



Kekik, lavanta ve tıbbi nane neden elde edilen hidrosollerin gilaburu fermantasyonu ve gilaburu suyuna etkileri

Effects of hydrosols from thyme, lavender and medicinal mint on gilaburu fermentation and gilaburu juice

Fahriye YEŞİLBAŞ¹, Melike Şeyma KAHRAMAN², Şuheda AKBAŞ³, Serap BERKTAŞ^{4*}, Mustafa ÇAM⁵

^{1,2,3,4,5}Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

¹<https://orcid.org/0009-0005-3309-9398>; ²<https://orcid.org/0009-0006-1018-3076>; ³<https://orcid.org/0009-0006-8152-064X>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-5195-0685>; ⁵<https://orcid.org/0000-0003-1258-0834>

To cite this article:

Yeşilbaş, F., Kahraman, M. Ş., Akbaş, Ş., Berktaş, S. & Çam, M. (2024). kekik, lavanta ve tıbbi nane neden elde edilen hidrosollerin gilaburu fermantasyonu ve gilaburu suyuna etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 28(1): 146-164
DOI: 10.29050/harranziraat.1340763

*Address for Correspondence:

Serap BERKTAŞ

e-mail:

berktaserap@gmail.com

Received Date:

10.08.2023

Accepted Date:

11.02.2024

ÖZ

Gilaburu suyu gilaburu meyvesinin (*Viburnum opulus* L.) laktik asit bakterileri ile doğal olarak fermantasyonu sonucu üretilen geleneksel bir fermente içecektir. Meyvenin taze olarak tüketimini sınırlayan kendine özgü buruk ve acımsı tadı fermantasyon, ısı işlem gibi uygulamalar sonrası azaltılabilmektedir. Ancak meyve ve bundan elde edilen gilaburu suyunun duyuşal karakterini etkileyip tüketimini sınırlandıran buruk ve acı tadın tamamen uzaklaştırılması mümkün olmamaktadır. Bu çalışmada gilaburu meyvesinin buruk ve acı tadını azaltmak ve biyoaktif ve duyuşal özellikleri geliştirilmiş gilaburu suyu elde etmek amacıyla hidrodilasyon atık ürünü olan hidrosol kullanılarak fermantasyon gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, kekik, lavanta ve tıbbi nane hidrosolleri %20, %40, %60, %80 ve %100 (v/v) oranlarında gilaburu fermantasyonu ortamına dahil edilerek 4 ay süre ile geleneksel yöntemle fermantasyon gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon boyunca fermente gilaburu suları ve fermantasyon ortamındaki hidrosoller toplanarak örneklerin pH, asitlik, renk, bulanıklık, fenolik madde, flavonoid madde, hidrolize tanen, antosiyanin ve antioksidan aktivite değerleri belirlenerek duyuşal analizleri gerçekleştirilmiştir. Hidrosol ile fermente edilen gilaburu suyu örneklerinin kontrol grubuna göre anlamlı olarak ($p<0.05$) daha yüksek antioksidan aktivite değerine ($19-30$ mg TE 100 ml⁻¹) sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, hidrosol ile fermente edilen gilaburu suyu örneklerinde burukluğun duyuşal olarak kontrol grubuna göre daha az algılandığı belirlenmiştir. Bu çalışma ile hem uçucu yağ eldesinden kalan bir atık ürünü değerlendirilmiş hem de son ürün biyoaktif özelliklerinde gelişmeler sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gilaburu, Hidrosol, Hidrodilasyon, Fermantasyon, Atık ürün

ABSTRACT

Fermented gilaburu juice is a traditional fermented beverage produced by natural fermentation of gilaburu fruit (*Viburnum opulus* L.) with lactic acid bacteria. The distinctive astringent and bitter taste of the fruit, which limits its fresh consumption, can be reduced after applications such as fermentation and heat treatment. However, it is not possible to completely remove the astringent and bitter taste that may affect the sensory character of the fruit and the product to be obtained and limit its consumption. In this study, fermentation was carried out with hydrosol, which is the waste product of hydrodistillation, in order to reduce the astringent and bitter taste of gilaburu fruit and to obtain bioactive and sensory improved gilaburu juice. For this purpose, thyme, lavender and piperita hydrosols were added to the gilaburu fermentation medium at ratios of 20%, 40%, 60%, 80% and 100% (v/v) and fermentation was carried out by traditional method for 4 months. During fermentation, fermented



gilaburu juices and hydrosols were collected and sensory analyses were carried out by determining pH, acidity, colour, turbidity, phenolic matter, flavonoid matter, hydrolysed tannin, anthocyanin and antioxidant activity values of the samples. It was determined that gilaburu juice samples fermented with hydrosol had significantly ($p<0.05$) higher antioxidant activity value (19-30 mg TE 100 ml⁻¹) than the control group. In addition, it was determined that the sensory perception of astringency in gilaburu juice samples fermented with hydrosol was less than the control group. With this study, both the distillation waste product was utilised and new alternative fermented beverages were obtained by adding bioactive substances that may come from this product to the fermented product.

Key Words: Gilaburu, hydrosol, hydrodistillation, fermentation, by product

Giriş

Kekik (*Thymus vulgaris* L.) aromatik özellikleri ile bilinen ve yemeklerde taze ya da kurutulmuş olarak, aroma verici ve gıda koruyucu olarak sıklıkla kullanılan bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Nikolić ve ark., 2014). Sağlık açısından oldukça fazla etkiye sahip olan kekik kendine has kokusunu sağlayan uçucu yağı karvakrol ve timol bileşiklerinin yanı sıra simol, borneol ve linalol bileşiklerini de içermektedir (Popa ve ark., 2021). Tıbbi nane (*Mentha piperita* L.) uçucu yağları, özellikle mentol ve menton gibi uçucu bileşikler içermektedir. Bu bileşikler, mikroorganizmaların büyümesini inhibe edebilen antiseptik özelliklere sahiptir. Bunun yanında tıbbi nane fenolik ve antioksidan bileşikler açısından da zengindir. İçerdiği bu aktif bileşikler sayesinde sağlık üzerinde olumlu etkiler sergilemektedir (Sadowska ve ark., 2016). Lavanta (*Lavandula angustifolia*) özellikle uçucu yağları sebebiyle antidepresan, antispazmodik, antibakteriyel ve lokal anestezi etkiler göstermektedir. Linalil acetat ve linalol temel aktif bileşikleridir (Yadikar ve ark., 2018). Lamiaceae ailesinde yer alan tıbbi ve aromatik bitkiler çok yaygın kullanım alanlarına sahip olup, kekik, tıbbi nane ve lavanta bu familyaya ait olan ve özellikle değerli uçucu yağları nedeniyle ticari öneme sahip türlerdir (Ya-ting, 2016). Uçucu yağların bitkiler ve farklı kaynaklardan distilasyon yöntemiyle elde edilmesinin ardından yan ürün olarak hidrosol adı verilen aromatik su açığa çıkmaktadır (D'Amato ve ark., 2018). Uçucu yağın elde edildiği bitkinin bileşimindeki birçok değerli bileşikler içeren bu yan ürün farklı gıda, kozmetik ve diğer alanlarda yer alan ürünlerin bileşiminde

değerlendirilebilecek potansiyele sahip atık bir materyaldir. Bununla birlikte, farklı aromatik bitkilerden elde edilen hidrosoller aromaterapide, parfümeride ve bazı gıda formülasyonlarında koku ve lezzet düzenleyici olarak ve zenginleştirme amaçlı kullanım alanları bulunmaktadır (İncegöl ve Çam, 2021; Lee, 2016; Paparella ve ark., 2018).

Caprifoliaceae familyasının bir üyesi olan gilaburu (*Viburnum opulus* L.) Avrupa'ya özgü bir bitki türü olup ülkemizde özellikle İç Anadolu ve Karadeniz bölgesinde yetişmektedir (Yilmaztekin ve Sislioglu, 2015). Bileşiminde yer alan yüksek orandaki fenolik bileşikler (klorojenik asit, antosiyanin, kateşin), vitamin (askorbik asit), mineral (potasyum, kalsiyum) ve organik asit (malik asit) gibi biyoaktif bileşikler sayesinde sağlık üzerinde birçok olumlu etkiler gösterdiği bildirilmektedir (Kraujalyte ve ark., 2012; Sagdic ve ark., 2006). Kendine özgü buruk ve acı bir tada sahip olan gilaburu meyvesi içerisinde bulunan viburnine bileşiğinin neden olduğu acı tat nedeniyle taze olarak tüketilememektedir (Sagdic ve ark., 2006). Bundan dolayı bu meyve Eylül ve Ekim aylarında hasat edildikten sonra içme suyu ile birlikte bir kavanoz içerisinde geleneksel olarak 3-5 ay süre ile fermantasyona bırakılmaktadır. Fermantasyon sonrasında meyveler ezilerek elde edilen fermente gilaburu suyu isteğe göre şeker ve su ilave edilerek tüketilmektedir (Yilmaztekin ve Sislioglu, 2015).

Aromatik bitkilerden uçucu yağların elde edilmesinde kullanılan distilasyon yönteminde yan ürün olarak bitkisel sulu ekstraktlar olan hidrosoller açığa çıkmaktadır. Hidrosoller çeşitli organik asitler, proteinler ve fenolik bileşikler içermektedir (Mielnik ve ark., 2008). Uçucu yağın üretimi sırasında suda çözünebilir bileşiklerden özellikle kullanılan bitkinin fenolik bileşikleri

hidrosol kısmında kalmakta ve bu bileşikler atık suya biyoaktif özellikler kazandırmaktadır. Bu çalışmada uçucu yağ ticaretinde önemli bir yere sahip olan kekik, tıbbi nane ve lavanta uçucu yağlarının elde edilmesinden sonra kalan hidrosollerin gilaburu meyvesi fermantasyonu ortamına ilave edilmesiyle elde edilen gilaburu suyunun duyuşal, fizikokimyasal ve biyoaktif özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal ve kimyasallar

Yeni hasat edilmiş gilaburu meyvesi 2022 yılının Ekim ayında Kayseri'nin Kiranardı ilçesindeki bir üreticiden temin edilmiştir. Kekik (*Thymus vulgaris*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) Kayseri'de yerel bir aktardan (İnan Aktar), tıbbi nane (*Mentha piperita* L.) Erciyes Üniversitesi Tarımsal Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar analitik saflıkta olup Sigma-Merck kaynaklıdır.

