

## PROBİYOTİK KÜLTÜRLERLE FERMENTE KARPUZ SUYU ÜRETİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Sevim Öztürk Oruç<sup>1\*</sup>, İbrahim Çakır<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolu Tarım ve Orman Müdürlüğü, Gıda ve Yem Şubesi, Bolu, Türkiye

<sup>2</sup>Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu, Türkiye

Geliş / Received: 26.08.2019; Kabul / Accepted: 17.10.2019; Online baskı / Published online: 02.11.2019

Öztürk Oruç, S., Çakır, İ. (2019). Probiyotik kültürlerle fermente karpuz suyu üretimi üzerine bir araştırma. *GIDA* (2019) 44 (6): 1030-1041 doi: 10.15237/gida.GD19124.

Öztürk Oruç, S., Çakır, İ. (2019). A research on production of fermented watermelon juice by probiotic culture. *GIDA* (2019) 44 (6): 1030-1041 doi: 10.15237/gida.GD19124.

### ÖZ

Bu çalışmada taze sıkılmış karpuz suyunun probiyotik özellikleri bilinen *Lactobacillus helveticus* NRRL B-4526, *Lactobacillus acidophilus* KPb4b ve *Lactobacillus plantarum* ile fermente edilerek karpuz suyu üretimi amaçlanmıştır. Karpuz suları, bakteri kültürleri inoküle edildikten sonra 37 °C'de 18 saat fermantasyona bırakılmıştır. Fermantasyon süresince örneklerde, toplam laktik asit bakterisi (LAB) sayımı, titrasyon asitliği, pH ve suda çözünür kuru madde analizleri yapılmıştır. Ayrıca, fermantasyonun başında ve sonunda toplam fenolik madde içeriği, toplam antioksidan aktivite, şeker miktarı analizleri ile birlikte, son ürünlerde duyu analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, LAB sayılarının tüm örneklerde önemli ölçüde arttığı, en yüksek sayının 10.0 log kob/mL ile *Lb. plantarum* ile fermente edilen örnekte olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon işlemiyle birlikte tüm içeceklerde fenolik madde miktarı (151.86-201.94 mg kateşin eşdeğeri/L) ve toplam antioksidan aktivite değerleri (4.60-7.53 µmol Trolox Eşdeğeri (TE)/100 g) artış göstermiştir. Duyusal analizlerde en çok beğenilen ürün *Lb. plantarum* ile üretilen karpuz suyu olmuştur. Diğer tüm örneklerde genel beğeni düzeyi fermantasyondan sonra önemli ölçüde azalmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Fermente karpuz suyu, laktik asit fermantasyonu, LAB, *Lb. plantarum*, probiyotik

### A RESEARCH ON PRODUCTION OF FERMENTED WATERMELON JUICE BY PROBIOTIC CULTURE

#### ABSTRACT

The aim of this study was to produce fermented watermelon juice by inoculating *Lactobacillus helveticus* NRRL B-4526 standard strain, *Lactobacillus acidophilus* KPb4b and *Lactobacillus plantarum* lactic acid bacteria (LAB), which are known to have probiotic properties in freshly squeezed watermelon juice. Freshly-squeezed watermelon juice inoculated by lactic acid bacteria was left for fermentation for 18 hours at 37 °C. During the fermentation period, total viable LAB, titratable acidity, pH and soluble solid content were analysed in the samples. In addition, chemical (total phenolic compounds, total antioxidant activity and sugar) and sensory analyses were performed on samples at the beginning and end of the fermentation. Findings of research showed that the number of LAB increased significantly in all samples and the highest number with 10.0 log cfu/mL was found in the sample fermented by *Lb. plantarum*. The amount of phenolic compounds (151.86-201.94 mg catechin equivalent/L) and total antioxidant activity (4.60-7.53 µmol Trolox Equivalent (TE)/100 g) in all beverages increased with fermentation process. In sensory analysis, the most preferred watermelon juice was the sample produced by *Lb. plantarum*. In all other examples, the level of general appreciation decreased significantly after fermentation.

**Keywords:** Watermelon juice, lactic acid fermentation, LAB, *Lb. plantarum*, probiotic

\* Yazışmalardan sorumlu yazar/Corresponding author:

✉ sevimozturk78@gmail.com

☎ (+90) 374 254 1000 / 4848

☎ (+90) 374 253 4945

## GİRİŞ

Probiyotikler yeterli miktarda tüketilmeleri halinde konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır (FAO/WHO 2001; Çakır 2003; Gueimonde ve Salminen 2006). Bazı bireylerin beslenme tercihlerinden dolayı hayvansal ürünleri tüketmemesi, süt proteinlerinin alerjik etkileri ve laktozun bazı bireyler tarafından tolere edilememesi gibi nedenler süt ürünleri dışındaki fonksiyonel ürünlere eğilimi arttırmıştır. Özellikle fonksiyonel içecekler, cazip tadı, sağlık üzerindeki olumlu etkileri sayesinde tüm yaş gruplarına hitap etmektedir (Prado vd., 2008; Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro, 2010; Perricone vd., 2015; Shaikh Uzma vd., 2018).

Karpuz, Afrika, Asya ve Akdeniz'in sıcak bölgelerinde yetişen ve *Cucurbitaceae* familyasına giren *Citrullus* cinsi bir meyvedir. Başta Ege bölgesi olmak üzere ülkemizin tüm bölgelerinde yetiştirilmekte olan karpuzun üretim kapasitesi yıllık 3.5 milyon ton civarındadır (Karipçin, 2009). Karpuz, vitamin (A, B, C ve E) ve mineral (K, Mg, Ca ve Fe) içeriğinin yüksek olması ve bazı spesifik aminoasitleri (sitrullin, arjinin) barındırmasının yanında, karotenoidler, fenolik bileşikler ve antioksidanlar yönünden de oldukça zengindir (Tlili vd., 2010; Rawson vd., 2011). Karbonhidrat içeriği %7'ye yakın olup, %91'den fazlası sudur (Jayaprakasha vd., 2011). Sayılan tüm bu özellikleri sebebiyle karpuzun bakteri ve mayaların gelişimi için uygun bir substrat olabileceği düşünülmüş, karpuz suyunun fermantasyonu üzerine bazı araştırmalar yapılmıştır. Karpuz suyunun fermantasyonu üzerine literatürde göze çarpan ilk çalışma Koreli bilimcilere aittir. Shin vd. (1978) tarafından gerçekleştirilen ve karpuz suyunun ısl işlem ve fermantasyona tabi tutularak muhafazası ile ilgili bir çalışmada, karpuzdan elde edilen meyve suyu oranının % 56.2 olduğu, pulpun 24 saat bekleme sonunda kolaylıkla ayrılabilirdiği, 100 °C'de 5 dakika ısıtmanın ürünün tadını önemli seviyede değiştirmedeği ve pastörize karpuz suyunun laktik asit fermantasyonu ile elde edilen içeceğe göre daha çok tercih edilebilir olduğu belirlenmiştir (Shin vd., 1978; Fenercioğlu, 1993). Bir diğer çalışmada ise kavun ve karpuz suları çay mantarı

