

**KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DONDURULARAK KURUTMA İLE ELDE EDİLEN BOZAYA PEYNİR ALTI
SUYU TOZU İLAVESİNİN VE DOYPACK AMBALAJLAMANIN RAF
ÖMRÜNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arzu Bengi ŞEN

**Mühendislik Bilimleri Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı**

TEMMUZ/2024

KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DONDURULARAK KURUTMA İLE ELDE EDİLEN BOZAYA PEYNİR ALTI
SUYU TOZU İLAVESİNİN VE DOYPACK AMBALAJLAMANIN RAF
ÖMRÜNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Arzu Bengi ŞEN
(210871102)

Mühendislik Bilimleri Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mehmet Onurhan GÜCÜŞ
Eş Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Süleyman GÖKMEN

TEMMUZ/2024

TEZ ONAYI

Arzu Bengi ŞEN tarafından hazırlanan Liyofilizasyon Metoduyla Kurutulan Boza Tozuna Peyniraltı Suyu Proteini Takviyesi İle Protein Desteği Sağlama Ve Doypack Ambalaj Teknolojileri İle İyileştirilmiş Raf Ömrü Denemeleri adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

İkinci Danışman:

(Doç. Dr. Mehmet Onurhan GÜCÜŞ) (Dr. Öğr. Üyesi Süleymn GÜCÜŞ)

Jüri Üyeleri

İmza:

Prof.. Dr. Ahmet Ünver

Doç. Dr. Üyesi Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU

Doç. Dr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ

Tez Savunma Tarihi:/...../.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Muray MAYDA
Enstitü Müdürü





BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

(Arzu Bengi ŞEN)







Biricik aileme,



ÖNSÖZ

Öncelikle yüksek lisans yapmam konusunda bana rehber olan Dr. Öğr. Üyesi Muhammed DOĞAN'a, yüksek lisans eğitimime başladıktan sonra ise yollarımızın kesiştiği ve bana bu yolda ışık tutan danışman hocam Doç. Dr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ ve eş danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Süleyman GÖKMEN'e; eğitimim boyunca beni engin bilgileriyle aydınlatan Prof. Dr. Sulhattin YAŞAR ve Doç. Dr. Nizam Mustafa NİZAMLIOĞLU'na, labaratuvar süreçlerinde tecrübeleri ile akademik gelişimime katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Hülya ŞEN ARSLAN, Dr. Öğr. Üyesi Nazlı ŞAHİN, Dr. Arş. Görevlisi Fuat GÖKBEL, Öğretim Görevlisi Kutlu ÇEVİK'e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tüm özel anlarımda, sevinçlerimde, hüznlerimde olduğu gibi bu süreçte de elimi sınımsız tutan ve tecrübeleri ile yoluma yoldaş olan saygıdeğer babam Yunus ŞEN'e ve hayat arkadaşı, rehberlerin en güzeli, çok sevgili annem Zübeyda ÜNVER ŞEN'e; canımın diğer yarısı, dostum, arkadaşım, ağabeyim Veysel Metin ŞEN'e ve çok sevgili eşi biricik yengem Bilge SEVİNDİK ŞEN'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarım boyunca sevgileri ve yardımlarını sunan çok kıymetli labaratuvar arkadaşlarım Gülşah PINAR KARAARSLAN ve Sefa TOPUZ'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 06-YL-22 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

Haziran 2024

Arzu Bengi ŞEN
(Diyetisyen)



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	x
İÇİNDEKİLER.....	xii
KISALTMALAR.....	xiv
SEMBOLLER.....	xvi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xviii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xx
ÖZET	xxii
ABSTRACT	xxiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI.....	3
2.1. Boza.....	4
2.2. Liyofilizasyon Teknolojisi.....	5
2.3. Peyniraltı suyu Protein.....	6
2.4. Bacillus Cereus.....	8
2.5. Doypack Ambalaj Teknolojisi.....	12
3. MATERYAL VE METOT.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Bozanın dondurulması.....	13
3.1.2. Boza tozu üretimi.....	14
3.1.3. Örnekler peyniraltı suyu protein ilavesi.....	14
3.1.4. Örneklerin paketlenmesi.....	15
3.1.5. Örneklerin muhafazası.....	15
3.2. Metot.....	16
3.2.1 Liyofilizasyon Metodu.....	16
3.2.1 PH Tayini.....	16
3.2.2 Suda Çözünür Kuru Madde Tayini.....	17
3.2.3 Toplam Nem Tayini.....	17
3.2.4 Su Aktivitesi Tayini.....	17
3.2.5 Renk Tayini.....	17
3.2.6 FTIR Tayini.....	17
3.2.7 Maya-Küf Tayini.....	18
3.2.8 Toplam Canlı Tayini.....	18
3.2.9 Laktik Asit Bakterileri Tayini.....	19
3.2.10. Bacillus Cereus Tayini.....	19
3.2.11. Duyusal Analiz.....	20
3.2.12. İstatistiksel Analiz.....	20
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
4.1. PH Bulguları.....	21
4.2. Brix Bulguları.....	24
4.3. Nem Bulguları.....	25

4.4. Su Aktivitesi(a_w) Bulguları.....	27
4.5. Renk Bulguları.....	28
4.5.1. L^* değeri bulguları.....	30
4.5.2. a^* değeri bulguları.....	31
4.5.3. b^* değeri bulguları.....	33
4.6. Laktik Asit Bakterileri Bulguları.....	34
4.7. Toplam Canlı Bulguları.....	37
4.7. Maya- Küf Bulguları.....	39
4.8. Bacillus Cereus Bulguları.....	41
4.9. FTIR Bulguları.....	42
4.10. Duyusal Analiz Bulguları.....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKÇALAR.....	52
ÖZGEÇMİŞ.....	58



KISALTMALAR

LAB	: Laktik Asit Bakterileri
TAMB	: Toplam Aerofilik Mezofilik Bakteri
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
PAS	: Peyniraltı Suyu
PASI	: Peyniraltı suyu Protein İzolatı
PE	: Polietilen
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
PDA	: Potato Dextrose Agar
PCA	: Plate Count Agar
MRS	: Man Rogosa Sharpe Agar
MYP	: Mannitol Egg Yolk Polymyxine Agar
PASTB	: Peyniraltı suyu Proteinli Toz Boza
TE	: Tespit Edilemedi
MAX	: Maksimum
FTIR	: Fourier Dönüşümlü Infrared Spektroskopisi
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
SP	: Species (Türler)



SEMBOLLER

log	: Logaritma
kob	: Koloni Oluşturan Birim
aw	: Su Aktivitesi
mL	: Mililitre
g	: Gram
mbar	: Milibar
a/h	: Sıvı İçerisinde Çözdürülen Katı Yüzdesi
C	: Karbon
H	: Hidrojen
O	: Oksijen
N	: Azot
cm	: Santimetre
mr	: Manyetik Rezonans
MR	: Maillard Reaksiyonu



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Türk gıda kodeksi mikrobiyolojik kriterler tebliğinde bazı patojen ve küf gruplarının boza için belirlenen üst sınırları.	4
Çizelge 2.2 : Peyniraltı suyu proteinde (100 g için) bulunan aminoasitler ve miktarları	8
Çizelge 2.3 : Tatlı ve asidik peyniraltı suyu tozlarının (100 g için) vitamin ve mineral değerleri.....	8
Çizelge 4.1 : PH ve brix parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	21
Çizelge 4.2 : Nem ve aw parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	25
Çizelge 4.3 : Renk parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi	29
Çizelge 4.4 : LAB ve toplam canlı parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	35
Çizelge 4.5 : Maya-küf ve bacillus cereus parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	39
Çizelge 4.6 : Renk, koku, tat, homojenlik ve genel kabul edilebilirlik parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	49



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 :Liyofilizatör örneği.....	5
Şekil 2.2 : Peyniraltı suyu protein moleküler yapısı.....	9
Şekil 2.3 : Mikroskop altında bacillus cereus.....	10
Şekil 2.4 : Kanlı agarda bacillus cereus kolonileri	11
Şekil 2.5 :Selektif agarda bacillus cereus kolonileri.....	11
Şekil 2.6 : Doypack ambalaj görsel örnekleri.....	13
Şekil 3.1 : Dondurucuda muhafaza edilen örnekler.....	14
Şekil 3.2 : Liyofilizatörde kuruyan örnekler	14
Şekil 3.3 : Peyniraltı suyu protein ve boza tozu örnekleri	15
Şekil 3.4: Paketlenen boza örnekleri.....	15
Şekil 3.5 : Muhafazaya bırakılan örnekler.....	16
Şekil 4.1: PH ve brix parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	23
Şekil 4.2: Nem ve aw parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	26
Şekil 4.3: Renk parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	30
Şekil 4.4: Toplam canlı ve lab parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi.....	36
Şekil 4.5 : 0. gün bacillus cereus sayımı.....	42
Şekil 4.6 : 45. gün bacillus cereus sayımı.....	42
Şekil 4.7 : 90.gün bacillus cereus sayımı.....	42
Şekil 4.8 : 0. gün FTIR bulguları.....	43
Şekil 4.9 : 45. gün FTIR bulguları.....	44
Şekil 4.10 : 90. gün FTIR bulguları.....	46



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DONDURULARAK KURUTMA İLE ELDE EDİLEN BOZAYA PEYNİR ALTI SUYU TOZU İLAVESİNİN VE DOYPACK AMBALAJLAMANIN RAF ÖMRÜNE ETKİSİ

Arzu Bengi ŞEN

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Onurhan GÜCÜŞ
Eş Danışman: Dr. Öğr. Görevlisi Süleyman GÖKMEN

Temmuz, 2024, 94 Sayfa

Bu çalışmada geleneksel prebiyotik bir ürün olan bozanın liyofilize edilmesi ve farklı düzeylerde (%0, 5, 15) peyniraltı suyu proteini ile muamele edilmesi ile birlikte doypack ambalajlarda +24°C’de depolanması neticesinde bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özelliklerinin incelenmesi ve raf ömrünün artırılması hedeflenmiştir. Çalışma bulgularında peyniraltı suyu proteini, boza örneklerinin pH ve brix değerlerini önemli oranda artırmıştır. Depolama boyunca ise pH önemsizken, brix değeri anlamlı biçimde düşmüştür. Örneklerdeki aw takviyeden etkilenmezken, nem artmıştır ve hem nem hem aw depolama boyunca yükselmiştir. Örneklerin renk bulguları için a ve b değeri takviyelerden etkilenmezken, L değeri önemli oranda artmıştır. Depolama boyunca ise L değeri değişmezken, a ve b değeri azalmıştır. Peyniraltı suyu protein yüksek riboflavinden dolayı yeşilimsi sarı bir renge sahiptir. Bu nedenle peyniraltı suyu protein tozu ilave edilen örnekler kontrol numunelerine göre daha yeşilimsi renkte gözlemlenmiş fakat anlamlı bulunmamıştır. Toplam canlı ve laktik asit bakterilerine ilişkin ise protein yüzdesi artışı ile arttığı, depolama boyunca ise aw yetersizliği sebebi ile azaldığı gözlemlenmiştir. Tüm gruplarda depolama boyunca *Bacillus cereus* ve maya-küf değerleri tespit edilememiştir. Tüm örneklerin 90 gün boyunca duyusal parametrelerden; renk, homojenlik, tat, koku ve genel kabul edilebilirlik açısından stabil kaldığı belirtilmiştir. Panelistler, örneklerin herhangi biri için kabul edilemez bir kusur bildirmemiştir. Doypack ambalajında lezzet puanlarındaki sapmalar %10,95’i geçmemiş ve depolama sırasında tüm grupların genel kabul edilebilirlik puanlarındaki değişiklikler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Elde edilen bulgular, bozanın liyofilizasyon yöntemiyle ticari olarak kullanılabileceği, peyniraltı suyu proteini ile protein açısından zenginleştirilebileceği ve doypack ambalajların seçici geçirgen özelliği sebebiyle oda sıcaklığında 3 ay bozulmadan muhafaza edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Boza, peynir altı suyu proteini, probiyotik, liyofilizasyon, doypack ambalaj.



ABSTRACT

MsThesis Thesis

EFFECT OF ADDING TO WHEY POWDER AND DOYPACK PACKAGING OBTAINED BY FREEZE DRYING BOZA ON SHELF LIFE

Arzu Bengi ŞEN

**Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

**Supervisor: Dr. Mehmet Onurhan GÜCÜŞ
Co-Supervisor: Dr. Süleyman Gökmen**

July, 2024 94 pages

In this study, some physicochemical, microbiological and sensory properties of boza, a traditional prebiotic product, were lyophilized and treated with different levels (0, 5, 15%) of whey protein and stored at +24°C in doypack packages, thus examining some of its physicochemical, microbiological and sensory properties and it is aimed increase of shelf life. In the study findings, whey protein significantly increased the pH and brix values of boza samples. While pH was insignificant during storage, brix value decreased significantly. While aw in the samples was not affected by supplementation, moisture increased and both moisture and aw increased throughout storage. While the a and b values for the color findings of the samples were not affected by the supplements, the L value increased significantly. While the L value did not change during storage, the a and b values decreased. Whey protein has a greenish-yellow color due to its high riboflavin content. For this reason, the samples to which whey protein powder was added were observed to be more greenish in color than the control samples, but it was not found to be significant. Regarding total live and lactic acid bacteria, it was observed that it increased with the increase in protein percentage, and decreased due to aw deficiency during storage. Bacillus cereus and yeast-mold values could not be detected in all groups during storage. Sensory parameters of all samples for 90 days; It was stated that it remained stable in terms of color, homogeneity, taste, odor and general acceptability. Panelists reported no unacceptable defects for any of the samples. The deviations in taste scores in Doypack packaging did not exceed 10.95%, and the difference between the changes in general acceptability scores of all groups during storage was found to be insignificant. The findings concluded that boza can be used commercially by the lyophilization method, can be enriched in terms of protein with whey protein, and can be stored at room temperature without deterioration for 3 months due to the selective permeability of doypack packages.

Key Words: Boza, whey protein, probiotic, lyophilization, doypack packaging.



1.GİRİŞ

Gıda fermantasyonu, tarih öncesi zamanlardan beri uygulanmaktadır ve yıllar içinde substratlarda, süreçlerde ve teknolojilerde yapılan değişikliklerle geliştirilmiştir. Bu fermantasyon, mikrobiyal kültürler tarafından, geri eğitim ve zenginleştirme, organoleptik özelliğin artırılması, besin mevcudiyeti ve gıdaların depolama ömrü gibi tekniklerle gerçekleştirilir ve birçok durumda tüketicinin diyetine faydalı mikroorganizmalar katkıda bulunmaktadır (Ilangoa,2021).Dünyadaki tüm ülkeler düşünüldüğünde 2000'den fazla farklı özellikte fermente ürün bulunduğu belirlenmiştir. Dünyada günlük kişi başına toplam besin alımının yaklaşık % 5-40'ını fermente gıdalar ve alkollü içkiler oluşturmaktadır. En sık tüketilen gruplar ise; fermente sebzeler (kimchi, turşu), fermente tahıl ürünleri (natto, soya sosu, tofu), fermente süt ürünleri (peynir), fermente et ürünleri (bacon, balık sosu) 'dır (Karaçıl,2013). Bir tahıl fermente içeceği olan boza günümüzde en çok Türkiye, Romanya, Arnavutluk ve Bulgaristan' da tüketici bulmaktadır. Ülkemizde en çok akdarıdan (Sorgum Bicolor) üretilmekle birlikte farklı ülkelerde boza üretiminde çavdar, buğday ve yulaf gibi çeşitli tahıllar da tercih edilebilmektedir (Ilangoa,2021; Anonim,2022). Kökeni eski çağlara dayanan geleneksel fermente tahıl ürünlerinden biri olan boza; mısır, buğday, pirinç vb. unlarından biri veya birkaçına su katılarak, pişirilmesi sonrası beyaz şeker ilave edilmesi ve bunun sonucunda laktik asit ve alkol fermantasyonlarına sokularak hazırlanan bir ürün olarak literatüre geçmiştir. (Yüksel,2021). Bozanın orijini esasen biradır fakat günümüzde üretilen bozanın biradan farkı; alkol fermantasyonuyla beraber laktik asit fermantasyonunun gerçekleşmesidir.Üretimde yer alan bu iki fermentasyon ayrı ayrı değil, eş zamanlı olarak gerçekleşmektedir(Palamutoğlu,2020). Boza'nın mikroflorasında üretildiği ülkelere göre farklılıklar göstermekle beraber içeriğinde bulunan mikroorganizmalar sebebiyle diğer fermente ürünler gibi bozanın da raf ömrü kısadır. Ticari ve ev ortamında üretilen bozanın soğutularak +4 °C'de muhafaza edilmesinin ve maksimum 12 gün içerisinde tüketilmesinin uygun olduğu bildirilmiştir (Kawasaki,2019).Tahıl grupları proteinden fakir olmalarıyla bilinmektedir. Son yıllarda araştırmacılar çeşitli

gıdalara protein desteği sağlama ve protein zenginleştirmesi üzerinde sıklıkla durmaktadır. Bunlarla birlikte proteinin hassas bir kimyasal yapıya sahip olması proteinlerin muhafazasını zorlaştırdığı bilinmektedir. Bu konu üzerine yapılan çalışmalar neticesinde yenilikçi ambalaj teknolojilerin protein muhafazası üzerinde geleneksel ambalaj teknolojilerine göre daha olumlu sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Fermente rnlerin yanında genellikle takviye olarak tercih edilen peyniraltı suyu proteinin de raf ömrü oldukça kısadır (Papaioannou, 2005). Bu çalışmada bir fermente ürün olan bozanın liyofilizasyon tekniği ile kurutulması ile elde edilen toz bozaya farklı yüzdelerde (%0,5,15) peyniraltı suyu protein takviyesi uygulanması ve raf ömrü denemeleri için doypack ambalajda paketleme sistemlerinin kullanılması incelenmiştir. Yapılan bu çalışma neticesinde, kullanılan teknolojiler ile boza içeceğinin raf ömrünün artırılması amaçlanmıştır. Boza için kullanılan bu teknikler, alanında yapılan ilk çalışma özelliği taşımakta ve referans niteliğindedir.

2.LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

2.1 Boza

İçeriğinde (100 mL için); 240 kkal enerji, 57.5 gr karbonhidrat, 3.5 gr protein, 0.5 gr yağ olarak rapor edilmiştir. Bunlarla birlikte 97 mg fosfor, 29 mg kalsiyum, 1,3 mg demir, 1.16 mg Niasin(B3 vitamini), 1 mg çinko, 0.09 mg Tiamin(B1 vitamini), 0.05 mg Riboflavin (B2 vitamini) bulunmaktadır (Soyuçok,2017). Bozanın mikrobiyotası ise çok çeşitli olmakla birlikte; *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen ve *Saccharomyces cerevisiae* mayalarının yanında *Streptococcus sp.* *Micrococcus varians migula*, *Lactobacillus sp.*, *Bacillus sp.* bakterileri de gözlemlenmiştir (Cholakov,2016). Yapılan çalışmalar bununla sınırlı kalmayıp Hancioğlu ve Karapınar (1997) bozada baskın olarak bazı *Leuconostoc* (*Leu. paramesenteroides* (%25.6), *Leu. mesenteroides subsp. mesenteroides* (%18.6) ve *Leu. mesenteroides subsp. dextranicum* (%7.3)) türleri ile *Lb. sanfrancisco* (%21.9) ve *Lb. coryniformis* (%9.1) rapor ederken Gotcheva ve ark. (2000) *Lb. coprophilus* ve *Leu. raffinolactis*'i raporlamışlardır. Arici ve Daglioglu (2002) bozada *Lb. fermentum*, *Lb. sanfrancisco*, *Lb. confusus* *Lb. coryniformis*, *Leu. oenos*, *Leu. mesenteroides* ve *Leu. paramesenteroides*'in mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Cholakov ve ark. (2017) bozadan izole ettikleri *Leuconostoc lactis* BT17 suşunun *Escherichia Coli*, *Salmonella suşları*. ve *Klebsiella pneumonia* üzerine antimikrobiyal özellik gösterdiğini rapor etmişlerdir. Bunların yanı sıra bozadan izole edilen Laktik Asit Bakterilerinin (LAB) probiyotik özelliklerini araştırmak amacıyla 2007 'de yapılan bir çalışmada bozanın probiyotik LAB içeriği açısından zengin olduğunu, ayrıca izole edilen bütün LAB 'ların in vitro sindirim sisteminde belli bir süre canlı kalabildiğini ve patojenleri bakteriyosin denilen bileşenler üreterek inhibe ettiğini rapor etmişlerdir (Cholakov, 2016). Bunlarla birlikte Türkiye'nin dört farklı ilinden (Isparta, Antalya, İstanbul ve Ankara) toplanan 15 boza örneğinin mikrobiyolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada boza örneklerinin toplam aerofilik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı 2.4×10^7 - 3.2×10^8 kob/mL arasında ve ortalama 1.2×10^8 kob/mL; laktik asit bakterisi (LAB) sayısı 2.1×10^7 - 2.9×10^8 kob/mL arasında ve ortalama 9.3×10^7 kob/mL; maya-küf sayısı 4.7×10^5 - 5.4×10^6 kob/mL arasında ve ortalama 1.9×10^6 kob/mL olarak rapor edilmiştir (Tuncer, 2008). Bunlara ek olarak

Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Krtiterler Tebliğinde bazı patojen ve küf gruplarının boza için belirlenen üst sınırları belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi (TGK), Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği ‘ne göre;

kob; Besiyerinde bir mikroorganizma kolonisi oluşturan birim,

n; Analize alınacak numune sayısı

c; “M” değeri taşıyabilecek en fazla numune sayısı,

m; (n – c) sayıdaki numunede bulunabilecek en fazla değer,

M; “c” sayıdaki numunede bulunabilecek en fazla değer,

EMS; En muhtemel sayı olmak üzere;

Çizelge 2.1: Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Krtiterler Tebliğinde bazı patojen ve küf gruplarının boza için belirlenen üst sınırları

	n	C	m	M
Koliform	5	2	9	95
<i>Bacillus Cereus</i> (kob/ml)	5	1	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-2}
Küf (kob/ml)	5	2	1.0×10^{-1}	1.0×10^{-2}

Bunların yanı sıra bozanın içeriğindeki yararlı bakteri grupları, bozanın probiyotik olmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada boza için yapılan raf ömrü denemelerinde bozanın toz forma dönüştürülmesinde liyofilizasyon cihazı tercih edilmesinin sebebi liyofilizasyon (dondurarak kurutma) metodunun mikrobiyoorganizmaların stabilizasyonunda önemli rol oynamasıdır (Karagül ve Altuntaş, 2018).