Hidrodistilasyon

Kuru formda temin edilen kekik, tıbbi nane ve lavanta yaprakları ayrı ayrı 50 g alınarak üzerine 1000 ml saf su ilave edilerek Clevenger distilasyon

ünitesine bağlanmıştır. Hidrodistilasyon işlemi 2 saat boyunca gerçekleştirilmiş ve süre sonunda uçucu yağlar ayrılmıştır. Kalan distile yapraklar ve hidrosol filtre edilerek ayrılmış, hidrosoller fermantasyonda kullanılmak üzere 4°C' de muhafaza edilmiştir.

Fermantasyon

Hasat zamanında taze olarak temin edilen gilaburu meyveleri musluk suyu altında yıkanarak önceden otoklavda sterilize edilen cam kavanozlara 300 g olacak şekilde yerleştirilmiştir. Üzerine 700 ml %20, 40, 60, 80 ve 100 (v/v) oranlarında kekik, lavanta ve tıbbi nane hidrosollerini eklenmiştir. Kavanozların kapakları sıkıca kapatılarak oda sıcaklığında (25°C) karanlık bir yerde 4 ay süre ile fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyonda 1 aylık periyotlarla örnekler alınmış ve hidrosollü fermente su ile fermente gilaburu suyu tülbent bir bezle süzülerek ayrılmıştır. Ardından meyveler bir tülbent bezle elle preslenmiştir. Elde edilen hidrosollü fermantasyon sıvısı ve fermente gilaburu suyu örnekleri 5000 rpm' de 5 dakika boyunca santrifüjlenerek süpernetanti analizlerde kullanılmaya kadar -18°C de muhafaza edilmiştir (Yılmaztekin and Sislioglu 2015).



Şekil 1. Fermente gilaburu suyu ve hidrosollü fermantasyon sıvısı örnekleri
Figure 1. Fermented gilaburu juice and fermentation liquid with hydrosol

Fizikokimyasal analizler

Örneklerin pH değerleri ve titrasyon asitliği değerleri bir pH metre cihazı (Hanna, Amerika) yardımıyla belirlenmiştir. pH değeri pH metrenin doğrudan örneğe daldırılması ile, titrasyon asitliği ise 0.1 N ayarlı NaOH ile pH değeri 8.2 olana kadar titre edilerek belirlenmiştir. Asitlik, laktik asit cinsinden yüzde olarak belirtilmiştir. Örneklerin

renk değerleri otomatik renk ölçme cihazı (Konica Minolta Chroma Meter CR-5, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir. Briks (suda çözünür kuru madde) değeri Abbe refraktometresi (Soif, 2WAJ, Çin) ile ölçülerek yüzde olarak (%) ifade edilmiştir. Bulanıklık değerleri bir türbidimetre cihazı (Hach, 2100 N, Türkiye) ile ölçülerek NTU cinsinden ifade edilmiştir.

Toplam fenolik madde miktarı analizi

Toplam fenolik madde miktarı analizi Singleton ve Rossi (1965) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. 0.4 ml örnek deney tüplerine alınarak üzerine 10 kat su ile seyreltilmiş 2 ml Folin çözeltisi eklenmiştir. Ardından %7.5' luk 1.6 ml Na₂CO₃ çözeltisi eklenerek vorteks ile karıştırılmış ve tüpler 1 saat karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 765 nm' de spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Japonya) örneklerin absorbans okumaları örnek ile aynı miktarda saf su ile hazırlanan kör örneğe karşı gerçekleştirilerek sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak belirtilmiştir (Gallik asit eğrisi denklemi; $y = 110,93x - 4,8265$; $R^2 = 0,9957$).

Hidrolize tanen analizi

Hidrolize tanen analizi Willis ve Allen (1998) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerden 1 ml alınarak üzerine %2.5' luk KIO₃ çözeltisinden 5 ml eklenmiş ve 25° C' de 2 dakika bekletilmiştir. Ardından örneklerin absorbansı 550 nm dalga boyunda saf su ile hazırlanan kör çözeltiliye karşı spektrofotometrede ölçülerek tannik asit eşdeğeri cinsinden sonuçlar ifade edilmiştir (Tannik asit eğrisi denklemi; $y = 4786,6x - 542,32$; $R^2 = 9884$).

Toplam flavonoid madde miktarı analizi

Toplam flavonoid madde analizi Zhishen ve ark., (1999) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Deney tüpü içerisine 4 ml saf su, 1 ml örnek ve 0.3 ml %5' lik NaNO₂ çözeltisi alınarak karışım 5 dakika bekletilmiştir. Ardından 0.3 ml %10' luk AlCl₃ çözeltisi eklenerek 1 dakika bekletilmiş ve 2 ml 1N NaOH çözeltisi eklenerek son hacim saf su ile 10 ml' ye tamamlanmıştır. Karışım vorteks ile karıştırılarak 510 nm' de spektrofotometrede saf su ile hazırlanan kör çözeltiliye karşı absorbans okuması gerçekleştirilmiş ve sonuçlar mg kateşin eşdeğeri (KE) olarak ifade edilmiştir (Kateşin eğrisi denklemi; $y = 255,99x - 0,5073$; $R^2 = 0,9997$).

Toplam monomerik antosiyanin madde analizi

Potasyum klorür (0.025 M, pH=1) ve sodyum asetat (0.4 M, pH=4) tampon çözeltileri ve örnekler tampon kapasitesi göz önünde bulundurularak deney tüplerine alınmış ve 30 dakika karanlıkta

bekletilmiştir. 700 nm ve 515 nm'de spektrofotometrede saf suya karşı absorbans okumaları yapılmıştır. Sonuçlar siyanidin-3-glukozid eşdeğeri olarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2013).

$$A = (A_{515} - A_{700})_{pH=1} - (A_{515} - A_{700})_{pH=4}$$

$$\text{Monomerik antosiyanin (mg/L)} = \frac{(A * MW * SF * 1000)}{(\epsilon * \ell)}$$

A, absorbansların farkı, MW, siyanidin 3-glukozidin molekül ağırlığı, SF, seyreltme faktörü, ϵ , molar absorptivite, ℓ , spektrofotometre küveti katman kalınlığı (ℓ : 1 cm).

Antioksidan aktivite analizi

Örneklerin antioksidan aktivite değerleri DPPH metoduna göre (Singh ve ark., 2002) belirlenmiştir. 0.1 ml deney tüpüne alınmış örnek üzerine 3.9 ml metanolde hazırlanan 6.25 mM DPPH çözeltisi eklenerek karıştırılmış ve 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Süre sonunda 515 nm spektrofotometrede metanole karşı örnek absorbans okumaları gerçekleştirilerek sonuçlar troloks eşdeğeri (TE) olarak ifade edilmiştir (Troloks eğrisi denklemi; $y = 2,5805x + 13,74$; $R^2 = 0,9809$).

Duyusal analiz

Örneklerin duyuusal analizleri Gıda Mühendisliği bölümü öğrenci ve öğretim elemanları arasından seçilmiş 10 eğitimli panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Örneklerin duyuusal değerlendirmeleri renk, aroma, meyvemsi tat, çiçeksi tat, fermente tat, otsu tat, renk, acılık, burukluk ve genel beğeni parametreleri açısından 5 puanlı hedonik skala testine (1: Hiç beğenmedim, 2: Az beğendim, 3: Orta derecede beğendim, 4: Beğendim, 5: Çok beğendim) göre gerçekleştirilmiştir. Panelistlere örnekler birbirinden bağımsız bölümlerde ve su ile birlikte sunulmuştur, duyuusal test öncesi bilgilendirme yapılmıştır.

İstatistiksel analiz

Analizler iki tekerrür ve üç paralel olacak şekilde

gerçekleştirilmiş ve sonuçlar iki bağımsız tekrarlı sonuçların ortama ve standart sapmalarını gösterecek şekilde verilmiştir. Analiz sonuçlarının istatistiki açıdan değerlendirilmesinde SPSS 10.0.1 programı (SPSS Inc., Chicago, USA) kullanılarak gruplar arası karşılaştırma Tukey testi ile değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Hidrosol eklenmiş fermente gilaburu suyunun özellikleri

Fermente gilaburu suyu örneklerinin hazırlanmasında kullanılan hidrosoller ile gilaburu meyvesinin bazı fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri Çizelge 1' de verilmiştir. Hidrosollerden tıbbi nane hidrosolünün lavanta ve kekik hidrosolüne göre antioksidan aktivite ve pH değerinin yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Popa ve ark., (2021) kekik ve lavanta hidrolatlarının toplam fenolik madde içeriklerini 18.38 mg GAE 100 ml⁻¹ ve 1.06 mg GAE 100 ml⁻¹ olarak, DPPH indirgeme antioksidan aktivite değerlerini ise sırasıyla %98.16 ve %12.91 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar kekik hidrosolünün lavanta hidrosolünden daha yüksek değerde olması açısından benzerlik göstermekle birlikte çalışmamızdaki hidrosollerin toplam fenolik madde miktarları bu değerlerden oldukça yüksektir. Bu farklılık distilasyon türü, distilasyon süresi, bitki genetik varyasyonlarındaki çeşitlilik ile açıklanabilir. Alice ve ark., (2019) kekik ve tıbbi nane distilasyon atık sularının toplam fenolik madde değerlerini rosmarinik asit cinsinden %7.43 ve %4.47 olarak belirlemişlerdir. Yılmaztekin ve Sislioglu (2015) gilaburu meyvesinin pH, brix, asitlik ve toplam fenolik madde değerlerini 2.77, %10.35, %2.42 ve 413 mg GAE 100 g⁻¹ olarak belirlemiştir. Bu sonuçlar gilaburunun asitlik değeri dışında benzerlik göstermektedir. Yoğun ekşi ve buruk tat ile karakterize edilen gilaburu meyvesinin pH, brix, asitlik değerleri ile meyvenin olgunluğu bu tatları kısmen etkilendiği bildirilmektedir. Bununla birlikte toplam fenolik, flavonoid, antosiyanin gibi biyoaktif bileşenlerin içerikleri genetik varyasyonlar sebebi ile farklılaşabilmektedir

(Ozrenk ve ark., 2020).