olarak ifade edilen ve asetik asit bakterileri ile mayaları barındıran Kombucha ile fermente edilmiş ve fermantasyon sonrası ortaya çıkan ürünlerin biyolojik aktiviteleri araştırılmıştır. Sonuçlara göre, karpuz suyunun Kombucha ile fermantasyonu sonucunda antioksidan aktivitenin fermantasyonun ilk gününden itibaren 7. güne kadar arttığı, 7. günden itibaren ise azaldığı gösterilmiştir (Kubilay, 2014). Karpuz suyunun LAB'ları ile fermantasyonu üzerine yapılan çalışmalardan birinde Chen vd. (2016), karpuz suyunu *Lb. acidophilus* ve *Lb. plantarum* bakterileri ile fermente etmiş ve fermente karpuz suyu ile kontrol olarak kullanılan taze sıkılmış karpuz suyunun uçucu aroma maddelerini karşılaştırmıştır. Araştırma sonucunda 29 alkol, 19 aldehit, 13 keton, 22 asit, 11 hidrokarbon, 17 ester ve 13 başka tür içeren toplam 124 uçucu lezzet maddesi izole edilmiş ve tanımlanmıştır. Hem taze sıkılmış hem de fermente karpuz sularında alkollerin temel aroma maddeleri olduğu, ortamdaki asitlerin fermantasyonla birlikte artış gösterdiği ve fermantasyonun son aşamasında aromada etkin hale geldikleri gösterilmiştir. Ayrıca *Lb. acidophilus* ile fermente edilen karpuz suyunda güçlü keskin kokulu bazı maddelerin daha sonraki aşamalarda üretildiği, bu nedenle optimum fermantasyon süresinin (24 saat civarı) iyi ayarlanması gerektiği belirtilmiştir (Chen vd., 2016). Son yıllarda yapılan bir diğer çalışmada ise, inülin ve früktooligosakkarit ilave edilen ve edilmeyen karpuz suları *Lb. plantarum* ile 37 °C'de 6 saat fermantasyona tabi tutulmuş ve probiyotik bir içecek üretimi amaçlanmıştır. Karpuz suları fermantasyondan önce 80 °C'de 40 saniye pastörize edilmiştir. Elde edilen içeceğin 4 °C'de 2 haftalık depolanması sonucunda ürünün fizikokimyasal özellikleri ve *Lb. plantarum* sayısındaki değişiklikler incelenmiştir. Bulgular 2 haftaya kadar olan depolama sürecinde inülin ve früktooligosakkarit ilave edilen ve edilmeyen fermente karpuz sularının her ikisinde de *Lb. plantarum* bakterisinin 11 log kob/mL düzeyinde canlılığını koruyabildiğini göstermiştir (Amanda ve Choo, 2018).

Karpuz suyunun fermantasyonu üzerine sınırlı sayıda yapılan çalışmalar ve elde edilen bulgular değerlendirildiğinde fermente karpuz sularının

farklı özelliklerinin araştırıldığı görülmüştür. Konuyla ilgili yapılan araştırma sayısının azlığı ve birbirini destekleyecek bulguların yetersizliği sebebiyle bu çalışmada karpuz suyunun laktik asit fermantasyonu sonucunda bazı kimyasal ve duyuşal özelliklerdeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Materyal

Çalışmada kullanılan *Lb. helveticus* NRRL B-4526 standart suşu ve *Lb. acidophilus* KPb4b ve *Lb. plantarum* yerel suşları Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Mikrobiyolojisi Laboratuvarı kültür koleksiyonundan, karpuzlar ise Bolu merkezinde bulunan bir manavdan temin edilmiştir.

### Yöntem

#### Karpuz suyunun hazırlanması ve fermantasyonu

Karpuzlar dış kısımları iyice yıkandıktan sonra, steril alet-ekipman yardımıyla kesilip, kabuk ve çekirdekleri uzaklaştırılmış ve katı meyve sıkacağı (Arzum Aspira AR113, Türkiye) ile sıkılarak karpuz suyu elde edilmiştir. Elde edilen karpuz suları, meyve etinden gelen lifli parçacıkların uzaklaştırılması için ince bir süzgeçten geçirilerek süzölmüştür. Tüm örneklerin aynı içerik ve özelliklerde olmasını sağlamak amacıyla karpuz suları, steril cam kavanozda karıştırılmış ve 1'er litrelik steril cam şişelere alınmıştır. Kullanılan kültürler, stoktan ardışık 2 kez pasaj yapıldıktan sonra her birinden 2 mL alınarak 50 mL *Lactobacilli* MRS Broth (Difco, ABD) besiyerine inokülasyon yapılmıştır. Kültürler 37°C'de 48 saatlik inkübasyonun ardından 14000 rpm'de 10 dakika santrifüj (Sigma 2-16 K, Almanya) edilerek pelet haline getirilmiştir. Peletler, 0,1 fosfat tamponu ile yıkama işleminden sonra karpuz sularına ayrı ayrı inoküle edilmiştir. Ardından karpuz suları 37°C'de 18 saatlik fermantasyona bırakılmıştır. Denemelerde kontrol olarak kültür eklenmemiş karpuz suyu kullanılmıştır. Denemeler, 2 tekerrür halinde gerçekleştirilmiştir. Fermantasyonun 0., 3., 6., 12. ve 18. saatlerinde karpuz sularında toplam canlı LAB sayısı, titrasyon asitliği, pH ve suda çözünür kuru madde tayinleri yapılmıştır. Fermantasyon başında ve

sonunda alınan örnekler duyuşal analizler için 4 °C'de depolanmıştır. Örneklerin bir kısmı ise daha sonraki kimyasal analizler (toplam fenolik madde, toplam antioksidan aktivite ve şeker miktarı) için derin dondurucuda -18 °C'de saklanmıştır.

### Toplam LAB analizi

LAB sayımı için klasik yayma kültür yöntemi kullanılmıştır. Analiz için aseptik koşullarda örneklerden 1'er mL alınmış ve 9 mL %0.85'lik steril MRD (Maximum Recovery Diluent; Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılarak gerektiği kadar seyreltilmiştir. Daha sonra seyreltilmiş örnek (0.1 mL), Lactobacilli MRS Agar (Difco, ABD) üzerine yayma yöntemi ile yayılmış ve inkübatörde 37 °C'de 3-4 gün inkübe edilerek oluşan koloniler sayılmıştır.

### Kuru madde, pH, asit ve şeker analizleri

Örneklerin suda çözünür kuru madde değerleri el tipi refraktometreyle ölçölmüş °Brix olarak okunmuştur. Karpuz suyunda pH ölçümleri pH metre (pH-2005, Selecta, İspanya) kullanılarak yapılmıştır. Asit tayininde 40 mL örnek alınarak pH değeri 8.1'e ulaşınca kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiştir. Karpuz sularının şeker analizleri, HPLC (Shimadzu, Japonya) cihazında TS 13359 (2008) standarda uygun olarak gerçekleştirilmiştir. GL Sciences marka, Inertsil NH<sub>2</sub> özelliğinde, 5 µm çapında, 4.6x250 mm boyutlarında ve 30 °C sıcaklığında kolon ve 1.3 mL/dk hızında %80'lik asetonitril/su karışımı mobil faz kullanılmıştır.

