

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SÜZME YOĞURT ÜRETİMİNDE ORTAYA ÇIKAN
ATIK SUYUN TURŞU ÜRETİMİNDE
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Özlem ÖZTÜRK

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÖZTÜRK

Eylül 2020

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Özlem ÖZTÜRK

08/09/2020

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca tez çalışmamın yürütülmesi, planlanması ve yazılması aşamalarında sahip olduğu bilgisini, tecrübesini esirgemeyen her konuda yol gösteren danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ÖZTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Benden desteğini hiç esirgemeyen ve varlığıyla bana güç veren sevgili annem Hanife ÖZTÜRK'e, babam Metin ÖZTÜRK'e, ağabeylerim Tamer ve Mehmet ÖZTÜRK'e ve sevgili nişanlım Ali Hakan ÇETİN'e en derin duygularla teşekkür ederim.

Prof.Dr. Arzu ÇAĞRI MEHMETOĞLU ve Doç.Dr. Oktay YEMİŞ'e tezimin yürütülmesi ve analiz aşamalarında yardımlarını ve desteklerini esirgemedikleri için teşekkür ederim.

Arş.Gör.Dr. İnci CERİT, Arş.Gör. Elif SEZER ve Arş.Gör. Gülşah KARABULUT'a ayrıca bölüm arkadaşlarım Semanur CEBECİ, Melike SADAK, Nidanur GEÇİCİ ve Alma ZİDA'ya tezimin yürütülmesine ve laboratuvar çalışmalarına yardımcı oldukları için çok teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmanın maddi açıdan desteklenmesine olanak sağlayan TÜBİTAK'a (Proje No: 118O999) teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	viii
SUMMARY	ix
 BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
 BÖLÜM 2.	
KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Süt ve Sütün Bileşimi	3
2.1.1. Karbonhidratlar – laktoz	5
2.1.2. Yağ	5
2.1.3. Mineraller	6
2.1.4. Protein.....	7
2.1.4.1. Kazein	7
2.1.4.2. Serum proteinleri	8
2.2. Yoğurt.....	8
2.2.1. Süzme yoğurt (greek yogurt)	9
2.2.2. Süzme yoğurt suyu (asit whey)	13
2.3. Turşu.....	18
2.3.1. Hıyar turşusu	19

2.3.2. Fermantasyon ve laktik asit bakterileri.....	20
2.3.3. Tuz.....	22
2.3.4. Asit	24
 BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE METOD	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Metot.....	26
3.2.1. Turşu üretimi	26
3.2.2. Turşunun kompozisyon ve renk analizleri.....	28
3.2.3. Mikrobiyolojik analizler	29
3.2.4. Tekstür analizi	30
3.2.5. Duyusal analiz	31
3.3. Deneysel Dizayn ve İstatistik Analizleri	31
 BÖLÜM 4.	
BULGULAR VE TARTIŞMA	33
4.1. Kompozisyon ve Renk Analizi.....	33
4.2. Mikrobiyolojik Analizler	37
4.3. Tekstürel Özellikler	42
4.4. Duyusal Analiz	45
 BÖLÜM 5.	
SONUÇ	47
KAYNAKÇA.....	48
ÖZGEÇMİŞ	55

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

μL	: Mikrolitre
ANOVA	: Analysis of Variance (Varyans Analizi)
FSÜ	: Fermente Süt Ürünleri
g	: Gram
GMT	: Gıda Maddeleri Tüzüğü
L	: Litre
LAB	: Laktik asit bakterileri
SW	: Tatlı peynir altı suyu, sweet whey,
TPA	: Tekstür Profil Analizi
TUİK	: Türkiye İstatiksel Kurumu
YAS	: Süzme yoğurt altı suyu, acid whey

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Süzme yoğurt üretim şeması.....	12
Şekil 2.2. NaCl'nin su molekülü ile etkileşimi	23
Şekil 3.1. Sirke ile üretilen pastörize turşu	27
Şekil 3.2. YAS ile üretilen pastörize turşu	27
Şekil 3.3. Sirke ile üretilen pastörize turşu	28
Şekil 3.4. Sirke ile üretilen fermente turşu.....	28
Şekil 3.5. Delinme dayanımı testi için turşu örnekleri	30
Şekil 3.6. Et yumuşaklığı testi için turşu örnekleri	31
Şekil 4.1. Yoğurt suyu (☒)) ve sirkeli (■) fermente turşuların 12 haftalık depolama süresince et yumuşaklığı değerleri.....	42
Şekil 4.2. Yoğurt suyu (☒) ve sirkeli (■) fermente turşuların 12 haftalık depolama süresince delinme dayanımı değerleri.....	43
Şekil 4.3. Yoğurt suyu (☒) ve sirkeli (■) pastörize turşuların 12 haftalık depolama süresince et yumuşaklığı değerleri.....	44
Şekil 4.4. Yoğurt suyu (☒)) ve sirkeli (■) pastörize turşuların 12 haftalık depolama süresi boyunca delinme dayanımı değerleri	44

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. İnek sütünün tipik bileşimi	4
Tablo 2.2. Sütte bulunan makro ve eser elementler	6
Tablo 2.3. Yasal düzenlemelere göre süzme yoğurt bileşimi	10
Tablo 2.4. Süzme yoğurdun dünyada bilinen isimleri	11
Tablo 2.5. Tatlı ve asit peynir altı suyu bileşenleri	13
Tablo 4.1. Fermente turşu salamurasının 21 günlük fermantasyon ve 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri	34
Tablo 4.2. Fermente turşuların 21 günlük fermantasyon ve 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri	35
Tablo 4.3. Pastörize turşu salamurasının 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri	36
Tablo 4.4. Pastörize turşuların 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri.....	37
Tablo 4.5. Sirke ve yoğurt altı suyu ile üretilmiş pastörize ve fermente kornişon turşularının depolamanın 2., 4., 8. ve 12. haftalarına ait L*, a* ve b* değerleri	37
Tablo 4.6. Fermente turşu salamurasının 21 günlük fermantasyon ve 12 haftalık depolama süreleri boyunca laktobasil, laktokok, toplam mezofilik bakteri, maya, koliform ve küf sayıları	38
Tablo 4.7. Pastörize turşu salamurasının 12 haftalık depolama süreleri boyunca laktobasil, laktokok, toplam mezofilik bakteri, maya, koliform ve küf sayıları	40
Tablo 4.8. Duyusal değerlendirme panelistlerinin asit, acı ve tuz temel tatları eğitiminde kullanılan sırasıyla laktik asit, kafein ve sofratuzuna ait konsantrasyonlar ve skalada denk geldiği referans değerler.	45

Tablo 4.9. Fermente turşularının asit, tuz ve acı temel tatlarının duyusal değerlendirme puanları	45
Tablo 4.10. Pastörize turşularının asit, tuz ve acı temel tatlarının duyusal değerlendirme puanları	46



ÖZET

Anahtar kelimeler: kornişon, yoğurt altı suyu, turşu

Yoğurt altı suyu (YAS) süzme yoğurt üretiminde orataya çıkan bir yan üründür. YAS, içerdiği yüksek oranda laktik asit sebebiyle peynir altı suyu gibi işlenememesi nedeniyle işletmeler tarafından atık olarak görülmektedir. Bu çalışma ile hedefimiz YAS'nun kornişon tipi hıyar turşularında salamura olarak kullanılabilirliğini inceleyerek YAS'na ekonomik değer kazandırmaktır. Sirke ve YAS ile hazırlanan 2 farklı salamurayla 4 farklı tekerrürde fermente ve pastörize turşuların üretimi gerçekleştirilmiştir. Fermente turşular 21 gün süre ile fermente edilerek üretilmiş olup kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri 0., 7., 14. ve 21. günlerde takip edilmiştir. Pastörize turşular dolum sonrası 74°C'de 15 dakika ısıtıl işlem uygulanarak üretilmişlerdir. Üretim sonrasında fermente ve pastörize turşuların 2., 4., 8. ve 12. haftalarında kimyasal, mikrobiyolojik, duyu ve tekstürel özellikleri takip edilmiştir. YAS ile üretilmiş fermente ve pastörize turşuların kuru madde içeriği sirke ile üretilen fermente ve pastörize turşulara oranla daha yüksek çıkmıştır ($P < 0,05$). Laktik asit bakterileri (LAB) fermente turşuların 7. günlerinde hem sirke hem YAS ile üretilen turşularda maksimum düzeye ulaşmış olup, YAS ve sirke ile üretilen turşularda depolamaya bağlı olarak sayılarında azalma görülmüştür ($P < 0,05$). Pastörize edilmiş turşularda *Lactococcus* cinsi bakterilerinin depolama boyunca sayılarında azalma görüldüğü ($P < 0,05$) fakat canlılıklarını koruyabildiği görülmüştür. *Lactobacillus* cinsine ait bakterilerin pastörize turşularda sadece ilk iki hafta gelişim gösterebildikleri ve canlılıklarını koruyamadıkları görülmüştür. LAB'nin fermantasyonun 14. gününe kadar yoğun gelişim gösterdikleri ve ortama hâkim olmalarıyla maya-küf sayılarında düşüş meydana geldiği gözlemlenmiştir ($P < 0,05$). Fermente turşularda asit ve tuz tatlarının duyu değerlendirme sonuçlarında aynı analiz noktasında asit ve tuz değerlerinde istatistiksel fark gözlenmemiştir ($P > 0,05$). YAS ile üretilen turşularda depolamanın 2. haftasında hafif acılık tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Tekstürel özelliklerde fermente turşularda istatistiksel olarak bir fark gözlenmezken ($P < 0,05$), pastörize turşularda delinme dayanımı testinde YAS ile üretilen turşuların daha yüksek dayanıma sahip olduğu görülmüştür ($P < 0,05$). Renk değerlerinde 2 farklı turşu arasında fark gözlenmezken ($P < 0,05$), depolama boyunca L^* , a^* , b^* değerlerinde azalma meydana gelmiştir ($P < 0,05$). Sonuç olarak süt endüstrisinde büyük miktarlarda üretilen YAS, yine dünyada büyük miktarlarda üretilen turşu üretiminde kullanılabileceği ve böylece atık olarak değerlendirilmektense minimum işlem ile ingrediyen olarak turşu endüstrisinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

INVESTIGATING THE SUITABILITY OF STRAINED YOGHURT ACID WHEY FOR PICKLING

SUMMARY

Keywords: Acid whey, pickle, cucumber

Acid whey (YAS) is a by-product produced in the manufacture of strained yoghurt. YAS is considered as waste by manufacturers as it cannot be processed like whey due to the high amount of lactic acid in its composition. With this study, our goal was to add economic value to YAS by investigating its suitability as pickling media in chornichon cucumber pickle manufacture. Fermented and pasteurized pickles were produced in 4 different times with 2 different brines, vinegar and YAS. The fermented pickles were fermented for 21 days for manufacture, and their chemical and microbiological properties were followed on day 0, 7, 14, and 21. Pasteurized pickles are produced by applying heat treatment at 74°C for 15 minutes after filling. After production, the chemical, microbiological, sensory and textural properties of the fermented and the pasteurized pickles were followed at the 2nd, 4th, 8th and 12th wk. The dry matter content of the fermented and the pasteurized pickles produced with YAS was higher than that of the fermented and the pasteurized pickles produced with vinegar ($P < 0.05$). In the pasteurized pickles, number of *Lactococcus* species decreased during storage ($P < 0.05$), but they were able to maintain their viability. It was observed that LAB showed intensive development until the 14th day of fermentation and a decrease in yeast-mold numbers occurred as it dominated the environment ($P < 0.05$). No statistical difference was observed in acid and salt values in the fermented pickles at the same analysis point ($P > 0.05$). The pickles manufactured with YAS exhibited slight bitterness only in 2 wk of storage ($P < 0.05$). While no statistically significant difference was observed in the fermented pickles in the textural properties ($P > 0.05$), it was observed that the pickles manufactured with YAS had higher puncture stress compared to the pasteurized pickles manufactured with vinegar ($P < 0.05$). There were no difference in color values between pickles manufactured with vinegar and YAS ($P > 0.05$), there was a decrease in L *, a *, b * values for all pickles during storage ($P < 0.05$). As a result, it has been demonstrated that YAS, which is produced in large quantities in the dairy industry, can be used in the production of pickles produced in large quantities in the world and thus can be used as an ingredient in the pickle industry with minimal processing rather than being considered as waste.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Dünya nüfusu her geçen gün artmakta ve bununla birlikte insanların ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde ve kalitede üretim yapmanın zorluğu da artmaktadır. İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan sütün protein, kalsiyum, fosfor, B2 vitamini ve B12 vitamini olmak üzere birçok besin ögesinin önemli kaynağı olması sebebiyle tüketimi artarak devam etmektedir. (Kaptan, 1986; Smithers ve ark., 1996; Üçüncü, 2005).

Sütün işlendiği ürünlerden biri yoğurt olmakla birlikte yoğurdun raf ömrü çok uzun olmamaktadır. Raf ömrü sorunlarını çözmek adına, yoğurdu süzerek serum kısmını ayırma işlemiyle süzme yoğurt üretimi zamanla yayılmıştır. Kuru madde konsantrasyonu arttırılmış süzme yoğurtlar başta Amerika olmak üzere, dünyada son zamanlarda tüketimi ve üretimi artış göstermektedir. Sütteki besin maddelerinin önemli bir miktarı da sütün işlem görmesiyle süt atığı olarak da bilinen yan ürünlere geçmektedir. Yoğurt altı suyu (YAS) yoğurdun süzülmesiyle ortaya çıkmaktadır. YAS işlenmesi zor ve maliyetli olduğundan dünya genelinde yoğurt üreticileri için sorun oluşturmaktadır. Doğaya salınması durumunda YAS, yüksek biyolojik ve kimyasal oksijen ihtiyacıyla YAS toprağa, suya ve suda yaşayan canlılara, çevreye zarar vermektedir.

Probiyotik özelliği, yüksek protein ve mineral içeriği ile zamanla daha çok tercih edilen süzme yoğurtların üretim artışıyla YAS miktarı da artmaktadır. Bu sebeple son yıllarda YAS'ın katma değerli ürünlere dönüştürülebilirliği ya da farklı üretim metotlarıyla süzme yoğurt üretiminde YAS miktarını azaltma gibi araştırmalar önemli artış göstermiştir.

Bilinen en eski gıda koruma yöntemi olan turşu yapımıyla uzun raf ömrüne sahip gıda elde edilmektedir. Turşular sofralara çeşitlilik katan, aromasıyla tercih edilen ürünlerdir. Turşu salamurasında değişen formülasyonlar olmakta ve genellikle sirke ile salamura hazırlanmaktadır. İçeriğindeki asetik asit, pH'nın düşmesine sebep olmakta ve bu sayede ürün daha uzun süre muhafaza edilebilmektedir (Erkmen, 2010).

Gıda endüstrisinin bir atığı olan YAS'ın başka bir gıda endüstrisinde gıda katkısı olarak kullanılabilirliğinin incelenmesi yapılan çalışmanın amacını oluşturmaktadır. En düşük ön hazırlık işlemi ile (kaynatma ile yapıda koagüle olan proteinlerin uzaklaştırılması) YAS'ın kornişon turşu üretiminde kullanılabilirliği bu çalışmada incelenmiştir. YAS'ın turşu endüstrisinde hammadde olarak kullanılabilirliğinin ortaya konulması hem YAS'a ekonomik değer kazandırmada hem de çevre için zararlı ürünün bertaraf sorununu çözmekte yarar sağlayacaktır. YAS'ın kornişon turşusu üretiminde salamura olarak kullanılabilirliğinin incelendiği bir çalışma literatürde bulunmamaktadır.

BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Süt ve Sütün Bileşimi

Türk Standartları (TS) 1018 çiğ süt standardına göre süt; “İnek, koyun, keçi ve mandaların meme bezlerinden salgılanan, kendine özgü tat ve kıvamda olan, içine başka maddeler karıştırılmamış, içinden herhangi bir maddesi alınmamış, beyaz veya krem renkli sıvıdır.” şeklinde tanımlanırken; Türk Gıda Kodeksine göre: çiğ süt; bir veya daha fazla inek, keçi, koyun veya mandanın sağılmasıyla elde edilen, 40 °C’nin üzerinde ısıtılmamış veya eşdeğer etkiye sahip herhangi işlem görmemiş kolostrum dışındaki meme bezi salgısıdır.” şeklinde tanımlanmaktadır. (TSE, 2006; TGK, 2000).

Sütün insan beslenmesindeki önemi tartışılmazdır. Süt yeni doğmuş bir bebekten, buluş çağıdaki bir gence, yetişkin bireylerden yaşlı bireylere kadar her yaş grubundan insanın tükettiği bir gıdadır. Hayatımızın her evresinde ihtiyacımız olan besinleri karşılayan vazgeçilmez bir üründür. Özellikle kemik sağlığı için gerekli olan kalsiyum, demir ve fosfor gibi önemli mineralleri, proteini, başka bir gıdada bulunmayan laktozu, B grubu ve diğer vitaminleri yani makro ve mikro besinleri içermektedir. Protein, yağ ve laktoz makro; enzimler, organik asitler, azotlu bileşikler, mineraller ve vitaminler mikro bileşenler olarak sütün yapısında bulunmaktadır (Black ve ark., 2002). Süt polidispers yapıda bir gıda olup laktoz ve mineral maddeler gerçek çözelti, yağ globülleri emülsifiye, proteinler kolloidal dispersiyon halinde bulunarak kolloidal bir sistem oluşturmaktadır (Üçüncü, 2015).

Farklı hayvanlardan temin edilebilen süt; inek, koyun, keçi, deve ve manda sütü gibi elde edildiği hayvanın ismine göre adlandırılmaktadır. Ülkemizde süt denildiği zaman inek sütü olduğu bilinmektedir. Her hayvanın sütünün bileşimi aynı

olmamakla beraber hayvanın ırkı ve yaşı, mevsimler koşullar, kalıtım, sıcaklık, nem, ışık, laktasyon ve hareket gibi faktörler sütün bileşimde ve miktarında etkili olmaktadır. Sütte bulunan yağ oranı ilkbahar döneminde daha yüksek olurken protein, yağsız kuru madde ve kül miktarının sonbahar döneminde daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Sonbahar ve ilkbahar dönemindeki bu değişimler sütte tat, koku ve renk gibi özellikleri değiştirmektedir (Ünal ve Besler, 2008).

Asitlik (% SH) inek sütünde 6,22-8,9; koyun sütünde 9-12; keçi sütünde 6,4-10; manda sütünde 6,7-10 arasında değişmektedir. Yoğunluk (g/cm^3) inek sütünde 1,028-1,038; koyun sütünde 1,030-1,045; keçi sütünde 1,028-1,041; manda sütünde 1,027-1,040 değer aralığında değişmektedir. Bu dört tip süt çeşidinden en yüksek yağ oranına sahip olan süt %6 yağ içeriğiyle manda sütüdür. Yağsız kuru madde içeriği karşılaştırıldığında ise %10 oranıyla koyun sütü en fazla yağsız kuru maddeye sahip süt çeşidi olmaktadır.