Fermente örneklere ait pH değerlerindeki değişimler Çizelge 2' de verilmiştir. Buna göre fermantasyon süresinin artması ile kontrol örneğinin pH değerinde istatistiksel olarak önemli bir düzeyde değişim tespit edilmezken, hidrosol ortamında fermente edilen gilaburu meyvesinin pH değerleri fermantasyon süresi ile farklılık göstermektedir. Fermantasyonun ilk ayında genel olarak fermente gilaburu suyu örneklerinin pH değerleri arasında önemli bir değişim görülmezken, fermantasyon süresinin değişimine bağlı olarak örnekler arasında farklılıklar görülmektedir ($p < 0.05$). Özellikle %100 kekik hidrosolü ile fermente edilen gilaburu suyunun pH değeri 4. ayın sonunda diğer hidrosoller ile üretilen gilaburu sularına göre en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Fermente gilaburu suyu ile fermantasyon ortamındaki hidrosoller pH değerleri açısından karşılaştırıldığında ise genel olarak hidrosollerin pH değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Fermente olmamış örneklerin pH değerlerine bakıldığında gilaburu meyvesinin pH değerinin hidrosollerin pH değerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Fermantasyon süresi, hidrosol çeşidi ve ortamdaki miktarına bağlı olarak bu değişimin meyve ve ortamda bulunan hidrosoller arasındaki asitlik üzerinde etkili olan organik asit gibi bileşiklerin ortamlar arasındaki geçişi sonucu meydana geldiği söylenebilir. Çam ve Hişil, (2007) fermente gilaburu suyunun pH değerini 2.95 olarak belirlemişlerdir.

Çizelge 2' de yer alan gilaburu suyu örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine bakıldığında hidrosollerin asitlik değerlerinin gilaburu suyu örneklerine göre düşük olduğu kontrol grubu gilaburu suyunun ise asitlik değerinin fermantasyon süresinin artması ile arttığı görülmektedir. Diğer hidrosol ile fermente edilen gilaburu suyu örneklerinin benzer eğilim gösterdiği ancak kekik hidrosolü içeren örneklerde asitliğin azaldığı belirlenmiştir. 4 aylık fermantasyon süresinin sonunda hidrosollerdeki asitliğin fermantasyonun başlangıcına göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun fermantasyon ile

birlikte ortamda laktik asit bakterilerinin gelişimi sonucu asitliğin artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sevindik ve ark. (2022) laktik asit bakterileri inoküle ederek fermente edilen gilaburu suyunun pH değerini 2.87-3.01, asitlik değerini %1.45-2.43 ve briks değerini 8.75-9.90 olarak belirlemiştir.

Çizelge 3' te fermente örneklerin fermantasyon süresine ve hidrosol türü ve oranına bağlı olarak renk değerlerindeki değişimler verilmektedir. Hidrosollerin gilaburu suyunun fermantasyon ortamında bulunmasının L* değerlerinde artma ve azalmalara neden olduğu, genel itibari ile hidrosol konsantrasyonunun artması ile L* aydınlık

değerlerinin örneklerde azaldığı görülmektedir. Özellikle kekik hidrosolü ile fermente edilen gilaburu suyu örneklerinin L* değerlerinin 4. ayın sonunda oldukça arttığı görülmektedir. Bununla birlikte fermantasyon ortamındaki hidrosollerin ise fermantasyonla birlikte L* değerlerinin arttığı görülmüştür. Hidrosol türü ve oranına bağlı olmaksızın fermente gilaburu sularının 4 aylık fermantasyon süresi sonunda a* değerlerinin azaldığı, b* değerlerinin ise arttığı görülmektedir. Sevindik ve ark., (2022) fermente gilaburu sularının L*, değerini 19.12-31.44, a* değerini 27.20-38.53 ve b* değerini 32.83-49.40 olarak belirlemiştir.

Çizelge 1. Fermente edilecek materyallerin bazı fizikokimyasal ve biyoaktif özellikleri

Table 1. Some physicochemical and bioactive properties of the materials to be fermented

Örnekler <i>Samples</i>	pH <i>pH</i>	Asitlik (%) <i>Acidity</i> (%)	L* <i>L*</i>	a* <i>a*</i>	b* <i>b*</i>	Briks (%) <i>Brix</i> (%)	Bulanıklık (NTU) <i>Turbidity</i> (NTU)	Toplam fenolik madde (mg GAE 100 ml ⁻¹) <i>Phenolic compound</i> (mg GAE 100 ml ⁻¹)	Toplam monomerik antosiyenin (mg siyanidin-3- glukozid 100 ml ⁻¹) <i>Total monomeric anthocyanin (mg cyanidin-3- glucoside 100 ml⁻¹)</i>	Hidrolize tanen (mg tannik asit 100 ml ⁻¹) <i>Hydrolyzed tannin (mg tannic acid 100 ml⁻¹)</i>	Toplam flavonoid (mg KE 100 ml ⁻¹) <i>Total flavonoid</i> (mg KE 100 ml ⁻¹)	DPPH ile antioksidan aktivite (mg TE 100 ml ⁻¹) <i>Antioxidant activity with DPPH (mg TE 100 ml⁻¹)</i>
Gilaburu suyu	3.00 ±0.05 ^c	0.77 ±0.03 ^a	21.04 ±0.02 ^c	48.10 ±0.01 ^a	36.16 ±0.02 ^d	9.25 ±0.35 ^a	1934 ±9.17 ^a	477.27 ±6.28 ^a	8.98 ± 0.11	263.16 ±4.40 ^a	461.81 ±5.79 ^a	814.35 ±94.46 ^a
Kekik hidrosolü	5.50 ±0.09 ^b	0.04 ±0.01 ^b	54.43 ±0.36 ^a	18.94 ±0.04 ^d	68.57 ±0.28 ^b	1.63 ±0.18 ^b	134.30 ±12.74 ^b	228.79 ±1.88 ^b	-	170.79 ±2.36 ^b	373.24 ±2.90 ^b	374.93 ± 4.89 ^b
Tıbbi nane hidrosolü	5.92 ±0.09 ^a	0.03 ±0.01 ^b	49.49 ±0.44 ^b	25.00 ±0.11 ^b	72.65 ±0.41 ^a	1.50 ±0.35 ^b	41.30 ±1.81 ^d	264.23 ±16.47 ^b	-	176.05 ±0.34 ^b	224.51 ±12.67 ^d	747.31 ±16.29 ^a
Lavanta hidrosolü	5.40 ±0.01 ^b	0.03 ±0.01 ^b	50.15 ±0.87 ^b	19.97 ±0.20 ^c	64.33 ±0.91 ^c	2.00 ± 0.0 ^b	74.23 ±2.33 ^c	182.70 ±1.65 ^c	-	154.99 ±3.72 ^c	302.33 ± 2.53 ^c	343.26 ±30.13 ^b

Çizelgede yer alan veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre aynı sütun içerisinde bulunan farklı küçük harfler gilaburu suyu örnekleri arasında anlamlı farklılığı (p<0.05) ifade etmektedir. NTU: Nefelometrik Bulanıklık Birimi, GAE: Gallik asit eşdeğeri, KE: Katesin eşdeğeri, TE: Troluks eşdeğeri.

Çizelge 2. Fermente örneklerin fermantasyon süresine göre pH ve asitlik değerleri

Table 2. pH and acidity values of fermented samples according to fermentation time

