



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI SEBZELERDEN FERMENTE SEBZE
SUYU ÜRETİMİ VE FERMENTASYONUN
SEBZE SULARININ ANTIOKSİDAN
AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Merve TÜRKER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI SEBZELERDEN FERMENTE SEBZE
SUYU ÜRETİMİ VE FERMENTASYONUN
SEBZE SULARININ ANTIOKSİDAN
AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Merve TÜRKER

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 07/01/2019

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

ÇANAKKALE

Merve TÜRKER tarafından Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU yönetiminde hazırlanan ve **07/01/2019** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Bazı Sebzelerden Fermente Sebze Suyu Üretimi ve Fermentasyonun Sebze Sularının Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etkisi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

.....

Başkan

Doç. Dr. Müge İŞLETEN HOŞOĞLU

.....

Üye

Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Merve TÜRKER

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının planlanmasında yardımcı olan, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, tezimin gerçekleşmesine imkan sağlayan, desteğini her zaman yanımda hissettiğim değerli danışman hocam Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU' ya,

Analizlerim süresince eksik olduğum konularda tecrübeleriyle bana yol gösteren, yardımlarını her daim hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Yonca KARAGÜL YÜCEER' e,

Analizlerimi yaparken yardımlarını esirgemeyen, mikrobiyolojik analizlerim sırasında da ayrıca bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, Doç. Dr. Müge İŞLETEN HOŞOĞLU' na,

Tez çalışmam kapsamında fermente sebze sularının üretiminde kullandığım starter kültürün ticari olarak temin edilmesine imkan sağlayan Chr. Hansen (Danimarka) firmasına,

Analizlerim sırasında katkılarını sağlayan Arş. Gör. Selçuk OK' a,

Laboratuvarda ihtiyacım olduğunda her zaman bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Gıda Yük. Müh. Nesrin Merve ÇELEBİ UZKUÇ' a,

Sebze suları üretimlerinin gerçekleştirilmesinde yardımlarını esirgemeyen arkadaşım yüksek lisans öğrencisi Çiğdem DAĞDELEN' e

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan, her daim bana güç veren aileme emekleri, sabırları ve destekleri için sonsuz teşekkür ederim.

Merve TÜRKER
Çanakkale, Ocak 2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oran
°C	Derece santigrat
M.Ö.	Milattan önce
yy	Yüzyıl
LAB	Laktik asit bakterileri
TAMCB	Toplam aerobik mezofilik bakteri
Kob	Koloni oluşturan birim
β	Beta
γ	Gama
ppm	mg çözünen / kg veya litre çözelti
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
mg	Miligram
mL	Mililitre
L	Litre
μ L	Mikrolitre
nm	Nanometre
N	Normalite

ÖZET

BAZI SEBZELERDEN FERMENTE SEBZE SUYU ÜRETİMİ VE FERMENTASYONUN SEBZE SULARININ ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Merve TÜRKER

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

07/01/2019, 67

Bu çalışmada, havuç, siyah havuç, kırmızı lahana ve pancar sebzelerinden elde edilen sebze sularına *L. plantarum* kültürü inoküle edilerek laktik asit fermentasyonu gerçekleştirilmiş, fermente edilen sebze suları 4 °C’ de 5 hafta depolanmıştır. Depolama boyunca yedi günlük periyotta pH, toplam asitlik, indirgen şeker, toplam fenolik madde, toplam monomerik antosiyanin, toplam antioksidan kapasite ve duyusal özellik gibi kalite parametreleri belirlenmiştir. Depolama başı ve sonunda da laktik asit, toplam aerobik mezofilik canlı bakteri ve maya-küf sayımları yapılarak fermente sebze sularındaki değişimleri belirlenmiştir.

Fermente sebze sularından havuç suyunda en düşük düzeyde, siyah havuç suyunda en yüksek düzeyde toplam fenolik madde saptanmıştır. Toplam monomerik antosiyanin miktarı fermente siyah havuç suyunda 395,76 mg/L, kırmızı lahana suyunda 350,70 mg/L’ dir. Troloks eşdeğer antioksidan kapasite değeri fermente siyah havuç suyunda en yüksek, fermente havuç suyunda en düşüktür. Depolama sonunda tüm fermente sebze sularının toplam fenolik madde içeriğinde azalma, monomerik antosiyanin ve antioksidan aktivite değerlerinde ise artış olmuştur.

Tüketici beğeni testi sonucunda en beğenilen fermente siyah havuç suyu olurken, pişmiş/sülfür kokusundan dolayı en beğenilmeyen fermente kırmızı lahana suyu olmuştur. Duyusal analiz sonuçlarına göre, fermente sebze sularının depolanmaları süresince duyusal özelliklerinde önemli bir olumsuzluk gözlemlenmemiştir.

Anahtar Sözcükler: Laktik Asit Fermentasyonu, Sebze Suyu, Antioksidan Aktivite,
Toplam Fenol.



ABSTRACT

PRODUCTION OF FERMENTED VEGETABLE JUICE FROM SOME VEGETABLES AND EFFECT OF FERMENTATION ON ANTIOXIDANT ACTIVITY OF VEGETABLE JUICES

Merve TÜRKER

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor : Prof. Dr. Ayşegül KIRCA TOKLUCU

07/01/2019, 67

In this study, lactic acid fermentation was performed in vegetable juices obtained from carrots, black carrots, red cabbage and beet vegetables using *L. plantarum* culture and fermented juices were stored at 4 °C for 5 weeks. During storage period, quality parameters such as pH, total acidity, reducing sugar, total phenolic, total monomeric anthocyanin, total antioxidant capacity, sensory properties were determined in seven days periods. At beginning and end of storage, changes in lactic acid bacteria, total aerobic mesophilic bacteria and yeast-mold counts of fermented vegetable juices were determined.

The highest level of total phenolics in black carrot juice was found in the carrot juice from fermented vegetable juices. The total amount of monomeric anthocyanin is 395,76 mg/L in fermented black carrot juice and 350,70 mg/L in red cabbage juice. Trolox equivalent antioxidant capacity value is highest in fermented black carrot juice, lowest in fermented carrot juice. At the end of storage, total phenolic content of all fermented vegetable juices decreased, and the values of monomeric anthocyanin and antioxidant activity increased.

According to consumer test, fermented black carrot juice was determined as the most desirable fermented vegetable juice, while fermented red cabbage juice was found as the most undesirable juice due to the cooked/sulfur odor, appearance and consistency. Based on sensory analysis results, no negative difference was observed in sensory properties of fermented vegetable juices during storage for 5 weeks.

Keywords: Lactic Acid Fermentation, Vegetable Juice, Antioxidant Activity, Total Phenol.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Laktik Asit Bakterileri.....	3
2.2. Laktik Asit Fermentasyonu	5
2.3. Laktik Asit Fermentasyonu ile Üretilen Sebze Suları ve Antioksidan Aktiviteleri	8
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem.....	17
3.2.1. Fermente Sebze Suyu Üretimi.....	17
3.2.2. Fiziksel Analizler.....	21
3.2.2.1. pH Değeri Tayini	21
3.2.3. Kimyasal Analizler	21
3.2.3.1. Toplam Asitlik Tayini	21
3.2.3.2. İndirgen Şeker Tayini	21
3.2.3.3. Toplam Fenolik Madde Tayini	22
3.2.3.4. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini	22
3.2.3.5. Antioksidan Aktivite Tayini	23
3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler	24
3.2.4.1. Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı	24
3.2.4.2. Toplam Aerobik Mezofilik Canlı Bakteri Sayımı	24
3.2.4.3. Maya-Küf Sayımı	24
3.2.5. Duyusal Analizler	25
3.2.5.1. Tanımlayıcı Duyusal Analiz.....	25

3.2.5.2. Tüketici Beğeni Testi	25
3.2.6. İstatistiksel Analizler	26
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	27
4.1. Ham Sebze Sularının Genel Özellikleri	27
4.2. Sebze Sularında Laktik Asit Fermentasyonu ve Takibi	29
4.3. Fermente Sebze Sularının Genel Özellikleri	30
4.4. Fermente Sebze Sularının Duyusal Özellikleri	32
4.5. Fermente Sebze Sularında Tüketici Beğeni Testi	35
4.6. Fermente Sebze Sularının Depolanması	36
4.6.1 Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim.....	36
4.6.2. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince pH ve Toplam Asitlik Değerlerindeki Değişim.....	39
4.6.3. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişim.....	41
4.6.4. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarındaki Değişim	43
4.6.5. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Antioksidan Aktivite Miktarındaki Değişim.....	44
4.6.6. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Duyusal Özelliklerindeki Değişim.....	47
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
KAYNAKLAR	58
EKLERİ	I
EK 1. Fermente Havuç Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma.....	II
EK 2. Fermente Siyah Havuç Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma	III
EK 3. Fermente Kırmızı Lahana Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma.....	IV
EK 4. Fermente Pancar Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma	V
EK 5. Fermente Sebze Suyu – Tüketici Beğeni Testi.....	VI
EK 6. Trakya Üniversiteler Birliği III. Lisansüstü Öğrenci Kongresi, Poster Sunumu. VII	
ÖZGEÇMİŞ.....	VIII

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Preslenen örnekler	17
Şekil 3.2. Pastörize edilen örnekler	18
Şekil 3.3. İnkübasyona bırakılan örnekler	18
Şekil 3.4. Buzdolabında depolanan örnekler	19
Şekil 3.5. Fermente sebze suyu üretim akış şeması	20
Şekil 3.6. Troloks standart eğrisi	23
Şekil 3.7. Mikrobiyolojik analiz uygulaması	25
Şekil 3.8. Tanımlayıcı duyu analizi uygulaması	25
Şekil 3.9. Tüketici beğeni testi uygulaması	26
Şekil 4.1. Laktik asit fermentasyonu süresince pH düzeyindeki değişim	29
Şekil 4.2. Fermente sebze sularının duyu profilleri	35



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 4.1. Ham sebze sularının genel özellikleri.....	27
Çizelge 4.2. Fermente sebze sularının genel özellikleri	30
Çizelge 4.3. Fermente sebze sularının duyuşal özellikleri.....	33
Çizelge 4.4. Fermente sebze suyu örneklerine ait tüketici beğeni testi sonuçları	36
Çizelge 4.5. Fermente sebze sularının depolanması süresince mikrobiyolojik özelliklerindeki değişim (log kob/mL)	37
Çizelge 4.6. Fermente sebze sularının depolama süresince pH ve toplam asitlik değişimi	40
Çizelge 4.7. Fermente sebze sularının depolanması süresince toplam fenolik madde değişimi.....	42
Çizelge 4.8. Fermente sebze sularının depolanması süresince toplam monomerik antosiyanin değişimi	43
Çizelge 4.9. Fermente sebze sularının depolanması süresince antioksidan aktivitedeki değişim.....	46
Çizelge 4.10. Fermente havuç sularının depolanması süresince duyuşal özelliklerindeki değişim.....	48
Çizelge 4.11. Fermente siyah havuç sularının depolanması süresince duyuşal özelliklerindeki değişim.....	50
Çizelge 4.12. Fermente kırmızı lahana sularının depolanması süresince duyuşal özelliklerindeki değişim.....	52
Çizelge 4.13. Fermente pancar sularının depolanması süresince duyuşal özelliklerindeki değişim.....	54

BÖLÜM 1

GİRİŞ

İnsanlar büyüme, gelişme ve yaşamlarını sağlıklı bir şekilde sürdürebilmek için çeşitli gıdalarla beslenmeye ihtiyaç duymaktadırlar. Ancak gıdalar fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal olarak çabuk bozulmaya elverişli olduklarından, insanlar gıdaların çabuk bozulmasını önleyip onları muhafaza etmek için çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu yöntemlerden birisi olan fermentasyon tekniği, gıdaları dayanıklı hale getirmek için yüzyıllar öncesine dayanan bir muhafaza yöntemidir. Fermentasyonla gıdaların muhafaza edilmesinin yanı sıra gıdanın raf ömrü artırılarak, yapısı, aroması, tadı ve besleyici değeri gibi özellikleri de olumlu yönde etkilenmektedir. Bu nedenle, tüm toplumlarda fermente ürünler günlük hayatta önemli miktarlarda tüketilmektedirler.

Yüzyıllar önce bilinmesine rağmen, günümüzde de bu biyolojik koruma yönteminden çok fazla faydalanılmaktadır. Fermentasyon teknolojisiyle üretilen ürünlerin başında; yoğurt, kefir, peynir, sucuk, zeytin, turşu, bazı alkollü içkiler, sirke ve tarhana gelmektedir. Ülkemizde üretimi olmasa da, bazı ülkelerde fermente sebze suları da yaygın olarak üretilmekte ve zevkle tüketilmektedir. Sebze suları doğal halleriyle genellikle zevkle içilmeden uzak nitelikte olduklarından, lezzet vermek amacıyla içerisine çeşitli maddeler ilave edilerek ya da çeşitli sebze suları ile karıştırılarak kokteyl halinde de üretilmektedirler (Tangüler, 2010).

Fermentasyon ile gıdaların antioksidan aktivitesi de iyileşmekte ve bu durum mikrobiyal hidroliz yoluyla fenolik bileşiklerin ve flavonoidlerin artışından kaynaklanmaktadır. Mikrobiyal enzimler fenolik glikozitleri hidrolize etmekte ve antioksidatif aktiviteye sahip olan aglikonu serbest bırakmaktadır. Ayrıca, fermentasyon sonucunda ortaya çıkan veya çeşitli antioksidan bileşiklerinin sentezine yol açan, bitki hücre duvarlarının, yapısal parçalanmasını indüklemektedir. Bu antioksidan bileşikler, hidrojen atomları açığa çıkarabilmekte, serbest radikalleri süpürebilmekte ve lipid oksidasyonunu önleyebilmektedir. Mikroorganizmalar fermentasyon sırasında oksidatif strese maruz kaldığında, hücreler fermentasyonun antioksidatif etkisine katkıda bulunabilecek koruyucu mekanizmaları geliştirebilmektedirler. Bu nedenle fermentasyon, doğal kaynaklardan antioksidan aktif bileşiklerin üretilmesi veya ekstraksiyonu için büyük bir potansiyele sahip iyi bir teknolojidir (Hur ve ark., 2014).

Laktik asit bakterileri gıda fermentasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır. *Lactobacillus plantarum*, bitki kökenli gıda ürünlerini fermente etmek için en sık kullanılan türdür (Ng ve ark., 2011). Laktik asit fermentasyonu ile sebzeler hem dayanıklı hale getirilmekte hem de fermentasyon tamamlandıktan sonra yapısı, lezzeti bakımından içilmesi hoşta giden bir tada sahip olmaktadır. Laktik asit fermentasyonu sonucu oluşan laktik asit, ürünün besleyicilik değerini kaybetmeden uzun süre dayanıklı kalmasını sağlamaktadır. Ayrıca fermentasyonla sindirilmesi zor olan maddelerin sindirilmesi kolaylaştırılmakta ve patojen mikroorganizmaların gelişmesinin önüne geçilmektedir (Tangüler, 2010).

Literatürde fermente sebze sularının çeşitli özelliklerinin araştırıldığı pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmaların çoğu fermente sebze suyu üretiminde kullanılan kültürlerin çeşitliliği ve etkinliği üzerinedir. Diğer yandan, literatürde fermente sebze sularının özellikle biyoaktif bileşenlerinde meydana gelen değişikliklerin ve antioksidan aktivitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır.

Bu çalışmada, laktik asit fermentasyonu sonucu antioksidan kaynağı bazı sebzelerden fermente sebze suyu üretmek, elde edilen fermente sebze sularının genel özelliklerini ve lezzet profillerini belirlemek, sebze sularının başlıca fenolik madde ve toplam antioksidan aktivite olmak üzere genel özelliklerinin laktik asit fermentasyonundan nasıl etkilendiğini ortaya koymak amaçlanmıştır. Sonuç olarak fermente sebze suyunun tüketimi ülkemizde istenen düzeyde olmadığı için, çalışma kapsamında üretilmesi amaçlanan fermente sebze sularının bir çeşitlilik yaratacağı ve meyve sularına alternatif bir ürün olacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Laktik Asit Bakterileri

Laktik asit bakterileri (LAB), “süt ekşitici organizmalar” olarak yüzyıllardan beri bilinmekle birlikte günümüzde daha çok fermente ürünleri üretmek için kullanılan endüstriyel mikroorganizmalar olarak tanınmaktadır (Batish ve ark., 1997; Tangüler, 2010).

LAB’leri, Gram pozitif, kok veya çubuk şeklinde, spor oluşturmayan, katalaz negatif özelliktedir. Laktik asit üreten bu grubun bazı laktobasil suşlarının hareketli ve endospor oluşturduğu bilinmektedir. Aside dayanıklı, nitratı indirgemeyen ancak karbonhidratları ve yüksek alkollerini fermente etme özelliğine sahiptir (Vuyst ve Leroy, 2007).

LAB’lerinin biyokimyasal ve fizyolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda farklı pH ve sıcaklık değerleri, tuz konsantrasyonlarında gelişme yeteneği, karbonhidrat katabolizması, enzimlerle etkileşimi, arjininden NH₃ oluşumu, nitratın indirgenmesi gibi özellikler incelenerek LAB’ nin tanımlanması amaçlanmıştır (Gobbetti ve ark., 2005).

LAB’leri şekerlerin bol bulunduğu ortamlarda çok iyi gelişme göstermektedirler. Bunun sebebi ise LAB’lerinin çoğunun şeker ve fermente edilebilir bileşiklerin metabolizmasından enerji sağlamalarından kaynaklanmaktadır. LAB’leri pürinler, pirimidinler, aminoasitler ve vitaminlerin bulunduğu kompleks besinlere ihtiyaç duymaktadır (Tangüler, 2010).

LAB’leri, fonksiyonel gıdalar üretmek için et, süt, meyve ve sebze ürünlerinde starter kültür olarak kullanılmaktadır (Tamang ve Kailasapathy, 2010). Fermente ürünlerde LAB’leri pH’ı düşürerek hem yeni bir aroma oluşmasına neden olmakta, hem de patojenlerin çoğalmasını önleyerek ürünlerin uzun bir raf ömrüne sahip olmasını sağlamaktadır (Vandenbergh, 1993; Geisen ve Holzapfel, 1996).

LAB’leri gıda fermentasyonunda besinsel faydalarının yanında, sağlık açısından da mikroorganizma grubu olarak önemli katkılar sağlamaktadır. Öncelikle farklı hammaddeler gerekli ön işlemlerden geçirilmektedir. Daha sonra belirli sıcaklık aralıklarında seçilen uygun mikroorganizmaların ortama ilave edilmesiyle fermente ürünler oluşmaktadır. Üretimi gerçekleştirilen bu ürünler daha dayanıklı olmaktadır (Özçelik, 2011).

Gıdaların mikrobiyal florasında bozulmaya neden olabilecek çeşitli bakteri türleri bulunabilmektedir. LAB' leri hem gıdalarda bozulmaya neden olan bakterilere hem de insanlarda patojen mikroorganizmalara karşı ürettikleri bazı maddeler sebebiyle karşıt etki göstermektedir. Gıda fermentasyonlarında istenilen en önemli bakterilerden olan LAB' leriyle üretilen ürünler, insan sağlığı açısından güvenilir gıdalar olarak kabul edilmektedir. LAB' leri iki ana gruba ayrılmaktadır. LAB' lerinden bir kısmı homofermantatiftir, yani sadece laktik asit üretir, diğerleri ise heterofermantatiftir yani laktik asitin yanında diğer uçucu bileşikler, diğer organik asitleri ve az miktarda alkol üretebilirler. *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. brevis* ve *L. acidophilus*, gıda fermentasyonlarında kullanılan LAB türlerinin başlıcalarıdır. Tüm laktik asit bakterilerinin kendine özgü etkileri bulunmaktadır. *L. plantarum* ise homofermantatif özellikte ve yüksek asitliğe neden olduğundan fermentasyonda önemli bir rolü bulunmaktadır. LAB' leri ürettikleri laktik asit sayesinde yiyecekleri parçalayabilmekte veya bozulmasına neden olarak diğer bakterilerin gelişmesini engelleme özelliği göstermektedir. Ayrıca LAB' leri, metabolik kapasiteye sahip çeşitli organizmalar grubudur. Bu çeşitlilik, onları bir dizi koşula çok uyumlu hale getirdiğinden gıda fermentasyonlarında önemli bir yere sahiptirler (Battcock ve Azam-Ali, 1998).

LAB' leri tarafından üretilen karbondioksit, organik asitler, biyosümfaktan maddeler, H₂O₂ ve protein yapısındaki bileşikler olan bakteriyosin ve bakteriyosin benzeri maddeler gibi metabolitlerin birçoğu antimikrobiyal etki göstermektedir. LAB' lerinin en önemli görevlerinden birisi antimikrobiyel etki etme özelliği olup, bu özellik gıdalarda istenmeyen mikroorganizmaların ve patojenlerin gelişimini önlemektedir (Mishra ve Lambert, 1996; Rolfe, 2000).

Bitkisel ürünlerin fermentasyonu ile fermente ürün elde edilirken, fermentasyon heterofermantatif bir laktik asit bakterisi olan *Leuconostoc mesenteroides* tarafından başlatılmaktadır. Bu bakterinin faaliyeti sonucunda ortamda hem laktik asit hem de asetik asit üremektedir. Fermentasyon başlatıldıktan sonra asit miktarındaki artış ile bu bakteriler inhibe olmaktadır. Sonrasında ise fermentasyon *L. plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* ve *L. brevis* ile devam ettirilmektedir. Asitlikte başlangıca göre fazla artış *P. pentosaceus* ve *L. brevis* türlerinin etkisinin azalmasına sebep olmaktadır. Fermentasyon aside dayanıklı olan *L. plantarum* tarafından tamamlanmaktadır (Üçok ve Tosun, 2012).

LAB' lerinin en büyük grubu *Lactobacillus* cinsidir. Seksenin üzerinde tür ve alt türlerden meydana gelmektedir. Katalaz ve oksidaz negatif olan bu cinsteki mikroorganizmalar, fermantatif ve mikroaerofilik olma özelliği göstermektedir.

Lactobacillus cinsine ait bazı türler mutlak anaerob, genellikle hareketsiz, kısa ya da uzun çubuk veya kokobasil şeklindedir. Vitaminler ve kompleks besin maddeleri bu bakterilerin gelişmesi için önemli bir durum arz etmekte olup, ancak bu maddelerin bulunduğu ortamda gelişebilmektedirler. Bu türler fermente sebze, et ve süt ürünlerinin üretiminde rol oynamaktadırlar. *Lactococcus lactis*, *L. plantarum*, *L. brevis*, *L. bavaricus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Enterococcus faecalis* sebze fermentasyonlarında etkili olan LAB' leridir (Tangüler, 2010).

Lactobacillus cinslerinin gelişme sıcaklıkları 2-53 °C, optimum gelişme sıcaklıkları ise 30-40 °C aralığındadır. Fermentasyon sonunda bu mikroorganizmalar laktik asit üretmeleri sebebiyle, ortam pH' sını 3,2-3,5' e kadar düşürmektedir. Optimum pH' ları ise 5,5-6,2' dir. Bu nedenle asite dayanıklıdırlar (Fadhıl, 2015).