Genel olarak sütte kuru madde % 10,5 ile 14,5, yağ % 2,5 ile 6,0, laktoz % 3,6 ile 5,5, protein % 2,9 ile 5,0 ve mineral % 0,6 ile 0,9 arasında değişmektedir. Bileşime bağlı olarak yoğunluk ve asitlik de değişebilmektedir. Asitlik Sokhelet Henkel (SH) cinsinden 6,2 ile 8,9°SH, yoğunluk ise 1,028 ile 1,039 g/ml değer aralığındadır (Shearer ve ark., 2003; Üçüncü, 2008). Sütün içerisinde bulunan bileşenlerin oranı Tablo 2.1.'de verilmiştir (Walstra ve ark., 2006).

Tablo 2.1. İnek sütünün tipik bileşimi (Walstra ve ark., 2006)

Bileşen	Sütteki ortalama içeriği (% w/w)
Su	87,1
Laktoz	4,6
Yağ	4,0
Protein	3,3
Kazein	2,6
Mineral maddeler	0,7
Yağsız kuru madde	8,9
Organik asitler	0,17

2.1.1. Karbonhidratlar – laktoz

Bir disakkarit olan laktoz meme dokusunda sentezlenmekte olup doğada sadece sütte bulunan temel karbonhidrattır. 100 gram inek sütünde ortalama 4.7 gram laktoz bulunmaktadır. Süt şekeri olarak adlandırılan laktoz, glukoz ve galaktozdan oluşmaktadır. İnsan vücudunun laktozu kullanabilmesi için laktozun monomerlerine hidrolize edilmesi gerekmektedir. (Be Miller ve Huber, 2008).

Laktoz süt teknolojisi açısından önemli bir süt bileşenidir. Sütün donma ve kaynama noktaları, özgül ağırlık ve ozmotik basınç gibi özellikleri laktoz miktarından etkilenmektedir. Laktoz sütün tadında, yapısında ve niteliğinde etkili olup çiğ süte tatlı tadı veren maddedir. Ayrıca sütte az miktarda oligosakkarit bulunmaktadır. Prebiyotik özellikleri sayesinde bağırsak mikroflorasını olumlu yönde dengelemekte ve içerisindeki galaktoz beyin gelişiminde önemli rol oynamaktadır.

Yoğurt yapımında laktozun kendini oluşturan bileşenlerine dönüşümü fermantasyon aşamasında meydana gelir. Yoğurt starter kültür bakterileri, laktaz (β - galaktosidaz) adlı bakteriyel enzimlerini kullanarak laktozu D-glukoz ve D-galaktoza dönüştürmektedir. Akabinde anaerobik fermantasyon gerçekleşmekte ve laktoz, laktik asite parçalanmaktadır. Yoğurt jel oluşumu sütün pH'sına bağlı olmakla asidik ortamda oluşmaktadır ve anaerobik fermantasyon sonunda oluşan laktik asit, asitliği artırarak yoğurt jeli oluşumunda etkili olmaktadır (Be Miller ve Huber, 2008).

2.1.2. Yağ

Sütün yapısındaki en büyük ve özgül ağırlığı en düşük bileşen süt yağıdır. Süt yağı etrafını saran yağ globül membranıyla çevrilidir. Yağ globülü, yağ küresel membran ve çekirdek adı verilen iki ana formdadır. Yağ globül membranın ağırlıkça yaklaşık %70'i proteinlerden, %30'u fosfolipidler, serebrositler ve kolesterol gibi polar lipidlerden oluşmaktadır. Yağ globül iç çekirdeğinde non-polar lipidlerden bulunmaktadır. Non-polar lipidlerin ağırlıkça %98'ini trigliseritler, %2'lik bölümünü ise digliseritler ve monogliseritler, yağ asitleri, steroller, karotenoidler ve yağda

çözünen vitaminler oluşturmaktadır (Gordon, 2013). Süt yağı, çapları 0,1-20 µm arasında farklı boyutlarda değişmekte ve 1 ml sütte yaklaşık olarak 15 milyar yağ küreciği bulunmaktadır. Sütte ortalama %3,2 oranında süt lipiti bulunmaktadır. Süt yağı süütün görünüm, tat, lezzet ve raf ömrünü etkilemektedir. Protein ve fosfolipitlerden oluşan membran yağı enzimlerden koruyarak yapısını korumasına yardımcı olmaktadır. Süt yağı, vücut için gerekli olan doymamış yağ asitlerini, elzem (esansiyel) yağ asitlerini, yağda eriyen vitaminlerini içermesinden dolayı beslenme açısından oldukça önemlidir (Üçüncü, 2015).

2.1.3. Mineraller

Sütte bulunan mineraller makro ve eser elementler olarak iki grupta toplanmaktadır. Tablo 2.2.'de sütteki mineral maddeler yer almaktadır (Gaucheron, 2013).

Tablo 2.2. Sütte bulunan makro ve eser elementler (Gaucheron, 2013).

Makro elementler	Eser elementler
Magnezyum	Demir
Potasyum,	Çinko
Fosfor	Kurşun
Kalsiyum	Bakır
Klor	Flor
Sodyum	Nikel
	Krom
	Alüminyum
	Manganez

İnek sütünde % 0,75-0,80 oranında mineral madde bulunmaktadır. Süt, kalsiyum % 0,112, fosfor % 0,095, potasyum % 0,138, magnezyum % 0,013, sodyum % 0,059, klor % 0,109 ve kükürt % 0,01 oranında mineral maddelerini bulundurmaktadır. Demir içeriği düşük olan süt, özellikle çocukluk döneminde ihtiyaç duyulan demiri karşılayamamaktadır (Polat, 2015).

Protein miselini kazein alt miselleri arasında çapraz bağlar oluşturarak stabilize eden kalsiyum ve fosfor sütte yer alan en önemli elementlerdir. Laktosyon aşaması, beslenme rasyonu ve hayvanın cinsi ile değişim göstermekle beraber 1 L sütte ortalama 1200 mg Ca bulunmaktadır. Sütte bulunan Ca'un önemli bölümü kazein proteinlerine bağlı olarak bulunmaktadır. Kazein misellerinde bulunan Ca, inorganik

fosfat ve organik fosfatın birleşimi ile granül yapılı kolloidal CaPO_4 'ı oluşturmaktadır. Serum fazındaki Ca ise serbest Ca^{+2} iyonları olarak dağılmışlardır. Ayrıca serumda bulunan Ca iyonları sitratlar ve inorganik fosfatlar ile etkileşime girmektedir (Gaucheron, 2013). Fermantasyonda asitliğin düşmesi kazein misel fazındaki çözünmeyen Ca'un çözünerek süt serumuna geçmesine neden olur. Sütün mineral içeriği, laktasyon durumu, çevresel faktörler, iklim şartları ve kalıtım gibi faktörlerden etkilenmektedir (Gaucheron, 2013).

2.1.4. Protein

Proteinler amin ve karboksilli asit içeren, -R radikal grubuyla farklılaşan amino asit dizinlerinin oluşturduğu maddelerdir. Yüksek kalitede protein kaynağı olan süt yaklaşık %3,3 protein içermektedir. Elzem amino asit içeriği yüksek olan süt proteini, kaliteli protein olarak kabul edilmektedir. Süt proteinleri, 20 farklı amino asitten oluşan organik polimerlerdir. Süt proteini kazein, peynir altı proteinleri, enzimler ve az miktarda azotlu maddelerden oluşmaktadır. Bu heterojen karışımın % 80'i kazein, % 20'si ise peynir altı proteininden oluşmaktadır. Sütte bulunan insan beslenmesi için elzem olan 8 amino asiti içermektedir. Laktalbümin, laktoglobülin ve kazein doğada sadece süt ve süt ürünlerinde bulunmaktadır (Kukovics ve Nemeth, 2013).

2.1.4.1. Kazein

Kazein proteinleri sütte en yüksek miktarda bulunan proteinlerdir. Genel olarak kazein proteinlerini α_{s1} -kazein, α_{s2} -kazein, β -kazein ve κ -kazein oluşturmaktadır. Kazein miselleri sütün yapısında kolloidal formda bulunmaktadır. Kazein miselinin kesin yapısı hala bilinmemektedir. Kazein yapısını tanımlamak adına birkaç model öne sürülmüştür. Bunlar alt misel (sub-misel), dual- binding modeli ve içyapı modelidir.

2.1.4.2. Serum proteinleri

Süt serumu yağsız sütte kazeinin uzaklaşması sonucu kalan kısımdır. Süt serumunun içerisinde yaklaşık % 0,7 oranında protein bulunmaktadır. Serum proteinleri globüler yapıdadır. İçeriğinde ise; %10 immünoglobulinler, %10 proteoz-peptonlar, %10 serum albümini, %20 α -laktalbümin, %50 β -laktoglobulin ve diğer protein fraksiyonlarını bulundurmaktadır. Bunlardan laktalbümin ve laktoglobülinin biyolojik değeri yüksektir. İnsan vücudu tarafından sentezlenemeyen ama elzem olan aminoasitleri süt proteinleri içermektedirler (Candeğer, 2016).

2.2. Yoğurt

Süt, yüksek besleyici değeri, nötral pH'sı ve yüksek su içeriğinden dolayı mikroorganizmaların gelişip çoğalabilmeleri uygun bir ortamdır. Sütün bozulmasını ve sütteki besin maddelerinin kaybını önlemek için sütün uygun koşullarda muhafaza edilmesi ya da sütün dayanıklılığını arttırmak için işlenmesi gerekmektedir (Akyüz ve ark., 1993). Sütün dayanıklı hale getirilmesi adına işlendiği süt ürünlerinden biri de yoğurttur. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'nde yoğurt, fermentasyonda *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* starter kültürlerinin kullanılmasıyla oluşan fermente bir süt ürünü olarak kabul etmektedir. Türk Standartları Enstitüsü TS 1330'da yoğurt; farklı tip sütlere ya da karışımlarına ısıt işlem olarak pastörizasyon yapılmasıyla veya ısıt işleminden geçmiş sütün, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* kültürünü ilave edip TS 10935 yoğurt yapım düzenlemelerine ve standartlara uygun olarak elde edilen ürün şeklinde tanımlamıştır (TSE, 2006; TKG, 2009).

Besleyici değerinin yüksek olması sebebiyle yoğurt, dünya çapında tüketilen bir fermente süt ürünüdür (Bayıroğlu ve ark., 1999). Fermentasyonda çeşitli seviyelerde hidrolize olan proteinlerle beraber serbest aminoasit ve peptit oranı artmakta yoğurdun sindiriminin ısıt işlemin de etkisiyle kolaylaştığı belirtilmektedir (Çakmakçı ve ark., 1993). İçerisinde canlı olarak barındırdığı *Lactobacillus*

delbrueckii subsp. bulgaricus ve *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus* bakterileri sayesinde insan sağlığını olumlu etkilemektedir. Yoğurt hem protein kalitesinin yüksek olması hem kalsiyum ve kuru madde içeriğinin yüksek olmasıyla sindirim sistemini düzenlemektedir (Tekinşen ve ark., 2008).

Dünya genelinde yoğurt tüketiminin artmasında en etkili faktörlerden biri de yoğurdun insan sağlığına olumlu etkilerinin yapılan araştırmalarla desteklenmesidir (Yaygın, 1999). Yoğurdun dünyaya yayılmasında Türkler önemli bir rol almıştır. nce Orta Doğu ve Anadolu’ya ve sonrasında 16.yy’da Avrupa’ya yoğurt kültürünü tanıtmışlardır (Baysal, 2002; şireli ve Onaran, 2012). Danone Araştırma Enstitüsünün 2013 yılında yayınladığı raporda yıllık kişi başına yoğurt tüketiminde ilk yer alan ülke 285,6 kap (1 kap=125g) ile ilk sırada Hollanda, ikinci sırada 281,5 kap ile Türkiye ve üçüncü sırada ise 280 kap ile de Fransa yer almaktadır (Kızılaslan ve Solak, 2016).

Yoğurt her ne kadar işlenmiş süt ürünü olsa da bir çok süt ürününe kıyasla kısa bir raf ürüne sahiptir (şahan ve Say, 1998). Yoğurt yüzeyinde özellikle kf ve mayaların kolaylıkla gelişip çoğalabilmesi yoğurdun raf ömrünü sınırlayan en önemli faktörlerden biridir. Ayrıca yüksek su aktivitesi yoğurtta mikroorganizmaların kolaylıkla gelişebilmesini ve düşük sıcaklıklarda bile mikroorganizma aktivitelerinin devam etmesine imkn sağlamaktadır (Eralp, 1953). Bunların yanında depolamaya bağlı olarak asitlik gelişimi, protein, yağların yıkımı ve oksidasyon gibi bir dizi reaksiyonlar ürünün kendine has koku, tat ve aroması kötüleşmesine yol açarak raf ömrünü etklilemektedir (Uysal, 1993; Köse 2009).

2.2.1. Süzme yoğurt (greek yogurt)

“Süzme yoğurt” veya “Torba yoğurdu” farklı yoğurtların veya ayranların, torbada süzülerek ya da farklı işlemler uygulanmasıyla suyunun alınması ile elde edilen kuru maddesi yüksek üründür. Süt yağı yarım yağlı süzme yoğurtlarda en az % 2,5 iken yağlı süzme yoğurtlarda en az %5 olmalıdır. 100 gram süzme yoğurtta 2,5 gramdan daha az süt yağı bulunursa yavan yoğurt olarak adlandırılmaktadır. Gıda Maddeleri

Tüzüğü süzme yoğurt içeriğini Tablo 2.3.'deki gibi yayınlamıştır (Anonymous, 1982).

Tablo 2.3. Yasal düzenlemelere göre süzme yoğurt bileşimi (Anonymous, 1982).

Bileşim	GMT	Yoğurt standardı	FSÜ tebliği
Yağ (%)	5 tam yağlı 2,5 yarım yağlı	Ekstra yağlı 3,8 Tam yağlı 3,0 Yarım yağlı 1,5	Tam yağlı yoğurt süt yağı $\geq 3,8$ Yarım yağlı yoğurt 2> süt yağı $\geq 1,5$ Yağsız yoğurt süt yağı $\leq 0,5$
Laktik asit (%)	2,25	0,8-1,6	0,6-1,5
Tuz (%)	1,5 veya tuzsuz	-	-

Gıdada bulunan serbest suyun ısı ilemlerle buharlaştırmak, pH' ı düşürmek, koruyucu maddelerin ilavesi, güneşte ve sanayi tipi kurutma, dondurma gibi çeşitli yöntemler gıdaların dayanım süresini arttırmakta ve raf ömrünü uzatarak kısıtlı zamanda kullanma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Yoğurdun su içeriğini azaltıp yoğurdun raf ömrünü artırarak daha dayanıklı bir ürün olan “Süzme Yoğurt” üretimini gerçekleştirmek eski zamanlardan beri süregelen bir uygulamadır (Eralp, 1953). Ülkemizde “Süzme Yoğurt” veya “Torba Yoğurt” şeklinde de bilinen konsantre yoğurt, yoğurdun süzülerek suyun bir bölümünün ayrılmasıyla elde edilmektedir (Yaygın, 1970; Şimşek ve ark., 2010). Süzme işlemi filtrasyon yönteminin basit bir şeklidir. Süt bileşenlerinde küçük partiküllü ve suda çözünen maddeler dışındaki unsurları elemine ederek sütün yoğunluğunun artırılmasında kullanılan ve genellikle tüketicilerin de evlerinde kolaylıkla uygulayabildiği bir yöntemdir (Atamer ve ark., 1988).

Süzme yoğurt ülkemizde hem sanayide hem de evlerde geleneksel yöntemlerle üretilip tüketilmektedir. Geleneksel yöntemlerle üretim yapan tesisler mevcuttur. Geleneksel süzme yoğurt üretiminde yoğurt düşük ortam sıcaklığında 20-25 kg bez torbalarda ortalama 12-18 saat bekletilerek yapısındaki suyu uzaklaştırılmaktadır (Abou-Donia ve ark, 1992). Geleneksel metot fazla insan gücü, işçilik ve tecrübe istemesinin yanında uzun işlem süreci gerektirmektedir.

Geleneksel metotların zaman alması, üretimi kesintisiz ve fazla yapmak isteyen bir işletme için istenen bir durum değildir. Gıda üretiminde önemli bir unsur olan güvenli gıda üretimi düşünüldüğünde hijyenik açıdan geleneksel yöntemlerin

yetersizliği mikrobiyolojik, kimyasal ve fiziksel açıdan üründe olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Bu sorunlar nedeniyle endüstriyel yöntemlere ilgi artmış ve süzme yoğurt üretiminde modern yöntemler geliştirilmiştir (Tamime ve Robinson, 2007; Sömer, 2013). Sanayide mekanik separatörler yardımıyla yoğurdun bünyesinden su ayrılmaktadır. Ultrafiltrasyon işlemi, ters osmoz, santrifüjleme ve doğrudan sulandırma gibi çeşitli yöntemler de süzme yoğurt üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Nsabimana ve ark, 2005).

Sonuç olarak ister geleneksel ister endüstriyel olarak süzme işleminin yoğurdun serumunun uzaklaştırmasıyla, kuru maddece zengin bir nihai ürün elde edilmektedir. Kuru maddenin artması, gerçek çözelti formundaki özellikle suyun, süt karbonhidratı olan laktozun ve mineral maddelerinin bir kısmının yoğurttan uzaklaşarak, protein ve yağ içeriğinin artmasıyla gerçekleşmektedir (Mehaia ve El-Khadragy, 1999; Özer, 2006). Buna bağlı olarak set tipi yoğurda göre daha fazla besin içeriği barındırır ve kalitesini daha iyi korur (Yeganehzad ve ark, 2007; Tekinşen ve Bayar, 2008).

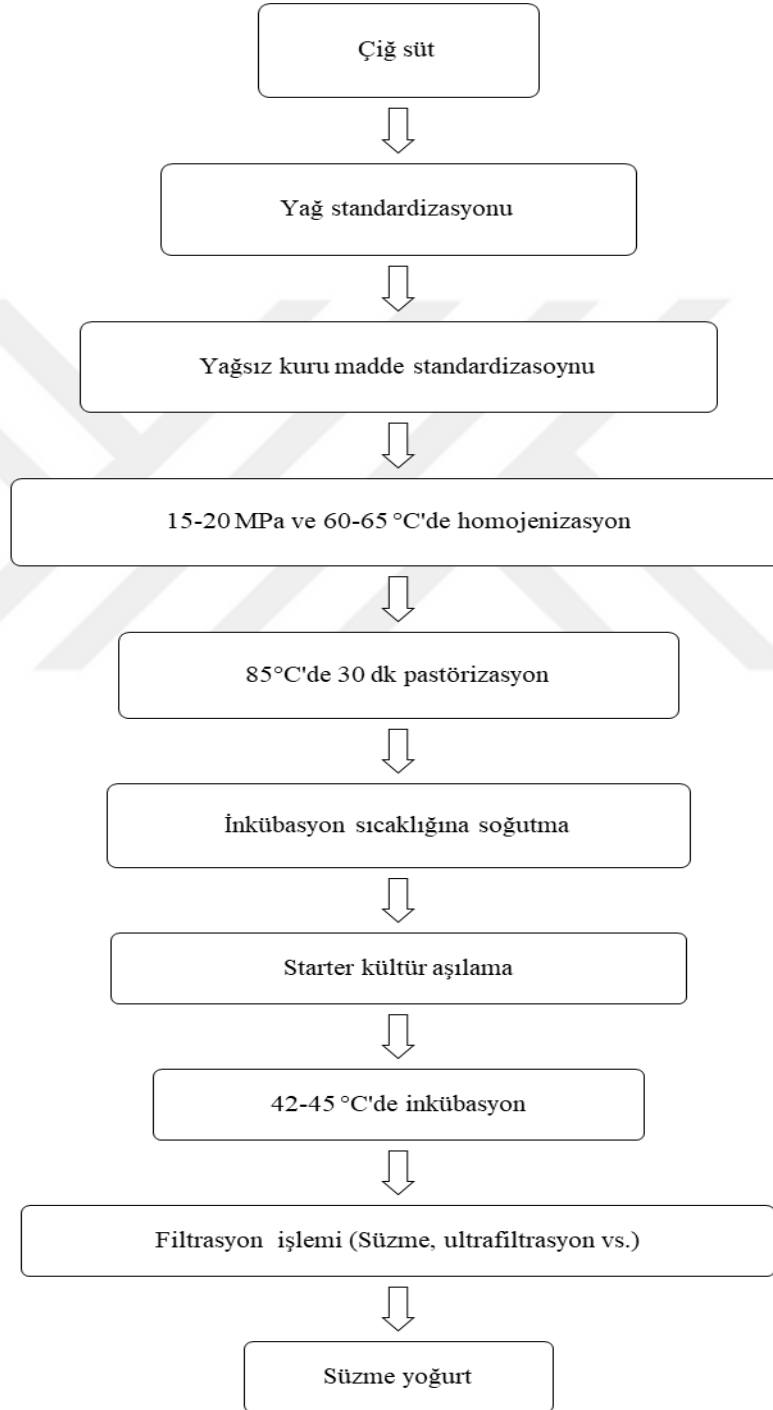
Koyun, keçi ve manda sütleri de inek sütü gibi süzme yoğurt üretiminde kullanılmaktadır. Bu sütlerden farklı yöntemlerle üretilen süzme yoğurtların karakteristik özellikleri aynı olmamaktadır (Tamime ve Crowford, 1984).