Örnek Sample	Fermantasyon süresi (ay) Fermentation time (month)															
	1. Ay				2. Ay				3. Ay				4. Ay			
	Fermente Gilaburu Suyu Fermented gilaburu juice		Hidrosollü fermantasyon sıvısı Fermentation liquid with hydrosol		Fermente Gilaburu Suyu Fermented gilaburu juice		Hidrosollü fermantasyon sıvısı Fermentation liquid with hydrosol		Fermente Gilaburu Suyu Fermented gilaburu juice		Hidrosollü fermantasyon sıvısı Fermentation liquid with hydrosol		Fermente Gilaburu Suyu Fermented gilaburu juice		Hidrosollü fermantasyon sıvısı Fermentation liquid with hydrosol	
pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	pH pH	Asitlik (%) Acidity (%)	
Kontrol	3.22 ± 0.014 ^{bb}	0.54 ± 0.035 ^{db}	5.62 ± 0.00 ^{aa}	0.01 ± 0.005 ^{cb}	3.23 ± 0.007 ^{cb}	0.70 ± 0.005 ^{da}	4.70 ± 0.021 ^{db}	0.03 ± 0.005 ^{cdB}	3.32 ± 0.014 ^{cdeA}	0.48 ± 0.010 ^{db}	4.35 ± 0.021 ^{dec}	0.08 ± 0.010 ^{bca}	3.21 ± 0.014 ^{cdB}	0.75 ± 0.015 ^{bca}	4.40 ± 0.021 ^{cc}	0.03 ± 0.005 ^{eb}
%20 Tibbi nane	3.22 ± 0.007 ^{ba}	0.57 ± 0.010 ^{cdC}	5.23 ± 0.028 ^{bca}	0.02 ± 0.005 ^{cc}	3.25 ± 0.014 ^{abca}	0.78 ± 0.015 ^{aba}	4.86 ± 0.014 ^{cc}	0.03 ± 0.005 ^{cdC}	3.26 ± 0.056 ^{deA}	0.65 ± 0.010 ^{ab}	5.12 ± 0.021 ^{bb}	0.05 ± 0.005 ^{bcdB}	3.19 ± 0.014 ^{da}	0.80 ± 0.005 ^{aa}	4.25 ± 0.014 ^{dd}	0.08 ± 0.005 ^{ca}
%40 Tibbi nane	3.22 ± 0.007 ^{bb}	0.69 ± 0.010 ^{ab}	4.95 ± 0.212 ^{deB}	0.03 ± 0.005 ^{bcBC}	3.25 ± 0.007 ^{abcb}	0.82 ± 0.010 ^{aa}	6.15 ± 0.021 ^{aa}	0.01 ± 0.005 ^{dc}	3.34 ± 0.028 ^{abcdeA}	0.55 ± 0.010 ^{bcc}	4.63 ± 0.035 ^{cb}	0.04 ± 0.010 ^{cdB}	3.25 ± 0.007 ^{cdB}	0.81 ± 0.005 ^{aa}	4.51 ± 0.014 ^{bb}	0.09 ± 0.005 ^{bca}
%20 Lavanta	3.22 ± 0.021 ^{ba}	0.62 ± 0.005 ^{cb}	4.40 ± 0.007 ^{fb}	0.03 ± 0.010 ^{bca}	3.23 ± 0.007 ^{ca}	0.76 ± 0.010 ^{bca}	4.27 ± 0.014 ^{fc}	0.05 ± 0.010 ^{abca}	3.25 ± 0.014 ^{ea}	0.54 ± 0.005 ^{cc}	4.21 ± 0.014 ^{ed}	0.03 ± 0.005 ^{da}	3.25 ± 0.014 ^{cdA}	0.78 ± 0.005 ^{abA}	4.54 ± 0.014 ^{ba}	0.05 ± 0.005 ^{deA}
%40 Lavanta	3.22 ± 0.014 ^{bb}	0.68 ± 0.010 ^{abA}	4.75 ± 0.014 ^{ea}	0.05 ± 0.005 ^{abA}	3.24 ± 0.014 ^{bcb}	0.71 ± 0.025 ^{cdA}	4.48 ± 0.028 ^{eb}	0.05 ± 0.005 ^{abA}	3.42 ± 0.007 ^{abA}	0.43 ± 0.010 ^{efB}	4.48 ± 0.014 ^{cdeB}	0.05 ± 0.005 ^{bcdA}	3.22 ± 0.014 ^{cdB}	0.73 ± 0.005 ^{ca}	4.53 ± 0.014 ^{bb}	0.06 ± 0.005 ^{da}
%20 Kekik	3.29 ± 0.014 ^{aA}	0.61 ± 0.010 ^{ca}	5.46 ± 0.014 ^{abA}	0.02 ± 0.005 ^{cb}	3.30 ± 0.007 ^{abA}	0.58 ± 0.005 ^{ea}	4.76 ± 0.007 ^{dc}	0.03 ± 0.005 ^{bcdB}	3.29 ± 0.021 ^{cdeA}	0.58 ± 0.010 ^{bca}	4.95 ± 0.014 ^{bb}	0.03 ± 0.005 ^{db}	3.01 ± 0.028 ^{fb}	0.59 ± 0.015 ^{deA}	4.73 ± 0.014 ^{ac}	0.05 ± 0.005 ^{da}
%40 Kekik	3.20 ± 0.028 ^{bb}	0.71 ± 0.015 ^{aA}	5.03 ± 0.014 ^{cdB}	0.03 ± 0.005 ^{bcb}	3.26 ± 0.014 ^{abcAB}	0.75 ± 0.015 ^{bca}	4.52 ± 0.007 ^{ec}	0.05 ± 0.010 ^{abcAB}	3.33 ± 0.007 ^{bcddeA}	0.41 ± 0.010 ^{fc}	5.75 ± 0.212 ^{aA}	0.03 ± 0.005 ^{db}	3.26 ± 0.014 ^{bcAB}	0.52 ± 0.005 ^{fb}	4.39 ± 0.014 ^{cc}	0.06 ± 0.005 ^{da}
%60 Kekik	3.22 ± 0.007 ^{bb}	0.62 ± 0.010 ^{bcb}	4.71 ± 0.007 ^{eb}	0.08 ± 0.015 ^{aA}	3.12 ± 0.028 ^{dc}	0.74 ± 0.005 ^{bcdA}	5.04 ± 0.007 ^{ba}	0.03 ± 0.000 ^{bcdB}	3.35 ± 0.014 ^{abcdA}	0.58 ± 0.010 ^{bcb}	4.59 ± 0.014 ^{cdC}	0.08 ± 0.015 ^{ba}	3.11 ± 0.014 ^{ec}	0.61 ± 0.005 ^{dbc}	4.02 ± 0.021 ^{ed}	0.10 ± 0.005 ^{abA}

%80 Kekik	3.24 ± 0.007 ^{abb}	0.70 ± 0.010 ^{aA}	4.72 ± 0.014 ^{eB}	0.08 ± 0.005 ^{aB}	3.27 ± 0.014 ^{abcB}	0.24 ± 0.001 ^{fD}	4.27 ± 0.014 ^{fC}	0.06 ± 0.010 ^{bB}	3.37 ± 0.007 ^{abcA}	0.63 ± 0.010 ^{aB}	5.95 ± 0.007 ^{aA}	0.03 ± 0.005 ^{dC}	3.32 ± 0.014 ^{abA}	0.57 ± 0.005 ^{eC}	4.19 ± 0.014 ^{dD}	0.11 ± 0.005 ^{aA}
%100 Kekik	3.23 ± 0.007 ^{bc}	0.62 ± 0.015 ^{bcA}	4.80 ± 0.007 ^{deA}	0.08 ± 0.010 ^{aB}	3.30 ± 0.014 ^{aB}	0.24 ± 0.001 ^{fD}	4.24 ± 0.007 ^f	0.08 ± 0.005 ^{aB}	3.42 ± 0.014 ^{aA}	0.46 ± 0.010 ^{deC}	4.36 ± 0.014 ^{cdeB}	0.13 ± 0.015 ^{aA}	3.33 ± 0.014 ^{aB}	0.56 ± 0.005 ^{eB}	4.39 ± 0.021 ^{cB}	0.08 ± 0.005 ^{cB}

Çizelgede yer alan veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre aynı sütun içerisinde bulunan farklı küçük harfler gilaburu suyu örnekleri arasında anlamlı farklılığı ($p<0.05$), aynı satır içerisinde bulunan farklı büyük harfler aynı gilaburu suyu örneğinde fermantasyon süresine göre anlamlı farklılığı ($p<0.05$) ifade etmektedir.

Çizelge 3. Fermente gilaburu sularının fermantasyon süresine göre renk değerleri

Table 3. Color values of fermented gilaburu juices according to fermentation time

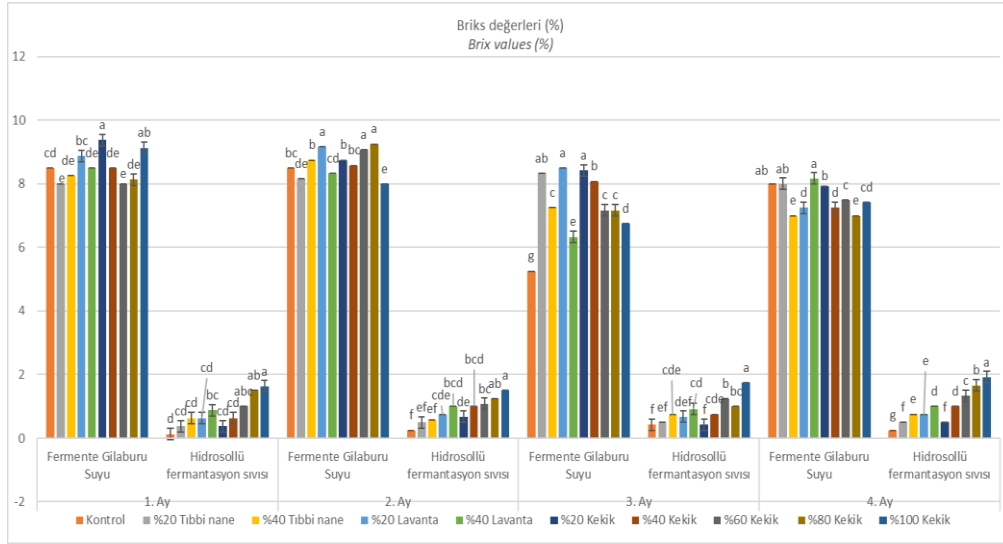
Örnek Sample	Fermantasyon süresi (ay) Fermentation time (month)											
	1. Ay			2. Ay			3. Ay			4. Ay		
Fermente gilaburu suyu Fermented gilaburu juice	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol	20.89 ± 0.070 ^{eB}	47.58 ± 0.083 ^{fA}	35.77 ± 0.125 ^{eB}	18.70 ± 0.020 ^{cC}	42.96 ± 0.047 ^{bC}	31.86 ± 0.096 ^{cB}	25.04 ± 1.282 ^{cA}	46.16 ± 0.083 ^{aB}	40.92 ± 0.233 ^{cA}	17.76 ± 0.084 ^{jC}	39.45 ± 0.097 ^{fD}	32.19 ± 4.319 ^{fB}
%20 Tıbbi nane	24.22 ± 0.036 ^{cB}	51.24 ± 0.042 ^{cA}	41.51 ± 0.095 ^{bcB}	20.99 ± 0.044 ^{bCD}	43.40 ± 0.035 ^{bB}	35.23 ± 0.160 ^{bC}	18.02 ± 0.038 ^{fD}	38.41 ± 0.084 ^{fD}	30.44 ± 0.101 ^{gD}	29.82 ± 0.024 ^{bA}	39.66 ± 0.020 ^{eB}	46.56 ± 0.142 ^{bA}
%40 Tıbbi nane	18.92 ± 0.114 ^{gB}	44.98 ± 0.077 ^{fgA}	32.49 ± 0.163 ^{gB}	13.79 ± 0.016 ^{gD}	35.95 ± 0.07 ^{eD}	23.35 ± 0.086 ^{hD}	18.33 ± 0.020 ^{fc}	39.78 ± 0.043 ^{dB}	31.22 ± 0.110 ^{fc}	26.13 ± 0.023 ^{fA}	39.37 ± 0.038 ^{fc}	42.20 ± 0.138 ^{cdA}
%20 Lavanta	24.81 ± 0.088 ^{bA}	52.20 ± 0.447 ^{bA}	42.30 ± 0.224 ^{bA}	17.22 ± 0.024 ^{eC}	41.30 ± 0.051 ^{cC}	29.35 ± 0.070 ^{eC}	10.21 ± 0.013 ^{gD}	29.38 ± 0.054 ^{hD}	17.50 ± 0.061 ^{hD}	24.63 ± 0.023 ^{gB}	44.21 ± 0.037 ^{aB}	40.87 ± 0.088 ^{dB}
%40 Lavanta	21.15 ± 0.317 ^{eA}	48.26 ± 0.406 ^{efA}	36.26 ± 0.558 ^{eA}	15.27 ± 0.056 ^{fb}	40.17 ± 0.086 ^{dC}	26.12 ± 0.102 ^{fb}	10.21 ± 0.013 ^{gC}	29.38 ± 0.054 ^{hD}	17.50 ± 0.061 ^{hC}	21.28 ± 0.100 ^{jA}	42.39 ± 0.108 ^{bB}	36.01 ± 0.234 ^{eA}
%20 Kekik	22.14 ± 0.597 ^{dB}	48.66 ± 0.716 ^{deA}	38.01 ± 0.643 ^{dB}	22.14 ± 0.597 ^{aB}	48.66 ± 0.716 ^{aA}	38.01 ± 0.643 ^{aB}	21.53 ± 0.025 ^{dB}	45.91 ± 0.043 ^{bB}	36.88 ± 0.077 ^{dC}	27.68 ± 0.059 ^{dA}	39.67 ± 0.015 ^{eC}	43.78 ± 0.153 ^{bcA}