L. plantarum, sebzelerin fermentasyonunda en çok kullanılan, aside dayanıklı bir LAB türüdür. Diğer mikroorganizmaların gelişimlerini inhibe etme özelliğine, düşük pH, diasetil, hidrojen peroksit, gibi metabolitlerden ziyade bakteriyosin üretmeleri de neden olmaktadır. Mikroorganizmaları inhibe etme özelliği ayrıca bitkilerin doğal mikroflorasında bulunması ve antagonisitk etkisinden kaynaklanmaktadır (Tangüler, 2010). *Lactobacillus* cinsi bakteriler, diğer LAB' lerinden asidik şartlara daha dayanıklı olma özelliğine sahiptirler. Ayrıca pH değeri 4-5 düzeyinde iken gelişme gösterebilmektedirler. Bitkisel ürünlerin doğal fermentasyonlarında, *L. plantarum* diğer LAB' lerinden baskın hale geçmektedir. Bunun sebebi ise yüksek asitlik ve tuz konsantrasyonlarında dahi diğer LAB' lerinden farklı olarak gelişme gösterebilmesinden kaynaklanmaktadır. Bundan dolayı, *Lactobacillus* türlerinin çoğu laktik asit fermentasyonunun son aşamasından sorumludurlar (Desai ve Sheth, 1997; Tangüler, 2010).

2.2. Laktik Asit Fermentasyonu

Fermentasyon en eski ve ekonomik gıda üretim ve muhafaza yöntemlerinden birisi olup, bu yönteme ait ilk kayıtlara Orta Doğu' da M.Ö. 6000 yıllarında rastlanılmıştır (Blandino ve ark., 2003). Fermente yiyecek ve içeceklerin üretimi bundan yüzyıllar öncesine dayanmasına rağmen o dönemlerde mikroorganizmaların fermentasyondaki önemi bilinmemektedir. 19. yy ortalarına gelindiğinde ise mikrobiyoloji bir bilim dalı olarak ortaya çıkmış, fermentasyon sürecinin açıklığa kavuşarak anlaşılması sağlanmış ve fermente yiyecek ve içeceklere dünya genelinde talep olmaya başlamıştır (Blandino ve ark., 2003).

Gıda fermentasyonu, biyoteknolojinin bilinen en eski kullanımlarından birini temsil etmektedir. Bu geleneksel biyoteknoloji, besleyici madde içeriği ve çevresel koşulların, başlangıç kültürlerinin kullanımı ve en son olarak gen teknolojisi kullanılarak belirli mikroorganizmaları seçtiği doğal süreçlerden evrimleşmiştir. LAB, *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. cinsine ait küf türleri ve genellikle *Saccharomyces* spp. cinsine dahil mayalar en önemlisidir (Campbell-Platt, 1994).

Geleneksel fermente ürünler dünyanın hemen her yerinde geniş bir yelpazede farklı hammaddeler, mikroorganizmalar ve üretim teknikleri kullanılarak üretilmektedir. Bugün tahminen 3500' den fazla farklı fermente et, süt, meyve ve sebze bazlı ürünlerin üretildiği bilinmektedir. Bu fermente ürünlerin üretiminin çoğu Afrika ve Asya kıtalarındaki ülkelerde evlerde veya küçük çaplı işletmelerde gerçekleştirilmektedir (Kabak ve Dobson, 2011).

Fermente yiyecek ve içecekler günümüzde çok yaygın bir şekilde tüketilmektedir. Dünyada günlük kişi başına alınan yaklaşık olarak 50-400 g toplam besinin, % 5-40' ını alkollü içkiler ve fermente gıda ürünleri meydana getirmektedir. Fermente sebzeler, fermente et ürünleri, fermente süt ürünleri, fermente tahıl ürünleri, fermente balıklar yaygın olarak tüketilen fermente ürünler arasında yer almaktadır (Karaçıl ve Tek, 2013).

Gıda üretim ve muhafaza yöntemi olan fermentasyon aynı zamanda vitamin ve esansiyel aminoasitlerin senteziyle de gıdaların besleyicilik değerini arttırmaktadır. Doğal bir yöntem olması sebebiyle uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Fermentasyon ile sindirilmesi güç olan maddelerin sindirilebilmesi kolaylaşmakta ve besinlerin sindirilebilirliği artırılmaktadır. Ayrıca çiğ gıdalarda bulunan polifenol, fitat ve tanen gibi istenmeyen maddelerin detoksifikasyon ve yıkımı da bu sayede meydana gelmektedir (Karaçıl ve Tek, 2013).

Fermente ürünler, spontan (kendiliğinden) ya da bir başlatıcı kültürün eklenmesi yoluyla elde edilen ürünler olarak ifade edilmektedir. Et, süt, meyve ve sebze gibi bitkisel veya hayvansal ürünlere starter kültür eklenmekte ya da spontan fermentasyona tabi tutulmaktadırlar. Sebzeler dünyada herkes tarafından farklı şekillerde tüketilse de salata, turşu ve garnitür olarak daha çok tüketilmektedirler. 20. yy' da, konserve, soğutma ve dondurma teknikleri giderek gelişme göstermesine rağmen gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde ürünleri muhafaza etmek için halen spontan fermentasyon kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise bilinen en eski, güvenilir ve sağlıklı bir yöntem olmasıdır. Üretilen bu fermente ürünlerin çoğu laktik asit fermentasyonu ile elde edildiğinden bakterilerin pH' yı

düşürmesine bağlı olarak ürünler asidik özellik göstermektedir (Tamang ve Kailasapathy, 2010).

Meyve ve sebzelerin fermentasyonu ya laktik asit fermentasyonu, asetik asit fermentasyonu ve alkol fermentasyonudur ya da bunların kombinasyonu şeklindedir. Alkol fermentasyonu daha çok şarap ve bira gibi alkollü içeceklerin üretiminde kullanılmaktadır. Asetik asit fermentasyonu iki aşamalı bir fermentasyon süreci olup sirkede oluşmaktadır. Bununla birlikte çoğu meyve ve sebze spontan fermentasyon veya laktik asit fermentasyonu oluşmaktadır (Kabak ve Dobson, 2011).

Sebzelerin çoğu, salamura içerisinde başlatıcı bir starter kültür ekmeden fermentasyona bırakılmaktadır. Salamuraya bırakıldığında floralarında bulunan LAB' leri ve mayalar gelişerek fermentasyonun oluşmasını sağlamaktadırlar. Burada önemli olan sebzeleri uygun sıcaklıkta ve en uygun süre içerisinde salamurada bırakmaktır (Özler ve Kılıç, 1996). Spontan olarak fermente edilmiş sebzelerde en sık karşılaşılan problemlerden biri yumuşamadır. Bununla birlikte aroma kaybı da meydana gelebilmektedir. Kontrollü fermentasyonda ise fermentasyon esnasında kapalı tanklar kullanılarak uygun şartlar tamamen sağladığından şekerlerin tamamı fermente edilmektedir. Besleyicilik açısından da daha yararlı, dayanıklı, içimi diğerlerine göre hoş olan ve bu özelliği duyuşsal olarak fark yaratabilen sebze suları üretilmektedir (Tangüler, 2010).

Mikroorganizmalar olmadan fermente sebze sularının üretiminin gerçekleşmesi pek mümkün değildir. Gerekli hazırlık ve ön işlemlerden geçirilen sebzeler spontan olarak ya da starter kültür ilave edilerek kontrollü bir şekilde fermentasyona tabi tutulmaktadır. Kontrollü fermentasyonda seçilmiş uygun bir LAB' si kullanılmaktadır (Demir ve ark., 2006). Fermentasyonda kullanılan bu LAB' leri spontan olarak veya starter kültür olarak eklenerek gıdaların üretimi, olgunlaştırılması ve dayanıklılığının sağlanıp devam ettirilmesinde önemli bir yere sahiptir (Stiles ve Holzapfel, 1997; Tangüler ve Erten, 2006).

Laktik asit fermentasyonu ile üretilen havuç suyunda istenilen lezzet ve tat pH' nın düşmesiyle elde edilmektedir. Düşen pH sebebiyle de fermente ürün dayanıklı olmaktadır (Demir ve ark., 2004, 2006). Laktik asit fermentasyonu anaerobiktir. Ancak fermentasyonun gerçekleşmesini sağlayan mikroorganizmalar fakültatif anaerob' tur. Fermente edilebilir şeker seviyesi gibi sıcaklık, pH, tampon kapasitesi, havuçların özellikleri ve üretilen laktik asit miktarı oksijen haricinde lakto-fermentasyonda mikrobiyal gelişmeyi etkileyen en önemli faktörlerden bazılarıdır (Demir ve ark., 2006).

Fermente bitkisel ürünlerin fermentasyonu heterofermantatif LAB' si olan *Leuconostoc mesenteroides* tarafından başlatılmaktadır. Bu bakteri özellikle temel son ürün olarak asetik asit ve laktik asit üretmektedir. Fermentasyon işlemi sırasında ortaya çıkan asit miktarındaki artıştan dolayı fermentasyon homofermantatif özellikte *L. plantarum* tarafından sonlandırılmaktadır (Bergqvist ve ark., 2005).

L. plantarum, früktoz, glikoz, sükroz ve laktoz' un laktik aside dönüşümünde kullanılan en uygun bakteridir. Bunun sebebi ise, yüksek dönüşüm oranlarında şekerlerden ziyade bunun yanında pektin gibi bu ürünlerde olan diğer bileşikler de kullanmasından kaynaklanmaktadır. Lezzeti ve tadı hoş giden fermente sebze sularının üretilmesinde işlemde kullanılacak starter kültürün ortama iyi hakim olabilmesi ve yeterli miktarda laktik asit oluşmasını sağlaması açısından oldukça önemlidir. (Demir ve ark., 2004, 2006).

Fermentasyon işlemi sırasında laktik asit bakterileri glikoz, früktoz ve sükrozu kullanmaktadırlar. Ancak, LAB' leri tarafından sebzelerin fermentasyonunda (örneğin, havuç gibi) tüm şekerler kullanılmamaktadır (Fleming, 1982; Fleming ve ark., 1983). Laktik asit fermentasyonu ürünleri, asidik pH' larda elde edilmektedirler. Dolayısıyla bu ürünlerin içerisinde hastalık yapıcı mikroorganizmalar gelişemediği için hem sağlıklı hem de daha güvenilir gıda ürünleri olarak kabul edilmektedirler (Fellows, 2000; McFeeters, 2004).

2.3. Laktik Asit Fermentasyonu ile Üretilen Sebze Suları ve Antioksidan Aktiviteleri

Fermentasyonun antioksidan aktivitesini iyileştirme yeteneği, bir mikrobiyal hidroliz reaksiyonunun sonucunda fermentasyon sırasında fenolik bileşiklerin ve flavonoidlerin miktarındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Fermentasyon bitki hücre duvarlarının yapısal parçalanmasını tetiklemekte ve böylece çeşitli antioksidan bileşiklerin kurtuluşuna veya sentezine sebep olmaktadır. Bu antioksidan bileşikler, radikallere serbest radikal sonlandırıcılar, metal kenetleme maddeleri, singlet oksijen söndürücüler veya hidrojen verici olarak işlev görebilmektedirler (Hur ve ark., 2014).

LAB' lerinin antioksidatif etkinlik üzerindeki etkileri fermentasyon sırasında polimerize fenolik bileşiklerin asit ve enzimatik hidrolizinden sonra basit fenolik bileşiklerin serbest bırakılması ile açıklanabilmektedir. LAB' lerinin antioksidatif etkinlik üzerindeki etkileri üzerine bir başka olası açıklama ise kendilerinin antioksidan aktiviteye sahip olmalarıdır. Birçok LAB' si, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidatif

mekanizmalara sahiptir ve hücrelere zararlı olmayan seviyelerde reaktif oksijen türlerinin üretimini en aza indirmektedir (Lee ve ark., 2006).

LAB' lerinin fenolik bileşikleri metabolize etme kapasitesini gösteren laktobasiller genellikle yüksek miktarda fenolik bileşikler içeren fermente gıdalardan izole edilmektedir. *L. brevis*, *L. fermentum* ve *L. plantarum*, fenolik asitleri dekarboksilasyon ve/veya redüksiyon aktiviteleri ile metabolize eden laktobasillerden bazılarıdır. Gıdalardaki fenoliklerin metabolizması, mikroorganizmalar için seçici bir avantaj sağlayabilmekte ve bu durum sebze ve meyve fermentasyonları için rekabetçi başlangıç kültürlerinin seçimini etkilemektedir (Filannino ve ark., 2015).

Sebzeler insan beslenmesinde mineral madde ve vitamin kaynaklarından biri olarak görülmektedir. İnsan vücuduna alınması gereken zorunlu minerallerin ana kaynağı olan sebzelerin birçoğu belli vitaminleri de içermektedir. Bunun haricinde sebzeler sindirim sisteminin düzenli çalışmasına da yardımcı olmakta, içerdikleri selüloz ve organik asitler sebebiyle de doğal laksatif etkiye sahip olma özelliği göstermektedirler. Ürünün yetiştirildiği yörenin ekolojik koşulları, özellikle yetiştirme tarzı, kültürel olarak alınan önlemler ve toprak niteliği, taşıma, depolama gibi birçok faktör aynı sebze çeşidindeki bileşim farklılıklarına sebep olmaktadır (Acar ve Gökmen, 2005).

Sebzeler, kalorisi düşük yiyecekler olmasına rağmen vitamin, mineral, antioksidan ve lifli maddeleri içermesi sebebiyle de insan beslenmesinde önem taşımaktadırlar (Santamaria ve ark., 1999). Bu grup, β -karoten (A vitamininin ön ögesi), folik asit, B2 vitamini, E vitamini, C vitamini, kalsiyum, potasyum, posa ve kansere karşı koruyucu özelliğe sahip bileşikler bakımından zengindir (Punna ve Paruchuri, 2004).

Genel olarak sebze suyu üretimi az olup meyve suyu içeceklerinin yaklaşık % 0,3-3' ü kadardır. Tüketimi az olan bu içecekler düşük kalorili olmasına rağmen önemli düzeyde vitamin, mineral, pektin, renk ve aroma maddeleri içermektedir (Acar ve Gökmen, 2005).

Meyve ve sebzeler, fenolik bileşikler, karotenoidler, antosiyaninler ve tokoferoller gibi birçok antioksidan bileşiği içermektedir. Birçok biyokimyasal değişiklik de fermentasyon sırasında meydana gelmekte ve besleyici ve anti besleyici bileşenlerin oranının değişmesine neden olmaktadır. Bu durum biyoaktivite ve sindirilebilirlik gibi ürün özelliklerini etkilemektedir. Fermente ürünler hem fonksiyonel gıdalar olması sebebiyle sağlığa olumlu etkileri vardır hem de bunun yanında terapötik etkilerinin olduğu yapılan araştırmalar sonucunda ortaya konmuştur. (Karaçıl ve Tek, 2013).

Gıdaların bazı spesifik bileşenleri (örneğin, bazı meyve ve sebzeler) kan basıncı üzerinde önemli etkileri olabilecek potasyum açısından zengindir (Appel ve ark., 1997).

Fermente kırmızı pancar, yararlı bir sağlık etkisine sahip olup tümör hücrelerinin poliferasyonunu engellemektedir. Sebze ve sebze sularının fermentasyonu ile laktik ve asetik asitler fermente ürünleri besleyici, lezzetli ve sağlıklı hale getirmektedir. Laktik asit, vücudu çeşitli enfeksiyonlara ve karaciğere karşı korumaktadır. Ayrıca sindirimi ve vücudu koruyarak bağışıklığı artırmaktadır (Karovicova ve Kohajdova., 2005). Fermente lahana ve lahana suyunda bulunan S-metilmetyonin etken maddesi midede tümör oluşumunu azaltıcı bir etki göstermektedir. Ayrıca içerdiği izotiyasinler sayesinde de kolon, karaciğer ve meme kanserlerini engelleme özelliğine sahiptir (Kris-Etherton ve ark., 2002).

Dünyada hangi ülkeye gidilirse gidilsin geleneksel fermente ürünlere muhakkak rastlanılmakta ve çoğu insanın beslenmesinde önemli bir yeri olduğu dikkat çekmektedir. İnsan sağlığı açısından yararlı bileşiklere sahip olmaları bu ürünlere olan ilgiyi arttırmaktadır. Artan bu ilgiden kaynaklı olarak da dünya genelinde fermente ürünlerin tüketimi artış göstermektedir (Karaçıl ve Tek, 2013).

Bütün sebze türleri düşük kaloriye sahiptir ancak vitamin, mineral, pektin, renk ve aroma maddeleri içerdiklerinden beslenme fizyolojisi açısından önem taşımaktadır. Laktik asit fermentasyonu ile gerçekleştirilen sebze suları beslenme bakımından da daha değerlidir. Bu içecekler ayrıca kalp ve dolaşım bozukluklarında, diyabette, arterioskleroz, myokard infarktüsü gibi rahatsızlıklarda da terapötik etkiye sahiptir. Ayrıca laktik asit fermentasyonu uygulanmış sebze suları ve özellikle fermente kırmızı pancar suyu kanser tedavisinde antikanserojen diyet olarak başarı ile kullanılmaktadır (Acar ve Gökmen, 2005).

Antioksidan kısaca, vücudumuzda hücrelere zarar veren serbest radikallere karşı koruyucu savunma mekanizmaları olarak ifade edilmektedir. Hava ve çevre kirliliği, radyoaktivite gibi olaylardan etkilenme gösteren antioksidanlar aktif oksijen oluşumunu önlemekte veya oluşan aktif oksijenleri temizleyerek zararlanmaları hücre bazda engellemektedirler (Kaftanoğlu, 2013).

Sebzelerde en yaygın bulunan antioksidanlar C ve E vitaminleri, karotenoidler, flavonoidler ve tiyol (SH) bileşikleridir. Antioksidanların kimyasal çeşitliliği, bitkisel matriksten bireysel antioksidanları ayırmayı ve miktarını belirlemeyi güçleştirmektedir. Bu nedenle, toplam antioksidan aktivite seviyesini doğrudan bitkisel ekstrelerden ölçülebilen bir metodun oluşturulması arzu edilmektedir (Ou ve ark., 2002).

Strack ve ark. (2003) kırmızı pancarda betalainin en önemli kaynağı olduğu, antioksidan bileşik ve serbest radikal-süpürücü bir ajan olduğunu ortaya koymuştur. β -

karoten kaynağı olan havuçta da *in vivo* ve *in vitro* koşullarda serbest radikallere karşı antioksidanlar gözlemlenmiştir (Tamang ve Kailasapathy, 2010). Karotenoidler, dokularda DNA' ya, proteinlere ve lipitlere zarar veren çeşitli tümörlerin gelişmesi riskini metabolik aktivasyonuna müdahale ederek azaltmaya yardımcı olabilmektedir (Desobry ve ark., 1998).

Meyve ve sebzeler fenolik bileşikler, karotenoidler, antosiyaninler ve tokoferoller gibi birçok antioksidan bileşen içermektedir (Naczki ve Shahidi, 2006). Katı hal fermentasyonu istenen ürünü kontrollü bir şekilde üretmek ve geliştirmek için kullanılmaktadır. Fermentasyon esnasında çeşitli biyokimyasal çeşitlilik meydana gelmekte ürünün besleyici ve anti besleyici bileşenlerinin oranında değişim olmaktadır. Dolayısıyla da bu durum biyoaktivite ve sindirilebilirlik gibi ürün özelliklerini etkilemektedir (Zhang ve ark., 2012).

Fermentasyon sırasında fenolik bileşiklerin konjuge formlarının serbest formlarına biyolojik olarak dönüşmesinin sağlığa bağlı işlevselliğini geliştirdiği ortaya konmuştur. LAB' leri, hipertansiyonun önlenmesi ve tedavisinde yararlı olan anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE)-önleyici peptidler ve γ -aminobütirik asit üretmek üzere gıdalarda kullanıldığı tespit edilmiştir. Genel olarak, antioksidanlar gıda bileşenlerinin otomatik oksidasyonunu önlemekte ve insan vücudunda üretilen serbest radikallerin bolluğunu etkisiz hale getirmektedir. Pek çok ligninolitik ve karbonhidrat metabolize eden enzimler fenolik glikozitleri hidrolize etmekte ve yüksek antioksidan aktivite potansiyeline sahip olan aglikanları serbest bıraktığından yiyecek içecek endüstrisindeki uygulamalar için yararlı olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı, gıda maddelerinin fermentasyonu, gıda ürünlerinin antioksidan aktivitesini arttırmak için yararlı bir araçtır (Vattem ve Shetty, 2003; Hur ve ark., 2014).

Polifenoller anti-mutajenik, anti-kanserojen ve antioksidan aktivite etkisi olduğu bilinen ikincil bitki metabolitleridir. Fenolikler moleküllerde zincir kırma ve metal şelatlama faaliyetleri ile çok fonksiyonlu antioksidanlardır. Antioksidan aktivite antioksidanların hücredeki ve gıdalardaki serbest radikallerinin yok edilmesi için toplam kapasitesidir. Polifenoller, B halkasındaki 3'-4 'dihidroksi grubu ve C halkasındaki galloyl esterindeki flavonoidlerin metal iyon şelatlamasında önemli yapılar olması nedeniyle mükemmel antioksidandır (Khokhar ve Owusu Apenten, 2003).

Tokoferollerin kroman halkasındaki 6-hidroksil grubundaki hidrojen atomu transferi ve singlet oksijenin ve diğer reaktif türlerin atılması da dahil olmak üzere kendi antioksidatif aktiviteleri vardır. Askorbik asit, genel olarak stabil yarı-dehidroaskopik

asitin askorbik aside dönüştürülmesine olanak tanıyan düşük standart 1-elektron indirgeme potansiyeli (282 mV) nedeniyle mükemmel bir elektron vericisidir. Askorbik asidin antioksidan mekanizmaları, lipid radikallerine hidrojen atomu bağı, singlet oksijenin söndürülmesi ve moleküler oksijenin giderilmesine dayanmaktadır (Hur ve ark., 2014).

Lee ve ark. (2004) flavonoidlerin en kuvvetli antioksidatif aktiviteye sahip bileşikler olduklarını bildirmiştir, çünkü kimyasal yapıları bir o- difenolik grup, pozisyonlar 3 ve 5'deki 4-okso fonksiyonu ve hidroksil gruplarıyla konjüge edilmiş bir 2-3 çift bağ içermektedir. Flavonoidlerden kuersetin de ayrıca güçlü bir antioksidandır. Flavonoidler, hidroksil ve perokzil köklerini etkili bir şekilde süpürerek metaller ile kompleksler oluşturmakta ve metal başlatan lipit oksidasyonunu inhibe etmektedir. Fenolik asitlerin antioksidan aktivitesi, elektron çeken CO_2H , CH_2CO_2H veya $(CH)_2CO_2CH$ işlevsel gruplarına göre hidroksil gruplarının sayısına ve yönüne bağlıdır. Aromatik OH, fenolik bileşiklerle hidrojen bağı ve serbest radikal temizlemenin kritik bir belirleyicisidir. Dolayısıyla fermentasyon, flavonoidlerin bitki bazlı gıdalardan salımını artırarak antioksidatif aktiviteyi geliştirdiğinden, doğal antioksidanların arzını arttırmak için yararlı bir yöntemdir (Hur ve ark., 2014).

Ng ve ark. (2011) geleneksel Asya bitki *Anoectochilus formosanus*' un yeni bir kullanımını değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada, *A. formosanus*' un kök, gövde ve yaprağı laktik asit fermentasyonu için substrat olarak kullanılmıştır. Fermentasyon ürünleri, toplam antioksidan aktiviteleri, güç azaltma ve süperoksit anyon radikalleri ve hidrojen peroksit üzerindeki süpürme etkisi açısından analiz edilmiştir. Fermentasyon ortamının pH değeri, fermentasyonun 35. saatinde en düşük değerine, 3,5' a ulaşmış olup *A. formosanus*' un antioksidan aktivitesi % 61-78 olarak bulunmuştur. *Lactobacillus longum*-led fermentasyonu ortalama 0,3 ile en büyük azaltma gücünü sergilemiştir. Bunun sonucunda fermentasyondan sonra bitki parçalarının toplam fenollerde bir artışa sahip olduğu ve gözlenen antioksidatif aktivitenin, toplam fenolik bileşiklerin artmasından kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Hur ve ark., 2014).