Türkiye’de yoğunlaştırılmış yoğurt çeşitlerinden bazıları süzme yoğurt, pesküten, kurut, kış yoğurdudur (Uysal 1993; Özdemir ve ark., 1995). Konsantre edilmiş yoğurt, süzme yoğurt gibi olan ürünler dünyada farklı isimlerle tanınmaktadır. Tablo 2.4.’de süzme yoğurdun dünyada bilinen isimleri verilmiştir (Karabıyık, 2006; Kabak ve Dobson, 2011; Sömer, 2013).

Tablo 2.4. Süzme yoğurdun dünyada bilinen isimleri (Karabıyık, 2006)

Ülkeler	Süzme yoğurt ismi
Bulgaristan	Besa
Danimarka	Ymer,
Ermenistan	Than,
Hindistan	Shrikhand,
Irak	Mastou
İngiltere ve ABD	Yunan yoğurdu(Greek yoğurt)
İzlanda	Skyr
Mısır’	Laban
Orta Doğu ülkelerinde	Labne

Süzme yoğurt üretimi set tipi yoğurt üretimine benzemektedir. Set tipi yoğurt üretimi standart şekilde yapılır, süzme yoğurt eldesi için son olarak bir filtrasyon (süzme) işlemi son basamağa eklenir. Şekil 2.2.'de süzme yoğurt üretim aşaması yer almaktadır (Uduwerella, 2017).



Şekil 2.1. Süzme yoğurt üretim şeması (Uduwerella, 2017).

2.2.2. Süzme yoğurt suyu (asit whey)

Dünya çapında özellikle Amerika ve Avrupa'nın belli bir kesiminde süzme yoğurt 'Yunan tipi yoğurt-Greek style yogurt' olarak bilinmektedir. Yüksek popülerliğe ve tüketim miktarına sahip olan süzme yoğurdun, üretiminde fazla miktarda atık bir ürün olan süzme yoğurt suyu (asit whey) açığa çıkmaktadır. Süzme yoğurt suyu, süzme yoğurt ve peynir koagulumundan bir alt ürün olarak açığa çıkan bir sıvı olarak tanımlanmaktadır (Anand ve ark., 2013; Alsaed ve ark., 2013). Peynir altı suyu (whey) sütün farklı süt ürünlerine işlenirken açığa çıkan bir yan üründür. Ayrıca pH değerine göre farklı isimlendirilmektedir. Peynir altı suyu 3.57 ile 5.1 pH aralığına sahip olursa asit peynir altı suyu olarak, 6.02 ile 6.58 pH aralığına sahip olursa tatlı peynir altı suyu (sweet whey-PAS) olarak adlandırılmaktadır (Alsaed ve ark., 2013).

Peynir altı suyu (whey)'nin genel bileşimi yaklaşık ve ağırlıkça; % 95 su, % 0.7 mineral, % 5 laktoz, %1 proteindir. Proteinlerden beslenmede önem arz eden % 57.9 β -laktoglobulin, % 24.6 α -laktoalbumin ve % 4.5 immünoglobulinleri içermektedir. Laktoz miktarı, laktik asit ve kül içeriği yönünden PAS ve YAS ayrılmaktadır. Tablo 2.5.'de ikisi arasındaki farklılıklar gösterilmiştir (Anand ve ark., 2013).

Tablo 2.5. Tatlı ve asit peynir altı suyu bileşenleri (Anand ve ark., 2013).

Bileşen	Tatlı peynir altı suyu (PAS,% w/w)	Asit peynir altı suyu (YAS, % w/w)
Toplam çözünmüş katı madde	6,35	6,50
Nem	93,7	93,5
Toplam protein	0,80	0,75
Laktoz	4,85	4,90
Mineral	0,50	0,80
Laktik asit	0,05	0,40

Nötr pH değerine yakın olan PAS püskürtmeli kurutucularda toz haline getirilerek satışa sunulmaktadır. Değerli ürünlerin eldesinde tamamlayıcı katkı olan toz formundaki PAS'ın çeşitli alanlarda kullanımı mevcuttur. Peynir altı suyu tozları tekrar hidre edilerek genellikle yağsız süt tozu ikameleri için kullanılmaktadır. %34-90 protein içeriğine sahip ürün eldesi ultrafiltrasyon, mikrofiltrasyon ve spreyle kurutma gibi işlemlerin kombinasyonlarıyla mümkün olmaktadır (Chandrapala ve

ark., 2015). Ultrafiltrasyon tekniği kullanarak protein içeriği % 35-80'e çıkarılıp sonrasında spreyle kurutarak peynir altı suyu konsantresi (WPC) elde edilmekte, protein miktarını %90'a çıkarma amacıyla mikrofiltrasyon ve diyafrim uygulanarak peynir altı suyu protein izolatu (WPI) elde edilmektedir (Tunick, 2009). Protein tozları özellikle sporcular arasında yüksek popülerliğe sahip olup protein takviyesi, enerji takviyesi olarak kullanılmaktadır (Isleten ve Karagul-Yuceer, 2006). Peynir altı suları ve tozları Mysost, Ricotta ve Lor peynir yapımında; yapıyı sıkılaştırmak, suyun yapıdan ayrılmasını önlemek ve farklı aroma kazandırmak için yoğurt üretiminde; içme sütünde inek sütünün anne sütüne benzetilmesi için ve tereyağ, dondurma, çeşitli içeceklerin yapımında, et ve unlu mamullerde kullanımı mevcuttur. Farklı gıda sektörlerinde koyulaştırıcı, stabilizatör, aroma verici, köpürtücü ve protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Dinçoğlu ve ark., 2012; Isleten ve Karagul-Yuceer, 2006).

Süzme yoğurt altı suyu (YAS) yani asit peynir altı suyu yüksek asit içeriği nedeniyle işlenmesi zordur. Süt endüstrisi için bertaraf sorunu olan YAS, büyük kitlelerin çözüm aradığı ve çeşitli yaklaşımların bulunduğu bir üründür. Tatlı peynir altı suyu tamamen işlenip değerlendirilebilirken, YAS genellikle atılmaktadır. Süzme yoğurt ABD'de son yıllarda yüksek tüketim sayısına ulaşmıştır. ABD Tarım Bakanlığı ve pazar araştırması verilerine göre, 2015 yılında ABD'de % 40 yoğurt pazarıyla yaklaşık 771.000 metrik ton yoğurt üretilmişken bu sayı 2004 yılında, ABD yoğurt pazarının sadece% 1-2'sini oluşturmaktaydı. Son 11 yılda süzme yoğurt üretiminde yüksek artış görülmesi sorunları da beraberinde getirmektedir. Çünkü 1 kg süzme yoğurt üretiminde açığa çıkan YAS miktarı 2-3 kg'dır. Süzme yoğurt üretimi 2010-2015 yılları arasında 1,6 milyar litre YAS'ın açığa çıktığı yüksek talep ile birlikte önceki yılların üretim oranına göre üç kat artmıştır (Chandrapala ve ark., 2015). Ekonomik kayba sebep olan YAS, sadece mali yönden bir zarar olmamakla beraber bertaraf etmek amacıyla çevreye atıldığında ekosisteme zarar verdiği bilinmektedir. Bu özelliği ile YAS endüstriyel bir sorun haline gelmiştir. Bir maddenin biyokimyasal ve kimyasal oksijen ihtiyacı ne kadar fazla olursa bununla doğru orantılı olarak çevre kirliliğini de o kadar çok olumsuz etkilemektedir. Biochemical Oxygen Demand (BOD), biyokimyasal oksijen ihtiyacını temsil etmektedir

(Dinçoğlu ve ark., 2012). Çevre kirlenmesinde kriter olarak kullanılan bu değer YAS için 39000-48000 ppm arasında değişmektedir.

Yüksek besin potansiyeli olan YAS'ın atık vasfıyla bertaraf edilmesi hem çevreye zarar vermekte hem de insan sağlığı için yüksek besin içeriğine sahip bir ürünün değerlendirilme şansını da ortadan kaldırmaktadır. YAS'ın doğrudan atılması 18 milyon pound peynir altı suyu proteini kaybına neden olur (USDA, 2015). Çevre için zararlı olan YAS'ı değerli kılmak veya düzgün bir şekilde bertaraf etmek için ana başlıklar altında 2 farklı çözüm şekli sunulmuştur. Bunlardan ilki daha az YAS'ın ortaya çıkması için teknolojik gelişmelerden yararlanmak, ikincisi ise YAS'ın farklı yararlı ürünlere dönüştürülebilirliğinin incelenmesidir. Yüksek organik içeriğinden arındırılarak ortadan kaldırmak yüksek maliyet gerektirmektedir. (Silva and Yang, 1995). Yüksek kül içeriği, düşük pH' ya sahip olan YAS çevresel kirlenici özellikleri nedeniyle su yollarına dökülemediğinden, süzme yoğurt üretiminde fabrikalarda büyük miktarda açığa çıkmakta ve endüstriyel açıdan YAS'ı bertaraf etmek bir sorun haline dönüştürmüştür.

Asidik tadı ve pH değerinin sınırlayıcı özelliği yüzünden YAS PAS'a kıyasla birkaç gıda üretiminde kullanılmaktadır. PAS'ın daha değerli olmasının sebebi daha fazla protein içeriğine sahip olması, asidik olmaması ve kurumasının daha kolay olmasıdır. YAS'ın ekmek, bisküvi ve kraker gibi pişmiş ürünlerde lezzeti arttırdığı ve kabuk rengini geliştirdiği geçmiş çalışmalarda bildirilmiştir (Tunick, 2009). YAS'ın protein miktarının düşük olması protein konsantrilerine işlenmesinde açığa çıkan masrafları karşılamamaktadır.

YAS'ın gıda alanı dışında kullanımı da mevcuttur. YAS'ın biyogaza dönüştürülüp elektrik üretmek için, anaerobik çürütücülerin yardımı gerekmektedir. YAS geniş bir çukur alana dökülerek üzerine gübre ve çimento eklenip karıştırılmaktadır. 20 gün tank içinde bu karışım bekletilmektedir. Ortamda bulunan bakteriler sayesinde laktoz ve metan gazı serbest hale geçerek gaz jeneratörlerini beslemekte ve elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Yunanistan'da süzme yoğurt üretiminde önde gelen bir şirket olan FAGE üretimine paralel olarak fazlaca açığa çıkan YAS'ı değerlendirebilmek

adına 20 milyon dolarlık bir ön arıtma tesisi kurmuştur. Fabrikadan YAS, anaerobik çürütücü ile muamele edilecek tesise pompalanmaktadır. Mikroorganizmalar YAS'ı parçalayarak metan gazı üretmektedir. Metan gazı, ön arıtma tesisinin kullanabileceğinden daha fazla güç sağlayan üç 350 kW'lık jeneratörü beslemektedir. FAGE şirketi fazla miktarda dönüştürdüğü elektriği elektrik şebekelerine satmaktadır (Elliott, 2013).

General Mills'e ait olan Yoplait'in Murfreesboro'da ise atık su ön arıtma tesisinde 2015'in sonlarında YAS'ı çiftçilere vermeyi sonlandırmış ve bu atığı kanalizasyona göndermeye başlamıştır. Kanalizasyon sistemine girmeden önce atık, yatırım yaparak kurdukları tesise gönderilerek anaerobik çürütücüde arıtılmaktadır. Bu atık sudaki YAS'da bulunan organik maddeler anaerobik çürütücüdeki mikroplar tarafından parçalayarak fabrikanın elektriğinin% 10'unu (1.6 MW) sağlayan metan üretmektedir.

FAGE ve General Mills gibi büyük şirketlerin alt yapılarının ve tesisatlarının olması, sermaye sorununun olmaması YAS'ın dönüştürülmesini kolaylaştırırken, aynı işlem orta ve küçük ölçekli işletmeler için yüksek maliyetli olmaktadır. Kalkındırma hibeleri ve büyük yatırım yapma şansı olmayan çiftçilerin elektrik üretimi için YAS'ı kullanma fikri gerçekçi olamamaktadır (Elliott, 2013).

YAS'ın gübre olarak kullanımı da mevcuttur. Yapılan araştırmalarda hayvan gübresiyle karıştırılarak gübre olarak kullanımı incelenmiştir. Bitkilerin ve diğer canlıların yaşayabildikleri bir pH değeri vardır. Asidik olan YAS toprağın asitliğini de etkileyerek dengesini bozmaktadır. Bu yüzden YAS gübre olarak kullanıldığında orada varlığını sürdüren bitkilerin gelişmelerini engelleyebileceği için gübre olarak kullanımını sınırlandırmaktadır (Anand ve ark., 2013). Silajla karıştırılan YAS'ı tüketen hayvanların sindirim sistemine daha fazla laktoz tüketiminin getirebileceği olumsuz etkiler nedeniyle çiftliklerde sınırlı düzeyde YAS kullanımı mevcuttur (Elliott, 2013). Hayvanların metabolik aktivitesinin baskılanmasını önlemek için optimum seviyede kullanım gerektirmektedir (Prazeres ve ark., 2012).

Kimyasal ve fiziksel doğası gereği işlenmesi zor olduğu için asidik özelliğini ortadan kaldırmak adına nötralizasyon yöntemiyle YAS'ın dönüştürülebilirliği de incelenmiştir. Kalsiyum hidroksit ve potasyum bikarbonat gibi bir baz çözeltisi kullanılarak asitliği pH 7.0'da nötrleştiren patentli bir teknik denenmiştir (Smith ve ark., 2014b). Nötrleştirilmiş YAS konsantresi elde etmek için ultrafiltrasyon, ters ozmoz ve nanofiltrasyon veya buharlaştırma teknikleri gibi filtrasyon yöntemleri uygulanmaktadır. Konsantre edilmiş YAS tambur kurutma, fırın kurutma veya dondurma gibi teknikler kullanılarak kurutularak YAS tozu elde etmek mümkündür (Smith ve ark., 2014a; Watson, 2014)

YAS'daki laktozu geri kazanmak için enzim eklenmesi üzerine bir çalışma rapor edilmiştir. Bu çalışmada laktoz ve galaktoz, galakto-oligosakkaritlere dönüştürülmektedir. Nihai ürün olan galakto-oligosakkaritlere çözünür liftir ve tahıl, hazır gıda, meyve atıştırmalıklarına ve diğer gıda ürünlerine dahil edilebilmektedir. Ayrıca ince bağırsakta probiyotiklerin yani yararlı bakterilerin büyümesini teşvik eden prebiyotik olarak görev yapmaktadır. General Mills, laktozu çözünür liflere dönüştüren enzim bazlı bu yöntem için bir patente sahiptir (Gonzalez ve Smith, 2014). Ayrıca bir diğer çalışmada nanofiltrasyon sistemi kullanarak kuru içerik bazında laktozun % 55-65'ten % 80'e kadar çıkartılabildiği görülmüştür. Nanofiltrasyonla, YAS'da tuz, galaktoz ve laktik asit de miktarı da azalmaktadır. Nanofiltrasyon sistemiyle işlenmiş YAS, tatlandırıcı olarak kullanım potansiyeline sahiptir.

Danimarka'da peynir altı suyunu kullanarak gıda maddeleri üreten küresel bir şirket olan Arla Foods Ingredients YAS'ın kullanımı açısından bir farklılık getirmiştir. Şirket, sütten türetilen Nutrilac peynir altı suyu proteini ile YAS'ı değerlendirmektedir. Nutrilac YAS'a ilave edilerek yoğurt, krem peynir, işlenmiş peynir, içecek ve tatlı gibi besleyici süt ürünlerine dönüştürülmektedir. YAS'ın sütle aynı miktarda mineral içermesi, özellikle kemiklere ve dişe faydalı olmasını da vurgulayarak YAS'ın potansiyel değerini, yoğurt şirketlerinin kar elde edeceklerini ve atıklarını minimuma indirmek için nasıl kullanabileceği konusunda etkili ve güzel bir çözüm sunmaktadır.

YAS bir bebek maması bileşeni olarak kullanıldığı da bilinmektedir (Elliott, 2013; Prazeres ve ark., 2012). YAS'ın dönüştürülmesi, işlenmesi, gübreye eklenmesi ve diğer uygulamalar, standart bir süzme yoğurt üretiminde açığa çıkan YAS'ın değerlendirilme biçimleridir. Bu uygulamaların da üretilen toplam YAS'ı ortadan kaldırmak için yeterli olmaması nedeniyle süzme yoğurt üretiminde farklı üretim prosesleri araştırılmıştır. Süzme yoğurt üretimi sırasında YAS oluşumunu en aza indirmek için yapılan bir araştırmada misel kazeini ilavesi süzme yoğurttaki toplam kuru maddeyi arttırmıştır. Eklenen misel kazeinin nihai yoğurt jeli gücünü olumlu yönde etkilediği ve YAS oluşumunu azalttığı bulunmuştur (Bong ve Moraru, 2014). Merrill (2014)'ün yaptığı çalışmada ise kazein içeren bir bileşeni süt bazına fermantasyondan önce ilave ederek daha yüksek protein içeriğine sahip bir yoğurt üretmiştir. Ortaya çıkan bu bileşimin fermantasyondan sonra az miktarda YAS açığa çıkardığı bulunmuştur.

2.3. Turşu

Turşu farklı meyve ve sebzelerle üretilen fermente bir gıda ürünüdür. Meyve ve sebzelerin kısa ömürlü olmaları tarımın başlamasıyla ilk zamanlardan beri bir sorun olmuştur. Hasat zamanı mevsiminde toplanan meyve ve sebzeler ilk gün ki tazeliğini koruması adına farklı tekniklerle muhafaza edilmiştir. Meyve ve sebzeleri muhafaza tekniklerinden biri de belirli tuz konsantrasyonlarında veya kendi öz suları içerisinde meyve ve sebzelerin fermente edilerek turşuya işlenmesidir.