%40 Kekik	29.98 ± 0.437 ^{aB}	55.24 ± 0.483 ^{aA}	49.79 ± 0.681 ^{aA}	18.05 ± 0.030 ^{dD}	40.34 ± 0.037 ^{dB}	30.41 ± 0.054 ^{dD}	27.97 ± 0.021 ^{aC}	38.76 ± 0.034 ^{eC}	43.61 ± 0.196 ^{aC}	34.5 ± 0.164 ^{aA}	37.22 ± 0.078 ^{hD}	48.98 ± 0.183 ^{aB}
%60 Kekik	24.25 ± 0.053 ^{bcB}	49.07 ± 0.048 ^{dA}	40.96 ± 0.084 ^{cb}	14.18 ± 0.224 ^{gD}	36.62 ± 0.230 ^{eD}	24.37 ± 0.390 ^{gD}	20.49 ± 0.017 ^{eC}	38.66 ± 0.023 ^{dC}	34.34 ± 0.098 ^{eC}	29.26 ± 0.035 ^{cA}	39.87 ± 0.015 ^{dB}	45.85 ± 0.047 ^{bA}
%80 Kekik	19.81 ± 0.161 ^{fc}	45.61 ± 0.174 ^{gA}	33.82 ± 0.237 ^{fc}	11.13 ± 0.089 ^D	34.19 ± 0.097 ^{gC}	18.88 ± 0.146 ^D	25.92 ± 0.008 ^{bb}	30.16 ± 0.020 ^{gA}	41.41 ± 0.068 ^{bb}	26.33 ± 0.043 ^{eA}	37.35 ± 0.021 ^{gB}	42.20 ± 0.054 ^{cdA}
%100 Kekik	19.60 ± 0.132 ^{fc}	44.85 ± 0.123 ^{gA}	33.38 ± 0.178 ^{fc}	11.70 ± 0.055 ^{hD}	35.06 ± 0.825 ^{fc}	19.15 ± 0.465 ^D	25.74 ± 0.011 ^{bca}	40.76 ± 0.017 ^{cb}	41.18 ± 0.073 ^{ba}	24.40 ± 0.072 ^{hb}	41.50 ± 0.061 ^{cb}	40.39 ± 0.146 ^{dB}

Çizelgede yer alan veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre aynı sütun içerisinde bulunan farklı küçük harfler gilaburu suyu örnekleri arasında anlamlı farklılığı ($p<0.05$), aynı satır içerisinde bulunan farklı büyük harfler aynı gilaburu suyu örneğinde fermantasyon süresine göre anlamlı farklılığı ($p<0.05$) ifade etmektedir.

Şekil 2' de fermente gilaburu suyu ve hidrosollü fermantasyon sıvılarının suda çözünür kuru madde miktarları verilmiştir. Fermantasyonun tamamlanması ile birlikte fermente gilaburu suyunun briks değerlerinde düşüşler görülmüştür. Bununla birlikte hidrosollü fermantasyon sıvılarının briks değerleri artış göstermiştir. Fermantasyon sürecinde gilaburu

meyvesinden hidrosollere suda çözünen madde geçişleri olması sebebiyle bu artışlar görüldüğü düşünülmektedir. Benzer şekilde Yılmaztekin ve Sislioglu (2015) gilaburu meyvesinin fermantasyon süresinin artması ile toplam kuru madde ve briks değerlerinin azaldığını belirlemişlerdir.



Şekil 2. Fermente örneklerin fermantasyon süresine göre briks değerleri

Figure 2. Brix values of fermented samples according to fermentation time

Şekilde yer alan veriler ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Aynı sütun içerisinde bulunan farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre anlamlı farklılığı ($p < 0.05$) ifade etmektedir.

Çizelge 4' de hidrosol ile fermente edilen ve kontrol grubu gilaburu suyu örneklerinin toplam fenolik madde değişimleri verilmiştir. Tüm örneklerde fermantasyon süresinin artışı ile özellikle 2. aydan sonra fenolik madde kayıpları meydana gelerek değerlerde düşüşler görülmüştür. Aynı durum ortamda bulunan hidrosollerin fenolik madde değerlerinde de gözlenmektedir. Bu durum fermantasyon ile birlikte laktik asit bakterilerinin gelişmesine bağlı olarak pH ve asitlik değerlerinin değişmesi sonucu toplam fenolik madde

miktarında azalmalara neden olabilmesine bağlanabilir. pH değerindeki değişimler fenolik maddelerin kimyasal yapısı üzerinde etkisi olabileceği ve toplam fenolik değerinin farklılaşabileceği bildirilmektedir (Ankolekar et al. 2012). Huang ve ark., (2019) fermente hawthorn pulpundaki fenolik madde içeriğinin ve antioksidan aktivite değerlerinin fermantasyonla birlikte artış gösterdiğini belirtmiştir. İlk iki aylık fermantasyon süresi sonrası elde edilen fermente gilaburu suyu örneklerinin toplam fenolik madde miktarı değerleri fermente olmamış gilaburu suyunun

değerinden yüksek çıktığı, 4 aylık fermantasyon sonrası ise bu değerlerde düşüşler görüldüğü belirlenmiştir. Gilaburu meyvesi fermantasyonunun fermantasyon süresinin artışına da bağlı olarak hidrosolün bulunduğu ortamda gerçekleştirilmesi ile toplam fenolik madde miktarında kontrol grubuna göre önemli düzeyde ($p<0.05$) azalma görülmüştür. Gilaburu meyve fermantasyonu sürecinin hidrosol ortamında gerçekleştirilmesi ile acılık ve burukluğun bir kaynağı olarak görülen fenolik bileşiklerin azalması sonucu bu duyuşsal algıların daha da azaltılabileceği görülmüştür.

Çizelge 4' de fermente gilaburu suyu örneklerinde fermantasyon süresi ile birlikte antosiyanin madde miktarının değişimi görülmektedir. Kontrol grubu fermente gilaburu suyu antosiyanin madde miktarı 1. ayda maksimum değerde iken ($5.70 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$), fermantasyonun tamamlanmasıyla minimum değere ulaşmıştır ($0.91 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$). Fermantasyonun 1. ayında tıbbi nane ve lavanta hidrosolü ile fermente edilen gilaburunun antosiyanin madde kaybı diğer örneklerle göre önemli düzeyde fazladır ($p<0.05$). Bu kayıplar fermantasyonun sonunda maksimum değere çıkmış ve tüm örneklerde görülmüştür. Fermantasyonun ilk ayında en yüksek antosiyanin madde miktarı kontrol grubunda olduğu belirlenmiştir. Fermantasyonun ikinci ayında ise %100 kekik ile %20 lavanta hidrosolü içeren örneklerin antosiyanin madde miktarları kontrol grubu ile benzer çıkmıştır ($p>0.05$). Fermantasyonun üçüncü ayında ise %20 lavanta hidrosolü içeren örnek kontrol ve diğer örneklerle göre

önemli düzeyde daha yüksek antosiyanin madde içerdiği belirlenmiştir ($p<0.05$). Fermantasyonun bitmesi ile birlikte kontrol gilaburu suyu ve hidrosol ile fermente edilen gilaburu suyu örnekleri arasında antosiyanin madde miktarı açısından önemli bir farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Mousavi ve ark., (2013) fermente nar suyundaki antosiyanin ve fenolik madde içeriğinin fermantasyonla birlikte azaldığını ve bu değişimin fermantasyon ortamında gelişen laktik asit bakterileri tarafından antosiyaninlerin metabolize edilmesi sonucu bu değişimin görülebileceğini bildirmişlerdir. Özellikle glikolize antosiyaninlerin fermantasyon boyunca bakteriler tarafından hidrolizi ile şeker içermeyen aglikon formlarına dönüşmesi toplam antosiyanin içeriğinde azalmalara yol açabilmektedir.

