



T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI



**FARKLI ORANLARDA MEYVE SUYU İLAVE EDİLEREK ELDE
EDİLEN FERMENTE BADEM SÜTÜNÜN BAZI KALİTE
ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

Gülseven DURAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK**

TUNCELİ-2023

**T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**FARKLI ORANLARDA MEYVE SUYU İLAVE EDİLEREK ELDE
EDİLEN FERMENTE BADEM SÜTÜNÜN BAZI KALİTE
ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

**Gülseven DURAN
190010003**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK**

TUNCELİ-2023

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
ORTAK YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**FARKLI ORANLARDA MEYVE SUYU İLAVE EDİLEREK ELDE EDİLEN
FERMENTE BADEM SÜTÜNÜN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİNDEKİ
DEĞİŞİMİN BELİRLENMESİ**

**Gülseven DURAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 13/04/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza Doç.Dr. Hamza BOZKIR (Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi)	İmza Doç.Dr. Mutlu ÇEVİK (Munzur Üniversitesi)	İmza Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK (Munzur Üniversitesi)
BAŞKAN	DANIŞMAN	ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdür

Bu çalışma, Munzur Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: YLMUB021-16

NOT: Bu seminerde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı "Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu"ndaki hükümlere tabidir.

13/04/2023

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Gülseven DURAN

Danışman
Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmaları esnasında benden yardımlarını esirgemeyen, değerli bilgileri ile bana yol göstererek danışman hocam ile birlikte desteklerini her zaman yanımda hissettiğim kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Hatice Pınar YÜKSEL'e teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını bir an olsun esirgemeyen, her türlü yardımlarını sunan değerli hocalarım, Doç. Dr. Serdal Sabancı'ya, Arş. Gör. Ali GÖKSU'ya, Dr. Öğr. Üyesi Zeynep EROĞLU'na, Dr. Öğr. Üyesi Emrah KARAKAVUK'a ve canım arkadaşlarım Songül YILDIRIM'a, Seda ÇİLİNGİR'e ayrıca teşekkür etmek isterim.

Çalışmamın başından itibaren bana maddi ve manevi her konuda destek olan sevgili eşim Birol DURAN'a teşekkür ederim.

Gülseven DURAN
TUNCELİ-2023

İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR	II
İÇİNDEKİLER	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	IV
TABLolar LİSTESİ	VII
SEMBOLLER LİSTESİ	IX
KISALTMALAR LİSTESİ	X
ÖZET	XI
ABSTRACT	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Probiyotikler	1
1.2. Bitkisel Sütler	3
2. MATERYAL VE METOT	7
2.1. Materyal	7
2.1.1. Badem sütü	7
2.1.2. Meyve suları	7
2.1.3. Mikroorganizma	8
2.2. Metot	8
2.2.1. Farklı oranlarda meyve suyu ilave edilmiş fermente badem sütü üretimi	8
2.2.2. pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişiminin belirlenmesi	9
2.2.3. Mikrobiyolojik analizler	9
2.2.4. Reolojik özelliklerdeki değişimin belirlenmesi	10
2.2.5. Duyusal özelliklerinin belirlenmesi	11
2.2.6. İstatistiksel Analizler	12
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	13
3.1. pH değerlerindeki değişimin belirlenmesi	13
3.2. Titrasyon asitliği değerlerindeki değişimin belirlenmesi	15
3.3. L. acidophilus, küf ve maya değerlerindeki değişimin belirlenmesi	17
3.4. Fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi	19
3.4.1. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi	19
3.4.2. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi	39
3.5. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin duyusal değerlendirilmesi	59
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
5. KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 2.1.** Farklı oranlarda meyve suyu ilave edilmiş fermente badem sütü üretim aşaması.....9
- Şekil 3.1.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 20
- Şekil 3.2.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 20
- Şekil 3.3.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 21
- Şekil 3.4.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 21
- Şekil 3.5.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi..... 22
- Şekil 3.6.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi..... 22
- Şekil 3.7.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 24
- Şekil 3.8.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 24
- Şekil 3.9.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 25
- Şekil 3.10.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 25

- Şekil 3.11.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri..... 26
- Şekil 3.12.** Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri..... 26
- Şekil 3.13.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 41
- Şekil 3.14.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 41
- Şekil 3.15.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 42
- Şekil 3.16.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 42
- Şekil 3.17.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 43
- Şekil 3.18.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi 43
- Şekil 3.19.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 45
- Şekil 3.20.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 45
- Şekil 3.21.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri..... 46
- Şekil 3.22.** Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri..... 46

Şekil 3.23. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 47

Şekil 3.24. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri 47



TABLolar LİSTESİ

- Tablo 3.1.** Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca pH değerlerindeki değişim..... 14
- Tablo 3.2.** Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşaması boyunca titrasyon asitliği değerlerindeki değişim..... 16
- Tablo 3.3.** Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşaması boyunca *L. acidophilus* değerlerindeki değişim..... 18
- Tablo 3.4.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 29
- Tablo 3.5.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 30
- Tablo 3.6.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 31
- Tablo 3.7.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 32
- Tablo 3.8.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 33
- Tablo 3.9.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 34
- Tablo 3.10.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. ve 8. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Üssel model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri 36
- Tablo 3.11.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. ve 24. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Üssel model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri 37
- Tablo 3.12.** Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. ve 14. günlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Üssel model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri 38
- Tablo 3.13.** Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 49
- Tablo 3.14.** Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi 50

Tablo 3.15.	Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi	51
Tablo 3.16.	Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi	52
Tablo 3.17.	Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 7.gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	53
Tablo 3.18.	Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 14.gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi.....	54
Tablo 3.19.	Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermentasyon aşamasının 0. ve 8. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Hershel-Bulkley model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri.....	56
Tablo 3.20.	Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermentasyon aşamasının 16. ve 24. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Hershel-Bulkley model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri.....	57
Tablo 3.21.	Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. ve 14. günlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Hershel-Bulkley model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri.....	58
Tablo 3.22.	Fermantasyon aşaması sonunda (24. saat) farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin duyuşal değerlendirilmesi	60
Tablo 3.23.	Fermantasyon aşaması sonunda (24. saat) farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin duyuşal değerlendirilmesi	60

SEMBOLLER LİSTESİ

μ	: Viskozite (Pa.s)
$\mu_{\text{görünür}}$: Görünür viskozite
K	: Kıvam katsayısı (Pa.s ⁿ)
n	: Akış davranış indeksi
τ	: Kayma gerilimi (Pa)
τ_0	: Başlangıç kayma gerilimi,
$\dot{\gamma}$: Kayma hızı
Pa	: Pascal
A_0	: Arrhenius sabiti (Pa·s ⁿ)
E_a	: Aktivasyon enerjisi (kJ mol ⁻¹)
T	: Sıcaklık (Kelvin, K)
R	: Ünlversal gaz sabiti (kJ kg·K ⁻¹)
°C	: Derece santigrat
χ^2	: ki-kare
R²	: Regresyon katsayısı

KISALTMALAR LİSTESİ

kob/g	: Koloni oluşturan birim/gram
kob/ml	: Koloni oluşturan birim/mililitre
log	: 10 Tabanında Logaritma
MRS	: de Man, Rogosa ve Sharpe
PDA	: Potato Dextrose Agar
rpm	: Dakikada Devir / revolutions per minute
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum hidroksit
g	: gram
s	: Saniye
w/v	: Weight/Volume (ağırlık/hacim)
<i>L. acidophilus</i>	: <i>Lactobacillus acidophilus</i>
HKOK	: Hata kareleri ortalaması karekökü

ÖZET

Bu çalışmada, 3 farklı oranda (%10, %20 ve %30) ve iki çeşit (portakal ve ananas suyu) %100 meyve suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin bazı kalite özellikleri (pH, titrasyon asitliği), *Lactobacillus acidophilus* canlılığı, küf ve maya sayıları, reolojik özellikleri ve duyuşal değerlendirmelerindeki değişimler incelenmiştir. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin pH değerlerinin fermantasyon aşaması sonunda sırasıyla 3.97–4.40 ve 3.99–4.28 arasında değiştiiği, depolama aşaması boyunca ise 7. ve 14. günde sırasıyla 4.33–4.77 ve 4.48–4.95, 4.35–4.87 ve 4.54–4.93 arasında değiştiiği tespit edilmiştir. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin ise fermantasyon aşaması sonunda sırasıyla %0.178–%0.478 ve %0.186–%0.360 arasında değiştiiği ve ilave edilen meyve suyu çeşidine bağlı olmadan depolama işlemleri boyunca değerlerin artış gösterdiği belirlenmiştir. En düşük pH ve en yüksek titrasyon asitliği değerlerinin hem portakal suyu hem de ananas suyu ilave edilen örnekler için %30 oranında meyve suyu ilave edilmiş örneklerde elde edilmiştir. Portakal suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin *L. acidophilus* içeriğinin fermantasyon aşaması sonunda 7.58–7.95 log kob/ml arasında değiştiiği, depolama işlemleri boyunca hafif bir azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinde ise fermantasyon aşaması sonunda *L. acidophilus* miktarı 7.31–7.67 log kob/ml arasında değiştiiği ve depolama işlemleri boyunca hafif bir azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin hiçbirinde küf ve maya tespit edilmemiştir. Farklı işlem koşulları kullanılarak üretilen fermente badem sütü örneklerinin tümünün Newton olmayan psödoplastik akış davranışını gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için en uygun reolojik modellerin sırasıyla Üssel ve Herschel-Bulkley modeli olduğu belirlenmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirme sonucunda ise, farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için genel kabul edilebilirliğinin %30 meyve suyu ilave edilen örneklerde olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu çalışmanın sonuçlarının endüstriyel ölçekte kurulabilecek ekipman ve pompalama sistemleri için değerli bilgiler sağlayabileceği düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Badem sütü, fermente gıda, *Lactobacillus acidophilus*, reoloji

ABSTRACT

Determination of The Change in Some Quality Characteristics of Fermented Almond Milk Obtained by Adding Fruit Juice in Different Ratios

In this study, the changes in some quality (pH, titration acidity), survival of *Lactobacillus acidophilus* amount, mold and yeast numbers, sensory evaluations, and rheological properties of fermented almond milk samples with and without added 100% fruit juice of two types (orange and pineapple juice) at 3 different ratios (10%, 20% and 30%) were investigated. The pH values of fermented almond milk samples with and without orange and pineapple juice in different ratios varied between 3.97-4.40 and 3.99-4.28 at the end of fermentation stage, 4.33-4.77 and 4.48-4.95 on the 7th day, 4.35-4.87 and 4.54-4.93 on day 14th day, respectively. Titratable acidity values of fermented almond milk samples with and without added orange juice or pineapple juice changed between 0.178%–0.478% and 0.186%–0.360% at the end of fermentation, respectively. The values increased during storage regardless of fruit juice type. The lowest pH and highest titratable acidity values were obtained in the samples with 30% fruit juice added. It was determined that the *L. acidophilus* content of fermented almond milk samples with added orange juice varied between 7.58-7.95 log cfu/ml at the end of fermentation stage. It was determined that there was a slight decreasing trend during the storage periods. Fermented almond milk samples with added pineapple juice, it was determined that the amount of *L. acidophilus* content at the end of fermentation periods varied between 7.28-7.74 and showed a slight tendency to decreased during storage periods. Mold and yeast were not detected in any of the fermented almond milk samples. It was determined that fermented almond milk samples showed non-Newtonian pseudoplastic flow behavior. In addition, the most suitable rheological model for the flow behavior of fermented almond milk samples with added orange and pineapple juice was the Power-Law and Herschel-Bulkley model, respectively. As a result of the sensory evaluation, it was determined that the general acceptability of fermented almond milk samples with and without added orange and pineapple juice at different rates was found in the samples with 30% fruit juice. It is thought that the results of this study can provide valuable information for equipment and pumping systems that can be installed on an industrial scale.

Keywords: Almond milk, fermented food, *Lactobacillus acidophilus*, rheology

1. GİRİŞ

1.1. Probiyotikler

“Yaşam için” anlamına gelmekte olan probiyotik kelimesi, Yunanca “pro” ve “biota” kelimelerinden üretilmiştir. Probiyotik mikroorganizmalar, bağırsak florasının mikrobiyolojik dengesini iyileştirerek faydalı bir etki sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. (Başyigit ve ark., 2006). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından probiyotikler “yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerine yararlı etkiler gösteren canlı mikroorganizmalar” olarak tanımlanmıştır (Akhter ve ark., 2015). Bu mikroorganizmalar bağırsak florasında bulunan ve sindirim sisteminde mikrobiyolojik dengeyi düzenleyen bakteriler olarak tanımlanmaktadır (Quigley, 2019).

Prebiyotikler ise probiyotiklerin canlılıklarını sürdürmeleri için ihtiyaç duyduğu ve sağlığa faydalı olan besin maddeleri olarak tanımlanmaktadır. Prebiyotikler sindirim sisteminde sindirilemeyen, bağırsaktaki mikroorganizmaların seçici olarak kullandığı gıda maddeleri olarak tanımlanmaktadır. Bu maddeler bağırsak florasında bulunan probiyotiklerin canlı kalmalarına yardımcı olmakta, aktivitelerini arttırmakta ve kolonizasyonunlarını kolaylaştırmaktadırlar. Sinbiyotikler, probiyotik ve prebiyotikleri bir arada içeren sinerjistik etkiye sahip gıda maddeleri olarak tanımlanmaktadır. Sinbiyotik gıda maddelerinde probiyotik bakterilerin canlılıklarını daha uzun süre sürdürmeleri, probiyotiklerin ihtiyaç duydukları besin maddelerini prebiyotiklerden sağlamasından kaynaklanmaktadır. Ek olarak, sinbiyotikler ise probiyotik ve prebiyotiğin tek başına gösterecekleri etkilerden daha fazla yararlı etki sağlayarak bağırsaktaki probiyotik bakterilerin kolonize olmalarını destekleyen gıda maddeleridir (Mohanty ve ark., 2018; Farias ve ark., 2019).

Çelikel ve ark., (2018) probiyotiklerin insan sağlığı üzerinde gösterdikleri başlıca yararlarını şu şekilde belirtmektedir; Bağımsızlık sistemini düzenleyici özellikler sergilemesi, antimikrobiyal etki göstermesi, kolon kanserini önlemesi, kolesterol seviyesini düşürmesi, böbrek hastalıklarının belirtisini azaltması, bazı önemli enzimlerin üretimini sağlayarak laktozun kullanımını arttırması, vitamin üretimini arttırması, alerji azaltıcı özelliğe sahip olması, bazı gıdaların biyolojik değerini arttırması, mineral ve iz elementlerden

yararlanmayı arttırması sahip oldukları başlıca yararlı özellikleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bazı araştırmacılar probiyotiklerin yararlı etkilerinin ortaya konulabilmesi için kullanılacak olan mikroorganizmaların bazı özellikleri taşıması gerektiğini belirtmişlerdir. Mikroorganizmaların sahip olması gereken özelliklerden bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- Canlıda yan etki oluşturmayan, güvenilir mikroorganizmalardan olmalıdır,
- Patojenik etkiye sahip olmamalı, toksin salgılamamalıdır,
- Birden fazla suşlu preparasyonların hazırlanması için uygun olmalıdır,
- Safra tuzu ve gastrik asite karşı dirençli olmalıdır,
- Sindirim sisteminde kalabilmeli, bağırsakta kolonizasyonu olabilmelidir,
- Antimikrobiyal bileşikler üretebilmelidir,
- Kolesterol asimilasyonu, vitamin üretimi vb. metabolik etki göstermelidir,
- Canlıda hastalıklara karşı direnç oluşturabilmelidir,
- Antibiyotiklere karşı dirençli olmalıdır,
- Gıdaya eklenerek üretilen ürünlerin üretim ve depolama sırasında canlı kalmalıdır,
- Eklendiği üründe tadı olumsuz etkilememelidir,
- Teknolojik süreçlere direnç göstermelidir (Uymaz, 2010; Özden, 2013; Göçer ve ark., 2016).

Probiyotik mikroorganizmaların en önemli grubunu laktik asit bakterileri oluşturmaktadır. *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türleri en yaygın olarak kullanılan laktik asit bakterileridir. *Lactobacillus* türleri arasında ise *L. acidophilus* ve *L. paracasei* bu amaçla en çok kullanılan bakterilerdir. Ayrıca maya ve küf türleri probiyotik ürünlerin hazırlanmasında bazı bakteri cinsleri ile birlikte kullanılmaktadır. (Uymaz, 2010).

Tüketilen probiyotik gıda maddelerinin mideden geçip bağırsağa canlı olarak ulaşması için gıda maddesinde en az 10^6-10^7 kob/g probiyotik mikroorganizma olması gerektiği araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Gürsoy ve Kınık, 2006; Argyri ve ark., 2013). Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği kapsamında Ek-2 Hastalık riskinin azaltılmasına, çocukların gelişimi ve sağlığına ilişkin beyanlar dışındaki sağlık beyanları listesi'nde de bir gıdanın probiyotik kabul edilebilmesi ve etikette probiyotik yazılabilmesi için "Gıdanın en az 1.0×10^6 kob/g canlı probiyotik mikroorganizma içermesi gerekir" ifadesi yer almaktadır (T.C. Resmi Gazete-1).

1.2. Bitkisel Sütler

Dünya genelinde bitkisel sütlere olan ilginin giderek artmasının en önemli nedenlerinden bazıları inek sütü tüketimi nedeniyle süt alerjisi ve laktoz intoleransı gibi hastalıkların ortaya çıkmasıdır. Günümüzde süt olarak adlandırılarak piyasaya arz edilen hayvansal süte benzetilerek formüle edilmiş bitkisel bazlı sütler yer almaktadır. Teknolojik olarak bitkisel sütler, parçalanmış ve suda çözülmüş bitki materyalinin çözeltileri şeklinde tanımlanmaktadır (Dhakal ve ark., 2014; Mäkinen ve ark., 2016; Silva ve ark., 2020). Vanga ve Raghavan, (2018) çalışmalarında bitkisel sütü, görüntüsü inek sütüne benzeyen tahıl, baklagil veya yağlı tohumların su özütleri olarak tanımlamaktadırlar. Dünya çapında çeşitli geleneksel bitkisel içecekler bulunmaktadır. Örnek olarak; Kore'de şeker, pişmiş pirinç ve malt özünden yapılmış olan içecek Sikhye; Japonya'da tatlı, düşük veya alkolsüz fermente pirinç içeceği olan Amazake; geleneksel olarak mısırla hazırlanan bir Meksika içeceği olan Atole; Türkiye, Arnavutluk, Bulgaristan ve Romanya'da buğday, çavdar ve mısırdan üretilen fermente bir içecek olan Boza; İspanya'da Horchata ve Çin'de soya sütü verilebilir (Mäkinen ve ark., 2016; Jeske ve ark., 2018). İnek sütünden kaynaklı süt alerjisi veya laktoz intoleransına sahip veya vegan/vejeteryan kişiler için bitki bazlı süt içeren ürünler inek sütü içeren ürünlere alternatif olan ürünler arasında yerini almaktadır (Dhakal ve ark., 2014; Vanga ve Raghavan, 2018).