2.2 Liyofilizasyon (Dondurarak Kurutma) Teknolojisi

Kelime anlamı olarak ‘kuru hali seven’ olarak literatüre geçen liyofilizasyon; numunedeki suyun önce dondurulduğu ve ardından bir cihaz yardımıyla vakum altında süblimantasyon yoluyla uzaklaştırıldığı bir kurutma işlemidir (Gaidhani, 2015). Üç ana aşamadan oluşur: ilk olarak suyun çoğunu buza dönüştürmek için dondurma aşaması; buzlu süblimleştirmek için yapılan birincil kurutma ve desorpsiyon yoluyla donmamış suyu ayırmak için yapılan ikinci kurutma aşamasıyla işlem tamamlanmaktadır (Oikonomopoulou, 2011).

Aşağıdaki şekilde liyofilizasyon cihazı örneği gösterilmektedir (bknz. Şekil 2.1.)



Şekil 2.1: Liyofilizatör (Liyofilizasyon Cihazı) Örneği

Bunların yanı sıra liyofilizasyon, su içeriğinin sorun olabileceği durumlarda parenteral üretim için en yaygın kullanılan yöntemdir. Stabilitiyi sağlamak için düşük nem içeriğinin (%1'den az) çok düşük tutulması gereken, steril ve nazik bir koruma süreci gerektiren malzemelerin korunmasında merkezi öneme sahiptir (Karagül ve Altuntaş, 2018).

Gıdaların çabuk bozulabilen ve taze ürün olarak muhafaza edilmesinin zor olması sebebiyle liyofilizasyon sistemi gıda mühendisliğinde büyük önem taşımaktadır (Kawasaki, 2019). Liyofilizasyon metodunda biyolojik, beslenme ve organoleptik özellikler korunmaktadır. Bunun nedeni, liyofilizasyondan önce malzemedeki suyun dondurulmasının kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik süreçleri engellemesidir (Nowak ve Jakubczyk, 2020).

Bozanın farklı kurutma teknolojileri (normal kurutma ve vakumlu kurutma) kullanılarak ekmeğin fiziksel değişimlerini incelemek için ekmeğe ilave edilen bir çalışmada; vakumla kurutulan bozanın toplam canlı, maya-küf ve laktik asit bakterisi miktarları normal kurutulan bozaya göre daha fazla bulunmuştur. Bu çalışmadan hareketle vakumla kurutmanın normal kurutmaya oranla daha fazla mikrobiyal oranla stabilizasyon sağladığı düşünülebilir (Pala, 2012).

Bunlarla birlikte liyofilizasyon teknolojisinin kefir ieeğinin fermentatif, mikrobiyal ve fiziksel özellikleri üzerine koruyucu etkisinin incelendiği bir çalışmada toplam LAB (Laktik Asit Bakterileri) ve maya sayımlarında sıvı kefire göre liyofilizasyonla kurutulan kefirde sayımlar daha düşük olarak rapor edilmiş fakat çalışmada LAB ve mayaların canlılığını depolama süresince srdrdği ve bu sonuçlar neticesinde araştırmacılar kurutma teknolojileri arasında liyofilizasyonun mikrobiyal stabilizasyonu sağlamada başarılı olduğu şeklinde yorumlamıştır (Moretti, 2019).

Benzer şekilde yoğurdun liyofilizasyon metoduyla kurutulmasının etkisinin incelendiği bir çalışmada yoğurtta bulunan *Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus* bakterilerinin sayımı sonucunda kurutma sonunda kontrol grubuna göre daha düşük bulunsa da araştırmacılar canlılıklarını hala sürdürdüklerini rapor etmişlerdir (ztrk, 2022).

Bunların yanı sıra İsviçre peynirlerinden izole edilen 51 *Lactobacillus delbrueckii* suşunun liyofilizasyona karşı hayatta kalma oranlarını hesaplamak amacıyla yapılan bir çalışmada tüm *Laktobasiller* grubunun donma sırasında iyi hayatta kaldığını (%50'den yüksek) bildirilmiştir(Koch ve ark., 2008). Mikrobiyal stabilizasyonun liyofilizasyon tekniğiyle korunmasını amaçlayan benzer bir diğer çalışmada ise liyofilize kaplan fındığı (Tigernut) sütünün termal bozunması 346°C'nin üzerinde meydana geldiği ve bunun da mükemmel bir termal direnci gösterdiği rapor edilmiştir.

Bunlara ek olarak mikroenkapslasyondan sonra aktif maddede önemli bir yapısal değişiklik olmadığı ve 60 gün içinde stabilite kaybı olmadığı bu da bu işlemin kaplan cevizi sütünün tazeliğini ve kimyasal özelliklerini koruduğunu doğruladığı şekilden yorumlanmıştır. Ayrıca 30-90 gün boyunca, C vitamini içeriği, ışık varlığında veya yokluğunda stabil kaldığı ve Kaplan fıntığı sütüne toplam aerobik mezofiller ve toplam mantar sayısının 10⁶ CFU/mL'nin altında olduğu ve iyi bir mikrobiyolojik stabilite gösterdiğini bildirmişlerdir (Costa Meto ve ark., 2019).

2.3 Peynir Altı Suyu (PAS) Protein

Proteinler; yapı, enzimler, reseptör etkisi, kaynaklarına ve fonksiyonlarına göre sınıflandırılabilir. Kaynaklarına göre proteinler ise hayvansal ve bitkisel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Süt, et, yumurta gibi kaynaklar hayvansal kaynaklara; soya, buğday vb. gibi çeşitli kaynaklar ise bitkisel kaynaklara örnek verilebilir (Kawasaki,2019). Proteinlerin en önemli hayvansal kaynakları et ve süt gruplarıdır.

Süt proteinlerinin %20 sini oluşturan ve sütün çökelmeyen, serum kısmında bulunan proteinler peyniraltı suyu proteinler olarak isimlendirilmektedir. Bu proteinler, peynir ya da kazein üretiminde kazeinin çöktürülmesi sonucu elde edilen yarı saydam, yeşilimsi- sarı renkte bir sıvı protein kaynağı olarak tanımlanmaktadır (Gangurde, 2011).

Proteinler takviye olarak tüketildiğinde büyüme metabolizması ve sağlık üzerinde olumlu etkiler gösterebilir. Bunun yanı sıra protein eksikliğinin küresel olarak en önemli sağlık sorunlarından biri olduğunu gösteren çalışmalar göze çarpmaktadır ve bu durum göz önüne alındığında, diyet proteini açısından zengin takviyelerin kullanılması son derece önemlidir. Bu takviyelerden birisi olan ve genel olarak peynir yapımından elde edilen taze sıvı peynir altı suyu; %94,2 su ve %50'sini oluşturan toplam katı maddelerin %0,8'i peynir altı suyu proteinleri, %0,5'i mineraller, %0,1'i yağ ve %4,3'ü ana madde olan laktozdan oluşturmaktadır ve vücut tarafından hızlı emildikleri için hızlı proteinler olarak da anılmaktadır (Minj ve Anand,2020).

Bunların yanı sıra peyniraltı suyu proteinleri; %50 oranında alfa- laktoalbumin, %25 oranında beta- laktoglobulin ve %25 oranında ise immünoglobülin ve diğer bileşenlerden oluşmaktadır. Proteaz (ürel, azotlu) bölüm ise %3 oranındadır (Gangurde,2011). LAB gelişebilmek için aminoasitler, B grubu vitaminler, pürin ve pirimidin gibi besin öğelerine ihtiyaç duyarlar. Bu durumda probiyotik besin kaynakları için temeltaşı aminoasit olan diğer proteinler gibi peyniraltı suyu protein takviyesi de kimyasal çeşitliliğin yanı sıra mikrobiyal çeşitliliği de sağlamaktadır (Anonim, 2023).

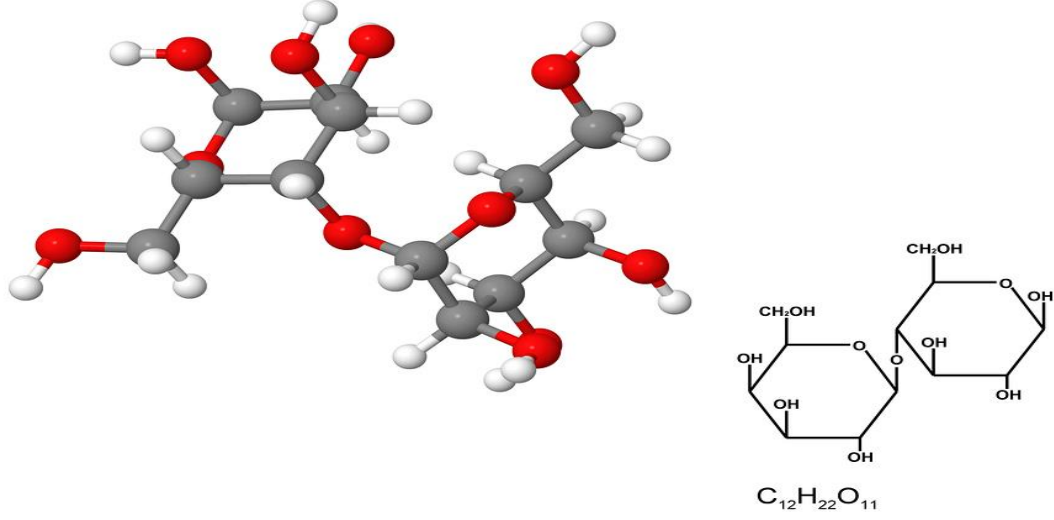
Peyniraltı suyu protein (PAS) takviyelerinin fermente ürün gruplarında depolama boyunca LAB için önemini araştıran bir çalışmada Jameed Lor (Jameed Curd) peynirine ve inek sütünden yapılmış lor peynirine farklı yüzdelerde (%0, %15, %20) peyniraltı suyu protein karıştırılan örneklerde LAB değerinin $14-31.10^3$ aralığında olduğu ve peyniraltı suyu protein yüzdesi arttıkça LAB değerinin arttığı, depolama günü arttıkça ise LAB değerinin düştüğü rapor edilmiştir (Magdy, 2017). Aşağıda peyniraltı suyu proteininin kimyasal yapı gösterimi; içeriğindeki vitamin, mineral ve aminoasit grupları detaylı bir şekilde gösterilmiştir (bkz. Şekil 2.2, Çizelge 2.2 ve Çizelge 2.3).

Çizelge 2.2: PAS Proteininde (100 g için) Bulunan Aminoasitler ve Miktarları; (g cinsinden) (Banaszek, 2019)

<i>Aminoasit Cinsi</i>	<i>Değer(g)</i>
Alanin	3.5
Arjinin	2.3
Aspartik Asit	8.4
Sistin	1.7
Glutamik Asit	13.3
Glisin	1.4
Histidin	1.6
İsolöysin	4.6
Löysin	8.8
Lizin	7.5
Metionin	1.6
Fenilalanin	2.6
Prolin	6.6
Serin	4.6
Trionin	4.5
Triptofan	1.3
Triosin	2.3
Valin	4.4

Çizelge 2.3: Tatlı ve Asidik PAS Tozlarının (100 g için) Vitamin ve Mineral Değerleri; (Bonnell,2021)

<i>Bileşen</i>	<i>Tatlı PAS</i>	<i>Asidik PAS</i>
Protein (%)	12.9	11.7
Yağ (%)	1.1	0.5
Laktoz (%)	74.5	73.4
A Vitamini (IU)	30	59
C Vitamini (mg)	1.5	0.9
E Vitamini (mg)	0.03	0.00
B1(Tiamin) (mg)	0.5	0.62
Riboflavin(B2) (mg)	2.2	2.06
Pridoksin(B6) (mg)	0.6	0.62
B12 Vitamini(mg)	2.4	2.5
Pantotenik Asit(mg)	5.6	5.6
Niasin (mg)	1.3	1.2
Folat (mg)	12.0	0.33
Kalsiyum (mg)	796	2050
Fosfor (mg)	932	1349
Sodyum (mg)	1079	968
Potasyum (mg)	2080	2289
Magnezyum (mg)	176	199
Çinko (mg)	1.97	6.3
Demir (mg)	0.9	1.2
Bakır (mg)	0.07	0.05
Selenyum (mg)	27.2	27.3



Şekil 2.2 PAS Proteinin Moleküler Yapısı

Peynir altı suyu proteini, kronik hastalıkların diyet yönetiminde rol oynayabilecek zengin bir biyoaktif peptit kaynağıdır (Patel, 2015). Son 10 yılda, peynir altı suyu proteini takviyesi; kardiyovasküler risk faktörlerini ve vücut kompozisyonunu iyileştirmek için potansiyel bir müdahale olarak geniş çapta araştırılmıştır ve peynir altı suyu proteini takviyesinin güvenli olduğu ve muhtemelen kardiyovasküler risk faktörlerini azaltma ve vücut kompozisyonunu iyileştirme potansiyel işlevlerine sahip olduğu gösterilen saf bir protein kaynağı olduğu rapor edilmiştir (Wirunsawanya, 2017).

Bunların yanı sıra peynir altı suyu proteini izolatları (PASI'ler), kanser hastalarının beslenme durumunu iyileştirme potansiyeline sahiptir. Yapılan bir çalışmada peynir altı suyu proteini takviyesi, müdahale grubunda kontrol grubuna kıyasla beslenme durumu puanlarını iyileştirdiği rapor edilmiştir. Çalışma sonucundaki verilerin ayrıca peynir altı suyu proteini takviyesinin kemoterapi gören kanser hastalarında redükte glutatyon (GSH) seviyelerini artırabileceğini ve beslenme durumunu ve bağışıklığı iyileştirebileceğini göstermektedir (Bumrungpert, 2018).

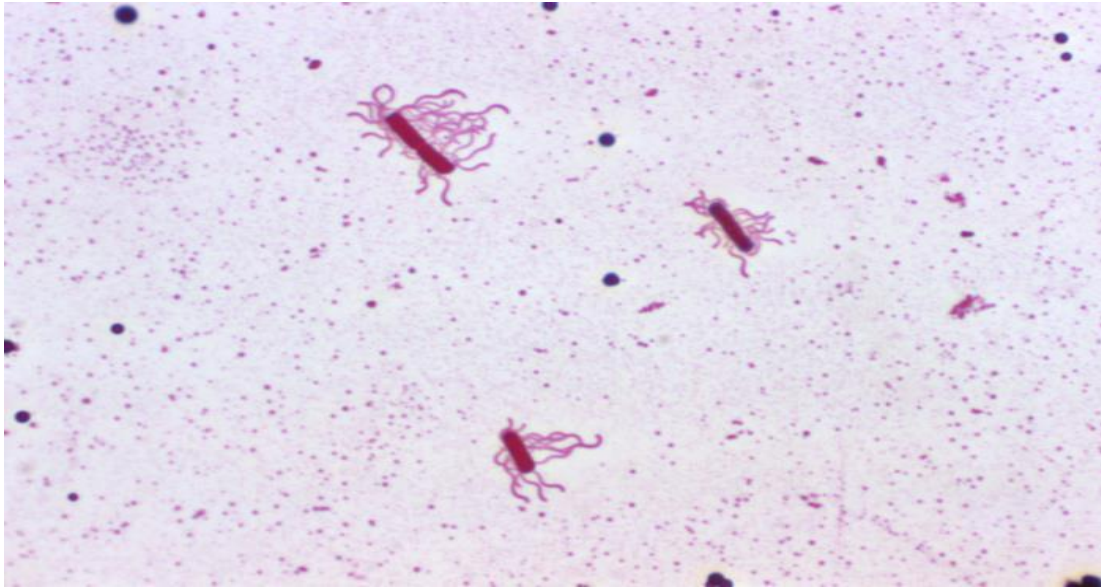
Taze PAS peynirlerinin yüksek pH'a (>6.0), yüksek nem içeriğine ve düşük tuz içeriğine sahip olduğu göz önüne alındığında, bu süt ürünleri, özellikle aşırı sıcaklıklarda, küfler, mayalar ve *Enterobacteriaceae* tarafından mikrobiyal bozulmaya karşı çok hassastır. Buna ek olarak, yumuşak olan peynir altı suyu peynirleri, sert

peynirlere kıyasla daha düşük bariyer etkisine sahip olmaları ve *Listeria monocytogenes* gibi patojenlerin hayatta kalma/büyüme oranı ve potansiyeli açısından önemli bir gıda güvenliği endişesi oluşturmaktadır (Papaioannou, 2005).

2. 4 *Bacillus Cereus*

Bacillus cereus; *Basilliae* familyasında tanımlanmış şekil 2.3 'de de görüldüğü üzere; gram pozitif, çubuk şekilli (bkznz. Şekil 3), fakültatif anaerop, endospor oluşturma yeteneğinde ve toprak kaynaklı olması ile tanınmasının yanında; pirinç, et, sebze, çiğ süt, süt ürünleri, baharat gibi çok çeşitli gıdalarda yaygın olarak bulunmakla birlikte oradan bitkisel hücreler ve özellikle sporlar, kültür bitkileri aracılığıyla besin zincirine kolayca girebilmeleri ile bilinmektedir (İncili ve ark., 2015).

Buna göre *B. Cereus* için tespit edilen aralık tahmin edilen ölçülerden çok daha geniş olarak düşünülmesinin yanı sıra kuraklık, ısı veya radyasyon gibi çevresel etkilere karşı da oldukça dayanıklı olan bu bakteri; düşük pH değerleri ve birçok kimyasala karşı oldukça dirençli olmasının yanında bu bakterinin biyofilm oluşturma yeteneği temizlik ve dezenfeksiyon önlemlerini zorlaştırmaktadır (Çılak ve Halkman, 2018; Jessberger ve ark., 2020).



Şekil 2.3 Mikroskop Altında *Bacillus Cereus*

Bacillus cereus, 10-50°C sıcaklıkta, 4.9-9,3 pH aralığında ve 0,91-0,93 su aktivitesinde üreyebilmekte, koloni formları ise şekil 2.4 ve şekil 2.5'de açıkça

görülmektedir (bkz. Şekil 2.4 ve Şekil 2.5) (Gülel, 2022). Bunlarla birlikte *Bacillus cereus*, güçlü toksisiteli ve gıda kaynaklı hastalıkların önde gelen etiyolojik ajanlarından biridir (Ehling-Schulz ve ark., 2019).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) 2011-2015 yılları arasında açıkladığı yıllık raporlarda *B. cereus*' un da dahil olduğu gıda zehirlenmelerinin, tüm zehirlenmeler göz önünde bulundurulduğunda %16-20 aralığında olduğu, tüm gıda zehirlenmeleri arasında *B. cereus* kaynaklı zehirlenmelerin ise %3,9-5,5 aralığında olduğunu açıklamıştır (Jessberger ve ark., 2020).

B. cereus zehirlenmelerinde özellikle pişirilmemiş veya yetersiz ısı işlemi uygulanmış (sporları canlılığını koruyan) gıdaların oda sıcaklığında uzun süre tutulması sonucu vejetatif hücrelerin $>10^6$ kob/g'a ulaşması ile gerçekleşmesi ile birlikte semptomlar gıda ile toksinlerin alınmasını takiben 1-5 saat içerisinde ortaya çıkar ve 6-24 saate kaybolur. Mide bulantısı ve kusma en tipik belirtiler olmakla birlikte *B. cereus*'un minimal enfeksiyon dozu genelde 10^5 - 10^6 kob/g düzeyindedir (Gülel, 2022).



Şekil 2.4 Kanlı Agarda *B. Cereus* Kolonileri



Şekil 2.5 Selektif Agarda *B. Cereus* Kolonileri

Bacillus cereus, gıda zehirlenmesi sonucu enfekte olan vakalarda iki farklı sendromla kendini göstermektedir. Bunlar emetik sendrom ve diyarel sendrom olarak iki farklı formda karşımıza çıkmaktadır. Emetik sendrom; *B. cereus*'un gıdada oluşturduğu toksinlerin alınması sonucu oluşurken; diyarel sendrom ise; *B. cereus*'un vejetatif formlarının ince bağırsaklarda ürettiği toksinler sonucu oluşmaktadır (Gülel, 2020).

Gıda zehirlenmesinin yanı sıra *B. cereus* salgıladığı toksinlerle veya doku invazyonu yaparak enfekte olan hastalarda post-travmatik kutanöz ve subkutanöz enfeksiyonlar,

nekrotizan fasiit, selülit, miyonekroz, akut ve kronik osteomiyelit gibi lokal ve sistemik enfeksiyonlara da neden olmaktadır (Oğuzman ve ark., 2020).