Çizelge 5 fermantasyon sürecini tamamlamış örneklerin hidrolize tanen, toplam flavonoid ve antioksidan aktivite değerlerini göstermektedir. Buna göre hidrolize tanen miktarı %20 tıbbi nane hidrosolü ile fermente edilen gilaburu suyunda en yüksek seviyede ($144.93 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) belirlenmiştir. Toplam flavonoid miktarı lavanta hidrosolü içeren örneklerde anlamlı olarak en yüksek değere (168.45 ve $156.41 \text{ mg } 100 \text{ ml}^{-1}$) ulaşmıştır. Antioksidan aktivite sonuçlarına bakıldığında ise hidrosol ile fermente edilen gilaburu suyu örneklerinin önemli düzeyde kontrol grubu örneğinden yüksek çıktığı belirlenmiştir ($p<0.05$). Fermantasyon ortamında bulunan hidrosolün gilaburu suyunun antioksidan aktivite değerine kayda değer oranda katkı sağladığı

görülmüştür. Kaprasob ve ark., (2017) fermente cashew elmasındaki hidroliz edilebilir tanen miktarını 2.51-2.58 mg tannik asit 100 ml⁻¹ olarak, toplam fenolik madde içeriğini 12.30-12.49 mg GAE 100 ml⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Ayrıca toplam fenolik madde değerlerinin 0-24 saat fermantasyon süresine kadar arttığı daha sonra azaldığı, hidroliz edilebilir tanen miktarının fermantasyon süresinin artmasına bağlı olarak azaldığını belirlemiştir. Fermantasyon süreci ile birlikte fenolik madde içeriğinin

azalmasına bağlı olarak antioksidan aktivitenin artması gerek antosiyaninlerin gerekse de diğer flavonoidlerin yapılarında yer alan bileşiklerin ortamdaki bakteriler tarafından enerji kaynağı olarak kullanılmasına bağlanabilir. Fermantasyon sonrası oluşan diğer metabolitler daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olması nedeniyle örnekler daha yüksek antioksidan aktivite göstermiş olabilir. Benzer durum Mousavi ve ark. (2013)' yapmış olduğu çalışmada da görülmüştür.

Çizelge 4. Fermente örneklerin fermantasyon süresine göre fenolik madde ve antosiyanin madde miktarları

Table 4. Phenolic and anthocyanin content of fermented samples according to fermentation time

Örnek Samples	Fermantasyon süresi (ay) Fermentation time (month)											
	1. Ay			2. Ay			3. Ay			4. Ay		
	Fermente Gilaburu Suyu <i>Fermented gilaburu juice</i>		Hidrosollü fermantasyon sıvısı <i>Fermentation liquid with hydrosol</i>	Fermente Gilaburu Suyu <i>Fermented gilaburu juice</i>		Hidrosollü fermantasyon sıvısı <i>Fermentation liquid with hydrosol</i>	Fermente Gilaburu Suyu <i>Fermented gilaburu juice</i>		Hidrosollü fermantasyon sıvısı <i>Fermentation liquid with hydrosol</i>	Fermente Gilaburu Suyu <i>Fermented gilaburu juice</i>		Hidrosollü fermantasyon sıvısı <i>Fermentation liquid with hydrosol</i>
	Toplam fenolik (mg GAE 100 ml ⁻¹) <i>Total phenolic (mg GAE 100 ml⁻¹)</i>	Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukozid 100 ml ⁻¹) <i>Total anthocyanin (mg cyanidin-3-glucoside 100 ml⁻¹)</i>	Toplam fenolik (mg GAE 100 ml ⁻¹) <i>Total phenolic (mg GAE 100 ml⁻¹)</i>	Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukozid 100 ml ⁻¹) <i>Total anthocyanin (mg cyanidin-3-glucoside 100 ml⁻¹)</i>	Toplam fenolik (mg GAE 100 ml ⁻¹) <i>Total phenolic (mg GAE 100 ml⁻¹)</i>	Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukozid 100 ml ⁻¹) <i>Total anthocyanin (mg cyanidin-3-glucoside 100 ml⁻¹)</i>	Toplam fenolik (mg GAE 100 ml ⁻¹) <i>Total phenolic (mg GAE 100 ml⁻¹)</i>	Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukozid 100 ml ⁻¹) <i>Total anthocyanin (mg cyanidin-3-glucoside 100 ml⁻¹)</i>	Toplam fenolik (mg GAE 100 ml ⁻¹) <i>Total phenolic (mg GAE 100 ml⁻¹)</i>	Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukozid 100 ml ⁻¹) <i>Total anthocyanin (mg cyanidin-3-glucoside 100 ml⁻¹)</i>	Toplam fenolik (mg GAE 100 ml ⁻¹) <i>Total phenolic (mg GAE 100 ml⁻¹)</i>	Toplam antosiyanin (mg siyanidin-3-glukozid 100 ml ⁻¹) <i>Total anthocyanin (mg cyanidin-3-glucoside 100 ml⁻¹)</i>
Kontrol	658.91± 3.29 ^{aA}	5.70 ± 0.52 ^{aA}	6.21± 0.63 ^{hC}	617.20± 3.77 ^{bcB}	2.70 ± 0.02 ^{aB}	10.14± 0.12 ^{IB}	486.19± 2.82 ^{aC}	2.06 ± 0.01 ^{bc}	17.41± 0.27 ^{gA}	270.88± 0.63 ^{aD}	0.91 ± 0.12 ^{aD}	5.51± 0.16 ^C
%20 Tibbi nane	531.45± 1.88 ^{eB}	1.44 ± 0.17 ^{efB}	56.46± 0.31 ^{gA}	537.78± 0.63 ^{efA}	2.36 ± 0.04 ^{bA}	46.58± 0.86 ^{hB}	289.52± 1.41 ^{efC}	0.68 ± 0.04 ^{fC}	55.07± 0.16 ^{fa}	195.89± 0.63 ^{bD}	0.30 ± 0.09 ^{aD}	25.18± 0.24 ^{gC}
%40 Tibbi nane	614.98± 0.47 ^{cdA}	2.77 ± 0.28 ^{deA}	105.60± 0.16 ^{dB}	619.86± 7.53 ^{bcA}	1.90 ± 0.05 ^{dB}	88.27± 0.71 ^{eC}	449.59± 0.94 ^{bb}	1.78 ± 0.02 ^{cB}	116.05± 0.71 ^{cA}	129.56± 0.94 ^{eC}	0.58 ± 0.29 ^{aC}	41.01± 0.24 ^{cd}
%20 Lavanta	602.34± 0.47 ^{dB}	3.42 ± 0.23 ^{cdA}	52.46 ± 0.31 ^{gbB}	634.95± 1.26 ^{bA}	2.66 ± 0.03 ^{aB}	53.68± 0.82 ^{gbB}	408.99± 1.88 ^{cc}	2.24 ± 0.04 ^{aB}	59.43 ± 1.18 ^{faA}	122.46± 0.31 ^{fd}	0.78 ± 0.18 ^{aC}	34.11± 0.04 ^{ecC}
%40 Lavanta	633.29± 3.77 ^{bb}	1.35 ± 0.22 ^{fb}	92.85 ± 0.63 ^{eb}	737.45± 4.39 ^{aA}	2.16 ± 0.06 ^{cA}	73.54± 0.63 ^{fc}	312.15± 7.06 ^{ec}	0.80 ± 0.02 ^{fc}	104.05± 0.78 ^{da}	78.53 ± 0.94 ^{hd}	0.78 ± 0.18 ^{aC}	42.26± 0.31 ^{cd}
%20 Kekik	532.12± 1.88 ^{eA}	4.97 ± 0.39 ^{abA}	74.32 ± 0.78 ^{fa}	521.80± 4.39 ^{fb}	1.35 ± 0.02 ^{ec}	49.41± 0.94 ^{hC}	291.18± 0.94 ^{ec}	1.98 ± 0.07 ^{bb}	69.99 ± 0.39 ^{eb}	78.31 ± 1.26 ^{hd}	0.55 ± 0.06 ^{ad}	37.49± 0.24 ^{dd}
%40 Kekik	630.96± 1.41 ^{ba}	4.97 ± 1.21 ^{abA}	105.71± 0.31 ^{dc}	564.40± 3.14 ^{dB}	2.03 ± 0.04 ^{cdB}	131.11± 0.78 ^{ca}	263.89± 18.83 ^{fgC}	1.29 ± 0.03 ^{ec}	127.67± 0.31 ^{bb}	90.07 ± 0.94 ^{gd}	0.54 ± 0.24 ^{ad}	23.73± 0.47 ^{hd}

%60 Kekik	528.46± 7.06 ^{eB}	4.55 ± 0.16 ^{abca}	198.56± 0.78 ^{ca}	599.01± 8.16 ^{ca}	1.93 ± 0.06 ^{db}	163.17± 1.57 ^{bb}	247.58 ± 2.35 ^{gc}	1.56 ± 0.04 ^{db}	133.44± 4.71 ^{bc}	132.89± 1.26 ^{ed}	0.41 ± 0.02 ^{ac}	31.16± 0.63 ^{fd}
%80 Kekik	542.77 ± 0.94 ^{ea}	5.42 ± 0.31 ^{aba}	227.84 ± 2.98 ^{ba}	554.19 ±10.04 ^{dea}	2.15 ± 0.01 ^{cb}	118.02 ± 1.41 ^{dc}	375.04 ± 2.82 ^{db}	0.34 ± 0.01 ^{gc}	147.31 ± 1.73 ^{ab}	139.54 ± 0.63 ^{dc}	0.55 ± 0.17 ^{ac}	119.10 ± 0.16 ^{bc}
%100 Kekik	628.96 ± 80 ^{bca}	4.32 ± 0.50 ^{bca}	234.50 ± 0.16 ^{aa}	559.07 ±4.392 ^{deb}	2.72 ± 0.05 ^{ab}	184.14 ± 1.09 ^{ab}	253.91 ± 4.71 ^{gc}	1.40 ± 0.02 ^{ec}	149.86 ± 0.31 ^{ac}	159.51 ± 1.26 ^{cd}	0.60 ± 0.02 ^{ad}	150.86± 0.47 ^{ac}

Çizelgede yer alan veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Tukey testi sonuçlarına göre aynı sütun içerisinde bulunan farklı küçük harfler gilaburu suyu örnekleri arasında anlamlı farklılığı ($p<0.05$), aynı satır içerisinde bulunan farklı büyük harfler aynı gilaburu suyu örneğinde fermantasyon süresine göre anlamlı farklılığı ($p<0.05$) ifade etmektedir. GAE: Gallik asit eşdeğeri.