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte tahıllardan (yulaf, pirinç, mısır), sözde tahıllardan (kinoa, karabuğday, teff), baklagillerden (soya fasulyesi, börülce, nohut), yağlı tohumlardan (susam, ayçiçeği, keten tohumu) ve sert kabuklu meyvelerden de (hindistan cevizi, badem, ceviz, fıstık, fındık) bitkisel bazlı süt üretiminin yaygın bir şekilde arttığı görülmektedir (Sethi ve ark., 2016; Röös ve ark., 2018; Gobbi ve ark., 2019; Haas ve ark., 2019; Aduol ve ark., 2020). Besin içeriği olarak karşılaştırıldığında, soya sütünün diyetle inek sütünün yerini tutabilecek en iyi alternatif olduğu görülmektedir. Ancak, soya sütünün sahip olduğu fasulye aroması ve alerjen maddeler içermesi gibi sorunlar, insanları badem sütü vb. alternatif bitkisel bazlı süt ürünleri üzerine araştırmaya yöneltmiştir. Badem sütü dengeli bir besin profiline ve çok daha iyi bir tada sahip olsa da, besin yoğunluğu ve toplam kalori sayısı inek sütü ile kıyaslandığında daha düşük değerlere sahiptir. Ayrıca badem sütü de alerjik reaksiyonlara neden olabilen alerjen maddeler içermektedir. Pirinç sütü ve hindistan cevizi sütü, sınırlı besin çeşitliliği nedeniyle inek sütü için ideal bir alternatif olma potansiyeline sahip değildir, ancak soya fasulyesi ve/veya bademe alerjisi olan

vegan/vejetaryan tüketiciler için iyi bir alternatif seçeneği olarak karşımıza çıkmaktadır (Vanga ve Raghavan, 2018). Piyasada bulunan bitkisel süt ürünleri besin içeriklerine göre farklılık göstermektedirler ve dışarıdan vitamin, mineral ve protein ilavesi ile besin içerikleri zenginleştirilebilmektedirler. Vegan bitki sütü alternatiflerinin inek sütü ikamesi olarak kullanılabilmesi için genellikle içine kalsiyum ilave edilmektedir (Haas ve ark., 2019).

Badem, besin içeriği yüksek bir üründür. Özellikle vücut tarafından sentezlenemeyen E vitamini bakımından zengindir. Alfa-tokoferol ve manganez formunda mükemmel bir E vitamini kaynağıdır. Alfa tokoferol güçlü bir antioksidandır. Ayrıca badem; magnezyum, kalsiyum, potasyum, selenyum ve çinko ve benzeri maddelerce de zengin bir gıda maddesidir. Bu zenginliğin yanında badem potansiyel prebiyotik özelliklere de sahiptir. Diğer bitkisel sültere göre badem sütü doğal bir vitamin kaynağıdır (Sethi ve ark., 2016).

Badem sütü, su ile toz veya macun haline getirilmiş bademlerin karıştırılmasından sonra elde edilen koloidal bir dispersiyondur. (Bernat ve ark., 2014). Geleneksel olarak bademli içecekler aroması ve tadı nedeniyle uzun süredir tüketilmektedir. Ancak son yıllarda badem sütü, Kuzey Amerika, Avrupa ve Avustralya içecek pazarlarında en popüler bitki bazlı alternatif sülterden biri haline gelmiştir (Dhakal ve ark., 2014).

Bernat ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, fermente badem sütündeki probiyotik mikroorganizmanın $>10^7$ kob/ml olduğunu, ayrıca fermente edilmiş badem sütünün hem probiyotik özellik göstermesi hem de bademden gelen prebiyotik bileşikler nedeniyle bir sinbiyotik olarak kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir. Prebiyotikler, sağlığa faydalı etkiler sağlarken son üründe yarattıkları sinerjik etki vasıtasıyla, ürünlerin depolanması boyunca probiyotik mikroorganizmaların canlı kalması üzerinde yararlı yönde etki göstermektedirler. Probiyotik ürünlerin üretilmesinde bitkisel bazlı sülterin kullanılması sağlığa faydalı etkilerinin yanında içerisinde varolan prebiyotikler sayesinde sinbiyotik bir ürün oluşumuna imkân tanımaktadır (Erk ve ark., 2019).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre fermente süt ürünleri; "sütün uygun mikroorganizmalar tarafından fermentasyonu ile pH değerinin koagülasyona yol açacak veya açmayacak şekilde düşürülmesi sonucu oluşan ve içermesi gereken mikroorganizmaları yeterli sayıda, canlı ve aktif olarak bulunduran süt ürünleri" şeklinde tanımlanmaktadır. Fermente süt ürünleri spesifik mikroorganizmaları raf ömrü sonuna kadar canlı, aktif ve Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği Ek-2'de belirtilen sayıda mikroorganizma (belirtilen ürün özelliklerine göre "en az 10^7 kob/g toplam spesifik

mikroorganizma” ve “en az 10^6 kob/g etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizma”) içermelidir (T.C. Resmi Gazete-2).

Bitkisel süt ürünlerinin ticari olarak üretimi esnasında kullanılacak olan ekipman ve pompalama sistemlerinin tasarımı ve imalatı için, bu ürünlerin reolojik özelliklerinin bilinmesi son derece önemlidir. Reoloji, gıda maddelerinin akış ve deformasyon özelliklerini inceleyen bilim dalıdır (Steffe, 1996). Gıdaların akış davranışları incelenerek reolojik özellikleri belirlenerek ürünlerin viskozitesi ve akış modeli tespit edilmektedir (Akal, 2017). Viskozite bir sıvının akışkanlığa karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanmaktadır (Bensmira ve ark., 2010, Barukcic ve ark., 2017). Gıda maddeleri, kayma hızı ve kayma gerilimi değerlerindeki değişimlere bağlı olarak Newton tipi ve Newton tipi olmayan akışkanlar olarak ikiye ayrılmaktadır (Steffe, 1996). Newton tipi akış kayma hızının kayma gerilimiyle doğru orantılı olduğu akış modelini göstermektedir. Newton tipi olmayan davranış modelleri ise zamandan bağımsız (Psödoplastik, Dilatant, Bingham Plastik ve Herschel-Bulkley) ve zamana bağımlı (Tiksotropik ve Reopektik) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Steffe, 1996). Newton olmayan akışlarda akış davranış indeksi değeri, viskozite yerine kullanılmaktadır. Akış davranış indeksi, akışın Newton akış tipine ne kadar benzediğini belirlemek için kullanılmaktadır. Akış davranış indeksi 1 olan gıdalar Newton akış modeline, 1'in altı olanlar psödoplastik (kayma ile incelen) akış modeli, 1'in üstünde olanlar ise dilatant (kayma ile kalınlaşan) akış modeline uygun akış özelliği göstermektedir (Akal, 2017). Gıdaların reolojik özellikleri üretim esnasında uygulanan pompalama, karıştırma ve ekipman özelliklerinin belirlenmesi gibi parametrelerde son derece önemlidir (Steffe, 1996; Krokida ve ark., 2001).

Bernat ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada badem sütü ve fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimini incelemişlerdir. Fermente badem sütü örneklerinin psödoplastik (kayma ile incelen) Non-Newtonian ($n < 1$) akış tipi özelliği gösterdiğini ve en uygun reolojik modelin ise Herschel-Bulkley modeli olduğunu belirtmişlerdir. Ancak literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı oranlarda %100 meyve suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimin araştırıldığı bir çalışmaya yazarların bilgisi dahilinde rastlanılmamıştır. Badem sütü kullanılarak yapılan sınırlı çalışmalardan biri olan (Manzoor ve ark., 2019), darbeli elektrik alanın (PEF) badem sütünün reolojik özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve tüm numuneler Newton olmayan bir psödoplastik akış davranış

indeksi göstermiştir. Ayrıca tüm örnekler için Herschel-Bulky modelinin en uygun reolojik model olduğu araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

İcier ve ark., (2015), soya sütüne farklı oranlarda %100 elma suyu ve *L. acidophilus* probiyotik kültürü ekleyerek elde ettikleri fermente soya sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişiklikleri incelemişlerdir. Fermente soya sütü örneklerinin tüm koşullar için Newtonian olmayan-psödoplastik ($n < 1$) akış davranışı gösterdiğini ve en uygun reolojik modelin Vocadlo modeli olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Silva ve ark., (2020), Brezilya fıstığından yapılan bitki bazlı bir içeceğin 3 farklı ölçüm sıcaklığında (25, 45 ve 80 °C) reolojik davranışını incelemişlerdir. Araştırmacılar, tüm numunelerin Newton olmayan psödoplastik akış davranışı ($n < 1$) gösterdiğini ve en uygun modelin Ostwald-de Waele Modeli olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise, kefir örnekleri için yapılan reolojik testler ile örneklerin psödoplastik akış davranışı gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacı en yüksek regresyon katsayısı değerlerinin ($R^2 > 0.99$) Üssel modelde elde edildiğini, kefir örnekleri için en uygun reolojik modelin Üssel model olduğunu bildirmiştir (Buran, 2020).

Son yıllarda literatürde yapılan çalışmalar inceleniğinde, araştırmacılar tarafından farklı fermente süt ürünlerinin (kefir, kıymız, ayran) reolojik özelliklerindeki değişimin incelendiği çalışmaların artış gösterdiği tespit edilmiştir. Rapor edilen çalışmalarda örneklerin Non-Newtonian tipi akış davranış gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmalarda kullanılan örneklerinin farklı sıcaklık değerlerindeki akış tipinin belirlenebilmesi amacıyla reolojik modeller ile uyumluluğu test edilmiş ve en uygun reolojik modelin Üssel model olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Köksoy ve Kılıç, 2003; Tratnik ve ark., 2006; Bayraktaroğlu ve Obuz, 2008; Sabancı ve ark., 2016; Ergin ve ark., 2017; Buran, 2020; Ünal ve ark., 2020; Gürel ve ark., 2021). Ancak literatürde farklı oranlarda %100 meyve suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin bazı kalite ve reolojik özelliklerindeki değişimin araştırıldığı bir çalışmaya yazarların bilgisi dahilinde rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada, 3 farklı oranda (%10, %20 ve %30) iki çeşit (portakal ve ananas suyu) %100 meyve suyu eklenmiş ve eklenmemiş fermente badem sütü örneklerinin bazı kalite özellikleri (pH, titrasyon asitliği), *Lactobacillus acidophilus* canlılığı, küf ve maya sayıları, reolojik özellikleri ve duyuusal değerlendirmelerindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Badem sütü

Ticari olarak üretilen uzun ömürlü badem sütü (Alpro Comm. Va., Belçika), fermente badem sütü içeceği üretiminde kullanılmıştır. Badem sütleri yerel bir marketten temin edilmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Fermente içecek üretiminde kullanılıncaya kadar oda koşullarında ($25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiştir. Badem sütü (g/100 ml cinsinden) içeriği şu şekilde sıralanmaktadır: 100 ml badem sütü başına; 3.0 g karbonhidrat, 1.1 g toplam yağ, 0.5 g protein, 0.2 g diyet lifi, 0.14 g tuz, 120 mg kalsiyum, 1,80 mg E vitamini, 0,21 mg riboflavin 0,75 μg D vitamini ve 0,38 μg B12 vitamini içermektedir.

2.1.2. Meyve suları

2.1.2.1. Portakal suyu

Ticari olarak pastörize edilmiş %100 portakal suyu (Dimes, Türkiye) yerel bir marketten temin edilmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Fermente içecek üretiminde kullanılıncaya kadar oda koşullarında ($25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiştir. Portakal suyu (g/100 ml cinsinden) içeriği şu şekilde sıralanmaktadır: 100 ml portakal suyu başına; 10.5 g karbonhidrat ve 0.6 g protein içermektedir.

2.1.2.2. Ananas suyu

Ticari olarak pastörize edilmiş %100 ananas suyu (Sunpride, Türkiye) yerel bir marketten temin edilmiş ve laboratuvara getirilmiştir. Fermente içecek üretiminde kullanılıncaya kadar oda koşullarında ($25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) muhafaza edilmiştir. Ananas suyu (g/100 ml cinsinden) içeriği şu şekilde sıralanmaktadır: 100 ml ananas suyu başına; 12.2 g karbonhidrat, 0.39 g lif, 0.34 g protein ve 0.01 tuz içermektedir.

2.1.3. Mikroorganizma

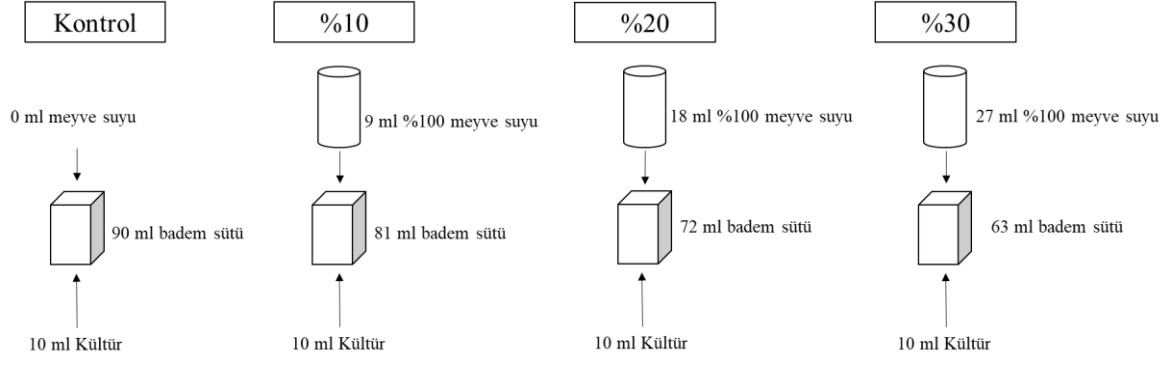
Liyofilize probiyotik kültürü *Lactobacillus acidophilus* LA-5 (Chr. Hansen, Danimarka) DVS (doğrudan tekne seti) kültürü olarak kullanılmıştır. *L. acidophilus* LA-5, MRS broth içerisinde 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu işlem mikroorganizmanın canlandırılması için yapılmış ve iki kez tekranlanmıştır. Geliştirilen kültür daha sonra steril tüp içerisinde daha önceden steril edilmiş peptonlu su yardımıyla 6000 rpm dönme hızında 5 dakikalık yıkama işlemine iki kez tabii tutulmuştur. Daha sonra elde edilen saf kültür, fermente badem sütü üretiminde çalışma kültürü olarak kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Farklı oranlarda meyve suyu ilave edilmiş fermente badem sütü üretimi

%100 portakal suyu (Dimes, Türkiye) ve %100 ananas suyu (Sunpride, Türkiye) ayrı olarak badem sütü içerisine 3 farklı konsantrasyon değerinde (%10, %20 ve %30 oranında) ilave edilmiştir. %100 meyve suyu içermeyen badem sütleri ise kontrol grubu olarak dikkate alınmıştır. Her iki meyve suyu içinde, toplam örnek hacmi 90 ml olacak şekilde %100 meyve suyu ilave edilmiş veya edilmemiş badem sütü örnekleri, steril vidalı kapaklı cam kavanozlara aktarılmıştır. Daha sonra tüm cam kavanozlara, minimum 7 log kob/ml'lik ilk popülasyona ulaşmak için 10 ml *L. acidophilus* kültürü (çalışma kültürü) ilave edilmiştir (Şekil 2.1). Daha sonra hazırlanan örnekler 37°C ortam sıcaklığında 24 saat fermantasyon işlemine tabii bırakılmıştır (Santos ve ark., 2014).

Fermantasyon aşaması boyunca (0., 8., 16. ve 24. saatte) %100 meyve suyu ilave edilmiş (%10, %20 ve %30 oranlarında portakal veya ananas suyu) ve edilmemiş (%0 oranlarında meyve suyu) badem sütü örneklerinin pH ve reolojik özelliklerindeki değişim fermantasyon aşaması boyunca tespit edilmiştir. Fermantasyon aşaması sonunda tüm örnekler +4°C'ye soğutulmuş ve +4°C'de 14 günlük depolama işlemine tabii tutulmuştur. Depolama aşaması boyunca (0 (depolama başlangıcı), 7 ve 14 günde) örneklerin titrasyon asitliği, *L. acidophilus* bakterilerinin sayısı, maya, küf ve reolojik özelliklerindeki değişim belirlenmiştir.



Şekil 2.1. Farklı oranlarda meyve suyu ilave edilmiş fermente badem sütü üretim aşaması

2.2.2. pH ve titrasyon asitliği değerlerindeki değişiminin belirlenmesi

Fermente badem sütü örneklerinin pH değerleri fermantasyon (0., 8., 16. ve 24. saatlerinde) ve depolama aşaması boyunca (7. ve 14. günde) pH metre (Thermo Scientific Orion 3 Star, USA) kullanılarak ölçülmüştür.

Fermente badem sütü örneklerinin titrasyon asitliği değerleri ise depolama aşamasının başlangıcında (24. saatte) ve depolama aşaması (7. ve 14. günde) boyunca 0.1 N NaOH çözeltisi kullanılarak belirlenmiş ve yüzde laktik asit olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 2.1) (Wang ve ark., 2003).

$$\text{Laktik asit miktarı (\%)} = \frac{V * N * F * 0.09}{m} * 100 \quad (2.1)$$

Burada kullanılan V sarf edilen 0.1 N NaOH miktarını (ml), N NaOH normalitesini, f NaOH solüsyonun faktörünü ve m ise kullanılan örnek miktarını (ml) ifade etmektedir.

2.2.3. Mikrobiyolojik analizler

2.2.3.1. *Lactobacillus acidophilus* sayısının belirlenmesi

L. acidophilus bakterilerinin sayısı MRS Agar (de Man, Rogosa and Sharpe Agar, pH 5.6, Hampshire, UK) kullanılarak belirlenmiştir. Farklı oranlarda meyve suyu ilave edilmiş ve edilmemiş badem sütü içeceğinden 1 ml örnek alınmış ve % 0.1 (w/v) bakto pepton içeren bir çözelti içerisinde on kat seyreltme işlemi uygulanarak 10^{-1} 'den 10^{-6} 'ya

kadar dilüsyonlar hazırlanmıştır. Yapılan ön çalışmalarla belirlenen dilüsyonlardan (10^{-4} , 10^{-5} ve 10^{-6}) MRS Agar plakalarına ekim yapılmış ve mikroaerofilik koşulların sağlanabilmesi adına ekim işleminden sonra plakalar üzerine bir kat daha MRS Agar ilave edilmiştir. Daha sonra petri kapları 3 gün boyunca 37°C 'de inkübasyona tabii tutulmuştur (İçier ve ark., 2015). İnkübasyon işlemi sonunda koloniler sayılmış ve canlı *L. acidophilus* sayıları belirlenmiştir.

2.2.3.2. Küf-maya sayılarının belirlenmesi

Küf ve maya sayımları için, on kat seyreltme işlemi kullanılarak 10^{-1} 'den 10^{-6} 'ya kadar dilüsyonlar hazırlanmış, asitleştirilmiş Patates Dekstroz Agar plakalarına (PDA, pH 3.5, Merck, Darmstadt, Almanya) ekim yapılmış ve 5 gün boyunca 25°C 'de inkübasyon işlemine tabii tutulmuştur (Tournas ve ark., 1998; İçier ve ark., 2015). İnkübasyon işlemi sonunda koloniler sayılmış ve örneklerle ait küf ve maya sayıları belirlenmiştir.

2.2.4. Reolojik özelliklerdeki değişimin belirlenmesi

3 farklı oranda (%10, %20 ve %30 oranlarında meyve suyu) %100 portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş (%0 oranında meyve suyu) fermente badem sütü örneklerinin fermentasyon (0., 8., 16. ve 24. saatlerinde) ve depolama aşaması boyunca (7. ve 14. gün) reolojik özelliklerindeki değişim reometre (Anton Paar GmbH, Graz, Austria) yardımı ile belirlenmiştir. Reolojik ölçümler paslanmaz eş merkezli silindirik ölçüm aparatı (iç silindirin çapı 26.663 mm ve dış silindirin çapı 28.910 mm) kullanılarak $0.1-100 \text{ s}^{-1}$ kayma hızı değerleri arasında 3 farklı sabit ölçüm sıcaklığında (4°C , 10°C ve 20°C) gerçekleştirilmiştir. Tüm örneklerin kayma hızı ve kayma gerilimi değerleri ölçülerek, farklı sabit sıcaklık değerlerindeki akış tipinin belirlenmesi amacıyla farklı reolojik modellerin (Üssel, Bingham, Herschel-Bulkley) deneysel verilere uygunluğu istatistiksel olarak belirlenmiştir (Eşitlik 2.2-2.4) (Çevik ve ark., 2016).

$$\tau = K * \dot{\gamma}^n$$

(2.2)

$$\tau - \tau_0 = K * \dot{\gamma}$$

(2.3)

$$\tau - \tau_0 = K * \dot{\gamma}^n$$

(2.4)

Burada kullanılan τ kayma gerilimi değerini (Pa), τ_0 değeri başlangıç kayma gerilimini (Pa), $\dot{\gamma}$ kayma hızı değerini (s^{-1}), K kıvam katsayısı ($Pa \cdot s^n$) ve n ise akış davranış indeksini (birimsiz) ifade etmektedir (Çevik ve ark., 2016).