2.5 Doypack Ambalaj

Doypack, 1962'de *Thimonnier Company'nin* başkanı ve mucidi Louis Doyen tarafından meyve suyu ve zeytinyağı için bir alternatif ambalaj olarak icat edilmiş olup "Doypack" ticari markası (DOYen PACKaging) uluslararası alanda Louis Doyen'e aittir (Anonim, 2018). Bu tür ambalajlar daha çok şeker, kuruyemiş, kuru bakliyat ve toz ürünlerde tercih edilmesinin yanı sıra sağ ve soldan kaynaklı, alttan körüklü, üstten kilitli bir yapıya sahip olması sebebi ile dik pozisyonda durabilmekte olup (bknz. Şekil 5) bu sebeple oturan torba olarak da adlandırılmaktadır (Anonim, 2021).

Doypack ambalajlar; kaplama için kullanılan bir etilen ve vinil alkol kopolimeridir (EVOH). Bu etilen gruplarının eklenmesi, malzemenin su hassasiyetini azaltmakta (suda çözünmez) ve işlenebilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır. EVOH, olağanüstü mekanik güce sahip olmaları ve tokluğun yanı sıra iyi berraklık, yağ ve organik solvent direnci ve gaz bariyeri nitelikleri göstermektedir. Ambalajlamada en yaygın kullanılan oksijen bariyeri plastiği olması ile bilinmektedir (Kocetkovs, 2022).

Morfolojik olarak doypack ambalajlar farklı katmanlardan oluşabilmektedir. Katmanlar kendi içlerinde ya da farklı malzemelerle birleştirilebilmekte ve katman sayısı genellikle 3-9 arasında değişmektedir. Bu malzemeler genellikle kâğıt, alüminyum folyo ve metalize filmlerdir. Doypack ambalajların en önemli özellikleri uzun saklama süresi, kolay taşınabilme, tekrar açılıp kapanabilme, tazelik/tat koruma, iyi bariyer özellikleri, ürünleri dış etkenlerden koruma (UV, nem, sıcaklık vb.), sıcak ve soğuk ambalajlamaya uygunluk, farklı paketlenme yöntemlerine uygunluk (vakum, soğuk vb.), kullanım kolaylığı, hafiflik, düşük maliyet, baskı kolaylığı, sterilizasyon kolaylığı, insan sağlığına zarar vermeme, depolamada daha az yer kaplama, tüketicinin ürünü daha kolay fark etmesi ve ürün seçim kolaylığı olarak verilebilmektedir (Anonim, 2022).

Üç ana alt başlık altında incelenen doypack ambalajlardan ilki alüminyum yapıda olup bu paketlenme yapısında ürünler dışarıdan gelen ışık ve havaya maruz kalmaması sebebi ile raf ömrü uzun olmaktadır. Bunlarla birlikte ambalajın içeriğinde bulunan alüminyum, polietilen ve pet (polietilen tereftalat) malzemeler ürün için bariyer görevi görerek ürünü toz ve nemden korumaktadır. Bir diğer grup olan ve metal ve cpp

doypack (gerilmeyen malzeme) malzemeden imal edilen metalize doypack ambalajlar alüminyum doypack gibi, ürünün tazeliğini uzun süre korur ve ürünü toz ve nemden korumaktadır. Son olarak incelenen grup şeffaf doypack olarak isimlendirilmiş olmakta ve koruyuculuğu alüminyum ve metalize gruplar kadar etkin olarak değerlendirilmemektedir (Kulcu, 2018). 2015 yılında tahıl müsli ile kağıt ve doypack ambalaj ile raf ömrü denemeleri yapılan bir çalışmada en iyi duyusal özelliklerin doypack ambalajda olduğunu, kağıt ambalajın; müsli örnekleri için 9 aylık raf ömrü sonunda doypack ambalaja göre çok daha kötü duyusal sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Senhofa, 2015). Benzer bir diğer çalışmada kurutulmuş incir kesitlerinin 6 aylık raf ömrü boyunca kalite parametreleri ölçülmüş ve içlerinde tepsisi, PE (Polietilen) ve doypack ambalajların bulunduğu değişken faktörlerde 6 ay sonunda en iyi nem korunumunun ve bunun sonucunda en az nem kaybı ve sertlik parametrelerinin doypack ambalajda olduğu rapor edilmiştir (Kuruçaylı ve ark., 2018). Şekil 2.6’da doypack ambalaj örneklerinden birkaçı verilmiştir.



Şekil 2.6 Doypack Ambalaj Görsel Örnekleri

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu çalışma için kullanılan boza örnekleri; Vefa Boza Ltd. Şirketinden tedarik edilmiş; PAS konsantresi (PASc) ise Slava Süt Ltd. Şirketinden tedarik edilmiştir. Vefa boza 100 g için; 90 kcal enerji, 0,2 g yağ, 0 doymuş yağ, 21,7 g karbonhidrat, 16,2 g şeker, 1,2 g protein içermektedir. İçeriğinde tuz bulunmamaktadır.

3.1.1 Bozanın dondurulması

1 litrelik boza örnekleri temiz ve kuru benchlerde 165 g olacak şekilde eşit miktarlarda bölünüp -18°C ' ye ayarlı dondurucuda liyofilizasyon işlemi başlayana kadar muhafaza edilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Dondurucuda muhafaza edilen örnekler

3. 1.2 Boza tozu üretimi

Eşit miktarlarda bölünmüş ve -18°C 'de dondurulmuş boza örnekleri aliminyum folyo ile kapatılıp liyofilizatör cihazına yerleştirilmiş (Şekil 3.2) ve 164 saat süreyle cihazda kurumaya bırakılmıştır(Sayaslan ve ark., 2018).



Şekil 3.2 Liyofilizatör içerisinde kuruyan örnekler

3.1.3 Örneklerle peyniraltı suyu tozu (PAS) proteini ilavesi

Liyofilizatörden çıkarılan boza örnekleri, 3 farklı peyniraltı suyu protein yüzdesi (%0, %5, %15) kaşık yardımı ile ilave edilerek bir spatula ile 1 dakika boyunca karıştırılmıştır (Şekil 3.3).



Peyniraltı suyu Protein

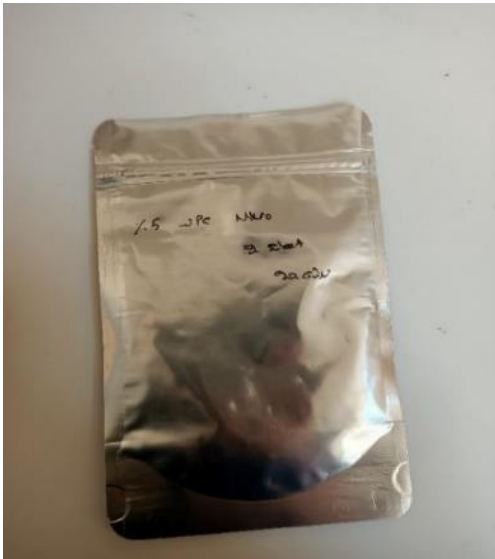


Boza Tozu

Şekil 3.3 Peyniraltı suyu protein ve boza tozu örnekleri

3.1.4 Örneklerin paketlenmesi

Elde edilen örnekler 10 gram boza tozu+%0-5-15 peyniraltı suyu protein takviyesi olacak şekilde tartılıp doypack ambalajlara yerleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Paketlenen boza örnekleri

3.1.5 Örneklerin muhafazası

Doypack ambalajlara yerleştirilen 10'ar gramlık örnekler; oda sıcaklığında (20-24°C) yer alan serin, kuru ve güneş görmeyen kapalı bir dolap içerisinde muhafaza edilmiştir (bknz. Şekil 3.5). Farklı oranlarda Peynir Altı Suyu Proteini (PAS) içeren Peynir Altı Suyu Proteini + Toz Boza (PASTB) örneklerinde 0., 45. ve 90. günlerde aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır



Şekil 3.5 Muhafazaya bırakılan boza örnekleri

3.2. Metot

3.2.1 Liyofilizasyon (Dondurarak Kurutma) metodu

Sıvı boza örnekler 165 mL'lik çözeltiler olarak eşit şekilde bölünmüştür. Ardından bölünen çözeltiler doğrudan derin dondurucuya 8 saat süreyle yerleştirilerek geleneksel dondurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Dondurma adımı sonrasında, dondurarak kurutma işlemi Sayaslan ve ark. 2018 yılında yaptığı çalışma standardına uygun şekilde Vacuum pump 2.5 rz model vakumlu bir liyofilizatör kullanılarak -98 °C'de dondurarak kurutucu kullanılarak yalnızca birincil kurutma yapılmıştır. Dondurarak kurutma işlemi sırasında basınç .771 mbar' da sabit şekilde tutulmuştur. Liyofilize örnekler 3 farklı yüzdede (%0, %5, %15) PAS takviye edilip homojen bir şekilde karıştırılarak bir kaşık yardımı ile hızlı bir şekilde doypack ambalajlara ilave edilerek paketlenip muhafaza edilmiştir. (Yang, 2021).

3.2.2 PH tayini

Boza örneklerinde pH tayini, saf su ile çözündürüldükten sonra karışımın içine önceden kalibre edilmiş pH metrenin (Testo205 pH metre, Lenzkirch, Almanya) elektrodu daldırılarak yapılmıştır (Karaca, 2019).

3.2.3 Suda çözünür kuru madde (Brix°) tayini

Boza örneklerinden erlenlere 5 g tartılıp 45 mL saf su ile 50 mL' ye tamamlanmıştır. Elde edilen çözelti bir spatula yardımı ile karıştırılarak çözülmesi beklenmiştir. Daha sonra bu çözeltilerin suda çözünür kuru madde değerleri (Briks°) masa tipi Abbe refraktometresi kullanılarak 20°C'de ölçülmüştür (Atıcı, 2013).

3.2.4 Toplam nem tayini (%)

Nem analizi (OHAUS MB45, Switzerland) marka elektronik nem tayin cihazı ile 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir (Nizamlıoğlu, 2015).

3.2.5 Su aktivitesi (Aw) tayini

Örneklere ait su aktivite değerleri Novasina marka LabMASTER (standart) model su aktivitesi ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Atıcı, 2013).

3.2.6 Renk tayini (L^* , a^* , b^*)

Boza örneklerinin renkleri Color Flex s/n CX2733 HunterLab date (Hunter Associates Laboratory, Reston, VA, USA) 5-10 model renk ölçüm cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Renk tayin cihazı, kullanım öncesinde siyah-beyaz kalibrasyon diskleri ile kalibre edilmiştir (Birch ve ark., 2010). L^* (parlaklık), a^* (yeşilden kırmızıya değişim), b^* (maviden sarıya değişim) değerleri belirlenmiştir (Atıcı, 2013).

3.2.7 FTIR tayini

Boza örneklerinin her bir paralelin spektrumlarını taramak için Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR) spektroskopi cihazı (Bruker OPUS) kullanılmıştır. %0, %5 ve %15 PAS ilavesi yapılan örneklerden alınan on bağımsız tekrar spektrumu veri tabanına kaydedilmiştir.

Her spektrum, 4000 ila 400 cm^{-1} aralığında her 2 cm^{-1} dalga boyunda 64 birlikte eklenmiş taramadan elde edilmiş ve örneğin düzenli olmadığı durumlarda arka plan spektrumları için eş zamanlı olarak düzeltilmiştir. Tüm spektrumlar “0 taban çizgisi düzeltmesi”, “en yüksek absorbans değerine göre yeniden ölçeklendirme” ve “pik

konumu ve yüksekliği bozmadan 9 noktalı düzleştirme” gibi normalizasyon işlemlerine tabi tutulmuştur (Yaşar, 2022).

3.2.8 Maya- küf tayini

Maya ve Küf sayısı yayma plak yöntemi ile Potato Dexrose Agar (PDA) besiyeri kullanarak yapılmıştır. Otoklavda 121°C’de 1 atmosfer basınçta 20 dakika boyunca sterilize edilen besiyeri, soğutulduktan sonra, %10’luk steril tartarik asit ile pH’sı $3,5 \pm 0,1$ ’e ayarlanmıştır.

Otoklavda 121°C’de, 1 atmosfer basınçta 20 dakika boyunca sterilize edilen besiyeri, 41- 45°C’ye kadar soğutulduktan sonra, petri kutularına yaklaşık olarak 12,5 mL olacak şekilde dökölmüştür.

Besiyeri, petri kutularına yaklaşık olarak 12,5 mL olacak şekilde dökölmüştür. Besiyerinin petri kutsuna yayılması için, petri kutusu, sağa sola, öne arkaya hareket ettirilmiştir. Besiyerinin katılaşması ve yüzey kuruması beklenmiştir. Ardından, direk olarak boza örneklerinden hazırlanan dilusyonlardan 0,1 mL petri kutularına ilave edilmiştir.

Bir beher içerisinde %76’lık (v/v) etil alkolde tutulan cam drigalski spatölü, bunsen beki alevinde yakılarak alkolü uzaklaştırılıp sterilize edilmiştir.

Spatöl önce petri kutusunda boş bir yerde soğutulduktan sonra, ilave edilen boza örnekleri, petri kutusunun her yerine eşit olacak şekilde yayma plak yöntemi ile yayılmıştır. Besiyerleri boza örneklerini emdikten sonra petri kutuları ters çevrilerek sıcaklığı 37°C olan inkubatörlerde 5-7 gün inkubasyon sonunda besi yeri üzerinde gelişen 0,5 mm’den daha büyük koloniler sayılmıştır (Hayatoğlu, 2021).

3.2.9 Toplam canlı bakteri tayini

Boza tozu örneklerinin peptonlu sularda seyreltilmesiyle hazırlanan dilisyonlar, Plate Count Agar (PCA) ile hazırlanan petrilere drigalski yayma çubuğu kullanarak ekilmiştir.

Otoklavda 121°C’de, 1 atmosfer basınçta 20 dakika boyunca sterilize edilen besiyeri, 41- 45°C’ye kadar soğutulduktan sonra, petri kutularına yaklaşık olarak 12,5 mL olacak şekilde dökölmüştür.

Besiyeri, petri kutularına yaklaşık olarak 12,5 mL olacak şekilde dökölmüştür. Besiyerinin petri kutsuna yayılması için, petri kutusu, sağa sola, öne arkaya hareket ettirilmiştir. Besiyerinin katılaşması ve yüzey kuruması beklenir. Ardından, direk

olarak boza örneklerinden hazırlanan dilusyonlardan 0,1 mL petri kutularına ilave edilmiştir.

Bir beher içerisinde %76'lık (v/v) etil alkolde tutulan cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde yakılarak alkolü uzaklaştırılıp sterilize edilmiştir.

Spatül önce petri kutusunda boş bir yerde soğutulduktan sonra, ilave edilen boza örnekleri, petri kutusunun her yerine eşit olacak şekilde yayma plak yöntemiyle yayılmıştır. Besiyerleri boza örneklerini emdikten sonra petri kutuları ters çevrilerek sıcaklığı 37°C olan inkubatorlerde 5-7 gün inkubasyon sonunda besiyeri üzerinde gelişen 0,5 mm'den daha büyük koloniler sayılmıştır (Hayatoğlu, 2021).

3.2.10 Laktik asit bakterileri (LAB) tayini

Laktik asit bakterilerinin sayılarının belirlenmesinde Man Rogosa Sharpe (MRS) Agar kullanılmıştır.

Otoklavda 121°C'de, 1 atmosfer basınçta 20 dakika boyunca sterilize edilen besiyeri, 41- 45°C'ye kadar soğutulduktan sonra, petri kutularına yaklaşık olarak 12,5 mL olacak şekilde dökülmüştür.

Besiyeri, petri kutularına yaklaşık olarak 12,5 mL olacak şekilde dökülmüştür. Besiyerinin petri kutsuna yayılması için, petri kutusu, sağa sola, öne arkaya hareket ettirilmiştir. Besiyerinin katılaşması ve yüzey kuruması beklenir. Ardından, direk olarak boza örneklerinden hazırlanan dilusyonlardan 0,1 mL petri kutularına ilave edilmiştir.

Bir beher içerisinde %76'lık (v/v) etil alkolde tutulan cam drigalski spatülü, bunsen beki alevinde yakılarak alkolü uzaklaştırılıp sterilize edilmiştir.

Spatül önce petri kutusunda boş bir yerde soğutulduktan sonra, ilave edilen boza örnekleri, petri kutusunun her yerine eşit olacak şekilde yayma plak yöntemi ile yayılmıştır. Besiyerleri boza örneklerini emdikten sonra petri kutuları ters çevrilerek sıcaklığı 37°C olan inkubatorlerde 5-7 gün inkubasyon sonunda besi yeri üzerinde gelişen 0,5 mm'den daha büyük koloniler sayılmıştır (Hayatoğlu, 2021).

3.2.11 *Bacillus cereus* tayini

Türk Gıda Kodeksine göre gıda örneklerinde olması istenmeyen *Bacillus cereus* patojeni için gerçekleştirilen var yok testi için; toz boza örnekleri aseptik olmak şartı ile her numunedan 1 mL olarak tartılarak 9 mL dilisyon sıvısına eklenip, daha sonra 10^{-1} ve 10^{-2} şeklinde seyreltilmiştir. Bu dilisyonlar Mannitol yumurta sarısı polimiksin

(MYP) agar petrilere yayma yöntemi ile, *Bacillus cereus* Compact Dry Agar petrilere ise damlatma yöntemi ile ekilmiş ve 37°C’de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucunda var ise pembe-kırmızı renkli koloniler sayılmıştır (Nanteza, 2022).

3.2.12 Duyusal analiz

Toz boza örneklerinin duyusal ölçümleri (renk, koku, tat, homojenlik, genel kabul edilebilirlik); Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim görevlileri, araştırma görevlileri ve yüksek lisans öğrencileri arasından 8 kişi seçilerek gerçekleştirilmiştir.

Duyusal analizler, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesinin Gıda Ar-ge Laboratuvarında, oda sıcaklığında(+24°C) gerçekleştirilmiştir. Panelistler örnekleri kör bir şekilde 1-5 (1; hiç beğenmedim, 5: çok beğendim olmak üzere) aralığında puanlamıştır (Aorua, 2019).

3.2.13 İstatistiksel analiz

Çalışma sonucunda elde edilen fizikokimyasal veriler istatistiğe geçirilmiştir. Mikrobiyolojik analizler için ise elde edilen sayım sonuçları log/kob formatına göre düzenlenerek istatistiğe geçirilmiştir.

Bunların yanı sıra duyusal analizler ise 8 farklı panelistin ortalama ve standart sapmaları hesaplanarak istatistiğe geçirilmiştir.

Verileri analiz etmek için 3'e 2'lik genel bir doğrusal model ve < %5 anlamlılık düzeyinde farklılık gösteren ortalamaları ayırmak için Tukey'in çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında 1 farklı boza örneği, 1 farklı kurutma yöntemi, 3 farklı PAS yüzde takviyesi ve 3 farklı depolama analiz ölçümleri 2 tekerrür olmak üzere 1x1x3x3x2(n= 18) faktöriyel deneme deseni kullanılarak üretilmiştir (Yaşar,2022).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Dondurularak kurutulduktan sonra farklı oranlarda PAS ilave edilmiş ve 90 gün depolanmış PASTB örnekleri için çalışmanın her iki aşamasında da kurutma parametreleri (liyoofilizasyon için basınç ve sıcaklık) yanında depolama (oda sıcaklığı, bağıl nem ve ortam ışığı) belirlenmiştir. Kurutma yöntemi ve depolama faktörlerinin elde edilen PAS takviyeli boza tozlarında bazı fizikokimyasal (pH, brix, nem, aw, renk, FTIR), mikrobiyolojik (maya-küf, toplam canlı, lakrtik asit bakterileri (LAB), *Bacillus cereus* sayımları) ile birlikte duyuşal (renk, koku, tat, homojenlik, genel kabul edilebilirlik) analizler gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur.

4.1 pH Bulguları

Boza tozu üzerine farklı oranlarda (%0-%5-%15) peyniraltı suyu protein (PAS) ilavesinin, PAS ilave oranı arttıkça pH'yı artırdığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.de görüldüğü gibi pH oranındaki bu değişim istatistiki açıdan önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. 90 günlük depolama süresince ise pH değerlerindeki değişimin istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0,05$) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1: pH ve brix° (%) parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi

Parametre	Örnek	0.Gün	45.Gün	90.Gün
pH	0% PASTB	4,05±0,8 ^{cA}	4,1±0,12 ^{cA}	4,15±0,15 ^{cA}
	5% PASTB	4,45±0.05 ^{bA}	4,36±0.13 ^{bA}	4,31±0.4 ^{bA}
	15% PASTB	4,6±0.00 ^{aA}	4,6±0.00 ^{aA}	4,76±0.08 ^{aA}
°Brix	0% PASTB	7,2±0,08 ^{aA}	6,98±0,04 ^{bB}	6,91±0,09 ^{bC}
	5% PASTB	7,23±0,05 ^{aA}	6,98±0,04 ^{bB}	6.83±0.0 ^{bC}
	15% PASTB	7,3±0.08 ^{aA}	7,23±0.08 ^{aB}	7,05±0.28 ^{aC}

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

**Ortalama ± std; hatayı işaret etmektedir.

***Aynı satırda, farklı büyük harfli üst simge harflere sahip değerler günler arası anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$).