Antioksidatif etki, fermentasyon sırasında mevcut olan mikroorganizma türlerinden de etkilenebilmektedir. LAB' leri gıda fermentasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Ng ve ark., 2011). LAB' lerinin antioksidatif etkinlik üzerindeki etkileri fermentasyon sırasında polimerize fenolik bileşiklerin asit ve enzimatik hidrolizinden sonra basit fenolik bileşiklerin serbest bırakılması ile açıklanabilmektedir. Başka bir olası açıklama ise, LAB' lerinin kendilerinin antioksidan aktiviteye sahip olmalarıdır. Birçok LAB' si, enzimatik ve

enzimatik olmayan antioksidatif mekanizmalara sahiptir ve hücelere zararlı olmayan seviyelere reaktif oksijen türlerinin üretimini en aza indirmektedir (Lee ve ark., 2006).

Antioksidan aktivitesi, antioksidanların hücredeki ve gıdalardaki serbest radikallerinin yok edilmesi için toplam kapasitesidir. Flavonoidler en kuvvetli antioksidatif aktiviteye sahiptirler (Chu ve Chen, 2006). Fermentasyon, flavonoidlerin bitki bazlı gıdalardan salınımını arttırarak antioksidatif aktiviteyi geliştirdiğinden, doğal antioksidanların arzını arttırmak için yararlı bir yöntemdir (Katina ve ark., 2007).

Lee ve ark. (2006) *L. casei* suşlarını sırasıyla 1.1 ile 10.6 ppm ve 1.35 ile 21.8 ppm arasında değişen farklı Fe⁺² ve Cu⁺² kenetleme yeteneklerinin olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu sonuç fermentasyon nedeniyle artan polifenol içeriğini değil aynı zamanda bu LAB' lerinin kendi antioksidatif etkinliklerine de sahip olduklarını göstermektedir.

Fermentasyon sırasında gerçekleşen enzimatik hidroliz ise polisakkaritleri depolimerize edebilmektedir (Sun ve Cheng., 2002). Enzimatik hidroliz fermentasyon sırasında bitki esaslı gıdalardan antioksidan etkinlik bileşiklerini üretmek için sağlanan araçtır (Sharma ve Satyanarayana., 2013).

Histidin, tirozin, metiyonin ve sistein gibi birçok aminoasit antioksidan aktiviteye sahiptir. Histidin içeren peptitlerin antioksidatif aktivitesi, imidazol grubunun hidrojen-bağışlayıcı, lipid peroksil radikal yakalama ve / veya metal iyonu şelatlama yeteneği ile ilgilidir (Rajapakse ve ark., 2005). Bu aminoasitler aynı zamanda, serbest radikalleri söndürmek veya metal katyonlarını azaltmak için gerekli elektronlara sahiptir. Genel olarak aromatik artıkları olan aminoasitler, elektron yetersiz radikallere proton bağışlayabilmekte ve bu özellik de aminoasit kalıntılarının radikal temizleme yeteneğini geliştirmektedir (Hur ve ark., 2014).

Düşük molekül ağırlıklı peptitlerin, yüksek molekül ağırlıklı eşdeğerlerinden daha iyi radikal temizleme aktiviteleri sergiledikleri bildirilmiştir. Böylece, enzimatik hidroliz ile düşük molekül ağırlıklı peptidlerin arttırılması fermentasyon sırasında antioksidatif aktiviteyi etkileyebilmektedir (Ajibola ve ark., 2011).

pH, gıda fermentasyonunu etkileyen en önemli çevresel parametrelerden biridir. pH mikrobiyal büyüme ve fermentasyon sırasında fitokimyasallardaki yapısal değişikliklerle yakından ilişkilidir. Böylece fermentasyon sırasında pH değişiklikleri fenolik bileşiklerin içeriğini ve yapısını değiştirerek antioksidan aktivitesini etkileyebilmektedir (Muzolf ve ark., 2008).

Antosiyanin parçalanması oksijen varlığında pH' ya bağlıdır, aynı zamanda psödobaz seviyesine doğrudan bağlıdır ve katyon konsantrasyonu ile ters orantılıdır. Antosiyaninlerin stabilitesi yapılarına bağlı olup açılınmış antosiyaninler asilatlanmamış formlardan daha kararlıdır (Devi ve ark., 2012).

Cabrita ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada antosiyaninlerin düşük pH değerlerinde istikrarlı olduğu ortaya konmuştur. Fermentasyon sırasında pH değişiklikleri fenolik bileşiklerin içeriğini ve yapısını değiştirerek antioksidan aktivitesini etkileyebilmektedir (Hur ve ark., 2014). Fenolik bileşikler, fenolik bileşiklerin veya metal iyonlarının yüksek konsantrasyonlarının bulunduğu ve yüksek bir pH' da olduğu gibi belirli koşullar altında pro-oksidanlar gibi davranmaktadırlar (Lee ve ark., 2004).

Fermentasyon çeşitleri (farklı mikroorganizmalara göre), bitki bazlı gıdalardaki biyoaktif bileşiklerin bazılarını değiştirebilmektedir. Bu etki, farklı fermentasyonların pH'ındaki farklılığa bağlı olabilir, çünkü optimum pH, hücre duvarını yıkan enzimlerin bozunumunu etkilemektedir. Muhtemelen fermentasyon ile hücre duvarı bileşenlerinin kurtulması fenolik bileşiklerin gıdalardan serbest bırakılmasına neden olmakta ve bu fenolik bileşikler sonuçtaki antioksidatif aktiviteyi etkilemesine sebep olmaktadır (Boskov Hansen ve ark., 2002).

Fenolik bileşiklerin metal iyonu şelatlama etkileri büyük ölçüde pH' dan etkilenmektedir. Şelatlama etkisi gıdaların kombinasyonuna ve fermentasyon yöntemlerine bağlı olabilmekte ve fermentasyon yöntemleri çeşitli amaçlara uygun olarak değiştirilebilmektedir (Hur ve ark., 2014).

Sıcaklık değişiklikleri de fermentasyonu etkilemektedir. Fermentasyon sırasında optimum sıcaklığın korunması, mikrobiyal büyümenin ve enzimatik aktivitenin iyileştirilmesine ve dolayısıyla fermentasyonun faydalarının geliştirilmesine neden olmaktadır. Ayrıca, fenolik bileşikler gibi antioksidanların üretimi sıcaklıktaki değişikliklerden etkilenebileceğinden, gıdaların antioksidan aktivitesi fermentasyon sırasındaki sıcaklık değişikliklerinden etkilenebilmektedir. Sıcaklık artışları, polifenol içeriğini artırabilir; bu, çözücü viskozitesinin azalması ve moleküllerin hareketi hızlandırılarak polifenollerin çözünmesine ve difüzyon katsayısının ve istikrarının artmasına neden olabilmektedir (Hur ve ark., 2014). 30 °C' lik bir fermentasyon sıcaklığı, polifenollerini önemli ölçüde arttırmaktadır (Hlahla ve ark., 2010).

Sıcaklık mikroorganizmaların gelişmesini kontrol etmede önemli bir rol oynamaktadır. Fermentasyon sırasında mikroorganizmaların gelişmesi antioksidan aktiviteyi etkileyebilmektedir (Hur ve ark., 2014). Kırmızı üzüm çekirdeği kabuklarında

bulunana polifenolik içerik, renk ve antioksidan aktivitenin fermentasyon sırasında sıcaklığa oldukça dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Su ve Silva, 2006).

Thavasi ve ark. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, fermentasyon sırasında antioksidan aktiviteyi etkilemede sıcaklığın birincil faktör olduğu bildirilmiştir. Fenollerin radikal süpürme kabiliyeti sıcaklık artışı ile birlikte artmaktadır. Sıcaklığın artırılmasıyla moleküller daha fazla kinetik enerji kazandığı için , fenollerin OH grubu daha kararsız hale gelmekte ve H atomu kolayca ayrılmaktadır. Kimyasal reaksiyon oranları, atomların daha hızlı hareket ettirilmesi ile artan sıcaklıkla hızlandırılmaktadır. Sonuç olarak, antioksidatif bileşiklerin salınması, bitki hücre duvarlarının artan bozunması ile hızlanmaktadır.

Yapılan bir çalışmada kırmızı lahana, beyaz lahana, karnabahar ve brokoli sularının hepsine ayrı ayrı olmak üzere *L. paracasei*, *L. casei* probiyotik bakterileri inoküle edilmiş ve inoküle edilen bu bakterilerin farklı sebze sularındaki yaşayabilirlikleri incelenmiştir. Bu amaçla üretilen fermente sebze suları 4 °C' de 42 gün depolanmıştır. Bu süreçte farklı fermente sularında *L. paracasei* ve *L. casei* sayısında meydana gelen değişimler istatistiksel açıdan önemsiz (P<0.05) bulunmuştur. Sonuç olarak elde edilen fermente sebze sularında depolama boyunca *L. casei* ve *L. paracasei* sayısında önemli bir azalma gözlenmemiş olup, sebze sularının bu koşullarda depolanabileceği ortaya konmuştur (Fadhıl ve Akin., 2016).

Yoon ve ark. (2005) *L. plantarum*, *L. delbrueckii*, *L. casei* ve *L. acidophilus* laktik asit bakterisi ile probiyotik pancar suyu üretimi için substrat olarak kırmızı pancarın potansiyelini araştırmışlardır. Araştırmada kullanılan tüm laktik kültürlerin pancar suyunu hücre sentezi ve laktik asit üretimi için hızlıca kullanabilme yeteneğine sahip olduğu saptanmıştır. Çalışmada *L. acidophilus* ve *L. plantarum*, diğer kültürlerden çok daha fazla laktik asit üretmiş ve fermente pancar suyunun pH' sını daha fazla düşürmüştür (48 saat sonunda pH 6,3' den 4,5' e düşmüştür).

Yoon ve ark. (2006) laktik asit kültürleri tarafından probiyotik lahana suyu üretimi için hammadde olarak lahananın uygunluğunu araştırmışlar ve lahana suyunu 30 °C' de 48 saat boyunca fermente etmişlerdir. Çalışmada *L. casei*, *L. delbrueckii* ve *L. plantarum*' un lahana suyunda iyi geliştiği, ancak *L. casei*' nin, başka kültürlerle göre daha az miktarda asit ürettiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, LAB ile fermentasyona tabi tutulan lahana suyunun vejetaryenler ve laktoz alerjik tüketiciler için sağlıklı bir içecek olabileceği bildirilmiştir.

Sakamoto ve ark. (1996) LAB' lerinin fermente havuç suyu üretiminde uygunluğunu araştırdığı bir çalışmada, seçilen dokuz suşun hepsinin havuç suyunun içinde iyi gelişme

gösterdiğini belirlemişlerdir. Duyusal değerlendirmede, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *L. helveticus* ile üretilen havuç suları paneslistler tarafından en yüksek skorları almıştır. Fermente sebze sularında diasetil üretiminin az olması önemli bir faktördür. Yapılan çalışmada da bu suşların daha az diasetil ürettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bu seçilmiş suşlar tarafından fermente edilmiş havuç suyundaki aldehitin azalması ve artan keton bileşenleri gaz kromatografisi / kütle spektrometresi ile gözlenmiştir. Gözlenen bu durumun tadın geliştirilmesine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, havuç suyunun LAB' leri ile fermentasyonuna bağlı olarak değişiklikleri incelenmiştir. Duyusal panelistler belirli suşların üretimini daha çok tercih etmiştir ve fermente suyun rengi taze portakal renginde değişse de, karotenoid bileşimi ve içeriklerinde önemli bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.



BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak kullanılan sebzeler havuç, siyah havuç, kırmızı lahana ve pancardan oluşmaktadır. Kullanılan bu sebzeler taze olarak Çanakkale meyve ve sebze halinden temin edilmiştir. Sebze sularının fermente edilmesi amacıyla Chr. Hansen (Danimarka) firmasından liyofilize şekilde temin edilen *L. plantarum* kültürü (Ticari kodu: 686901) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fermente Sebze Suyu Üretimi

Bu çalışmada havuç, siyah havuç, kırmızı lahana ve pancar olmak üzere 4 farklı fermente sebze suyu üretilmiştir. Üretim Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Meyve-Sebze Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle üretime alınacak sebzeler yıkama işlemine tabi tutularak temizlenmiştir. Ardından, sebzenin çeşidine göre kabuk soyma ve doğrama işlemleri uygulanmış ve ev tipi katı meyve sıkacağı (Homend, P.R.C.) kullanılarak sebze suları elde edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Preslenen örnekler

Elde edilen sebze suyu örnekleri 2000 mL' lik cam kavanozlara doldurularak 85 °C' de 10 dk süreyle su banyosunda (GFL, Germany) pastörize edilmiştir (Şekil 3.2).

Pastörizasyon işlemi uygulandıktan sonra ise örnekler buzlu su banyosuna alınarak 25-30 °C'ye soğutulmuştur.



Şekil 3.2. Pastörize edilen örnekler

Ardından, sebze suyu örneklerine ticari olarak temin edilen *L. plantarum* kültürü üretici firmanın önerdiği miktarda inoküle edilerek 30 °C' de pH değeri sabitlenene kadar (3,80-4,00) inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3.3). Fermentasyon, pH değişimi ile kontrol edilmiş olup, her bir sebzenin fermentasyon süresi farklılık göstermiştir. Havuç suyunda fermentasyon süresi 48 saat, siyah havuç suyunda 58 saat, kırmızı lahana suyunda 38 saat, pancar suyunda ise 64 saat olarak belirlenmiştir.



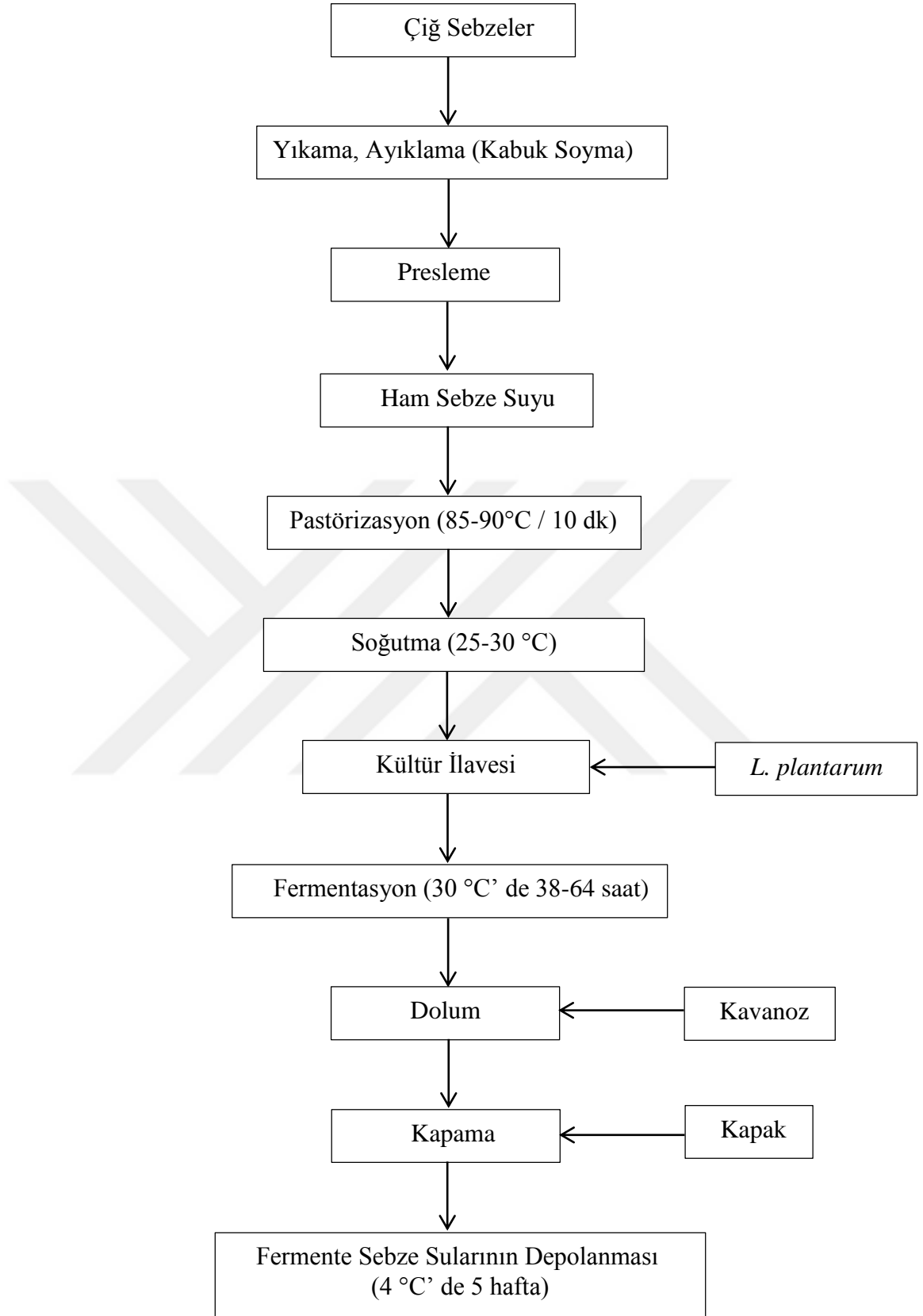
Şekil 3.3. İnkübasyona bırakılan örnekler

İnkübasyon sonlandırıldıktan sonra sebze suyu örnekleri 200 mL' lik steril cam kavanozlara alınmış ve örnekler buzdolabı (Altus, Türkiye) koşullarında (4°C) 5 hafta süreyle depolanmıştır (Şekil 3.4). Depolama süresince 7 günlük periyotlarla örnek alınarak, bu örneklerde aşağıda belirtilen fiziksel, kimyasal ve duyu analizler yapılmıştır. Ayrıca,

depolama başı ve sonunda alınan örneklere mikrobiyolojik analizler uygulanmıştır. Fermente sebze suları 2 tekerrürlü olarak üretilmiş olup, üretim şeması Şekil 3.5.' de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Buzdolabında depolanan örnekler



Şekil 3.5. Fermente sebze suyu üretim akış şeması

3.2.2. Fiziksel Analizler

3.2.2.1. pH Değeri Tayini

Fermente sebze sularındaki pH değeri pH-metre (Sartorius PB-11, Almanya) ile saptanmıştır.

3.2.3. Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Toplam Asitlik Tayini

Toplam asitlik tayini, örnekler renkli olduğu için elektrometrik yöntemle geręekleřtirilmiř ve titrasyonun bitiş noktası (pH = 8.1) pH metre ile izlenmiştir. Toplam asitlik, tüm sebze suyu ve fermente sebze suyu örneklerinde susuz sitrik asit cinsinden g/100 mL olarak, 3.1. no' lu eşitliğe göre hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Toplam asitlik, g/100 mL} = \frac{V \cdot f \cdot E \cdot 100}{M} \quad (3.1)$$

V: Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı, mL

f: Titrasyonda kullanılan baz çözeltilisinin normalitesi tam 0,1 olduğundan bu f değeri çözeltilinin faktörüdür ve eşitlikte f=1 olarak yer verilmiştir.

E: 1 mL 0,1 N NaOH' ın eşdeğeri asit miktarı, g

M: Titre edilen örnek miktarı, mL veya g

3.2.3.2. İndirgen şeker Tayini

İndirgen şeker tayini, sebze sularında Luff-Schoorl metoduna göre geręekleřtirilmiřtir (Güven, 2008). Bu metoda göre 100 mL' lik ölçü balonuna 25 mL örnekten alınıp, üzerine 5' er mL Carrez I ve Carrez II çözeltileri eklenmiştir. Distile su ile 100 mL'ye tamamlanmış ve 10 dk bekletildikten sonra filtreden süzme işlemine tabi tutulmuştur. Bir erlenmayere (250 mL) 25 mL alkali bakır tuzu çözeltilisi, 15 mL distile su ve 25 mL filtrattan pipetlenip iyice karıştırılmıştır. İçine bir miktar küçük sünger taşı ilave edilmiştir. Geri soğutucu düzenekte 2 dk boyunca kaynayacak vaziyette ısıtılması için beklenilmiş ve 10 dk boyunca bu düzenekte kaynama işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemden hemen sonra hızlıca akan su altında soğutulmuştur. Ardından 10 mL KI, 25 mL sülfürik asit ve 2 mL nişasta çözeltileri eklenmiştir. 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltilisi ile boz renk edilinceye kadar titre edilmiş ve harcanan sarfiyat mL olarak kaydedilmiştir. Ayrıca kör hazırlanarak da yukarıdaki işlem tekrar yapılmıştır. Kaydedilen sarfiyatlara

göre ilgili tablodan yararlanılarak fermente sebze sularındaki indirgen şeker miktarları “g/L” olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.3. Toplam Fenolik Madde Tayini

Folin-Ciocalteu yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965). Analiz edilecek örnek iyice çalkalanıp vorteks ile homojen hale getirilmiştir. Deney tüplerinde 100 µL örnek üzerine 900 µL distile su eklenmiştir. Hemen ardından 5 mL 0,2 N Folin-Ciocalteu reaktifi ve 4 mL Na₂CO₃ çözeltisi eklenip karıştırılmıştır. Folin reaktifi ilave edildikten sonra örneklerde mavi renk elde edilmiştir. Daha sonra 2 saat süreyle karanlıkta inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda 765 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre, Japonya) absorbans değerleri okunmuştur. Spektrofotometrede okunan sonuçlar kullanılarak, toplam fenol içerikleri gallik asit cinsinden “mg/ L” olarak hesaplanmıştır (Rebelo ve ark., 2008).