### Toplam fenolik madde analizi

Toplam fenolik madde miktarı ölçümü Folin-Ciocalteu kolorimetrik metoduna göre yapılmıştır. Oda sıcaklığında çözöndürölen karpuz suyundan 1 mL alınarak bir behere konulmuş ve üzerine 3 mL saf su eklenerek karpuz suyu seyreltilmiştir. Ardından seyreltilmiş karpuz suyundan 0.5 mL alınmış ve bir tüpe konulmuştur. Üzerine önce 7 mL saf su, ardından 0.5 mL folin ayırıcı konulmuş ve 3 dakika beklendikten sonra %20'lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> çözöltisinden 2 mL eklenerek tüp çalkalanmıştır. Tüpler 25 °C'de 1 saat bekletildikten sonra spektrofotometrede (UV-1800, Shimadzu, Japonya) 720 nm'de okuma yapılmıştır. Sonuçlar mg kateşin eşdeğeri/L cinsinden hesaplanmıştır (Erge, 2007).

**Antioksidan aktivite analizi**

Antioksidan aktivite ölçümü TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) metoduna göre yapılmıştır. Örneğin analize hazırlanması için Shahidi vd. (2001) tarafından önerilen yöntemde modifikasyon yapılmıştır. Analizde, %1'lik konsantre hidroklorik asit içeren %70'lik aseton çözeltisi yerine %70'lik metanol çözeltisi kullanılmış olup, homojenizasyon süresi 1 dakikaya, santrifüj süresi ise 10 dakikaya kısaltılmıştır. Yöntemde, 1 mL ABTS\*+ radikal çözeltisi üzerine, hazırlanmış olan örnekten 30 µL karıştırılmakta ve 734 nm dalga boyunda okunan absorbans değerindeki azalma 6 dakika boyunca ölçülmektedir. Radikalin indirgenmesi absorbans değerinin yüzde inhibisyonu olarak ifade edilmektedir. Bu yöntemde; 1 g/L konsantrasyonundaki antioksidan bileşik ile aynı inhibisyon yüzdesini veren Troloks'un konsantrasyonu (µmol/L) hesaplanmaktadır. Karpuz sularının antioksidan aktivite sonuçları µmol TE/100g cinsinden ifade edilmiştir (Erge, 2007).

**Duyusal analizler**

Duyusal analizler renk, koku, tat ve genel beğeni kriterlerine göre 8 adet panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon başlangıcında ve sonunda alınan örnekler beğeni derecesine göre puanlandırılmıştır. Puanlama aralığı 1-5 (1-Çok kötü, 2-Kötü, 3-Orta, 4-İyi, 5-Çok iyi) olarak belirlenmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2011).

**İstatistiksel analizler**

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde, normal dağılan iki gruplu karşılaştırmalar için *t* testi, normal dağılmayan iki gruplu karşılaştırmalarda ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İki'den fazla gruplu karşılaştırmalar için Anova (normal dağılan verilerde) ve Kruskal-Wallis (normal dağılmayan veriler) testleri kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırmalarda, farklı grupların belirlenmesi için Tukey ve Tamhane's T2 testleri yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarı ile antioksidan aktivite arasındaki korelasyon ise Pearson korelasyon testi ile incelenmiştir. İstatistiksel analizlerde SPSS 16.00 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılmıştır.

**BULGULAR VE TARTIŞMA****Fermantasyon Süresince Laktik Asit Bakterilerinin Değişimi**

Fermantasyonun 0. 3. 6. 12. ve 18. saatlerinde fermente karpuz suyunda bulunan toplam LAB sayıları Çizelge 1'de verilmiştir. Başlangıç inokülasyonları sırasıyla 7.3, 6.4 ve 7.4 log kob/mL olan *Lb. helveticus* B4526, *Lb. acidophilus* KPb4b ve *Lb. plantarum* kültürlerinin sayısı 37 °C'de 18 saatlik fermantasyon sonucunda 9.7, 9.0 ve 10.0 log kob/mL olmuş ve bakteri sayıları önemli ölçüde artmıştır (P <0.05). Probiyotikler, fermente olabilir nitelikteki şekerleri kullanarak, bir yandan laktik asit, etanol, CO<sub>2</sub> gibi metabolitler üretmekte ve ortamın bileşimini değiştirmekte, bir yandan da gelişerek sayılarını arttırmaktadır (Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro, 2010; Pereira vd., 2011). Amanda ve Choo (2018), *Lb. plantarum* bakterisinin herhangi bir besin ilavesi veya pH ayarlamasına gerek olmadan karpuz suyunda iyi bir gelişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Başlangıçta yaklaşık 7.5 log kob/mL olarak inoküle eden probiyotik bakteri sayısı 37 °C'de 6 saatlik fermantasyondan sonra 9.35±0.68 log kob/mL sayısına ulaşmış ve önemli ölçüde artış göstermiştir (P <0.05).

Amanda ve Choo (2018), çalışmalarında karpuz suyunda *Lb. plantarum* bakterisinin 37 °C'de anaerobik koşullardaki gelişim kurvesini ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, araştırmamızla benzerlik göstermektedir. *Lb. plantarum* bakterileri karpuz suyunda 37 °C'de iyi bir gelişim ortaya koymaktadır. Kontrol örneğinde meydana gelen önemli ölçüdeki (P <0.05) artışın sebebi olarak MRS agarda gelişebilen ve karpuz suyunun doğasından gelen LAB ve mayalar olduğu düşünülmüştür. Bilindiği üzere sebze ve meyveler *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. xylosus* ve *Lb. sakei* gibi pek çok LAB'ı doğal olarak bünyelerinde bulundurmaktadır (Di Cagno vd 2009; Pereira vd., 2011). Ayrıca karpuzun mayaların fermantasyonuna ve gelişimine uygun bir substrat olduğu gösterilmiştir (Kubilay, 2014). Amanda ve Choo (2018), fermantasyondan önce karpuz suyuna 80 °C'de 40 s ısıtma işlemi uygulamış ve meyvenin doğasından gelen bakteri ve mayalar uzaklaştırılmıştır. Isıl işlemin karpuz suyunda

mikrobiyel inaktivasyon amacıyla kullanılması mümkündür. Ancak yapılan çalışmalar, karpuz sulamının tat ve aromasının bu uygulamadan hissedilir derecede olumsuz etkilendiğini

göstermektedir (Hayaloğlu ve Fenercioğlu 1990). Ayrıca ısı işlem, karpuz suyunun renk ve besin değerlerini de olumsuz etkilemektedir (Aguiló-Aguayo vd., 2009).