****Aynı sütunda, farklı küçük üst simge harflere sahip değerler örnekler arası anlamlı farklılıklara işaret etmektedir ($P < 0,05$).

Şekil 4.1 ve çizelge 4.1’de de farklı oranlarda PAS ilave edilmiş PASTB ürünlerinin 90 günlük depolanmaları süresince pH değerlerinde çok düşük miktarlarda değişiklik görülmekle birlikte bu değişiklikler istatistik açıdan önemsiz($p>0,05$) bulunmuştur. Ancak PAS ilave oranına bağlı olarak pH değerinde önemli ($p<0,05$) bir artış olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre PAS ilavesinin toz boza örneklerinde pH değerini önemli bir şekilde etkilediği depolamanın ise herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

Fermente bir ürün olan bozanın PAS ilave edilmemiş pH (4,05) değerine göre yüksek asitli bir ürün olduğu görülmektedir. Buda fermentasyona bağlı olarak içerdiği LAB’tan kaynaklanmaktadır. Ancak PAS ilavesine bağlı olarak pH değerinde bir artış ve dolayısı ile asitlik değerinde düşüş gözlenmektedir. Bu da ilave edilen PAS’ın asitlik değerinin toz boza örneklerine göre düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada en düşük pH değeri 4,05 ile PAS ilave edilmemiş toz boza örneğinde tespit edilirken, en yüksek pH değeri ise 4,76 ile %15 PAS ilave edilmiş ve 90 gün depolanmış PASTB örneğinde tespit edilmiştir.

Benzer şekilde Hamad, labne peynirine PAS takviyesi yaparak 21 günlük depolama boyunca incelemiş ve edilen peyniraltı suyu protein yüzdesi arttıkça pH değerinin düştüğünü rapor etmiştir (Hamad, 2014).

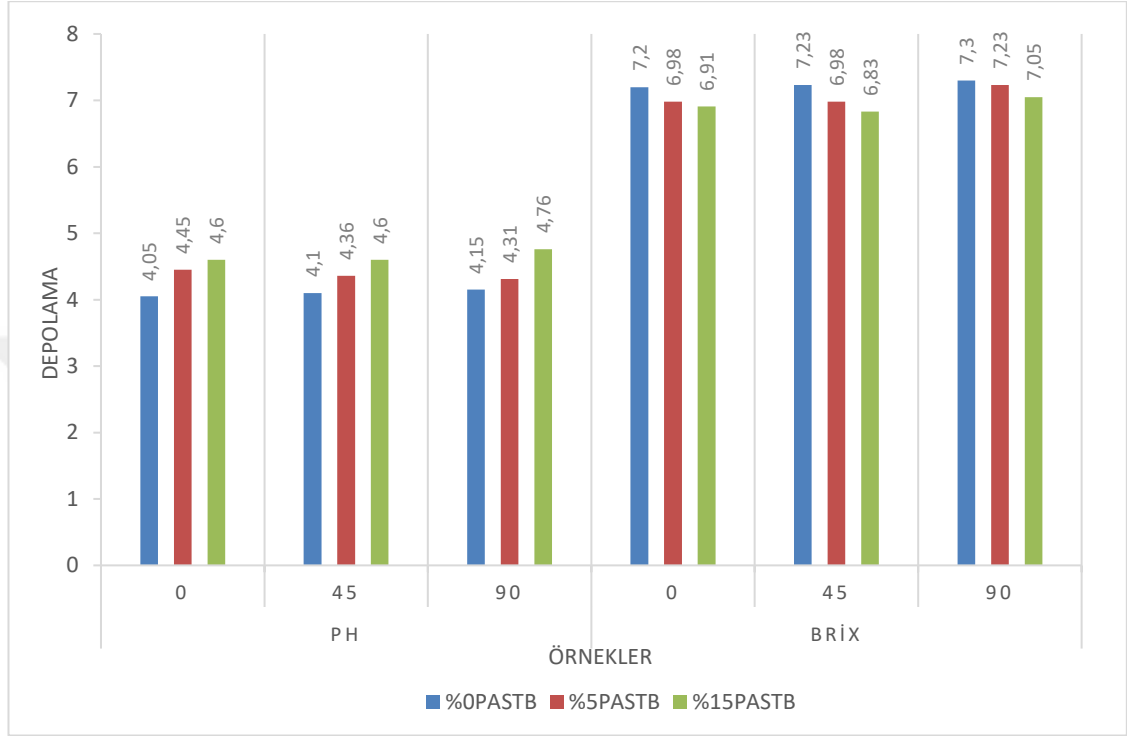
Bununla birlikte 2021 yılında yapılan ayran içeceğinin konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere kurutma farklılıklarını inceleyen bir çalışmada; liyofilize ayran tozlarının pH değerini 4,48 olarak bildirmiş, 90 günlük depolama boyunca ise anlamlı bir farklılık kaydetmemiştir (Ar ve Ocak, 2021).

Rathour, 2016 yılında yaptığı bir çalışmada peyniraltı suyu protein için pH düzeyini 6,58 olarak kaydetmiştir (Rathour, 2016). Buna karşılık Magdy, 2017 yılında yaptığı bir çalışmada ise peyniraltı suyu proteinin pH değerini ise 5,04 olarak kaydetmiştir (Magdy, 2017).

Bunların yanı sıra Pala, 2012 yılında yaptığı bir çalışmada ise farklı yöntemlerle elde ettiği boza tozlarının pH değerini normal kurutma için 3,56; vakumlu kurutma için 3,53 olarak bildirmiştir (Pala, 2012).

Benzer şekilde 23 farklı boza örneğinin mikrobiyal ve kimyasal özelliklerini incelendiği bir çalışmada boza örnekleri için pH aralığı 3,00- 4,7 aralığında bulmuştur (Uçak, 2022).

Literatürdeki diğer benzer çalışmalar incelendiğinde pH bulgularının PASTB örnekleri için ölçülen pH bulguları ile örtüştüğü görülmektedir. Hammadde farklılığı sebebi ile çalışmamız için benzer sonuçlar öngörülmemiş fakat boza için de yakın sonuçlar elde edilmiştir. Bunun sebebinin diğer benzer çalışmalardaki hammaddelerin de prebiyotik olmaları ve yakın LAB değerleri içermeleri olarak yorumlanabilir.



Şekil 4.1 PH ve brix° (%) parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

Buna ek olarak 6 farklı yüzdede peyniraltı suyu protein takviyesi yapılan yağlı ve yağsız yoğurtlar için pH değeri 4,16-4,20 aralığında bulunduğu, depolama boyunca bu parametre için bir düşüş gözlemlendiği fakat bu düşüşün anlamlı bulunmadığı bildirilmiştir (Yıldız, 2019).

Buna karşılık Rizqiati (2021), keçi sütü kefirinin dondurarak kurutulmuş tozunda pH değerini 4,90 olarak bildirmiştir (Rizqiati, 2021) ve bu çalışmada bulunan pH bulgularının literatürdeki benzer çalışmalarda kaydedilen aralıklarda olduğu görülmektedir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen pH bulgularının PAS takviyesi ile doğrudan ilişkili olduğu saptandığı üzere; PAS takviyesinin belirli aralıklarda tutulması ile pH'da beklenmeyen bir düşüşün önlenmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

4.2 Brix° (Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı) (%) Bulguları

Boza tozu üzerine farklı oranlarda (%0-%5-%15) peyniraltı suyu protein (PAS) ilavesinin, PAS ilave oranı arttıkça brix° değerini artırdığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.1 de görüldüğü gibi brix° oranındaki bu değişim istatistiki açıdan önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. 90 günlük depolama süresince ise brix° değerlerindeki değişim %15PASTB örnekleri için istatistiki açıdan önemsiz ($p>0,05$) bulunurken %0 ve %5PASTB örnekleri için istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) olduğu görülmektedir. Bunların yanı sıra brix bulguları şekil 4.1’de de görüldüğü üzere ilk 45 günlük depolamadan sonra önemli($p<0,05$) bir azalış göstermektedir.

Bunlarla birlikte bu çalışma için elde edilen brix bulgularında, brix değerinin PAS ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Takviye olarak eklenen PAS yüzdesinin artışına bağlı olarak brix değerinin önemli($p<0,05$) oranda azalma eğilimi göstermesi boza tozlarının PAS tozlarına göre daha yüksek brix° değerine sahip olması ile ilişkilendirilmiştir.

Bunlara ek olarak yapılan bu çalışma için en düşük brix° değeri şekil 4.1’de de belirtildiği üzere %15PASTB örneklerinde 0. Günde 6,91 olarak ölçülmüştür. Buna karşılık en yüksek brix° değeri ise kontrol grubunda(%0PASTB) 90.gün 7,3 olarak ölçülmüştür. Bu durumda brix° ve nem değerlerinin ters orantılı etkileşimde olduğu bilindiği üzere yine bu çalışma için depolama boyunca azalan brix değeri ile yine bu çalışmada ölçülen nem ve aw parametrelerinin depolama boyunca artması ile ilişkilendirilmiştir.

Bilindiği üzere kurutma ortamının bildirilen toplam katı içeriği genellikle %20 ila %30 (a/h) aralığındadır. Bu değerler, farklı LAB suşlarının yüksek hayatta kalmasını sağlamak için optimal olarak kabul edilmiştir (Teijeiro, 2018).

Benzer başka bir çalışmada ise Uçak (2022), 23 farklı boza boza örneğinin kuru madde miktarlarını %13,79-28,04 aralığında rapor etmiştir (Uçak, 2022). Yapılan bu çalışmadaki bulgular, PASTB örnekleri için ölçülen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun kurutma yönteminden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Benzer bir çalışmada ise, 2020 yılında peyniraltı suyu protein (%0, %1, %2) takviyeli yoğurt için bakteri kültürleri üzerinde yapılan bir çalışmada kuru madde miktarı(brix) kontrol grubunda 12,58-12,64 aralığında olarak bildirilmiş; bu değer artan PAS miktarına bağlı olarak arttığı, 28 günlük depolama boyunca ise azaldığı rapor

edilmiştir (Brodziak ve ark., 2020). Görüldüğü üzere benzer çalışmalar incelendiğinde depolama boyunca gözlemlenen azalma, literatür ile benzerlik göstermektedir.

Bunların yanı sıra yorum yapmak gerekirse; brix° değerinin daha yüksek olması istenirse toz boza örneklerine daha yüksek yüzdede PAS takviyesi; aksi şekilde sabit brix° değeri istenir ise daha düşük PAS takviyesi önerisi sunulabilir.

4.3 Nem Bulguları

Boza tozu üzerine farklı oranlarda (%0-%5-%15) peyniraltı suyu protein (PAS) ilavesinin, PAS ilave oranı arttıkça nem değerini artırdığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi nem oranındaki bu değişim sadece %15PASTB örnekleri için istatistiki açıdan önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. %0 ve 5 %5PASTB örnekleri için artış yine bir artış belirtilmekle birlikte bu artışın istatistiki açıdan önemsiz ($p>0,05$) olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2: Nem ve aw (su aktivitesi) parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi

<i>Parametre</i>	<i>Örnek</i>	<i>0.Gün</i>	<i>45.Gün</i>	<i>90.Gün</i>
Nem	0% PASTB	1,77±0,11 ^{bC}	4,37±0,31 ^{aB}	5,52±0,22 ^{aA}
	5% PASTB	1,93±0,12 ^{bC}	4,19±0,25 ^{aB}	5,26±0,27 ^{aA}
	15% PASTB	2,26±0,11 ^{aC}	4,15±0,36 ^{aB}	5,05±0,58 ^{aA}
Aw	0% PASTB	0,11±0,0 ^{aC}	0,29±0,0 ^{aB}	0,31±0,0 ^{aA}
	5% PASTB	0,13±0,0 ^{aC}	0,3±0,02 ^{aB}	0,32±0,02 ^{aA}
	15% PASTB	0,15±0,0 ^{aC}	0,3±0,02 ^{aB}	0,31±0,03 ^{aA}

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

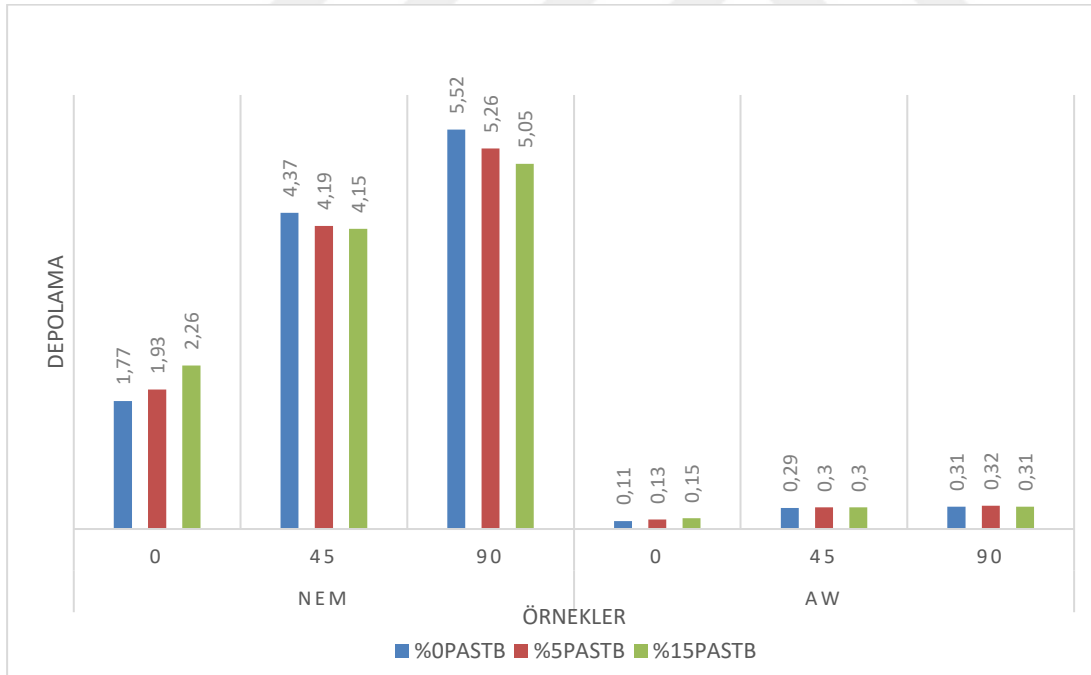
**Ortalama ± std; hatayı işaret etmektedir.

***Aynı satırda, farklı büyük harfli üst simge harflere sahip değerler günler arası anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$).

****Aynı sütunda, farklı küçük üst simge harflere sahip değerler örnekler arası anlamlı farklılıklara işaret etmektedir ($P < 0,05$).

Depolama boyunca örneklerin nem değerleri incelendiğinde ise şekil 4.2’de de görüldüğü üzere 90 gün boyunca en fazla artışın kontrol grubunda olduğu ve bu artışın istatistiki açıdan önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Buna ek olarak en yüksek nem değeri %0PASTB örneklerde 90. Gün 5,52 olarak; en düşük nem değeri ise %15PASTB örneklerde 0. Gün 1,77 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.2). Bunlar göz önüne alındığında Şekil 4.2’de gözlemlenen artışın PAS yüzdesi ile değil depolama faktörü ile daha ilişkili olduğu çizelge 4.2’de görülmektedir. Bu durum Örneklerle ilave edilen PAS yüzdeleri arttıkça 90 günlük bu periyotta gözlemlenen artışın düşmesi PAS’ın depolama boyunca boza tozu örneklerinde meydana gelen nem değişimi kadar değişim göstermemesi olarak yorumlanmıştır. Bunların yanı sıra benzer çalışma bulgularından yapılan yorumların; peyniraltı suyu proteinin, boza tozu örneklerine göre daha düşük nem içerdiği şeklindedir.

Peyniraltı suyu proteinin depolama boyunca değişimini amaçlayan başka bir çalışmada ise nem düzeyi %3,04 olarak kaydedilmiş ve bu değerim depolama boyunca sürekli arttığını bildirmiştir (Rathour, 2016).



Şekil 4.2: Nem ve aw (su aktivitesi) parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

Benzer şekilde çeşitli bifidus sütleri ile hazırlanmış süt tozu karışımını inceleyen bir çalışmada nem içeriği %4,82 olarak rapor edilmiş, 120 günlük depolama boyunca sürekli artış gösterdiği ve depolama sonunda %6,23-5,62 aralığında ölçüldüğü bildirilmiştir. (Selvamuthukumaran, 2016).

Bajva ve ark., 2017 yılında soya yoğurduna peyniraltı suyu protein ve yağsız süt tozu takviyesi yapmayı amaçlayan bir çalışmada PASC35 nem değerini (%) 5,75 olarak kaydetmiştir (Bajva ve ark., 2017). Bununla birlikte Pala 2012 yılında 2 farklı kurutma şekli ile elde ettiği boza tozu için normal kurutma yönteminde %6,76 bulurken; vakumlu kurutma ile elde ettiği boza tozunda %8,94 olarak bildirmiştir (Pala, 2012). Literatürdeki benzer çalışmalar incelendiğinde bu bulguların çalışmamız ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Bunlara ek olarak depolama boyunca örneklerdeki nem bulguları artışı, liyofilizasyon sırasında sübliminyasyon yolu ile buharlaşmayan buz parçalarının çözünmesi olarak yorumlanmıştır. Bir diğer sebep ise doypack ambalajların dış ortamdan nem geçirgenliği sağlaması olabilmektedir. Fakat bu sebep; doypack ambalajların seçici geçirgen alüminyum yapıları sebebiyle daha düşük bir ihtimal olarak düşünülmektedir. 2015 yılında yapılan bir çalışmada kayısıli yulaf örnekleri doypack ambalajda 9 aylık depolamadan sonra en yüksek nem içeriğini ve en iyi duyusal özellikleri gösterdiği belirtilmiştir (Senhova ve ark., 2015). Bu durumda literatürdeki bu çalışma, yapılan bu çalışmadaki sonuçlar ile örtüşmektedir.

Dolayısıyla nem parametresinin daha stabil kalmasının istendiği durum ya da durumlar için, iki farklı öneri sunulabilir; ilki liyofilizasyon metodunun süresinin uzatılarak, sübliminyasyon yöntemi ile buharlaşan su miktarını artırmak ya da bir diğer öneri ise daha farklı bir ambalaj metodu tercih etmektir.

4.4. Aw (Su Aktivitesi) Bulguları

Boza tozu üzerine farklı oranlarda (%0-%5-%15) peyniraltı suyu protein (PAS) ilavesinin, PAS ilave oranı arttıkça aw değerini artırdığı tespit edilmiş fakat bu artışların istatistiki açıdan önemsiz($p>0,05$) olduğu saptanmıştır. Ele alınan depolama faktörünün ise 90 boyunca istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) olduğu görülmüştür.

Örnekler, depolama faktörü ile birlikte incelendiğinde depolama boyunca tüm örneklerde aw değerinin istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) oranda artış görülmekte olup

çizelge 4.2 incelendiğinde bu artışın PAS ile önemli bir etkisi olmadığı ($p > 0,05$), değişimlerin depolama faktörü ile ilişkili olduğu görülmüştür (Şekil 4.2).

Depolama boyunca meydana gelen bu artışın aynı örneklerde meydana gelen ve depolama boyunca gözlemlenen nem artışı ile ilişkilendirilmiştir. Teijeiro, 2018 yılında yaptığı bir çalışmada sprey kurutma yöntemi ile elde edilen yağı alınmış kefir tozlarının ve içindeki peynir altı suyunun (peyniraltı suyu permeate) aw değeri 0,21 olarak bildirilmiştir (Teijeiro, 2018).

Benzer bir diğer çalışmada ise peyniraltı suyu protein ilave edilen çeşitli atıştırılabilirliklerin raf ömrünün incelendiği bir çalışmada örneklerdeki su aktivitesi 0,323 olarak kaydedilmiş olup depolama boyunca sürekli artış gösterdiği rapor edilmiştir; 180 gün sonunda ise aw değeri 0,458 olarak bildirilmiştir (Bharatbhai, 2019).

Ukuku, 2015 yılında yaptığı bir çalışmada %35 ve %80 protein içeren peynir altı tozları (PASC35 ve PASC80) için 3 farklı sıcaklık, 2 farklı bağıl nem ve 2 farklı ambalajda 18 aylık depolama için bazı mikrobiyolojik parametrelerinin incelendiği bir çalışmada yüksek bariyer özellikli ambalaj ve standart ambalajın her ikisi için de PASC35 için depolama öncesi su aktivitesi 0,28 olarak ölçülmüş, bu değerlerin depolama boyunca artış gösterdiğini bildirmişlerdir (Ukuku, 2015).

Benzer şekilde Brodziak ve ark., 2020 yılında peyniraltı suyu protein (%0, %1, %2) takviyeli yoğurt için bakteriyel kültürler üzerinde yaptığı bir çalışmada kuru madde miktarı kontrol grubunda 0,938-0,958 aralığında bulunmuş artan PAS miktarına bağlı olarak arttığı; bu artışın 28 günlük depolama boyunca devam ettiği belirtilmiştir (Brodziak ve ark., 2020).

İncelenen diğer benzer çalışmalarda görüldüğü üzere depolama boyunca önemli artışların diğer çalışmalarda da belirtildiği saptanmıştır. Aksi şekilde takviye edilen PAS miktarlarının aw bulguları üzerinde önemli olduğu diğer çalışmalarda belirtilirken yapılan bu çalışma için PASTB örneklerindeki PAS yüzdesinin aw değerleri üzerinde önemli bulunmadığı ($p > 0,05$) görülmüştür. Bunun sebebi olarak PAS eklenen ana örneklerin diğer çalışmalarda farklı olması olarak düşünülmektedir. Bunlarla birlikte gözlemlenen bu artışın aynı çalışmada ele alınan nem bulguları artışı ile paralellik gösterdiği görülmüş ve aw artışı örneklerdeki nem artışı ile ilişkilendirilmiştir. Aw miktarının sabit tutulması gereken durum ya da durumlar için öncelikle nem faktörünün sabit tutulması gerektiği kanaatine varılmıştır.