3.2.3.4. Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini

Toplam monomerik antosiyanin içeriği, pH-differansiyel metoduna göre saptanmıştır. Bu metodun ilkesi monomerik antosiyaninlerin pH 1.0’ de renkli ve pH 4.5’ de ise renksiz formunun hakim olmasına dayanmaktadır. Siyah havuç ve kırmızı lahana antosiyaninlerinin maksimum absorbans verdiği dalga boyunda absorbans değerleri okunmuştur. Siyah havuç suyunda antosiyaninlerin 525 nm’ de, kırmızı lahana suyundaki antosiyaninlerin ise 516 nm’de maksimum absorbans verdiği saptanmıştır. Elde edilen fermente sebze sularındaki düşük seviyede olan bulanıklığın tespit edilebilmesi için ayrıca 700 nm’ de absorbans ölçümleri yapılmıştır. Toplam antosiyanin miktarı siyanidin 3-glikozit cinsinden ($\epsilon = 29\ 600$, MW = 445.2 molar absorbans), 3.2. no’ lu eşitliğe göre hesaplanmıştır (Kırca 2004).

$$\text{Antosiyanin, mg/L} = \frac{\Delta A}{\epsilon \cdot L} 10^3 (\text{MW}) (\text{SF}) \quad (3.2.)$$

Burada;

ΔA : pH 1.0 ve pH 4.5 değerlerinde ölçülen absorbans farkı,

ϵ : Absorpsiyon katsayısı,

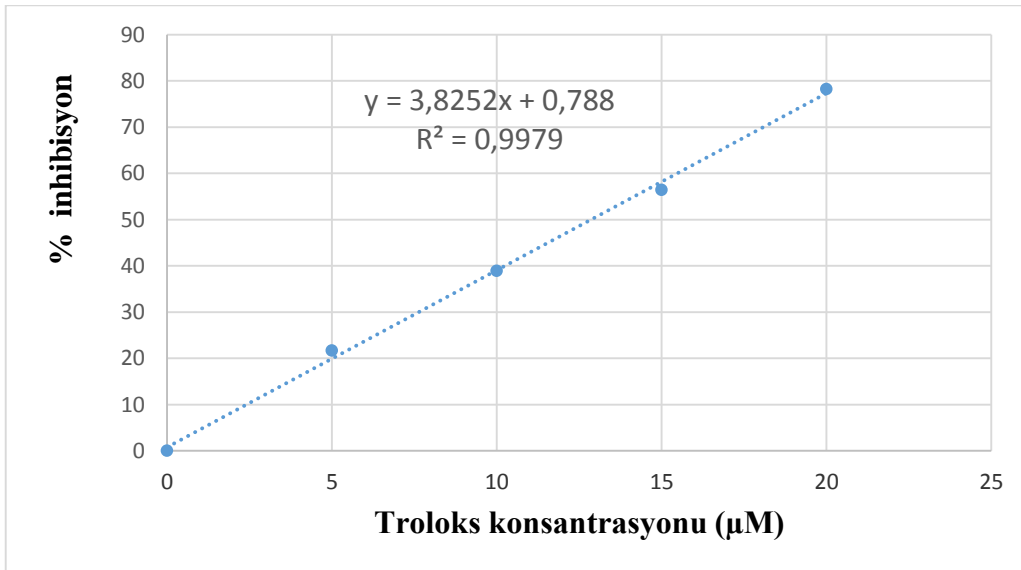
L : Absorbans ölçüm kuvvetinin tabaka kalınlığı (cm),

MW : Baz alınacak antosiyanin molekül ağırlığı,

SF : Seyreltme faktörü

3.2.3.5. Antioksidan Aktivite Tayini

Antioksidan aktivite tayininde Trolox eşdeğer antioksidan kapasitesi (TEAC) yöntemi kullanılmıştır. TEAC yönteminin temel ilkesi ABTS^{•+} radikal çözeltisi üzerine, antioksidan içeren bir örneğin eklenmesi sonucu radikalın indirgenmesidir. ABTS^{•+} radikal çözeltisi, ABTS (2,2'-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)'in oksidasyonu ile üretilmiştir. ABTS^{•+} radikalini (mavi/yeşil renkli) oluşturmak için ABTS ve potasyum persülfat arasında oluşacak reaksiyondan yararlanılmıştır. ABTS^{•+} radikali, PBS (Phosphate buffer saline: tuzlu fosfat tampon) çözeltisi ile 734 nm' de 0,700±0,02 absorbans değeri verecek şekilde ayarlanmıştır. Seyreltilen ABTS^{•+} radikalinden mikroküvete 1 mL alınıp üzerine 10 µL örnekten eklenerek 6 dakika boyunca 1' er dakika arayla örneğin verdiği absorbans değerleri spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800 UV-VIS Spektrofotometre, Japonya) okunmuştur. Elde edilen okuma sonucuna göre inhibisyon oranı hesaplanmıştır. En az 3 farklı hacimde çalışılarak bu inhibisyon oranları belirlenmiştir. Daha sonra elde edilen inhibisyon değerleri örnek miktarlarına karşı bir grafiğe aktarılmış ve lineer regresyon analizi yapıldıktan sonra örneğin eğimine ulaşılmıştır. TEAC değerini hesaplamak için örneğe ait olan eğrinin eğimi, troloks ile hazırlanmış olan standart eğrinin eğimine oranlanmış ve sonuçlar "µmol troloks /mL" olarak verilmiştir (Antolovich ve ark., 2002).



Şekil 3.6. Troloks standart eğrisi

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.4.1. Laktik Asit Bakterilerinin Sayımı

L. plantarum kültürü ile (başlangıç inokülasyon düzeyi 9,07-9,20 log kob/mL) fermente edilen sebze suları 30 °C’ de 38-64 saat inkübasyona bırakılmıştır. Fermentasyon sonunda 4 °C’ de 5 hafta süreyle depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında ve sonunda örneklerde laktik asit bakteri sayımı yapılmıştır. Bunun için Maximum recovery diluent (Merck, Almanya) ile hazırlanan dilüsyon sıvısı 9 mL olacak şekilde tüplere bölünmüş ardından bu sıvılarla sebze sularının seri dilüsyonları hazırlanmıştır. MRS(De Man Rogosa Sharpe) agar (Merck, Almanya) besiyeri olarak kullanılarak dökme plak yöntemine göre petri kutularına ekim yapılmıştır (Rybka ve Kailasapathy, 1996; Vinderola ve Reinheimer, 2000). Örnekler 37 °C’ de 48 saat boyunca inkübasyona tabi tutulduktan sonra petride gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar “log kob/mL” olarak verilmiştir (Anonymous, 1996).

3.2.4.2. Toplam Aerobik Mezofilik Canlı Bakteri Sayımı

L. plantarum kültürü ile fermente edilen sebze suları 30 °C’ de 38-64 saat inkübasyona bırakılmıştır. Fermentasyon sonunda 4°C’ de 5 hafta süreyle depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında ve sonunda örneklerde toplam aerobik mezofilik canlı bakteri (TAMCB) sayımı yapılmıştır. Bu amaçla, sebze sularının seri dilüsyonları hazırlanmıştır. Plate Count Agar (Merck, Almanya) besiyeri olarak kullanılarak dökme plak yöntemine göre petri kutularına ekim yapılmıştır (Rybka ve Kailasapathy, 1996; Vinderola ve Reinheimer, 2000). 37 °C’ de 48 saat boyunca inkübasyona tabi tutulduktan sonra petride gelişen koloniler sayılmıştır. Sonuçlar “log kob/mL” olarak verilmiştir (Anonymous, 1996).

3.2.4.3. Maya-Küf Sayımı

L. plantarum kültürü ile fermente edilen sebze suları 30 °C’ de 38-64 saat inkübasyona bırakılmıştır. Fermentasyon sonunda 4 °C’ de 5 hafta süreyle depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında ve sonunda örneklerde maya-küf sayımı yapılmıştır. Bu amaçla, sebze sularının seri dilüsyonları hazırlanmıştır. Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol agar (Merck, Almanya) besiyeri olarak kullanılarak dökme plak yöntemine göre petri kutularına ekim yapılmıştır (Rybka ve Kailasapathy, 1996; Vinderola ve Reinheimer, 2000). 25 °C’ de 120 saat inkübasyona tabi tutulduktan sonra petride gelişen küf ve maya tipik kolonileri sayılmıştır. Sonuçlar “log kob/mL” olarak verilmiştir (Anonymous, 1996).



Şekil 3.7. Mikrobiyolojik analiz uygulaması

3.2.5. Duyusal Analizler

3.2.5.1. Tanımlayıcı Duyusal Analiz

Depolama süresince her 7 günde bir fermente sebze sularının duyusal analizleri eğitimli ve yaşları 23-41 arasında değişen 7 bayan panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı duyusal analiz uygulamasında Spectrum™ yöntemi kullanılmıştır (Meilgaard ve ark., 1999). Fermente sebze sularının değerlendirilmesinde 15 puanlı skala kullanılmıştır. Fermente sebze suyu örnekleri oda sıcaklığında 20-30 g'lık porsiyonlarda tek kullanımlık kaplar içinde panelistlere sunulmuştur. Değerlendirmeler sırasında örnekler arasında ağız nötürlemek için su ve galeta kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Tanımlayıcı duyusal analiz uygulaması

3.2.5.2. Tüketici Beğeni Testi

Fermente sebze suları 25-30 mL hacimli atılabilir sos kapları içinde rastgele numaralandırılarak panelistlere sunulmuştur (Şekil 3.9.). Teste üniversite personeli, öğrenciler ve Ezine Meslek Yüksekokulu öğrencileri olarak toplamda 101 kişi katılmıştır. Tüketicilerden fermente sebze suyu örneklerini hedonik değerlendirme skalasında tat-

koku, görünüş ve kıvam özellikleri açısından 9 puanlık hedonik skala ile değerlendirmeleri istenmiştir. Ayrıca tüketicilerin bu değerlendirme sonunda fermente sebze suyu örneklerini beğeni durumlarına göre sıralamaları (En çok beğenilen=1, en az beğenilen=4) istenmiştir (Meilgaard ve ark., 1999).



Şekil 3.9. Tüketici beğeni testi uygulaması

3.2.6. İstatistiksel Analizler

Toplam asitlik, pH, indirgen şeker, toplam fenolik madde, toplam monomerik antosiyanin, toplam antioksidan, mikrobiyolojik ve duyu özellikleri üzerine depolama süresince haftalar arasında fermentasyon işleminin etkisinin karşılaştırılmasında önemli bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için tek yönlü ANOVA(One-Way ANOVA) uygulanmıştır. Bu amaçla Tukey çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Beğeni sırası, görünüş, kıvam ile tat ve koku özellikleri bakımından fermente sebze suyu çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığın bulunup bulunmadığını belirlemek amacıyla ise yine tek yönlü varyans analizi tekniğinden yararlanılmış ve Minitab (2010, version 16) istatistik paket programı kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Ham Sebze Sularının Genel Özellikleri

Fermente sebze suyu üretmek amacıyla kullanılan havuç, siyah havuç, kırmızı lahana ve pancardan elde edilen ham sebze sularına ait genel özellikler Çizelge 4.1. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Ham sebze sularının genel özellikleri

Özellik	Havuç	Siyah Havuç	Kırmızı Lahana	Pancar
pH	6,32±0,00 ^a	6,13±0,01 ^b	6,09±0,00 ^c	6,14±0,00 ^b
Toplam asit*(g/100mL)	0,074±0,00 ^d	0,148±0,00 ^c	0,181±0,00 ^a	0,160±0,00 ^b
İndirgen şeker (g/L)	11,65±0,13 ^b	11,65±0,10 ^b	18,10±0,05 ^a	6,20±0,10 ^c
Toplam fenolik madde miktarı (mg /L)	205,76±3,52 ^d	1243,31±33,50 ^b	1153,91±32,4 ^c	1669,40±28,54 ^a
Toplam monomerik antosiyenin miktarı**(mg/L)	-	388,01±9,86 ^a	343,68±6,73 ^b	-
Antioksidan aktivite (µmol troloks /mL)	1,39±0,01 ^c	20,62±0,04 ^a	16,48±0,07 ^b	16,95±0,23 ^b

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

*Susuz sitrik asit cinsinden

**Siyanidin-3-glukozid cinsinden hesaplanmıştır.

Ham sebze sularının pH değerleri 6.09 ile 6.32, toplam asitlik değerleri ise 0.074 ile 0.181 g/100 mL arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.1). Sebze sularında pH

değerlerinin 5,5 ile 6,5 arasında değiştiği bildirilmektedir (Özdemir ve Acar, 1996; Kırca, 2004; Önal ve Subasar, 2012). Buna göre, çalışmada incelenen ham sebzelerin pH' larının ideal sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda taze havuç suyunda toplam asitliğin susuz sitrik asit cinsinden 0.012-0.060 g/100 mL (Luh ve Woodroof, 1975; Özdemir ve Acar, 1996), taze siyah havuç suyunda ise 0,112-0,175 g/100 mL arasında değiştiği saptanmıştır (Kırca ve ark., 2005; Kırca ve ark., 2007). Kırmızı pancar ve kırmızı lahanada ise toplam asitlik değerleri sırasıyla 0.130 g/100 mL ve 0,160 g/100 mL olarak bildirilmiştir (Yoon ve ark., 2005; Özdoğan, 2015). Bilindiği gibi sebzelerin bileşimi yetiştiği toprak ve iklim şartları, hasat koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çalışmada fermente sebze suyu üretiminde kullanılan sebze sularının da toplam asitlik değerlerinin literatürdeki sonuçlara yakın değerlerde olduğu anlaşılmaktadır.

Ham sebze sularının indirgen şeker miktarları 6.2 g/L (pancar suyu) ile 18.10 g/L (kırmızı lahanaya suyu) arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.1). Kırca (2004), siyah havuç suyunda indirgen şeker miktarını 15,54 g/L olarak saptamıştır. Başka bir araştırmada ise taze havuç suyunda indirgen şeker miktarı 41,1 g/L olarak bulunmuştur (Özdemir ve Acar, 1996).

Ham sebze sularının toplam fenol içerikleri incelendiğinde, havuç suyunun en düşük düzeyde (205,76 mg/L), kırmızı pancar suyunun ise en yüksek düzeyde (1669,40 mg/L) toplam fenolik madde içerdiği görülmektedir. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada da, kırmızı pancarın birçok yumrusu yenen sebzedeki toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu (1694,1 mg/L), havuçta ise toplam fenol miktarının düşük miktarda olduğu (222,1 mg/L) saptanmıştır (Sreeramulu ve Raghunath, 2010).

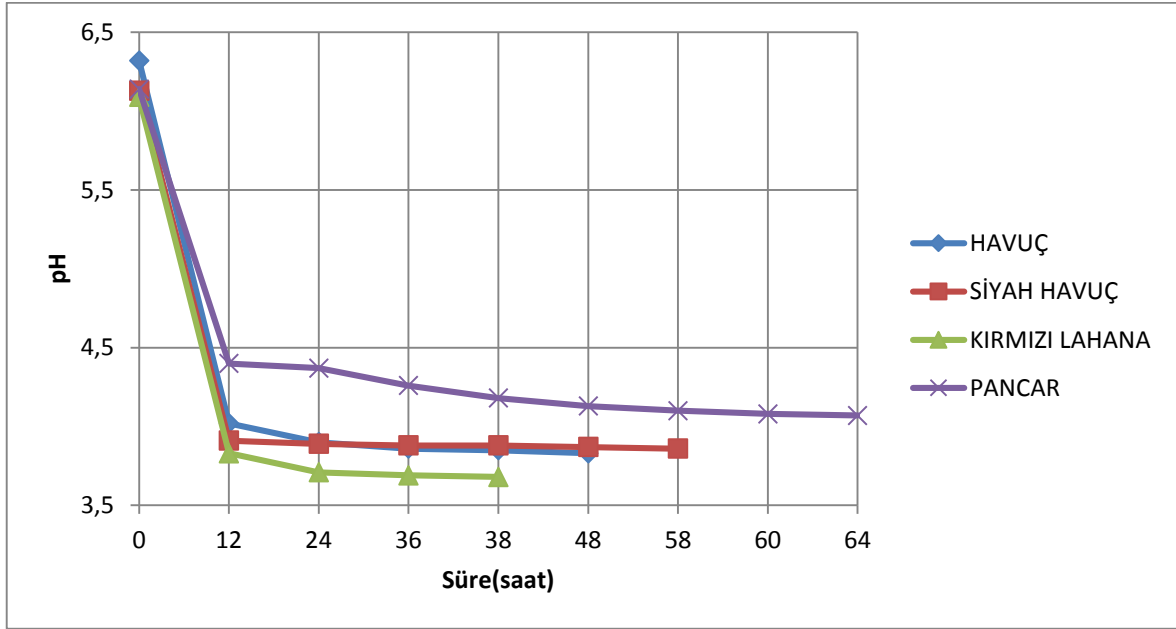
Siyah havuç ve kırmızı lahanaya sularının toplam monomerik antosiyanin içerikleri sırasıyla 388,01 mg/L ve 343,68 mg/L olarak saptanmıştır. Bakan (2012), kırmızı lahanada toplam antosiyanin miktarını 250 mg/L, siyah havuç suyunda antosiyanin miktarını ise 385-455 mg/L olarak bildirmiştir. Siyah havuçlarda en yüksek antosiyanin içeriğinin Eylül ayının ortasından Ekim ayının sonuna kadar olan hasat döneminde olduğu ve antosiyanin miktarlarının hasat zamanına ve sebzenin çeşidine göre değiştiği bildirilmektedir. Bununla birlikte aynı çeşidin farklı hasat zamanlarında hasat edilmesi bile antosiyanin miktarını son derece etkilemektedir (Özkan, 2005, 2009).

Ham sebze sularının antioksidan aktivite düzeyleri incelendiğinde, havuç suyunun en düşük düzeyde (1,39 µmol troloks /mL), siyah havuç suyunun ise en yüksek düzeyde (20,62 µmol troloks /mL) TEAC değerine sahip olduğu görülmektedir. Kırmızı lahanaya ve pancar suları ise birbirine yakın düzeyde antioksidan aktivite düzeyine sahiptir (16,48 ve

16,95 μmol troloks /mL). Ham sebze olarak kırmızı lahananın antioksidan kapasitesi değerinin 11,27 μmol troloks / mL düzeyinde olduğu bildirilmektedir (Özdoğan, 2015).

4.2. Sebze Sularında Laktik Asit Fermentasyonu ve Takibi

Gerçekleştirilen fermente sebze suları üretiminde laktik asit fermentasyonunun takibi günlük olarak belirli saat aralıklarıyla yapılan pH ölçümleriyle izlenmiştir. Laktik asit fermentasyonu süresince pH değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.1. de verilmiştir.



Şekil 4.1. Laktik asit fermentasyonu süresince pH düzeyindeki değişim

Fermente havuç, siyah havuç ve pancar sularında pH değerleri starter kültür eklendikten sonra ilk 12 saat içerisinde hızlı bir düşme göstermiştir. Fermente kırmızı lahanada ise diğer sebzelerden çok daha hızlı bir pH düşüşü gerçekleşmiştir. 12 saatten sonra da tüm fermente sebze sularında, daha kontrollü ve az bir şekilde pH düşüşü gözlemlenmiştir. Fermentasyonlar havuç, siyah havuç, kırmızı lahanada ve pancarda sırasıyla 48, 58, 38 ve 64 saat sonunda sona ermiştir. LAB' lerinin çoğu, fermente edilebilir bileşiklerin metabolizması ve şekerlerden enerjilerini temin etmeleri nedeniyle şekerlerin bol bulunduğu ortamlarda çok iyi gelişme gösterebilmektedirler (Tangüler, 2010). Her sebzelerin şeker içeriğinin farklı olması ve fermentasyon sırasında *L. plantarum* kültürünün ortamda tüketebileceği şekerin kalmamasına bağlı olarak fermentasyon sürelerinde farklılıklar ortaya çıkmıştır.

4.3. Fermente Sebze Sularının Genel Özellikleri

L. plantarum kültürü kullanılarak gerçekleştirilen laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilen fermente sebze sularının özelliklerine ait sonuçlar Çizelge 4.2.' de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Fermente sebze sularının genel özellikleri

Özellik	Havuç	Siyah Havuç	Kırmızı Lahana	Pancar
pH	3,83±0,01 ^b	3,86±0,01 ^b	3,68±0,00 ^c	4,07±0,00 ^a
Toplam asit*(g/100mL)	0,44±0,00 ^b	0,52±0,04 ^b	0,90±0,00 ^a	0,53±0,01 ^b
İndirgen şeker (g/L)	10,00±0,09 ^a	9,18±0,10 ^b	9,37±0,02 ^{ab}	2,35±0,09 ^c
Toplam fenolik madde miktarı (mg/L)	119,18±1,20 ^d	1235,70±19,20 ^a	1062,5±8,10 ^b	869,36±8,70 ^c
Toplam monomerik antosiyanin miktarı**(mg/L)	-	395,76±18,41 ^a	350,70±26,1 ^b	-
Antioksidan aktivite (µmol troloks /mL)	1,30±0,01 ^b	16,69±0,09 ^a	15,06±0,76 ^a	16,19±0,23 ^a

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

*Susuz sitrik asit cinsinden

**Siyanidin-3-glukozid cinsinden hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2' de görüldüğü gibi fermente sebze sularının pH değerleri 3,68-4,07, toplam asitlik değerleri ise 0,44 ile 0,90 g/100 mL olarak belirlenmiştir. Literatürde farklı laktik asit bakterileriyle fermente edilen sebze sularının pH değerleri 3,5 ile 4,5 arasında değişiklik göstermektedir. Bu farklılık, sebzelerin şeker içeriği ve her bakterinin kendine özgü optimum koşullarda fermentasyonu devam ettirebilmesinden kaynaklanmaktadır. Fermente edilebilir şeker seviyesi, pH, toplam asitlik, sıcaklık, doğal inhibitör bileşikler ve üretilen laktik asit miktarı oksijen harici lakto-fermentasyonda mikrobiyal gelişmeyi etkileyen faktörlerdir (Demir ve ark., 2006). Fermente havuç suyu üretimi yapılan bir çalışmada, *L. plantarum*, *S. thermophilus*, *Leu. mesenteroides*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *L.*

bulgaricus, *E. faecalis*, *L. delbrueckii* ve *L. helveticus* ile fermente edilen havuç sularının toplam asitlik değerleri sırasıyla 0,47 g/100mL, 0,28 g/100mL, 0,37 g/100mL, 0,25 g/100mL, 0,23 g/100mL, 0,41 g/100mL, 0,29 g/100mL, 0,48 g/100mL, 0,42 g/100mL' dir (Sakamoto ve ark., 1996).

Fermente sebze sularının toplam fenol içerikleri incelendiğinde, havuç suyunun en düşük düzeyde (119,18 mg/L), siyah havuç suyunun ise en yüksek düzeyde (1235,70 mg/L) toplam fenolik madde içerdiği görülmektedir. Fermentasyonda kullanılan kültüre bağlı olarak sebze sularının toplam fenolik madde içerikleri farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Fadhıl (2015), *L. casei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, beyaz ve kırmızı lahananın fenolik madde miktarlarını sırası ile 70,50, 112,16, 234,60 ve 63,80 mg/g; *L. paracasei* ile fermente edilen aynı sebzelerin fenolik madde miktarlarını ise sırasıyla 99,50, 197,50, 278 ve 124,65 mg/g olarak belirlemiştir.

Ham sebze sularında elde edilen toplam fenol içerikleri ile karşılaştırıldığında, fermentasyon sonucunda sebze sularının toplam fenolik madde içeriğinin azaldığı anlaşılmaktadır. Toplam fenolik madde içeriğindeki düşüş, en fazla fermente havuç ve pancar suyunda meydana gelmiştir. Benzer şekilde, probiyotik lahana suyu üretimi üzerine yapılan bir çalışmada farklı LAB' leri (*L. brevis*, *L. plantarum* ve *L. rhamnosus*) kullanılarak fermente lahana suyu üretilmiş ve fermentasyon sonunda örneklerin toplam fenol içeriğinde %15 düzeyinde bir azalma olduğu saptanmıştır (Jaiswal ve Abu-Ghannam, 2013). Diğer yandan, fermentasyon işlemi sırasında, laktik asit bakterileri β -glukosidaz üreterek fenolik bileşiklerin serbest kalmasına neden olabilmektedirler (Chipurura ve ark., 2010).

Fermentasyon sonucunda siyah havuç ve kırmızı lahana sularının toplam monomerik antosiyanin içerikleri az miktarda artış göstermiş ve sırasıyla 395,76 ve 350,70 mg/L olarak saptanmıştır. Antosiyaninler ortamın oksijen değerine, pH değerine, sıcaklığına, presleme işlemine, enzim uygulamasına ve hammadde miktarına göre, elde edilen ürüne farklı miktarlarda geçmektedirler (Fadhıl, 2015).