Çizelge 1. Karpuz suyunda toplam LAB sayısının fermantasyon süresince değişimi  
Table 1. Variation of total LAB number in watermelon juice during fermentation

Süre Time	Toplam LAB Sayısı (log kob/mL) Total LAB Number (log cfu/mL)			Kontrol Örneği Control Sample
	<i>Lb. helveticus</i>	<i>Lb. acidophilus</i>	<i>Lb. plantarum</i>	
0. saat 0 hours	7.3±0.6 <sup>a,A</sup>	6.4±1.3 <sup>a,A</sup>	7.4±0.64 <sup>a,A</sup>	2.2±0.3 <sup>b,A</sup>
3. saat 3 hours	7.6±0.6 <sup>a,A</sup>	6.6±1.52 <sup>a,b,A</sup>	8.6±0.32 <sup>a,B,C,D</sup>	2.9±0.47 <sup>b,A,B</sup>
6. saat 6 hours	8.4±0.33 <sup>a,B</sup>	7.6±0.96 <sup>a,A</sup>	9.3±0.35 <sup>a,C,D,E</sup>	4.8±0.75 <sup>b,B,D</sup>
12. saat 12 hours	9.1±0.2 <sup>a,C,D</sup>	9.0±0.42 <sup>a,B</sup>	9.5±0.61 <sup>a,D,E</sup>	7.4±1.42 <sup>b,D,E</sup>
18. saat 18 hours	9.7±0.4 <sup>a,D</sup>	9.0±0.32 <sup>b,B</sup>	10.0±0.87 <sup>a,E</sup>	9.0±0.19 <sup>b,E</sup>

P < 0.05 seviyesinde önemli.

P < 0.05 significant.

<sup>a,b,c</sup> Aynı satırda yer alan farklı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önem taşımaktadır (P < 0.05)

<sup>a,b,c</sup> Differences between the values shown in different lower case letters on the same line are statistically significant (P < 0.05)

<sup>A,B,C</sup> Aynı sütunda yer alan farklı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önem taşımaktadır (P < 0.05)

<sup>A,B,C</sup> Differences between the values shown in different capital letters on the same column are statistically significant (P < 0.05)

*Lb. acidophilus* KPb4b suşunun gelişimine bakıldığında başlangıçta 6.4 log kob/mL olan inokülasyon sayısının ilk üç saat boyunca önemli bir değişiklik göstermediği (P < 0.05) belirlenmiştir. 3. saatten sonra kültür çoğalma fazına geçmiş ve 12. saate kadar artarak 9.0 log kob/mL olmuştur. Ancak daha sonraki 6 saatlik dilimde kültürde herhangi bir artış olmamış durma fazına geçen kültürün sayısı 18. saat sonunda gene 9.0 log kob/mL olarak bulunmuştur. Fermantasyonun sonlandırıldığı anda hücreler ölüm fazında olduğundan bu durum, son üründe depolama ve raf ömrü boyunca probiyotiklerin canlı kalma süresinin kısalmaya anlamına gelmektedir. Bu açıdan *Lb. acidophilus* KPb4b içeren karpuz suyu fermantasyonun 12. saat sonunda sonlandırılması bakteri sayısı açısından ideal gibi gözükse de, bu süre sonunda pH değeri

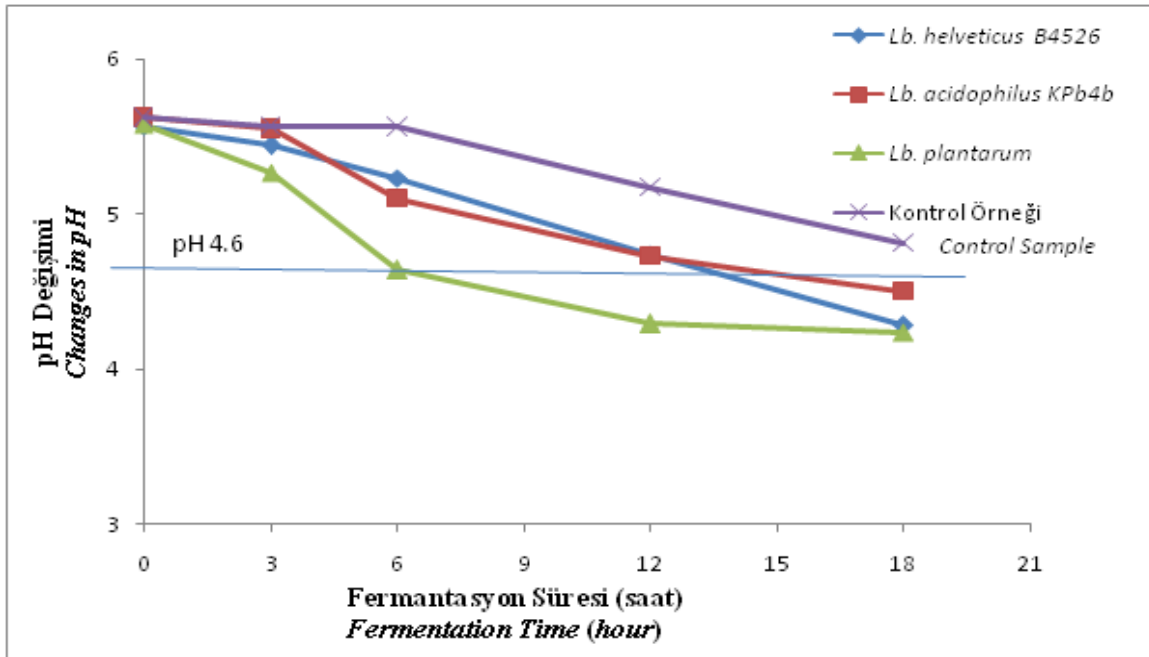
(4.73) henüz güvenilir sınır olan 4.6'nın altına düşmemiş olduğundan fermantasyona bir süre daha devam edilmesi gerekmektedir. *Lb. helveticus* NRRL B-4526 bakterisinin karpuz suyundaki gelişimi incelendiğinde ise, *Lb. helveticus* NRRL B-4526 başlangıç inokülasyonu (7.3 log kob/mL) ile 3. saat (7.6 log kob/mL) ve 6. saat sonundaki (8.4 log kob/mL) bakteri sayıları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür (P < 0.05). Bakteri sayısı 12. saat sonunda 9.1 log kob/mL, 18. saat sonunda ise 9.7 log kob/mL olmuştur. Fermantasyon tamamlanmadan hemen önce *Lb. helveticus* NRRL B-4526 bakterisinin de çoğalma hızının azaldığı, ancak çoğalmanın devam ettiği sonucu ortaya çıkmıştır. Bu durum, son üründe bulunan probiyotiklerin fermantasyon sonrasında canlılığını daha uzun sürdürmesi ve raf ömrü süresinin artması açısından önem

taşımaktadır. Çünkü durma fazında hücreler biriken metabolitlerden ve yüksek asitlikten zarar görmektedir (Çakmakçı vd., 2011).

