B., Kraïem, M., Madureira, J., Verde, S.C., Boudhrioua, N. (2021). Effect of gamma radiation coupled to refrigeration on antioxidant capacity, sensory properties and shelf life of strawberries. *LWT-Food Science and Technology*, 150: 112088.
- Bates, R.P., Morris, J.R., Crandall, P.G. (2001). Principles and practices of small-and medium-scale fruit juice processing (No. 146). Food & Agriculture Organization.
- Buvé, C., Kebede, B.T., De Batselier, C., Carrillo, C., Pham, H.T., Hendrickx, M., Van Loey, A. (2018). Kinetics of colour changes in pasteurised strawberry juice during storage. *Journal of Food Engineering*, 216: 42-51.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. *International journal of food microbiology*, 94(3): 223-253.
- Cassani, L., Tomadoni, B., Moreira, M.D.R., Ponce, A., Agüero, M.V. (2017). Optimization of inulin: Oligofructose proportion and non-thermal processing to enhance microbiological and sensory properties of fiber-enriched strawberry juice. *LWT-Food Science and Technology*, 80: 446-455.
- Cassani, L., Tomadoni, B., Viacava, G., Ponce, A., Moreira, M.D.R. (2016). Enhancing quality attributes of fiber-enriched strawberry juice by application of vanillin or geraniol. *LWT-Food Science and Technology*, 72: 90-98.
- Çağlar, M., Demirci, M. (2017). Üzümü meyvelerde bulunan fenolik bileşikler ve beslenme üzerindeki önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(11): 18-26.
- Giampieri, F., Tulipani, S., Alvarez-Suarez, J.M., Quiles, J.L., Mezzetti, B., Battino, M. (2012). The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. *Nutrition*, 28(1): 9-19.
- Guerrouj, K., Sánchez-Rubio, M., Taboada-Rodríguez, A., Cava-Roda, R.M., Marín-Iniesta, F. (2016). Sonication at mild temperatures enhances bioactive compounds and microbiological quality of orange juice. *Food and Bioprocess Technology*, 99, 20-28.
- Güler, G., Şen, A., Turgud, F.K., Tahtacı, E., Ağma Okur, A., Sımlı, H.E. (2022). Serbest gezen tavuklardan elde edilen yumurtaların propolis ekstraktı ile kaplanması raf ömrü ve kalite parametrelerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 89-100.
- Gümüş, T., Apaydın, H. (2018). Hazır çorbalardan izole edilen *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı propolisin inhibitör etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1): 67-75.
- Isla, M.I., Craig, A., Ordoñez, R., Zampini, C., Savago, J., Bedascarrasbure, E., Maldonado, L. (2011). Physico chemical and bioactive properties of honeys from Northwestern Argentina *LWT-Food Science and Technology*, 44(9):1922-1930.
- Luis-Villaroya, A., Espina, L., García-Gonzalo, D., Bayarri, S., Pérez, C., Pagán, R. (2015). Bioactive properties of a propolis-based dietary supplement and its use in combination with mild heat for apple juice preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 205: 90-97.
- Muley, A.B., Singhal, R.S. (2020). Extension of postharvest shelf life of strawberries (*Fragaria ananassa*) using a coating of chitosan-whey protein isolate conjugate. *Food Chemistry*, 329: 127213.
- Osés, S.M., Pascual-Maté, A., Fernández-Muiño, M.A., López-Díaz, T.M., Sancho, M.T. (2016). Bioactive properties of honey with propolis. *Food chemistry*, 196: 1215-1223.
- Padula, M.C., Lepore, L., Milella, L., Ovesna, J., Malafrente, N., Martelli, G., de Tommasi, N. (2013). Cultivar based selection and genetic analysis of strawberry fruits with high levels of health promoting compounds. *Food chemistry*, 140(4): 639-646.
- Peinado, I., Rosa, E., Heredia, A., Andrés, A. (2015). Use of isomaltulose to formulate healthy spreadable strawberry products. Application of response surface methodology. *Food Bioscience*, 9: 47-59.
- Ponce, A.G., Agüero, M.V., Roura, S.I., Del Valle, C.E., Moreira, M.R. (2008). Dynamics of indigenous microbial populations of butter head lettuce grown in mulch and on bare soil. *Journal of Food Science*, 73(6): M257-M263.
- Shapla, U.M., Raihan, J., Islam, A., Alam, F., Solayman, N., Gan, S.H., Khalil, I. (2018). Propolis: The future therapy against *Helicobacter pylori*-mediated gastrointestinal diseases. *Journal of Applied Biomedicine*, 16(2): 81-99.
- Tyagi, A.K., Gottardi, D., Malik, A., Guerzoni, M.E. (2014). Chemical composition, in vitro anti-yeast activity and fruit juice preservation potential of lemon grass oil. *LWT-Food Science and Technology*, 57(2): 731-737.
- Yakut, U., Atasever, M. (2021). Doğal ve fonksiyonel bir gıda katkı maddesi: Propolis. *Bozok Veterinary Sciences*, 2(1): 10-15.

- Yang, W., Wu, Z., Huang, Z.Y., Miao, X. (2017). Preservation of orange juice using propolis. *Journal of Food Science and Technology*, 54(11): 3375-3383.
- Yildiz, S., Pokhrel, P.R., Unluturk, S., Barbosa-Cánovas, G.V. (2021). Shelf life extension of strawberry juice by equivalent ultrasound, high pressure, and pulsed electric fields processes. *Food Research International*, 140: 110040.