Fermente sebze sularının antioksidan aktivite düzeyleri incelendiğinde, fermente havuç suyunun en düşük düzeyde (1,30 μ mol troloks /mL), siyah havuç suyunun ise en yüksek düzeyde (16,69 μ mol troloks /mL) TEAC değerine sahip olduğu görülmektedir. Kırmızı lahana ve pancar sularında ise TEAC değerlerinin sırasıyla 15,06 ve 16,19 μ mol troloks /mL düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Toplam fenol sonuçlarına paralel olarak, antioksidan aktivite değerlerinde de fermentasyon sonucunda bir miktar düşme meydana

gelmiştir. Fermente sebze sularında antioksidan aktivitenin farklı düzeylerde saptanması, kullanılan bakterilerin spesifik gelişme koşulları, sebzelerin yetiştirilme koşulları ve analiz yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Volden ve ark., 2009). Örneğin *L.casei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, beyaz ve kırmızı lahananın antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 1,46, 1,11, 0,05 ve 1,93 mM Troloks/100 g iken; *L. paracasei* ile fermente edilen yine aynı sırasıyla 2,08, 1,08, 1,44 ve 1,20 mM Troloks/100 g'dır (Fadhıl, 2015).

4.4. Fermente Sebze Sularının Duyusal Özellikleri

L. plantarum kültürü kullanılarak gerçekleştirilen laktik asit fermentasyonu sonucu elde edilen fermente sebze sularının duyusal değerlendirmesinde; tatlı, ekşi, tuzlu, buruk, acı, ısırıcı (bite), metalik, taze havuç aroması, taze siyah havuç aroması, taze kırmızı lahana aroması, taze pancar aroması, çiçek-gül, olgun sarı meyve, fermente/mayamsı, pişmiş, toprak, meyvemsi ve depo (buzdolabı) olmak üzere toplam 18 terim kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'de verilmiştir.

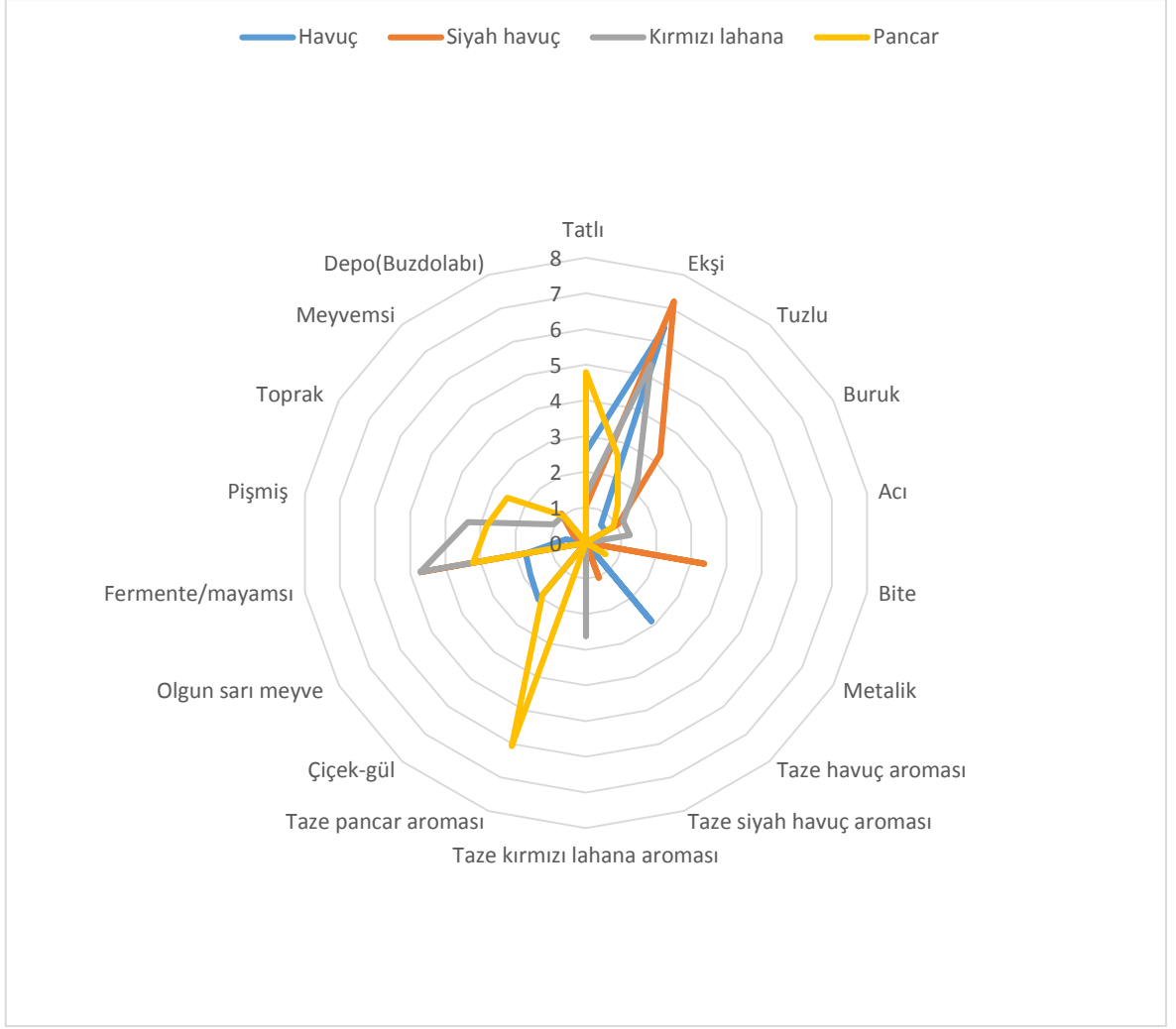
Çizelge 4.3. Fermente sebze sularının duyuusal özellikleri

Terimler	Havuç	Siyah Havuç	Kırmızı lahana	Pancar
Tatlı	2,57±0,12	1,04±0,05	1,36±0,10	4,79±0,11
Ekşi	6,43±0,14	7,21±0,11	5,32±0,12	2,61±0,11
Tuzlu	0,66±0,05	3,25±0,07	2,25±0,07	1,39±0,11
Buruk	0,65±0,05	1,04±0,04	1,21±0,07	0,89±0,05
Acı	-	-	1,25±0,07	-
Isırıcı (bite)	-	3,36±0,10	-	-
Metalik	-	-	-	0,63±0,05
Taze havuç aroması	2,86±0,23	-	-	-
Taze siyah havuç aroması	-	1,04±0,06	-	-
Taze kırmızı lahana aroması	-	-	2,61±0,20	-
Taze pancar aroması	-	-	-	6,07±0,15
Çiçek-gül	2,07±0,12	0,32±0,07	0,79±0,07	1,89±0,15
Olgun sarı meyve	1,79±0,13	-	-	-
Fermente/mayamsı	1,71±0,11	4,79±0,18	4,71±0,19	3,21±0,10
Pişmiş	0,57±0,05	-	3,36±0,19	2,82±0,14
Toprak	-	0,41±0,11	1,04±0,10	2,54±0,12
Meyvemsi	-	1,07±0,07	0,99±0,08	0,99±0,01
Depo(Buzdolabı)	-	-	-	-

Elde edilen sonuçlara göre, fermente pancar suyunun tatlılığı diğer fermente sebze sularına göre en yüksek iken, tatlılığı en düşük olan fermente sebze suyu kırmızı lahana olarak saptanmıştır. Fermente siyah havuç suyunda da ekşilik ön planda olup, onu az bir farkla fermente havuç suyu takip etmektedir. Tatlılığı en yüksek düzeyde olan fermente pancar suyunun ekşiliğinin de en düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Fermente siyah havuç, fermente kırmızı lahana ve fermente pancar suyunda tuzluluk birbirine yakın değerler gösterirken, fermente havuç suyunda diğerlerinden farklı olarak çok az bir tuzluluk saptanmıştır. Fermente siyah havuç suyu ve fermente kırmızı lahana suyunda burukluk birbirine çok yakın ve diğer sebze sularına göre daha fazla iken, fermente havuç suyu ve fermente pancar suyunda da birbirine çok yakın değerler tespit edilmiş olup bu ikisinin burukluğu diğerlerinden daha azdır. Acılığa fermente havuç suyu, fermente siyah

havuç suyu ve fermente pancar suyunda rastlanılmamıştır. Ancak fermente kırmızı lahana suyunda acılık tespit edilmiştir. Fermente havuç suyu, fermente kırmızı lahana suyu ve fermente pancar suyunda ısırıcı (bite) tada hiç rastlanılmamışken, fermente siyah havuç suyunda ısırıcı tadın ön planda olduğu tespit edilmiştir. Minimal düzeyde fermente pancar suyunda da metalik tat tespit edilirken diğer sebze sularında tespit edilememiştir.

Yapılan duyuşal analizlerde, her sebzenin kendine özgü taze sebze aroması olduğu ortaya çıkmıştır. Bunların içerisinde fermente siyah havuç suyundaki taze siyah havuç aroması en az düzeyde tespit edilirken, fermente pancar suyunda taze pancar aroması en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Taze pancar aromasının kendine has toprak kokusunun daha fazla alınması pancar bitkisinin yetiştirme şartlarından yani kök ve yumrusu yenen bitki olmasından kaynaklanabileceği düşünölmektedir. iek-göl aroması, fermente havuç suyunda diğer fermente sebze sularına göre daha baskın olarak tespit edilmiştir. Fermente siyah havuç suyu ve fermente kırmızı lahana suyunda iek-göl aroması çok az hissedilirken, fermente pancar suyunda da ona yakın değerde tespit edilmiştir. Olgun sarı meyve aroması da sadece fermente havuç suyunda saptanmıştır. Siyah havuç suyu en fazla fermente / mayamsı aromaya sahip iken, fermente havuç suyu en az fermente / mayamsı aromaya sahip sebze suyu olarak belirlenmiştir. Pişmiş tat fermente havuç suyunda az, fermente kırmızı lahana suyu ve fermente pancar suyunda daha fazla ve birbirlerine yakın düzeyde, fermente siyah havuç suyunda ise hiç saptanmamıştır. Toprak aroması ise baskın olarak en fazla fermente pancar suyunda belirlenirken, fermente siyah havuç suyunda hiç rastlanılmamış olup, fermente kırmızı lahana suyu ve fermente pancar suyunda birbirlerine yakın düzeyde belirlenmiştir. Meyvemsi aromaya ise fermente havuç suyunda hiç rastlanılmazken, fermente siyah havuç suyu, fermente kırmızı lahana suyu ve fermente pancar suyunda birbirlerine yakın düzeyde yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda belirlenmiştir. Depo (buzdolabı) aroması ise fermente sebze sularının hiçbirinde belirlenmemiştir. Duyusal profilleri incelendiğinde fermente sebze sularının örümcek ağı grafiği Şekil 4.2.' de verilmiştir.



Şekil 4.2. Fermente sebze sularının duyuusal profilleri

Örümcek ağı ile elde edilen fermente sebze sularının duyuusal sonuçlarına bakıldığında fermente siyah havuç suyunun diğer fermente sebze sularına göre daha yüksek skorlar aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca yine siyah havuçta ekşiliğin net bir şekilde en yüksek skorları aldığı görülürken, ısırtıcı tat sadece bu sebzede belirlenmiştir. Fermente / mayamsı özelliği ile yüksek skorlar alan sebzelerin ise siyah havuç ve kırmızı lahana olduğu tespit edilmiştir. Metalik özellik ise duyuusal değerlendirme sonucunda sadece pancarda bir skor almıştır.

4.5. Fermente Sebze Sularında Tüketici Beğeni Testi

Çalışmada 101 kişiye uygulanan tüketici beğeni testi sonuçları Çizelge 4.4.' de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, görünüş açısından fermente sebze suları içerisinde en yüksek skorları siyah havuç ve pancar alırken, kırmızı lahana en düşük skora sahiptir. Siyah havuç suyunun kıvamı en fazla beğenilirken, onu pancar, havuç ve kırmızı lahana

suları takip etmektedir. Tat-koku bakımından ise en beğenilen havuç suyu olurken kırmızı lahana suyu pişmiş/sülfür kokusundan dolayı en az beğenilen ürün olmuştur. Bu durum duyuusal değerlendirme sonuçlarıyla paralel niteliktedir. Siyah havuç ve pancar suyunun tat-koku özelliği ise hemen hemen aynı düzeydedir.

Çizelge 4.4. Fermente sebze suyu örneklerine ait tüketici beğeni testi sonuçları

Fermente Sebze Suyu Örnekleri	Görünüş	Kıvam	Tat-Koku	Beğeni Sırası
Havuç	6,23±0,20 ^b	5,79±0,18 ^b	6,18±0,19 ^a	1,99±0,08 ^c
Siyah havuç	7,15±0,14 ^a	6,93±0,13 ^a	5,97±0,18 ^a	1,96±0,08 ^c
Kırmızı lahana	4,63±0,24 ^c	4,46±0,21 ^c	2,66±0,19 ^b	3,68±0,06 ^a
Pancar	7,15±0,15 ^a	6,80±0,17 ^a	5,93±0,32 ^a	2,36±0,11 ^b

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P \leq 0,05$)

101 kişinin yanıtları beğeni sırasına koyulduğunda, fermente sebze suları arasında en çok beğenilen siyah havuç suyu olmuş, onu sırasıyla havuç ve pancar suları izlemiş ve en son sırayı da fermente kırmızı lahana suyu almıştır.

4.6. Fermente Sebze Sularının Depolanması

4.6.1 Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişim

30 °C' de 38-64 saat boyunca *L. plantarum* ile fermente edilen sebze sularının 4 °C' de 5 hafta depolanması süresince LAB, TAMCB ve maya-küf sayılarındaki değişimler incelenmiştir. Mikrobiyolojik sayımlar, fermente sebze sularında depolamanın başlangıcı (0. hafta) ve depolamanın sonunda (5.hafta) olmak üzere 2 kez yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 4.5.' te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Fermente sebze sularının depolanması süresince mikrobiyolojik özelliklerindeki değişim (log kob/mL)

Depolama süresi (hafta)	Havuç	Siyah Havuç	Kırmızı Lahana	Pancar
LAB				
0	9,20±0,01 ^a	9,46±0,01 ^a	9,85±0,01 ^a	9,07±0,01 ^a
5	8,03±0,02 ^b	8,81±0,01 ^b	6,68±0,01 ^b	3,66±0,01 ^b
TAMCB				
0	9,20±0,01 ^a	9,27±0,01 ^a	9,89±0,04 ^a	9,17±0,01 ^a
5	7,98±0,01 ^b	7,81±0,01 ^b	7,66±0,03 ^b	3,55±0,01 ^b
Maya-Küf				
0	2,46±0,01 ^b	2,52±0,02 ^b	≤ 1	≤ 1
5	4,99±0,01 ^a	5,00±0,01 ^a	≤ 1	≤ 1

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

Çizelgede görüldüğü gibi fermente sebze sularının LAB'leri sayılarında depolama sonunda fermente havuç suyunda %12,71, fermente siyah havuç suyunda % 6,87, fermente kırmızı lahana suyunda % 32,18 ve fermente pancar suyunda %59,64 oranında bir azalma olduğu belirlenmiştir. TAMCB sayısındaki değişim incelendiğinde ise; fermente havuç suyunda % 13,26, fermente siyah havuç suyunda % 15,74, fermente kırmızı lahana suyunda % 22,54 ve fermente pancar suyunda % 61,28 oranında azalma olduğu saptanmıştır. Maya ve küf sayımı (maya sayısı, küf sayına göre baskın) sonuçlarına bakıldığında ise, depolama sonunda fermente havuç ve fermente siyah havuç sularında yaklaşık 2 katlık bir artış olduğu saptanmıştır. Fermente kırmızı lahana ve pancar sularında ise gerek depolama başı gerekse de depolama sonunda maya-küf saptanmamıştır. Depolama süresince (0.hafta -5.hafta) LAB sayısı değişimi fermente havuç suyunda 9,20-8,03 log kob/mL, fermente siyah havuç suyunda 9,46-8,81 log kob/mL, fermente kırmızı lahana suyunda 9,85-6,68 log kob/mL ve fermente pancar suyunda 9,07-3,66 log kob/mL'dir. *L. plantarum*'un canlılığını en fazla sürdürebildiği fermente sebze suyu siyah havuç iken, canlılığını en az sürdürebildiği fermente sebze suyu pancar olmuştur. Depolama süresince (0.hafta -5.hafta) TAMCB sayısı değişimi fermente havuç suyunda 9,20-7,98 log kob/mL, fermente siyah havuç suyunda 9,27-7,81 log kob/mL, fermente kırmızı lahana

suyunda 9,89-7,66 log kob/mL ve fermente pancar suyunda 9,17-3,55 log kob/mL' dir. Yani TAMCB sayısındaki değişimin LAB sayısındaki değişime paralel olarak azaldığı saptanmıştır. Depolama süresince (0.hafta -5.hafta) maya-küf sayısındaki değişim fermente havuç suyunda 2,46-4,99 log kob/mL, fermente siyah havuç suyunda 2,52-5,00 log kob/mL iken fermente kırmızı lahana ve pancar sularında depolama başı ve sonunda maya-küf tespit edilmemiştir.

Yapılan bir çalışmada, 4 farklı LAB' si ayrı ayrı inoküle edilerek 4 farklı fermente pancar suyu üretilmiştir. Bu LAB' leri *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. delbrueckii* ve *L. casei*' dir. Pancar sularının her birine ayrı ayrı inokülasyonlar gerçekleştirildikten sonra 30 °C' de 48 saat fermente edilmiş ve elde edilen fermente pancar suları 4 °C' de 4 hafta boyunca depolanmıştır. Fermente pancar sularında depolama başlangıcında *L. plantarum* 8,96 log kob/mL, *L. acidophilus* 9,44 log kob/mL, *L. delbrueckii* 9,18 log kob/mL ve *L. casei* 9,22 log kob/mL olarak saptanmıştır. Depolama sonunda (4. hafta) ise *L. plantarum* 7,88 log kob/mL, *L. acidophilus* 5,20 log kob/mL, *L. delbrueckii* 6,95 log kob/mL ve *L. casei* 7,85 olarak saptanmıştır (Yoon ve ark., 2005). Bu çalışmada *L. plantarum* ve *L. casei* ile edilen fermente pancar sularında LAB' lerinin depolama boyunca daha fazla canlılığını sürdürebildiği anlaşılmaktadır. Yoon ve ark. (2006) tarafından yapılan başka bir çalışmada lahana suyuna 3 farklı LAB' si ayrı ayrı inoküle ederek 3 farklı lahana suyu elde etmişlerdir. Bu LAB' leri, *L. delbrueckii*, *L. plantarum* ve *L. casei*' dir. Lahana sularının her birine ayrı ayrı inokülasyonlar gerçekleştirildikten sonra 30 °C' de 72 saat süreyle fermente edilmiş ve elde edilen fermente lahana suları 4 °C' de 4 hafta boyunca depolanmıştır. Fermente edilen lahana suyunun depolama sonundaki(4.hafta) LAB sayısı (*L. delbrueckii*, *L. plantarum*) 5,65-7,61 log kob/mL olarak saptanmıştır. Ancak *L. casei* ile fermente edilen lahana suyu depolamanın üçüncü haftasında hücredeki canlılığını sürdürememiştir. Erginkaya ve Hammes (1992) ise, şalgam sularında *L. plantarum* ve *L. delbrueckii* sayısını incelemişler ve 10⁸ ile 10⁹ log kob/mL arasında değişiklik gösterdiğini belirlemişlerdir.

Mousavi ve ark. (2011) nar suyuna LAB türlerini ayrı ayrı inoküle ederek 30 °C' de 72 saat fermente etmişler ve 4 °C' de 4 hafta boyunca depolamışlardır. Depolama başında *L. plantarum*, *L. acidophilus*, *L. paracasei* ve *L. delbrueckii* ile fermente edilen nar sularının LAB sayısı sırası ile 8,59 log kob/mL, 8,56 log kob/mL, 8,46 log kob/mL ve 8,55 log kob/mL' dir. *L. plantarum* ve *L. delbrueckii* 2. haftadan sonra canlılığını kaybederken *L. acidophilus* ve *L. paracasei* 1. haftadan sonra canlılıklarını kaybetmişlerdir. Bu çalışmada, LAB' lerinin canlılığını daha kısa sürede kaybetmesinin sebebi olarak

fermentasyonun süresi ve sıcaklığı, hammaddenin çeşidi ve depolama süresinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Ürünün besleyici ve koruyucu özelliklerini geliştirmek için bira mayası ekstraktı ile zenginleştirilmiş pancar ve havuç suları *Lactobacillus acidophilus* NCDO1748 ile laktik asit fermentasyonuna tabi tutulmuştur. Fermentasyonun başlaması için ortama 3 farklı düzeyde laktik asit g/L olarak eklenmiştir. Laktik asit bakterilerinin sayısı fermentasyon öncesinde 5,84 log kob/mL, 6,81 log kob/mL, 7 log kob/mL' dir. Fermentasyon sonunda ise 7,46 log kob/mL, 7,96 log kob/mL ve 8,84 log kob/mL olarak bildirilmiştir (Rakin ve ark., 2007).

Sheehan ve ark. (2007) portakal ve ananas sularını, *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* kültürleri ile 4 °C' de 12 hafta boyunca depolamışlardır. Depolama sonunda portakal suyunda *L. rhamnosus* sayısı 7,9 log kob/mL, *L. paracasei* sayısı 7,4 log kob/mL ve *L. casei* sayısı 7,8 log kob/mL olarak saptanmıştır. Aynı şekilde, depolama sonunda ananas suyundaki *L. rhamnosus* sayısı 6,3 log kob/mL, *L. paracasei* sayısı 7,4 log kob/mL, *L. casei* sayısı 6,3 log kob/mL olarak saptanmıştır. 4 °C' de 12 hafta depolama süresinde, portakal ve ananas sularında *L. rhamnosus* ve *L. paracasei* türleri, araştırmada denenilen diğer türlere göre daha yüksek seviyede canlılığını sürdürmüştür. Buradan yola çıkarak, çalışmamızdaki LAB sayısı sonuçlarının diğer çalışmalardan farklı çıktığı saptanmıştır. Bu farklılığın sebebinin ise kullanılan hammaddenin farklı olması, kültür tipi, kültür oranı ve depolama sürelerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.6.2. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince pH ve Toplam Asitlik Değerlerindeki Değişim

30 °C' de 38-64 saat boyunca fermente edilen sebze sularının 4 °C' de 5 hafta depolanması boyunca pH ve toplam asitlik değerlerindeki değişim Çizelge 4.6.' da verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi fermente sebze sularında depolama sonunda pH değerlerinin artış gösterdiği saptanmıştır. Bu artış fermente havuç suyunda % 0,52, fermente siyah havuç suyunda % 2,84, fermente kırmızı lahana suyunda % 0,54 ve fermente pancar suyunda % 0,73 düzeyindedir. Toplam asitlik değerlerine bakıldığında ise depolama sonunda fermente siyah havuç suyunda % 40,38 oranında bir artış saptanırken, fermente kırmızı lahana suyunda % 5,61 oranında bir azalma saptanmıştır. Fermente havuç ve pancar sularında ise toplam asitliğin depolama sonunda değişmediği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Fermente sebze sularının depolama süresince pH ve toplam asitlik değişimi

Fermente Sebze Suları	Depolama Süresi (Hafta)	pH	Toplam asitlik (g/100 mL)
Havuç	0	3,83±0,01 ^b	0,44±0,00 ^a
	1	3,84±0,01 ^{ab}	0,44±0,00 ^a
	2	3,86±0,01 ^{ab}	0,33±0,00 ^b
	3	3,87±0,01 ^a	0,45±0,00 ^a
	4	3,85±0,00 ^{ab}	0,44±0,01 ^a
	5	3,85±0,01 ^{ab}	0,44±0,01 ^a
Siyah havuç	0	3,86±0,01 ^b	0,52±0,04 ^{bc}
	1	3,92±0,01 ^{ab}	0,49±0,02 ^c
	2	3,97±0,02 ^a	0,45±0,06 ^c
	3	3,92±0,01 ^a	0,39±0,05 ^c
	4	3,95±0,01 ^a	0,68±0,02 ^{ab}
	5	3,97±0,01 ^a	0,73±0,01 ^a
Kırmızı lahana	0	3,68±0,00 ^b	0,89±0,00 ^a
	1	3,69±0,00 ^a	0,76±0,03 ^c
	2	3,69±0,00 ^a	0,83±0,01 ^{abc}
	3	3,69±0,01 ^a	0,79±0,02 ^{bc}
	4	3,70±0,00 ^a	0,84±0,00 ^{ab}
	5	3,70±0,01 ^a	0,84±0,00 ^{ab}
Pancar	0	4,07±0,00 ^b	0,53±0,01 ^a
	1	4,08±0,01 ^{ab}	0,54±0,01 ^a
	2	4,08±0,00 ^{ab}	0,54±0,00 ^a
	3	4,09±0,01 ^{ab}	0,54±0,00 ^a
	4	4,10±0,01 ^{ab}	0,53±0,00 ^a
	5	4,10±0,01 ^a	0,53±0,00 ^a

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

Benzer şekilde, *L. casei* ve *L. paracasei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, beyaz ve kırmızı lahana sularının pH değerlerinin 4 °C' de 42 gün boyunca depolanması sonunda pH değerlerinin artış gösterdiği saptanmıştır (Fadhil, 2015). Diğer yandan, Yoon ve ark. (2005) *L. plantarum*, *L. casei*, *L. acidophilus* ve *L. delbrueckii* ile 30 °C' de 72 saat

pancar sularını ayrı ayrı fermente etmişler ve 4 °C’de 4 hafta boyunca depolamışlardır. Örneklerin pH değerlerinin depolama sonunda azaldığı, toplam asitlik değerlerinin de farklı düzeylerde arttığı saptanmıştır.