### Fermentasyon Süresince pH ve Titrasyon Asitliği Değişimi

Çalışmada kullanılan karpuz sularının ilk pH'ları birbirine oldukça yakın olup, 5.57-5.62 arasında değişmektedir. Elde edilen değerler literatürle ( $5.86 \pm 0.52$ ) uyumludur (Amanda ve Choo, 2018). Karpuz sularının fermentasyonu sırasında probiyotik suşlar, şekerleri kullanarak başta laktik asit olmak üzere organik asitler üretmektedir. Bu durum örneklerdeki titrasyon asitliğinin artmasına neden olurken, artan hidrojen konsantrasyonu nedeniyle pH, fermentasyon boyunca giderek düşmektedir. Fermente ürünlerde pH'nın düşüşü, patojenlerin ve bozulma yapan bakterilerin gelişiminin engellenmesi amacıyla büyük önem

taşımaktadır (Sheehan vd., 2007; Liu vd., 2011). Bu nedenle pH değeri güvenli olarak kabul edilen 4.6 değerinin altına düşene kadar fermentasyonun sürdürülmesi gerekmektedir (Rivera-Espinoza ve Gallardo-Navarro 2010). Şekil 1'de gösterildiği üzere, kontrol örneği dışında tüm karpuz sularında 18. saat sonundaki pH değerleri güvenli sınır olan 4.6 değerinin altına düşmüştür. Fermentasyon sonunda pH değeri en düşük olan karpuz suyunun ( $4.24 \pm 0.28$ ) *Lb. plantarum* ile fermente edilmiş karpuz suyu olduğu görülmüştür. Amanda ve Choo (2018), araştırmalarında karpuz suyunun *Lb. plantarum* ile 6 saatlik fermentasyonu sonucunda pH değerini  $4.53 \pm 0.06$  bulmuştur (Amanda ve Choo, 2018). Bu değer, *Lb. plantarum* ile gerçekleştirilen fermentasyonun 6. saatinde ölçülen değerle ( $4.64 \pm 0.20$ ) oldukça yakındır.



Şekil 1. Fermentasyon süresince örneklerin pH değerinde meydana gelen değişim

Figure 1. Changes in pH value of samples during fermentation

Karpuz sularının fermentasyonu süresince pH düşerken, toplam titrasyon asidi miktarı artmıştır. Fermentasyonun başında örneklerin laktik asit cinsinden toplam asit miktarı birbirine oldukça yakın olup 0.66-0.69 g/L aralığında değişmektedir. Fermentasyon sonunda en fazla titrasyon asidi

içeren örneğin  $3.30 \pm 0.12$  g/L ile *Lb. helveticus* NRRL B-4526 ile inoküle edilen örnek olduğu tespit edilmiştir. Bu örneği sırasıyla *Lb. plantarum* ( $3.02 \pm 0.25$  g/L) ve *Lb. acidophilus* KPb4b ( $2.90 \pm 0.30$  g/L) ile fermente edilen örnekler izlemiştir.

### Şeker ve Suda Çözünür Kuru Madde Sonuçları

Karpuz sularının başlangıç suda çözünür kuru madde içeriği 7.50-7.60 °Brix arasında değişirken, fermantasyon süresince tüm örneklerin suda çözünür kuru madde içeriklerinde azalma meydana gelmiştir. Fermantasyon sonunda suda çözünür kuru madde içeriği en çok azalan örnek *Lb. plantarum* eklenmiş olan, en az azalan ise kontrol örneği olmuştur. 18. saat sonunda *Lb. plantarum* eklenmiş olan örnekte suda çözünür kuru madde içeriği  $6.45 \pm 0.73$  °Brix değerine kadar düşmüştür. Karpuzun suda çözünür kuru madde içeriğini bünyesinde bulundurduğu şekerler, organik asitler, vitamin ve mineral gibi minör bileşenler oluşturmaktadır. Fermantasyon sırasında ortamda bulunan fermente olabilir şekerler LAB'lar tarafından kullanılmakta, bulunan şekerlerin miktarının azalması sebebiyle

ortamın suda çözünür kuru madde içeriğinde de azalma meydana gelmektedir. Çizelge 2'de verildiği üzere fermantasyon başlangıcında ve sonunda örnekler arasında glukoz, sakaroz ve früktoz miktarları yönünden ciddi farklılıklar yoktur. Fermantasyon sırasında örneklerde bulunan glukoz ve sakaroz miktarlarında azalma görülürken, früktoz miktarı artış göstermiştir. Sakaroz, bakteriler tarafından doğrudan kullanılmadığı için öncelikle kendisini oluşturan glukoz ve früktoz şekerlerine parçalanmakta, daha sonra açığa çıkan glukoz bakteriler tarafından kullanılmaktadır. Früktoz da sakaroz gibi bakterilerin doğrudan kullanmadığı bir şekerdir, bu nedenle sakarozun parçalanması ile birlikte karpuz suyunda bulunan früktoz miktarı da artış göstermiştir. Glukoz ve sakaroz içeriği en fazla azalan örnek *Lb. plantarum* içeren örnek olmuştur.

Çizelge 2. Fermantasyon başlangıcında ve sonunda örneklerde bulunan şeker miktarı

Table 2. Sugar amount of samples at the beginning and end of fermentation

Örnekler Samples	Şeker Miktarı (g/100 g karpuz suyu) Sugar Amount (g/100 g watermelon juice)					
	Glukoz Glucose		Sakkaroz Saccharose		Früktoz Fructose	
	0. saat 0 hours	18. saat 18 hours	0. saat 0 hours	18. saat 18 hours	0. saat 0 hours	18. saat 18 hours
<i>Lb. helveticus</i>	1.00±0.00	0.90±0.14	3.00±0.71	2.35±0.64	2.45±0.07	2.60±0.14
<i>Lb. acidophilus</i>	0.95±0.07	0.85±0.07	2.95±0.78	2.40±0.42	2.45±0.07	2.65±0.07
<i>Lb. plantarum</i>	0.95±0.07	0.75±0.07	3.05±0.64	2.25±0.49	2.45±0.07	2.60±0.14
Kontrol Örneği Control Sample	0.90±0.00	0.85±0.00	3.05±0.64	2.35±0.35	2.40±0.14	2.50±0.00

### Toplam Fenolik Madde Miktarı ve Toplam Antioksidan Aktivite Sonuçları

Karpuz sularında toplam fenolik madde miktarı Folin-Ciocalteu kolorimetrik metoduna göre yapılmış ve sonuçlar kateşin eşdeğeri cinsinden mg/L olarak verilmiştir. Çizelge 3'te de görüldüğü gibi fermantasyon başlangıcında örneklerin toplam fenolik madde miktarı  $133.86 \pm 8.11$  ile  $137.04 \pm 7.74$  mg kateşin eşdeğeri/L arasında değişmekte olup, örnekler arasında toplam fenolik madde miktarı yönünden önemli bir farklılık yoktur ( $P < 0.05$ ). Fermantasyon sonunda ise,

örneklerin toplam fenolik madde miktarı, başlangıç değerine oranla önemli ölçüde artış göstermiştir ( $P < 0.05$ ). En fazla artış *Lb. plantarum* ile fermente edilen karpuz suyunda ( $201.94 \pm 4.52$  mg kateşin eşdeğeri/L) gerçekleşirken, kontrol örneğinde meydana gelen artışın istatistiksel olarak bir anlam ifade etmediği görülmüştür ( $P < 0.05$ ). Toplam fenolik madde miktarının fermantasyonla birlikte artması, LAB'ların faaliyetleri ile ilişkilendirilebilir. Literatürde fenolik öncül maddesi olan maddelerin fermantasyon sırasında meydana gelen bir takım

değişikliklerle birlikte fenolik maddelere dönüştüğü bildirilmektedir. LAB tarafından üretilen β-D-glukozidaz enziminin şekerlerle bağlı

formdaki fenolik glukozidleri serbest fenolik asitlere dönüştürdüğü bilinmektedir (Martins vd., 2011).