Laktik asit, asetik asit, alkol fermantasyonu ve bunların kombinlenmesiyle elde edilen turşuda genellikle hıyar, yeşil domates, lahana, havuç, yeşil biber gibi meyve ve sebzeler kullanılmaktadır. Laktik asit fermantasyonu sonucunda meyve ve sebzeler duyuusal anlamda lezzetli, hoş giden, ekşimsi tat ve yapısal anlamda ktır bir özellik kazanmaktadır. Ayrıca laktik asit fermantasyonu sonucu patojen mikroorganizmalar inhibe olmakta, gıdaların sindirimi iyileşmekte ve meyve ve sebzeleri zamanında toplanıp turşuya işlenmesiyle ekonomik anlamda bir kazanç sağlanmaktadır (Cemeroğlu, 2013; Demirci 2014).

Turşunun aromatik yapısının beğenilmesi ve uzun ömürlü olması, tüketicilerin mevsiminde sebze ve meyve alıp turşuya işleyerek ekonomik kazanç sağlaması turşunun yaygınlaşmasında ve tüketiminin artmasında büyük rol oynamıştır. Ülkemizde turşu tüketimi artarak devam etmekte olup, Türkiye dünyanın pek çok yerine turşuyu ihraç etmektedir. 2019 TUIK verilerine göre ülkemizde 2011 yılından beri 145 bin ton ve üzerinde turşu üretimi yapılmaktadır. 175,3 bin ton ile 2016 yılı en fazla üretimin yapıldığı yıl olmaktadır ve turşu satış miktarı dolar bazında 162 milyona ulaşmıştır.

Tüketicilerin duyuşal, görünüş, koku ve tat algılarını olumlu yönde etkileyen, kitlesel açıdan geniş bir skalaya sahip olan ürün çeşidi, her mevsim tüketilebilir oluşuyla ve meyve ve sebzelerin bol miktarda vitamin, mineral, fenolik madde içermeleriyle turşuların da fonksiyonel bileşen barındırması, turşuyu sağlıklı ve düzenli beslenmek isteyen tüketici grubu için vazgeçilmez kılmaktadır (Cemeroğlu, 2013; Demirci 2014).

2.3.1. Hıyar turşusu

En çok turşusu yapılan sebzelerin başında hıyar yer almaktadır. Turşuda kullanacak hıyarlar taze hasat edilmiş, büzülmemiş, sağlıklı, hasarsız, sert ve gevrek, küfsüz, ince kabuklu ve eziksiz olmalıdır. Hastalıklı bir hıyarın kavanoza ilave edilmesiyle ortamdaki diğer hıyarların sağlam olması fark etmeksizin olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Turşuluk hıyarlardaki su miktarı %94,5 ile %96 arasında, protein miktarı %0,5 ile %0,7 arasında, karbonhidrat miktarı %2 ile %2,2 arasında, yağ miktarı %0,2 ile %0,3 arasında değişmektedir (Aktan ve ark., 1998).

Dünya üzerinde hıyar üretim miktarları 2012 yılı verileri göz önüne alındığında Çin 48 milyon ton ile birinci sırada gelmekte, 2. Sırada 1 milyon 741 bin ile Türkiye ve 3. sırada ise 1 milyon 600 bin ton üretim miktarı ile İran gelmektedir. Türkiye’de 2016 yılında üretilen hıyar miktarı ise 1 milyon 811 bin ton, 2017 yılında 1 milyon 827 bin, 2018 yılında 1 milyon 848 bin ve 2019 yılında ise 1 milyon 916 bin ton olup 2001 yılından beri üretimi artarak devam etmektedir (TÜİK, 2019)

Kornişon kabuğunun üzeri pürüklü, lezzetli, özellikle turşu yapımında kullanılan bir tür hıyar olarak tanımlanmaktadır. Kornişon tipi hıyarların toplanma zamanında üzerlerinde bulunan toprak ve toz suyla temizleyerek giderilmelidir. Boyut, olgunluk, çeşit ve fizyoloji özelliklerine göre hıyarlar turşu üretimi için seçilmektedir (Fleming, 1984). 19 mm'den daha küçük çapa sahip olan hıyarlar 1A, 25 mm ile 32 mm arasında olanlar 2A, 32 mm ile 38 mm arasında olanlar 2B, 39 mm ile 51 mm olanlar ise boyut 3 olarak isimlendirilmektedir. Ticari fermantasyonlar için kullanılan tipik hıyar 2A ve 2B boyutlarıdır (Wolter, 2013).

Hıyar turşuları yaygın olarak 40.000 L üstü açık, plastik veya fiberglas tanklar içinde en az % 5 tuz (NaCl) kullanarak fermente edilmektedir (Franco ve ark., 2012). Genellikle ticari fermantasyon işlemi yüksek tuz konsantrasyonu ve oksijensiz koşullar altında gerçekleşmektedir (Fleming ve ark., 1992). Hıyarların yüzeyinde bulunan homofermentatif laktik asit bakterileri fermantasyonu gerçekleştirmektedir.

Fermantasyonun tamamlanması için gereken süre yaklaşık 3 hafta ile daha uzun zamana bağlı düşük sıcaklıkta gerçekleştirilen 2 ay arasında değişmektedir. Fermantasyon sonunda hıyar turşularının pH değeri 4.6'dan az olmalı ve %0.6'dan daha az olmayan bir laktik asit konsantrasyonu içermelidir (Hutkins 2006; Fleming ve ark., 1992).

2.3.2. Fermantasyon ve laktik asit bakterileri

Mikroorganizmalar tarafından yüksek moleküllü organik maddelerin, özellikle karbonhidratların küçük moleküllü maddelere bir dizi tepkime sonucu parçalanması fermantasyon olarak tanımlanmaktadır. Fermantasyon sırasında depo edilmiş enerji ortaya çıkar fakat açığa çıkan enerji solunuma kıyasla daha az olmakla birlikte etil alkol ve CO₂ oluşmaktadır. Oksijensiz ortamda glikozun hücrede parçalanması sonucu laktik asit oluşumu laktik asit fermantasyonu, etil alkol oluşumu ise etil alkol fermantasyonu şeklinde adlandırılmaktadır. Turşu üretiminde hıyar yüzeyinde doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri (LAB) karbonhidratları asitlere parçalamaktadır (Erkmen, 2010).

Laktik asit fermantasyonu ile daha dayanıklı ürün elde edilmektedir. Asitliğin artışı ile mikroorganizmaların gelişimi tolere edilebilir düzeyde azalmakta ve besin değerini koruyan, uzun süre saklanabilen ürün ile sonuçlanmaktadır. LAB iki gruba ayrılmaktadır. Son üründe sadece laktik asit oluşturanlar homofermantatifler, laktik asit ile birlikte etil alkol, karbondioksit ve asetik asit oluşturanlar ise heterofermantatiflerdir (Erkmen, 2010).

Fermantasyon başlangıç, birincil fermantasyon, ikincil fermantasyon ve fermantasyon sonrası olarak dört aşamadan oluşmaktadır ve her aşamada farklı oluşumlar meydana gelmektedir. Başlangıçta; hammaddede yer alan mutlak anaerobikler, fakültatif mikroorganizmalar, farklı hücre çeperine sahip bakteriler (gram(+), gram(-)) gelişmekte ve aynı anda LAB laktik asit oluşturarak asitliği arttırmakta ve ortama hakim olarak sporlu ve gram (-) bakterilerini inhibe etmektedir.

Birincil fermantasyonda ise fermantatif mayaların gelişebildiği fakat ortama LAB'nin hakim olduğu aşamadır. Ortamda oluşan asit miktarının fermantatif mayaları inhibe edemeyecek düzeyde olması ve glikozun ortamda besin olarak kalması bu mayaların canlılığını sürdürmesini sağlamaktadır. İkincil fermantasyonda ortama hakim olan canlı fermantatif mayalar olmaktadır. Asitliğin artmasıyla LAB gelişimi zamanla yavaşlamakta ve glikoz besin olarak fermantatif mayalar tarafından kullanılmaktadır. *Torulopsis*, *Saccharomyces* gelişebilen fermantatif mayalardır. Fermantasyon sonrası ise tüm karbonhidrat tüketilmiş ve oksijensiz ortamda parçalanacak besin olmadığı için üreme gözlenmemektedir. Oksijensiz ortam sağlandığı takdirde küf, oksidatif maya veya farklı mikroorganizmaların gelişimi söz konusu olmamaktadır.

Diğer meyve ve sebzeler gibi hıyarda da maya, küf, bakteriler ve farklı mikroorganizma segmentleri mevcuttur. Hıyarda ve dolayısıyla turşuda LAB harici gelişmesini istemediğimiz patojenler, bozucu mikroorganizmalar, küfler bulunabilmektedir. Oksidatif mayalardan *Debaryomyces*, *Pichia* ve *Candida* türleri, bakterilerden *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Escherichia coli* ve çeşitli küf türleri

hammadde de yaygın olarak bulunan mikroorganizmalardır. Her hammadde yüzeyinin mikroflorası değişkenlik göstermektedir. Turşuda *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lb. Brevis*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides* baskın olması istenilen LAB'dir.

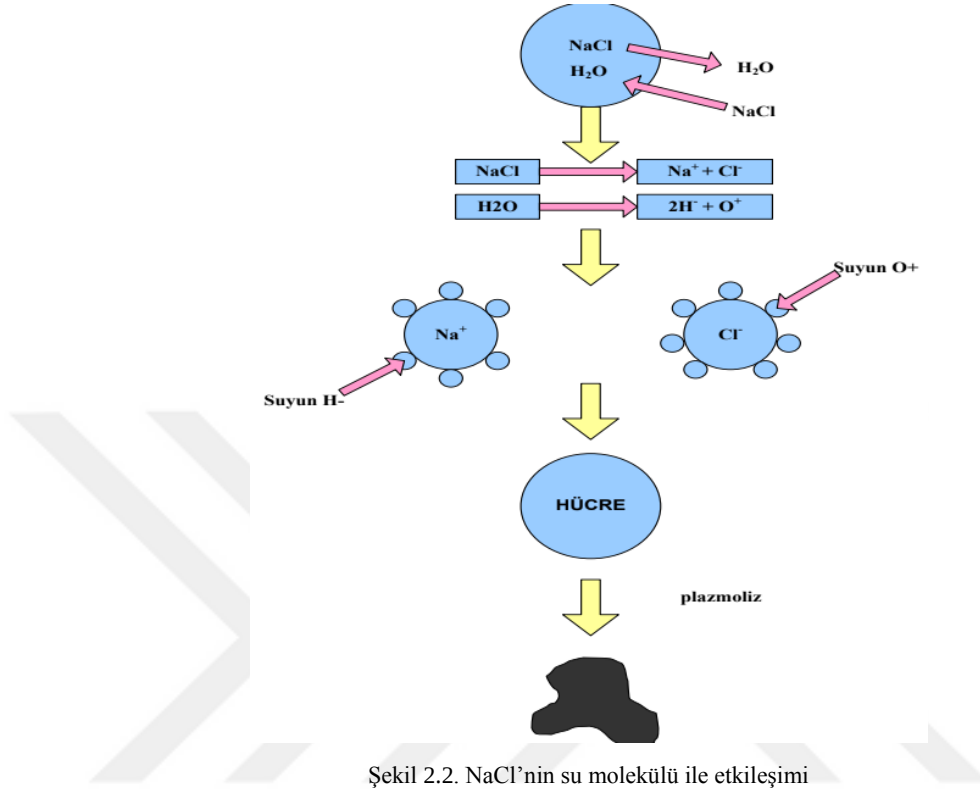
Turşuda bulunan tuz miktarı ve asitlik ortamda gelişim gösterebilecek canlıyı belirleyici kılmaktadır. %5 ve daha fazla tuz oranına sahip bir ortamda *E. faecalis* ve *L. mesenteroides* gelişmemektedir. Bununla birlikte yüksek tuz oranına dayanamayan bakterilere karşı mayaların gelişimi tuz miktarının artışıyla teşvik edilmektedir. Fermantasyonun ikinci aşamasında ortama hakim olan mayalar şekeri parçalayarak fermantasyonu devam ettirmekte, bazı aroma maddelerini de oluşturarak lezzet oluşumunda rol oynamaktadır.

LAB'den *Lb. plantarum* asite ve tuza dayanıklı olup, fermantasyon süresi boyunca etkinliğini koruyarak canlılığını sürdürmektedir. Fakat diğer canlılar gibi *Lb. plantarum* tuza dayanıklı olsa da %10- %15 tuz oranında zor gelişmekte ve fermantasyon gecikmesi yaşanmaktadır. Bu yüzden LAB gelişimini engelleyecek, yavaşlatacak unsurlar ortadan kaldırılmalı, LAB dışındaki mikroflora gelişimi durdurulmalıdır. Uygun sıcaklık, pH değeri, nem, hammadde cinsi ve mikroflorası gibi özellikler LAB gelişim düzeyini etkilemektedir (Erkmen, 2010).

2.3.3. Tuz

Tuz gıdalarda koruyucu madde olarak kullanılan en yaygın koruyuculardan biridir. Tuzun en önemli etkisi mikroorganizmaların gelişimi üzerine olmaktadır. Tuz iyonları serbest suya bağlanarak ortamın su aktivitesini düşürür, böylelikle düşük su aktivitesinde mikroorganizmaların tamamı gelişmemektedir. Buna karşılık 0,75 su aktivitesinin altında bile bazı mikroorganizmalar canlılığını sürdürebilmektedir. Tuzu seven halofil bakterilerden *Torulopsis* türleri yüksek tuz konsantrasyonuna dayanmaktadır. Tuzun mikrobiyal gelişmeyi önleyici, inhibisyon etkisi mevcuttur. Ayrıca NaCl bulunduğu ortamda ozmotik basıncı artırır ve ozmoz etkisiyle su hücreden uzaklaşmaktadır. Suda oksijenin çözünmesini sınırlandırmakta böylece

oksijen varlığında yaşayabilen aerob canlıların yaşamı kısıtlanmaktadır. Ayrıca tuz çeşitli koruyucu maddelerinin etki düzeyini arttırmaktadır (Demirci, 2014)



Şekil 2.2. NaCl'nin su molekülü ile etkileşimi

Turşuda kullanılacak tuz miktarı önem arz etmektedir. Turşu üretiminde önemli olan ideal tuz oranını kullanarak hem raf ömrünü hem de tekstürel anlamda hıyarların çıtırılığını koruyabilmektir. Turşuda kullanılan tuz miktarı ne kadar çok olursa, turşunun raf ömrü de o kadar uzun olmaktadır. Fakat yapısal anlamda daha sıkı bir ürün elde edilirken, duyuusal anlamda aşırı tuz tadı olumsuzluk olabilmekte ve turşuyu suda bekletilerek bu istenmeyen tuz giderilebilmektedir. Ayrıca fazla tuz miktarı halofilik mikroorganizmaların canlı kalmasına, ortamda çoğalmasına, fermentasyon süresinin gecikmesine ve sürenin uzamasına, yapısı güçlü olmayan hıyarlarda iç boşlukların oluşumuna ve büzölmelerin meydana gelmesine neden olmaktadır (Erkmen,2010).

2.3.4. Asit

Asit; ortamda gelişecek mikroorganizmaları belirleyen, raf ömrü ve ürünün dayanıklılığını etkileyen önemli bir faktördür. Turşu üretiminde kullanılan sirkede ise asetik asit bulunmaktadır. Sirke, karbonhidrat, şeker veyahut nişasta içeren üzüm, elma, incir gibi meyvelerin önce alkol sonrasında asetik asit fermentasyonuna tabi tutulmasıyla üretilen çıkan bir üründür. Fermentasyon sonucu asetik asit oluşmakta ve üründeki tat, koku ve diğer karakteristik özellikler asetik asit vasıtasıyla oluşturulmaktadır. Sirke üretimi ortalama %10'a seyreltilmiş etanolün oksijen varlığında 28-30°C'de *Acetobacter ssp.* ile sirke asidine ve suya okside olmasına dayalı oksidatif bir olaydır. Fermente edilebilir karbonhidratlardan herhangi birini içeren gıdalardan sirke elde etmek mümkündür. Elma, üzüm, Hindistan cevizi sütü sirkesi, beyaz şarap sirkesi, kırmızı şarap sirkesi, pembe şarap sirkesi, şeker kamışı sirkesi, malt sirkesi, bal sirkesi gibi hammaddenin değişimiyle elde edilebilecek çeşitli sirkeler mevcuttur (Demirci, 2014).

Asetik asit lezzet verici, asitleştirici ve bağlayıcı özelliklerine sahipken ayrıca antimikrobiyal özelliği ile mayalara ve bakterilere karşı etkili olmaktadır. Asetik asit ayrıca pH 3,5'te ise bazı küflere karşı etkili olabilmektedir. Antimikrobiyal etkisi asetik asitin patojen bakterilere ve özellikle *Salmonella* gibi bakterilerde daha fazla etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Asetik asitin koruyucu etkisi, ortamın pH değerini düşürerek asitliği arttırması ve hücre duvarını geçerek hücreye girebilmesi dolayısıyla plazmayı denatüre ederek bozmasıyla açıklanmaktadır. Serbest haldeyken etkili olan ve tuz formunun koruyucu etkisi olmadığı bilinen asetik asitin, mikroorganizmaları durdurucu etkisi iyonize olmamış halde gerçekleştiğinden ortamın asitliği arttıkça asetik asidin bakteristatik etkisi de doğru orantılı olarak artmaktadır.

Asit iyonlaşma sabiti derecesi, hedef mikroorganizmanın dayanıklılığı, uygun sıcaklık ve asitlik, asetik asitin yanında gıdada kullanılacak olan antimikrobiyal maddeler de göz önüne alınarak asetik asit gıdalarda %0,1-1 arasında kullanım oranına sahiptir. Asetik asit ve süt asidi olan laktik asit karşılaştırıldığında, laktik

asitin antimikrobiyal etkisinin daha düşük olduğu ve anaerob canlılar üzerinde etkili olduğu, ayrıca ikisinin de ortam pH'sını düşürme özelliğinin olduğu görölmektedir (Erkmen, 2010; Cemeroğlu, 2013; Demirci, 2014).



BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu araştırmada hammadde olan kornişon tipi hıyarlar Sakarya Meyve Sebze Halinden üretim gününde temin edilmiştir. Kornişon tipi hıyarlar bekletilmeden turşu üretimi için kullanılmıştır. Turşuların salamuraları sirkeli ve YAS'lı olacak şekilde iki farklı formülasyonla üretilmiştir. Sakarya'da bir süt işletmesi olan Güneşoğlu Süt Ürünleri A.Ş.'den YAS temin edilmiştir. Çalışmada salamurada kullanılan üzüm sirkesi ise yerel bir marketten alınarak Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına getirilmiştir. Çeşme suyunun içerdiği mineral maddeler turşunun mineral miktarını etkileyeceği için saf su ile salamura hazırlanmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Turşu üretimi

Bu çalışmada farklı zamanlarda 4 tekerrürde fermente ve pastörize turşu üretimi gerçekleştirilmiştir. Turşu üretimi YAS ve sirkeden elde edilen iki farklı salamura ile gerçekleştirilmiştir. Üretimde kullanılacak sirke ve YAS'ın titrasyon asitlikleri üretim öncesi %1 (w/w) olarak ayarlanmıştır. Salamuranın son tuz konsantrasyonunun standardı yakalaması adına fermente turşularda sanayi tipi tuz kullanarak tuz oranı %8 olarak uygulanmıştır. Pastörize turşularda kullanılacak salamura ise %6 tuz içerek şekilde hazırlanmıştır. Yoğurt altı suyu salamura 100°C'de 10 dk ısıtma işlemine tabi tutulup cendere bezi yardımıyla süzülerek yapısında kalan proteinin bir miktarı koagüle edilerek ayrılmıştır.