4.6.3. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişim

30 °C’ de 38-64 saat fermente edilen sebze sularının 4 °C’ de 5 hafta depolanması boyunca toplam fenolik madde miktarlarında meydana gelen değişim sonuçları Çizelge 4.7.’ de verilmiştir.

Çizelge 4.7.’de görüldüğü gibi depolama sonunda fermente sebze sularınının toplam fenolik madde miktarında farklı düzeylerde azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalış fermente havuç suyunda % 20,97, fermente siyah havuç suyunda % 7,61, fermente kırmızı lahana suyunda % 4,96 ve fermente pancar suyunda % 6,85 olarak belirlenmiştir.

Fadhil (2015), *L. casei* ve *L. paraceti* ile fermente edilen sebze sularının 4 °C’ de 42 gün süreyle depolanması süresince toplam fenolik içeriklerindeki değişimi belirlemiştir. *L. casei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, lahananın (beyaz ve kırmızı) sularının depolama başında toplam fenolik içerikleri sırasıyla 70,50, 112,16, 234,60 ve 63,80 mg gallik asit/g olarak saptanırken, depolama sonunda fenolik madde içeriklerinin (sırasıyla 148, 185,67, 279,66 ve 146,60 mg/g) farklı düzeylerde artış gösterdiği saptanmıştır. Toplam fenolik madde değişiminde meydana gelen bu farklılıklar çalışmalarda fermentasyonda kullanılan kültürlerin farklılığı ile fermentasyon sıcaklığı, fermentasyon süresi ve kullanılan sebze çeşitlerinin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.7. Fermente sebze sularının depolanması süresince toplam fenolik madde değişimi

Fermente sebze suları	Depolama süresi (hafta)	Toplam fenolik madde (mg gallik asit/L)
Havuç	0	119,18±1,20 ^{ab}
	1	106,30±2,00 ^{bc}
	2	117,52±1,80 ^{ab}
	3	134,48±2,10 ^a
	4	113,42±0,174 ^{bc}
	5	94,18±2,03 ^c
Siyah Havuç	0	1235,70±19,20 ^a
	1	843,50±19,40 ^c
	2	898,90±18,70 ^c
	3	965,30±24,70 ^{bc}
	4	1230,70±19,80 ^a
	5	1141,60±20,10 ^{ab}
Kırmızı Lahana	0	1062,5±8,10 ^{ab}
	1	1039,40±13,20 ^b
	2	1058,90±9,04 ^{ab}
	3	956,64±5,90 ^c
	4	1110,70±5,14 ^a
	5	1009,80±9,11 ^{bc}
Pancar	0	869,36±8,70 ^{bc}
	1	925,30±13,60 ^{ab}
	2	849,82±9,20 ^{bc}
	3	978,90±11,60 ^a
	4	735,30±11,00 ^d
	5	809,80±11,60 ^{cd}

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

4.6.4. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Toplam Monomerik Antosiyanin Miktarındaki Değişim

30 °C’ de 38-64 saat boyunca fermente edilen sebze sularının 4 °C’ de 5 hafta depolanması boyunca toplam monomerik antosiyanin içeriklerinde meydana gelen değişim sonuçları Çizelge 4.8.’ de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Fermente sebze sularının depolanması süresince toplam monomerik antosiyanin değişimi

Fermente sebze suları	Depolama süresi (hafta)	Toplam monomerik antosiyanin (mg/L)
Siyah Havuç	0	395,76±18,41 ^a
	1	414,55±15,88 ^a
	2	436,47±7,13 ^a
	3	417,23±3,50 ^a
	4	422,50±3,41 ^a
	5	408,70±3,72 ^a
Kırmızı lahana	0	350,70±26,10 ^a
	1	365,10±36,70 ^a
	2	391,90±0,94 ^a
	3	372,70±0,52 ^a
	4	381,57±2,92 ^a
	5	370,51±1,04 ^a

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

Çizelgede de görüldüğü gibi fermente sebze sularında depolama sonunda toplam monomerik antosiyanin miktarında artış saptanmıştır. Bu artış fermente siyah havuç suyunda % 29,30 iken, fermente kırmızı lahana suyunda % 5,64 olarak belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, fermente siyah havuç sularına farklı posa oranı ve farklı fermentasyon süresi uygulanarak toplam monomerik antosiyanin miktarı incelenmiştir. Fermentasyon başlangıcında toplam monomerik antosiyanin miktarı 117,99 mg/L iken, 5 haftalık fermentasyon süresi sonunda 119,52 mg/L olarak belirlenmiştir. % 0 posa oranındaki toplam monomerik antosiyanin miktarı 160,91 mg/L iken, %100 posa oranındaki miktarı ise 86,35 mg/L olarak bildirilmiştir. Sonuç olarak, fermente siyah havuç

suyu üretiminde posa içeriğine bağlı olarak antosiyanin miktarı önemli düzeyde değişiklik göstermiştir (Tatoğlu, 2014). Çalışmamızdaki siyah havuç suyuna ilişkin antosiyanin değerleri, bu sonuçlardan farklılık göstermektedir. Bu durum, siyah havucun çeşidinin ve hangi dönemde hasat edilmiş olmasının yanısıra, fermentasyon işleminden ve fermentasyonda uygulanan farklı süre ve sıcaklıklardan kaynaklanmış olabilir.

Panda ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada antosiyanince zengin tatlı patatesi haşlanmış (100 °C' de 15 dk) ve haşlanmamış olarak *L. plantarum* kültürü inoküle etmişler ve 28° C' de 48 saat boyunca fermentasyona tabi tutmuşlardır. Haşlanarak elde edilen fermente patates suyunun antosiyanin miktarı 971 mg/L iken, haşlanmadan elde edilen fermente tatlı patates suyunun antosiyanin miktarı 1600 mg/L olarak bulunmuştur. Yani haşlanmadan elde edilen fermente patates suyu, diğerine göre % 64 oranında daha fazla antosiyanin içermiştir. Bu durum, antosiyaninlerin sıcaklıktan olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklanabilmektedir.

4.6.5. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Antioksidan Aktivite Miktarındaki Değişim

30 °C' de 38-64 saat fermente edilen sebze sularının 4 °C' de 5 hafta depolaması süresince TEAC değerlerinde meydana gelen değişim sonuçları Çizelge 4.9' da verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi, depolama sonunda fermente havuç suyu ve siyah havuç suyunda, fermente kırmızı lahana suyu ve pancar suyuna göre antioksidan aktivite değerlerinde daha fazla artış saptanmıştır. Bu artış fermente havuç suyunda % 2,30, fermente siyah havuç suyunda % 18,39, fermente kırmızı lahana suyunda % 5,64 ve fermente pancar suyunda % 2,71' dir. Antioksidan aktivitenin artması, hücre duvarlarının ve hücre içi maddelerin yıkımı sonucunda potansiyel antioksidatif bileşiklerin serbest kalması, fenolik bileşiklerin aktif hale gelmesi, oksidatif enzimlerin ısısal işlem ile birlikte inaktivasyonu sonucu oksidasyonun bastırılması ve meydana gelebilecek yeni antioksidatif bileşikler nedeniyle gerçekleşebilmektedir (Pellegrini ve ark., 2009).

Fadhıl (2015), *L. paracasei* ve *L. casei* ile fermente sebze suları elde etmiş ve bu sebze sularının 4 °C' de 42 gün depolanması süresince antioksidan aktivitelerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. *L. casei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, beyaz ve kırmızı lahananın depolama başında TEAC değerleri sırası ile 1,46, 1,11, 0,05 ve 1,93 µmol troloks /100 g' dir. Depolama sonunda ise TEAC değerleri artış göstermiş ve sırasıyla 2,32, 2,44, 2, 15 ve 2,93 µmol troloks /100 g olarak bulunmuştur. *L. paracasei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, beyaz ve kırmızı lahananın depolama başında TEAC

değerleri ise sırası ile 2,08, 1,08, 1,44 ve 1,20 µmol troloks /100 g olarak saptanmıştır. Depolama sonunda benzer şekilde TEAC değerleri artış göstermiş ve sırasıyla 2,33, 2,71, 2,36 ve 3,12 µmol troloks /100 g olarak bulunmuştur. Bu çalışmada DPPH yöntemi ile de antioksidan aktivitede meydana gelen değişimler incelenmiştir. *L. casei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, beyaz lahanaya ve kırmızı lahananın depolama başında % inhibisyon değerleri sırası ile 55,90, 56,70, 91,90 ve 43,25 olarak bulunmuştur. Depolama sonunda ise % inhibisyon değerleri sırasıyla 22,90, 57,70, 83,60 ve 19,50 olarak bulunmuştur. *L. paracasei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli, beyaz ve kırmızı lahananın depolama başında % inhibisyon değerleri 55,90,56,70, 91,90 ve 43,25 olarak bulunmuş olup, depolama sonunda ise yine aynı sırasıyla 19,20, 23,10, 75,50 ve 22,70 olarak bulunmuştur. *L. casei* ile fermente edilen karnabahar ve kırmızı lahananın % inhibisyon değerlerine bakıldığında antioksidan aktivitenin artmakta olduğu, brokoli ve beyaz lahananın ise antioksidan aktivitesinin azalma olduğu tespit edilmiştir. *L. paracasei* ile fermente edilen karnabahar, brokoli ve kırmızı lahananın % inhibisyon değerlerine bakıldığında antioksidan aktivitenin azalmakta olduğu, beyaz lahananın ise antioksidan aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu çalışma sonuçlarından, fermente sebze sularında antioksidan aktivitenin belirlenmesinde kullanılan analiz yöntemine göre antioksidan aktivite değerlerinin değişiklik gösterebileceği anlaşılmaktadır.

Filannino ve ark. (2013) nar suyunu *L. plantarum* LP09, *L. plantarum* POM1 ve *L. plantarum* C2 ile 30 °C’ de 120 saat boyunca fermente etmişlerdir. Daha sonra 4 °C’ de 30 gün depolamışlardır. Fermentasyon işleminden önce antioksidan aktivite değeri 7,3 mM (TEAC) olup fermentasyon sırasında azalmıştır. *L. plantarum* LP09, *L. plantarum* POM1 ve *L. plantarum* C2 ile elde edilen fermente nar sularının depolama sonrası antioksidan aktiviteleri sırasıyla % 16, % 21 ve % 15 oranında azalma göstermiştir. Çalışma sonuçları arasındaki farklılıklar, çalışmalarda kullanılan bakteri suşlarının ve bakterilerin spesifik gelişme şartlarının farklı olmasından ve buna bağlı olarak aktivitelerindeki farklılıktan, analiz yöntemlerinden ve hammadde farklılıklardan kaynaklanmış olabilir (Volden ve ark., 2009).

Ou ve ark. (2002) antioksidan aktivite tayini sonuçlarında görülen farklılığın, bitkinin yetiştirilme koşullarından kaynaklandığını iddia etse de hasat zamanı, toprak verimi, sıcaklık ve depolama süresi gibi çeşitli faktörlerin de sebzelerin antioksidan özelliklerinde farklılıklara yol açtığını ortaya koymuştur.

Çizelge 4.9. Fermente sebze sularının depolanması süresince antioksidan aktivitedeki değişim

Fermente sebze suları	Depolama süresi (hafta)	TEAC değeri (μmol troloks /mL)
Havuç	0	1,30 \pm 0,01 ^{bc}
	1	1,26 \pm 0,01 ^c
	2	1,32 \pm 0,00 ^b
	3	1,32 \pm 0,01 ^b
	4	1,40 \pm 0,01 ^a
	5	1,33 \pm 0,01 ^b
Siyah Havuç	0	16,69 \pm 0,09 ^{bc}
	1	15,68 \pm 0,30 ^c
	2	20,18 \pm 0,19 ^a
	3	15,48 \pm 0,40 ^c
	4	18,25 \pm 0,81 ^{ab}
	5	19,76 \pm 0,60 ^a
Kırmızı Lahana	0	15,06 \pm 0,76 ^a
	1	15,23 \pm 0,76 ^a
	2	15,55 \pm 0,03 ^{ab}
	3	12,68 \pm 0,63 ^b
	4	14,68 \pm 0,05 ^{ab}
	5	15,91 \pm 0,07 ^a
Pancar	0	16,19 \pm 0,22 ^a
	1	16,74 \pm 0,26 ^a
	2	17,27 \pm 0,46 ^a
	3	16,25 \pm 0,08 ^a
	4	16,50 \pm 0,05 ^a
	5	16,63 \pm 0,06 ^a

Sonuçlar ortalama \pm standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

Yapılan bir çalışmada domates suyu 25 °C’ de 17 saat boyunca fermente edilmiş ve 4 °C’ de 40 gün süreyle depolanmıştır. *L.plantarum* POM8, *Weisella cibaria/confusa* POM11, *Pediococcus pentosaceus* POM10, *L.plantarum* POM27, *L.plantarum* POM35,

L.plantarum POM43, *L. brevis* POM2, *L.plantarum* POM1, *Enterococcus faecium/faecalis* POM3, *Lactobacillus sp.* POM44 ve allochthonous *L. plantarum* LP54 ile elde edilen fermente domates sularının antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 44,10, 66,50, 30,75, 47,40, 51,90, 20,10, 41,60, 49,00, 43,10, 39,00 ve 40,20 mg/L olarak bulunmuştur (Di Cagno ve ark., 2009). Depolama sonunda ise antioksidan aktivite değerleri sırasıyla ile 44,50, 67,80, 30,45, 23,50, 52,20, 19,43, 41,20, 49,20, 42,60, 39,70 ve 40,80 mg/L olarak bulunmuştur. *L.plantarum* POM8, *Weissella cibaria/confusa* POM11, *L.plantarum* POM35, *L.plantarum* POM1, *Lactobacillus sp.* POM44 ve allochthonous *L. plantarum* LP54 ile elde edilen fermente domates sularının antioksidan aktivite değerleri çok önemli bir düzeyde olmasa da artmıştır. *Pediococcus pentosaceus* POM10, *L.plantarum* POM27, *L.plantarum* POM43, *L. brevis* POM2 ve *Enterococcus faecium/faecalis* POM3 ile fermente edilen domates sularının antioksidan aktivite değerleri de önemli düzeyde olmasa da azalmıştır (Di Cagno ve ark., 2009). Bizim çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar bu çalışmada bulunan sonuçlardan farklılık göstermektedir. Bunun sebebinin çalışmada kullanılan hammadde çeşidi, kültür tipi, kültür oranı ve farklı suşların kullanılmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.6.6. Fermente Sebze Sularının Depolanması Süresince Duyusal Özelliklerindeki Değişim

Sebze sularından laktik asit fermentasyon tekniği ile elde edilen fermente sebze sularının duyusal değerlendirmeleri; tatlı, ekşi, tuzlu, buruk, acı, ısırıcı (bite), metalik, taze havuç aroması, taze siyah havuç aroması, taze mor lahana aroması, taze pancar aroması, çiçek-gül, olgun sarı meyve, fermente/mayamsı, pişmiş, toprak, meyvemsi ve depo (buzdolabı) olmak üzere toplam 15 terim üzerinden yola çıkılarak eğitimli 7 bayan panelistin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme 5 hafta süresince her hafta olmak üzere, her bir fermente sebze suyu için ayrı ayrı yapılmıştır. Bunun sonucunda elde edilen duyusal değerlendirme sonuçları, kullanılan terimlerin tanımlayıcılarıyla birlikte Çizelge 4.10 - Çizelge 4.13 'de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Fermente havuç sularının depolanması süresince duyuusal özelliklerindeki değişim

Terimler	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta
Tatlı	2,57±0,12 ^b	3,14±0,120,08 ^a	2,50±0,12 ^b	2,64±0,10 ^b	2,39±0,15 ^b	2,79±0,10 ^{ab}
Ekşi	6,43±0,14 ^a	4,57±0,14 ^c	4,64±0,11 ^c	4,29±0,09 ^c	5,39±0,12 ^b	5,86±0,14 ^b
Tuzlu	0,66±0,05 ^a	0,67±0,05 ^a	0,50±0,00 ^b	0,50±0,00 ^b	0,57±0,04 ^{ab}	0,60±0,05 ^{ab}
Buruk	0,65±0,05 ^a	0,67±0,04 ^a	0,50±0,00 ^b	0,50±0,00 ^b	0,50±0,00 ^b	0,50±0,00 ^b
Acı	-	-	-	-	-	-
Isırıcı(bite)	-	-	-	-	-	-
Metalik	-	-	-	-	-	-
Taze havuç aroması	2,86±0,23 ^a	2,82±0,19 ^a	2,82±0,08 ^a	3,00±0,11 ^a	2,82±0,14 ^a	1,96±0,13 ^b
Çiçek-gül	2,07±0,12 ^a	1,93±0,24 ^a	1,57±0,15 ^a	2,11±0,14 ^a	2,11±0,13 ^a	2,00±0,07 ^a
Olgun sarı meyve	1,79±0,13 ^{ab}	2,11±0,15 ^a	1,50±0,07 ^{bc}	1,14±0,06 ^c	1,14±0,06 ^c	1,21±0,07 ^c
Fermente/mayamsı	1,71±0,11 ^{bc}	2,21±0,10 ^a	2,04±0,12 ^{ab}	2,00±0,14 ^{abc}	1,57±0,05 ^c	1,64±0,11 ^{bc}
Pişmiş	0,57±0,05 ^a	0,64±0,08 ^a	0,66±0,06 ^a	0,64±0,06 ^a	0,61±0,08 ^a	0,57±0,09 ^a
Toprak	-	-	-	-	-	-
Meyvemsi	-	-	-	-	-	-
Depo(buzdolabı)	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p≤0,05)

Elde edilen sonuçlara göre, fermente havuç sularındaki tatlılık değerlerinde depolama boyunca ve haftalar arasında olumsuz bir değişiklik gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda % 8,56 düzeyinde artış saptanmıştır. Jagannath ve ark. (2015), *L. plantarum* ve *L. delbrueckii* ile kırmızı pancar sularını 4 ve 30 °C’de 48 saat fermente etmişler ve 32 gün süreyle depolamışlardır. 32 gün sonunda ürünlerin tat ve kokusunun daha iyi olduğu saptanmıştır. Ekşilik değerlerine baktığımızda, depolama boyunca % 8,86 düzeyinde bir azalış saptanmıştır. Fermente havuç sularında tuzluluk ve burukluğa ait sonuçlarda haftalar arasında ve depolama boyunca önemli bir fark gözlenmez iken, depolama sonunda tuzluluk % 9,09 ve burukluk değerlerinde % 23,07’ lik bir azalma saptanmıştır. Fermente havuç sularında acılık, ısıracı (bite) ve metalik tat duyuşal değerlendirmeler sonucunda belirlenmemiştir. Taze havuç aromasında 4 hafta boyunca önemli bir değişim gözlenmezken 5. hafta sonunda yani depolama bitişinde azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma % 31,46 olarak saptanmıştır. Çiçek-gül aroması ise haftalar arasında iniş çıkışlar olsa da önemli bir değişiklik göstermemiş ve depolama sonunda % 3,38 oranında bir azalma saptanmıştır. Aynı şekilde olgun sarı meyve aroması da haftalar arasında iniş çıkışlar olmuş ve depolama sonunda % 32,40 oranında azalma gözlemlenmiştir. Fermente/mayamsı aromaya sahip fermente havuç suyunda haftalar arasında ve depolama boyunca olumsuz bir değişiklik gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda % 4,09’ lik azalma belirlenmiştir. Fermente havuç suyunda pişmiş aromasında da haftalar arasında ve depolama boyunca değişiklik gözlemlenmemiştir.