Görünür viskozite (η) değerlerinin sıcaklığa bağlı değişimi ağızda kesme hızı olarak kabul edilen $50 s^{-1}$ kayma hızı değerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler, örneklerin sıcaklık ve $50 s^{-1}$ arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Arrhenius denkleminde yerleştirilmiştir (Çevik ve ark., 2016; Eşitlik 2.5).

$$\eta_{50} = A_0 \exp (E_a/RT)$$

(2.5)

Burada kullanılan A_0 Arrhenius sabitini ($Pa \cdot s^n$), E_a aktivasyon enerjisini ($kJ mol^{-1}$), T sıcaklığı (Kelvin, K) and R üniversal gaz sabitini ($kJ kg \cdot K^{-1}$) ifade etmektedir.

2.2.5. Duyusal özelliklerinin belirlenmesi

3 farklı oranda (%10, %20 ve %30 oranlarında meyve suyu) %100 portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş (%0 oranında meyve suyu) fermente badem sütü örneklerinin duyusal değerlendirmesi fermantasyon işlemi sonunda (24. saat sonunda) gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme işleminde puanlama testi kullanılmıştır. Duyusal değerlendirme 15 adet eğitimsiz panelistin katılımı ile gerçekleştirilmiştir (Altuğ ve Elmacı, 2005). Duyusal değerlendirmede örnek kodları üç basamaklı sayılar ile ifade edilmiştir. Örnekler arasında ağzın çalkanabilmesi amacıyla bir bardak su ile aynı anda

servis edilmiştir. Fermente badem sütü örnekleri kıvam, renk, asitlik, aroma, meyve suyu aroması ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir.

2.2.6. İstatistiksel Analizler

Fermente badem sütü örneklerinin pH, titrasyon asitliği, *L. acidophilus* bakteri sayısı ve duyu özelliklerindeki değişim ANOVA testleri ile belirlenmiştir. Örneklerin farklı ölçüm sıcaklıklarının reolojik özellikleri üzerine etkileri SPSS 14.0 paket programı (IBM, USA) yardımı ile ANOVA ve DUNCAN testleri ile uygulanarak belirlenmiştir. Güven seviyesi %95 olarak alınmıştır. Deneysel kayma gerilimi değerlerinin farklı reolojik modeller ile uyumluluğu doğrusal olmayan regresyon analizi kullanılarak belirlenmiştir. İncelenen her bir reolojik model için ilgili eşitlikler (hata kareleri ortalaması karekökü (HKOK), ki-kare (χ^2) ve regresyon katsayısı (R^2) değerleri) hesaplanmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda en uygun reolojik modelin değerlendirilmesinde en küçük hata kareleri ortalaması karekökü (HKOK) (Eşitlik 2.6) ve ki-kare (χ^2) (Eşitlik 2.7) değerleri ile en yüksek R^2 değerleri dikkate alınmıştır (Çevik ve ark., 2016). Tüm ölçümler her örnek grubu için en az üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

$$HKOK = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (KG_{teorik,i} - KG_{deneysel,i})^2 \right]^{0.5} \quad (2.6)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (KG_{teorik,i} - KG_{deneysel,i})^2}{N-n} \quad (2.7)$$

KG teorik ve deneysel reolojik değer verisini, N gözlenen veri sayısını, n modeldeki katsayı değerini ifade etmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. pH değerlerindeki değişimin belirlenmesi

Farklı işlem koşulları kullanılarak elde edilen portakal suyu eklenmiş ve eklenmemiş fermente badem sütü örneklerinin pH değerlerindeki değişim Tablo 3.1’de verilmiştir. Fermantasyon işleminin başlangıcında portakal suyu ilave edilmemiş örneklerde pH değerinin 8.15 olduğu, özellikle pH değeri (3.52 ± 0.02) yüksek olan %100 portakal suyunun farklı oranlarda badem sütü içerisine ilave edilmesi ile pH değerlerinde hızlı bir düşüş yaşandığı ve pH değerlerinin 4.69 ile 5.59 aralığında değiştiği tespit edilmiştir ($p<0.05$; Tablo 3.1). Fermantasyon aşaması boyunca tüm örnek gruplarında pH değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği ve fermantasyon işlemi sonunda ise 3.97 ile 4.40 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.1). Depolama aşaması boyunca pH değerlerinin dalgalanma eğilimi gösterdiği ve depolama aşaması sonunda ise pH değerlerinin 4.35 ile 4.87 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Benzer şekilde, fermantasyon işleminin başlangıcında da ananas suyu ilave edilmemiş örneklerde pH değerinin 8.15 olduğu, özellikle pH değeri (3.90 ± 0.01) yüksek olan %100 ananas suyunun farklı oranlarda badem sütü içerisine ilave edilmesi ile pH değerlerinde hızlı bir düşüş yaşandığı ve pH değerlerinin 4.81 ile 5.41 aralığında değiştiği tespit edilmiştir ($p<0.05$; Tablo 3.1). Fermantasyon aşaması boyunca tüm örnek gruplarında pH değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği ve fermantasyon işlemi sonunda ise 3.99 ile 4.28 aralığında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.1). Depolama aşaması boyunca pH değerlerinin dalgalanma eğilimi gösterdiği ve depolama aşaması sonunda ise pH değerlerinin 4.54 ile 4.93 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca pH değerlerindeki değişim

Zaman	Eklenen meyve suyu oranı (%)	pH değerleri (Portakal Suyu)	pH değerleri (Ananas Suyu)
0. Saat	0	8.15±0.02 ^d	8.15±0.02 ^d
	10	5.59±0.02 ^c	5.41±0.01 ^c
	20	4.93±0.01 ^b	5.13±0.01 ^b
	30	4.69±0.02 ^a	4.81±0.03 ^a
8. Saat	0	5.16±0.01 ^d	5.01±0.01 ^d
	10	4.68±0.01 ^b	4.51±0.02 ^c
	20	4.61±0.02 ^a	4.37±0.02 ^b
	30	4.73±0.01 ^c	4.33±0.01 ^a
16. Saat	0	4.60±0.02 ^d	4.54±0.01 ^c
	10	4.22±0.01 ^c	4.34±0.01 ^b
	20	4.12±0.01 ^b	4.27±0.01 ^a
	30	4.10±0.01 ^a	4.27±0.01 ^a
24. Saat	0	4.40±0.01 ^d	4.28±0.01 ^d
	10	4.07±0.01 ^c	4.12±0.01 ^c
	20	3.99±0.01 ^b	4.03±0.00 ^b
	30	3.97±0.01 ^a	3.99±0.01 ^a
7. Gün	0	4.77±0.01 ^d	4.95±0.02 ^d
	10	4.65±0.01 ^c	4.71±0.01 ^c
	20	4.44±0.02 ^b	4.60±0.02 ^b
	30	4.33±0.02 ^a	4.48±0.03 ^a
14. Gün	0	4.87±0.01 ^d	4.87±0.00 ^d
	10	4.52±0.01 ^c	4.54±0.01 ^c
	20	4.41±0.00 ^b	4.93±0.02 ^b
	30	4.35±0.02 ^a	4.67±0.02 ^a

a, b, c, d Aynı sütündeki farklı harflendirme, farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin aynı zaman aralığı için, ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Beklenildiği gibi farklı oranlarda ananas ve portakal suyu ilave edilerek elde edilen fermente badem sütü örneklerinden en düşük pH değerlerinin %30 oranında meyve suyu ilave edilmiş örneklerde elde edildiği tespit edilmiştir. Fermente badem sütü örneklerine ilave edilen farklı meyve suyu oranının artmasına bağlı olarak, örneklerin karbonhidrat içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. Meydana gelen bu artış *L. acidophilus*'ın metabolik aktivitesinin artmasına, başka bir deyişle ortamdaki laktik asit içeriğinin artmasına ve pH değerlerinin azalmasına neden olmuştur. İçier ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada, %15 ve %25 oranında elma suyu ilave ederek ürettikleri fermente soya sütü örneklerinin kontrol grubuna kıyasla en düşük pH değerlerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ek olarak araştırmacılar, depolama işlemi boyunca örneklerin pH değerlerinde önemli bir değişimin

belirlenmediğini rapor etmişlerdir. Bernat ve ark., (2014), ürettikleri fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşaması sonunda pH değerinin 4.657 olduğunu, 28 günlük depolama işlemi boyunca pH değerlerinin dalgalanma eğilimi gösterdiğini, depolama aşaması sonunda ise 4.650 olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, bu çalışmada da depolama aşaması boyunca pH değerlerinin dalgalanma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumun badem proteinleri ve şeker gibi katı maddelerin tamponlama etkisinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Atalar ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada fındık yağının yan ürünlerinden elde edilen fındık sütünün pH değerinin 6.51 ± 0.03 olduğunu bildirmişlerdir. Mridula ve Sharma, (2015) ise yaptıkları çalışmada, farklı bitkisel (buğday, arpa, inci darısı, maş fasulyesi) bazlı soya sütü içeren veya içermeyen probiyotik içecek örneklerinin pH değerlerinin 4.11 ile 4.49 arasında değiştiğini ve maş fasulyesi bazlı probiyotik içeceklerde daha yüksek pH değerlerinin tespit edildiğini belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada ise (Dabbagh Moghaddam ve ark., 2018), farklı laktik asit bakterileri (*Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus casei*) kullanılarak üretilen safran bazlı probiyotik içeceklerin fermantasyon süresi sonunda pH değerlerinin 4.00 ile 4.80 arasında değiştiği araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

3.2. Titrasyon asitliği değerlerindeki değişimin belirlenmesi

Farklı işlem koşulları kullanılarak elde edilen portakal ve ananas suyu eklenmiş ve eklenmemiş fermente badem sütü örneklerinin titrasyon asitliği değerlerindeki değişim Tablo 3.2’de verilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda, fermantasyon işlemi sonunda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin fermantasyon işlemi sonunda %0.178 ile %0.478 aralığında değiştiği, depolama işlemi boyunca artış gösterdiği ve depolama işlemi sonunda ise %0.205 ile %0.507 aralığında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3.2). Aynı şekilde ananas suyu eklenmiş ve eklenmemiş fermente badem sütü örneklerinde de fermantasyon işlemi sonunda titrasyon asitliği değerlerinin %0.186 ile %0.360 arasında değiştiği ve depolama işlemi boyunca artış gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama işlemi sonunda ise fermente badem sütü örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin %0.203 ile %0.377 arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3.2). Farklı iki meyve suyu ilave edilerek elde edilen fermente badem sütü örnekleri için en yüksek titrasyon asitliği değerlerinin %30 oranında %100 meyve suyu ilave edilmiş örneklerde elde edilmiştir (Tablo 3.2). Bu durum fermente badem sütü içerisine ilave edilen

meyve suyu oranının artışına bağlı olarak örneklerin şeker içeriğinin artmasına ve buna bağlı olarak da laktik asit bakterilerinin aktivitesinin artması ile pH değerlerinde hızlı bir düşüş gerçekleşmesi ile açıklanabilmektedir.

Tablo 3.2. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşaması boyunca titrasyon asitliği değerlerindeki değişim

Zaman	Eklenen meyve suyu oranı (%)	Titrasyon asitliği değerleri (%) (Portakal suyu)	Titrasyon asitliği değerleri (%) (Ananas suyu)
24 saat (0. gün)	0	0.178±0.002 ^a	0.186±0.002 ^a
	10	0.324±0.004 ^b	0.270±0.004 ^b
	20	0.422±0.006 ^c	0.322±0.002 ^c
	30	0.478±0.002 ^d	0.360±0.004 ^d
7. gün	0	0.189±0.002 ^a	0.195±0.006 ^a
	10	0.322±0.006 ^b	0.285±0.004 ^b
	20	0.428±0.008 ^c	0.347±0.002 ^c
	30	0.512±0.010 ^d	0.374±0.004 ^d
14. gün	0	0.205±0.002 ^a	0.203±0.002 ^a
	10	0.322±0.004 ^b	0.292±0.004 ^b
	20	0.428±0.006 ^c	0.336±0.002 ^c
	30	0.507±0.002 ^d	0.377±0.002 ^d

^{a, b, c, d} Aynı sütündeki farklı harflendirme, farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin aynı zaman aralığı için, ilgili değerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Bernat ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada, fermente edilmemiş badem sütü örneklerinin titrasyon asitliği değerinin %0.39 (g/L laktik asit), fermantasyon aşaması sonunda ise titrasyon asitliği değerinin %1.90 (g/L laktik asit) olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırmacılar ürettikleri fermente badem sütü örneklerini 28 günlük depolama işlemine tabii tutmuşlardır. Depolama aşaması boyunca titrasyon asitliği değerlerinin artış gösterdiğini ve %2.19 ile %2.26 (g/L laktik asit) arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise farklı bitkisel (arpa, buğday, inci darısı, maş fasulyesi) bazlı soya sütü içeren veya içermeyen probiyotik içecek örneklerinin asitlik (% laktik asit cinsinden) değerlerinin %0.45 ile %1.02 arasında değiştiğini bildirmişlerdir (Mridula ve Sharma, 2015). İçier ve ark., (2015) farklı oranlarda %100 elma suyu (%0, %15 ve %25 oranlarında elma suyu) ilave ederek ürettikleri fermente soya sütü örneklerinin fermantasyon aşaması sonunda titrasyon asitliği değerlerinin %0.760 ile %1.417 aralığında, uygulanan 21 günlük depolama işlemi boyunca ise %0.737 ile % 1.667 arasında değiştiğini ve ilave edilen meyve suyu

oranın yükselmesine bağlı olarak titrasyon asitliği değerlerinin arttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer şekilde; fermente badem sütü içerisine ilave edilen %100 meyve suyu oranının artmasına bağlı olarak titrasyon asitliği değerlerinin artış gösterdiği gözlenmiştir (Tablo 3.2).

3.3. *L. acidophilus*, kf ve maya değerlerindeki değişimin belirlenmesi

Literatürde rapor edilen çalışmalar incelendiğinde, *L. acidophilus*'un fermantasyon sıcaklığının 37 °C (Wang ve ark., 2002) veya 42-43 °C (Ashraf ve Shah, 2011) ortam sıcaklığında yapılması önerilmektedir. Bořanić ve ark., (2008) yapılan çalışmada ise tüm probiyotik bakteri türleri için fermantasyon sıcaklığının 37°C olarak seçilmesinin 43°C fermantasyon sıcaklığına kıyasla daha uygun olduğunu rapor etmişlerdir. Bu doğrultuda bu çalışmada kullanılan *L. acidophilus* probiyotik bakteri için fermantasyon sıcaklığı 37°C olarak belirlenmiştir.

Badem sütü içerisine farklı oranlarda ilave edilmiş ve edilmemiş portakal ve ananas suyu ile hazırlanan rnekler 37°C ortam sıcaklığında 24 saatlik fermantasyon işlemine tabii tutulmuş ve fermantasyon aşaması sonunda örneklerdeki *L. acidophilus*'un toplam canlı miktarındaki değişim incelenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda, portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerin *L. acidophilus*'un canlı miktarının 7.58 ile 7.95 kob/ml arasında değiştiği, ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş örnekler de ise *L. acidophilus*'un canlı miktarının 7.31 ile 7.67 log kob/ml arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 3.3). Özellikle portakal ve ananas suyu ilave edilmemiş örneklerde ek bir karbonhidrat kaynağına gerek kalmadan badem sütü içeriğinin *L. acidophilus*'un gelişimini desteklediği tespit edilmiştir. Farklı koşullarda elde edilen fermente badem sütü örneklerinde *L. acidophilus*'un canlı miktarının depolama koşullarındaki değişiminin incelenmesi amacıyla 14 günlük depolama işlemine tabii tutulmuştur. Yapılan değerlendirme sonucunda, portakal suyu ilave edilerek elde edilen örneklerde depolama aşaması boyunca *L. acidophilus*'un canlı miktarının 7.30 ile 7.89 log kob/ml arasında değiştiği, depolama işlemi boyunca hafif bir azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, ananas suyu ilave edilerek elde edilen örneklerde de depolama periyodu boyunca *L. acidophilus*'un canlı miktarının 6.86 ile 7.37 log kob/ml arasında değiştiği, depolama işlemi boyunca hafif bir azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. İki farklı meyve suyu kullanılarak üretilen fermente badem sütü örnekleri arasında *L. acidophilus*'un canlı miktarının fermantasyon ve depolama aşaması

boyunca farklılık göstermesinin portakal suyunun ananas suyuna kıyasla daha yüksek şeker içeriğine sahip olmasına ve bu durumun *L. acidophilus*'un metabolik aktivitesinin artırması sonucu olduğu öngörülmektedir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Tebliği'ne (No: 2022/44) göre, asidofiluslu sütlerin en az 7 log kob/g toplam spesifik mikroorganizma içermesi gerektiği belirtilmiştir (T.C. Resmi Gazete-2). Farklı meyve suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin tümünde fermantasyon ve depolama aşaması boyunca *L. acidophilus*'un canlı miktarının Fermente Süt Tebliği'nde belirtilen 7 log kob/g toplam spesifik mikroorganizma dolaylarında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.3. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşaması boyunca *L. acidophilus* değerlerindeki değişim

Zaman	Eklenen meyve suyu oranı (%)	<i>L. Acidophilus</i> miktarı (Portakal Suyu) (log kob/ml)	<i>L. Acidophilus</i> miktarı (Ananas Suyu) (log kob/ml)
24 saat (0. gün)	0	7.58±0.05 ^a	7.67±0.10 ^a
	10	7.73±0.04 ^b	7.46±0.13 ^b
	20	7.94±0.08 ^c	7.56±0.10 ^c
	30	7.95±0.02 ^c	7.31±0.13 ^c
7. gün	0	7.73±0.31 ^a	7.29±0.15 ^a
	10	7.68±0.15 ^b	7.09±0.41 ^b
	20	7.89±0.13 ^c	7.37±0.17 ^c
	30	7.83±0.07 ^c	7.11±0.30 ^c
14. gün	0	7.41±0.48 ^a	7.19±0.18 ^a
	10	7.30±0.37 ^b	6.75±0.07 ^b
	20	7.57±0.18 ^c	6.87±0.04 ^c
	30	7.47±0.05 ^c	6.86±0.19 ^c

^{a, b, c} Aynı sütündeki farklı harflendirme, farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin aynı zaman aralığı için, ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Mridula ve Sharma, (2015) yaptıkları çalışmada, buğday, arpa, inci darı ve maş fasulyesi bazlı ürettikleri probiyotik içecek örneklerinin *L. acidophilus*'un içeriklerinin sırasıyla 9.10-11.06, 10.36-11.17, 10.36-11.51 ve 10.36-11.32 log kob/ml arasında değiştiğini, tahıl unu miktarının artması ile *L. acidophilus* miktarının da artış gösterdiğini bildirmişlerdir. İçer ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada fermantasyon aşaması sonunda *L. acidophilus*'un toplam miktarının elma suyu ilave edilmemiş örneklerde 8.73 log kob/g olduğunu, %15 ve %25 oranında elma suyu ilave edilmiş örneklerde ise sırasıyla 8.98 log kob/g ve 9.08 log kob/g olarak değiştiğini rapor etmiştir. Ayrıca araştırmacılar uyguladıkları

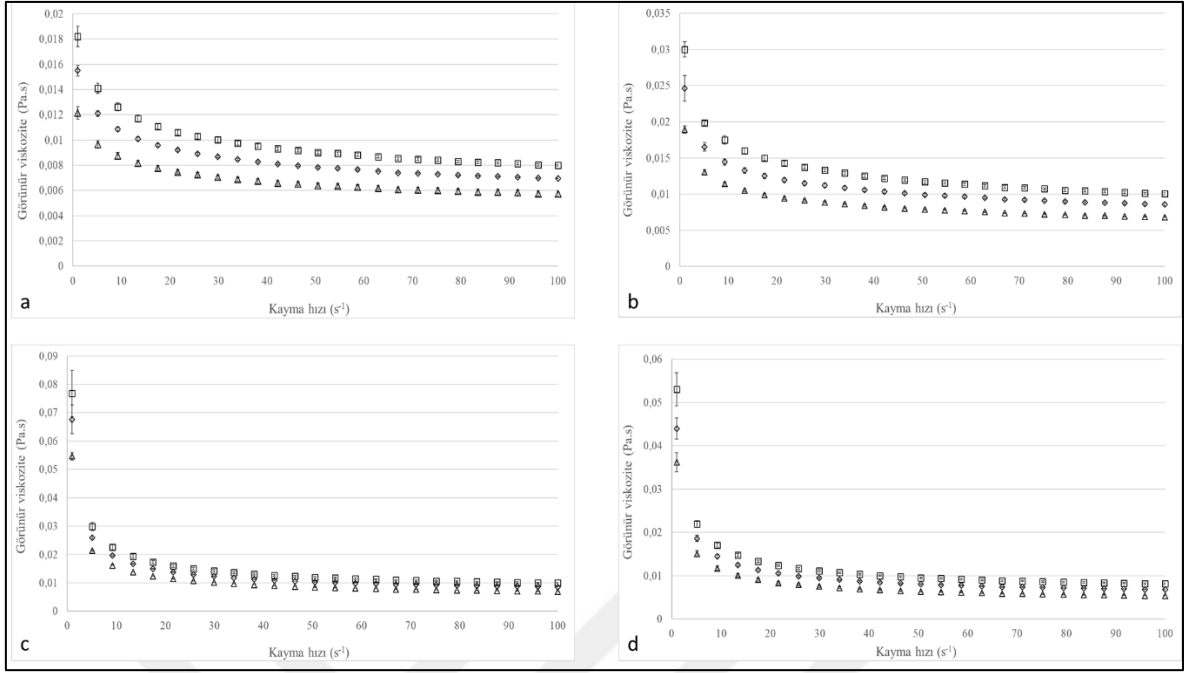
21 günlük depolama işlemi boyunca elma suyu ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerde *L. acidophilus*'un toplam miktarının 8.96 log kob/g ile 9.11 log kob/g arasında değiştiğini, depolama işlemi boyunca depolama işlemi başlangıcına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olmadığını bildirmişlerdir.