Çizelge 5. Fermente gilaburu suyu ve hidrosollü fermantasyon sıvılarının hidrolize tanen ve toplam flavonoid madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri

Table 5. Hydrolyzed tannins, total flavonoids and antioxidant activity values of fermented gilaburu juice and hydrosol fermentation liquids

Örnek Sample	Fermantasyon süresi (4. ay) Fermentation time (4. month)					
	Örnekler					
	Fermente gilaburu suyu Fermented gilaburu juice	Hidrosollü fermantasyon sıvısı Fermentation liquid with hydrosol	Fermente Gilaburu Suyu Fermented gilaburu juice	Hidrosollü fermantasyon sıvısı Fermentation liquid with hydrosol	Fermente Gilaburu Suyu Fermented gilaburu juice	Hidrosollü fermantasyon sıvısı Fermentation liquid with hydrosol
	Hidrolize tanen (mg tannik asit 100 ml ⁻¹) Hydrolyzed tannin (mg tannic acid 100 ml ⁻¹)		Toplam flavonoid (mg KE 100 ml ⁻¹) Total flavonoid (mg KE 100 ml ⁻¹)		Antioksidan aktivite (mg TE 100 ml ⁻¹) Antioxidant activity (mg TE 100 ml ⁻¹)	
Kontrol	132.49 ± 1.02 ^{ab}	63.56±1.01 ^f	147.97±20.27 ^{abc}	1.19 ± 0.13 ^f	18.68±0.20 ^g	2.71 ± 0.13 ^h
%20 Tıbbi nane	144.93 ± 2.37 ^a	82.71±1.69 ^e	130.82 ±9.77 ^{abc}	4.19 ± 0.07 ^{ef}	19.06 ± 0.27 ^g	4.69 ± 0.07 ^g
%40 Tıbbi nane	131.53 ± 3.72 ^{abc}	113.82±2.36 ^d	128.51 ±0.72 ^{abc}	8.84 ± 0.20 ^d	26.59 ± 0.10 ^c	8.97 ± 0.23 ^e
%20 Lavanta	131.30± 2.03 ^{abc}	111.91±3.04 ^d	168.45±23.89 ^a	4.94 ± 0.54 ^e	22.95 ± 0.17 ^e	7.17 ± 0.23 ^f
%40 Lavanta	128.42 ± 6.77 ^{abc}	136.08±0.67 ^c	156.41±18.46 ^{ab}	5.03 ± 0.60 ^e	22.93 ± 0.33 ^e	5.17 ± 0.07 ^g
%20 Kekik	110.71 ± 8.80 ^{cd}	88.69±0.67 ^e	121.34 ±2.17 ^{abc}	25.21 ± 0.54 ^c	21.37 ± 0.17 ^f	11.61 ± 0.10 ^d
%40 Kekik	111.91 ± 1.69 ^{bcd}	121.48±3.04 ^d	104.70 ±1.09 ^c	26.24 ± 1.27 ^c	30.37 ± 0.30 ^a	12.11 ± 0.13 ^d
%60 Kekik	105.92 ± 3.39 ^d	180.83±3.72 ^b	112.38 ±8.33 ^{bc}	29.95 ± 0.18 ^b	24.63 ± 0.20 ^d	16.08 ± 0.47 ^c
%80 Kekik	112.86 ± 11.17 ^{bcd}	184.90±3.38 ^b	116.22 ± 1.45 ^{bc}	37.69 ± 0.63 ^a	23.99 ± 0.10 ^d	20.47 ± 0.40 ^b
%100 Kekik	116.45 ± 0.68 ^{bcd}	208.37±7.44 ^a	101.63 ± 6.88 ^c	26.36 ± 1.81 ^c	29.05 ± 0.03 ^b	27.63 ± 0.23 ^a

Çizelgede yer alan veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı sütun içerisinde bulunan farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre anlamlı farklılığı ($p<0.05$) ifade etmektedir. KE: Kateşin eşdeğeri, TE: Troluks eşdeğeri.

Fermente gilaburu suyunun duyusal Çizelge 6' da farklı hidrosol ve oranları ile birlikte 4 ay süre ile fermente edilmiş gilaburu örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları yer almaktadır. Fermantasyon uygulaması ve fermantasyona farklı aromatik bitki hidrosollerinin dahil edilmesi gilaburu suyunun duyusal parametreleri üzerinde gözle görülür farklılıklara neden olmuştur. Gilaburu suyu örneklerinin renk ve görünüşleri değerlendirildiğinde kontrol grubu ile birlikte, lavanta hidrosolü ile fermente edilen örneklerin panelistler tarafından daha çok beğenildiği belirlenmiştir. Tatlılık kriteri açısından tüm örnekler benzer olarak algılanmış ve değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$). Koku açısından %80 kekik hidrosolü ile fermente edilen örnek en düşük puanı alırken diğer örnekler arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır ($p>0.05$). Meyvemsi aroma en belirgin kontrol grubunda tespit

edilirken, çiçeksi aroma lavanta, kekik ve tıbbi lavanta hidrosolü ile fermente edilen örneklerde daha yüksek belirlenmiştir. Fermente aroma, acılık ve burukluk kriterleri açısından örnekler arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak puan değerlerine bakıldığında burukluğun hidrosol ortamında fermente edilen gilaburu örneklerinde daha düşük algılandığı, bu da hidrosollü örneklerin fenolik madde içeriklerinin kontrol grubuna göre daha düşük olması ile doğru orantılı olabileceği düşünülebilir. Genel beğeni puanlarına bakıldığında ise kontrol grubunu takiben %40 tıbbi nane, %40 lavanta, %20 kekik ve %40 kekik örnekleri en beğenilen örnekler arasında yer almıştır. Gilaburu suyu örneklerinin duyusal değerlendirmeleri sırasında panelistlerin hidrosol ile fermente edilen örneklerin daha aromatik olduğu ve bu aromanın gilaburu kaynaklı acı ve buruk tadı baskıladığı belirtilmiştir.

Çizelge 6. Duyusal değerlendirme sonuçları

Table 6. Sensorial evaluation results

Özellikler Properties	Fermente gilaburu suları (4. ay) Fermentation time (4. month)									
	Kontrol	Tıbbi nane % 20	Tıbbi nane % 40	Lavanta %20	Lavanta %40	Kekik %20	Kekik %40	Kekik %60	Kekik %80	Kekik %100
Renk Color	4.7± 0.67 ^a	2.7± 0.95 ^{de}	3.1± 0.74 ^{cde}	4.3± 0.82 ^{ab}	4.4± 0.70 ^{ab}	3.5± 0.71 ^{bcd}	2.1± 0.57 ^e	2.8± 0.79 ^{cde}	2.3± 0.82 ^e	3.9± 1.10 ^{abc}
Tatlılık Sweetness	2.9± 1.20 ^a	2.6± 1.58 ^a	2.6± 1.51 ^a	2.2± 1.03 ^a	2.5± 1.18 ^a	2.6± 0.97 ^a	2.5± 1.08 ^a	2.2± 0.92 ^a	2.0± 0.82 ^a	2.6± 1.17 ^a
Asitlik Acidity	3.3± 1.25 ^a	3.0± 1.33 ^a	2.9± 1.52 ^a	2.8± 1.32 ^a	2.6± 1.43 ^a	3.0± 1.05 ^a	2.6± 0.97 ^a	2.7± 0.95 ^a	2.8± 1.03 ^a	2.9± 0.74 ^a
Koku Odor	4.0± 1.25 ^a	3.3± 1.25 ^{ab}	3.3± 1.16 ^{ab}	3.0± 1.25 ^{ab}	3.2± 1.32 ^{ab}	3.4± 1.07 ^{ab}	3.2± 1.23 ^{ab}	2.4± 1.43 ^{ab}	2.1± 0.88 ^b	3.4± 1.35 ^{ab}
Meyvemsi aroma Fruity flavor	4.4± 1.26 ^a	3.5± 1.43 ^{ab}	3.2± 1.32 ^{ab}	3.3± 1.06 ^{ab}	3.2± 1.32 ^{ab}	3.3± 1.16 ^{ab}	3.5± 0.85 ^{ab}	2.9± 1.20 ^{ab}	2.5± 1.08 ^b	3.3± 0.95 ^{ab}
Çiçeksi aroma Floral flavor	2.5± 1.65 ^a	3.3± 1.65 ^a	3.8± 1.32 ^a	3.9± 1.37 ^a	3.9± 1.45 ^a	2.6± 1.35 ^a	3.3± 1.34 ^a	3.2± 1.32 ^a	3.0± 1.05 ^a	3.2± 1.23 ^a
Fermente aroma Fermented flavor	3.0± 1.70 ^a	3.6± 1.26 ^a	3.3± 1.42 ^a	2.7± 1.16 ^a	2.7± 1.16 ^a	3.0± 1.25 ^a	3.4± 0.97 ^a	3.2± 1.14 ^a	3.7± 0.82 ^a	3.2± 1.14 ^a
Bitkisel aroma Herbal flavor	2.7± 1.81 ^a	3.1± 1.52 ^a	3.4± 1.51 ^a	3.5± 1.51 ^a	3.2± 1.62 ^a	2.4± 1.26 ^a	3.3± 1.25 ^a	4.0± 0.94 ^a	4.0± 0.94 ^a	3.1± 1.10 ^a
Acılık Bitterness	2.8± 1.58 ^a	3.1± 1.29 ^a	2.9± 1.37 ^a	3.2± 1.55 ^a	2.8± 1.14 ^a	2.7± 1.25 ^a	2.6± 0.97 ^a	3.7± 1.06 ^a	2.7± 1.06 ^a	2.7± 1.25 ^a
Burukluk Astringency	3.5± 1.58 ^a	3.1± 1.37 ^a	2.8± 1.14 ^a	3.2± 1.40 ^a	2.9± 1.29 ^a	3.3± 1.16 ^a	2.7± 1.22 ^a	3.2± 1.13 ^a	3.0± 1.41 ^a	3.0± 1.05 ^a
Genel beğeni Overall acceptability	4.4± 0.97 ^a	2.6± 1.58 ^b	3.2± 1.66 ^{ab}	2.3± 1.16 ^b	2.8± 1.14 ^{ab}	3.3± 0.95 ^{ab}	3.0± 0.94 ^{ab}	2.1± 1.20 ^b	2.2± 1.03 ^b	3.0± 1.33 ^{ab}

Çizelgede yer alan veriler ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir. Aynı satır içerisinde bulunan farklı harfler Tukey testi sonuçlarına göre anlamlı farklılığı (p<0.05) ifade etmektedir.