4.5 Renk (L^* , a^* , b^*) Bulguları

Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere tüm örnekler için L^* değerinin 90 günlük periyotta önemli ($p<0,05$) oranda arttığı sonucuna varılmıştır. Bunlara ek olarak Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere örneklerin PAS yüzdeleri a^* değeri üzerinde istatistiki açıdan anlamlı($p>0,05$) bulunmamıştır. Bunların yanı sıra a^* değeri ilk 45 günlük periyotta istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) oranda düşüş yaşamış fakat sonraki 45 günlük periyottaki değişimi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır($p>0,05$). Yapılan bu çalışmada elde edilen b^* değeri bulguları çizelge 4.3’de de görüldüğü üzere PAS yüzdesi arttıkça b^* değerinde istatistiki açıdan önemsiz ($p>0,05$) bir artış gözlemlenmekle birlikte; depolama günü için sadece 90. Gün %15 katkılı örneklerde b^* değerinde istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) bir yükseliş olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.3: Renk (L, a, b) parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi

<i>Parametre</i>	<i>Örnek</i>	<i>0.Gün</i>	<i>45.Gün</i>	<i>90.Gün</i>
L^*	0% PASTB	84,3±0,80 ^{aA}	83,97±0,55 ^{bA}	84,69±0,38 ^{bA}
	5% PASTB	85±0,26 ^{aA}	84,85±0,29 ^{abA}	85,07±0,56 ^{bA}
	15% PASTB	86,88±3,89 ^{aA}	85,2±0,18 ^{aA}	85,98±0,15 ^{aA}
a^*	0% PASTB	0,32±0,31 ^{aA}	(-)0,39±0,18 ^{aB}	(-)0,44±0,47 ^{aB}
	5% PASTB	0,24±0,18 ^{aA}	(-)0,35±0,12 ^{aB}	(-)0,18±0,40 ^{aA}
	15% PASTB	(-)0,21±0,25 ^{bA}	(-)0,45±0,06 ^{aB}	(-)0,04±0,25 ^{aA}
b^*	0% PASTB	17,59±0,56 ^{aA}	16,57±0,36 ^{aB}	16,85±0,78 ^{aB}
	5% PASTB	17,8±0,31 ^{aA}	17,25±0,38 ^{aB}	17,03±0,60 ^{aB}
	15% PASTB	17,93±0,32 ^{aA}	17,59±0,41 ^{aB}	18,25±0,2 ^{bB}

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

**Ortalama ± std; hatayı işaret etmektedir.

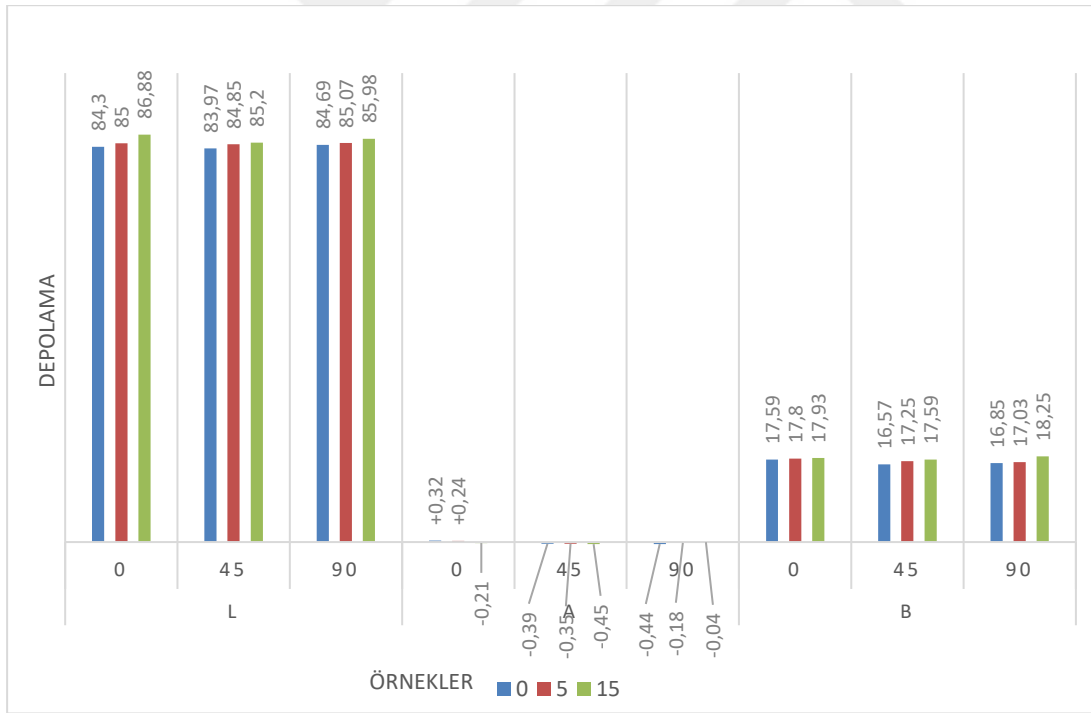
***Aynı satırda, farklı büyük harfli üst simge harflere sahip değerler günler arası anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$).

****Aynı sütunda, farklı küçük üst simge harflere sahip değerler örnekler arası anlamlı farklılıklara işaret etmektedir ($P < 0,05$).

4.5.1. L^* (parlaklık) değeri

Boza tozu üzerine farklı oranlarda (%0-%5-%15) peyniraltı suyu protein (PAS) ilavesinin, PAS ilave oranı arttıkça L^* değerini artırdığı tespit edilmiştir. Çizelge 4.3’de PAS takviyesi arttıkça L^* değerinde istatistiki açıdan önemli ($p<0,05$) bir artış olduğu fakat depolama faktörünün PAS faktörünün tam aksine istatistiki açıdan önemli olmadığı($p>0,05$) görülmektedir.

L^* değerinde depolama boyunca istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık olmaması örneklerin muhafazası için tercih edilen doypack ambalajların metalize olarak tercih edilmesi ve dolayısıyla ışık geçirgenliğinin minimum düzeyde tutulması ile ilişkilendirilmiştir. Bunların yanı sıra şekil 4.3’de görüldüğü üzere en düşük L^* değeri 83,97 olarak %0PASTB 45. Günde, en yüksek L^* değeri ise 86,88 olarak %15PASTB 0. Günde ölçülerek L değerindeki azalış belirgindir Fakat bu artışın depolama faktörü ile değil örnek faktörü ile ilişkili olduğu görülmektedir(Çizelge 4.3).



Şekil 4.3: Renk (L^* , a^* , b^*) parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

Akal ve ark., ise 2022 yılında ayran içeceğine %5,10 ve 15 oranlarında peyniraltı suyu tozu karıştırması sonucunda yaptığı analizlerde L değerini sırasıyla 94,5, 88,6 ve 84,3

olarak rapor etmiş, 15 günlük depolama boyunca anlamlı bir farklılık gözlemlenmediğini bildirmiştir. Benzer şekilde Wherry, 2019 yılında yoğurt örneklerine peyniraltı suyu protein takviyesi ile protein zenginleştirilmesi yapmayı amaçlayan bir çalışmada APAS (Asidik peyniraltı suyu protein) ile yapılan yoğurt karışımının daha beyaz (L^* değeri yüksek), daha az yeşil (a^* değeri düşük) ve yağsız süt proteini (kontrol) ile yapılan yoğurttan daha sarı (b^* değeri yüksek), SPAS (Tatlı peyniraltı suyu protein) ile yapılan yoğurt karışımı daha az beyaz (L^* değeri düşük), daha az yeşil (a^* değeri düşük) ve APAS (Asidik peyniraltı suyu protein) ile yapılan karışımdan daha sarı (b^* değeri yüksek) olarak rapor etmiştir (Wherry, 2019).

Yapılan bu çalışmada PASTB örnekleri için L^* değerlerindeki örneklerin kendi içinde gözlemlendiği anlamlı ($p < 0,05$) farklılık için iki farklı yorum düşünülmektedir. İlk yorum olarak PAS tozlarının boza tozlarına göre daha açık renkli (parlak) olması (bknz. Şekil 3.3); diğer bir yorum olarak ise PAS içindeki kazeine ve yansıyan ışığa bağlanan çözünür süt proteinlerinin denatürasyonunun bir sonucu olarak düşünülmesi olmuştur ve literatürdeki benzer çalışmalarla kıyaslandığında paralel sonuçlar karışımıza çıkmaktadır.

Bunlarla birlikte L^* değerinin daha uzun süre stabil kalması istenirse örneklerin depolama sıcaklığı olarak; oda sıcaklığı ($+24^{\circ}\text{C}$) değil, buzdolabı sıcaklığı ($+4^{\circ}$) ele alınabilir ki iç tepkimelerin buzdolabı koşullarında yavaşladığı bilinmektedir.

4.5.2. a^* değeri (kırmızıdan yeşile doğru)

Boza tozu üzerine farklı oranlarda (%0-%5-%15) peyniraltı suyu protein (PAS) ilavesinin, PAS ilave oranı arttıkça a^* değeri için Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere örneklerle %0 ve %5 PAS takviyeleri a^* değeri üzerinde istatistiki açıdan anlamlı bulunmamış ($p > 0,05$), sadece %15 PAS takviyesi anlamlı ($p < 0,05$) bulunmuştur . Bunların yanı sıra a^* değeri ilk 45 günlük periyotta istatistiki açıdan önemli ($p < 0,05$) oranda düşüş yaşamış fakat sonraki 45 günlük periyottaki değişimi istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Yapılan bu çalışmada şekil 4.3’de de görüldüğü üzere en yüksek a^* değeri $+0,32$ ile 0. Gün %0 PASTB örneklerinde, en yüksek b^* değeri ise 45. Gün %15 PASTB örneklerinde $-0,45$ olarak ölçülmüştür. Bu değişimin depolama günü artışı ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Bunun sebebi çizelge 4.3’de ise örneklerin, PAS ile önemli bir ilişkisi olmadığının ($p > 0,05$) görülmesi ile doğrulanmıştır.

Depolamaya bırakılan örneklerde meydana gelen değişimlerin çoğunlukla iç etkenlere bağlı olduğu düşünülmektedir. Depolama kaynaklı en önemli değişimlerden biri, enzimatik olmayan esmerleşme olarak da bilinen maillard reaksiyonudur (MR), ya proteinler ya da peptitler üzerindeki amino gruplarının indirgen şekerlerle reaksiyonuyla başlar. Süt ürünleri bağlamında, lizin kalıntıları laktoz ile etkileşime girer, MR'ye atfedilen kimyasal reaksiyonlara ek olarak, agregasyon, protein modifikasyonuna giden başka bir yoldur. Agregasyon kinetiği, süt ürünleri matrislerinin dokusunu (örn. reolojik özellikler) ve sonuç olarak fonksiyonel ve besleyici niteliklerini etkileyebileceğinden son derece önemlidir. Bunların yanı sıra yüksek sıcaklıkta depolamanın (≥ 40 °C) yoğun protein laktosilasyonuna ve protein denatürasyonuna yol açtığı gösterilmiştir.

Bilindiği üzere laktosilasyon, yüksek sıcaklıkta depolama sırasında meydana gelen ilk olgudur. Bu laktosile edilmiş proteinler, MR tarafından tüketilmekte ve depolama sırasında tespit edilen laktosile edilmiş proteinlerin azalmasına neden olmaktadır (Martin ve ark., 2022). Literatürde yer alan süt grupları, şeker grupları, protein grupları başta olmak üzere birçok grupta yaşanan bu değişimlerin renk parametrelerinde etkili rol oynadıkları düşünülmektedir.

Benzer bir çalışmada ise Ar ve Ocak, 2021 yılında yaptığı ayran içeceğinin konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere kurutma farklılıklarını incelemiş; liyofilize ayran tozlarının L^* değerini 95,26, a^* değerini (-) 0,31, b^* değerini ise 13,99 olarak bildirmiş, 90 günlük depolama boyunca anlamlı bir farklılık kaydetmemiştir. İncelenen bu çalışmada depolama faktörünün önemsiz olduğu bildirilirken çalışmalarında incelenen örneklerin farklı olması sebebiyle bu sonuca vardıkları düşünülmektedir. Bunlara ek olarak yapılan bu çalışmada örnekler, depolama faktörü ile birlikte incelendiğinde şekil 4.3'de belirtildiği üzere; a^* değerinin hem PAS yüzdesi ile hem de depolama faktörü ile ilişkilendirilmiştir.

Benzer şekilde peyniraltı suyu protein (%0, %1, %2) takviyeli yoğurt için bakteri kültürleri üzerinde yaptığı bir çalışmada a^* değeri kontrol grubunda (-)4,35- (-)4,36 aralığında bulunmuş; PAS miktarı ve gün artışına bağlı olarak yükseldiği bildirilmiştir (Brodziak ve ark., 2020). Literatürdeki diğer benzer çalışmalar incelendiğinde takviye yüzdeleri, hammadde farklılığı, depolama süresi gibi faktörlerin farklılığı sebebi ile sonuçların PASTB örnekleri için gözlemlenen sonuçlar ile benzerlik göstermediği düşünülmektedir. Bunlarla birlikte a^* değerindeki stabilizasyonun L^* değeri ile benzer

şekilde buzdolabı koşullarında depolanan örnekler için daha kolay sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

4.5.3 b^* Değeri (sarıdan maviye doğru) Bulguları

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere boza tozu üzerine farklı oranlarda (%0-%5-%15) peyniraltı suyu protein (PAS) ilavesinin ve depolama faktörleri b^* değeri bulguları üzerinde istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) olarak doğrudan ilişkilendirilmiştir. Bunlarla birlikte; depolama günü arttıkça ilk 45 günlük periyotta b^* değerinde istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) bir düşüş olduğu saptanmış son 45 günlük periyotta dalgalanmalar görülmüş fakat istatistiki açıdan anlamlı bulunmamıştır($p>0,05$). Fakat PAS yüzdesi sadece 90. Gün %15 takviye grubunda ancak istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) bir artış gözlemlenmiştir Depolama boyunca meydana gelen bu düşüşün L^* değeri ile bir ilişkisi olabileceği düşünülmektedir. Öte yandan depolama sırasında gerçekleşebilen laktosilasyon tepkimeleri, protein toplanmasını destekleyen güçlü reaktif türler açığa çıkarmaktadır.

Lisin gibi reaktif amino asit kalıntıları, depolama sırasında süt proteini konsantresi tozlarının toz çözünürlüğünde bir kayba yol açan molekül içi veya moleküller arası çapraz bağlar oluşturabileceği sebebi ile depolama boyunca bir dalgalanma yaşanabileceği düşünülmektedir.

Bunlarla birlikte en yüksek b^* değeri 90. Gün %15PASTB örneklerinde 18,25 olarak; en düşük b^* değeri ise 45. Gün %0 PASTB örneklerinde ölçülmüştür (Şekil 4.3).

Benzer şekilde ayran içeceğine %5,10 ve 15 oranlarında peyniraltı suyu tozu karıştırmasını ele alan bir çalışmada yapılan renk analizlerinde L^* değerini 94,5, 88,6 ve 84,3; a^* değerini 11,1, 14,3 ve 18,4 ve b^* değerini ise 7,6, 9,6 ve 13,3 olarak rapor etmiştir. 15 günlük depolama boyunca L^* ve a^* değeri önemli ölçüde değişmediğini belirtirken, b^* değerinin artış gösterdiğini vurgulamıştır (Akal ve ark., 2022).

Bunlarla birlikte boza tozu ilave edilen hamurla elde edilen ekmekleri baz alan bir diğer çalışmada ise ekmek hamurları için ölçülen b^* değerinin ise 12,98-13,36 olarak rapor edildiği ilave edilen boza tozunun önemli bir farklılık yaratmadığı bildirilmiştir (Pala, 2012). Literatürde incelenen diğer benzer çalışmalar için b^* değerinin takviye gruptan etkilenmediği ve fakat depolamadan etkilendiği bildirilmiş olup bu durum %0 ve %5PASTB örnekleri ile örtüşmektedir. Fakat hammadde ve takviye yüzdeleri değişkenliği sebebi ile depolama boyunca ivmeleri benzerlik gösterse de sonuçlar yapılan bu çalışmanın sonuçları ile farklılık göstermektedir.

Ayrıca tozun sevkiyatı ve/veya depolanması sırasında oluşan MR, tozun esmerleşmesine ve geri dönüşü olmayan bir aşamaya karşılık gelmesine neden olabilir (Martin ve ark., 2022). Tüm bunlar ele alındığında diğer renk parametreleri gibi b değerinin de buzdolabı koşullarında daha stabil kalacağı düşünülmektedir.

4.6 LAB (Laktik Asit Bakterileri) Bulguları

Çizelge 4.4’ de görüldüğü üzere LAB değerleri örneklerin her biri için istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) bulunmuştur. Bu durumda PAS miktarının, liyofilize toz boza örnekleri için önemli LAB artışına sebep olduğu düşünülmüştür. LAB’nin protein içeriği yüksek besiyerlerde daha çok ürediği bilinmektedir (Aydın, 2016). Dolayısı ile LAB artışı beklenen bir durumdur. Düşük pH, yüksek laktik asit konsantrasyonu, yüksek asit yüzdesi ve peynir altı suyunun kalsiyum fosfat içeriğinin gıdalarda PAS’nin bileşen olarak kullanılmasını zorlaştırdığı bilinmektedir (Wherry, 2019). Bunların yanı sıra depolama boyunca ise LAB değerinde istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) bir düşüş gözlemlenmiştir. Bunun sebebi depolama boyunca PASTB örneklerinin su aktivitesinin bakterilerin üremesi için gerekli olan su aktivitesi sınırından daha düşük seyretmesi ile ilişkilendirilmiştir.

Bilindiği üzere mikroorganizmaların birçoğu 0.91 aw değeri altında gelişim gösterememektedir (Aydın,2016).

Dolayısıyla şekil 15.de gözlemlenen önemli($p<0,05$) azalma; 90 gün boyunca yeterli aktif su(a_w) bulamayan bakterilerin, aktivasyonlarını durdurarak inaktif forma geçiş yapmaları olarak yorumlanmıştır.

Bunların yanı sıra probiyotik ürünler g başına en az 10^7 (7 log) canlı bakteri içermelidir. Ayrıca Uluslararası Süt Ürünleri Federasyonu (IDF), *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus acidophilus* gibi diğer bakteri kültürlerinin kullanımını da onaylamıştır. Bu gıda kategorisinin benzersiz matrisi bilindiği üzere; içinde bulunduğu besinlerin kalitesini ve emilen besin miktarını artırmaktadır (Aneta Brodziak, 2020).

Bu durumda yapılan bu çalışmada tercih edilen liyofilizasyon metodunun örneklerin probiyotik olması için gerekli olan minimum 10^7 (7 log) canlı bakteri şartını 0. Gün için koruduğu görülmektedir.

Bunların yanı sıra depolama boyunca gözlemlenen inaktivasyon durumunun sebebi olan nem ve aw miktarındaki stabilizasyon; doypack ambalajların seçici geçirgen özelliği ile ilişkilendirilmiştir.

Dolayısıyla LAB değerinin sağladığı laktik asit oranı göz önünde bulundurulduğunda LAB değerinin minimum değeri olduğu gibi örnekler için bir de maksimum değerinin olması gerektiği düşünülebilir.

Bunlarla birlikte Pala, 2012 yılında yaptığı bir çalışmada farklı yöntemlerle elde ettiği boza tozlarının LAB değerlerini normal kurutma için 1,24; vakumlu kurutma için ise 1,30 logkob/g olarak bildirmiştir. Bu sonuçlar ele alındığında liyofilizasyon teknolojisinin mikroorganizmaların stabilizasyonunda literatürdeki benzer kurutma yöntemlerine göre daha başarılı olduğu düşünülebilir.

Çizelge 4.4: LAB ve toplam canlı parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi (log/kob)

<i>Parametre</i>	<i>Örnek</i>	<i>0.Gün</i>	<i>45.Gün</i>	<i>90.Gün</i>
LAB	0% PASTB	7,09±0,12 ^{aA}	5,52±0,36 ^{bB}	3,76±0,18 ^{cC}
	5% PASTB	7,11±0,11 ^{aA}	5,4±0,27 ^{bB}	3,74±0,12 ^{cC}
	15% PASTB	7,28±0,36 ^{aA}	5,85±0,31 ^{bB}	4,16±0,09 ^{cC}
Toplam Canlı	0% PASTB	7,72±0,20 ^{aA}	6,16±0,09 ^{bB}	3,54±0,36 ^{cC}
	5% PASTB	8,49±0,23 ^{aA}	6,23±0,08 ^{bB}	4,08±0,11 ^{cC}
	15% PASTB	8,98±0,19 ^{aA}	6,23±0,23 ^{bB}	4,28±0,11 ^{cC}

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

**Ortalama ± std; hatayı işaret etmektedir.

***Aynı satırda, farklı büyük harfli üst simge harflere sahip değerler günler arası anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$).

****Aynı sütunda, farklı küçük üst simge harflere sahip değerler örnekler arası anlamlı farklılıklara işaret etmektedir ($P < 0,05$).