Badem sütü içerisine farklı oranlarda ilave edilmiş ve edilmemiş portakal ve ananas suyu ile hazırlanan örneklerin fermantasyon aşaması sonunda ve depolama aşaması boyunca küf ve maya değerlerindeki değişim de incelenmiştir. Ancak farklı işlem koşulları kullanılarak elde edilen hiçbir fermente badem sütü örneğinde küf ve maya gelişimi (<10 kob/ml) gözlemlenmemiştir. Benzer şekilde, Beasley ve ark., (2003) fermente soya sütü örneklerinin hiçbirinde küf ve maya gelişimi gelişiminin (<10 kob/ml) gözlemlenmediğini rapor etmişlerdir. Farklı oranlarda elma suyu ilave edilerek elde edilen fermente soya sütü örnekleri için de benzer sonuçlar İçier ve ark., (2015) tarafından da bildirilmiştir.

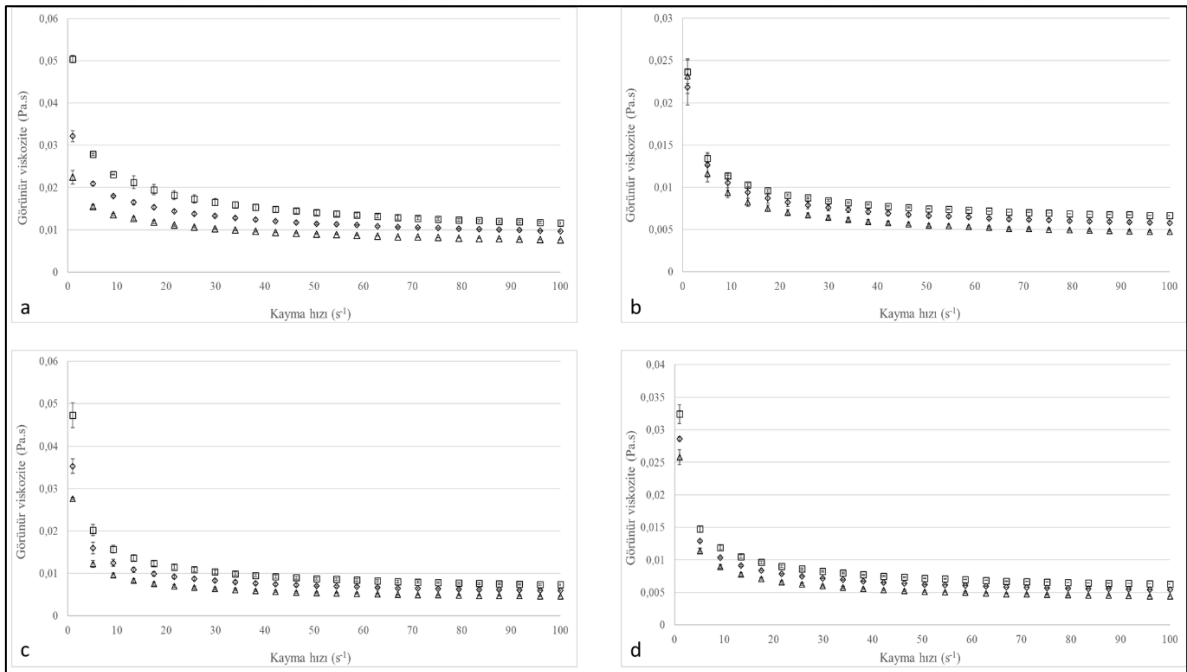
3.4. Fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi

3.4.1. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi

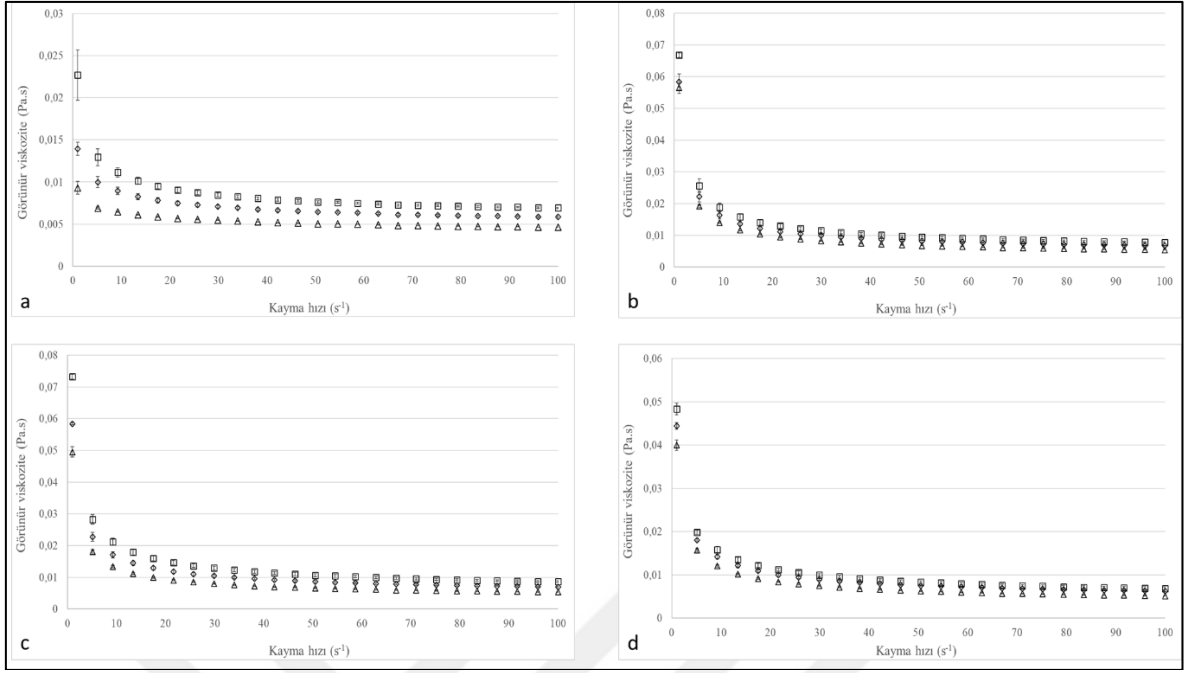
Bu çalışmada, badem sütü içerisine farklı oranlarda portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon (0., 8., 16. ve 24. saatte) ve depolama (7.gün ve 14.gün) aşaması boyunca reolojik özelliklerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Fermantasyon işlemi başlangıcında (0. saatte) görünür viskozite değerlerinin kayma hızının artmasına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği ve bu davranışın fermantasyon (8., 16. ve 24. saatte alınan ölçümlerde) ve depolama (7.gün ve 14.gün) aşaması boyunca ölçüm alınan tüm işlem koşullarında devam ettiği tespit edilmiştir (Şekil 3.1-3.6). Ek olarak, ölçüm alınan sabit sıcaklık değerlerinin yükselmesine bağlı olarak da görünür viskozite değerlerinin düşme eğilimi gösterdiği ve bu davranışın fermantasyon (0., 8., 16. ve 24. saatte alınan ölçümlerde) ve depolama (7.gün ve 14.gün) aşaması boyunca ölçüm alınan tüm işlem koşullarında devam ettiği belirlenmiştir (Şekil 3.1-3.6).



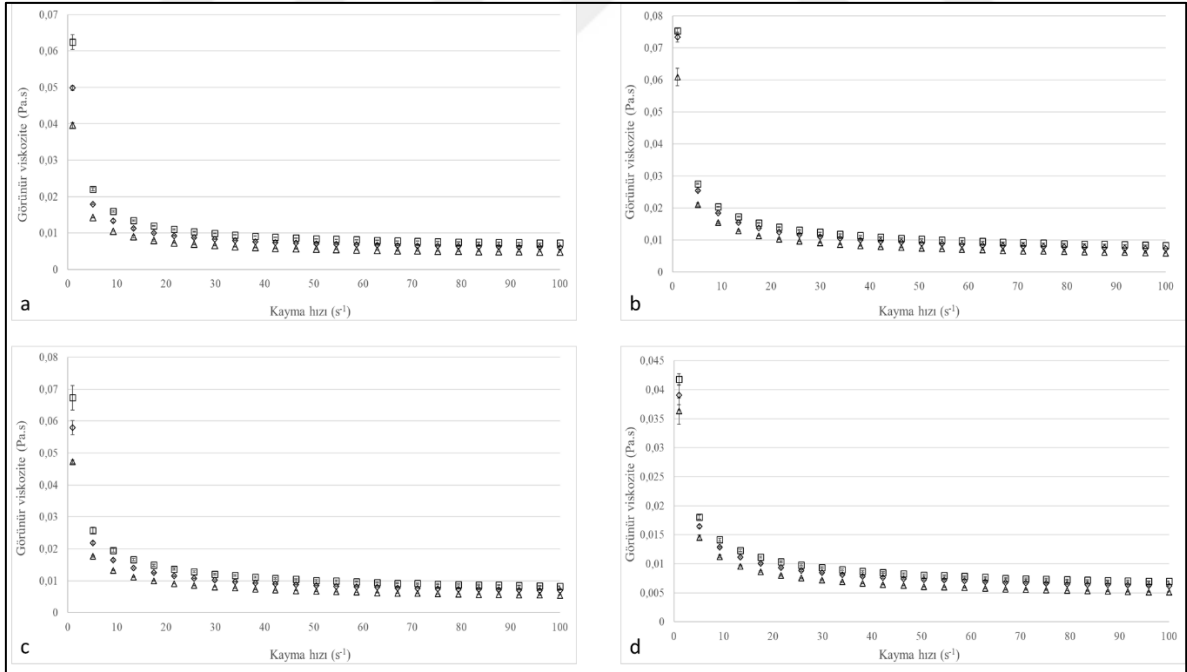
Şekil 3.1. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



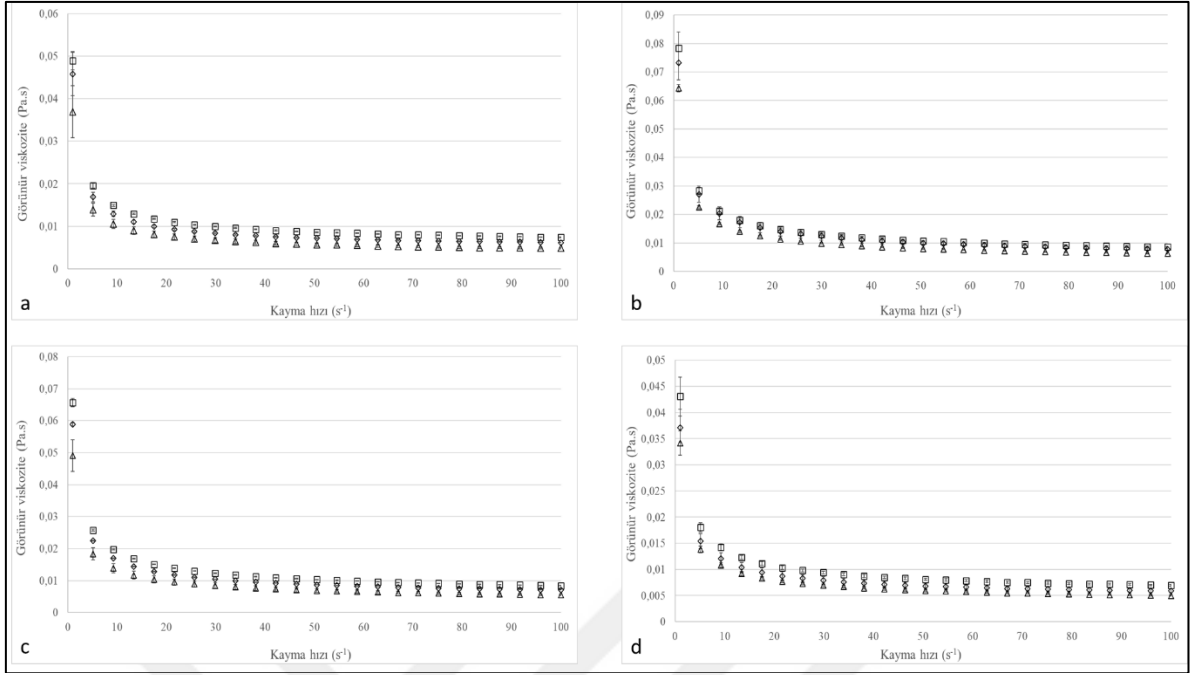
Şekil 3.2. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



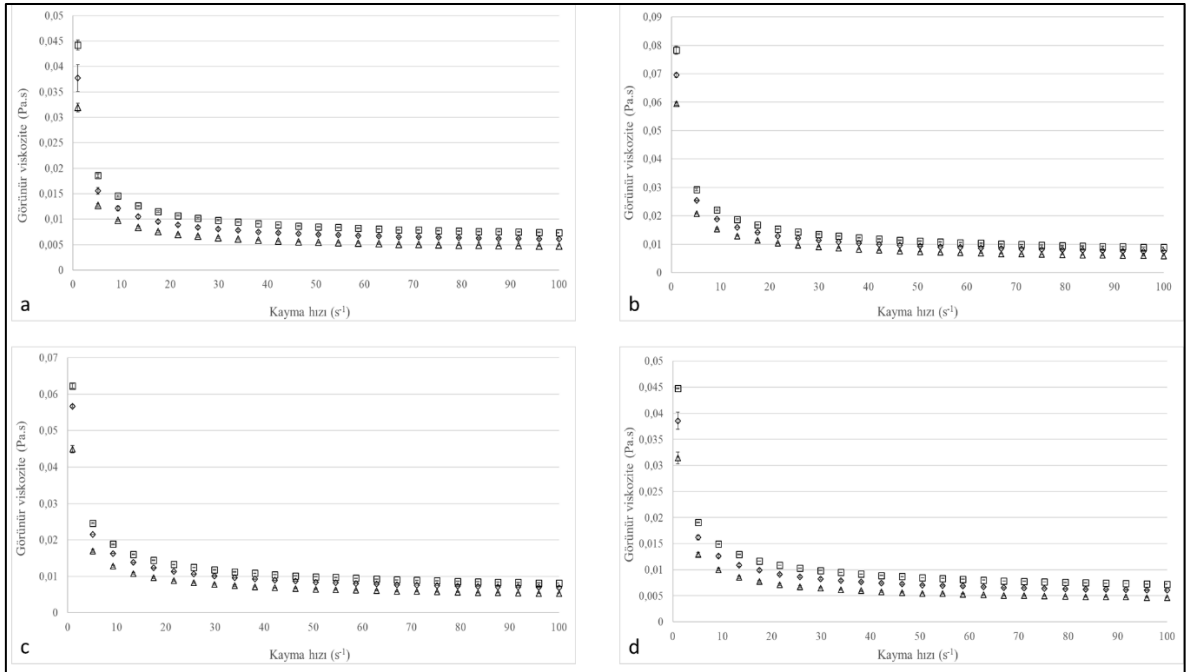
Şekil 3.3. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



Şekil 3.4. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



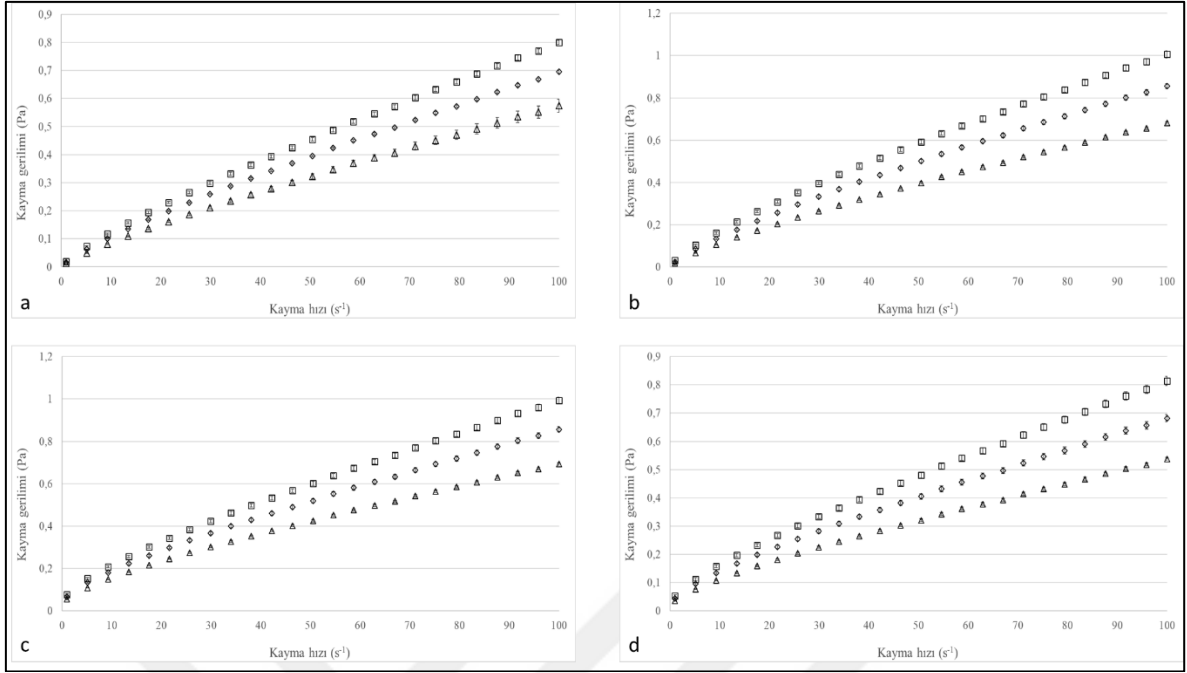
Şekil 3.5. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