Çizelge 3. Karpuz suyunda fermantasyon süresince toplam fenolik madde miktarındaki değişim  
Table 3. Changes in total phenolic content in watermelon juice during fermentation

Örnekler Samples	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg kateşin eşdeğeri/L karpuz suyu) Total Amount of Phenolic Substance (mg Catechin Equivalent /L watermelon juice)	
	Fermentasyon Başlangıcı Beginning of Fermentation	Fermentasyon Sonu End of Fermentation
<i>Lb. helveticus</i>	136.47±3.71 <sup>a,A</sup>	171.94±9.08 <sup>a,B</sup>
<i>Lb. acidophilus</i>	133.86±8.11 <sup>a,A</sup>	174.82±4.37 <sup>a,B</sup>
<i>Lb. plantarum</i>	137.04±7.74 <sup>a,A</sup>	201.94±4.52 <sup>b,B</sup>
Kontrol Örneği Control Sample	135.59±5.37 <sup>a,A</sup>	151.86±1.08 <sup>a,A</sup>

P <0.05 seviyesinde önemli.

P <0.05 significant.

<sup>a,b,c</sup> Aynı satırda yer alan farklı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önem taşımaktadır (P <0.05)

<sup>a,b,c</sup> Differences between the values shown in different lower case letters on the same line are statistically significant (P <0.05)

<sup>A,B,C</sup> Aynı sütunda yer alan farklı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önem taşımaktadır (P <0.05)

<sup>A,B,C</sup> Differences between the values shown in different capital letters on the same column are statistically significant (P <0.05)

Antioksidan aktivite ölçümü TEAC (trolox equivalent antioxidant capacity) metoduna göre yapılmış olup, sonuçlar μmol TE/100 g karpuz suyu cinsinden verilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde fermantasyon başlangıcında örneklerin antioksidan aktivite değerleri arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu görülmektedir (P <0.05). Fermentasyon sonrasında ise *Lb. plantarum* eklenmiş karpuz suyunun antioksidan aktivite değerinin (7.53±1.20 μmol TE/100 g) kontrol örneği (4.60±0.93 μmol TE/100 g) ve diğer örneklerden önemli miktarda fazla olduğu görülmektedir (P <0.05). Karpuz suyuna antioksidan özellik kazandıran başlıca bileşenleri fenolik bileşikler, karotenoidler ve C vitamini'dir. Fermentasyonla birlikte fenolik madde miktarının artmasıyla, antioksidan aktivitede de artış olduğu düşünülmektedir (Edwards vd., 2003; Tlili vd., 2010). Nitekim, toplam fenolik madde içeriğindeki artış ile antioksidan aktivite artışı arasında güçlü bir korelasyon olduğu ve bu korelasyonun istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (r=0.85, P <0.05).

### Duyusal Analiz Sonuçları

Gıdaların tüketiciler tarafından tercihinde en önemli faktörün duyusal özellikler olduğu bildirilmektedir (Luckow vd., 2006). Bu nedenle, fermente karpuz suyu içeceklerinde tüketici beğenisi ölçülmüştür. Fermentasyon başlangıcındaki ve sonundaki duyusal analiz sonuçları Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Fermentasyon başlangıcında koku, tat ve genel beğeni kriterlerinde en yüksek puanları alan örneğin *Lb. plantarum* içeren örnek olduğu ve puanları sırasıyla 3.5, 4.0 ve 4.0 bulunmuştur. Ancak, 0. saatte örneklerin genel beğeni dereceleri arasında önemli bir farklılık yoktur (P <0.05). Fermentasyonun sonunda elde edilmiş olan fermente karpuz suyu içeceklerinin duyusal analiz sonuçlarına bakıldığında ise, renk puanlarının çok fazla değişmediği; fakat tat, koku ve genel beğeni puanlarında tüm örneklerde azalma olduğu görülmektedir. Panelistlerin en çok beğendiği örneğin 3.0 puanla *Lb. plantarum* ile fermente edilmiş örnek olduğu görülmüştür. Bu örneğin tüketiciler tarafından beğeni düzeyi diğer üç örnekten önemli ölçüde fazla çıkmıştır (P <0.05) Ayrıca *Lb. plantarum* ile fermente edilmiş örnek hariç diğer örneklerinin tümünün beğeni



düzeyinin fermantasyon sonrasında başlangıca oranla önemli ölçüde azaldığı bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Tat ve koku kriterlerinin her ikisinde de en düşük beğeniyi alan *Lb. acidophilus* KPb4b ve kontrol örnekleri olmuştur. Panelistlere bunun nedeni sorulduğunda her iki örneğin tadında da genzi yakan keskin bir acılık ve yoğun bir ekşilik

olduğu cevabı alınmıştır. Chen vd. (2016), *Lb. acidophilus* ile fermente edilen karpuz suyunda fermantasyonun sonraki aşamalarında güçlü keskin kokulu bazı maddelerin üretildiğini belirtmiştir (Chen vd., 2016).

Çizelge 4. Karpuz suyunda fermantasyon süresince antioksidan aktivitedeki değişim  
Table 4. Changes in antioxidant activity in watermelon juice during fermentation

Örnekler Samples	Antioksidan Aktivite ( $\mu\text{mol TE}/100 \text{ g karpuz suyu}$ ) <i>Antioxidant Activity (<math>\mu\text{mol TE} / 100 \text{ g watermelon juice}</math>)</i>	
	Fermantasyon Başlangıcı <i>Beginning of Fermentation</i>	Fermantasyon Sonu <i>End of Fermentation</i>
<i>Lb. helveticus</i>	4.88 $\pm$ 0.68 <sup>a,A</sup>	5.43 $\pm$ 0.81 <sup>a,A</sup>
<i>Lb. acidophilus</i>	4.55 $\pm$ 1.34 <sup>a,A</sup>	5.60 $\pm$ 0.96 <sup>a,b,A</sup>
<i>Lb. plantarum</i>	4.65 $\pm$ 1.13 <sup>a,A</sup>	7.53 $\pm$ 1.20 <sup>b,B</sup>
Kontrol Örneği <i>Control Sample</i>	3.78 $\pm$ 0.92 <sup>a,A</sup>	4.60 $\pm$ 0.93 <sup>a,A</sup>

$P < 0.05$  seviyesinde önemli.