Sonuçlar

Kekik, lavanta ve tıbbi nane hidrosolü ile fermente edilen gilaburu suyu örneklerinin duyuşal özellikleri ile fermantasyon boyunca fizyokimyasal ve biyoaktif özellikleri değerlendirilmiştir. Fermantasyon ortamında yer alan hidrosolün çeşidi ve konsantrasyonunun değişimine bağılı olarak gilaburu suyunun özelliklerinde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Örneklerin asitlik ve pH değerlerinde anlamlı değişimler görülmezken, fermantasyon süresinin artması ile birlikte hem kontrol örneğinde hem de hidrosol ile fermente edilen örneklerde antosiyanin madde kayıpları görülmüştür. Bununla birlikte, hidrosolün fermantasyona dahil edilmesi ile bazı fermente gilaburu sularında hidrolize tanen, toplam flavonoid ve antioksidan aktivitede kontrol grubuna kıyasla artışlar görülmüştür. Duyusal açıdan ise kontrol grubuna kıyasla burukluk puanlarının hidrosol ile fermente edilen örneklerde azaldığı belirlenmiştir. Bu çalışma ile uçucu yağ endüstrisinin atık materyali olan hidrosoller gilaburunun fermantasyonu sürecine dahil edilerek geri kazanılmış ve biyoaktif özellikleri geliştirilmiş duyuşal olarak kabul edilebilir aromatik fermente gilaburu suyu üretimi gerçekleştirilmiştir. Geleneksel fermente ürünlere alternatif yeni laktik fermente meyve ve sebze sularının geliştirilmesinde bu ürünlerde kullanılan ham maddelerin besinsel avantajları ile laktik fermantasyondan kaynaklanan faydaların birleşiminden yola çıkılarak önemli katma değere sahip başka ürünler geliştirilebilir.

Teşekkür: Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A lisans araştırma projeleri kapsamında 1919B012203455 kodlu proje ile desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: MÇ çalışmayı tasarlamış, FY, MŞK ve ŞA deneysel çalışmaları yürütmüş, SB tarafından çalışma verileri değerlendirilmiş ve makale yazılmış, MÇ tarafından düzenlenmiştir.

Kaynaklar

- Alice, G., Corina, B., Lucia, P., Sultana, N., Bazdoaca, C., & Nicoleta, D. (2019). Polyphenol Content Dynamics in Hydrodistillation Water Residues of Lamiaceae Species. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 22(3), 858–64.
- Ankolekar, C., Johnson, K., Pinto, M., Johnson, D., Labbe, R.G., Greene, D., & Shetty, K. (2012). Fermentation of whole apple juice using lactobacillus acidophilus for potential dietary management of hyperglycemia, hypertension, and modulation of beneficial bacterial responses. *Journal of Food Biochemistry*, 36, 718–38.
- Cemeroğlu, B. S., Gıda Analizleri, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara, 2013.
- Çam, M., & Y. Hişil. (2007). Comparison of Chemical Characteristics of Fresh and Pasteurised Juice of Gilaburu (*Viburnum Opulus L.*). *Acta Alimentaria*, 36(3), 381–85.
- D'Amato, Serena, Serio, A., López, C. C., & Paparella, A. (2018). Hydrosols: Biological Activity and Potential as Antimicrobials for Food Applications. *Food Control*, 86, 126–37.
- Huang, Y., Wang, H., & Zhu, C. (2019). Effect of Lactic Acid Bacteria Fermentation on Antioxidation and Bioactivity of Hawthorn Pulp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 267(6).
- İncegöl, Y., & Çam, M. (2021). Recovery of Water - Soluble Materials after Distillation of Sage (*Salvia Officinalis L.*) and the Use of Materials in the Production of Cake and Ice Cream. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15, 2688–94.
- Kaprasob, R., Kerdchoechuen, O., Laohakunjit, N., Sarkar, D., & Shetty, K. (2017). Fermentation-Based Biotransformation of Bioactive Phenolics and Volatile Compounds from Cashew Apple Juice by Select Lactic Acid Bacteria. *Process Biochemistry*, 59, 141–49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procbio.2017.05.019>.
- Kraujalyte, V., Leitner, E., & Venskutonis, P. R. (2012). Chemical and sensory characterisation of aroma of *Viburnum opulus* fruits by solid phase microextraction-gas chromatography-olfactometry. *Food Chemistry*, 132, 717–723.
- Mielnik, M. B., Sem, S., Egelanddsal, B., & Skrede, G. (2008). By-products from herbs essential oil production as ingredient in marinade for turkey thighs. *LWT*, 41, 93–100.
- Ya-ting, L. (2016). A Study of the Effect of Lavender Fl Oral-Water Eye-Mask Aromatherapy on the Autonomous Nervous System. *European Journal of Integrative Medicine*, 8(5), 781–88. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eujim.2016.05.008>.
- Spréa, R. M., Caleja, C., Pinela, J., Finimundy, T. C., Calhelha, R. C., Kostić, M., Sokovic, M., Prieto, M. A., Pereira, E., Amaral, J. S. & Barros, L. (2022). Comparative Study on the Phenolic Composition and in Vitro Bioactivity of Medicinal and Aromatic Plants from the Lamiaceae Family. *Food Research International*, 161.
- Mousavi, Z. E., Mousavi, S. M., Razavi, S. H., Hadinejad, M., Emam-Djomeh, Z., & Mirzapour, M. (2013). Effect of Fermentation of Pomegranate Juice by Lactobacillus Plantarum and Lactobacillus Acidophilus on the

- Antioxidant Activity and Metabolism of Sugars, Organic Acids and Phenolic Compounds. *Food Biotechnology*, 27(1), 1–13.
- Nikolić, M., Glamočlija, J., Ferreira, I. J. F. R., Calhelha, R. C., Fernandes, A., Marković, T., Marković, D., Giweli, A., & Soković, M. (2014). Chemical Composition, Antimicrobial, Antioxidant and Antitumor Activity of *Thymus Serpyllum* L., *Thymus Algeriensis* Boiss. and *Reut* and *Thymus Vulgaris* L. Essential Oils. *Industrial Crops and Products*, 52, 183–90.
- Ozrenk, K., İlhan, G., Sagbas, H. I., Karatas, N., Ercisli, S., & Colak, A. (2020). Characterization of European Cranberrybush (*Viburnum Opulus* L.) Genetic Resources in Turkey. *Scientia Horticulturae*, 273, 109611. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109611>.
- Popa, C. L., Lupitu, A., Mot, M. D., Copolovici, L., Moisa, C., & Copolovici, D. M. (2021). Chemical and Biochemical Characterization of Essential Oils and Their Corresponding Hydrolats from Six Species of the Lamiaceae Family. *Plants*, 10(11), 1–18.
- Sadowska, U., Żabiński, A., Szumny, A., & Dziadek, K. (2016). An Effect of Peppermint Herb (*Mentha Piperita* L.) Pressing on Physico-Chemical Parameters of the Resulting Product. *Industrial Crops and Products*, 94, 909–19.
- Sagdic, O., Aksoy, A., & Ozkan, G. (2006). Evaluation of the Antibacterial and Antioxidant Potentials of Cranberry (*Gilaburu*, *Viburnum Opulus* L.) Fruit Extract. *Acta Alimentaria*, 35(4), 487–92.
- Sevindik, O., Guclu, G., Agirman, B., Selli, S., Kadiroglu, P., Bordiga, M., Capanoglu, E., & Kelebek, H. (2022). Impacts of Selected Lactic Acid Bacteria Strains on the Aroma and Bioactive Compositions of Fermented *Gilaburu* (*Viburnum Opulus*) Juices. *Food Chemistry*, 378, 132079. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132079>.
- Singh, R. P., Murthy, K. N. C., & Jayaprakasha G. K. (2002). Studies on the Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica Granatum*) Peel and Seed Extracts Using in Vitro Models. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1), 81–86. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf010865b>.
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144–158.
- Willis, R. B., & Allen, P. R. (1998). Improved Method for Measuring Hydrolyzable Tannins Using Potassium Iodate. *Analyst*, 123(3), 435–39.
- Yadikar, N., Bobakulov, K., Li, G., Aisa, & H. A. 2018. Seven New Phenolic Compounds from *Lavandula Angustifolia*. *Phytochemistry Letters*, 23, 149–54. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2017.12.005>.
- Yilmaztekin, M., & Sislioglu, K. (2015). Changes in Volatile Compounds and Some Physicochemical Properties of European Cranberrybush (*Viburnum Opulus* L.) During Ripening Through Traditional Fermentation. *Journal of Food Science*, 80(4), C687–94.
- Zhishen, J., Mergcheng, T., Jianming, W. (1999). The Determination of Flavonoid Contents in *Mullberry* and Their Scavenging Effects on Superoxide Radicals. *Food Chemistry*, 64(4), 555–59.