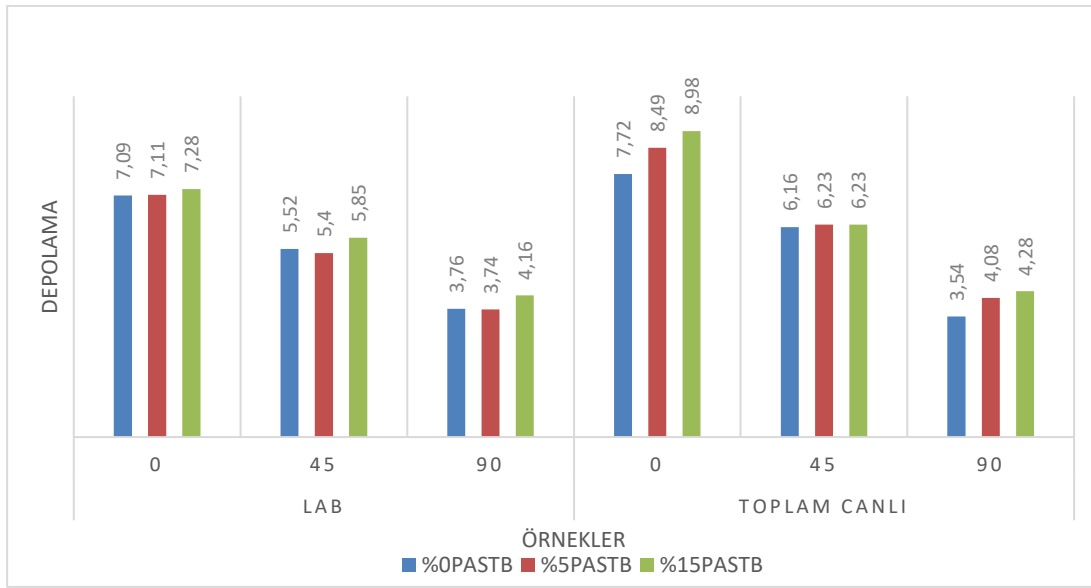
Liyofilizasyon metodundan önce malzemedeki suyun dondurulması kimyasal, biyokimyasal ve mikrobiyolojik süreçleri engellemektedir (Nowak ve Jakubczyk, 2020).

Ayrıca metot boyunca düşük sıcaklık tercih edilmesi ise gıdaları yüksek ısının sebep olduğu bozunmalardan korumaktadır.

Diğer benzer çalışmalarda ise, sprey kurutma yöntemi ile elde edilen yağı alınmış kefir tozlarının ve içindeki peynir altı suyunun (peyniraltı suyu permeate) LAB değerini sırasıyla 8,9 ve 8,1 logCFU/g olarak bildirilmiştir (Teijeiro, 2018).

Benzer şekilde 3 farklı kurutma yöntemi ile elde edilen keçi sütü kefir tozlarının liyofilize olan toz gruplarında ise LAB değerini 7,14 olarak rapor edilmiştir (Rizqiati, 2020).

Bunların yanı sıra keçi sütü kefirine Moringa [(Moringa Oleifera; son dönemlerde popüler olmuş liflerinden çay yapılan bir bitki türü)] tozu karıştırılarak yapılan benzer bir çalışmada, kontrol grubunda LAB, ± 6 cfu/kob olarak ölçülürken moringa yüzdesi arttıkça LAB'de düşüş olduğu rapor edilmiştir (Wulansari, 2021).



Şekil 4.4: LAB ve toplam canlı parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi (log/kob)

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

Örneklerin LAB değeri depolama boyunca şekil 4.4’de belirtildiği üzere %0PASTB örneklerde 90. Gün 3,76 log/kob ile en düşük; %15PASTB örneklerde 0. Gün 7,28 log/kob ile en yüksek değeri ölçülmüştür ve istatistiki açıdan önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur.

Bu parametrenin depolama boyunca ise tüm örnekler için süregelen önemli ($p < 0,05$) bir azalma eğilimi gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.4).

Bu durum Çizelge 4.4’deki bulgularla paralellik göstermekte olup aynı şekilde aw değerinin üremeye uygun olmaması sonucu bakterilerin inaktivasyon ve kapsülasyon olma durumları ile ilişkilendirilmiştir.

Benzer şekilde Jameed Lor (Jameed Curd) peynirine (Jameed; Ürdün ve çevresine özgü bir çeşit et yemeği, Jameed Lor; bu yemeğin sosu olması için özel olarak üretilen mayalanmış keçi sütünün kurutulması ile elde edilen bir çeşit süt ürünü.) ve inek sütünden yapılmış lor peynirine farklı yüzdelerde (%0, %15, %20) peyniraltı suyu protein karıştırılması ile elde edilen örneklerin incelendiği bir çalışmada LAB değerinin $14-31.10^3$ aralığında olduğu ve PAS yüzdesi arttıkça LAB değerinin arttığı, depolama günü arttıkça ise LAB değerinin düştüğü rapor edilmiştir (Magdy, 2017). Litetürdeki diğer benzer çalışmalarda elde edilen bulgular incelendiği üzere, çalışmamız ile paralellik gösterdiği görülmektedir.

Bunlarla birlikte PASTB örnekleri için raf ömrünün 3 ay ile kısıtlanmaması ve daha da uzatılması yönünde yapılacak olan diğer çalışmalar için depolama sıcaklığının düşürülmesi [buzdolabı koşulları(+4°C)] raf ömrünün artırılması için daha iyi bir seçenek sunabilir. Düşük sıcaklığın LAB'nin üremesini yavaşlatacağı düşünülmektedir.

4.7 Toplam Canlı Bakteri Bulguları

Çizelge 4.4'de görüldüğü üzere PASTB örnekleri için toplam canlı bulguları, örneklere ilave edilen PAS yüzdeleri ve depolama faktörlerinin her ikisi içinde istatistiki açıdan anlamlı($p<0,05$) bulunmuştur. PAS yüzdesinin artışı toplam canlı miktarını istatistiki açıdan önemli($p<0,05$) oranda artırmakta; muhafaza edilen gün sayısı arttıkça istatistiki açıdan önemli ($p<0,05$) oranda düşmektedir. En yüksek toplam canlı değeri 0. Gün %15PASTB örneklerinde 8,98 log olarak; en düşük toplam canlı değeri ise 90. Gün %0PASTB örneklerde 3.54 log olarak ölçülmüştür (Şekil 4.4). PAS miktarı artışına bağlı olarak gözlemlenen artışın, depolama boyunca yerini azalışa bıraktığı görülmüştür. Bu durum çizelge 4.4'de yer alan verilerle benzer şekilde yorumlanmıştır.

Bu durum PAS miktarı arttıkça toplam canlı miktarındaki artış protein miktarından olumlu etkilenen LAB'nin artışı ile ilişkilendirilmiştir ve 90 günlük depolama boyunca bakterilerde kontrol dışı üreme gözlemlenmemesi ve buna ek olarak tamamen inaktive olmaması ile de canlılığını hala sürdürdüğü düşünülmektedir (Çizelge 4.4).

PASTB örnekleri için ölçülen toplam canlı literatürdeki diğer benzer çalışmalarla paralellik göstermektedir. Yapılan bu çalışmada depolama boyunca gözlemlenen azalma; nem ve aw miktarının stabilizasyonu ile açıklanabilmektedir.

Bunların yanı sıra farklı yöntemlerle elde ettiği boza tozlarının toplam canlıyı normal kurutma için 2,48; vakumlu kurutma için ise 2,70 logkob/g olarak rapor edilmiştir (Pala, 2012).

Pala'nın 2012 yılında yaptığı çalışmasındaki toplam canlı miktarlarının PASTB örnekleri için tercih edilen liyofilizasyon metodu sonucunda elde edilen toplam canlı miktarlarına göre oldukça düşüktür.

Bu durum liyofilizasyon metodunda tercih edilen düşük sıcaklığın bakterilerde önemli bir kayba sebep olmaması ile ilişkilendirilmiştir. Dolayısı ile yapılan bu çalışmanın amacı olan prebiyotik bir ürün olan bozanın raf ömrünün uzatılması için istenilen kendi mikrobiyotasında yer alan canlıların stabilizasyon kontrolünü liyofilizasyon ile; bunun yanında dışarıdan kontaminasyona izin vermemesini ise metalize doypack ambalajlar ile sağladığı sonucuna varılmıştır.

Benzer şekilde ayran içeceğinin konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere kurutma farklılıklarını inceleyen bir çalışmada; liyofilize ayran tozlarının toplam canlı değerini 4,91 log olarak rapor edilmiş, depolama boyunca anlamlı bir farklılık kaydedilmemiştir (Ar ve Ocak, 2021).

Yine benzer bir çalışmada labne peynirine, kontrol grubunun (%0) yanı sıra (%5, 10, 15, 20, 25) peyniraltı suyu protein karıştırılması ile edilen 5 farklı yeni örnek için 21 gün süreyle 5°C'de depolanmasını inceleyen benzer bir çalışmada ve depolama başlangıcında toplam canlı değerini %0 için 135, %5 için 141 ve %15 için ise 144.10⁶ olarak rapor edilmiştir (Hamad, 2014). Abdelreda, 2016 yılında süt tozlarında mikrobiyolojik analiz yapmış ve toplam canlı değerini tespit edememiştir (Abdelreda, 2016).

Benzer şekilde keçi sütü kefirine Moringa [(Moringa Oleifera; son dönemlerde popüler olmuş liflerinden çay yapılan bir bitki türü)] tozu karıştırılarak yapılan bir çalışmada, kontrol grubunda toplam canlı ± 8 cfu/kob olarak ölçülürken moringa yüzdesi arttıkça toplam canlıda düşüş olduğu rapor edilmiştir (Wulansarı, 2021).

Yine çeşitli oranlarda peyniraltı suyu protein ve Moringa Oleifera (Anavatanı Hindistan olan şifalı kabul edilen bir bitki türü) ile desteklenen Lassi (Anavatanı Hindistan olan süt grubundan fermente bir içecek türü) için yapılan bir çalışmada maya değerini kontrol grubunda 19.10⁷ cfu/ml olarak rapor edilirken, eklenen peyniraltı suyu protein artışına bağlı olarak (%19, %29, %39) sırasıyla 16,6, 15,8, 17,6.10⁷ cfu/ml olarak ölçülmüştür (Dixit, 2018).

Bunların yanı sıra örneklerin muhafazası için tercih edilen metalize doypack ambalajların LAB (Laktik Asit Bakterileri)' de olduğu gibi stabilizasyonu sağlamada başarılı olduğu görülmüştür.

Bir diğer gözlemlenen yorum ise metalize doypack ambalajların seçici geçirgen özelliğinin mikroorganizmalar üzerinde de başarılı olduğu şeklindedir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin tutarlılığı; bakterilerin ve diğer mikroorganizmaların örneklerle kontamine olmadığını göstermektedir.

Bunların yanı sıra depolama boyunca meydana gelen azalma ise bakterilerin yeterli su aktivitesi bulunmayan ortamlarda gösterdiği kapsülasyon durumu ile açıklanabilir. 45. Günde tüm örneklerde gözlemlenen bir duraklama ise bakterilerin duraklama evresinde olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

4.8 Maya-Küf Bulguları

Yapılan bu çalışmada çizelge 4.5'de de görüldüğü üzere örneklerin ve depolamanın maya-küf parametresi üzerinde etkisi olmaksızın hiçbir ölçüm için maya değeri tespit edilememiştir.

Çizelge 4.5: Maya- küf ve *B. cereus* parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi (log/kob)

<i>Parametre</i>	<i>Örnek</i>	<i>0.Gün</i>	<i>45.Gün</i>	<i>90.Gün</i>
Maya-Küf	0% PASTB	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}
	5% PASTB	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}
	15% PASTB	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}
<i>B. cereus</i>	0% PASTB	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}
	5% PASTB	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}
	15% PASTB	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}	<1 ^{aA}

*PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

**Ortalama $\pm$ std; hatayı işaret etmektedir.

***Aynı satırda, farklı büyük harfli üst simge harflere sahip değerler günler arası anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$).

****Aynı sütunda, farklı küçük üst simge harflere sahip değerler örnekler arası anlamlı farklılıklara işaret etmektedir ($P < 0,05$).

Yapılan bu çalışma için mayalarda 90 gün boyunca üreme gözlemlenmemesinin sebebinin örneklerin metalize doypack ambalajlarda muhafaza edilmesi olduğu düşünülebilir. Metalize doypack ambalajların yüksek seçiciliği sebebi ile nem ve havadaki diğer negatif koşulların örneklerle temas etmemesi olarak açıklanabilir. Benzer bir çalışmada vakum ve normal olarak kurutulan boza tozu örneklerinde her iki grup için maya-küf tespit edilememiştir (Pala, 2012). Yine Abdelreda, 2016 yılında yaptığı bir çalışmada süt tozlarında mikrobiyolojik analiz yapmış ve maya-küf değerini tespit edememiştir (Abdelreda, 2016) İncelenen bu çalışmadaki bulgular bizim verilerimiz ile örtüşmektedir.

Ayrıca boza içeceğinin fermente bir grup olması sebebiyle mikrobiyotasında maya grubunda yer alan mikroorganizmaların olması gerekmektedir. Benzer şekilde Tuncer, 2008 yılında yaptığı çalışmada 10 farklı boza örneği için maya-küf değerini $4,7.10^5$ - $5,4.10^6$ aralığında bulmuştur (Tuncer, 2008). Bu çalışmada ölçümlerin sıvı örneklerde gerçekleştirilmesi sebebi ile tespit edildiği düşünülmektedir.

Bunlarla birlikte 2021 yılında ayran içeceğinin konveksiyonel ve liyofilize olmak üzere kurutma farklılıklarını inceleyen bir çalışmada; liyofilize ayran tozlarının 0. Günlerinde maya-küf tespit edememiş fakat depolama boyunca 0,50 log olarak tespit edilen maya, 0,70 log olarak depolama sonunda rapor edilmiştir (Ar ve Ocak, 2021). Bunların yanı sıra Magdy, 2017 yılında yaptığı bir çalışmada Jameed Lor (Jameed Curd) peynirine (Jameed; Ürdün ve çevresine özgü bir çeşit et yemeği, Jameed Lor; bu yemeğin sosu olması için özel olarak üretilen mayalanmış keçi sütünün kurutulması ile elde edilen bir çeşit süt ürünü.) ve inek sütünden yapılmış lor peynirine farklı yüzdelerde (%0, %15, %20) peyniraltı suyu protein karıştırılması ile elde edilen ürünlerde 90 güne kara maya-küf tespit edilemediği 90. Günden sonra ise artış gösterdiği 180. Günün sonunda ise en yüksek seviyesinin $1,34.10^3$ olarak gösterdiğini bildirmiştir (Magdy, 2017).

Benzer şekilde Ukuku, 2015 yılında yaptığı bir çalışmada %35 ve %80 protein içeren peynir altı tozları (PASC35 ve PASC80) için 3 farklı sıcaklık, 2 farklı bağıl nem ve 2 farklı ambalajda 18 aylık depolamanın her ikisi için bazı mikrobiyolojik parametrelerinin incelendiği bir çalışmada PASC35 için depolama öncesi maya değeri yüksek bariyer özellikli ambalaj için 1,40 log/kob, standart paket için 1,38 log/kob olarak ölçülmüştür. 3 aylık depolama boyunca bağıl nemin artırılması neticesinde maya parametresinde bir artış görüldüğü bildirilmiştir. İncelenen bu çalışmadaki artışın ambalaj farklılığı sebebi ile olduğu düşünülmektedir.

Bunlarla birlikte yüksek bariyer özellikli ambalajın içinde depolanan numunelerdeki mayalar depolama boyunca bir azalma eğilimi gösterirken; standart ambalajlarda depolanan numunelerdeki maya popülasyonunda önemli bir artış olduğunu kaydetmişlerdir. Bu durumu ise yüksek bariyer özelliği sebebiyle ürünün nem seçiciliği ile ilişkili olabileceği görüşünü ileri sürmüşlerdir (Ukuku, 2015).

İncelenen diğer çalışmalar ele alındığında prebiyotik toz ürünlerde tespit yapılmadığı, uygun ambalaj seçildiği takdirde belirli aralıklarda tutulduğu, beklenmeyen bir kontaminenin yaşanmadığı, ayrıca nem alışı verisi olmaması sebebi ile kontrolsüz bir üremenin gerçekleşmediği şeklinde özetlenebilmektedir.

4.9 *Bacillus Cereus* Bulguları

Çizelge 4.5’de de görüldüğü üzere yapılan bu çalışmada örnekler ve depolama faktöründen bağımsız hiçbir ölçüm için *B. Cereus* tespit edilememiştir (bkz. Şekil 4.5, 4.6 ve 4.7).

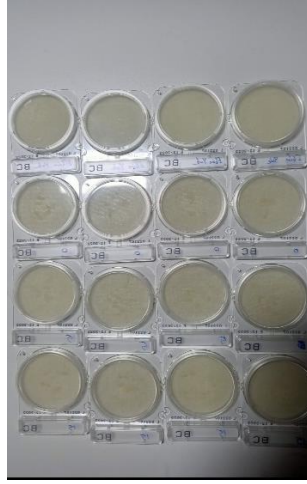
Yapılan bu çalışmada *B. cereus*’un, *B. cereus* compact dry agarlarında üreme göstermediği görülmüştür. Bu durum, nem ve aw miktarındaki yetersizliğin yanı sıra sıvı boza için belirlenen 10^{-1} log *B. cereus* max. sınırı ile ilişkilendirilmiştir. Bilindiği üzere Türk Gıda Kodeksi’ne göre bu patojenin gıda örneklerinde tespit edilmesi dahilinde tüketilmemesi gerekmektedir (bkz. Çizelge 2.1).

Yapılan bu çalışmada *B. cereus*’un tespit edilememesi ürün güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Türk gıda kodeksine göre maksimum 1 log olmasına izin verilen boza için ise; hiç üreme gözlemlenmemesi örnekler için olası bir kontaminasyon olmaması ve bunların yanı sıra nem ve aw değerlerinin üreme için belirlenen aralıklardan daha düşük olması ile ilişkilendirilmiştir.

Benzer şekilde birlikte 2016 yılında yapılan çeşitli bifidus sütleri ile hazırlanmış süt tozu karışımını inceleyen benzer bir çalışmada *Bacillus. bifidum* sayısı depolama boyunca önemli ölçüde azaldığı ve 120. Günde bakteri tespit edilmediği rapor edilmiştir (Selvamuthukumaran, 2016).



Şekil 4.5: 0.Gün



Şekil 4.6: 45.Gün



Şekil 4.7: 90.Gün

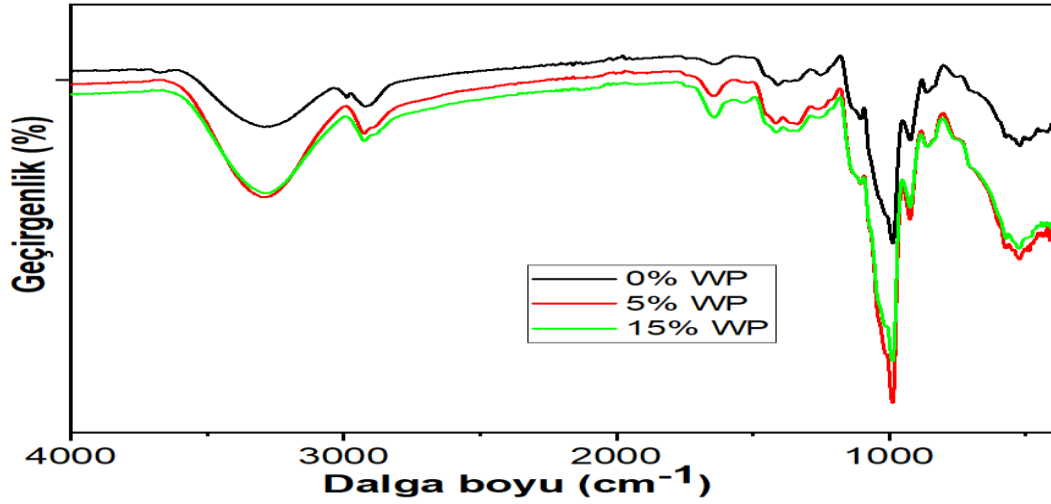
Bunun yanı sıra Valik, 2003 yılında yaptığı Pastörize sütlerde *B. Cereus* ölçümleri sonucunda başlangıçta $1.1-3.0.10^4$ olarak rapor etmiş, depolama boyunca sıcaklık artışı ile doğru orantılı olarak artış gösterdiğini fakat 10^4 değerinden daha yüksek bulunmadığını bildirmiştir (Valik, 2003). İncelenen bu çalışmada tespit edilmesinin sebebinin kontaminasyon sonucunda olabileceği düşünülmektedir.

4.10 FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) Bulguları

FTIR analizi 3 farklı depolama gününde (0, 45 ve 90), her bir örnek (%0, 5 ve 15) için 10 okunabilir paralel belirlenecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu 10 okunabilir paralelden 3 farklı depolama günü için her bir örneği temsilen 1 referans paralel belirlenmiştir. Şekil 4.7, 4.8 ve 4.9' da görülüyor ki spektrum pik noktaları depolama boyunca sabit kalmıştır. Buna göre bu çalışma için bağlar arası etkileşimlerin şiddetindeki artış ya da azalmalar pik noktalarında bir farklılığa sebep olmamaktadır. Buna ek olarak bu spektrumlara ilişkin örneklerin C=C, C-C, C=O, C-O ve O-H gerilimi gösterdiği tespit edilmiş olup her bağ kendine özgü spektrumuna göre örnek ve depolama faktörleri ile birlikte incelenmiştir.