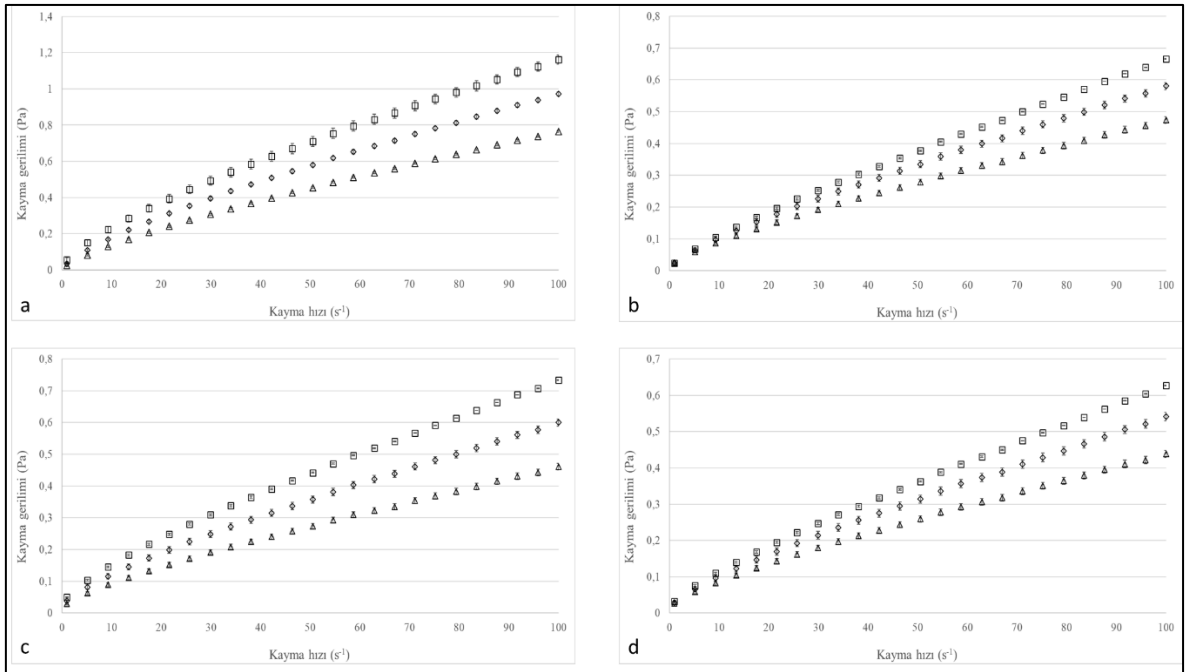
Şekil 3.6. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi

Ölçüm alınan tüm işlem koşulları değerlendirildiğinde, farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin Non-Newtonian (psödoplastik) akış davranış indeksi gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.1-3.6). Tüm fermente badem sütü örneklerinin görünür viskozite değerlerinin fermantasyon aşamasının 0. ve 8. saati hariç ölçüm alınan tüm sıcaklık değerlerinde %10 ve %20 portakal suyu ilavesine kadar artış gösterdiği, %30 oranında portakal suyu ilave edilmiş örneklerde ise azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.1-3.6). Ek olarak, en yüksek görünür viskozite değerlerinin fermantasyon (fermantasyon aşamasının 0. ve 8. saati hariç) ve depolama aşaması boyunca 4°C sabit ölçüm sıcaklığında %10 ve %20 oranında portakal suyu ilave edilmiş örneklerde elde edilmiştir. İçier ve ark., (2015) farklı oranlarda %100 elma suyu ilave ederek ürettikleri fermente soya sütünün örneklerinin görünür viskozite değerlerinin kayma hızı değerlerinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir. Atalar ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada düşük genlik ve zaman dilimlerinde fındık sütü örneklerinin görünür viskozite ve kıvam indeks değerlerinin kontrol grubu örneklere kıyasla azalma eğilimi gösterdiğini bildirmişlerdir.

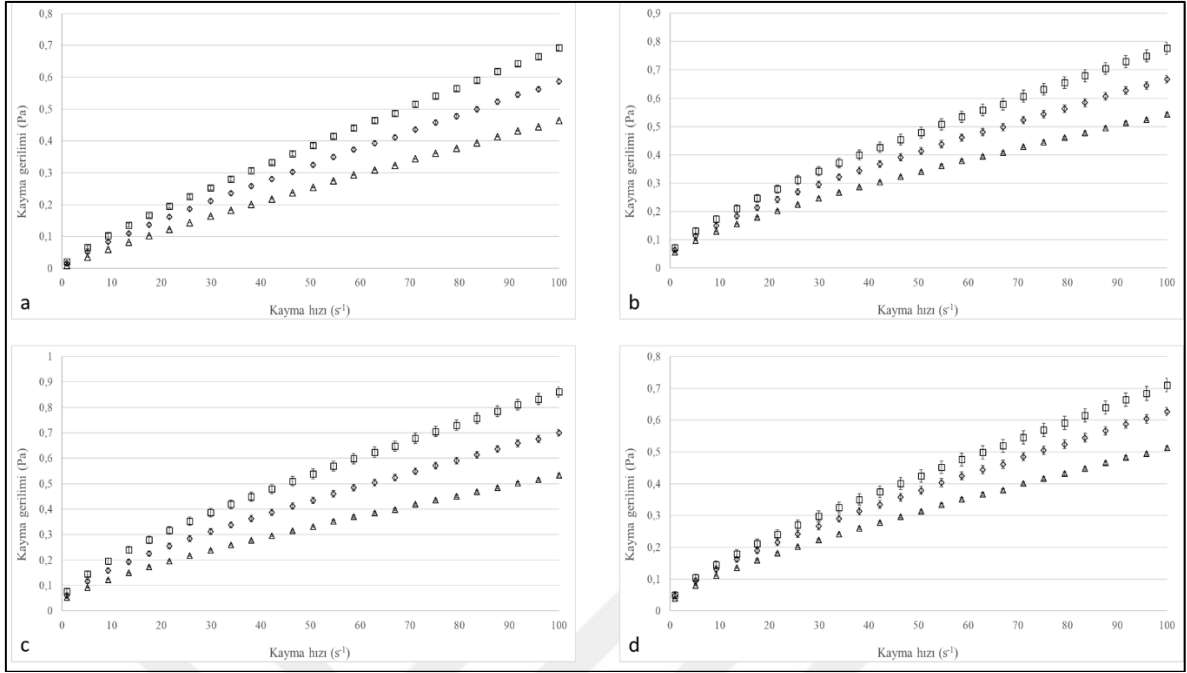
Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca deneysel kayma gerilimi-kayma hızı değişimleri Şekil 3.7-3.12'de verilmiştir. Ölçüm alınan tüm işlem koşullarında, aynı kayma hızı değerlerinde ölçüm alınan sıcaklık değerinin artmasına bağlı olarak kayma gerilimi değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm kayma hızı değerlerinde, en yüksek kayma gerilimi değerlerinin 4°C sabit ölçüm sıcaklığında elde edildiği ve ölçüm alınan sabit sıcaklık değerinin artmasına bağlı olarak kayma gerilimi değerlerinin tüm kayma hızı değerlerinde azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3.7-3.12). Ek olarak, ölçüm alınan tüm işlem koşullarında kayma gerilimi değerlerinin kayma hızı değerlerinin artmasına bağlı olarak ölçüm alınan tüm sıcaklık değerlerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.7-3.12). Benzer şekilde, Silva ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada tüm ölçüm sıcaklıkları için kayma hızı değerleri arttıkça, kayma gerilimi değerlerinin de artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Manzoor ve ark., (2019) yaptıkları çalışmalarında da benzer sonuçları rapor etmişlerdir. İçier ve ark., (2015) farklı oranlarda %100 elma suyu ilave ederek ürettikleri fermente soya sütünün örneklerinin kayma gerilimi değerlerinin kayma hızı değerlerinin artmasına bağlı olarak artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.



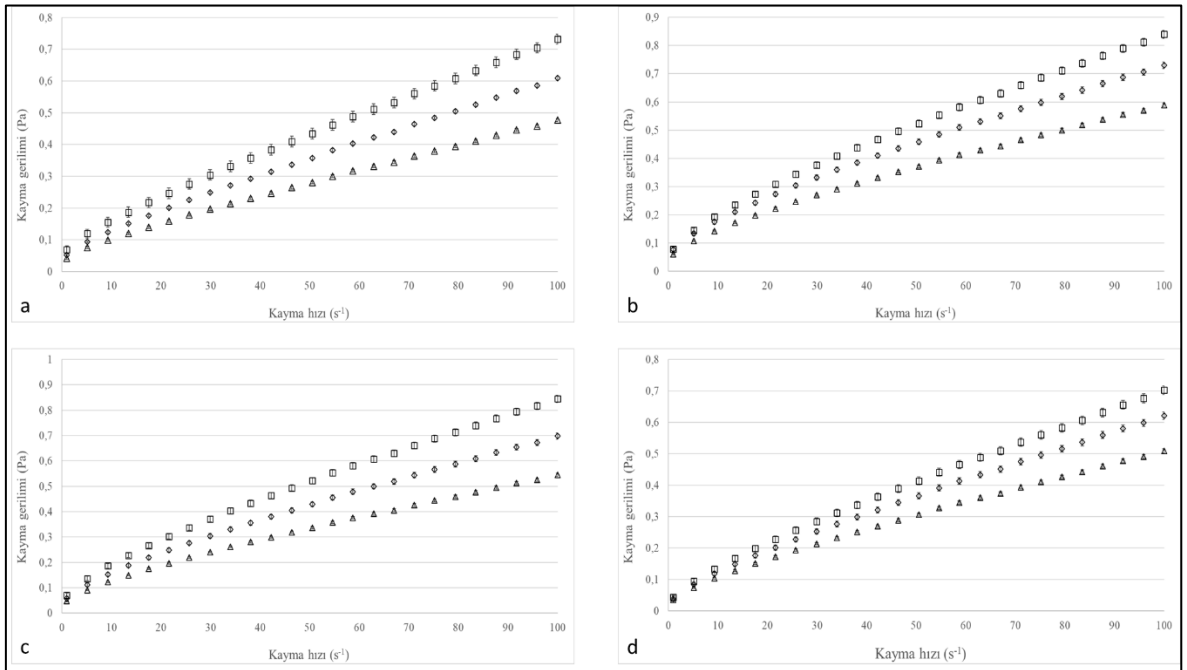
Şekil 3.7. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



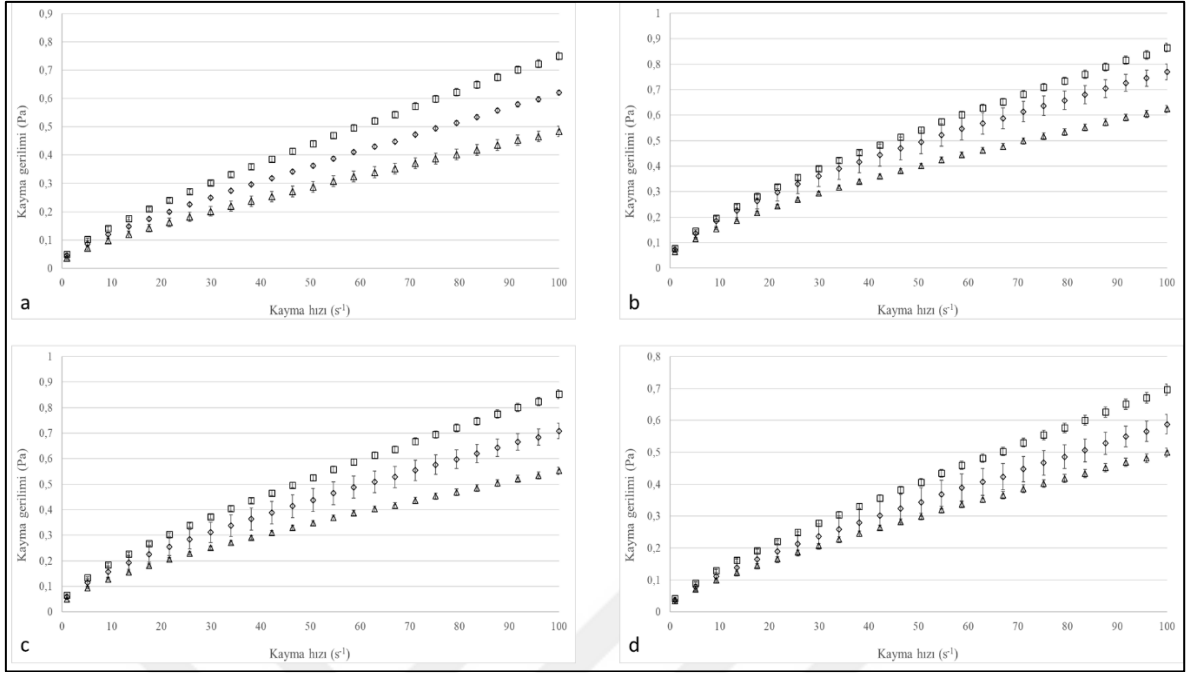
Şekil 3.8. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



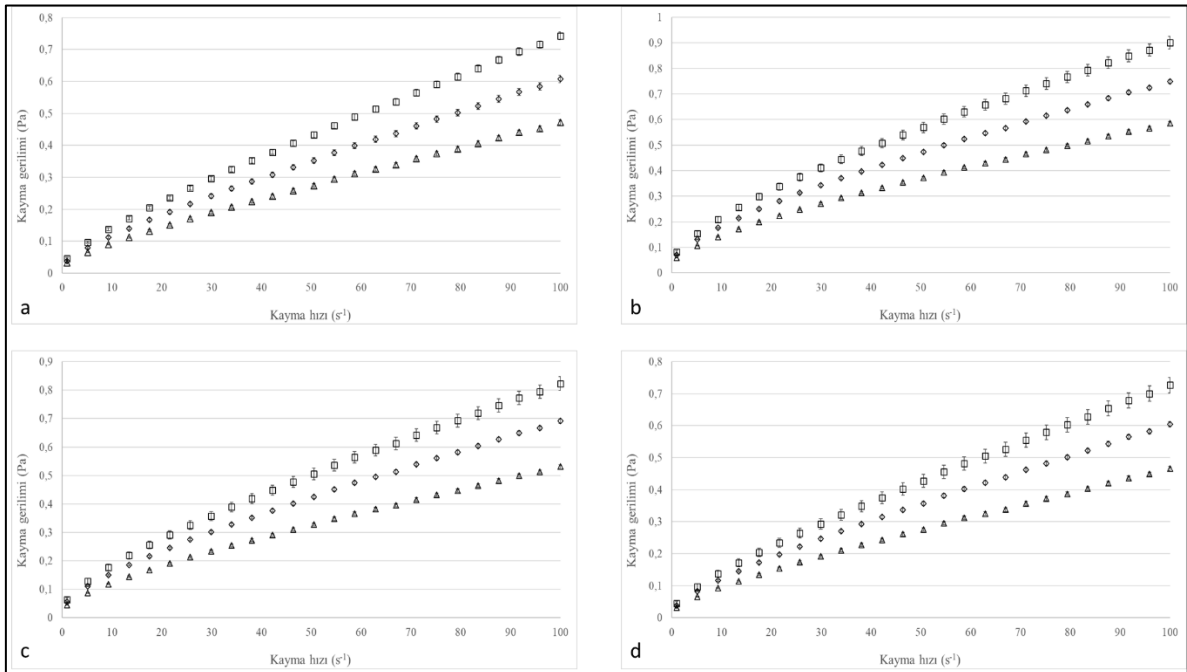
Şekil 3.9. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



Şekil 3.10. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



Şekil 3.11. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



Şekil 3.12. Farklı oranlarda (a) %0 portakal suyu, (b) %10 portakal suyu, (c) %20 portakal suyu, (d) %30 portakal suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri

Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin reolojik özellikleri üzerine etkilerinin daha detaylı incelenebilmesi amacıyla farklı reolojik modellerin (Bingham, Üssel ve Herschel-Bulkley modeli) elde edilen deneysel kayma gerilimi (Pa) ve kayma hızı (s^{-1}) değerlerine uyumluluğu doğrusal olmayan regresyon analizi yardımı ile incelenmiştir. Reolojik modeller arasındaki karşılaştırmanın daha detaylı yapılabilmesi için farklı işlem koşulları kullanılarak üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca farklı sabit ölçüm sıcaklığı değerlerinde elde edilen HKOK ve χ^2 değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Genel olarak yapılan değerlendirme sonucunda, Bingham modelinin tüm işlem koşulları için uygulanabilir olmadığı tespit edilmiştir. Üssel model ve Herschel-Bulkley modeli ise genel olarak karşılaştırıldığında, Üssel modelinin daha yüksek R^2 ve daha düşük hata oranlarına (HKOK ve χ^2) sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.4-3.9). Farklı işlem koşulları kullanılarak üretilen fermente badem sütü örneklerinin farklı sabit ölçüm sıcaklığı değerlerinde elde edilen reolojik sabitlerin karşılaştırmasının yapılabilmesi amacıyla çalışılan tüm koşullarda aynı modelin incelenmesinin uygun olacağı düşünülmektedir. Yapılan değerlendirme sonucunda, ölçüm alınan tüm işlem koşulları için istatistiksel olarak en uygun reolojik modelin Üssel model olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.4-3.9).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı oranlarda %100 meyve suyu (portakal, ananas vb.) ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca reolojik özelliklerindeki değişimin incelendiği bir çalışma yer almadığı için sonuçlar literatür ile karşılaştırılamamıştır. Elde edilen bulguların literatüre önemli katkı sunacağı düşünülmektedir.

Silva ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada, Brezilya fıncından yapılan bitki bazlı bir içecek için en uygun reolojik modelin Üssel Model (Ostwald-de Waele modeli) olduğunu bildirmiştir. Atalar ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada, homojenize inek ve fıncık sütünü 4 farklı karışım oranı kullanarak ürettikleri kefir örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimi incelemiştir. Araştırmacılar tüm örnek grupları için en uygun modelin Ostwald-de Waele modeli olduğunu ve uygun olan modelin yüksek regresyon katsayısına (0.974-0.994) sahip olduğunu bildirmiştir. Ek olarak, araştırmacılar tüm kefir örneklerinin akış davranış indeksi değerlerinin 1'in altında olduğunu belirlemiştir ve tüm kefir örneklerinin non-Newtonian akış davranış özelliği gösterdiğini rapor etmişlerdir. Literatürde farklı gıda maddeleri (tarçın elması, pomela suyu, hurma şurubu, mango suyu, koruk suyu ve nar suyu) ile yapılan çalışmalarda da en uygun reolojik modelin Üssel model olduğu birçok araştırmacı

tarafından rapor edilmiştir (Dak ve ark., 2007; Gabsi ve ark., 2013; Quek ve ark., 2013; Çevik ve ark., 2016, 2020).



Tablo 3.4. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen portakal suyu oranı	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0134±0.0010	0.0046±0.0023	0.0136±0.0024
		γ ²	0.00020±0.00003	0.00003±0.00002	0.00022±0.00008
	10	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0194±0.0010	0.0049±0.0008	0.0054±0.0011
		γ ²	0.00042±0.00004	0.00003±0.00003	0.00003±0.00001
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0121±0.0013	0.0071±0.0007	0.0040±0.0001
		γ ²	0.00016±0.00003	0.00006±0.00001	0.00002±0.00001
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0146±0.0019	0.0055±0.0007	0.0137±0.0009
		γ ²	0.00024±0.00006	0.00003±0.00001	0.00022±0.00003
10	0	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0180±0.0015	0.0041±0.0008	0.0141±0.0029
		γ ²	0.00036±0.00006	0.00002±0.00001	0.00024±0.00009
	10	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0300±0.0040	0.0079±0.0010	0.0089±0.0010
		γ ²	0.00101±0.00026	0.00008±0.00002	0.00009±0.00002
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0062±0.0005	0.0046±0.0004	0.0108±0.0017
		γ ²	0.00006±0.00003	0.00002±0.00000	0.00014±0.00005
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0178±0.0023	0.0056±0.0005	0.0044±0.0004
		γ ²	0.00039±0.00009	0.00005±0.00003	0.00002±0.00001
20	0	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0072±0.0007	0.0046±0.0013	0.0129±0.0025
		γ ²	0.00006±0.00001	0.00002±0.00001	0.00020±0.00008
	10	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	TE*
		HKOK	0.0065±0.0006	0.0058±0.0018	TE*
		γ ²	0.00005±0.00001	0.00004±0.00002	TE*
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0234±0.0007	0.0049±0.0003	0.0042±0.0005
		γ ²	0.00061±0.00004	0.00005±0.00002	0.00002±0.00001
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0323±0.0008	0.0038±0.0005	0.0083±0.0014
		γ ²	0.00116±0.00006	0.00002±0.00001	0.00005±0.00002

*TE: Tespit edilememiştir.