1 numara kornişon hıyarlar üretim öncesi yıkanarak temizlenmiş ve fiziksel deformasyon ya da şekil bozukluğu gösterenler ayrılmıştır. 1/2'lik (99mm uzunluk, 63mm çap) cam kavanozlara 290-300g kornişon hıyar olacak şekilde dolum yapılmıştır. Fermente turşuların üretiminde salamura oda sıcaklığında ve eşit doluluk oranında ilave edildikten sonra üzerine baskı aparatı konularak kapakları kapatılmıştır. Fermente turşular 25°C'ye ayarlanmış inkübatöre 21 günlük fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon sonrası depolama 12. haftaya kadar devam etmiştir.



Şekil 3.1. Sirke ile üretilen pastörize turşu



Şekil 3.2. YAS ile üretilen pastörize turşu

Pastörize turşuların üretiminde 1/2'lik cam kavanozlara 290-300g kornişon hıyarlar yerleştirildikten sonra üzerine yaklaşık 65°C sıcaklıkta salamura (pastörizasyon sıcaklığına daha kısa sürede ulaşabilmek için) eklenmiştir. Pastörizasyon işlemini

gerçekleştirmek için su banyosu 74°C'ye ayarlandıktan sonra ısıtılma işlemi 15 dk boyunca pastörize edilecek turşulara uygulanmıştır. Pastörize turşular üretimi takiben 0., 2., 4., 8., ve 12. haftalarda analiz edilmiştir. Sirke ve YAS ile üretilen fermente turşuları her birinden her analiz noktasında iki adet kullanılacak şekilde bir üretimde toplamda 16 kavanoz turşu üretilmiştir. Pastörize turşulardan ise fermentasyon olmadığından dolayı her üretimde 10 kavanoz turşu üretilmiştir.



Şekil 3.3. Sirke ile üretilen pastörize turşu



Şekil 3.4. Sirke ile üretilen fermente turşu

3.2.2. Turşunun kompozisyon ve renk analizleri

Kor尼şonda ve salamura da bulunan kuru madde (990.19; AOAC, 2007), tuz (975.20; AOAC, 2007), asitlik (947.05; AOAC 2007) fermente turşularda fermentasyon süresince haftalık, fermentasyon sonrası ise 2., 4., 8., ve 12. haftalarda analiz

edilmiştir. Pastörize turşularda ise kuru madde, tuz, titrasyon asitliği ve pH analizleri 0., 2., 4., 8., ve 12. haftalarda yapılmıştır.

YAS'ın ısıtıl işlem sonrası içerdiği protein (991.20; AOAC, 2007) miktarı üretim öncesi ölçülmüştür. Turşuların salamura ve kornişon pH değerleri pH elektrodu (Inlab® solid pro; Mettler Toledo, Columbus, OH, ABD) ile sıvı ve katı örnek için uygun prob kullanarak depolama boyunca izlenmiştir.

L* (aydınlık), a* değeri (kırmızılık ve yeşillik) ve b* değeri (sarılık ya da mavilik) kornişon turşularının kabuk kısımlarında farklı noktalarda ölçülerek kaydedilmiştir. Renk ölçüm cihazı (PCE-CSM 7; PCE Instruments, İNGİLTERE) ile periyodik olarak ölçümler yapılmıştır.

3.2.3. Mikrobiyolojik analizler

Fermente turşu örneklerinde fermentasyon süresince 0., 7., 14. ve 21. günlerde, fermentasyon sonrası (21. günden sonra) 2., 4., 8., ve 12. haftalarda, pastörize turşularda ise üretim günü 0. gün kabul edilerek 0., 2., 4., 8. ve 12. haftalarda periyodik olarak toplam mezofilik aerobik bakteri, maya/küf sayısı, koliform ve laktik asit bakteri sayısı tespit edilmiştir. Besiyerleri otoklavda 121°C'de 15 dk steril edildikten sonra su banyosuna alınarak 45°C'de soğumaya bırakılmıştır. Petri kutularına soğuyan besiyerleri dökülmüştür. Turşu salamurasından aseptik koşullarda 10 ml alınıp, önceden otoklavda steril edilmiş peptonlu sularla gerekli dilüsyonlar yapıldıktan sonra yayma yöntemiyle besiyerlerine ekim yapılmıştır.

Toplam mezofilik aerobik canlı sayısını belirlemek için PCA (Plate Count Agar) besiyerine 0.1 µL salamura örneği ekim yapılmış ve petri kutuları 30°C sıcaklıkta 48 saat inkübe edilerek sayım yapılmıştır. Maya ve küf sayısını belirlemek için OGYEA (Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar) besiyerine 0.1 µL salamura örneği ekim yapıldıktan sonra petriler 25°C'de 5 gün inkübasyona bırakılarak sayım yapılmıştır. *Lactobacillus* cinsine ait bakterilerin sayımı için 0.1 µL salamura örneği MRS (DeMan, Rogosa and Sharpe Agar) besiyerine ekim yapılmıştır. Anaerobik

şartı sağlamak için oksijen tutucu kitler 35 ml saf su ile aktive edilmiştir. Petri kutuları anaerobik şartlarda 30°C’de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. *Lactococcus* (Lactic Streptococcus dahil) cinsine ait bakterilerin sayımı için 0.1 µL örnek M17 agara yayma yöntemiyle ekilmiştir. Petriler aerobik şartlarda 30°C’de 48 saat inkübe edilmiştir. (Fleming vd.,1992). Koliform grubu bakterileri belirlemek için ise VRBD (Violet Red Bile Dextrose) besiyerine 0.1 µL salamura örneği ekim yapılmış ve petri kutuları 30°C sıcaklıkta 48 saat inkübe edilerek sayım yapılmıştır (Halkman, 1990).

3.2.4. Tekstür analizi

Turşuların delinme dayanımı (puncture stress) ve et yumuşaklığı (endocarp hardness) fermente ve pastörize turşularda periyodik olarak tekstür analiz cihazı (CT3 Texture Analyzer; Brookfield, Middleboro, MA, A.B.D) ile ölçülerek takip edilmiştir. Delinme dayanımını ölçmek için bütün kornişon turşusu platforma yatay konumda yerleştirilmiştir. Delinme dayanımı testinde 2 mm çapındaki silindirik prob 10 mm/sn hız ve 5 mm penetrasyon mesafesi ayarlanarak analiz gerçekleştirilmiştir. Et yumuşaklığı testinde ise kornişon turşularının orta kısımlarından 2 cm uzunluğunda bir bölüm kesilerek analiz için örnekler hazırlanmıştır. 4 mm çapındaki silindirik prob 3 mm/sn hız ve 10 mm penetrasyon mesafesi ayarlanarak et yumuşaklığı analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5. Delinme dayanımı testi için turşu örnekleri



Şekil 3.6. Et yumuşaklığı testi için turşu örnekleri

3.2.5. Duyusal analiz

7 eğitimli panelist ile yapılan duyusal analizde temel tatlar değerlendirilmiştir. Duyusal aromatik özellikler kantitatif tanımlayıcı analiz (Quantitative Descriptive Analysis) ile ölçülmüştür (Herbert, 1992). Turşulara rastgele seçilmiş 3 haneli rakamlarla kodlar oluşturulmuştur. Turşularda asit, tuz ve acı (bitter) tat 1'den 15'e kadar olan referans değerleri göz önüne alınarak puanlanmıştır. Fermente turşularda fermentasyon sürecinden sonra depolamanın 2., 4., 8., ve 12. haftalarında ve pastörize turşularda üretimi takiben depolamanın 2., 4., 8., ve 12. haftalarında duyusal değerlendirme yapılmıştır.

3.3. Deneysel Dizayn ve İstatistik Analizleri

Turşu üretimleri 4 farklı zamanda yapılan tekrarlarla gerçekleştirilmiştir. Turşular YAS'lı ve sirkeli salamuralardan elde edilmiştir. YAS'lı ve sirkeli salamuralı (S) turşuların ve depolama süresinin (Z) pH, kuru madde, asitlik, tuz, mikrobiyolojik veriler, tekstürel ve duyusal parametreler üzerine etkileri parça-parsel (split-plot) dizayn ile incelenmiştir. Tüm-parsel faktöründe, turşuların üretildiği zaman (Ü) blok faktörü olarak ele alınmış ve salamura türü (YAS ve sirke) kesikli değişken olarak ele alınmıştır. Depolamaya bağlı geçen süre (Z) ve salamura çeşidi kondisyonun etkileşimi ($Z \times S$) değişkenler olarak parça-parsel faktörü için ele alınmıştır. Salamuranın çeşidi ve turşunun üretildiği zamanın etkileşimi ($S \times Ü$) ise hata faktörü (error term) olarak ele alınacaktır. İstatistiksel analizler JMP (13.0 versiyon; SAS

Institute Inc., Cary, NC, ABD) ile gerçekleştirilmiştir Veriler varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiş, istatistiksel farklılık Tukey-HSD oklu karşılaştırma testi yardımıyla $p < 0.05$ düzeyinde belirlenmiştir. Farklı veriler arasındaki ilişki Pearson's korrelasyonu ile belirlenmiştir.



BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kompozisyon ve Renk Analizi

Fermente ve pastörize turşuların hem salamurasının hem de turşuluk kornişonların kompozisyonu analiz edilmiştir. Tablo 4.1.'de YAS ve sirkeyle üretilen fermente turşuların salamuralarının genel kompozisyonu verilmiştir. Başlangıçta YAS ile üretilmiş fermente turşulara ait salamuranın kuru maddesi (%9,9), sirke ile üretilen fermente turşuya ait salamuranın (%5,3) yaklaşık 2 katıdır. Sirkeyle hazırlanan salamuraların, her analiz noktasında YAS ile hazırlanan salamuraya göre daha düşük kuru maddeye sahip olduğu gözlemlenmiştir ($P < 0,05$).

Titrasyon asitliği değerleri göz önüne alındığında analiz noktalarında titrasyon asitliğinde sirke ve YAS salamurası arasında istatistiksel açıdan farklılık olduğu gözlemlenmiştir ($P < 0,05$). Sirke ile hazırlanan salamuranın asitliği %0,6 ile başlamış ve depolamanın sonunda ilk güne kıyasla %0,4 artış göstererek %1'e ulaşmıştır. Fermente turşularda YAS ile hazırlanan salamuranın asitliği %0,7 ile başlayıp depolamanın son haftasında ilk güne kıyasla %1,3'lük artış göstermiştir.

Fermente turşu salamurasının her iki salamura tipinde Tablo 4.1.'de görüldüğü gibi tuz miktarının %4 ile %5,5 arasında değişiklik göstermiş ve hem gruplar arasında hem de zamana bağlı istatistiksel ($P > 0,05$) farklılık gözlenmemiştir. Sirke ile üretilen fermente turşusuna ait salamurada pH değeri 3,3 ile 3,6 aralığında, YAS ile üretilen fermente turşulara ait salamurada 3,4 ile 4,2 aralığında değerler almıştır. YAS ile üretilen fermente turşulara ait salamuranın pH değeri 0. günde sirke ile üretilen fermente turşusuna ait salamuranın pH değerine kıyasla daha yüksektir ($P < 0,05$). 0. günde pH değerinde YAS ve sirke ile üretilen fermente turşusuna ait salamurada

istatistiksel açıdan fark ($P < 0,05$) gözlenmiş olup diğer analiz noktalarında istatistiksel fark gözlenmemiştir ($P > 0,05$).

Tablo 4.1. Fermente turşu salamurasının 21 günlük fermentasyon ve 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri

Zaman	Kuru madde (%)		Asitlik (%)		Tuz (%)		pH	
	FS1	FY2	FS	FY	FS	FY	FS	FY
0. gün	5,3±0,3 ^a	9,9±0,8 ^b	0,6±0,0 ^a	0,7±0,1 ^b	4,5±0,6	5,0±0,1	3,6±0,1 ^a	4,2±0,1 ^b
7. gün	5,2±0,1 ^a	8,4±0,5 ^b	0,8±0,1 ^a	1,3±0,0 ^b	5,5±3,2	4,1±0,9	3,6±0,1	3,7±0,0
14. gün	5,4±0,1 ^a	8,4±0,5 ^b	0,9±0,2 ^a	1,5±0,1 ^b	4,8±0,9	5,1±0,7	3,5±0,3	3,6±0,0
21. gün	5,4±0,1 ^a	8,5±0,5 ^b	1,1±0,2 ^a	1,7±0,1 ^b	4,6±0,5	5,0±0,9	3,3±0,3	3,6±0,0
21g + 2. hafta	5,4±0,2 ^a	8,4±0,6 ^b	0,9±0,2 ^a	1,8±0,1 ^b	4,8±0,3	4,9±0,5	3,5±0,2	3,6±0,1
21g + 4. hafta	5,3±0,1 ^a	8,3±0,8 ^b	1,0±0,1 ^a	1,2±0,1 ^b	4,4±0,2	5,2±0,5	3,5±0,2	3,6±0,0
21g + 8. hafta	5,4±0,3 ^a	8,1±1,0 ^b	1,0±0,2 ^a	2,0±0,4 ^b	4,5±0,2	5,2±0,8	3,5±0,3	3,5±0,1
21g + 12. hafta	5,4±0,1 ^a	8,2±0,7 ^b	1,0±0,2 ^a	2,0±0,5 ^b	4,5±0,3	5,0±0,7	3,4±0,3	3,6±0,1

¹Sirke ile üretilmiş fermente kornişon turşusuna ait salamura

²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş fermente kornişon turşusuna ait salamura

^{a-b} Aynı analiz zamanındaki gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$).

Fermente turşuların kuru madde, titrasyon asitliği, tuz ve pH değeri Tablo 4.2.'de verilmiştir. Sirke ile üretilen fermente turşuların, YAS ile üretilen fermente turşulara göre yaklaşık %3 daha düşük kuru maddeye sahip olduğu gözlemlenmiştir ($P < 0,05$). Kuru madde miktarı sirke ile üretilen turşularda %6,9 ve YAS ile üretilen turşuda %8,2 ile en düşük değerini 0. gün almıştır. Şahin ve Doğan (2000)'ın yaptığı çalışmada kuru madde değerini % 7,2-7,7 aralığında bulmuştur. Araştırmamızda sirke ile üretilen fermente turşuların kuru madde değeri 6,9 ile 7,3 arasında değişmiş olup yapılan çalışmayla sonuçlar örtüşmektedir. "TS 11112 Hıyar Turşusu" standardında toplam asitliğin laktik asit veya asetik asit cinsinden %0,5-2 olması gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2015). Araştırma bulgularımızda asitlik değerinin standarda uygun olduğu görülmüştür. Ayrıca asitlik zamana bağlı olarak depolamanın sonuna kadar sırasıyla sirke ve YAS ile üretilen turşularda %0,6 ve %1,6'lık bir artış göstermiştir. Turşuların tuz miktarları Tablo 4.2.'ye bakıldığında en düşük tuz miktarının 0. gün en yüksek tuz miktarının depolamanın 8. haftasında olduğu gözlenmiştir. Depolamanın sonunda sirke ve YAS ile üretilen turşuların ilk güne göre tuz miktarının yaklaşık %2'lik artış gösterdiği görülmüştür. Fakat depolama ve fermentasyon boyunca tüm analiz noktalarında tuz değeri YAS ve sirke ile üretilen turşularda istatistiksel olarak farklılık oluşturmamıştır ($P > 0,05$). YAS'nun yapısında sirkeye kıyasla yüksek oranda bulunan kalsiyum tamponlama etkisi göstererek YAS ile üretilmiş turşularda titrasyon asitliğinin fazla olmasına rağmen

pH düşüşünü engellemiştir. YAS ile üretilen fermente turşularda laktobasil, laktokok ve genel mezofilik mikroorganizma sayısının daha yüksek olması nedeniyle titrasyon asitliğinin sirke ile üretilen fermente turşulara oranla daha yüksek olmasını sağladığını düşünmekteyiz. YAS ile üretilen fermente turşuların titrasyon asitliği sirke ile üretilen fermente turşuların yaklaşık iki katı olmasına rağmen YAS ile üretilen fermente turşuların depolama süresi boyunca pH değerleri sirke ile üretilen fermente turşularla benzer bulunmuştur. Fermente turşulara ısıtma işlem uygulanmaması nedeniyle sirke ve YAS ile üretilen turşuların pH değerleri arasında asitlik gelişmesine bağlı olarak fark çıkmamıştır.

Tablo 4.2. Fermente turşuların 21 günlük fermentasyon ve 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri

Zaman	Kuru madde (%)		Asitlik (%)		Tuz (%)		pH	
	FS1	FY2	FS	FY	FS	FY	FS	FY
0. gün	6,9±0,6 ^a	8,2±1,1 ^b	0,4±0,1	0,5±0,1	2,4±0,6	2,5±0,2	4,6±0,5	5,4±0,6
7. gün	7,3±0,3 ^a	10,0±0,5 ^b	0,7±0,1	1,1±0,4	4,0±0,7	4,2±0,6	3,6±0,1	3,8±0,0
14. gün	7,2±0,2 ^a	10,1±0,4 ^b	0,9±0,1	1,5±0,0	4,1±0,4	5,0±0,6	3,6±0,3	3,7±0,1
21. gün	7,1±0,2 ^a	10,0±0,6 ^b	1,1±0,2	1,6±0,2	4,5±0,5	4,9±0,6	3,4±0,2	3,7±0,2
21g + 2. hafta	7,3±0,1 ^a	10,0±0,5 ^b	1,0±0,2	1,7±0,2	3,9±0,3	4,9±0,6	3,5±0,3	3,5±0,1
21g + 4. hafta	7,0±0,2 ^a	10,2±0,8 ^b	1,0±0,1 ^a	1,8±0,1 ^b	4,3±0,5	4,8±0,5	4,0±1,1	3,6±0,0
21g + 8. hafta	7,1±0,4 ^a	9,9±1,0 ^b	1,4±0,8	1,9±0,4	4,4±0,5 ^a	6,2±1,6 ^b	3,5±0,3	3,6±0,0
21g + 12. hafta	7,2±0,3 ^a	9,9±0,8 ^b	1,0±0,2 ^a	2,1±0,4 ^b	4,2±0,5	4,7±0,6	3,4±0,3	3,6±0,1

¹Sirke ile üretilmiş fermente kornişon turşusu

²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş fermente kornişon turşusu

^{a-b} Aynı analiz zamanındaki gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Pastörize turşuların YAS ve sirke ile hazırlanan salamuralarının kuru madde, titrasyon asitliği, tuz ve pH değeri Tablo 4.3.'de verilmiştir. Sirke ile hazırlanan salamuranın, YAS ile hazırlanan salamuraya göre yaklaşık %3,5 daha düşük kuru maddeye sahip olduğu ($P < 0,05$) gözlenmiştir. YAS'nun yapısında bulunan laktoz ve azotlu maddelerin salamuralar arasındaki kuru madde farklılığına yol açtığı düşünülmektedir. Titrasyon asitliği zamana bağlı olarak sirke ile üretilen turşu salamurasında değişim göstermezken (%0,6), YAS ile üretilen pastörize turşulara ait salamuralarda 12. haftalık depolama sonunda %0,1'lik bir artış göstermiştir. YAS ile üretilen turşulara ait salamuraların titrasyon asitliği, sirke ile üretilen turşulara ait salamuralara göre yüksek bulunmuştur. ($P < 0,05$). Tablo 4.3' de görüldüğü gibi pH değeri zamana bağlı azalma eğiliminde olup, YAS ile üretilmiş pastörize turşulara ait salamuralarda sirke salamurasından daha yüksek pH değerine sahiptir ($P < 0,05$). Tuz değeri her iki salamurada %3,3-4,1 aralığında bulunmuştur. YAS ve sirke ile

üretilmiş pastörize turşulara ait salamuraların ikisinde de tuz analizlerinde analiz noktalarında istatistiksel açıdan ($P > 0.05$) farklılıklar gözlemlenmemiştir.