Bunların yanı sıra yine tüm örneklerde 3000 bandının hemen altında 2900 bandına tekabül eden bantta çok güçlü ve anlamlı olmamakla ($p>0,05$) birlikte bir gerilim gözlemlenmiştir.

Bu aralıklarda C-H bağlarının sp^3 hibritleşmesi yaptığı bilinmektedir. Gözlemlenen bu gerilim için başta protein olmak üzere az miktarda lipid, karbonhidrat ve eser miktarda nükleik asitten de söz edilebilmektedir.



Şekil 4.8: 0. Gün FTIR Sonuçları

Bunun yanı sıra Deshwal ve ark., 2020 yılında sprey ve dondurarak kurutmanın farklı yağ oranlarında deve sütü tozunun fizikokimyasal, fonksiyonel, nem Emilimi ve morfolojik özelliklerine etkisini incelemiş ve tam yağlı deve sütü tozu numuneleri ile yağsız toz numuneleri arasında 2850–3000 cm^{-1} dalga sayısı aralığındaki FTIR pik farkları olduğunu bildirmiş. Bu farkın ise süt yağından kaynaklandığını belirtmişlerdir (Deshwal ve ark., 2020).

Bunlara ek olarak 1600-1700 bantları arasında her bir örnek için düzenli ama çok güçlü olmayan gerilim gözlemlenmiştir. Bu durumda iki farklı yorum düşünülmektedir.

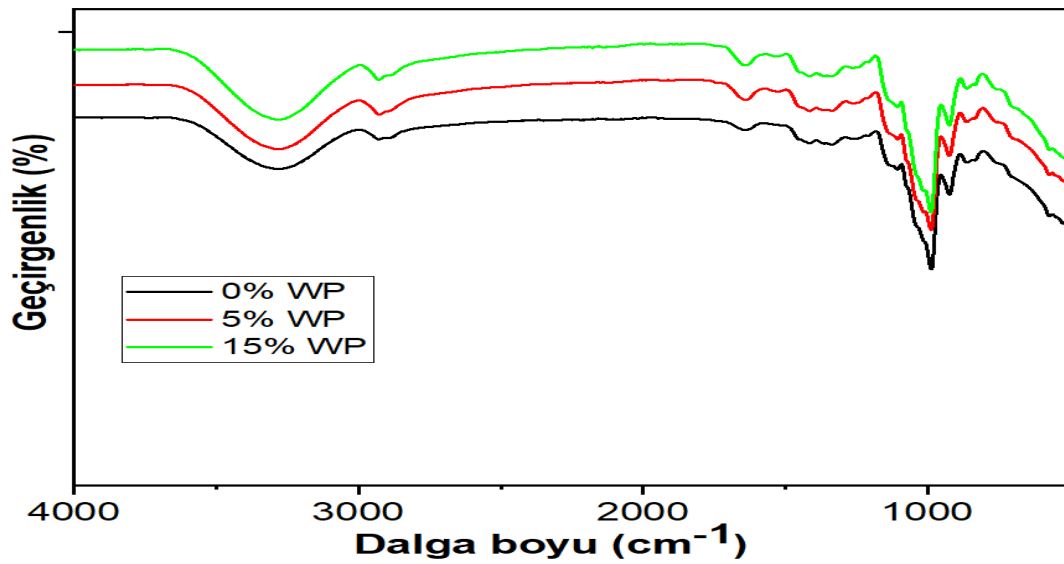
İlk yorum için bu bantlar arasında güçsüz etkileşim sebebi ile C=C bağları, ikinci yorum olarak ise C=O ya da karbonil gruplarının normalde güçlü gerilim sergilemesi gerekirken rezonanslar ile etkileşime girerek depolama boyunca gerilim şiddetinin azalarak daha güçsüz gerilim yansıtması olarak düşünülmektedir.

Yine az miktarda C-N gerilimi ve N-H bükülmesi bu bantlar arasındaki gerilimlerin sebebi olabilmektedir. Her durum için bu gerilimlerin protein gruplarında daha belirgin olduğu fakat anlamlı olmadığı belirtilmiştir ($p>0,05$).

Ayrıca 1000 bandı için çok güçlü bir gerilim şiddeti gösterdiği görülmektedir. Bu bantta gözlemlenen gerilimler C-O gerilimi ile ilişkilendirilmiştir. Bu gerilim nükleik asit, fosfolipit, oligosakkarit ve karbonhidrat grupları ile ilişkilendirilmiştir. PAS takviyesi arttıkça banttaki pik değerinin değişmemesi ile birlikte şiddetinde anlamlı olmayan ($p>0,05$) bir artış gözlemlenmiştir.

600 dalga boyu ve daha aşağı dalga boylarında gözlemlenen düzensiz sinyallerin ise nükleik asit kökenli olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Bu sinyaller tüm örneklerde benzer pik noktaları göstermiş olup anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

İnek sütündeki formalinin tespiti ve miktarının belirlenmesini konu alan benzer bir çalışmada i formalin ve saf sütün MR spektrumları, 4000–400 cm^{-1} dalga sayısı aralığında çeşitli yoğunluklardaki absorpsiyon zirvelerinin yanı sıra 3323 cm^{-1} , 1640 cm^{-1} , 1443 cm^{-1} ve 1025 cm^{-1} ile 989 cm^{-1} 'deki ana spektral absorpsiyonunun sırasıyla, –OH gerilme titreşimi, –C=O gerilmesi, –CH₂güçlü bağ ve –CH₂ güçsüz bağ ile ilişkili olduğunu belirtirken; 2977 cm^{-1} ve 2911 cm^{-1} 'deki düşük yoğunluk bantlarının –CH gerilmesine karşılık geldiğini bildirmişlerdir. Bunların yanı sıra benzer pikleri 1298 cm^{-1} , 1105 cm^{-1} ve 913 cm^{-1} 'deki bantlarda da gözlemlediğini bildirmiştir (Balan ve ark. 2020).



Şekil 4.9: 45. Gün FTIR Sonuçları

Tüm örnekler için 0. Günde gözlemlenen 3000- 3500 bantları arasında yaklaşık 3300 bandında güçlü ve geniş bir gerilimin 45. Günde de devam ettiği tespit edilmiştir.

Bu gerilimin N-H bağları ile dolayısıyla protein grupları ile ilişkili olduğu bilindiğine göre ilk 45 günlük depolama periyodu için tüm örnekler dikkate alındığında bu bağlarda anlamlı bir değişiklik olmadığı($p>0,05$) saptanmıştır.

Örnekler arasında anlamlı bir farklılık olmamasının sebebi olarak toz bozaya toz formda peyniraltı suyu proteini katılmasından dolayı başlangıçta yapıların fiziksel bağ ile bağlandığını daha sonra ise bu bağların da kaybolduğu şeklinde yorumlanmıştır.

İki katı formun birleşmesi ele alındığına göre çözünme, çökelme, ayrışma gibi tepkimelerin dolayısıyla kimyasal bağların oluşması beklendiği üzere gerçekleşmemektedir.

Bunların yanı sıra yine 0. Günde tüm örneklerde 3000 bandının hemen altında 2900 bandına tekabül eden bantta çok güçlü ve anlamlı olmamakla ($p>0,05$) birlikte gözlenen bu gerilimin devam ettiği bildirilmiştir.

Bu bant için C-H bağlarının sp^3 hibritleşmesi yaptığı bilindiğine göre yine başta protein olmak üzere az miktarda lipit, karbonhidrat ve eser miktarda nükleik asitten de söz edilebilmektedir.

1600-1700 bantları arasında her bir örnek için düzenli ama çok güçlü olmayan gerilim 45. Gün için de aynı pik aralığında ölçülmüştür. 0. Gün için yapılan C=C bağlarının aksine, karbonil grupların rezonans ile etkileşimi yorumu daha ağır basmaktadır.

Yine az miktarda C-N gerilimi ve N-H bükülmesi bu bantlar arasındaki gerilimlerin sebebi olabilmektedir. Her durum için bu gerilimlerin protein gruplarında daha belirgin olduğu fakat anlamlı olmadığı ($p>0,05$) belirtilmiştir.

Bunların yanı sıra yağsız süt tozu (SMP), rekombine buharlaştırılmış süt (REM) emülsiyonlarının ısıl stabilitesini geliştirmek için yapılan bir çalışmada serbest amino grubu tespitinin, hem peynir altı suyu proteinlerinin (PAS) hem de kazeinlerin laktozla glikasyonunun esas olarak erken dönemde (<8 saat) meydana geldiğini, uzun bir inkübasyon süresinden sonra (>16 saat) yüzey hidrofobikliğinde bir artış ve dairesel dikroizm proteinlerinin yapısında değişiklikler bulunduğunu bildirmişlerdir (Wu J ve ark., 2021).

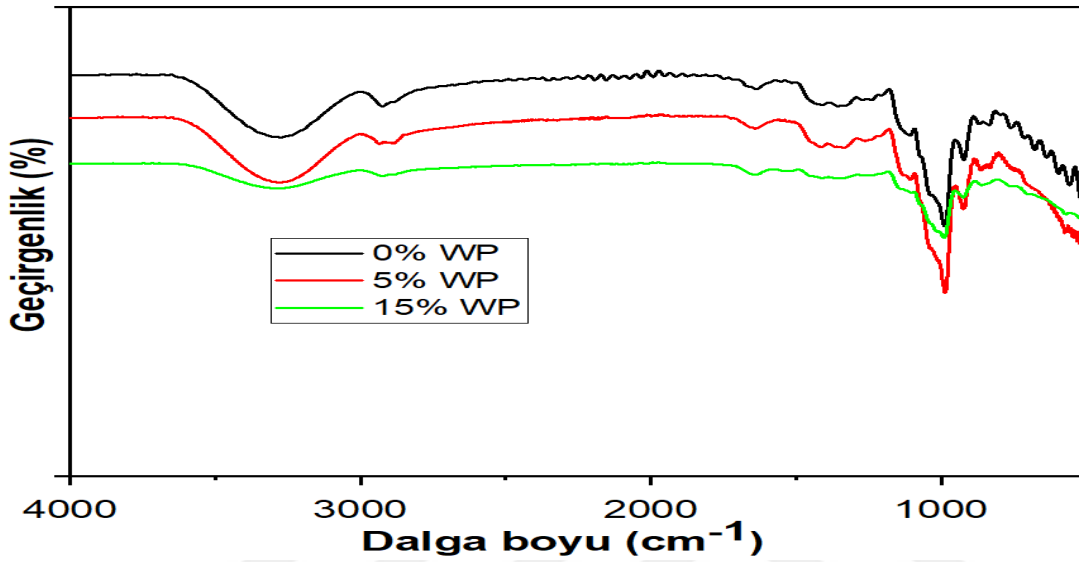
Yine aynı çalışma için çökelmeyen protein analizinde PAS-kazein etkileşiminin ve kazein misel ayrışmasının (uzun süreli) kuru ısıtma sırasında meydana geldiğini, aşırı kuru ısıtmanın (>20 saat) ise, SMP'nin yeniden oluşturulma yeteneğinin yanı sıra REM emülsiyonlarının ısı stabilitesini de olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir (Wu J ve ark., 2021).

Bu çalışmada gözlemlenmeyen kimyasal farklılıklar, örneklerin liyofilizasyon metodu ile kurutulmasıyla ilişkilendirilmiştir.

Liyofilizasyon ile kurutulan örnekler düşük ısıya maruz kalması sebebiyle kimyasal stabiliye sahip olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca 1000 bandı için, C-O gerilimi olarak bilinen çok güçlü bir gerilim şiddeti gösteren bu değerler 45. Gün için aynı şekilde gözlemlenmiştir.

Bu gerilim nükleik asit, fosfolipit, oligosakkarit ve karbonhidrat grupları ile ilişkilendirilmiş ve bağlarda kimyasal bir bozunma olmadığı yönünde yorumlanmıştır. Nükleik asit kökenli olduğu bilinen 600 dalga boyu ve daha aşağı dalga boylarında gözlemlenen düzensiz sinyallerin ise diğer sinyaller gibi anlamlı bir değişikliğe uğramadığı($p>0,05$) gözlenmiştir.



Şekil 4.10: 90. Gün FTIR Sonuçları

Tüm örnekler için gözlemlenen 3000- 3500 bantları arasında yaklaşık 3300 bandında güçlü ve geniş bir gerilim 90. Günde de tespit edilmiştir. Bu gerilimin N-H bağları ile dolayısıyla protein grupları ile ilişkili olduğunu bilindiğine göre son 45 günlük depolama periyodu için tüm örnekler dikkate alındığında %15 PAS takviyeli boza tozu örnekleri için protein artışıdaki orana bağlı olarak depolama günündeki artış dikkate alındığında gerilim şiddetinde azalma olduğu belirlenmesine rağmen bu bağların pik değerinin aynı kaldığı, şiddetindeki değişimin ise anlamlı bulunmadığı($p>0,05$) görülmüştür.

Bunların yanı sıra yine 0. Günde ve 45. günde tüm örnekler için 3000 bandının hemen altında 2900 bandındaki güçlü etkileşimin($p>0,05$) devam ettiği bildirilmiştir.

Yine benzer şekilde 1600-1700 bantları arasında her bir örnek için düzenli ama çok güçlü olmayan gerilimin 90. Gün için de devam ettiği görülmektedir. Bu bantlarda gözlemlenen gerilim %15PAS takviyeli örnek için şiddetini giderek düşürmesine karşın pik değeri sabit kalıp anlamlı bir kimyasal değişim gözlemlenmemiştir($p>0,05$).

Bu durumda gözlemlenen değişimler ikinci yorum olarak düşünülen C=O ya da karbonil gruplarının rezonanslar ile etkileşime girerek depolama boyunca gerilim şiddetinin azalarak daha güçsüz gerilim yansıtması görüşü 90. Gün için de değişmemiştir.

Bunların yanı sıra yine az miktarda C-N gerilimi ve N-H bükülmesi ile ilişkilendirilen bu bantlar arasındaki gerilimlerin benzer sebeplerden zayıfladığı görüşü ağır basmaktadır. Her durum için bu gerilimlerin 90. Gün için de protein gruplarında giderek zayıfladığı fakat bu durumun anlamlı olmadığı($p>0,05$) belirtilmiştir.

Ayrıca 1000 bandı için, C-O gerilimi olarak bilinen çok güçlü bir gerilim şiddeti gösteren bu değerler 90. Gün için aynı pik değeri ile gözlemlenmiştir. Bu gerilim bahsedildiği üzere nükleik asit, fosfolipit, oligosakkarit ve karbonhidrat grupları ile ilişkilendirilmiş ve bağlarda kimyasal bir bozunma olmadığı yönünde yorumlanmıştır. Nükleik asit kökenli olduğu bilinen 600 dalga boyu ve daha aşağı dalga boylarında gözlemlenen düzensiz sinyallerin ise diğer sinyaller gibi anlamlı bir değişikliğe uğramadığı($p>0,05$) gözlenmiştir.

Tüm bu durumlar dikkate alındığında örneklerin 90 günlük depolama boyunca belirgin ve anlamlı bir kimyasal değişime uğramadığı($p>0,05$) sabit kalan pik değerleri üzerinden tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma sonucunda; çalışmanın amaçları ele alındığında bir probiyotik ürün olan boza içeceğinin raf ömrünün, içeriğindeki canlı materyallerin stabilitesi sağlanması ve depolama boyunca ışık, nem ve ısıya maruz kalarak raf ömrünü azaltmasında etkin rol oynayan fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal bozunmaların geciktirilmesi amacıyla tercih edilen yöntem ve malzemelerin (liyofilizasyon ve doypack ambalaj) boza örneğinde bu çalışma için uygun koşulları sağladığı gözlemlenmiştir.

Bu çalışma için ambalaj parametresi sadece doypack olarak belirlenmiş ve bir adet parametre olacak şekilde incelenmiştir. Benzer bir çalışma ile ilgilenilmesi halinde kontrol grubu olarak belirlenebilecek başka bir ambalaj metodu belirlenmesi önerilmektedir.

Bunlarla birlikte bu çalışmada yapılan analizler gösteriyor ki; liyofilizatör yardımı ile kurutulan ve doypack ambalajlarda 3 ay boyunca kapalı bir alanda depolanan PAS takviyeli boza tozu örnekleri için tüketimini olumsuz etkileyebilecek, beklenenden daha yüksek pik yapmış herhangi bir sonuç gözlenmemiştir. Kısaca örneklerin raf ömrü uygun koşullarda en az 3 ay daha uzatılmıştır.

Yapılan bu çalışmada sadece toz form incelenmesi sebebi ile sıcaklık parametreleri oda sıcaklığı ile sınırlandırılmıştır. Benzer bir çalışma ile ilgilenilmesi halinde buzdolabı koşullarının da eklenmesi önerilmektedir.

Bunların yanı sıra boza içeceğinin ülkemizde diğer probiyotik ürünlere kıyasla daha az bilinmesi ve literatürde yer alan kaynakların yetersiz olması sebebiyle çalışmada elde edilen bulguların karşılaştırma yapılması amacıyla belirlenen referansların ve kaynakların yetersiz olması çalışma için belirlenen sorunlardan en önemlisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bunlara ek olarak bulguların daha net ve kesin tartışılması için daha fazla benzer çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

4.11 Duyusal Analiz Bulguları

Yapılan bu çalışmada elde edilen duyusal bulguları incelendiğinde çizelge 6'da da görüldüğü üzere örnek ve depolama faktörlerinin örneklerdeki renk, koku, tat, homojenlik ve genel kabul edilebilirlik parametreleri üzerinde istatistiki açıdan önemli bir etkisi olmadığı ($p>0,05$) saptanmıştır (bkz. Çizelge 4.6).

Bunlarla birlikte en yüksek renk koku, tat, homojenlik ve genel kabul edilebilirlik değeri örnek bazında incelendiğinde %15PASTB için ölçülmüştür (bkz. Çizelge 4.6).

Depolama bazında incelendiğinde ise; renk, tat ve genel kabul edilebilirlik parametreleri 0. Günde, bunların yanı sıra koku parametresi 45. Günde ve homojenlik parametresi ise 90. Günde en yüksek değerini göstermiştir (bkz. Çizelge 4.6)

Ayrıca görülüyor ki depolama boyunca örneklerde gözlemlenen duyusal stabilite; aynı çalışma için incelenen renk parametreleri ile uyuşmamaktadır. Renk parametresinde meydana gelen değişim, örneklerde maillard reaksiyonu ve agregasyon kinetiği ile ilişkilendirilmiştir. Fakat depolama boyunca meydana gelmesi beklenen bu reaksiyonların, örneklerin duyusal analizlerinde bir etkisi olmadığı görülmektedir (bkz Çizelge 4.6).

Duyusal parametrelerin her biri için tüm örnekler baz alındığında panelistler ortalama 3 puan vermiştir (bkz çizelge 4.6).

Çizelge 4.6: Renk, koku, tat, homojenlik ve genel kabul edilebilirlik parametrelerinin peyniraltı suyu protein takviye edilmiş örnekler ve depolama faktörlerince incelenmesi

<i>Parametre</i>	<i>Örnek</i>	<i>0. Gün</i>	<i>45. Gün</i>	<i>90. Gün</i>
Renk	0% PASTB	3,87±0,64 ^{aA}	3,50±0,75 ^{aA}	3,87±0,35 ^{aA}
	5% PASTB	3,87±0,35 ^{aA}	3,62±0,51 ^{aA}	3,62±0,74 ^{aA}
	15% PASTB	3,75±0,70 ^{aA}	3,87±0,83 ^{aA}	3,87±0,99 ^{aA}
Koku	0% PASTB	3,25±0,38 ^{aA}	3,37±0,51 ^{aA}	3,62±0,51 ^{aA}
	5% PASTB	3,±0,38 ^{aA}	3,87±0,64 ^{aA}	3,50±0,75 ^{aA}
	15% PASTB	3,75±0,38 ^{aA}	3,87±0,83 ^{aA}	3,37±0,91 ^{aA}
Tat	0% PASTB	4±0,75 ^{aA}	3,50±0,53 ^{aA}	3,62±0,517 ^{aA}
	5% PASTB	4±0,92 ^{aA}	3,62±0,74 ^{aA}	3,62±0,51 ^{aA}
	15% PASTB	4±0,92 ^{aA}	3,87±0,83 ^{aA}	4,25±1,18 ^{aA}
Homojenlik	0% PASTB	3,25±1,03 ^{aA}	3,50±0,53 ^{aA}	4,12±0,35 ^{aA}
	5% PASTB	3,50±0,75 ^{aA}	3,62±0,91 ^{aA}	3,62±0,51 ^{aA}
	15% PASTB	3,75±0,88 ^{aA}	3,75±0,70 ^{aA}	3,50±0,92 ^{aA}
Genel	0% PASTB	3,75±0,88 ^{aA}	3,75±0,46 ^{aA}	3,87±0,35 ^{aA}
	5% PASTB	3,87±1,12 ^{aA}	3,62±0,74 ^{aA}	3,50±0,53 ^{aA}
	15% PASTB	4±0,75 ^{aA}	3,87±0,64 ^{aA}	3,75±1,16 ^{aA}

*(PASTB; PAS protein takviye edilmiş toz bozayı, %0-5-15; ilave edilen PAS proteinin yüzdesini ve 0;0. Gün, 45;45.gün ve 90;90.gün değerlerini simgelemektedir.