Tablo 3.5. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen portakal suyu oranı	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0251±0.0011	0.0034±0.0007	0.0065±0.0018
		γ ²	0.00070±0.00006	0.00002±0.00001	0.00005±0.00003
	10	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0084±0.0010	0.0060±0.0022	0.0066±0.0017
		γ ²	0.00006±0.00004	0.00004±0.00003	0.00004±0.00003
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0122±0.0023	0.0062±0.0016	0.0105±0.0002
		γ ²	0.00011±0.00008	0.00005±0.00002	0.00013±0.00001
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0289±0.0020	0.0068±0.0004	0.0050±0.0001
		γ ²	0.00093±0.00013	0.00004±0.00002	0.00002±0.00001
10	0	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0223±0.0025	0.0022±0.0001	0.0089±0.0014
		γ ²	0.00056±0.00013	0.00001±0.00000	0.00007±0.00004
	10	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0064±0.0010	0.0045±0.0026	0.0072±0.0053
		γ ²	0.00005±0.00001	0.00005±0.00004	0.00016±0.00007
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0077±0.0008	0.0037±0.0008	0.0060±0.0009
		γ ²	0.00004±0.00003	0.00002±0.00001	0.00003±0.00002
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0225±0.0027	0.0043±0.0016	0.0121±0.0007
		γ ²	0.00056±0.00014	0.00002±0.00002	0.00017±0.00002
20	0	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0275±0.0017	0.0100±0.0022	0.0118±0.0008
		γ ²	0.00084±0.00010	0.00011±0.00005	0.00016±0.00002
	10	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0059±0.0019	0.0089±0.0011	0.0125±0.0016
		γ ²	0.00003±0.00002	0.00009±0.00002	0.00018±0.00005
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0113±0.0018	0.0034±0.0010	0.0031±0.0012
		γ ²	0.00009±0.00006	0.00003±0.00003	0.00001±0.00001
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0184±0.0016	0.0076±0.0005	0.0144±0.0028
		γ ²	0.00034±0.00001	0.00005±0.00002	0.00025±0.00009

Tablo 3.6. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermentasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen portakal suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0192±0.0021	0.0133±0.0024	0.0100±0.0023
		γ ²	0.00041±0.00009	0.00020±0.00007	0.00008±0.00008
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0171±0.0050	0.0047±0.0008	0.0026±0.0012
		γ ²	0.00043±0.00018	0.00002±0.00001	0.00001±0.00001
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0152±0.0030	0.0065±0.0011	0.0120±0.0005
		γ ²	0.00026±0.00010	0.00005±0.00002	0.00017±0.00001
	30	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0059±0.0009	0.0046±0.0005	0.0121±0.0029
		γ ²	0.00004±0.00001	0.00002±0.00000	0.00018±0.00008
10	0	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0245±0.0019	0.0074±0.0031	0.0109±0.0013
		γ ²	0.00067±0.00010	0.00007±0.00005	0.00014±0.00003
	10	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0232±0.0023	0.0053±0.0013	0.0099±0.0023
		γ ²	0.00060±0.00012	0.00003±0.00001	0.00009±0.00001
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0290±0.0037	0.0055±0.0015	0.0100±0.0022
		γ ²	0.00060±0.00013	0.00004±0.00002	0.00009±0.00001
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0118±0.0023	0.0069±0.0012	0.0138±0.0019
		γ ²	0.00019±0.00004	0.00005±0.00002	0.00022±0.00006
20	0	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0204±0.0004	0.0088±0.0020	0.0104±0.0019
		γ ²	0.00046±0.00002	0.00009±0.00002	0.00013±0.00005
	10	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0186±0.0021	0.0037±0.0001	0.0071±0.0014
		γ ²	0.00039±0.00009	0.00001±0.00001	0.00006±0.00002
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0171±0.0029	0.0032±0.0001	0.0056±0.0030
		γ ²	0.00033±0.00011	0.00002±0.00002	0.00004±0.00004
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0139±0.0025	0.0075±0.0008	0.0036±0.0015
		γ ²	0.00018±0.00009	0.00006±0.00001	0.00002±0.00001

Tablo 3.7. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermentasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen portakal suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0089±0.0015	0.0049±0.0007	0.0148±0.0013
		γ ²	0.00009±0.00003	0.00004±0.00002	0.00021±0.00010
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0223±0.0026	0.0044±0.0005	0.0024±0.0001
		γ ²	0.00056±0.00013	0.00004±0.00002	0.00001±0.00000
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0165±0.0043	0.0042±0.0005	0.0110±0.0015
		γ ²	0.00032±0.00015	0.00004±0.00003	0.000014±0.00004
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0100±0.0004	0.0038±0.0001	0.0094±0.0031
		γ ²	0.00011±0.00001	0.00003±0.00002	0.00004±0.00003
10	0	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0108±0.0013	0.0078±0.0007	0.0167±0.0001
		γ ²	0.00013±0.00003	0.00007±0.00001	0.000033±0.00001
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0197±0.0014	0.0058±0.0010	0.0048±0.0014
		γ ²	0.00038±0.00012	0.00004±0.00001	0.00003±0.00002
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0232±0.0026	0.0075±0.0009	0.0113±0.0009
		γ ²	0.00060±0.00014	0.00005±0.00003	0.00015±0.00002
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0145±0.0031	0.0079±0.0017	0.0110±0.0007
		γ ²	0.00024±0.00010	0.00007±0.00003	0.00011±0.00005
20	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0026±0.0005	0.0058±0.0015	0.0038±0.0026
		γ ²	0.00001±0.00000	0.00005±0.00002	0.00002±0.00002
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0263±0.0028	0.0077±0.0006	0.0111±0.0010
		γ ²	0.00078±0.00016	0.00005±0.00002	0.00015±0.00003
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0252±0.008	0.0060±0.0006	0.0071±0.0003
		γ ²	0.00071±0.00005	0.00005±0.00001	0.00005±0.00002
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0164±0.0023	0.0033±0.0007	0.0029±0.0010
		γ ²	0.00030±0.00009	0.00003±0.00002	0.00001±0.00001

Tablo 3.8. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen portakal suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0273±0.0043	0.0098±0.0039	0.0060±0.0045
		γ ²	0.00084±0.00026	0.00012±0.00007	0.00006±0.00008
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0128±0.0057	0.0176±0.0196	0.0057±0.0037
		γ ²	0.00020±0.00017	0.00063±0.00101	0.00005±0.00005
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0129±0.0032	0.0060±0.0016	0.0049±0.0053
		γ ²	0.00019±0.00009	0.00004±0.00002	0.00005±0.00009
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0066±0.0007	0.0068±0.0037	0.0138±0.0035
		γ ²	0.00005±0.00001	0.00006±0.00007	0.00024±0.00012
10	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0202±0.0027	0.0057±0.00011	0.0083±0.0063
		γ ²	0.00046±0.00012	0.00004±0.00001	0.00011±0.00011
	10	R ²	0.996±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0127±0.0060	0.0058±0.0028	0.0078±0.0074
		γ ²	0.00021±0.00021	0.00004±0.00004	0.00012±0.00018
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0194±0.0017	0.0039±0.0004	0.0064±0.0023
		γ ²	0.00042±0.00007	0.00002±0.00000	0.00005±0.00004
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0120±0.0038	0.0088±0.00032	0.0088±0.0100
		γ ²	0.00017±0.00011	0.00009±0.00006	0.00017±0.00027
20	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0053±0.0011	0.0054±0.0028	0.0252±0.0368
		γ ²	0.00003±0.00001	0.00004±0.00004	0.00181±0.00309
	10	R ²	0.997±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0141±0.0053	0.0044±0.0014	0.0062±0.0026
		γ ²	0.00024±0.00015	0.00002±0.00001	0.00005±0.00003
	20	R ²	0.997±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0249±0.0028	0.0051±0.0029	0.0025±0.0013
		γ ²	0.00069±0.00015	0.00003±0.00004	0.00001±0.00001
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0132±0.0085	0.0065±0.0036	0.0093±0.0070
		γ ²	0.00025±0.00027	0.00006±0.00005	0.000014±0.000014

Tablo 3.9. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen portakal suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0270±0.0047	0.0066±0.0036	0.0129±0.0043
		γ ²	0.00083±0.00028	0.00006±0.00006	0.00021±0.00014
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0113±0.0049	0.0060±0.0025	0.0062±0.0036
		γ ²	0.00016±0.00014	0.00004±0.00004	0.00006±0.00005
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0212±0.0053	0.0051±0.0023	0.0080±0.0049
		γ ²	0.00052±0.00023	0.00003±0.00003	0.00010±0.00009
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0113±0.0049	0.0060±0.0025	0.0062±0.0036
		γ ²	0.00016±0.00014	0.00004±0.00004	0.00006±0.00005
10	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0178±0.0054	0.0089±0.0035	0.0162±0.0042
		γ ²	0.00037±0.000021	0.00010±0.00007	0.00032±0.00017
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0111±0.0022	0.0043±0.0012	0.0090±0.0026
		γ ²	0.00014±0.00006	0.00002±0.00001	0.00010±0.00006
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.00267±0.0010	0.0055±0.0010	0.0090±0.0025
		γ ²	0.00079±0.00006	0.00003±0.00001	0.00010±0.00005
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0101±0.0040	0.0082±0.00030	0.0103±0.00054
		γ ²	0.00012±0.00009	0.00008±0.00005	0.00015±0.00015
20	0	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0040±0.0027	0.0051±0.0038	0.0124±0.0073
		γ ²	0.00004±0.00005	0.00004±0.00005	0.00022±0.00018
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.00308±0.0022	0.0047±0.0016	0.0068±0.0041
		γ ²	0.00106±0.00015	0.00003±0.00002	0.00007±0.00006
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0200±0.0027	0.0062±0.0029	0.0066±0.00026
		γ ²	0.00045±0.00012	0.00005±0.00004	0.00006±0.00004
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0051±0.0018	0.0083±0.0034	0.0129±0.0021
		γ ²	0.00003±0.00002	0.00009±0.00006	0.00020±0.00007

Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca reolojik ölçüm sabitlerindeki değişiminin daha detaylı incelenebilmesi amacıyla en uygun reolojik model olan Üssel modelin model sabitleri kullanılmıştır. Farklı işlem koşullarında üretilen tüm örnekler için elde edilen kıvam katsayısı (K), akış davranış indeksi (n) ve regresyon katsayısı (R^2) değerleri Tablo 3.10-3.12’de verilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda regrasyon katsayısı değerlerinin 0.999 ile 1 aralığında değiştiği belirlenmiştir. Fermantasyon ve depolama aşaması boyunca tüm fermente badem sütü örneklerinin kıvam katsayısı değerlerinin ölçüm alınan sabit sıcaklık değerlerinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 3.10-3.12). Benzer şekilde, fermantasyon ve depolama aşaması boyunca tüm fermente badem sütü örneklerinin görünür viskozite değerlerinin de ölçüm alınan sabit sıcaklık değerlerinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi belirlenmiştir. Tüm örneklerin akış davranış indeksleri (n) değerleri incelendiğinde, n değerlerinin 0.624 ile 0.866 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, üretim ve depolama aşaması boyunca tüm örneklerin non-Newtonian psödoplastik ($n < 1$) akış tipi sergilediği belirlenmiştir (Tablo 3.10-3.12). Tüm fermente süt örneklerinin Arrhenius sabiti değerleri incelendiğinde, fermantasyon ve depolama aşaması boyunca Arrhenius sabiti değerlerinin 1.43 ile 55.10 Pa.sⁿ aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Örneklerin aktivasyon enerjisi değrleri incelendiğinde ise, aktivasyon enerjisi değerlerinin 11.560 ile 20.129 kJ/mol aralığında değiştiği, üretim ve depolama aşaması boyunca dalgalanma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 3.10-3.12).

Manzoor ve ark., (2019), badem sütü örneklerinin Non-Newtonian (psödoplastik) akış davranışı gösterdiğini ve kayma hızı arttıkça görünür viskozite değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada (Silva ve ark., 2020) ise, farklı ölçüm sıcaklıklarının Brezilya fıncığından yapılan bitki bazlı bir içeceğin reolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve tüm örnekler psödoplastik karakterli ($n < 1$) Newton olmayan sıvılar olarak sınıflandırılmıştır. Bernat ve ark., (2015) fermente badem sütünün, fermantasyon süresinin sonunda Non-Newtonian (psödoplastik) ($n < 1$) akış davranışı gösterdiğini bildirmiştir.

Tablo 3.10. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermentasyon aşamasının 0. ve 8. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Üssel model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri

Süre	Eklenen portakal suyu oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Kıvam katsayısı, K (Pa.s ⁿ)	Akış davranış indeksi, n	Görünür viskozite (μ_{app})	Regrasyon katsayısı, R ²	Arrhenius sabiti, A ₀ (Pa.s ⁿ) × 10 ⁶	Aktivasyon enerjisi, E _a (kJ/ mol)
0. saat	0	4	0.0190±0.0008	0.815±0.005	0.0092±0.0002	1.000±0.000	17.60±5.36	14.438±0.608
		10	0.0163±0.0005	0.817±0.003	0.0079±0.0001	1.000±0.000		
		20	0.0128±0.0005	0.823±0.002	0.0065±0.0001	1.000±0.000		
	10	4	0.0288±0.0010	0.771±0.004	0.0117±0.0002	1.000±0.000	8.32±1.80	16.728±0.518
		10	0.0237±0.0012	0.780±0.006	0.0100±0.0003	1.000±0.000		
		20	0.0183±0.0006	0.782±0.006	0.0078±0.0001	1.000±0.000		
	20	4	0.0380±0.0026	0.708±0.010	0.0121±0.0003	0.999±0.001	27.80±1.28	13.924±0.118
		10	0.0330±0.0050	0.705±0.005	0.0104±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0290±0.0008	0.690±0.001	0.0086±0.0001	0.999±0.001		
	30	4	0.0267±0.0012	0.742±0.012	0.0097±0.0002	0.999±0.001	6.34±1.85	16.909±0.712
		10	0.0230±0.0010	0.733±0.009	0.0081±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0190±0.0017	0.724±0.015	0.0064±0.0002	0.999±0.001		
8. saat	0	4	0.0413±0.0006	0.722±0.004	0.0139±0.0001	1.000±0.000	4.59±1.04	18.484±0.547
		10	0.0313±0.0015	0.744±0.009	0.0115±0.0001	1.000±0.000		
		20	0.0240±0.0010	0.754±0.048	0.0091±0.0001	1.000±0.000		
	10	4	0.0160±0.0010	0.805±0.012	0.0074±0.0002	1.000±0.000	23.90±7.59	13.312±0.814
		10	0.0153±0.0006	0.790±0.005	0.0067±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0147±0.0015	0.753±0.015	0.0056±0.0003	0.999±0.001		
	20	4	0.0275±0.0017	0.719±0.002	0.0089±0.0001	0.999±0.001	1.43±0.36	20.129±0.667
		10	0.0205±0.0019	0.736±0.005	0.0070±0.0003	0.999±0.001		
		20	0.0150±0.0001	0.741±0.001	0.0054±0.0001	0.999±0.001		
	30	4	0.0173±0.0012	0.776±0.014	0.0072±0.0001	0.999±0.001	13.00±3.50	14.604±0.684
		10	0.0157±0.0006	0.770±0.010	0.0063±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0140±0.0010	0.742±0.012	0.0051±0.0001	0.999±0.001		

Tablo 3.11. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermentasyon aşamasının 16. ve 24. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Üssel model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri

Süre	Eklenen portakal suyu oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Kıvam katsayısı, K (Pa.s ⁿ)	Akış davranış indeksi, n	Görünür viskozite (μ_{app})	Regrasyon katsayısı, R ²	Arrhenius sabiti, A ₀ (Pa.s ⁿ) × 10 ⁶	Aktivasyon enerjisi, E _a (kJ/ mol)
16. saat	0	4	0.0150±0.0010	0.837±0.011	0.0079±0.0002	1.000±0.000	4.58±0.66	17.079±0.359
		10	0.0120±0.0010	0.848±0.012	0.0066±0.0003	1.000±0.000		
		20	0.0083±0.0006	0.866±0.004	0.0049±0.0003	1.000±0.000		
	10	4	0.0337±0.0038	0.679±0.018	0.0095±0.0004	0.999±0.001	24.40±4.05	13.707±0.436
		10	0.0300±0.0026	0.674±0.016	0.0083±0.0002	0.999±0.001		
		20	0.0267±0.0006	0.654±0.003	0.0069±0.0001	0.999±0.001		
	20	4	0.0383±0.0006	0.670±0.002	0.0105±0.0001	0.999±0.001	2.21x±0.65	19.531±0.676
		10	0.0300±0.0001	0.677±0.001	0.0085±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0247±0.0006	0.666±0.004	0.0067±0.0001	0.999±0.001		
	30	4	0.0263±0.0030	0.714±0.016	0.0086±0.0004	0.999±0.001	39.40±4.21	12.331±0.284
		10	0.0240±0.0017	0.708±0.010	0.0076±0.0002	0.999±0.001		
		20	0.0213±0.0012	0.692±0.003	0.0064±0.0003	0.999±0.001		
24. saat	0	4	0.0233±0.0006	0.744±0.003	0.0086±0.0001	0.999±0.001	3.85±0.71	17.728±0.415
		10	0.0193±0.0007	0.745±0.007	0.0071±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0157±0.0012	0.744±0.001	0.0055±0.0001	0.999±0.001		
	10	4	0.0380±0.0001	0.670±0.001	0.0104±0.0001	0.999±0.001	19.20±4.75	14.548±0.605
		10	0.0363±0.0019	0.651±0.007	0.0092±0.0002	0.999±0.001		
		20	0.0293±0.0006	0.646±0.002	0.0073±0.0001	0.999±0.001		
	20	4	0.0347±0.0012	0.689±0.006	0.0102±0.0001	0.999±0.001	4.84±1.61	17.701±0.897
		10	0.0290±0.0010	0.686±0.005	0.0085±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0240±0.0010	0.677±0.005	0.0068±0.0002	0.999±0.001		
	30	4	0.0213±0.0006	0.753±0.003	0.0081±0.0001	0.999±0.001	41.90±1.33	12.201±0.767
		10	0.0200±0.0001	0.746±0.006	0.0074±0.0002	0.999±0.001		
		20	0.0183±0.0006	0.719±0.032	0.0061±0.0001	0.999±0.001		

Tablo 3.12. Farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. ve 14. günlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Üssel model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri