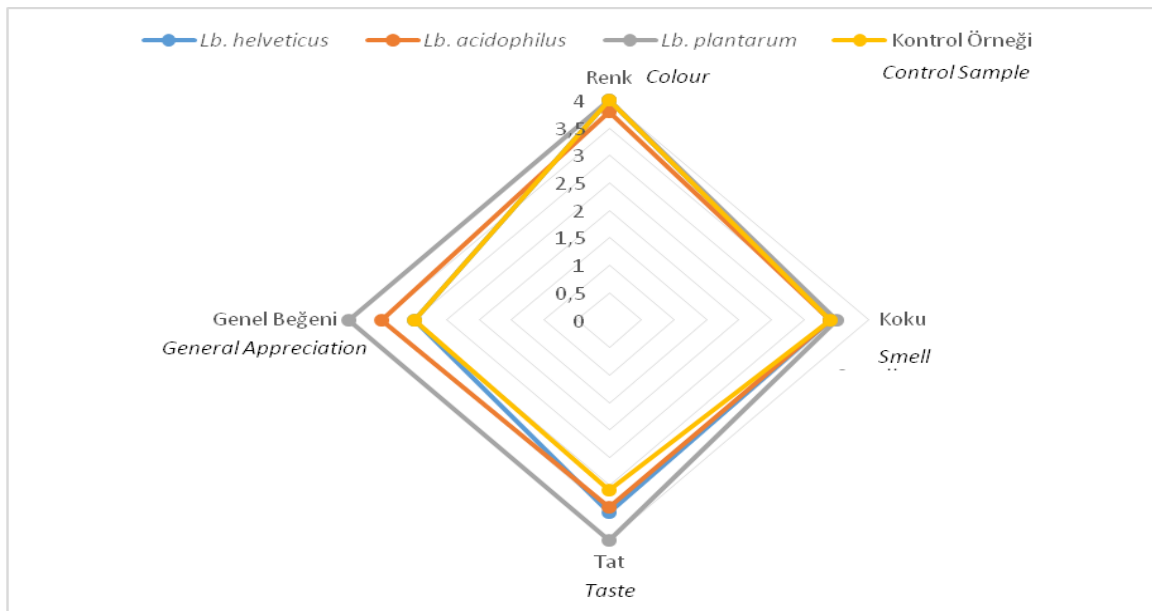
$P < 0.05$  significant.

<sup>a,b,c</sup> Aynı satırda yer alan farklı küçük harfle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önem taşımaktadır ( $P < 0.05$ )

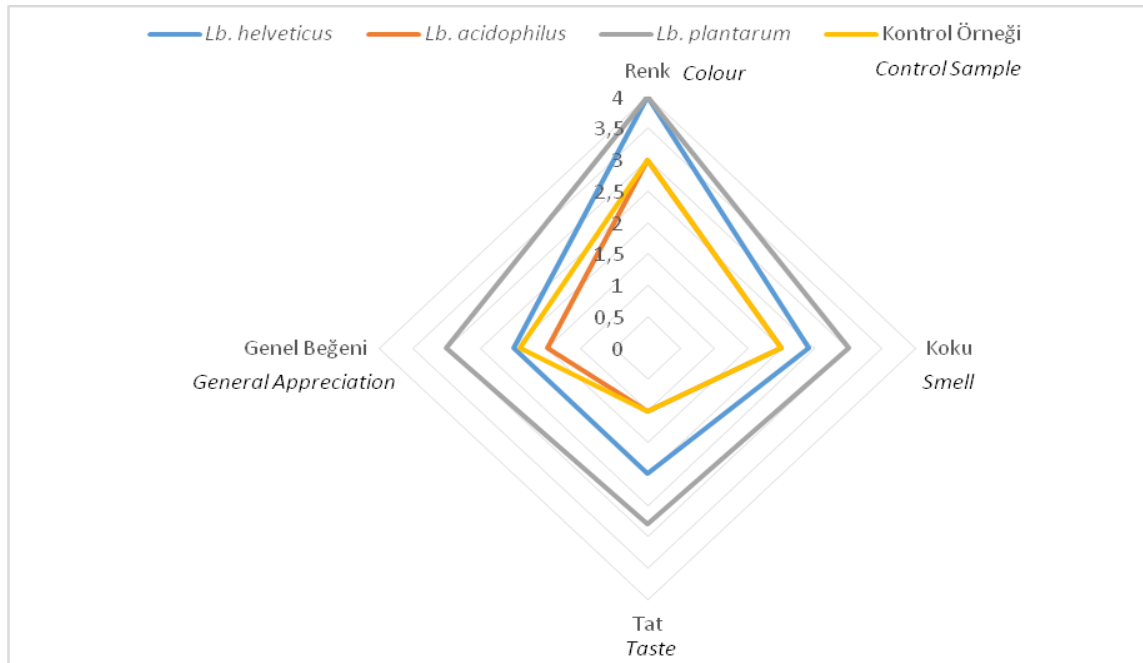
<sup>a,b,c</sup> Differences between the values shown in different lower case letters on the same line are statistically significant ( $P < 0.05$ )

<sup>A,B,C</sup> Aynı sütunda yer alan farklı büyük harfle gösterilen değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önem taşımaktadır ( $P < 0.05$ )

<sup>A,B,C</sup> Differences between the values shown in different capital letters on the same column are statistically significant ( $P < 0.05$ )



Şekil 2. Fermantasyon başlangıcında örneklerin duyu analiz sonuçları  
Figure 2. Sensory analysis results of samples at the beginning of fermentation



Şekil 3. Fermantasyon sonunda örneklerin duyu analizi sonuçları  
Figure 3. Sensory analysis results of the samples at the end of fermentation

Shin vd. (1978), 100 °C'de 5 dakika pastörize edilen karpuz suyunun laktik asit fermantasyonu ile elde edilen içeceğe göre daha çok tercih edilebilir olduğunu belirtmektedir (Shin vd., 1978; Fenercioğlu 1993). Probiyotik meyve ve sebze sularında, fermantasyon sonrasında oluşan ve arzu edilmeyen tat ve aroma bozukluklarının baskılanması amacıyla diğer meyve suları ile karıştırılarak kullanımı tavsiye edilmektedir (Luckow vd., 2006). Fermente karpuz suları için de aynı uygulama denenebilir. Bu durumda karpuz suyunun hangi meyve suları ile uyum sağladığını belirlemek gerekmektedir. Hour vd., (1980) yılında yaptıkları bir çalışmada, karpuz suyunu ananas, portakal ve greyfurt sularıyla farklı seçim ve oranlarda karıştırarak tüketici beğenisini ölçmüştür. Hazırlanan 10 farklı içecekten en az beğeniyi %100 karpuz suyundan olan, en yüksek beğeniyi ise %80 karpuz, %10 ananas ve %10 portakal suyundan oluşan içecek almıştır (Hour vd., 1980). Fenercioğlu (1993), karpuz, vişne ve elma sularının çeşitli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen 10 farklı örneği duyu analize tabi tutmuştur. Örnekler içinde en fazla beğeniyi %50 karpuz, %25 vişne ve %25 elma suyu içereni, en düşük beğeniyi ise tamamı karpuz suyundan

oluşan örnek almıştır (Fenercioğlu, 1993). Bir diğer çalışmada, Hayaloğlu ve Vardin (2001) farklı oranlarda karpuz ve nar suyu kullanılarak elde edilen meyve suyu karışımlarından en fazla tercih edilenlerin %75 karpuz +%25 nar suyu ve %75 nar+%25 karpuz suyu içeren örnekler olduğunu belirtmiştir (Hayaloğlu ve Vardin 2001).

### SONUÇ

Karpuz mevsiminde taze olarak tüketilen, tatlı, sulu ve ferahlatıcı bir meyvedir. Üretimin yoğun olduğu dönemlerde çeşitli nedenlerle tüketilemeyen ürün, tarlada veya hasat sonrasında bozulmakta ve bu durum ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Yapılan bu çalışmada karpuzun fermente meyve suyu üretimi için uygun bir hammadde olup olamayacağı değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde karpuz suyunun laktik asit bakterilerinin gelişimi için uygun bir ortam olduğu ve fermantasyonla birlikte karpuz suyunun fenolik madde ve antioksidan aktivite değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte fermantasyon işleminin ürünün duyu kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla, karpuz suyunun diğer meyve suları ile birlikte

karıştırılarak fonksiyonel özellikleri geliştirilmiş karışık fermente meyve suyu bazı ürünlerin geliştirilmesinde kullanılabileceği, bunun için de üzerinde daha fazla çalışma yapılması gerektiği düşünülmektedir.