**Ortalama ± std; hatayı işaret etmektedir.

***Aynı satırda, farklı büyük harfli üst simge harflere sahip değerler örnekler arası anlamlı farklılıkları göstermektedir ($P < 0,05$).

****Aynı sütunda, farklı küçük üst simge harflere sahip değerler günler arası anlamlı farklılıklara işaret etmektedir ($P < 0,05$).

Bu durumda iki farklı yorum düşünülmüştür. İlk durum için renk parametrelerinde aktif rol oynadığı düşünülen iç reaksiyonların henüz duyuusal parametreleri etkileyecek düzeye ulaşmaması ya da diğer durum için ise duyuusal parametreleri etkileyecek düzeye ulaşması halinde panelistlerin bunu farkedememesi ya da göz ardı ederek çok fazla seçici olmaması olarak söylenebilir. Bunların yanı sıra örneklerde PAS yüzdesinin örneklerdeki duyuusal parametreler üzerinde önemli bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu durumda PAS'nin, daha sonra yapılabilecek diğer benzer çalışmalarda duyuusal analizlerdeki etkisinin benzer olacağı düşünülürse, literatüre

eklenebilecek diğ er ana maddeleri konu alan benzer çalışmalar için iyi bir alternatif  rneği sunabilmektedir.

Bu durumdan panelistlerin örneklere ortalama bir değer verdiği d ş n lm ş; renk, koku, tat, homojenlik ve genel kabul edilebilirlik için 4 ve 5 puanlarından kaçınılmasının sebebinin panelistlerin damak tadına hitap etmemesi ya da diyetlerde çok sık t k tilmeyen bir fermente içecek olması olarak yorumlanmıştır. dolayısıyla bu durumda t k ticilerinde benzer ve ortalama puanlar verebileceği öngörülmüştür.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada fermente bir içecek olan bozanın mikrobiyolojik stabilizasyonu sağlanarak liyofilize boza tozu haline getirilerek; peyniraltı suyu protein aracılığı ile protein zenginleştirilmesi yapılırken 90 günlük depolama boyunca olası iç ve dış etkenlere bağlı reaksiyonlara karşı bir önlem olması sebebiyle metalize (seçici geçirgen) doypack ambalaj kullanılarak raf ömrü denemesi yapılmış olup alanında yapılan ilk çalışma niteliği taşımaktadır. Buna göre çalışma boyunca peyniraltı suyu protein katkılı liyofilize boza tozu örnekleri için pH değeri peyniraltı suyu protein katkısı arttıkça anlamlı bir şekilde artmasına karşın depolama boyunca anlamlı bir fark görülmemiştir. Brix° değeri için, örnekler arası dalgalanmalar yaşasa da depolama boyunca anlamlı oranda düşmüştür. Örnekler için nem değeri %0 ve %5 takviyeli örnekler için; aw (su aktivitesi) değeri ise tüm örnekler için etkilenmezken depolama boyunca artış göstermiş ve fakat anlamlı bulunmamıştır. Depolama boyunca gözlemlenen bu artış ise liyofilize boza tozu örneklerinde kurutma aşamasında sublimleşme gerçekleştirememiş ufak buz parçalarının çözülmesi ile ilişkilendirilmiştir. Ancak 90 gün sonunda en büyük değerini aw için 0,31 olarak vererek mikroorganizmaların üreme ve yaşama için gerekli olan 0,9 aw değerine ulaşamaması sebebiyle LAB ve toplam canlı parametrelerinde depolama boyunca anlamlı bir azalma gözlemlenmiş ve bu durum mikroorganizmaların kapsülasyon yeteneği ile ilişkilendirilmiştir. Bunlara ek olarak örneklerde maya-küf ve *Bacillus cereus* tespit edilmemiştir. Bu durumda örneklerin Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Tebliğine uygun bulunmuş ve *Bacillus cereus* 10^{-1} max. sınırı göz önüne alındığında tüketilebilir olduğu saptanmıştır. L^* , a^* ve b^* değeri için ise L^* değeri örneklerle bağlı olarak azalmış, b^* değeri (%15PAS takviye hariç) ve a^* değeri tüm örnekler için anlamsız bulunmuştur. Depolama boyunca ise L^* anlamsız bulunurken; a^* ve b^* değeri dalgalanmalar yaşamıştır. Bu durum depolama boyunca meydana gelen maillard reaksiyonu, agregasyon kinetiği, reaktif kalıntılar ve laktosilasyon ile ilişkilendirilmiştir. Son olarak duyusal analiz parametrelerinin incelenmeleri neticesinde görülüyor ki kimyasal renk parametrelerinde rol oynayan bu tepkimelerin, örneklerin; depolama boyunca renk, koku, tat, homojenlik ve genel kabul edilebilirlik yönünden puanlamasına anlamlı bir etkisi olmamıştır. Yapılan bu çalışmadaki sonuçlar gösteriyor ki liyofilizasyon tekniğinin, protein zenginleştirmesinin ve doypack ambalajlama yöntemi; boza içeceğinin raf ömrünü

uzatmayı amaçlayan bu çalışmada beklenildiği gibi pozitif yönde bir katkı sağlamıştır. Prebiyotikler için belirlenen max LAB sınırının (7 log) altına inmemesi liyofilizasyon ile, üstüne çıkmaması ise nem ve aw değerini kontrollü tutan, dış etkenlere bağlı olarak geçişleri inhibe ederek kontaminasyon ve kontrolsüz üremenin önüne geçen doypack ambalaj ile sağlanmıştır. Protein zenginleştirmesi için tercih edilen peyniraltı suyu protein ise depolama boyunca öngörülemez, kontrolsüz bir reaksiyona girmeyerek örneklerin raf ömrünü olumsuz yönde etkilemeden sadece protein katkısı yaparak çalışmamızı güçlendirmiştir. Bunlara ek olarak bu çalışmada sıcaklık ve ambalaj tek faktörlü çalışılmış olup kontrol sadece örneklerle sağlanmıştır. Daha çok faktörlü kontrollü çalışmaların daha net sonuçlar ortaya koyacağı düşünülmektedir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışma ve amacı hakkında daha fazla yorum yapabilmek için benzer çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Abdelreda, S. M., & Ajmi, R. N. (2016). Microbial Quality Of Infant Formula Milk Powder In Baghdad City. *International Journal Of Scientific And Engineering Research*, 7(4), 214-218.
- Akal, C., Koçak, C., Kanca, N., & Özer, B. (2022). Utilization Of Reconstituted Peyniraltı suyu Powder And Microbial Transglutaminase İn Ayran (Drinking Yogurt) Production. *Food Technology And Biotechnology*, 60(2), 253-265.
- Anonim, 2018, Doypack Ambalaj, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Doypack>
- Anonim, 2018, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Doypack> (Erişim Tarihi: 10.05.2023)
- Anonim, 2021, <https://www.doypack.net/ambalaj/doypack-nedir-doypack-kim-buldu-cesitleri-nelerdir/>
- Anonim, 2021, <https://www.doypack.net/ambalaj/doypack-nedir-doypack-kim-buldu-cesitleri-nelerdir/> (Erişim Tarihi: 10.05.2023)
- Anonim, 2022, <https://www.plastik-ambalaj.com/tr/plastik-ambalaj-makale/3405-doypack-ambalajlar-n-temel-ozellikleri-ve-ueretimi>
- Anonim, 2022a, <http://blog.yalova.edu.tr/pas-content/uploads/sites/27/2015/02/boza-ueretimi.pdf> (Erişim Tarihi: 10.05.2023)
- Anonim, 2022b, <https://www.plastik-ambalaj.com/tr/plastik-ambalaj-makale/3405-doypack-ambalajlar-n-temel-ozellikleri-ve-ueretimi> (Erişim Tarihi: 10.05.2023)
- Anonim, 2023, Mikroorganizmalarda Beslenme Ve Üreme, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/62804/mod_resource/content/0/6.pdf (Erişim Tarihi: 10.05.2023)
- Aydın, 2016, Gıdalarda Mikrobiyal Gelişim Üzerine Etkili Faktörler, [Gıdalarda-Mikrobiyel-Gelisim-Uzerine-Etkili-Faktorler \(1\).Pdf](#)
- Balan, B., Dhaulaniya, A. S., Jamwal, R., Sodhi, K. K., Kelly, S., Cannavan, A., & Singh, D. K. (2020). Application of Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared (ATR-FTIR) spectroscopy coupled with chemometrics for

- detection and quantification of formalin in cow milk. *Vibrational Spectroscopy*, 107, 103033.
- Banaszek, A., Townsend, J. R., Bender, D., Vantrease, W. C., Marshall, A. C., & Johnson, K. D. (2019). The Effects Of Peyniraltı suyu Vs. Pea Protein On Physical Adaptations Following 8-Weeks Of High-Intensity Functional Training (HIFT): A Pilot Study. *Sports*, 7(1), 12.
- Bharatbhai, C. B., Manojbhai, P. A., & Balakrishnan, S. (2020). Sensory, Physico-Chemical, Microbial And Textural Changes İn Peyniraltı suyu Protein Concentrate Based Extruded Snack Food During Storage. *IJCS*, 8(1), 2736-2740.
- Boonel, 2021, Protein Powder, <https://fsi.colostate.edu/protein-powder/>
- Brodziak, A., Król, J., Barłowska, J., Teter, A., & Florek, M. (2020). Changes İn The Physicochemical Parameters Of Yoghurts With Added Peyniraltı suyu Protein İn Relation To The Starter Bacteria Strains And Storage Time. *Animals*, 10(8), 1350.
- Bumrungpert, A., Pavadhgul, P., Nunthanawanich, P., Sirikanchanarod, A., & Adulbhan, A. (2018). Peyniraltı suyu Protein Supplementation Improves Nutritional Status, Glutathione Levels, And Immune Function İn Cancer Patients: A Randomized, Double-Blind Controlled Trial. *Journal Of Medicinal Food*, 21(6), 612-616.
- Deshwal, G. K., Singh, A. K., Kumar, D., & Sharma, H. (2020). Effect of spray and freeze drying on physico-chemical, functional, moisture sorption and morphological characteristics of camel milk powder. *Lwt*, 134, 110117.
- Dixit, N. K., Hossain, S. A., Bharti, B. K., Singh, S. S., & Mishra, S. (2018). Development Of Lassi Using Peyniraltı suyu And Moringa Powder. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(11), 602-612.
- Dorota Nowak And Ewa Jakubczyk, The Freeze-Drying Of Foods—The Characteristic Of The Process Course And The Effect Of Its Parameters On The Physical Properties Of Food Materials, *Foods* 2020, 9, 1488; Doi:10.3390/Foods9101488
- Ehling-Schulz, M., Lereclus, D., & Koehler, T. M. (2019). The *Bacillus Cereus* Group: *Bacillus* Species With Pathogenic Potential. *Microbiology Spectrum*, 7(3), 7-3.

- Elif Oğuzman, Hikmet Çetin, Mahmut Kalem, Zeynep Ceren Karahan, Ebru Evren, Ebru Us, 2020, Traumatic Wound Infection Caused By Bacillus Cereus, Basic Medical Sciences, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 2020;73(1):78-82, DOI: 10.4274/Atfm.Galenos.2019.94809
- Gizem Özlük Çilak, A. Kadir Halkman, 2018, Çeşitli Besiyerlerinin Bacillus Cereus Sporlanmasındaki Etkisi Üzerine Bir Araştırma, GIDA (2018) 43 (2): 347-355 Doi: 10.15237/Gida.GD18016
- Hamad, M. N., Ismail, M. M., & Basiony, M. M. (2014). Effect Of Fortification With Peyniraltı suyu Protein On The Chemical, Microbial And Organoleptical Properties Of Labneh. *Journal Of Food And Dairy Sciences*, 5(11), 751-762.
- Hemant Gangurde, Mayur Ashok Chordiya, Peyniraltı suyu Protein, Article In Scholars Research Journal · January 2011, DOI: 10.4103/2249-5975.99663
- Hidekazu Kawasaki, Toshinori Shimanouchi , And Yukitaka Kimura1, Recent Development Of Optimization Of Lyophilization Process, Hindawijournal Of Chemistry, Volume 2019, Article ID 9502856, 14 Pages <https://doi.org/10.1155/2019/9502856>
- Jessberger, N., Dietrich, R., Granum, P. E., & Märklbauer, E. (2020). The Bacillus Cereus Food Infection As Multifactorial Process. *Toxins*, 12(11), 701.
- Kocetkovs, V., & Muizniece-Brasava, S. 2022, Variation Of Vitamins And Minerals In Four Types Of Packaging During Shelf Life Of PASTeurised Eggs.
- Kunal A. Gaidhani, Mallinath Harwalkar, Deepak Bhambere, Pallavi S. Nirgude), Lyophilization / Freeze Drying – A Review, World Journal Of Pharmaceutical Research, SJIF Impact Factor 5.990, ISSN 2277– 7105, Volume 4, Issue 8, 516-543
- Kuruçaylı, H., & Şen, F. (2018). Effect Of Different Packages On Organic Dried Fig Fruit Quality During Shelf Life. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(1), 45-50.
- Magdy, M. I., Eldinfarid, H., & Reham Kamal, E. M. (2017). Improvement Of Chemical Properties Of Jameed By Fortification With Peyniraltı suyu Protein. *J Nutrition Health Food Sci*, 6(1), 1-11DOI.
- Martin, F., Lee, J., Azevedo-Scudeller, L., Paul, A., Delaplace, G., Burgain, J., ... & Le Floch-Fouéré, C. (2022). Heat Treatment Of Milk Protein Concentrates Affects Enzymatic Coagulation Properties. *Food Research International*, 162, 112030.

- Merve İnce Palamutoğlu, Murat Baş, Traditional Fermented Foods Of Turkey /Türkiye’deki Geleneksel Fermente Ürünler, Sağlık Bilimleri Ve Araştırmaları Dergisi / Journal Of Health Sciences And Research Cilt/Volume: 2 Sayı/Issue: 3 Aralık / December 2020 Ss./Pp. 200-220
- Merve Şeyda Karaçıl, Nilüfer Acar Tek, Dünyada Üretilen Fermente Ürünler: Tarihsel Süreç Ve Sağlık İle İlişkileri, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2013, Cilt 27, Sayı 2, 163-173
- Mustafa Sencer Karagül Ve Buket Altuntaş, Liyofilizasyon: Genel Proses Değerlendirmesi, Etlik Vet Mikrobiyol Derg, 2018; 29 (1): 62-69
- Nowak, D., & Jakubczyk, E. (2022). Effect Of Pulsed Electric Field Pre-Treatment And The Freezing Methods On The Kinetics Of The Freeze-Drying Process Of Apple And Its Selected Physical Properties. *Foods*, 11(16), 2407.
- Oikonomopoulou, V.P.; Krokida, M.K.; Karathanos, V.T. The Influence Of Freeze Drying Conditions On Microstructural Changes Of Food Products. *Procedia Food Sci.* 2011, 1, 647–654
- Özge YÜKSEL, 2021, Soğuk Kış Günlerinin Vazgeçilmez Lezzeti: Boza, Gıda Bilgi Dergisi, <https://www.gidabilgi.com/yazarlar/detay/ozge-yuksel-ca2277> (Erişim Tarihi: 10.05.2023)
- Öztürk, Hale İnci. "The Effect Of Different Lyophilisation Pressures On The Microbiological Stability, Physicochemical, Microstructural, And Sensorial Properties Of Yoghurt Powders." *International Dairy Journal* 129 (2022): 105347.
- Pala, A., 2012, Farklı Yöntemlerle Kurutularak Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik Ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Papaioannou, G., Chouliara, I., Karatapanis, A. E., Kontominas, M. G., & Savvaidis, I. N. (2007). Shelf-Life Of A Greek Peyniraltı suyu Cheese Under Modified Atmosphere Packaging. *International Dairy Journal*, 17(4), 358-364.
- Patel, S. (2015). Functional Food Relevance Of Peyniraltı suyu Protein: A Review Of Recent Findings And Scopes Ahead. *Journal Of Functional Foods*, 19, 308-319.
- Prof. Dr. Göknur Terzi Gülel, Bacillus Cereus, <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/goknurt/120054/5.4..B.Cereus.Ppt>

- Rathour, A. K., Rathore, V., Mehta, B. M., Patel, S. M., Chauhan, A., & Aparnathi, K. D. (2017). Standardization And Storage Study Of Peyniraltı suyu Protein Concentrate (PASC-70) Prepared From Buffalo Milk Using Ultrafiltration Membrane Technology. *Journal Of Food Processing And Preservation*, 41(3), E12882.
- Remzi Cholakov, 2016, Biochemical And Molecular Identification Of A Strain *Leuconostoc Lactis* BT17, Isolated From A Spontaneously Fermented Cereal Beverage, *Boza Akademik Gıda* 14(3) (2016) 230-234
- Rizqiati, H., Nurwantoro, N., Susanti, S., Febrisiantosa, A., Setyawardani, T., & Shauma, C. A. (2021). Physical And Chemical Characteristics Of Goat Milk Powder With Different Drying Methods After Storage. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 16(1), 65-74.
- Selvamuthukumaran, M., Muthukumaran, S., & Shukla, S. S. (2016). Bifidus Milk Powder: Processing Parameter Standardization And Shelf Stability Evaluation. *Journal Of Food Science And Technology*, 53(4), 2054-2060.
- Senhofa, S., Straumite, E., Sabovics, M., Klava, D., Galoburda, R., & Rakcejeva, T. (2015). The Effect Of Packaging Type On Quality Of Cereal Muesli During Storage. *Agronomy Research*, 13(4), 1064-1073.
- Shankar Ilangoa, Usha Antonyb, Probiotic Microorganisms From Non-Dairy Traditional Fermented Foods, *Trends In Food Science & Technology* 118 (2021) 617–638
- Shayanti Minj And Sanjeev Anand, Peyniraltı suyu Proteins And Its Derivatives: Bioactivity, Functionality, And Current Applications, *Dairy* 2020, 1, 233–258; Doi:10.3390/Dairy1030016
- Soysona Ar, Ö., & Ocak, E. (2022). Storage Of Yoghurt Powder Obtained By Different Drying Methods And Its Use İn Reconstituted Ayran Production Farklı Kurutma Yöntemleriyle Elde Edilen Yoğurt Tozunun Depolanması Ve Rekonstitüe Ayran Üretiminde Kullanımı. *Yuzuncu Yıl University Journal Of Agricultural Sciences*, 32(1).
- Teijeiro, M., Pérez, P. F., De Antoni, G. L., & Golowczyc, M. A. (2018). Suitability Of Kefir Powder Production Using Spray Drying. *Food Research International*, 112, 169-174.
- TUNCER, Y., ÖZDEN, B., & AVŞAROĞLU, M. (2008). Bozanın Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Ve Laktik Asit Bakterisi İzolatlarının

- Antibakteriyel Aktivitelerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 19-25.
- Ucak, S., Yurt, M. N. Z., Tasbasi, B. B., Acar, E. E., Altunbas, O., Soyucok, A., ... & Sudagidan, M. (2022). Identification Of Bacterial Communities Of Fermented Cereal Beverage Boza By Metagenomic Analysis. *LWT*, 153, 112465.
- Ukuku, D. O., Onwulata, C., Thomas, A., Mukhopadhyay, S., & Tunick, M. (2014). Behavior Of Native Microbial Populations Of PASC-34 And PASC-80 Peyniraltı suyu Protein Stored At Different Temperatures.
- Valík, L., Görner, F., & Lauková, D. (2003). Growth Dynamics Of *Bacillus Cereus* And Shelf-Life Of PASTeurised Milk. *Czech Journal Of Food Sciences*, 21(6), 195.
- Wherry, B., Barbano, D. M., & Drake, M. A. (2019). Use Of Acid Peyniraltı suyu Protein Concentrate As An Ingredient İn Nonfat Cup Set-Style Yogurt. *Journal Of Dairy Science*, 102(10), 8768-8784.
- Wirunsawanya, K., Upala, S., Jaruvongvanich, V., & Sanguankeo, A. (2018). Peyniraltı suyu Protein Supplementation Improves Body Composition And Cardiovascular Risk Factors İn Overweight And Obese Patients: A Systematic Review And Meta-Analysis. *Journal Of The American College Of Nutrition*, 37(1), 60-70.
- Wu, J., Chen, S., Doost, A. S., A'yun, Q., & Van der Meeren, P. (2021). Dry heat treatment of skim milk powder greatly improves the heat stability of recombined evaporated milk emulsions. *Food Hydrocolloids*, 112, 106342.
- Wulansari, P. D., ENDAH, S. R. N., NOFRIYALDI, A., & HARMAYANI, E. (2021). Microbiological, Chemical, Fatty Acid And Antioxidant Characteristics Of Goat Milk Kefir Enriched With *Moringa Oleifera* Leaf Powder During Storage. *Food Science And Technology*, 42, E71621.
- Yıldız, N., & Bakırcı, I. (2019). Investigation Of The Use Of Peyniraltı suyu Powder And Buttermilk Powder Instead Of Skim Milk Powder İn Yogurt Production. *Journal Of Food Science And Technology*, 56, 4429-443.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Arzu Bengi ŞEN

Öğrenim Durumu:

Lise : 2014, Mut Anadolu Lisesi

Lisans : 2018, Selçuk Üniversitesi, Akşehir Kadir Yallagöz
Sağlık Meslek Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Yabancı Dil ve Düzeyi: B2 Seviye İngilizce

VESİKALIK
FOTO