Çizelge 4.11. Fermente siyah havuç sularının depolanması süresince duyuusal özelliklerindeki değişim

Terimler	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta
Tatlı	1,04±0,05 ^a	1,01±0,04 ^a	0,99±0,01 ^a	0,96±0,02 ^a	0,72±0,06 ^b	0,74±0,07 ^b
Ekşi	7,21±0,11 ^c	7,86±0,11 ^b	7,89±0,13 ^b	7,96±0,14 ^b	9,71±0,13 ^a	10,04±0,12 ^a
Tuzlu	3,25±0,07 ^a	2,75±0,09 ^{bc}	3,04±0,13 ^{ab}	1,75±0,09 ^d	2,54±0,15 ^c	2,07±0,05 ^d
Buruk	1,04±0,04 ^c	1,25±0,07 ^c	1,04±0,04 ^c	1,75±0,09 ^b	1,89±0,08 ^{ab}	2,00±0,00 ^a
Acı	-	0,36±0,08 ^b	1,00±0,07 ^a	0,61±0,09 ^b	0,89±0,06 ^a	0,50±0,00 ^b
Isırıcı(bite)	3,36±0,10 ^{bc}	3,68±0,16 ^b	2,79±0,10 ^d	4,50±0,15 ^a	3,86±0,11 ^b	2,86±0,14 ^{cd}
Metalik	-	-	-	-	-	-
Taze siyah havuç aroması	1,04±0,06 ^{bc}	1,32±0,08 ^b	1,14±0,10 ^{bc}	1,64±0,12 ^a	1,00±0,00 ^c	1,00±0,00 ^c
Çiçek-gül	0,32±0,07 ^c	0,32±0,07 ^c	0,32±0,07 ^c	0,63±0,04 ^{ab}	0,53±0,07 ^{bc}	0,86±0,11 ^a
Fermente/mayamsı	4,79±0,18 ^c	5,00±0,14 ^{bc}	4,96±0,21 ^c	5,75±0,19 ^{ab}	5,79±0,22 ^a	6,36±0,19 ^a
Pişmiş	-	-	-	-	-	-
Toprak	0,41±0,11 ^c	0,99±0,11 ^{ab}	1,03±0,06 ^a	0,71±0,07 ^{abc}	0,64±0,06 ^c	0,66±0,06 ^{bc}
Meyvemsi	1,07±0,07 ^a	1,00±0,00 ^a	0,75±0,07 ^b	0,57±0,05 ^b	0,57±0,05 ^b	0,57±0,05 ^b
Depo(buzdolabı)	-	-	-	0,82±0,14 ^a	0,29±0,07 ^b	-

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

Elde edilen sonuçlara göre, fermente siyah havuç sularında tatlılık değerlerinde haftalar arasında olumsuz bir değişim gözlenmemiş olup, depolama sonunda % 28,84 oranında bir azalma saptanmıştır. Ekşilik değerlerinde ise depolamanın başlarında haftalar arasında önemli bir fark gözlenmezken, 4 ve 5. haftalarda % 39,25 oranında bir artış gözlemlenmiştir. Tuzluluk değerleri depolama sonunda % 36,30 azalmıştır. Buruklukta ise depolama sonunda % 92,30 gibi yüksek bir artma saptanmıştır. Acılığa bakıldığında ise haftalar arasında önemli bir değişim gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda % 50 artma saptanmıştır. Isırıcı (bite) tat tüm depolama boyunca saptanmıştır, depolama sonunda % 14,48 oranında bir azalma tespit edilmiştir. Taze siyah havuç aromasında haftalar arasında önemli bir değişim gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda çok önemli bir fark olmamakla birlikte % 3,84 gibi bir azalma saptanmıştır. Çiçeğimsi aromada ise haftalar arasında önemli bir değişim gözlemlenmiş olup, depolamanın sonunda yaklaşık 2.7 katlık bir artış saptanmıştır. Fermente / mayamsı aromada ise depolama sonunda başlangıca göre % 32,77' lik bir artma saptanmıştır. Toprak aroması ise kültür eklendikten sonra ilk gününde (0. Gün) diğer haftalara göre daha düşük gözlemlenmiştir. Toprak aromasında 5 haftalık depolama boyunca önemli bir fark gözlenmezken depolama sonunda % 60,97 oranında bir artma saptanmıştır. Meyvemsi aroma fermente siyah havuç sularında depolama boyunca hafta ilerledikçe depolama sonunda % 46,72' lik bir azalma tespit edilmiştir. 4 farklı LAB türü *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. casei* ve *L. acidophilus*' un, fermente elma suyunda aroma profili üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada elma suları 0-80 saat fermantasyona tabi tutulduktan sonra 1, 7, 14, 21 ve 28 günlük depolamadan sonra biyoaktif bileşenleri gözlemlenmiştir. LAB türlerinin farklı fermentasyon kapasiteleri nedeniyle fermentasyon sürecinde farklı büyüme ve metabolik faaliyetler göstererek farklı konsantrasyonlarda organik asitler ve uçucu bileşikler oluşmaktadır. Daha sonra bu maddelerin lezzet profillerinde farklılıklara yol açtığı tespit edilmiştir. Bu sebeple fermentasyon için kullanılan bakteri suşunun fermente elma suyunun lezzet profillerine önemli katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Chen ve ark., 2018). Buradan yola çıkarak çalışmamızda kullandığımız starter kültürün siyah havuç ve diğer sebzelerde de duyuşal profili farklılıklar göstermiştir. Depo (buzdolabı) aroması depolamanın sadece 3 ve 4. haftalarında saptanmış olup, diğer haftalarda bu aroma tespit edilmemiştir.

Çizelge 4.12. Fermente kırmızı lahana sularının depolanması süresince duyuusal özelliklerindeki değişim

Terimler	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta
Tatlı	1,36±0,10 ^{bc}	1,64±0,13 ^{ab}	1,21±0,10 ^c	1,68±0,12 ^{ab}	1,79±0,09 ^a	1,82±0,07 ^a
Ekşi	5,32±0,12 ^c	5,39±0,12 ^c	5,92±0,10 ^b	6,36±0,15 ^{ab}	6,61±0,12 ^a	6,18±0,08 ^{ab}
Tuzlu	2,25±0,07 ^{ab}	2,21±0,10 ^{ab}	2,11±0,08 ^b	2,46±0,11 ^a	2,00±0,05 ^b	2,21±0,09 ^{ab}
Buruk	1,21±0,07 ^a	1,64±0,06 ^c	1,50±0,05 ^c	1,75±0,09 ^{bc}	2,03±0,06 ^a	1,96±0,06 ^{ab}
Acı	1,25±0,07 ^d	1,68±0,07 ^{bc}	1,43±0,07 ^{cd}	2,39±0,12 ^a	1,86±0,06 ^b	1,86±0,06 ^b
Isırıcı(bite)	-	-	-	-	-	-
Metalik	-	-	-	-	-	-
Taze kırmızı lahana aroması	2,61±0,20 ^a	2,43±0,12 ^{ab}	2,50±0,17 ^{ab}	2,32±0,18 ^{ab}	2,00±0,00 ^b	2,04±0,04 ^{ab}
Çiçek-gül	0,79±0,07 ^b	0,82±0,10 ^{ab}	0,96±0,06 ^{ab}	1,25±0,17 ^a	0,96±0,11 ^{ab}	1,00±0,07 ^{ab}
Fermente/mayamsı	4,71±0,19 ^b	4,82±0,11 ^{bc}	4,86±0,13 ^{ab}	5,32±0,18 ^a	4,93±0,13 ^{ab}	4,93±0,10 ^{ab}
Pişmiş	3,36±0,19 ^c	4,07±0,15 ^b	4,39±0,12 ^{ab}	4,50±0,15 ^{ab}	4,71±0,13 ^a	4,86±0,14 ^a
Toprak	1,04±0,10 ^a	1,00±0,09 ^a	1,04±0,04 ^a	1,18±0,07 ^a	1,07±0,05 ^a	1,07±0,05 ^a
Meyvemsi	0,99±0,08 ^a	1,00±0,05 ^a	1,00±0,07 ^a	0,93±0,05 ^a	0,96±0,04 ^a	1,00±0,00 ^a
Depo(buzdolabı)	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

Elde edilen sonuçlara göre, fermente kırmızı lahana suyunda tatlılık değerlerinde haftalar arasında önemli bir değişim gözlemlenmezken, depolama sonunda % 33,82' lik bir artış saptanmıştır. Ekşilik artarak devam etmiş ve depolamanın sonunda 4. haftada en yüksek düzeye çıkmıştır. 5. haftanın sonunda bir önceki haftaya göre azalma gözlemlenmiş, ancak depolama başlangıcına göre % 16,16' lık bir artma saptanmıştır. Tuzluluk değerlerinde haftalar arasında ve depolama boyunca çok önemli bir değişiklik gözlemlenmemiş olup, depolamanın sonunda çok az düzeyde yani % 1,77 gibi bir oranda azalma saptanmıştır. Burukluk ise haftalar arasında çok değişiklik göstermemiş olup, depolamanın sonunda % 61,98' lik artış saptanmıştır. Acılık özelliğinde ise % 48,80 artış saptanmıştır. Isırıcı (bite) ve metalik tada fermente kırmızı lahana sularında hiç rastlanılmamıştır. Taze kırmızı lahana aroması depolama sonunda % 21,83 oranında azalmıştır. Çiçeğimsi gül aroma tüm hafta boyunca ve haftalar arasında önemli bir değişiklik olmadan gözlemlenmiş olup, depolama sonunda % 26,58 oranında bir artma saptanmıştır. Fermente/ mayamsı aroma depolamanın sonunda % 4,67 artmıştır, ancak depolama boyunca haftalar arasında önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Fermentasyon işlemi aslında organik asitler, alkol ve karbondioksit olan bir dizi ürün üretmek için karbonhidratların oksitlenmesini içerir. Bu ürünler, gıdada bozulma veya patojenik mikrobiyanın büyümeyi sınırlandırarak koruyucu bir etkiye sahiptir. Fermentasyon ayrıca gıdanın duyuşal özelliklerini arttırmaya neden olmaktadır (Medina ve ark., 2016). Pişmiş aromasının depolamanın başından sonuna kadar haftalar ilerledikçe hep artış gösterdiği saptanmıştır. Pişmiş aroma depolama sonunda ise % 44,64 düzeyinde artmıştır. Toprak aroması haftalar arasında çok önemli bir değişikliğe sebep olmamış ve depolamanın sonunda % 2,88 oranında artma saptanmıştır. Aynı şekilde meyvemsi aromada da haftalar arasında önemli bir değişikliğe sebep olmadığı gözlemlenmiş ve depolama sonunda % 1,01'lik düşük bir artma saptanmıştır. Depo (buzdolabı) aroması ise fermente kırmızı lahana sularında yapılan duyuşal değerlendirmeler sonucunda saptanmamıştır.

Çizelge 4.13. Fermente pancar sularının depolanması süresince duyuusal özelliklerindeki değişim

Terimler	0.Hafta	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta
Tatlı	4,79±0,11 ^c	4,86±0,13 ^c	4,93±0,12 ^c	5,43±0,13 ^b	5,90±0,06 ^a	5,93±0,07 ^a
Ekşi	2,61±0,11 ^a	2,46±0,14 ^{ab}	2,36±0,11 ^{ab}	2,11±0,08 ^c	2,18±0,08 ^{ab}	2,54±0,09 ^{ab}
Tuzlu	1,39±0,11 ^{ab}	1,14±0,06 ^{abc}	1,43±0,12 ^a	1,07±0,05 ^{bc}	1,04±0,04 ^c	1,07±0,05 ^{bc}
Buruk	0,89±0,05 ^d	0,95±0,02 ^{cd}	1,16±0,07 ^{bc}	1,00±0,00 ^{cd}	1,29±0,09 ^b	1,50±0,00 ^a
Acı	-	-	-	-	-	-
Isırıcı(bite)	-	-	-	-	-	-
Metalik	0,63±0,05 ^{ab}	0,83±0,05 ^{ab}	0,82±0,08 ^a	0,57±0,05 ^b	0,57±0,05 ^b	0,57±0,05 ^b
Taze pancar aroması	6,07±0,15 ^b	6,29±0,16 ^{ab}	5,96±0,13 ^b	6,14±0,08 ^{ab}	6,39±0,11 ^{ab}	6,64±0,11 ^a
Çiçek-gül	1,89±0,15 ^a	1,68±0,11 ^a	1,79±0,13 ^a	1,79±0,13 ^a	1,86±0,12 ^a	1,96±0,12 ^a
Fermente/mayamsı	3,21±0,10 ^a	3,18±0,11 ^a	3,11±0,08 ^a	3,07±0,05 ^a	3,00±0,00 ^a	2,93±0,07 ^a
Pişmiş	2,82±0,14 ^a	3,00±0,09 ^a	2,75±0,09 ^a	2,93±0,07 ^a	2,89±0,09 ^a	2,82±0,07 ^a
Toprak	2,54±0,12 ^b	2,71±0,11 ^{ab}	2,96±0,04 ^a	2,86±0,10 ^{ab}	3,00±0,00 ^a	3,00±0,00 ^a
Meyvemsi	0,99±0,01 ^a	1,04±0,08 ^a	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a
Depo(buzdolabı)	-	-	-	-	-	-

Sonuçlar ortalama±standart hata biçiminde verilmiştir. Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($p \leq 0,05$).

Elde edilen sonuçlara göre, fermente pancar sularının tatlılık değerlerinde haftalar arasında önemli bir değişiklik gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda % 20,04' lik artma saptanmıştır. Ekşilik değerlerinde ise haftalar arasında önemli bir fark gözlemlenmezken, depolamanın sonunda % 2,68 düzeyinde bir azalma saptanmıştır. Tuzluluk değerlerinde de aynı şekilde haftalar arasında önemli bir fark gözlemlenmezken, depolama sonunda % 23,02'lik azalma saptanmıştır. Fermente pancar sularında haftalar arasında buruklukta önemli bir değişim gözlemlenmemiş olup, depolamanın sonunda % 68,53 oranında bir artış saptanmıştır. Fermente pancar sularında acı ve ısırtıcı (bite) tada hiç rastlanılmamıştır. Metalik tat sadece fermente pancar sularında gözlemlenmiştir. Metalik tatta haftalar arasında önemli bir fark gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda % 9,52 azalma saptanmıştır. Taze pancar aroması fermente pancar sularında diğerlerine göre kendine has sebze aroması açısından en yoğun olarak tespit edilen sebze suyu olmuştur. Haftalar arasında da önemli bir değişim gözlemlenmezken, depolama sonunda % 9,39 oranında bir artma saptanmıştır. Çiçeğimsi aromada ise haftalar arasında yine çok önemli bir değişim gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda % 3,70 düzeyinde bir artış saptanmıştır. Fermente/mayamsı aromada haftalar arasında önemli bir değişim gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda % 8,72' lik bir azalma saptanmıştır. Fermente pancar sularında pişmiş aromasında haftalar arasında önemli bir değişiklik gözlemlenmemiş olup, depolama sonunda da bir değişiklik saptanmamıştır. Toprak aromasında depolama sonunda % 18,11 ve meyvemsi aromada % 1,01 oranında artma saptanmıştır. Depo (buzdolabı) aroması ise yapılan duyuşal değerlendirmeler sonucunda saptanmamıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada *L. plantarum* kültürü inoküle edilerek havuç, siyah havuç, kırmızı lahana ve pancar sularının laktik asit fermentasyonu gerçekleştirilmiş olup, elde edilen fermente sebze sularının 4 °C' de 5 haftalık depolanması boyunca fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

- Fermente sebze sularının pH değerleri 3,68-4,07, toplam asitlik değerleri ise 0,44 ile 0,90 g/100 mL olarak belirlenmiştir.
- Fermente sebze sularından havuç suyunun en düşük düzeyde (119,18 mg gallik asit/L), siyah havuç suyunun ise en yüksek düzeyde (1235,70 mg gallik asit/L) toplam fenolik madde içerdiği saptanmıştır.
- Toplam monomerik antosiyanin miktarı fermente siyah havuç suyu ve kırmızı lahana suyunda sırasıyla 395,76 mg/L ve 350,70 mg/L olarak belirlenmiştir.
- Troloks eşdeğer antioksidan kapasite değeri (TEAC) en yüksek fermente sebze suyu siyah havuç olup (16,69 µmol troloks /mL), en düşük olan fermente sebze suyu havuç olarak belirlenmiştir (1,30 µmol troloks /mL).
- Tüketici beğeni testi sonucunda en beğenilen fermente sebze suyu siyah havuç olarak belirlenirken, görünüş ve kıvamın yanı sıra pişmiş/sülfür kokusundan dolayı en beğenilmeyen fermente sebze suyu kırmızı lahana olmuştur.
- *L. plantarum* ile fermente edilen sebze sularının 4°C' de 5 haftalık depolama süresince LAB' lerinde azalma olduğu saptanmıştır. Pancar suyundaki LAB' lerinin diğer sebze sularına göre depolama sonunda daha az canlı kalabildiği tespit edilmiştir.
- *L. plantarum* ile fermente edilen sebze sularının 4 °C' de 5 haftalık depolama süresince TAMCB sayısında azalma saptanmıştır. *L. plantarum* ile fermente edilen havuç ve siyah havuç suyunda 4 °C' de 5 haftalık depolama süresince küf-maya sayısı artarken, kırmızı lahana ve pancar sularında depolama başı ve sonunda tespit edilmemiştir.
- Fermente edilen sebze sularının hepsinin pH değerlerinin depolama boyunca arttığı saptanmıştır. Toplam asit değerlerine bakıldığında ise, fermente havuç ve pancar

suyunda değişim olmazken, fermente siyah havuç suyun da artış, fermente kırmızı lahana suyun da ise azalma olduğu saptanmıştır.

- Fermente sebze sularının depolanması sonunda tüm fermente sebze sularının toplam fenolik madde içeriğinde azalma, monomerik antosiyanin ve antioksidan aktivite değerlerinde ise artış olduğu tespit edilmiştir.
- Duyusal değerlendirmeleri sonucunda depolama boyunca ve haftalar arasında olumsuz bir fark gözlemlenmemiştir. ieğimsi, kendine has sebze aroması açısından havuç ve pancarın öne çıktığı görölmekte iken, toprak aroması pancarda en yüksek düzeyde bulunmuştur. Meyvemsi ve pişmiş aroma ise kırmızı lahana ve pancarda ön plandadır. Fermente siyah havuç suyu ve fermente kırmızı lahana suyu en fazla fermente/mayamsı aromaya sahip sebzeler arasında olduğu bulunmuştur.

L. plantarum kültürü, laktik asit fermentasyonu sonucunda sebze sularının asitliğini düşürerek sebze sularına içilebilir bir lezzet vermiştir. Fermente sebze sularının duyusal özellikleri ve tüketici beğeni testi değerlendirmelerinden de anlaşılacağı gibi, fermente sebze sularının, özellikle siyah havuç ve kırmızı pancar sularının raf ömrü üzerine detaylı çalışmalar yapıldıktan sonra piyasaya yeni bir ürün olarak kazandırabileceği düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar J., Gökmen V., 2005. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Hacettepe Üniversitesi. Ankara. 2-366.
- Jaiswal A.K., Abu-Ghannam N., 2013. Kinetic Studies for The Preparation of Probiotic Cabbage Juice: Impact on Phytochemicals and Bioactivity. *Industrial Crops and Products*, 50: 212– 218.
- Ajibola C.F., Fashakin J.B., Fagbemi T.N., Aluko R.E., 2011. Effect of Peptide size on Antioxidant Properties of African Yam Bean Seed (*Sphenostylis stenocarpa*) Protein Hydrolysate Fractions. *International Journal of Molecular Sciences*, 12: 6685–6702.
- Anonymous, Merck Manuel., Merck, KGaA.,1996, Darmstadt. Deutschland.
- Antolovich M., Prenzler P., Patsalides E., 2002. Methods for Testing Antioxidant Activity. *Analyst*, 127: 183-198.
- Appel L.J., Moore T.J., Obarzanek E., Vollmer W.M., Svetkey L.P., Sacks F.M., Bray G.A., Vogt T.M., Cutler J.A., Windhauser M.M., Lin P., Karanja N., 1997. A Clinical Trial of the Effects of Dietary Patterns on Blood Pressure. *The New England Journal of Medicine*, 336: 1117–1124.
- Bakan A., 2012. Meyve Sularında Raf Ömrü Süresince Antioksidan Aktivite ve Kalite Değişimi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Batish V.K., Roy, U., Lal R., Grover S., 1997. Antifungal Attributes of Lactic Acid Cacteria-A Review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 17 (3): 209-225.
- Battcock M., Azam-Ali S., 1998. Fermented Fruits and Vegetables. A Global Perspective. *FAO Agricultural Services Bulletin* 134, Rome.
- Bergqvist S.W., Sandberg A.S., Carlsson N.G., Andlöd T., 2005. Improved Iron Solubility in Carrot Juice Fermented by Homo- and Hetero-Fermentative Lactic Acid Bacteria. *Food Microbiology*, 22: 53-61.
- Blandino A., Al-Aseeri M.E., Pandiella S.S, Cantero D., Webb C., 2003. Cereal-based Fermented Foods and Beverages. *Food Research International*, 36: 527–543.

- Boskov Hansen H., Andreasen M.F., Nielsen M.M., Larsen L.M., Bach Knudsen K.E., Meyer A.S., Christensen L.P., Hansen A., 2002. Changes in Dietary Fibre, Phenolic Acids and Activity of Endogenous Enzymes During rye Bread-Making. *European Food Research and Technology*, 214(1): 33–42.
- Cabrita L., Fossen T., Andersen Ø.M., 2000. Colour and Stability of the Six Common Anthocyanidin 3-glucosides in Aqueous Solutions. *Food Chemistry*, 68(1) : 101–107.
- Campbell-Platt G., 1994. Fermented Foods: a World Perspective. *Food Research International*, 27: 253-257.
- Cemeroğlu B., 2010. Gıda Analizleri. Ankara Üniversitesi. Ankara. 34-44.
- Chipurura B., Muchuweti M., Manditseraa F., 2010. Effects of Thermal Treatment on the Phenolic Content and Antioxidant Activity of Some Vegetables. *Asian Journal of Clinical Nutrition*, 2: 93–100.
- Chen C., Lu Y., Yu H., Chen Z., Tian H., 2018. Influence of 4 Lactic Acid Bacteria on the Flavor Profile of Fermented Apple Juice. *Food Bioscience*, <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.11.006>
- Chu S.C., Chen C., 2006. Effects of Origins and Fermentation Time on the Antioxidant Activities of Kombucha. *Food Chemistry*, 98 (3): 502-507.
- Costa M.G.M., Fonteles T.V., Tiberio de Jesus A.L., Rodrigues S., 2013. Sonicated pineapple Juice as Substrate for *L. casei* Cultivation for Probiotic Beverage Development: Process Optimisation and Product Stability. *Food Chemistry*, 139: 261-266.
- Demir N., Acar J., Bahçeci K.S., 2004. Effects of Storage on Quality of Carrot Juices Produced with Lactofermentation and Acidification. *European Food Research Technology*, 218: 465-468.
- Demir N., Bahçeci K.S., Acar J., 2006. The Effects of Different Initial *Lactobacillus plantarum* Concentrations on Some Properties of Fermented Carrot Juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30: 352-363.

- Desai P., Sheth T., 1997. Controlled Fermentation of Vegetables using Mixed Inoculum of Lactic Cultures. *Journal of Food Science and Technology*, 34 (2): 155-158.
- Desobry S.A., Netto F.M., Labuza T.P., 1998. Preservation of Beta-Carotene from Carrots. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38 (5): 381–396.
- Devi P.S., Saravanakumar M., Mohandas S., 2012. The Effects of Temperature and pH on Stability of Anthocyanins from Red Sorghum (*Sorghum bicolor*) Bran. *African Journal of Food Science*, 6(24) : 567–573.
- Di Cagno R., F. Surico R., Paradiso A., De Angelis M., Salmon J-C., Buchin S., De Gara L., Gobbetti., 2009. Effect of Autochthonous Lactic Acid Bacteria Starters on Health-Promoting and Sensory Properties of Tomato Juices. *International Journal of Food Microbiology*, 128: 473-483.
- Erginkaya Z., Hammes W.P., 1992. Şalgam Suyu Fermantasyonunda Mikroorganizmaların Gelişimi ve İzole Edilen LAB' nin Tanımlanması Üzerine Bir Araştırma. *Gıda*, 17 (5): 311-314.
- Erkmen O., 2011. *Gıda Mikrobiyolojisi*. Efil Yayınevi. Genel Yayın No: 42. Ankara, 550 s.
- Fadhıl Z.H.F., 2015. Çeşitli Sebze Sularının Farklı Probiyotik Bakteriler için Prebiyotik Etkilerinin ve Antioksidatif Etkilerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Fadhıl Z.H.F., Akın M., 2016. Probiyotik Bakteri ile Sebze Sularının Fermantasyonu. *Fen Fakültesi Dergisi*, 42 (1): 01-09.
- Fellows P., 2000. *Food Processing Technology, Principles and Practice*, 2nd Edition, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, 575 p.
- Filannino P., Azzi L., Cavoski I., Vincentini O., G.Rizzello C., Gobbetti M., Di Cagno R., 2013. Exploitation of the Health-Promoting and Sensory Properties of Organic Pomegranate (*Punica granatum L.*) Juice Through Lactic Acid Fermentation. *International Journal of Food Microbiology* 163: 184-192.