Tablo 4.3. Pastörize turşu salamurasının 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri

Zaman	Kuru madde (%)		Asitlik (%)		Tuz (%)		pH	
	PS1	PY2	PS	PY	PS	PY	PS	PY
0. gün	4,3±0,0 ^a	8,4±0,3 ^b	0,6±0,0 ^a	0,7±0,1 ^b	3,8±0,3	3,3±0,4	3,8±0,0 ^a	4,4±0,1 ^b
2. hafta	4,8±0,7 ^a	7,6±0,3 ^b	0,6±0,1 ^a	0,7±0,1 ^b	4,1±1,3	3,6±0,4	4,0±0,1 ^a	4,5±0,1 ^b
4. hafta	4,6±0,1 ^a	7,9±0,3 ^b	0,6±0,0 ^a	0,7±0,1 ^b	3,6±0,2	3,6±0,2	3,9±0,0 ^a	4,5±0,1 ^b
8. hafta	4,5±0,1 ^a	7,5±0,2 ^b	0,6±0,0 ^a	0,7±0,0 ^b	3,5±0,1	3,7±0,2	3,9±0,1 ^a	4,5±0,1 ^b
12. hafta	4,5±0,1 ^a	7,4±0,5 ^b	0,6±0,0 ^a	0,8±0,0 ^b	3,3±0,1	3,6±0,1	4,0±0,1 ^a	4,5±0,1 ^b

¹Sirke ile üretilmiş pastörize kornişon turşusuna ait salamura

²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş pastörize kornişon turşusuna ait salamura

^{a-b} Aynı analiz zamanındaki gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Sirke ve YAS ile üretilmiş pastörize turşuların kuru madde, titrasyon asitliği, tuz ve pH değeri Tablo 4.4.'de verilmiştir. Aynı analiz zamanında iki salamura arasındaki kuru madde değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($P < 0,05$). Sirke ile üretilen pastörize turşuların kuru madde miktarları, YAS ile üretilen pastörize turşuya oranla yaklaşık %2-4 daha düşük olduğu ($P < 0,05$) gözlenmiştir. Bunun muhtemel sebebi YAS'nun yapısında bulunan laktozun salamuranın ozmotik basıncını artırarak kornişonlardan su uzaklaşmasını sağlaması ya da salamura kuru madde konsantrasyonunun artması ile bu turşularda kuru madde konsantrasyonunun artması olduğu düşünülmektedir. YAS ile üretilen pastörize turşularda titrasyon asitliği artma eğilimindeyken sirke ile üretilen pastörize turşularda titrasyon asitliği depolama süresince değişim gözlemlenmemiştir. Sirke ile üretilen pastörize turşularda pH değeri zamana bağlı değişim göstermemiştir. Aynı analiz zamanında iki salamura arasındaki pH değerleri istatistiksel olarak farklıdır ($P < 0,05$).

YAS ile üretilen pastörize turşularda titrasyon asitliğinin sirke ile üretilen pastörize turşulardan yüksek olmasına rağmen pH değeri daha yüksek olmuştur. YAS'ndan salamura hazırlanırken uygulanan ısıtma işlemi salamuranın yapısında yüksek oranda bulunan kalsiyumun kalsiyum laktat tuzlarının oluşmasına sebep olduğu ve kalsiyum laktat tuzlarının tamponlama etkisi nedeniyle YAS ile üretilen turşuda pH değerlerinin daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Tuz değerinin her iki salamurada %2,7-3,4 aralığında bulunduğu ve gruplar arasında aynı analiz noktasında istatistiksel açıdan ($P > 0,05$) bir fark gözlenmediği gözlemlenmiştir.

Tablo 4.4. Pastörize turşuların 12 haftalık depolama süreleri boyunca kuru madde, asitlik, tuz ve pH değerleri

Zaman	Kuru madde (%)		Asitlik (%)		Tuz (%)		pH	
	PS1	PY2	PS	PY	PS	PY	PS	PY
0. gün	7,0±0,2 ^a	8,8±0,8 ^b	0,6±0,0	0,5±0,1	2,7±0,3	2,6±0,3	4,1±0,3 ^a	4,9±0,4 ^b
2. hafta	6,9±0,2 ^a	9,5±0,1 ^b	0,6±0,1	0,7±0,1	3,2±0,6	2,6±0,4	4,1±0,2 ^a	4,6±0,2 ^b
4. hafta	6,8±0,1 ^a	10,0±0,2 ^b	0,7±0,1	0,8±0,1	3,4±0,4	3,3±0,6	3,9±0,1 ^a	4,5±0,1 ^b
8. hafta	6,9±0,1 ^a	9,9±0,2 ^b	0,7±0,0	0,8±0,0	3,3±0,1	3,4±0,2	4,0±0,0 ^a	4,5±0,1 ^b
12. hafta	6,9±0,2 ^a	9,7±0,3 ^b	0,6±0,0 ^a	0,8±0,1 ^b	3,3±0,2	3,2±0,4	4,1±0,1 ^a	4,5±0,1 ^b

¹Sirke ile üretilmiş pastörize kornişon turşusu²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş pastörize kornişon turşusu^{a-b} Aynı analiz zamanındaki gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$).

Sirke ve yoğurt altı suyu ile üretilmiş pastörize ve fermente kornişon turşularının depolamanın 2., 4., 8. ve 12. haftalarına ait L*, a* ve b* değerleri Tablo 4.5.'te verilmiştir. Fermente ve pastörize turşularda renk ölçümlerinde YAS ve sirke ile üretilen turşular arasında istatistiksel ($P > 0,05$) olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. L* aydınlık, a* yeşillik ve b*sarılık değerleri depolamaya bağlı olarak azaldığı gözlemlenmiştir ($P < 0,05$). Pastörize turşuların b* sarılık değeri, fermente turşuya oranla daha yüksektir. Isıl işlem etkisiyle pastörize turşular yeşil canlı renklerini kaybetmişlerdir.

Tablo 4.5. Sirke ve yoğurt altı suyu ile üretilmiş pastörize ve fermente kornişon turşularının depolamanın 2., 4., 8. ve 12. haftalarına ait L*, a* ve b* değerleri

		Pastörize						Fermente					
		Sirke			Yoğurt Altı Suyu			Sirke			Yoğurt Altı Suyu		
2. hafta	L	52,1	±	1,7	53,5	±	1,6	48,3	±	1,1	48,9	±	2,4
	a	5,5	±	0,5	5,7	±	1,1	4,4	±	0,8	3,7	±	1,0
	b	14,8	±	3,0	15,6	±	4,8	11,5	±	1,5	10,3	±	2,1
4. hafta	L	53,6	±	2,8	55,8	±	1,0	47,5	±	2,0	47,6	±	2,6
	a	4,5	±	0,5	4,6	±	0,7	5,8	±	0,4	4,9	±	1,0
	b	13,6	±	4,3	13,9	±	4,5	14,5	±	3,8	11,6	±	2,2
8. hafta	L	53,7	±	2,1	53,0	±	1,0	44,8	±	2,8	46,4*	±	1,2
	a	4,8	±	1,0	4,8	±	0,5	3,5	±	1,0	3,3	±	0,7
	b	16,3	±	1,6	16,9	±	0,4	9,9	±	2,4	9,2	±	1,4
12. hafta	L	51,4	±	1,4	50,2	±	1,7	46,3	±	1,5	46,5	±	1,5
	a	4,5	±	0,7	4,2	±	0,8	3,9	±	0,8	4,0	±	0,5
	b	16,9	±	3,5	13,7	±	2,9	9,5	±	2,4	10,8	±	3,2

L* (beyazlık(+)/ siyahlık(-)), a* (kırmızı (+)/ yeşillik(-) ve b* (sarılık(+)/ mavilik(-)) değerlerini göstermektedir.

4.2. Mikrobiyolojik Analizler

Tablo 4.6.'da YAS ve sirke ile üretilen fermente turşu salamuralarında fermentasyon süresine kadar haftalık ve fermentasyon sonrası depolama boyunca laktobasil,

laktokok, toplam mezofilik bakteri, maya, koliform ve küf sayıları log kob/ mL şeklinde verilmiştir.

Tablo 4.6. Fermente turşu salamurasının 21 günlük fermantasyon ve 12 haftalık depolama süreleri boyunca laktobasil, laktokok, toplam mezofilik bakteri, maya, koliform ve küf sayıları

		0. gün	7. gün	14. gün	21. gün	2. hafta	4. hafta	8. hafta	12.hafta
Laktobasil	FS ¹	2,7 ±0,3	7,5 ±0,6	6,7 ±0,5	6,0 ±0,7	4,7 ±0,8 ^a	3,9 ±0,6 ^a	1,9 ±2,2 ^a	3,7 ±1,4
	FY ²	3,7 ±0,5	7,9 ±0,3	7,5 ±0,1	7,2 ±0,3	7,1 ±0,2 ^b	6,1 ±0,4 ^b	5,9±0,2 ^b	5,4 ±0,1
Laktokok	FS	5,7 ±1,1	7,3 ±1,2	6,6 ±0,4	6,0 ±2,1	7,5 ±0,2	4,0 ±0,6	2,8 ±0,8	2,6 ±2,0
	FY	6,0 ±0,5	8,2 ±0,4	7,6 ±0,2	7,5 ±0,2	7,0 ±0,2	6,1 ±0,4	4,7 ±0,8	5,0 ±2,0
Toplam	FS	4,0 ±1,5	8,0 ±0,5	7,3 ±0,2	6,4 ±1,7	4,8 ±0,7	4,0 ±0,6	3,2 ±0,9	3,6 ±1,5
Mezofil	FY	6,3 ±0,5	8,3 ±0,2	8,2 ±0,7	7,4 ±0,2	7,0 ±0,2	6,3 ±0,3	5,8 ±0,5	5,1 ±0,7
Maya	FS	1,0 ±1,3	4,0 ±0,7	4,2 ±1,3	3,1 ±1,1	4,0 ±0,5	1,7 ±2,2	1,5 ±1,8	0,0 ±0,0
	FY	2,0 ±0,2	4,4 ±1,4	4,8 ±0,3	3,3 ±1,6	1,9 ±2,2	2,7 ±1,1	1,6 ±2,2	0,0 ±1,1
Koliform	FS	0,7±0,8	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,4 ±0,9	0,3 ±0,5	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0
	FY	1,3 ±1,2	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0
Küf	FS	1,3 ±0,9	0,3 ±0,5	1,1 ±0,8	0,5 ±1,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0	0,0 ±0,0
	FY	2,3 ±0,2	0,5 ±1,0	0,0 ±0,0	0,3 ±0,5	0,3 ±0,7	0,0 ±0,0	0,4 ±0,7	0,0 ±0,0

¹Sirke ile üretilmiş fermente kornişon turşusuna ait salamura

²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş fermente kornişon turşusuna ait salamura

^{a-b} Aynı analiz zamanındaki gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$).

Sirke ve yoğurt altı suyu ile 21 gün fermente edilen turşularda ilk gün sırasıyla 2,7 ve 3,7 log kob/mL olan *Lactobacilluslar* 14 gün sonra sırasıyla en yüksek değer olan 6,7 ve 7,5 log kob/mL'a kadar artış göstermiştir. Fermantasyonun son haftası ve daha sonraki depolama koşullarında ise laktobasillerin sayısında yaklaşık olarak 2 ile 3 log kob/ mL arasında azalmalar görülmüştür. YAS ile üretilen fermente turşulara ait salamurada sirke ile üretilen fermente turşulara ait salamuraya kıyasla laktobasillerin canlılığını daha iyi koruduğu gözlenmiştir. Depolamanın 8. haftasında sirke ile hazırlanan fermente turşularda laktobasil sayısı 1,9 log kob/ mL iken YAS ile hazırlanan fermente turşularda 5,9 log kob/ mL ($P < 0,05$) olduğu ve YAS ile fermente edilen turşularda laktobasillerin sayılarının daha çok olduğu gözlenmiştir. Turşuda istenen aromanın oluşması için fermantasyon sırasında laktik asit bakterilerin sayılarını artırarak hedeflenen laktik asitin üretilmesi arzulanır. İki farklı tip turşuda da 21 günlük fermantasyon süresince starter kültür kullanmaksızın istenen fermentatif bakteriler sayılarını yaklaşık 7 log'a kadar çıkarmışlardır. Daha sonra oluşturdıkları asidin ve eklenen tuzun etkisi ile depolama boyunca *Lactobacillusların* sayıları azalmış, böylece turşuda istenmeyen lezzet ve tekstür oluşması engellenmiştir. Bu sonuç, benzer çalışmalar tarafından da desteklenmektedir (Singh ve Ramesh, 2008; Ozcelik ve Ulu, 2002).

Sirke ile üretilen fermente turşularda laktokok sayısı fermantasyon sonrası Tablo 4.6’da görüldüğü gibi 2. haftada 7,5 log kob/ mL değeriyle en yüksek değerini alırken, YAS ile üretilen fermente turşularda fermantasyonun 7. gününde 8,2 log kob/ mL değeriyle en yüksek değerini almıştır. Fermente turşularda başlangıçta laktokok sayısı laktobasillere göre yaklaşık 3-4 log kob/ mL daha fazladır. Laktokokların sayısı 25 °C’de 21 günlük fermantasyon süresince sirke ile üretilen fermente turşulara ait salamura da sabit kalırken, YAS ile üretilen fermente turşulara ait salamura da 1,5 log kob/ mL gibi bir artış göstermiştir. Laktokokların sayısı YAS ile üretilen turşularda fermantasyonun 7. gününe kadar 2 log kob/ mL artmış ve depolama süresinin sonuna kadar sayısında 1 log kob/ mL azalma görülmüştür. YAS ile üretilen fermente turşularda laktokok sayısı depolama süresinin 4. haftasından itibaren sirke ile fermente edilen turşuya oranla 2 log kob/ mL daha fazladır. YAS ile üretilen fermente turşulara ait salamura da sirke ile üretilen fermente turşusuna ait salamasına göre laktokokların canlılığını daha iyi koruduğu gözlenmiştir. YAS’nda bulunan laktoz ve azotlu maddelerin sirkeye oranla daha yüksek olması, olası baskın suş olan bu tip bakterilerin üremesini desteklediğini düşünmekteyiz.

Toplam mezofilik aerobik sayısı Tablo 4.6’da görüldüğü gibi fermantasyonun 7. gününde hem sirke ile üretilen fermente turşusuna ait salamura da hem de YAS ile üretilen fermente turşusuna ait salamura da sırasıyla 8,0 ve 8,3 log kob/ mL ile en yüksek değeri almıştır. Sirkeli turşuda üretimden sonraki 7 gün sonunda 4 log artış ve sonrasında depolamanın 8. haftasına kadar her periyotta ortalama 1 log kob/ mL azalma gözlenmiştir. YAS ile fermente edilen turşularda başlangıçta sirkeye kıyasla 2,3 log kob/ mL ve depolama sonunda 1,5 log kob/ mL daha fazla mezofilik aerobik bakteri içermektedir.

Sirke ve YAS ile fermente edilen turşularda Tablo 4.6’da görüldüğü gibi mayalar aktifliğini ilk 14 gün sayılarını arttırarak korumuştur. Ortamda laktik asit bakterilerinin zamanla aktif olmasıyla ve besin maddesinin bitmesiyle beraber mayaların sayısı fermantasyon sonrası depolamanın 2. haftasından itibaren 3 log kob/ mL altında olmuştur. İç ve Özçelik (1995), hıyarların üzerinde az miktarda bulunan mayaların laktik asit bakterilerinin çalışmasını durdurarak ortam pH’sını yükselttiği,

daha sonra yükselen pH ile laktik asit bakterilerinin tekrar çalışmaya başladığını çalışmalarında gözlemlemiştir.

Fermantasyonun başlangıcında Tablo 4.6'da görüldüğü gibi yaklaşık 0,7 ile 1,3 log kob/ mL bulunan koliform tipi bakterilerin, YAS kullanılan turşularda fermantasyonun 2. haftasından sonra üremesi engellenmiştir. Sirke kullanılan turşularda da koliform tipi bakterilerin sayısı 1 log'un altında kalmıştır ve depolamanın 8. haftasından sonra üremeleri durdurulmuştur.

Benzer şekilde, sirkeli turşularda başlangıç sayısı Tablo 4.6'da görüldüğü gibi 1,3 log kob/ mL olan küf sayısı fermantasyonun süresince üremesi engellenerek sayısı da 0,5 log kob/ mL'ye düşmüştür. On iki hafta depolama boyunca küf üremesi gözlenmemiştir. YAS ile üretilen fermente turşusuna ait salamurada ise başlangıç küf sayısı 2,3 log kob/ mL olarak gözlenmiş, yine fermantasyon sırasında ve depolama süresince küf üremesi engellenmiş ve küf sayısı 1 log kob/ mL' nin altında gözlenmiştir. Başlangıçta küf ve koliform sayısı sirke ve YAS ile üretilen fermente turşularına ait salamuralarda fermantasyonun 7. gününde ortalama 1 ve 2 log kob/ mL azalış göstererek canlılıklarını depolama süresince sürdürememişlerdir.

Tablo 4.7'de YAS ve sirke ile üretilen pastörize turşu salamuralarında depolama boyunca laktobasil, laktokok, toplam mezofilik bakteri, maya, koliform ve küf sayıları verilmiştir.

Tablo 4.7. Pastörize turşu salamurasının 12 haftalık depolama süreleri boyunca laktobasil, laktokok, toplam mezofilik bakteri, maya, koliform ve küf sayıları

		0. gün	2. hafta	4. hafta	8. hafta	12. hafta
Laktobasil	PS ¹	0.5±1.0	0.3±0.5	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0
	PY ²	0.5 ±1.0	0.3 ±0.5	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0
Laktokok	PS	2.8 ±1.0	1.1 ±1.0	2.0 ±0.8	1.6 ±0.4	1.0 ±0.8
	PY	3.1 ±0.7	2.5 ±0.4	3.0 ±1.1	2.6 ±0.7	2.8 ±0.6
Toplam Mezofil	PS	2.8 ±1.3	2.9 ±0.7	2.6 ±1.4	1.4 ±0.9	0.9 ±0.6 ^a
	PY	3.2 ±0.5	2.5 ±1.8	3.4 ±1.4	3.2 ±0.8	3.1 ±0.7 ^b
Maya	PS	0.0 ±0.0	1.4 ±1.6	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0
	PY	0.3 ±0.6	0.0 ±0.0	0.6 ±1.1	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0
Koliform	PS	0.0 ±0.0	0.5 ±1.02	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0
	PY	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0
Küf	PS	0.3 ±0.6	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0	0.0 ±0.0 ^a	0.0 ±0.0
	PY	0.5 ±0.6	1.1 ±1.3	0.0 ±0.0	3.3 ±0.7 ^b	0.7 ±1.4

¹Sirke ile üretilmiş pastörize kornişon turşusuna ait salamura

²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş pastörize kornişon turşusuna ait salamura

^{a-b} Aynı analiz zamanındaki gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$).