#### KAYNAKLAR

Aguiló-Aguayo, I., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O. 2009. Avoiding non-enzymatic browning by high-intensity pulsed electric fields in strawberry, tomato and watermelon juices. *J Food Eng*, 92(1): 37-43.

Altuğ Onoğur, T., Elmacı, Y. 2011. Gıdalarda Duyusal Değerlendirme. Sifaş Medya Ltd. Şti. İzmir, Türkiye, 134 s. ISBN: 978-9944-5660-8-7

Amanda, E. ve Choo, W. S. 2018. Effect of refrigerated storage on the physicochemical characteristics and viability of *Lactobacillus plantarum* in fermented watermelon juice with or without supplementation with inulin or fructooligosaccharide. *J Food Process Preserv.*, 2018;42:e13831.

Chen, Z., Xu, L.L. ve Lin, W.F. 2016. Study on the volatile flavor compounds of watermelon juice fermented by two *lactobacillus* species. *Mod Food Sci Technol*, 32 (3): 291-299.

Çakır, İ. 2003. Laktobasillus ve Bifidobakterlerde Bazı Probiyotik Özelliklerin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 84 s.

Çakmakçı, M.L., Karahan, A. G., Çakır, İ. 2011. Mikrobiyoloji. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, Yayın No: 36, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 227 sayfa.

Di Cagno, R, Surico, R. F., Paradiso, A., De Angelis, M., Salmon, J., Buchin, S., Gara, L. D., e Gobbetti, M. 2009. Effects of autochthonous lactic acid bacteria starters on health- promoting and sensory properties of tomato juices. *Int J Food Microbiol*, 128 (3): 473-483.

Edwards, A.J., Vinyard, B.T, Wiley, E.R., Brown, E.D., Collins, J.K., Perkins-Veazie, P., Baker, R.A. ve Clevidence, B.A. 2003. Consumption of watermelon juice increases plasma concentrations of lycopene and beta-carotene in humans. *JN/ J Nutr*, 133: 1043–1050.

Erge, H. S. 2007. Domateste (*Lycopersicum esculentum*) Karotenoid Madde Dağılımı ve Antioksidan Aktivite. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi, 91 sayfa.

FAO/WHO. 2001. Health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria. Cordoba, Argentina: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization Expert Consultation Report.

Fenercioğlu, H. 1993. Karpuz Suyunun Meyve Suyu Karışımlarında Kullanım Olanakları Üzerinde Bir Araştırma. *GIDA*, 18 (6): 367-371.

Gueimonde, M., Salminen, S. 2006. New methods for selecting and evaluating probiotics. *Digest Liver Dis 38 Suppl.*, 2: 242-247.

Hayaloğlu, İ., Fenercioğlu, H. 1990. Research On The Possibility Of Using Watermelon In The Fruit Juice Industry. *Gıda*, 15(6): 329-332.

Hayaloğlu, İ., Vardin, H. 2001. Farklı Oranlarda Karpuz ve Nar Suyu İçeren Kokteyl Meyve Suyunun (Punch) Duyusal Olarak Değerlendirilmesi. *Gıda*, 26 (4): 267-270.

Hour, S.S., Ahmed, E.M., Rao, P.V., Cornell, J.A. 1980. Formulation and sensory evaluation of a fruit punch containing watermelon juice. *J Food Sci*, 45 (4): 809-813.

Jayaprakasha, G. K., Murthy, K. N. C., Patil, B. S. 2011. Rapid HPLC-UV method for quantification of L-citrulline in watermelon and its potential role on smooth muscle relaxation markers. *Food Chem*, 127: 240–248.

Karipçin, M. Z. 2009. Yerli ve Yabani Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 259 sayfa.

Kubilay, Z. 2014. Karpuz ve Kavun Meyve Sularının Kombucha Mantarı ile Fermantasyon Ürünlerinin Antioksidan Aktivitelerinin Araştırılması. Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 28 sayfa.

- Liu, Y., Hu, X., Zhao, X., Song, H. 2011. Combined effect of high pressure carbon dioxide and mild heat treatment on overall quality parameters of watermelon juice. *Inn Food Sci Emerg Technol*, 13: 112-119.
- Luckow, T., Sheehan, V., Fitzgerald, G. ve Delahunty, C. 2006. Exposure, health information and flavour-masking strategies for improving the sensory quality of probiotic juice. *Appetite*, 47: 315-323.
- Martins, S., Mussatto, S.I., Martínez-Avila, G., Montañez-Saenz, J. Aguilar, C. N. Teixeira, J. A. 2011. Bioactive phenolic compounds: Production and extraction by solid-state fermentation. A review. *Biotech Adv*, 29: 365-373.
- Pereira, A.L.F., Maciel, T.C., Rodrigues, S. 2011. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. *Food Res Int*, 44 (5): 1276-1283.
- Perricone, M., Bevilacqua, A., Altieri, C., Sinigaglia, M. and Corbo, M. R. 2015. Challenges for the Production of Probiotic Fruit Juice. *Beverages*, 1: 95-103.
- Prado, F. C., Parada, J.L., Pandey, A., Soccol, C. R. 2008. Trends in non-dairy probiotic beverages. *Food Res Int*, 41 (2): 111-123.
- Rawson, A., Tiwari, B.K., Patras, A., Brunton, N., Brennan, C., Cullen, P.J., O'Donnell, C. 2011. Effect of thermosonication on bioactive compounds in watermelon juice. *Food Res Int*, 44 (5): 1168-1173.
- Rivera-Espinoza, Y. ve Gallardo-Navarro, Y. 2010. Non-dairy probiotic products. *Food Microbiol*, 27 (1): 1-11.
- Shahidi, F., Chavan, U.D. ve Naczk, M. 2001. Nutrient distribution and phenolic antioxidants in air-classified fractions of beach pea (*Lathyrus maritimus* L.). *J Agric Food Chem*, 49: 926-933.
- Shaikh Uzma, A., Deshpande, H.W. and Kulkarni, D.B. 2018. A review on probiotic beverages prepared using vegetables. *Int J Chem Stud*, 6(5): 61-65.
- Sheehan, V.M., Ross, P. ve Fitzgerald, G.F. 2007. Assessing the acid tolerance and the technological robustness of probiotic cultures for fortification in fruit juices. *Inn Food Sci Emerg Technol*, 8: 279-284.
- Shin, D. H., Koo, Y. J., Kim, C. D., Min, B. Y. ve Suh, K. B. 1978. Studies on the production of watermelon and cantalopemelon juice. *Korean J Food Sci Technol* 10 (2): 215-223.
- Tlili, I., Hdider, C., Lenucci, M.S. Riadh, I., Jebari, H., Dalessandro, G. 2010. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars as affected by fruit sampling area. *J Food Compos Anal*, 24 (3): 307-314.