- Filannino P., Bai Y., Di Cagno R., Gobbetti M., Ganzle M.G., 2015. Metabolism of Phenolic Compounds by *Lactobacillus* spp. During Fermentation of Cherry Juice and Broccoli Puree. *Food Microbiology*, 46: 272-279.
- Fleming H.P., 1982. Fermented Vegetables, (A. Rose, editor), *Economic Microbiology of Fermented Foods*. Academic Press, Inc., New York, 227-258.
- Fleming H.P., Mcfeeters R.F., Thompson R.L., Sanders D.C., 1983. Storage Stability of Vegetables Fermented with pH Control, *Journal of Food Science*, 48: 975-981.
- Geisen R., Holzappel W.H., 1996. Genetically Modified Starters and Protective Cultures. *International Journal of Food Microbiology*, 30: 315–324.
- Gobbetti M., Angelis M.D., Corsetti A., Cagno R.D., 2005. Biochemistry and Physiology of Sourdough Lactic Acid Bacteria. *Food Science and Technology*, 16: 57-69.
- Güven S., 2008. Şarap Üretimi ve Kalite Kontrolü. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, 3: 262-264.
- Hlahla L.N., Mudau F.N., Mariga I.K., 2010. Effect of Fermentation Temperature and Time on the Chemical Composition of Bush Tea (*Athrixia phylicoides* DC.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (9) : 824–829.
- Hur S.J., Lee S. Y., Kim Y.C., Choi I., Kim G.B., 2014. Effect of Fermentation on the Antioxidant Activity in Plant- Based Foods. *Food Chemistry*, 160: 346-356.
- İsmail A., Marjan Z.M., Foong C.W., 2004. Total Antioxidant Activity and Phenolic Content in Selected Vegetables. *Food Chemistry*, 87: 581-586.
- Jagannath A., Kumar M., Raju P.S., 2015. Fermentative Stabilization of Betanin Content in Beetroot and its Loss during Processing and Refrigerated Storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39: 606-613.
- Jaiswal A.K., Abu-Ghannam N., 2013. Kinetic studies for the preparation of probiotic cabbage juice: Impact on phytochemicals and bioactivity. *Industrial Crops and Products*, 50: 212-218.
- Kabak B., Dobson A.D., 2011. An Introduction to the Traditional Fermented Foods and Beverages of Turkey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 (3): 248-260.

- Kaftanoğlu E., 2013. Taze ve Ticari Vişne (*Prunus Cerasus*) Sularının Toplam Antosiyanin, Toplam Fenolik ve şeker Miktarlarının Tayini ve Karşılaştırılması. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Karaçıl M.ř., Tek N.A., 2013. Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç ve Sağlıkla İlişkileri. Uludađ Üniversitesi. Ziraat Fakóltesi Dergisi, 27 (2): 163-173.
- Karovicova J., Kohajdova Z., 2005. Lactic Acid-Fermented Vegetable Juices-Palatable and Wholesome Foods. *Chemical Papers*, 59: 143–148.
- Katina K., Laitila A., Juvonen R., Liukkonen K.H., Kariluoto S., Piironen V., Landberg R., Aman P., Poutanen K., 2007. Bran Fermentation as a Means to Enhance Technological Properties and Bioactivity of Rye. *Food Microbiology*, 24 (2): 175-186.
- Kevers C., Falkowski M., Tabart J., Defraigne J., Dommes J., Pincemail J., 2007. Evolution of Antioxidant Capacity During Storage of Selected Fruits and Vegetables. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 55: 8596-8603.
- Khokhar S., Owusu Apenten R.K., 2003. Iron Binding Characteristics of Phenolic Compounds: Some Tentative Structure–Activity Relations. *Food Chemistry*, 81 (1): 133–140.
- Kırca A., 2004. Siyah Havuç Antosiyaninlerinin Bazı Meyve Ürünlerinde Isıl Stabilitesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Kırca A., Özkan M., Cemeroğlu B., 2005. Stability of Black Carrot Anthocyanins in Various Fruit Juices and Nectars. *Food Chemistry*, 97: 598-605.
- Kırca A., Özkan M., Cemeroğlu B., 2007. Effects of Temperature, Solid Content and pH on the Stability of Black Carrot Anthocyanins. *Food Chemistry*, 101: 212-218.
- Koca N., 2006. Havuçlarda (*Daucus carota* L.) Karotenoidler ve Antioksidan Aktivite Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Türkiye.
- Kris-Etherton P.M., Hecker K.D., Bonanome A., Coval S.M., Binkoski A.E., Hilpert K.F., Griel A.E., Etherton T.D., 2002. Bioactive Compounds in Foods: Their Role in the Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. *American Journal of Medicine*, 113: 71–88.

- Kusznierewicz B., Bartoszek A., Wolska L., Drzewiecki J., Gorinstein S., Namiesnik J., 2008. Partial Characterization of White Cabbages (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) from Different Regions by Glucosinolates, Bioactive Compounds, Total Antioxidant Activities and Proteins. *LWT*, 41: 1-9.
- Lee J., Koo N., Min D.B. 2004. Reactive Oxygen Species, Aging, and Antioxidative Nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3 (1): 21–33.
- Lee H.Y., Park J.H., Seok S.H., Baek M.W., Kim D.J., Lee K.E., Paek K.S., Lee Y., Park J.H., 2006. Human Originated Bacteria, *Lactobacillus rhamnosus* PL60, Produce Conjugated Linoleic Acid and Show Anti-Obesity Effects in diet-induced Obese Mice. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipid*, 1761 (7): 736-744.
- Luh B.S., Woodroof J.G., 1975. *Commercial Vegetable Processing*. The Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut, 755 p.
- McFeeters R.F., 2004. Fermentation Microorganisms and Flavor Changes in Fermented Foods. *Journal of Food Science*, 69 (1):35-37.
- Medina E., Castro A.D., Romero C., Ramirez E.M., Brenes M., 2016. Regulating Safety of Traditional and Ethnic Foods, 355-367.
- Meilgaard M., Civille G.V., Carr B.T., 1999. *The Spectrum™ Descriptive Analysis Method*. 3rd ed. CRC Pres, Inc. Boca Raton, FL, 173-229.
- Minitab, 2010. *Minitab Version 16.1.0*. Minitab Inc., United Kingdom.
- Mishra C., Lambert J., 1996. Production of Anti-Microbial Substances by Probiotics. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 5: 20-24.
- Mousavi Z.E., Mousavi S.M., Razavi S.H., Enam-Djomeh Z., Kiani H., 2011. Fermentation of Pomegranate Juice by Probiotic Lactic Acid Bacteria. *World J Microbiol Biotechnol* 27: 123-128.
- Muzolf M., Szymusiak H., Gliszczyn ska-S wigło A., Rietjens I. M. C. M., Tyrakowska B. E., 2008. PH-Dependent Radical Scavenging Capacity of Green Tea Catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (3): 816-823.

- Naczki M., Shahidi F., 2006. Phenolics in Cereals, Fruits and Vegetables: Occurrence, Extraction and Analysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41 (5): 1523–1542.
- Ng C-C., Wang C.Y., Wang Y.P., Tzeng W.S., Shyu Y.T., 2011. Lactic Acid Bacterial Fermentation on the Production of Functional Antioxidant Herbal *Anoectochilus Formosanus* Hayata. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 111 (3): 289-293.
- Ou B., Huang D., Hampsch-Woodill M., Flanagan J., Deemer E., 2002. Analysis of Antioxidant Activities of Common Vegetables Employing Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) Assays: A Comparative Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3122-3128.
- Özçelik S., 2011. Laktik Asit Bakterilerinin Farklı İnfüzyon Sıvılarında Organik Asit Üretimini HPLC ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Özler N., Kılıç O., 1996. Şalgam Suyu Üretimi Üzerinde Araştırmalar. *Gıda*, 21 (5): 323-330.
- Önal A., Subasar F.D., 2012. Kırmızı Lahana'dan (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra*) Elde Edilen Doğal Boya ile Yün, Pamuk ve Ketten Kumaşların Boyanması. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 1: 35-41.
- Özdemir N., Acar J., 1996. Laktoferment yöntemi ile Havuç Suyu Üretiminde Pektolitik Enzim Kullanımı. *Gıda*, 21 (4): 231-237.
- Özdoğan K., 2015. Geleneksel ve Ultrasonik Yöntemlerle Kırmızı Lahana Antosiyaninlerinin Ekstraksiyon Koşullarının Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye.
- Özkan M., 2005. Berrak Siyah Havuç Suyu Konsantresi Üretimi ve Antosiyaninlerin Isıl Stabilitesi. Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara Üniversitesi.
- Özkan M., 2009. Siyah Havuç Suyu Konsantresi Üretimi ve Depolanması Sürecinde Fenolik Maddeler ve Antosiyaninlerdeki Değişimler ve Bu Değişimlerin Antioksidan Aktivite ile İlişkisi. Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Ankara Üniversitesi.

- H. Panda S., K.Naskar S., Sivakumar P.S., C. Ray R., 2009. Lactic Acid Fermentation of Anthocyanin-rich Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Into Lacto-Juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 44: 288-296.
- Pellegrini N., Miglio C., Del Rio D., Salvatore S., Serafini M., Brighenti F., 2009. Effect of Domestic Cooking Methods on the Total Antioxidant Capacity of Vegetables. *International Journal Food Science Nutrition*, 2: 12-22.
- Punna R. Paruchuri U.R., 2004. Effect of Maturity and Processing on total Insoluble and Soluble Dietary Fiber Content of Indian Green Leafy Vegetables, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55 (7) : 561–567.
- Rajapakse N., Mendis E., Jung W.K., Je J.Y., Kim S.K., 2005. Purification of a Radical Scavenging Peptide from Fermented Mussel Sauce and its Antioxidant Properties. *Food Research International*, 38 (2) : 175–182.
- Rakin M., Vukasinovic M., Siler-Marinkovic S., Maksimovic M., 2007. Contribution of Lactic Acid Fermentation to Improved Nutritive Quality Vegetable Juices Enriched With Brewers Yeast Autolysate. *Food Chemistry*, 100: 599-602.
- Rybka S., Kailasapathy K., 1996. Media for the Enumeration of Yoghurt Bacteria. *International Dairy Journal*, 6: 839–850.
- Rebelo M.M., Silva J.K.R., Andrade H.A., Maia J.G.S, 2008. Antioxidant Capacity and Biological Activity of Essential Oil and Methanol Extract of *Hyptis Crenata* Pohl ex Benth. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 19 (1): 230-235.
- Rolfe R.D., 2000. The Role of Probiotic Cultures in Control of Gastrointestinal Health, *Journal of Nutrition*, 130: 3965-4025.
- Sakamoto H., Koguchi M., Ishiguro Y., Miyakawa T., 1996. Changes in Carrot Juice Components Due to Fermentation by Selected Lactic Acid Bacteria. *Food Science Technology*, 2 (4): 246-252.
- Santamaria P., Elia A., Serio F., Todaro E., 1999. A Survey of Nitrate and Oxalate Content in Fresh Vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1882-1888.
- Sharma A., Satyanarayana T., 2013. Microbial Acid-Stable α -amylases: Characteristics, Genetic Engineering and Applications. *Process Biochemistry*, 48: 201–211.

- Sheehan V.M., Ross P., Fitzgerald G.F., 2007. Assessing the Acid Tolerance and the Technological Robustness of Probiotic Cultures for Fortification in Fruit Juices. *Innovative Food and Emerging Technologies*, 8: 279-284.
- Singleton V.L., Rossi J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Viticult*, 16: 144-158.
- Sreeramulu D., Raghunath M., 2010. Antioxidant Activity and Phenolic Content of Roots, Tubers and Vegetables Commonly Consumed in India. *Food Research International*, 43 (4): 1017-1020.
- Stiles M.E., Holzapfel W.H., 1997. Lactic Acid Bacteria of Foods and Their Current Taxonomy. *International Journal of Food Microbiology*, 36: 1- 29.
- Strack D., Vogt T., Schliemann W., 2003. Recent Advances in Betalain Research. *Photochemistry*, 62: 247–269.
- Sun Y., Cheng J., 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review. *Bioresource Technology*, 82: 1–11.
- Su M.S., Silva J.L., 2006. Antioxidant Activity, Anthocyanins, and Phenolics of Rabbiteye Blueberry (*Vaccinium ashei*) by-Products as Affected by Fermentation. *Food Chemistry*, 97 (3) : 447–451.
- Tamang J.P., Kailasapathy K., 2010. *Fermented Foods and Beverages of the World*. CRC Press Newyork, United States of America, 434 p.
- Tangüler H., Erten H., 2006. Gıdalarda Bulunan Önemli Bir Laktik Asit Bakterisi: Weissella. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*. 24-26 Mayıs, Bolu, 179- 182.
- Tangüler H., 2010. Şalgam Suyu Üretiminde Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin Belirlenmesi Ve Şalgam Suyu Üretim Tekniğinin Geliştirilmesi. *Doktora Tezi*. Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- Thavasi V., Bettens R.P.A., Leong L.P., 2009. Temperature and Solvent Effects on Radical Scavenging Ability of Phenols. *The Journal of Physical Chemistry*, 113: 3068-3077.
- Tatoğlu, Ö. 2014. Siyah Havuç Posasının Fermente Siyah Havuç Suyu Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Selçuk Üniversitesi, Türkiye.

- Üçok E.F., Tosun H., 2012. Şalgam Suyu Üretimi ve Fonksiyonel Özellikleri. C.B.Ü Fen Bilimleri Dergisi, 8.1: 17-26.
- Vandenbergh A., 1993. Lactic Acid Bacteria, Their Metabolic Products and İnterference with Microbial Growth. FEMS Microbiological Reviews, 12: 221–238.
- Vattem D.A., Shetty K., 2003. Ellagic Acid Production and Phenolic Antioxidantactivity in Cranberry Pomace (*Vaccinium macrocarpon*) Mediated by *Lentinus Edodes* using a Solid-State System. Process Biochemistry, 39 (3): 367–379.
- Vinderola C.G., Reinheimer J.A., 2000. Enumeration of *Lactobacillus casei* in the presence of *L. acidophilus*. Bifidobacteria and Lactic Starter Bacteria in Fermented Dairy Products. International Dairy Journal, 10: 271–275.
- Volden J., Bengtsson G.B., Wicklund T., 2009. Glucosinolates, L-ascorbic acid, Total Phenols, Anthocyanins, Antioxidant Capacities and Colour in Cauliflower (*Brassica oleracea L. ssp. botrytis*); Effects of Long-term Freezer Storage. Food Chemistry, 112: 967-976.
- Vuyst L.D., Leroy F., 2007. Bacteriocins from Lactic Acid Bacteria: Production, Purification, and Food Applications. Journal of Moleculer Microbiology and Biotechnology, 13: 194-199.
- Yoon K.Y., Woodams E.E., Hang Y.D., 2005. Fermentation of Beet Juice by Beneficial Lactic Acid Bacteria. Lebensmittel.-Wissenschaft.und.-Technologie.38: 73–75.
- Yoon K.Y., Woodams E.E., Hang Y.D., 2006. Production of Probiotic Cabbage Juice by Lactic Acid Bacteria. Bioresource Technology, 97: 1427-1430.
- Zhang Z., Lv G., Pan H., Fan L., Soccol C.R., Pandey A., 2012. Production of Powerful Antioxidant Supplements via Solid-State Fermentation of Wheat (*Triticum aestivum Linn.*) by *Cordyceps Militaris*. Food Technology and Biotechnology. 50 (1) : 32–39.



EK 1. Fermente Havuç Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma

FERMENTE HAVUÇ SUYU												
DEPOLAMA	0. GÜN		1. HAFTA		2. HAFTA		3. HAFTA		4. HAFTA		5. HAFTA	
<u>TEMEL</u>												
<u>TATLAR</u>												
Tatlı												
Ekşi												
Tuzlu												
Buruk												
Acı												
<u>AROMATİKLE</u>												
<u>R</u>												
Havuç aroması												
iek / Göl												
Olgun sarı meyve												
Maya / Fermente												
Pişişi												
Toprak												
Meyvemsı												
Depo / Buzdolabı												
Diğer												

EK 2. Fermente Siyah Havuç Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma

FERMENTE SİYAH HAVUÇ SUYU												
DEPOLAMA	0. GÜN		1. HAFTA		2. HAFTA		3. HAFTA		4. HAFTA		5. HAFTA	
<u>TEMEL</u>												
<u>TATLAR</u>												
Tatlı												
Ekşi												
Tuzlu												
Buruk												
Acı												
<u>AROMATİKLE</u>												
<u>R</u>												
Siyah havuç aroması												
iek / Göl												
Maya / Fermente												
Pişmiş												
Toprak												
Meyvemsı												
Depo / Buzdolabı												
Diğer												

EK 3. Fermente Kırmızı Lahana Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma

FERMENTE KIRMIZI LAHANA SUYU												
DEPOLAMA	0. GÜN		1. HAFTA		2. HAFTA		3. HAFTA		4. HAFTA		5. HAFTA	
<u>TEMEL TATLAR</u>												
Tatlı												
Ekşi												
Tuzlu												
Buruk												
Acı												
<u>AROMATİKLER</u>												
Kırmızı lahana aroması												
Çiçek / Gül												
Maya / Fermente												
Pişmiş												
Toprak												
Meyvemsi												
Depo / Buzdolabı												
Diğer												

EK 4. Fermente Pancar Suyu Duyusal Değerlendirme – Tat- Aroma

FERMENTE PANCAR SUYU												
DEPOLAMA	0. GÜN		1. HAFTA		2. HAFTA		3. HAFTA		4. HAFTA		5. HAFTA	
<u>TEMEL TATLAR</u>												
Tatlı												
Ekşi												
Tuzlu												
Buruk												
Acı												
<u>AROMATİKLE R</u>												
Pancar aroması												
Çiçek / Gül												
Maya / Fermente												
Pişmiş												
Toprak												
Meyvensi												
Depo / Buzdolabı												
Diğer												

EK 5. Fermente Sebze Suyu – Tüketici Beğeni Testi

FERMENTE SEBZE SUYU(HAVUÇ, SİYAH HAVUÇ, KIRMIZI LAHANA, PANCAR)-TÜKETİCİ BEĞENİ TESTİ

1. Fermente sebze suyu örneklerini **görünüş**, **kıvam** ve **tat-koku** yönünden sizde bıraktığı etkiye göre aşağıdaki skalayı kullanarak 1 ile 9 arasında bir numarayı daire içerisine alınız. 2. Ürünleri **genel** beğeni sırasına koyunuz. (**En çok beğenilen=1, En az beğenilen= 4**)

Ürün Kodu: 168

Beğeni Sırası

	Hiç beğenmedim				Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim	
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>

Ürün Kodu: 321

	Hiç beğenmedim				Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim	
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>

Ürün Kodu: 469

	Hiç beğenmedim				Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim	
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>

Ürün Kodu: 183

	Hiç beğenmedim				Ne beğendim Ne beğenmedim				Çok fazla beğendim	
Görünüş	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Kıvam	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>
Tat-Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	<input type="checkbox"/>

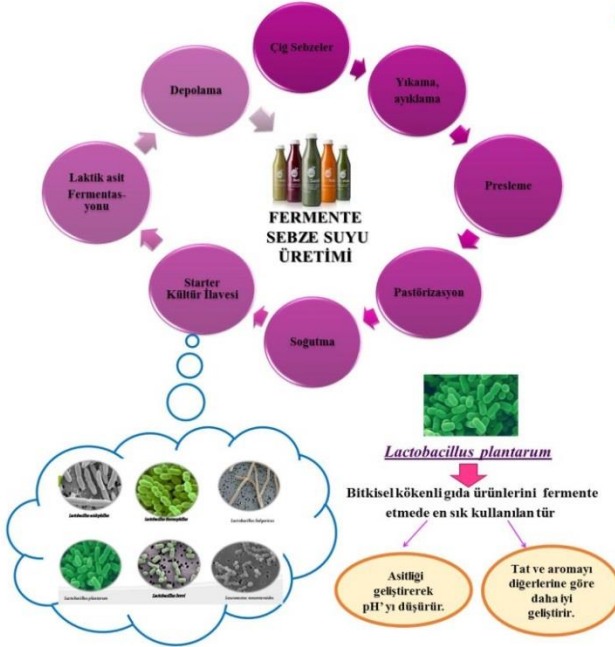


FERMENTE SEBZE SUYU ÜRETİMİ VE FERMENTASYONUN SEBZE SULARININ ANTIOKSİDAN AKTİVİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ



Merve TÜRKER, Ayşegül KIRCA TOKLUCU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale
e-mail: turkermerve17@gmail.com



YAPILAN ÇALIŞMALAR

Meyve-Sebze	Kültür	Etki	Referans
Havuç	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. helveticus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>Leu. mesenteroides</i> , <i>S. thermophilus</i>	Keton bileşenlerinde artış, karotenoid bileşenlerinde değişim olmaması	Sakamoto ve ark., 1996
Lahana	<i>L. casei</i> , <i>L. delbrueckii</i> ve <i>L. plantarum</i>	Asit gelişiminde artış	Yoon ve ark., 2006
Vişne suyu, Brokoli püresi	<i>Lactobacillus</i> spp.	Fenolik asit ve flavanoidlerde artış	Filannino ve ark., 2014
Domates	<i>L. plantarum</i>	Toplam antioksidan aktivitede artış	Di Cagno ve ark., 2008
Nar	<i>L. plantarum</i>	Ellagik asit konsantrasyonu ve antioksidan aktivitede artış	Filannino ve ark., 2012
Nar	<i>L. plantarum</i>	Alkol, keton ve terpenlerde artış, Aldehitlerde azalış	Di Cagno ve ark., 2016
Salatalık	<i>L. buchneri</i>	Asetik asit artışı	Johanningsmeier ve McFeeters, 2013
Siyah Havuç	<i>L. plantarum</i> ve <i>Aspergillus oryzae</i>	Antosyaninlerde artış	Park ve ark., 2016

Kaynaklar

- Hur, S. J., Lee, S. Y., Kim, Y.-C., Choi, I., Kim, G.-B., (2014). Effect of fermentation on the antioxidant activity in plant-based foods, Department of Animal Science and Technology, Chung-Ang University, Republic of Korea
- Lee, H. Y., Park, J. H., Seok, S. H., Baek, M. W., Kim, D. J., Lee, K. E., et al. (2006). Human originated bacteria, *Lactobacillus rhamnosus* PL60, produce conjugated linoleic acid and show anti-obesity effects in diet-induced obese mice. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1761(7), 736-744
- Muzolf, M., Szymusiak, H., Gliszczynska-Skwa-Swiglo, A., Rietjens, I. M. C. M., & Tyrakowska, B. E. (2008). PH-dependent radical scavenging capacity of green tea catechins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(3) 816-823
- Punna, R. and Paruchuri, U.R., (2004). Effect of Maturity and Processing on Total, Insoluble and Soluble Dietary Fiber Contents of Indian Green Leafy Vegetables. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55:7, 561-567

NOT: Bu bildiri, ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Öğrencisi Merve Türker'in "Bazı sebzelerden fermente sebze suyu üretimi ve fermentasyonun sebze sularının antioksidan aktivitesi üzerine etkisi" isimli Yüksek Lisans tez çalışmasından türetilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Merve TÜRKER

Doğum Yeri : Çan/ÇANAKKALE

Doğum Tarihi : 08.08.1992

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Afyon Kocatepe Üniversitesi/Mühendislik Fakültesi/Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Türker M., 2018 ve Toklucu Kırca A., 3 Mayıs 2018, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ (Poster)

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Parkol Gıda Hazır Yemek Fabrikası –(2016)

Baseca Gıda Danışmanlık Hizmetleri –(2017-2018)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : turkermelve17@gmail.com