Laktobasil sayısı hem sirke hem de YAS ile üretilen pastörize turşularda Tablo 4.7’de görüldüğü gibi 0,5 log kob/ mL’in altında kalmıştır. İkinci haftadan sonra hem YAS ile üretilen pastörize turşuda hem de sirke ile üretilen pastörize turşuda laktobasiller üreyememiştir. Laktokoklar ise laktobasillere nazaran varlıklarını depolama süresince sürdürmüşlerdir. YAS ile üretilmiş pastörize turşularda başlangıçta 3,1 log kob/ mL olan termodurik laktokok sayısı depolamanın 12. haftasında 0,3 log kob/ mL azalış ile 2,8 log kob/ mL olmuş ve canlılığını son güne kadar koruyabilmiştir. Bunun yanı sıra YAS ile hazırlanan pastörize turşularda laktokokların üremesi engellenerek sayıları sabit kalmıştır. Sirke ile üretilen pastörize turşularda ise laktokok miktarı ilk gün 2,8 log kob/ mL olup depolamanın 12. haftasında 1.8 log kob/ mL azalış ile 1 log kob/ mL olmuştur. Hem YAS ile üretilen pastörize turşuda hem de sirke ile üretilen pastörize turşuda 4., 8. ve 12. haftalarda laktobasiller üreyememiştir. Bu durum, ısıl işlemle zarar gören az sayıda bulunan laktobasiller hücrelerinin asit ve tuz stresi altında üreme şansı bulamaması ile de açıklanabilir. Ayrıca termodurik laktokokların başlangıç sayılarının fazla olması ile laktobasillere karşı ortamda dominant olması laktobasillerin gelişmesine engel olması da muhtemeldir.

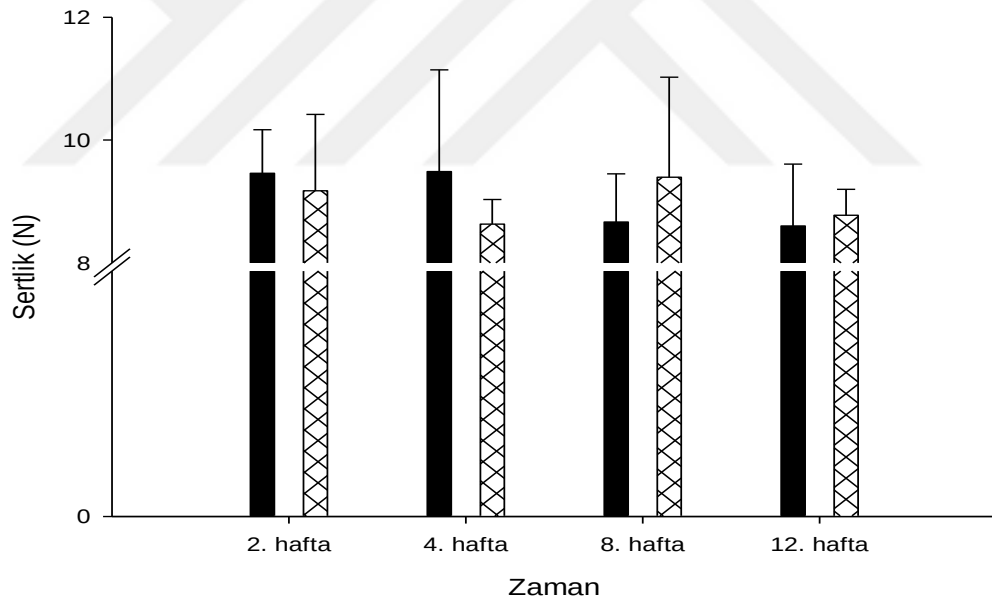
Toplam mezofilik aerobik canlı sayısı Tablo 4.7’de görüldüğü gibi YAS ile üretilen turşularda depolamanın 4. haftasında 3,4 log kob/ mL ile en yüksek değeri alırken sirke ile üretilmiş turşularda depolamanın 2. haftasında 2,9 log kob/ mL ile en yüksek değerini almıştır. YAS ile üretilen turşularda toplam mezofilik aerobik canlı sayısı depolamanın 2. haftasında 0,7’lik azalış sonrası, depolamanın 12. haftasına kadar sayılarında artış giderek devam etmiş ve ilk günlük sayılarına tekrar ulaştığı gözlenmiştir. YAS ile üretilmiş pastörize turşularda sirke ile üretilen pastörize turşulara göre laktokok ve toplam mezofilik aerobik canlıların sayısını daha iyi koruduğu gözlemlenmiştir.

Maya ve küf sayısı pastörize turşularda Tablo 4.7’de görüldüğü gibi 1,5 log kob/ mL’nin altında sayılmıştır. Koliform tipi bakterilerin ve mayaların hem sirke ile üretilen pastörize turşularda hem de YAS ile üretilen pastörize turşularda depolama boyunca üremesi engellenmiştir. Pastörizasyon sonrası canlı kalan küflerin sirke ile

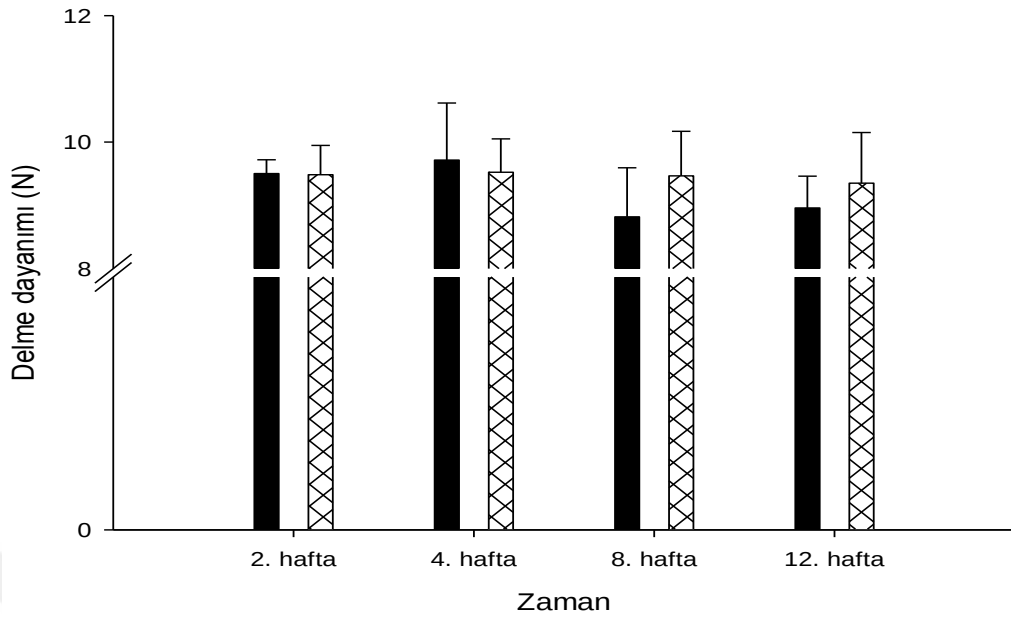
Üretilen pastörize turşularda üremesi nlenmişken YAS ile üretilmiş turşularda küf sayısı depolama süresince sabit kalmıştır.

4.3. Tekstürel zellikler

Fermente turşuların 12 haftalık depolamaları süresince et yumuşaklığı değerleri şekil 4.1’de verilmiştir. Sirke ve YAS ile üretilen fermente turşuların et yumuşaklıkları arasında istatıksel ($P > 0,05$) açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Fermente turşuların delinme dayanımı değerleri ise şekil 4.2.’de verilmiştir. Delinme dayanımı sonuçlarında da hem zamana bağlı hem de sirke ve YAS salamuralarının istatıksel ($P > 0,05$) anlamda fark oluşturmadıkları gözlemlenmiştir. YAS ile üretilen fermente turşuların, sirke ile üretilen fermente turşulara benzer et yumuşaklığı ve delinme direnci değerine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

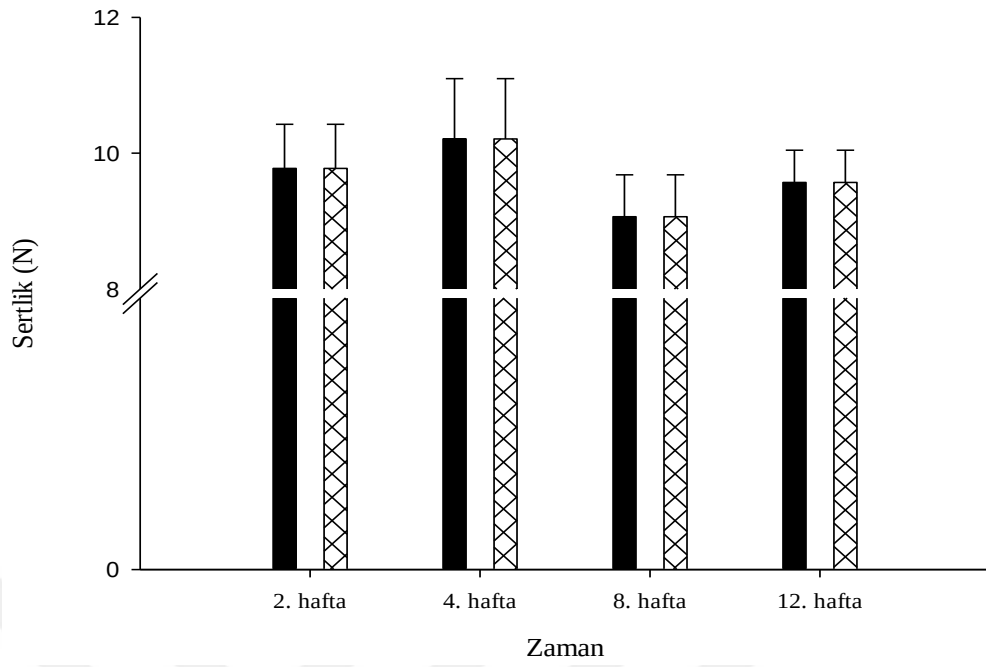


şekil 4.1. Yoğurt suyu (⊠) ve sirkeli (■) fermente turşuların 12 haftalık depolama süresince et yumuşaklığı değerleri

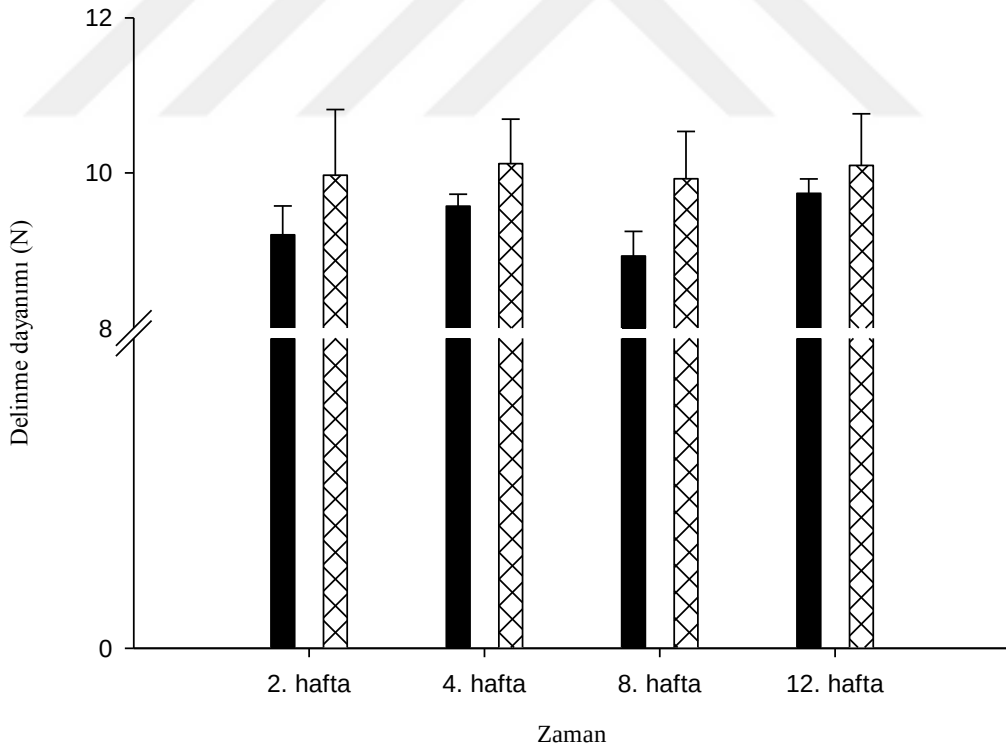


Şekil 4.2. Yoğurt suyu (⊠) ve sirkeli (■) fermente turşuların 12 haftalık depolama süresince delinme dayanımı değerleri

Pastörize turşuların et yumuşaklığı değerleri Şekil 4.3.'de verilmiştir. Sirke ve YAS ile üretilen pastörize turşuların et yumuşaklığı arasında istatistiksel ($P > 0,05$) açıdan anlamlı bir fark bulunamamıştır. Pastörize turşuların delinme dayanımı değerleri ise Şekil 4.4.'de verilmiştir. Sirke ve YAS ile üretilen pastörize turşuların aynı analiz noktasında delinme dayanımları arasında istatistiksel fark ($P > 0,05$) gözlemlenmemiştir. Diğer taraftan Şekil 4.4'de delinme dayanımı sonuçlarına bakıldığında; YAS ile üretilen pastörize turşular, sirke ile üretilen pastörize turşulara oranla depolama süresi genelinde daha yüksek dayanıma sahip olduğu gözlemlenmiştir. YAS'nun sirkeye kıyasla yüksek kalsiyum içermesi ve kuru madde konsantrasyonunun daha yüksek olması YAS ile üretilen pastörize turşuların sertliğini sirke ile üretilen turşulara kıyasla artırmamıştır. Bu da YAS ile üretilen pastörize turşuların depolama genelinde daha kırı bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca mikrobiyolojik sonuçlara bakıldığında laktokok ve toplam mezofil bakteri sayısının YAS ile üretilen pastörize turşularda sirke ile üretilen pastörize turşulara kıyasla daha yüksek olmasına rağmen turşular depolama süresince yapısını korumuş ve yapıda bozunma ve yumuşama gözlemlenmemiştir.



Şekil 4.3. Yoğurt suyu (⊠) ve sirkeli (■) pastörize turşuların 12 haftalık depolama süresince et yumuşaklığı değerleri



Şekil 4.4. Yoğurt suyu (⊠) ve sirkeli (■) pastörize turşuların 12 haftalık depolama süresi boyunca delinme dayanımı değerleri

4.4. Duyusal Analiz

Sirke ve YAS ile üretilmiş fermente ve pastörize turşuların asitlik, tuzluluk ve acılık değerleri eğitimli panelistler tarafından değerlendirilmiştir. Panelist eğitiminde kullanılan kimyasal konsantrasyonları ve skalada denk geldiği değerler Tablo 4.8.'de verilmiştir. Sirke ve YAS ile üretilmiş fermente turşulara ait duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 4.9.'da verilmiştir. Fermente turşularda asit, tuz ve acı değerlerinin zamana bağlı değişimi istatistiksel ($P > 0,05$) fark oluşturmamaktadır. Sirke ile üretilen fermente turşuların asitliği yaklaşık 0,6-1,0'luk farkla YAS ile üretilen fermente turşulara göre daha yüksektir. Sirke ile üretilmiş fermente turşuların asitlik değeri 7,0 ile 7,5 aralığında, YAS ile üretilen fermente turşuların ise 6,3 ile 6,9 aralığında yer almıştır. Sirke ile üretilmiş turşuların tuz değeri 9,1 ile 9,8 aralığında, YAS ile üretilen fermente turşuların ise 9,4 ile 9,9 aralığında yer almıştır. Depolamanın 2. haftasında YAS ile üretilen turşularda çok düşük miktarda acılık tespit edilmiştir.

Tablo 4.8. Duyusal değerlendirme panelistlerinin asit, acı ve tuz temel tatları eğitiminde kullanılan sırasıyla laktik asit, kafein ve sofra tuzuna ait konsantrasyonlar ve skalada denk geldiği referans değerler.

Asit		Acı (Bitter)		Tuz	
Referans Değer	Konsantrasyon	Referans Değer	Konsantrasyon	Referans Değer	Konsantrasyon
1	0.08%	1	0.00%	2	0.25%
3	0.10%	3	0.02%	5	0.50%
6	0.18%	6	0.03%	8.5	1.00%
8	0.25%	8	0.05%	11	1.50%
11.5	0.50%	11.5	0.08%	13.5	2.00%
14	0.75%	14	0.10%		

Tablo 4.9. Fermente turşularının asit, tuz ve acı temel tatlarının duyusal değerlendirme puanları

	Asit		Tuz		Acı	
	FS ¹	FY ²	FS	FY	FS	FY
2. hafta	7.4±0.4	6.8±0.1	9.1±0.2	9.9±0.3	0.0±0.0	0.2±0.1*
4. hafta	7.0±1.1	6.8±0.5	9.3±0.5	9.4±0.4	0.0±0.0	0.0±0.1
8. hafta	7.5±1.3	6.9±0.6	9.1±0.5	9.5±0.7	0.0±0.0	0.0±0.0
12. hafta	7.3±2.1	6.3±0.5	9.8±0.2	9.8±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0

¹Sirke ile üretilmiş fermente kornişon turşusu

²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş fermente kornişon turşusu

*Aynı satırda istatistiksel olarak farklı ($P < 0.05$)

Sirke ve YAS ile üretilmiş pastörize turşulara ait duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 4.10.'da verilmiştir. Sirke ile üretilmiş pastörize turşuların asitliği yaklaşık 0,7-1,4'lük farkla YAS ile üretilmiş pastörize turşulara göre daha yüksektir. Sirke ile

üretmiş pastörize turşuların asitlik değeri 5,6 ile 6,5 aralığında yer almış, YAS ile üretilmiş pastörize turşular ise 4,9 ve 5,1 değerlerini almıştır. YAS ile üretilen pastörize turşuların pH değerinde gözlemlenen yükseklik ile paralel şekilde duyusal değerlendirme panelinde, YAS ile üretilen pastörize turşuların asitliğini sirke ile üretilen pastörize turşulara oranla anlamlı şekilde düşük bulunmuştur.

Sirke ile üretilen pastörize turşuların tuz değeri 8,5 ile 8,9 aralığında, YAS ile üretilen pastörize turşuların ise 9,0 ile 9,7 aralığında yer almıştır. YAS ve sirke ile üretilen pastörize turşuların tuz miktarlarında bir farklılık gözlemlenmemesine rağmen, panelistler analizlerin 2. 4. ve 8. haftalarında YAS ile üretilen pastörize turşuların tuzluluğunu sirke ile üretilen pastörize turşulara oranla daha yüksek bulmuşlardır. YAS ile üretilen turşuların asitliğinin düşük olması tuzluluk algısı oluşturmuş ya da tuzluluğun daha yüksek hissedilmesine sebep olmuş olabileceği düşünülmektedir. YAS ile üretilmiş pastörize ve fermente turşularda depolamanın 2. haftasında hafif acılık (15 üzerinden 0,2) gözlemlenmiştir. Acılık YAS'nun yapısında bulunabilecek acı peptitlerden ileri gelebileceği gibi YAS'nun yapısında sirkeye oranla yüksek oranda bulunan kalsiyumun da acı ve metalik tat bıraktığı düşünülmektedir. YAS ile üretilen turşularda tespit edilen acılık değeri çok küçük olsa da istatistiksel ($P < 0.05$) olarak anlamlıdır. Hem fermente hem de pastörize YAS salamurasıyla hazırlanan turşuların ideal turşu tadında olduğu gözlenmiştir.

Tablo 4.10. Pastörize turşularının asit, tuz ve acı temel tatlarının duyusal değerlendirme puanları

	Asit		Tuz		Acı	
	PS ¹	PY ²	PS	PY	PS	PY
2. hafta	6.5±0.3	5.1±0.4*	8.6±0.6	9.7±0.2*	0.0±0.0	0.2±0.1*
4. hafta	6.3±0.4	4.9±0.3*	8.9±0.2	9.4±0.2*	0.0±0.0	0.0±0.0
8. hafta	5.9±0.3	4.9±0.5*	8.5±0.2	9.0±0.4*	0.0±0.0	0.0±0.0
12. hafta	5.6±0.7	4.9±0.2	8.5±0.4	9.0±0.3	0.0±0.0	0.0±0.0

¹Sirke ile üretilmiş pastörize kornişon turşusu

²Yoğurt altı suyu ile üretilmiş pastörize kornişon turşusu

*Aynı satırda istatistiksel olarak farklı ($P < 0.05$)

BÖLÜM 5. SONUÇ

Sirke ve YAS ile hazırlanan iki farklı salamura ile üretilen kornişon turşularda kimyasal, mikrobiyolojik, tekstürel, renk ve duyuşal özellikler incelenmiş ve YAS'nun salamura olarak kornişon turşu üretiminde kullanılabileceğı hipotezimizi araştırma bulgularımızın karşıladığı görülmüştür. Sonuç olarak süt endüstrisinde büyük miktarlarda üretilen YAS, yine dünyada büyük miktarlarda üretilen turşu üretiminde kullanılabileceğı ve böylece atık olarak değeriendirilmektense minimum işlem ile ingrediyen olarak turşu endüstrisinde kullanılabileceğı ortaya konulmuştur. Yapılan çalışma YAS'nun ekonomik değeri olan bir ürün olarak kullanılabilmesinin önünü açacaktır.

KAYNAKÇA

- Abou-Donia, S. A., Khattab, A. A., Attia, I. A., El-Khadragy, S. M. 1992. Effect of modified manufacturing process of labneh on its chemical composition and microbiological quality. *Egyptian Journal of Food Science*, 20:13-25.
- Aktan, N., Yücel, U., Kalkan, H. 1998. Turşu Teknolojisi. Ege Üni. Ege Meslek Yüksek Okulu Yayınları, 23, 138 s., İzmir.
- Akyüz, N., Coşkun, H., Bakırcı, İ. ve Çon, A. H., 1993. Van ve Yöresinde İmal Edilen Kurutlar Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda Dergisi*, 18 (4): 253-257.
- Alsaed, A. K., Ahmad, R., Aldoomy, H., El-Qader, S. A., Saleh, D., Sakejha, H., Mustafa, L. 2013. Characterization, Concentration and Utilization of Sweet and Acid Whey. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12: 172-177.
- Anand, S., Khanal, S. N., Marella, C. 2013. Whey and Whey Products. In Y. W. Park & G. F.W. Haenlein (Eds.), *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*, John Wiley and Sons, Ltd, West Sussex, UK. Anema, 477-497.
- Anonim, 1982. Gıda Maddeleri Tüzüğü, Filiz Ofset Matbaası, Ankara, s: 370.
- Anonim, 2015. Hıyar Turşusu Standardı, TS 11112, TSE, Ankara, 13 s.
- Atamer M, Sezgin E, Gürsel A. 1988. Yerli ve yabancı starter kullanılarak yapılan yoğurtların kaliteleri üzerinde bir araştırma. *Gıda* 1:1-11.
- Bayıroğlu, F., Baydaş, B., Meral, İ. ve Türkdoğan, K., 1999. Yoğurt ile Beslemenin Ratlarda Serum Biyokimyasal Parametreleri Üzerine Etkisi. *Van Tıp Dergisi*, 6 (4): 5-7.
- Baysal, A. 2002. “Yoğurt: Küreselleşen Türk Besini”, *Türk Mutfak Kültürü Üzerine Araştırmalar, Türk Halk Kültürünü Araştırma ve Tanıtma Vakfı Yayınları*, Ankara, Yayın No: 30:1-8.
- Be Miller, J. N., Huber, K. C. 2008. Carbohydrates. In S. Damodaran, K. L. Parkin, O. R. Fennema (Eds), *Fennema’s Food Chemistry*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, 83-154.
- Black, R. E., Williams, S. M., Jones, I. E, Goulding, A. 2002. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. *American Journal of Clinical Nutrition*, 76: 675-80.

- Bong, D. D., Moraru, C. I. 2014. Use of micellar casein concentrate for Greek-style yogurt manufacturing: effects on processing and product properties, *Journal of Dairy Science*, 97, 1259-1269.
- Candeğer, Y. 2016. Sağlık için süt için. Ege Üniversitesi Basımevi, eBook Collection, Hiperkitap (görüntüleme: 20 Mayıs 2020)
- Cemeroğlu, B. 2013. Meyve ve Sebze Teknolojisi, 1. Cilt, Kültür ve Turizm Bakanlığı Yayınları, 237-327.
- Chandrapala, J. M. C., Duke, S. R., Gray, B., Zisu, M., Weeks, M., Palmer, T. 2015. Properties of acid whey as a function of pH and temperature. *J Dairy Sci.* 98: 4352-4363.
- Çakmakçı, S., Çağlar, A., Türkoğlu, H. 1993. Yoğurdun İnsan Beslenmesindeki Rolü ve Önemi. *Standart ve Ekonomik Dergisi*, 384: 29-35.
- Demirci, M. 2014. Beslenme. İçinde: Bitkisel Orjinli Fermente Gıdalar- Turşu, Hat Baskı Sanatları, İstanbul, 56-58.
- Elliott, J. 2013. Whey too much: Greek yogurt's dark side, *Modern Farmer*, Retrieved June 12, 2020, from: <http://modernfarmer.com/2013/05/whey-too-much-greek-yogurts-dark-side/>
- Eralp, M. 1953. Torba Yoğurdu. Nur Matbaası, Ankara, 8s.
- Erkmen, O. 2010. Gıda Mikrobiyolojisi, 4. Baskı, Efil Yayınevi, 1-550.
- Fleming, H. P. 1984. Developments in cucumber fermentation. *J Chem Tech and Biotech* 34(4):241-52
- Fleming, H. P., McFeeters, R. F., Daeschel, M. A. 1992. Fermented and Acidified Vegetables. In: C. Vanderzant and D.F. Splittstoesser. Ed. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (3rd Ed.), American Public Health Association, 929-952, Washington D. C.
- Fleming, H. P., Thompson, R. L., Bell, T.A. and Hontz, L. H. 1978. Controlled Fermentation of Sliced Cucumbers. *Journal of Food Science*, 43, 888-891.
- Franco, W., Perez-Diaz, I. M., Johanningsmeier, S. D., McFeeters, R. F. 2012. Characteristics of spoilage-associated secondary cucumber fermentation. *Appl Environ Microbiol* 78(4):1273- 84.
- Gaucheron, F. 2013. Milk Minerals, Trace Elements and Macroelements. In Y. W. Park and G. F.W. Haenlein (Eds.), *Milk and Dairy Products in Human Nutrition*. John Wiley and Sons, Ltd, West Sussex, UK, 172-199.
- Gonzalez, T., Smith, E. B. 2014. Soluble Fiber from Yogurt Whey, Patent US20140348979 A1 (US 14/138,621) General Mills Inc. Minnesota.

- Gordon, M. H. 2013. Milk Lipids. In Y. W. Park & G. F.W. Haenlein (Eds.), Milk and Dairy Products in Human Nutrition, John Wiley and Sons, Ltd, West Sussex, UK, 65-79.
- Gölge, Ö., Şahan, N. 2003. Potasyum Sorbat İlavesinin Yoğurtların Fizikokimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (4): 35-44.
- Guzel-Seydim, Z., Kok-Tas, T., Greene, A. K. 2010. Kefir and Koumiss: Microbiology and Technology. In F. Yildiz (Ed.), Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products, CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL. Jaros, 143-164.
- Halkman, K. 1990. Mikrobiyolojide sayım yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği, Yayın no:7, Ankara.
- Herbert, S. 1992. "Quantitative Descriptive Analysis (QDA)," in Manual on Descriptive Analysis Testing for Sensory Evaluation, ed. R. Hootman (West Conshohocken, PA: ASTM International) 15-21.
- Hutkins, R.W. 2006. Fermented Vegetables. In: Anonymous Microbiology and Technology of Fermented Foods. 1st ed. Ames, Iowa: Blackwell Publishing. 233-59.
- Isleten, M., Karagul-Yuceer, K. 2006. Effects of dried dairy ingredients on physical and sensory properties of nonfat yogurt. J. Dairy Sci. 89: 2865-2872.
- İç, E. ve Özçelik, F. 1999. Hıyar Turşularının Düşük Tuzlu Salamurada Fermantasyonu Üzerine Bir Araştırma. Gıda, 24 (2): 77-87.
- İç, E., Özçelik, F. 1995. Hıyar Turşusu Fermantasyonunda Görülen Mikroorganizmalar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- İç, E., Özçelik, F., Özçelik, A. Ö. 2001. Düşük Tuzlu ve Tamponlanmış Salamurada Hıyar Turşusu Fermantasyonu, Tarım Bilimleri Dergisi, 7 (1), 27-33.
- Kabak, B., Dobson, A. D. W. 2011. An introduction to the traditional fermented foods and beverages of Turkey. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 51, 248-260.
- Kaptan, N. 1986. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 969, Ankara Üniv. Basımevi, Ankara.
- Karabıyık, S. 2006. Süzme Yoğurt Prosesinde Mikrobiyolojik Kritik Kontrol Noktalarının Belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kızılaslan, N., Solak, İ. 2016. Yoğurt ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 12, 52-59.

- Köse, S. 2009. Depolama Süresi Boyunca Kış Yoğurtlarında Meydana Gelen Değişiklikler. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kukovics, S., and Nemeth, T. 2013. Milk Major and Minor Proteins, Polymorphisms and Non-protein Nitrogen. In Y. W. Park & G. F.W. Haenlein (Eds.), Milk and Dairy Products in Human Nutrition (pp. 80-110). John Wiley & Sons, Ltd, West Sussex, UK. Lacroix,
- Mehaia, M. A., El-Khadragy, S. M. 1999. Compositional chyegeanearacteristics and sensory evaluation of Labnehmade from goat's milk. Milchwissenschaft, 54, 567-569.
- Merrill, R. K. 2014. Protein fortified yogurts and methods of making, Patent US20140308398 A1 (US 14/250,518) Leprino Foods Company, Colorado.
- Metin, M. 1983. Süt sanayinde peynir suyunun değerlendirilmesi. E.Ü. Müh. Fak. Gıda Müh. Derg, 1(1), 151-159.
- Nergiz, C., Seçkin, A. K. 1998. The losses of nutrients during the production of strained (Torba) yoghurt. Food Chem, 61 (1/2) 13-16.
- Nsabimana, C., Jiang, B., Kossah, R. 2005. Manufacturing, properties and shelf life of labneh: a review. International Journal of Dairy Technology, 58, 129-137.
- Özçelik, F. ve Ulu, T. 2002. Depolanmış Hıyar Turşularının Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine pH' nın Etkisi. Gıda, 27(3), 169-176.
- Özdemir, S., Gökalp, H. Y., Zorba, Ö. 1995. Yoğurdun Muhafaza Teknikleri, Milli Prodüktivite Merkezi, 548:166-177.
- Özer, B. 2006. Yoğurt Bilimi ve Teknolojisi. Sidas Medya Ltd. Şti. Şanlıurfa, 42-264.
- Parashar, A., Y. Jin, B. Mason, M. Chae, D. B. 2015. Incorporation of whey permeate, a dairy effluent, in ethanol fermentaion to provide a zero waste solution for the dairy industry. J. Dairy Sci. 99: 1859-1867.
- Phadungath, C. 2005. Casein micelle structure: a concise review. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 27, 201-212.
- Prazeres, A. R., Fatima C., Javier, R. 2012. Cheese whey management: A review. J Environ Manage 110: 48-68.
- Polat, 2015. Çiftlik ve Toplama Merkezlerinden Alınan Sütlerde Fabrika Pastörizasyonu ve Ev Tipi Pastörizasyonun Sütteki Bazı Kimyasal Bileşenleri Üzerine Etkisi ve Çiğ Sütteki Kimyasal Bileşenlerle Karşılaştırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

- Shearer, J. K., Bachman, K. C., ve Boosinger, J. 2003. The production of quality milk. The University of Florida, IFAS, <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Silva, E. M., Yang, S. T. 1995. Kinetics and stability of a fibrous-bed bioreactor for continuous production of lactic acid from unsupplemented acid whey. *Biotech.* 41: 59-70.
- Singh, A. K. and Ramesh, A., 2008. Succession of dominant and antagonistic lactic acid bacteria in fermented cucumber: insights from a PCR-based approach. *Food microbiology*, 25(2), pp.278-287.
- Smith, E. B., Wang, W., Ghosh, V. 2014a. Food Products with Yogurt Whey, Patent US20140348981 A1 (US 14/138,608). General Mills Inc. Minnesota.
- Smith, E. B., Wang, W., Ghosh, V. 2014b. Yogurt Whey and Method, Patent US20140348993 A1 (US 14/138,597). General Mills Inc. Minnesota.
- Smithers, G. W., Ballard, F. C., Copeland, A. D., Silva, K. J., Dionysius, D. A., Francis, G. L., Goddard, C., Grieve, P. A., McIntosh, G. H., Mitchell, I.R., Pearce, R. J., Regester, G. O. 1996. New oppurtinies from the isolation and utilization of whey proteins. *J. Dairy Sci*, 79, 350-356.
- Sömer, V. F. 2013. Dayanıklı Yoğurtların Mikrobiyolojik, Fizikokimyasal Özelliklerinin ve Biyojen Amin İçeriklerinin Belirlenmesi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Müh. Bölümü, Yüksek Lisans Tezi.
- Şahan, N., Say, D. 1998. Hatay İlinde Üretilen Tuzlu Yoğurtlar Üzerine Bir Araştırma. "V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu 21-22 Mayıs" Geleneksel Süt Ürünleri. MPM Yayınları: 621.
- Şahin, İ. ve Doğan, E. S. 2000. Hıyar Turşusu Fermantasyonunda Uygun Sorbat ve Benzoat Miktarlarının Araştırılması. *Gıda*, 25 (4): 283-287.
- Şimşek, B., Gün İ, Çelebi, M. 2010. Isparta Yöresinde Üretilen Süzme Yoğurtların Protein Profilleri ve Bunların Kimyasal Özelliklerle İlişkisi. *Yüz. Yıl Üni. Tarım Bil. Derg.*, 20 (3), 208-213.
- Şireli, U. T., Onaran, B. 2012. Yoğurt ve Yoğurdun İnsan Sağlığı Açısından Yararları, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Tamime, A. Y., Robinson, R. K. 2007. Tamime and Robinson's Yoghurt: Science and Technology. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, 348-467.
- Tamime, A.Y., Crowford, R. J. M. 1984. The microbiological quality of yoghurt cheese (known in the lebanon as lebane anbaris) after one year of storage at 20°C. *Egyptian Journal of Dairy Science*, 12, 299.

- Tekinşen, K. K., Nizamoğlu, M., Bayar, N., Telli, N., Köseoğlu, İ. E. 2008. Konya’da Üretilen Süzme (Torba) Yoğurtların Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özellikleri. Vet. Bil. Derg., 24 (1) 69-75.
- TUIK, 2019. [http://www.tuik.gov.tr/ VeriBilgi. do?tb_id=46&ust_id=13](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=46&ust_id=13), Erişim Tarihi: 01.06.2020
- Tunick, M. H. 2009. Whey protein production and utilization: a breif history. Pages 1-13 in Whey processing, functionality and health benefits, Vol. 1. Charles I. Onwulata and Peter J. Huth, ed. John Wiley and Sons, Inc, Ames, IA.
- Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği, 14.02.2000-23964 nolu Resmi Gazete. 2000/6 Nolu Tebliğ.
- Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği, T.C. Resmi Gazete, 16 Şubat 2009, sayı 27143.
- Türk Standartları Enstitüsü. Çiğ Süt Standardı, TS 1018, Ankara 2006.
- Türk Standartları Enstitüsü. Yoğurt Standardı, TS 1330, Ankara 2006.
- Uduwerella, G. 2017. A Novel Strategy for Minimizing Acid Whey Generation during Greek Yoghurt Production. Victoria University, College of Health and Biomedicine Faculty of Health, Engineering and Science, Master of Science.
- Usda, 2015. Dairy products 2015 summary: USDA. Accessed April. 6, 2020. <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/nass/DairProdSu//2010s/2015/DairProdSu-04-29-2015.pdf>
- Uysal, H. R. 1993. Vakum ve Ultrafiltrasyonla Koyulaştırılan Sütlerden Torba Yoğurdu Yapımı ve Klasik Yöntemle Karşılaştırılması Üzerine Arastırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Üçüncü M, 2005: Süt ve Mamulleri Teknolojisi. Metabasım. Bornova, İzmir.
- Üçüncü, M. 2008. A’dan Z’ye Peynir Teknolojisi. I. Cilt, Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 543.
- Üçüncü, M. 2015. Süt ve Mamulleri Teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, 5. Baskı, 360.
- Ünal, R. ve Besler, T. 2008. Beslenmede Sütün Önemi. Klasmat Matbaacılık, Ankara, 727.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M., Geurts, T. J. 2006. Milk: Main Characteristics. In

- Watson, E. 2014. Greek yoghurt's biggest guns explore creative ways to address acid whey challenge, Food navigator-usa.com, Retrieved September 05, 2015, from <http://vuir.vu.edu.au/15698/http://www.foodnavigator-usa.com/R-D/Patent-watch-General-Mills-tackles-Greek-yogurt-acid-whey>
- Yaygın, H. 1970. Tulum yoğurdu. E.Ü.Z.F. Dergisi. 7, 25-34.
- Yaygın, H. 1999. Yoğurt Teknolojisi, Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 75
- Yeganehzad, S., Mazaheri-Tehrani, M., Shahidi, F. 2007. Studying microbial, physiochemical and sensory properties of directly concentrated probiotic yoghurt. African Journal of Microbiology Research, 2 (8) :366-369.



ÖZGEÇMİŞ

Özlem ÖZTÜRK 01.05.1996 tarihinde İstanbul'un Fatih ilçesinde doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini İstanbul'da tamamlamıştır. Zühtü Kurtulmuş Anadolu Lisesi'nden 2014 yılında mezun olmuştur. 2014 yılında Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümüne başlamış ve 2018 yılında lisans eğitimini başarıyla bitirmiştir. Aynı yıl Sakarya Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. Halen yüksek lisans öğrencisi olarak eğitimine devam etmektedir.