Süre	Eklenen portakal suyu oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Kıvam katsayısı, K (Pa.s ⁿ)	Akış davranış indeksi, n	Görünür viskozite (μ_{app})	Regrasyon katsayısı, R ²	Arrhenius sabiti, A ₀ (Pa.s ⁿ) × 10 ⁶	Aktivasyon enerjisi, E _a (kJ/ mol)
7. gün	0	4	0.0233±0.0013	0.756±0.006	0.0089±0.0003	0.999±0.001	2.12±0.46	19.501±0.960
		10	0.0190±0.0010	0.755±0.009	0.0073±0.0002	0.999±0.001		
		20	0.0150±0.0000	0.748±0.003	0.0056±0.0001	0.999±0.001		
	10	4	0.0413±0.0012	0.658±0.005	0.0108±0.0001	0.999±0.001	55.10±29.50	12.394±1.193
		10	0.0395±0.0001	0.642±0.002	0.0097±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0353±0.0013	0.624±0.002	0.0081±0.0002	0.999±0.001		
	20	4	0.0360±0.0008	0.686±0.001	0.0105±0.0003	0.999±0.001	2.11±0.81	19.751±0.974
		10	0.0307±0.0006	0.680±0.004	0.0087±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0233±0.0006	0.677±0.002	0.0066±0.0001	0.999±0.001		
	30	4	0.0208±0.0017	0.763±0.017	0.0082±0.0003	0.999±0.001	44.30±22.50	11.560±0.639
		10	0.0193±0.0006	0.742±0.007	0.0070±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0180±0.0008	0.723±0.007	0.0061±0.0001	0.999±0.001		
14. gün	0	4	0.0217±0.0012	0.765±0.006	0.0086±0.0003	0.999±0.001	2.93±0.81	18.448±0.650
		10	0.0178±0.0009	0.769±0.008	0.0072±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0143±0.0006	0.758±0.007	0.0056±0.0001	0.999±0.001		
	10	4	0.0427±0.0012	0.656±0.001	0.0111±0.0002	0.999±0.001	6.90±2.61	17.152±1.001
		10	0.0377±0.0012	0.648±0.004	0.0095±0.0002	0.999±0.001		
		20	0.0307±0.0012	0.637±0.004	0.0074±0.0002	0.999±0.001		
	20	4	0.0340±0.0020	0.690±0.008	0.0101±0.0001	0.999±0.001	4.39±1.48	17.926±0.861
		10	0.0290±0.0000	0.687±0.002	0.0085±0.0001	0.999±0.001		
		20	0.0230±0.0001	0.681±0.007	0.0066±0.0001	0.999±0.001		
	30	4	0.0223±0.0012	0.752±0.015	0.0084±0.0000	0.999±0.001	6.77±0.26	16.403±0.104
		10	0.0195±0.0001	0.742±0.006	0.0071±0.0002	0.999±0.001		
		20	0.0163±0.0005	0.733±0.006	0.0057±0.0001	0.999±0.001		

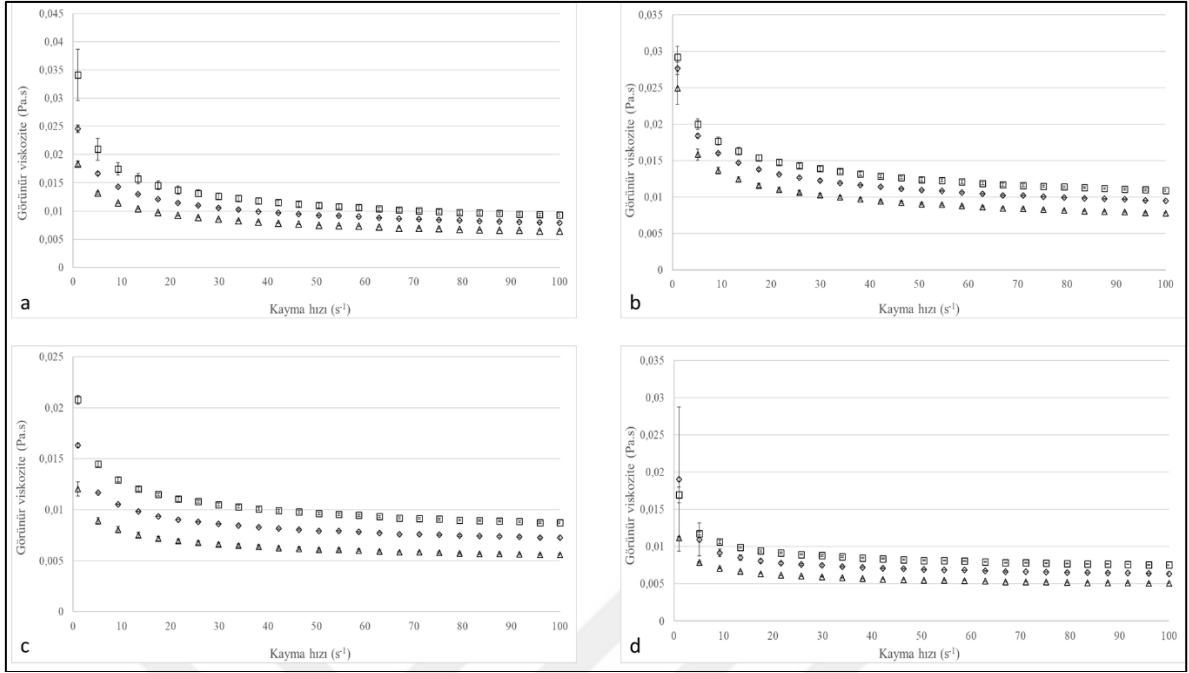
3.4.2. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin reolojik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi

Badem sütü içerisine farklı oranlarda ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon (0., 8., 16. ve 24. saatte) ve depolama (7.gün ve 14.gün) aşaması boyunca reolojik özelliklerindeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Fermantasyon işlemi başlangıcında (0. saatte) görünür viskozite değerlerinin kayma hızının artmasına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği ve bu davranışın fermantasyon (8., 16. ve 24. saatte alınan ölçümlerde) ve depolama (7.gün ve 14.gün) aşaması boyunca ölçüm alınan tüm işlem koşullarında devam ettiği tespit edilmiştir (Şekil 3.13-3.18). Ek olarak, ölçüm alınan sabit sıcaklık değerlerinin artmasına bağlı olarak da görünür viskozite değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği ve bu eğilimin fermantasyon (0., 8., 16. ve 24. saatte alınan ölçümlerde) ve depolama (7.gün ve 14.gün) aşaması boyunca da devam ettiği belirlenmiştir (Şekil 3.13-3.18).

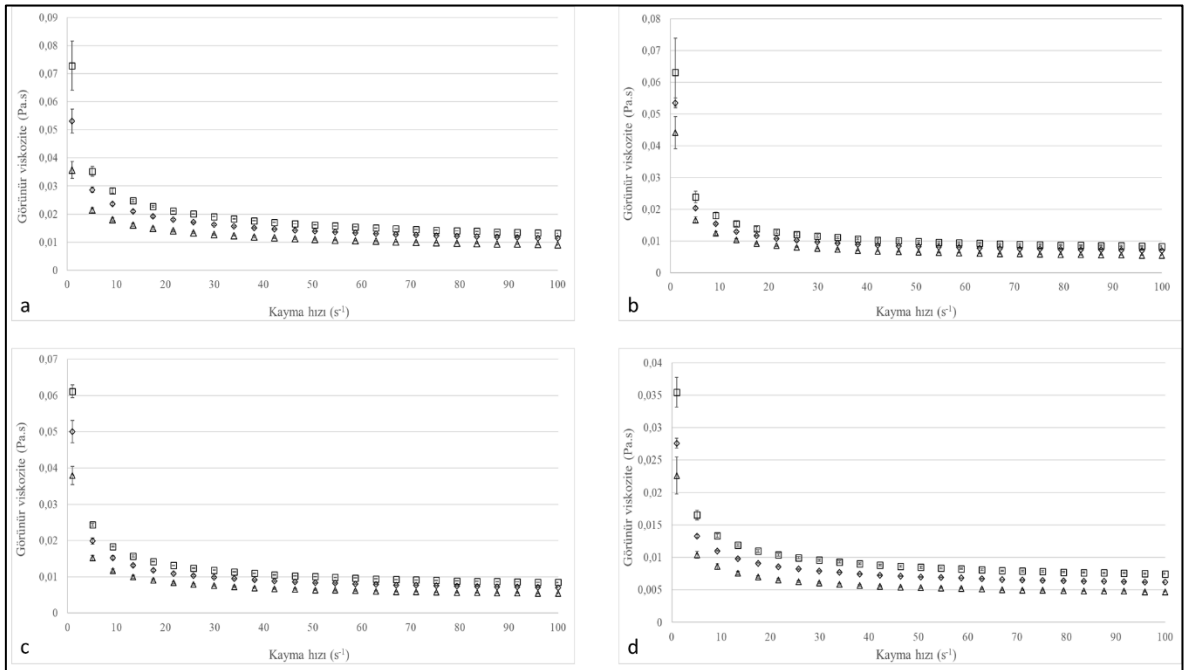
Ölçüm alınan tüm işlem koşulları değerlendirildiğinde, farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin Non-Newtonian (psödoplastik) akış davranış indeksi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3.13-3.18). Tüm örneklerinin görünür viskozite değerlerinin ise ölçüm alınan sabit ölçüm sıcaklığı değerlerinde %10 ananas suyu ilavesine kadar artış gösterdiği, %20 ve %30 oranında ananas suyu ilave edilmiş örneklerde ise azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.13-3.18). Ek olarak, en yüksek görünür viskozite değerlerinin üretim ve depolama aşaması boyunca 4°C sabit ölçüm sıcaklığında %0 ve %10 oranında ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinde elde edilmiştir. İçier ve ark., (2015) farklı oranlarda %100 elma suyu ilave ederek ürettikleri fermente soya sütünün örneklerinin görünür viskozite değerlerinin kayma hızı değerlerinin artmasına bağlı olarak azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Manzoor ve ark., (2019) badem sütü örneklerinin Non-Newtonian (psödoplastik) akış davranışı gösterdiğini ve kayma hızı arttıkça görünür viskozite değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada (Silva ve ark., 2020), farklı ölçüm sıcaklıklarının Brezilya fıncığından yapılan bitki bazlı bir içeceğin reolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve tüm örnekler psödoplastik karakterli ($n < 1$) Newton olmayan sıvılar olarak sınıflandırılmıştır. Bernat ve ark., (2014), fermente badem sütünün, fermantasyon süresinin sonunda Non-Newtonian (psödoplastik) ($n < 1$) akış davranışı gösterdiğini bildirmiştir. Atalar ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada düşük genlik ve zaman

dilimlerinde fındık sütü örneklerinin görünür viskozite ve kıvam indeks değerlerinin kontrol grubu örneklere kıyasla azaldığını bildirmişlerdir.

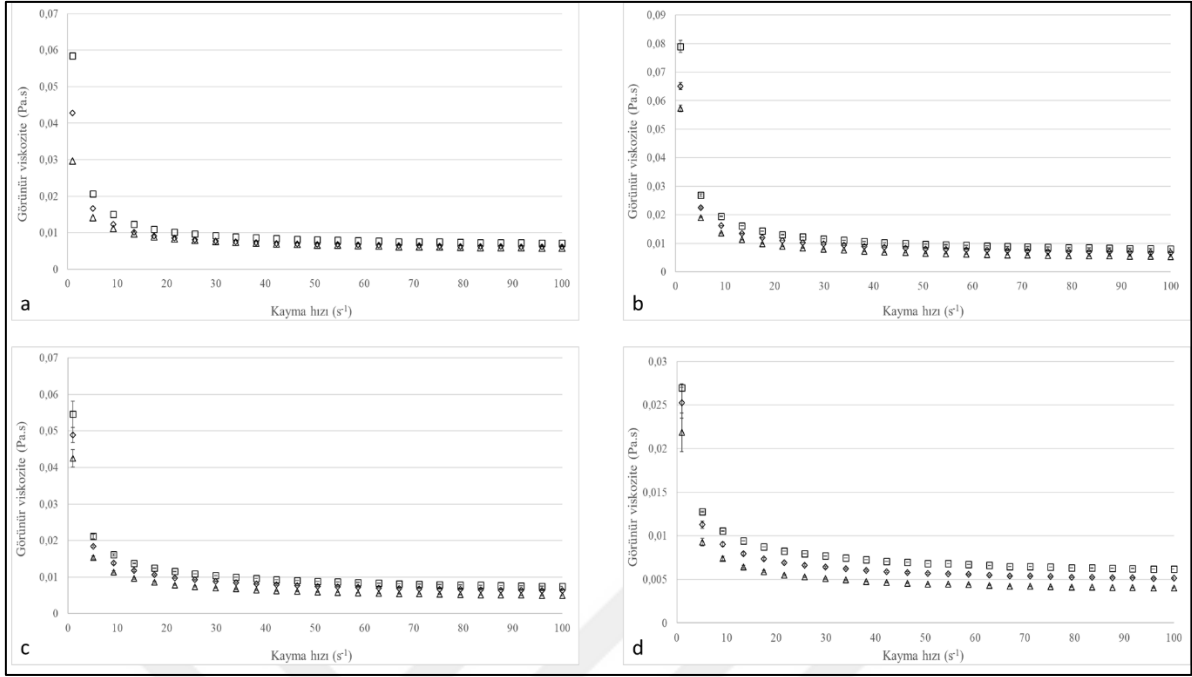




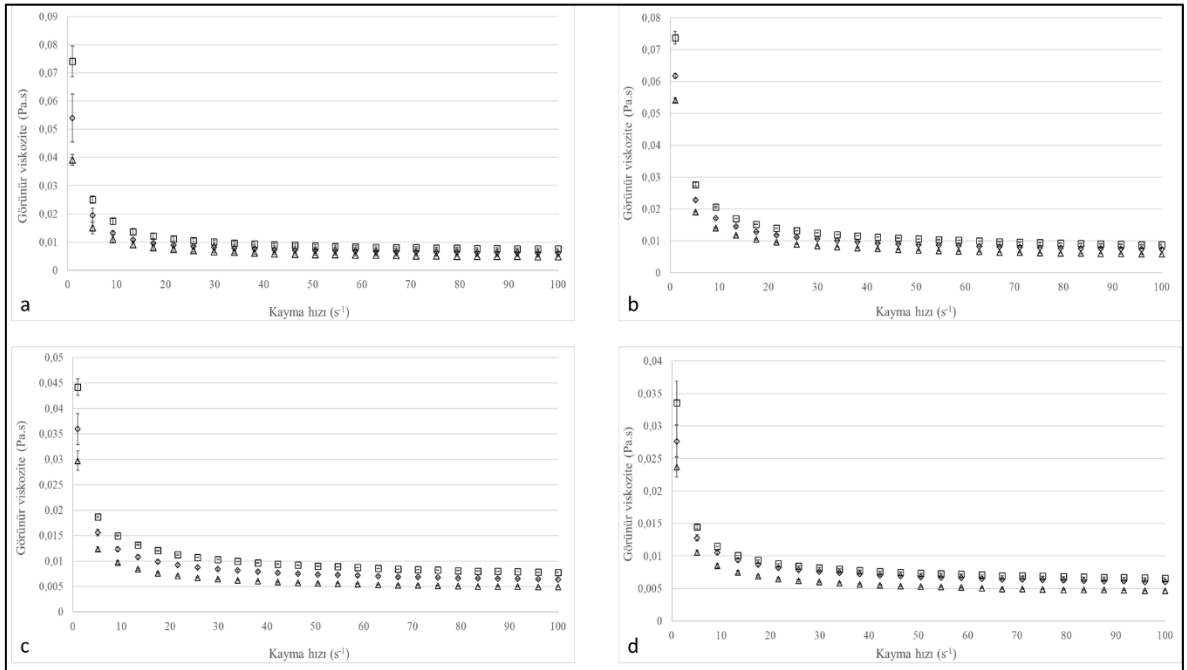
Şekil 3.13. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



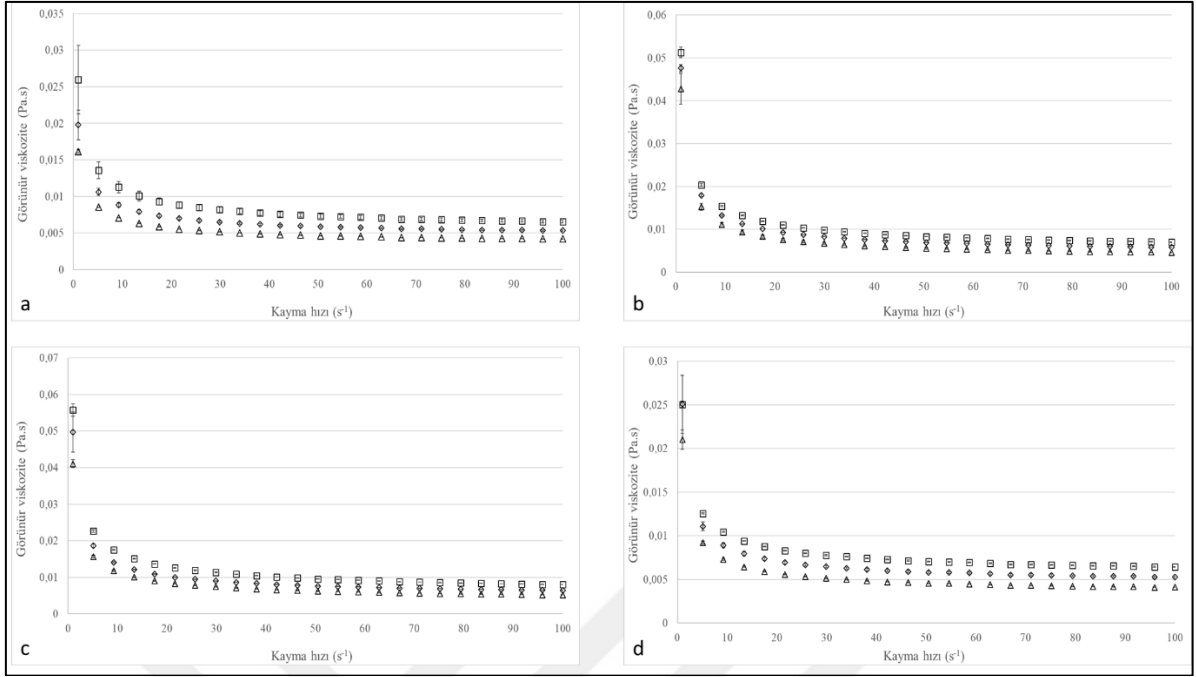
Şekil 3.14. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



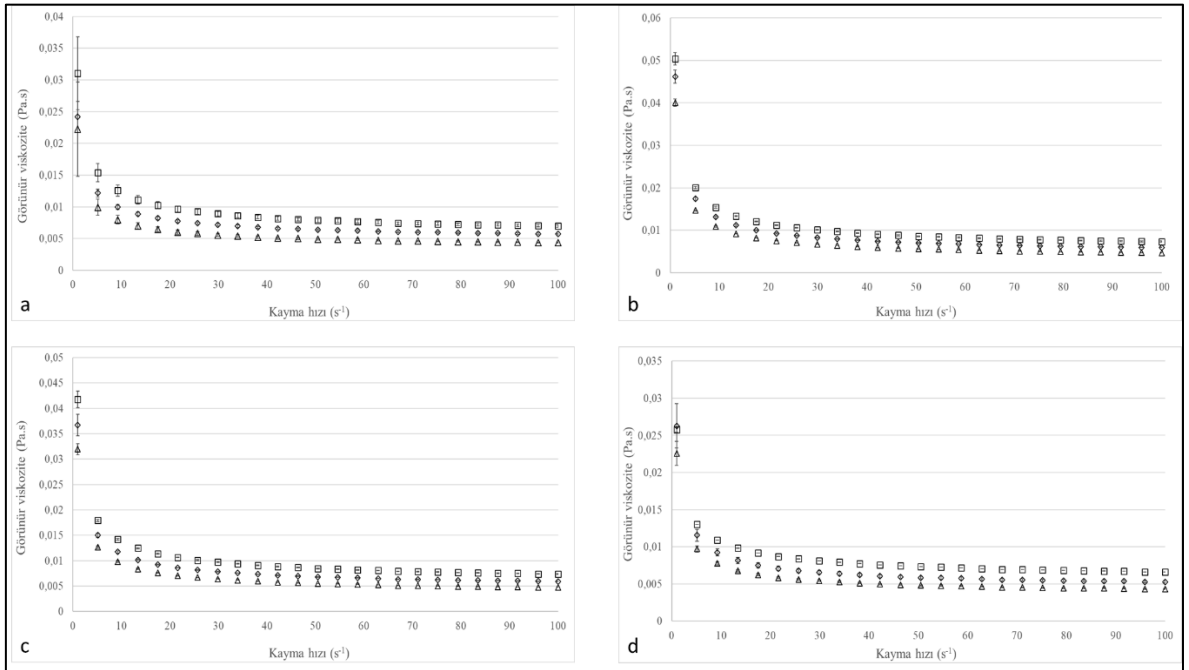
Şekil 3.15. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi



Şekil 3.16. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi

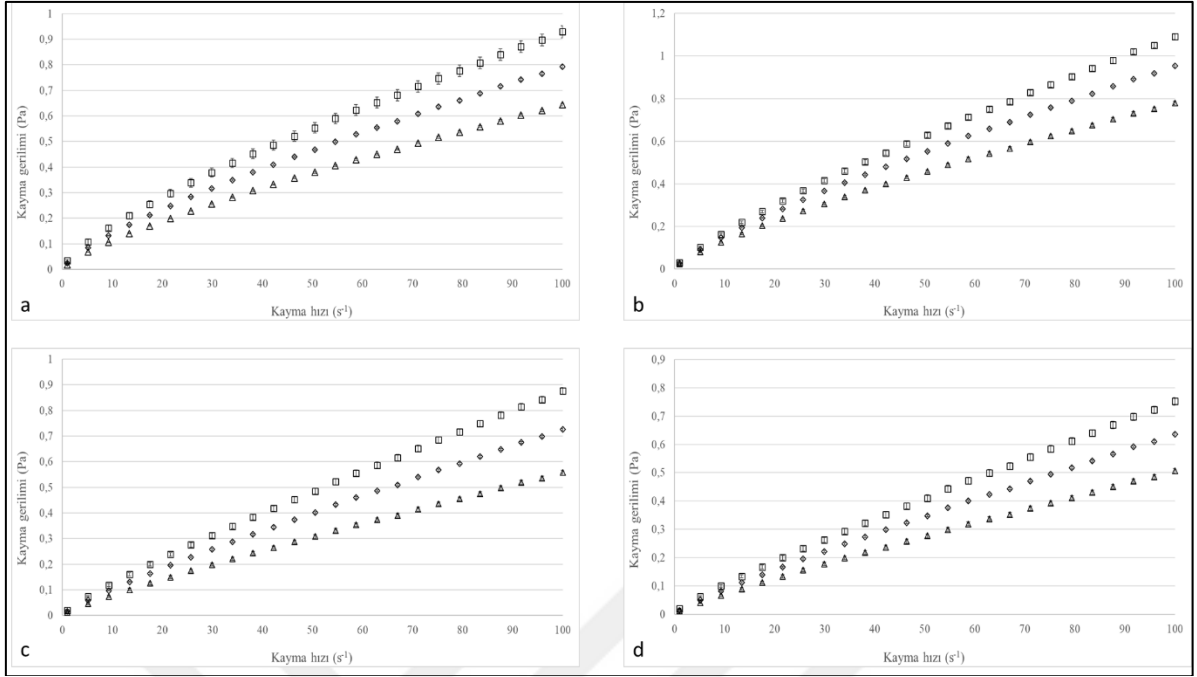


Şekil 3.17. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi

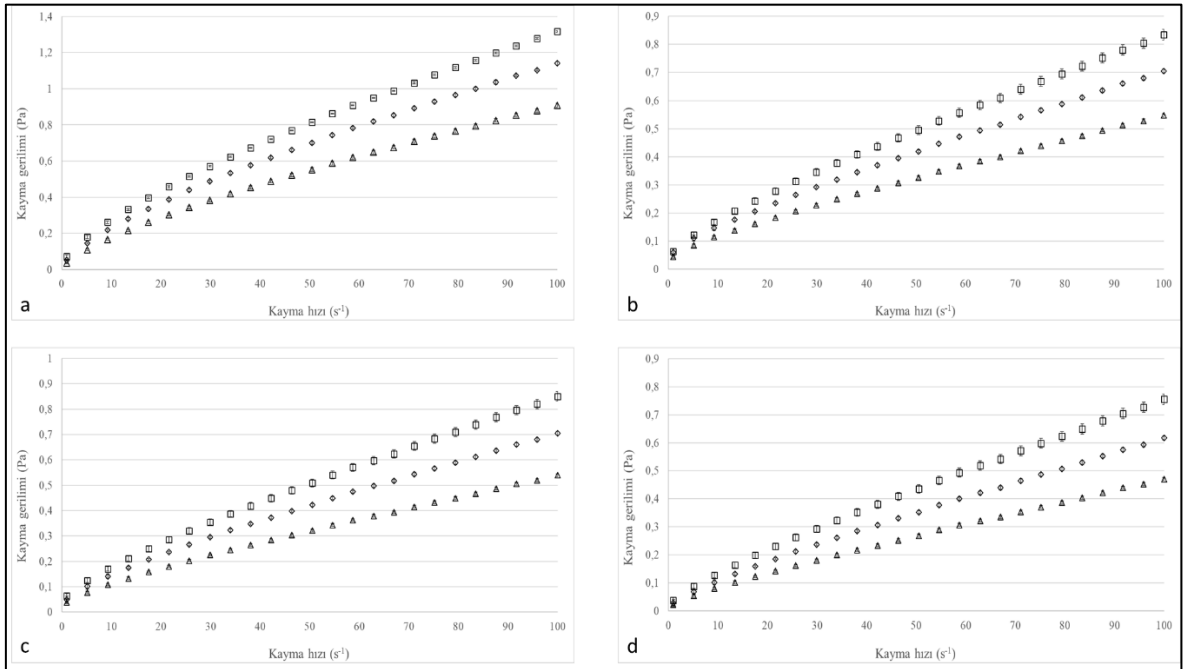


Şekil 3.18. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) görünür viskozitesinin değişimi

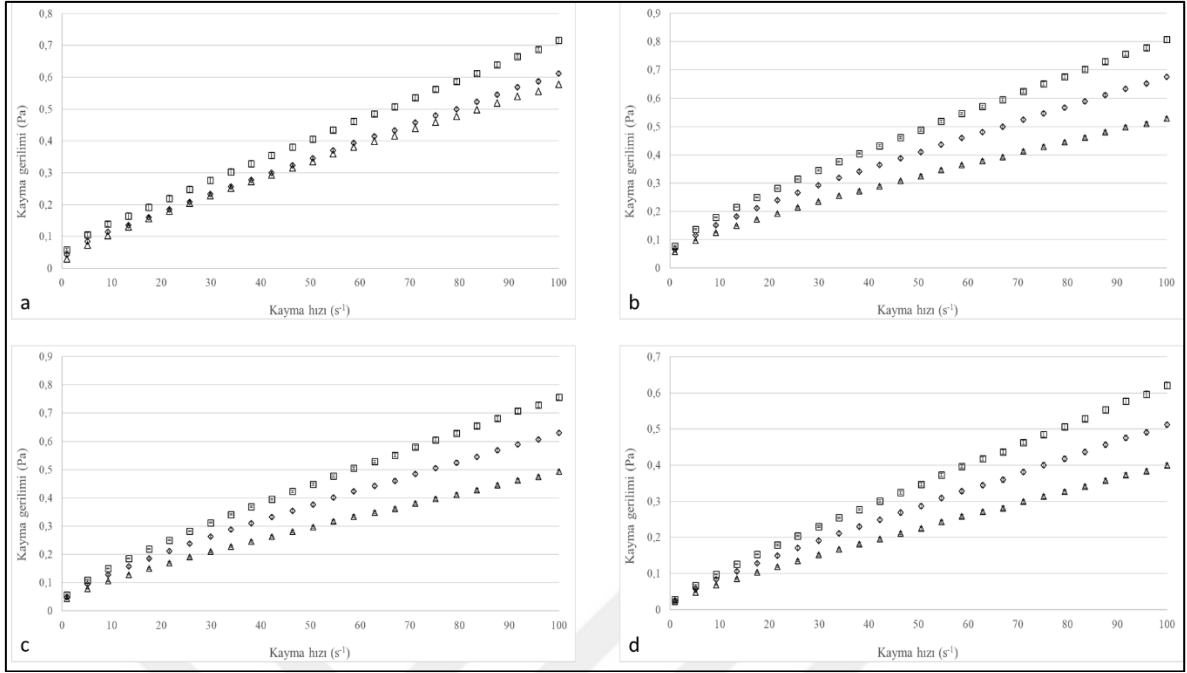
Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca deneysel kayma gerilimi-kayma hızı değişimleri Şekil 3.19-3.24'te verilmiştir. Ölçüm alınan tüm işlem koşullarında, aynı kayma hızı değerlerinde ölçüm alınan sıcaklık değerinin artmasına bağlı olarak kayma gerilimi değerlerinin azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Tüm kayma hızı değerlerinde, en yüksek kayma gerilimi değerlerinin 4°C sabit ölçüm sıcaklığında elde edildiği ve ölçüm alınan sabit sıcaklık değerinin artmasına bağlı olarak kayma gerilimi değerlerinin tüm kayma hızı değerlerinde azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.19-3.24). Ek olarak, ölçüm alınan tüm işlem koşullarında kayma gerilimi değerlerinin kayma hızı değerlerinin artmasına bağlı olarak ölçüm alınan tüm sıcaklık değerlerinde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.19-3.24). Benzer şekilde, Silva ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada tüm ölçüm sıcaklıkları için kayma hızı değerleri arttıkça kayma gerilmesi değerlerinin de arttığını belirtmiştir. Benzer şekilde, Manzoor ve ark., (2019) çalışmasında da benzer sonuçları rapor etmişlerdir. İçier ve ark., (2015) farklı oranlarda %100 elma suyu ilave ederek ürettikleri fermente soya sütünün örneklerinin kayma gerilimi değerlerinin kayma hızı değerlerinin artmasına bağlı olarak artış gösterdiğini rapor etmişlerdir.



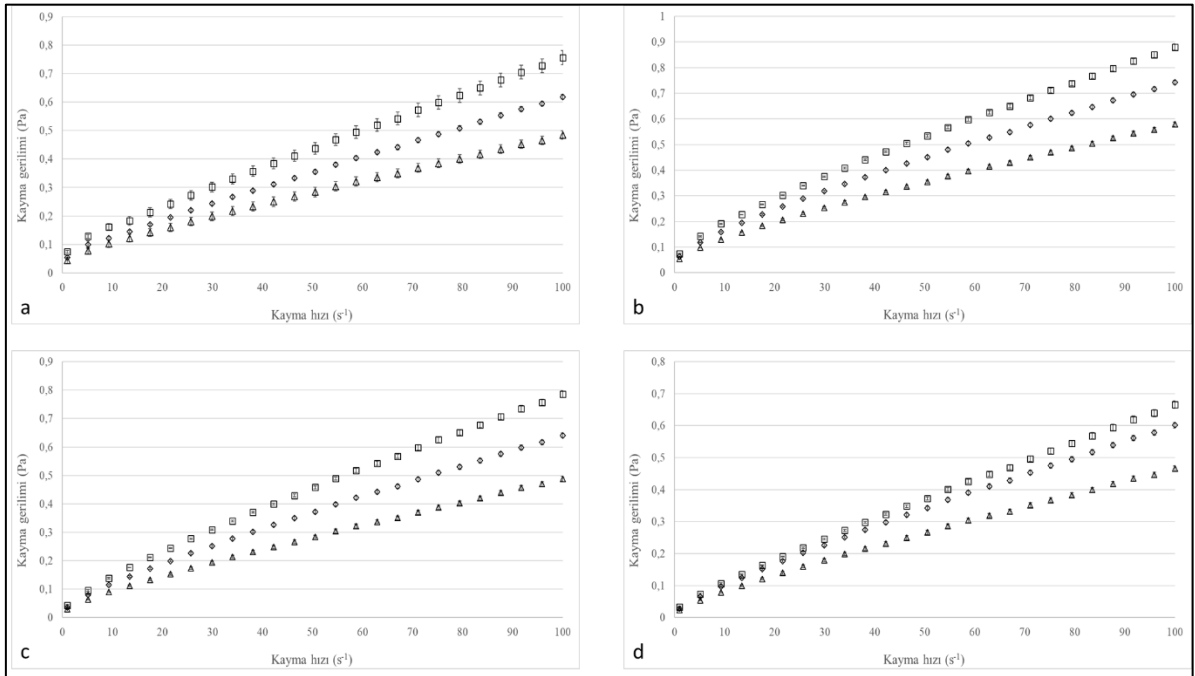
Şekil 3.19. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



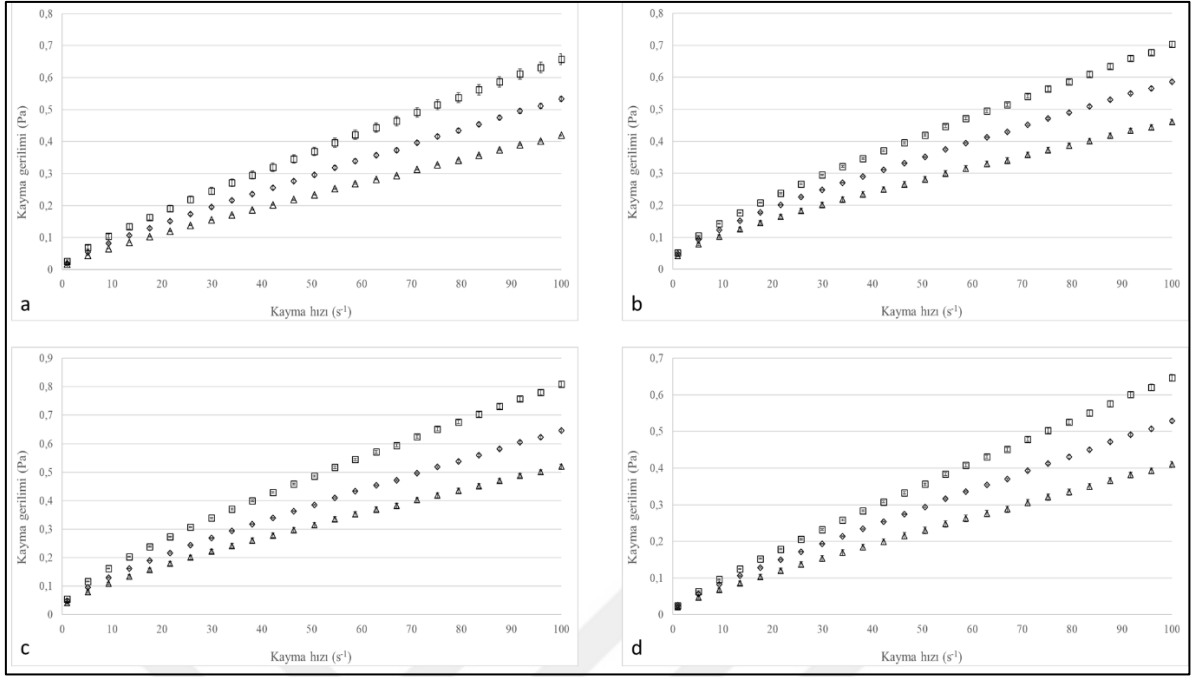
Şekil 3.20. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



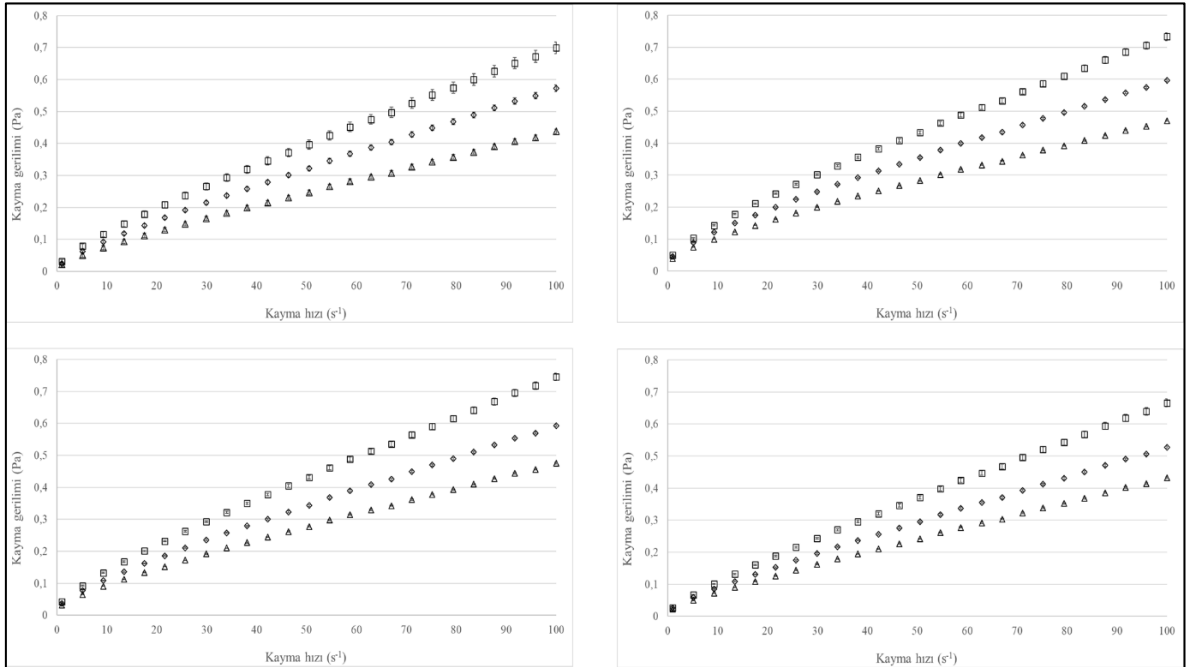
Şekil 3.21. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



Şekil 3.22. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



Şekil 3.23. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri



Şekil 3.24. Farklı oranlarda (a) %0 ananas suyu, (b) %10 ananas suyu, (c) %20 ananas suyu, (d) %30 ananas suyu ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 14. gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C (□), 10°C (◇), 20°C (Δ)) kayma gerilmesine karşı kayma hızları grafikleri

Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin reolojik özellikleri üzerine etkilerinin daha detaylı incelenebilmesi amacıyla farklı reolojik modellerin (Bingham, Üssel ve Herschel-Bulkley modeli) elde edilen deneysel kayma gerilimi (Pa) ve kayma hızı (s^{-1}) değerlerine uyumluluğu doğrusal olmayan regresyon analizi yardımı ile incelenmiştir. Reolojik modeller arasındaki karşılaştırmanın daha detaylı yapılabilmesi için farklı işlem koşulları kullanılarak üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca farklı sabit ölçüm sıcaklığı değerlerinde elde edilen HKOK ve χ^2 değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Genel olarak yapılan değerlendirme sonucunda, Bingham modelinin tüm işlem koşulları için uygulanabilir olmadığı tespit edilmiştir. Üssel model ve Herschel-Bulkley modeli ise genel olarak karşılaştırıldığında, Herschel-Bulkley modelinin daha yüksek R^2 ve daha düşük hata oranlarına (HKOK ve χ^2) sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.13-3.18). Yapılan değerlendirme sonucunda, fermantasyon ve depolama aşaması boyunca ölçüm alınan tüm işlem koşulları için istatistiksel olarak en uygun reolojik modelin Herschel-Bulkley modeli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.13-3.18).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı oranlarda %100 meyve suyu (portakal, ananas vb.) ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca reolojik özelliklerindeki değişimin incelendiği bir çalışma yer almadığı için elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılamamıştır. Elde edilen bulguların literatüre önemli katkı sunacağı düşünülmektedir.

Bernat ve ark., (2014) yaptıkları çalışmada farklı üretim koşulları kullanarak ürettikleri tüm fermente badem sütü örneklerinin shear thinning-Non-Newtonian ($n<1$) akış davranış tipi gösterdiğini ve Herschel-Bulkley modelinin en uygun reolojik model olduğunu belirtmişlerdir. Literatürde farklı gıda maddeleri (dondurma, kefir, yoğurt) ile yapılan çalışmalarda da en uygun reolojik modelin Herschel-Bulkley modeli olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Azari-Anpar ve ark., 2017; Kurt ve Atalar, 2018; Çomak Göçer ve Koptagel, 2022; Egea ve ark., 2023).

Tablo 3.13. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 0. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen ananas suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0079±0.0007	0.0022±0.0002	0.0016±0.0001
		γ ²	0.000071±0.000013	0.000005±0.0000001	0.000003±0.000000
	10	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0092±0.0005	0.0018±0.0001	0.0018±0.0001
		γ ²	0.000094±0.000011	0.000004±0.000000	0.000004±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0045±0.0007	0.0018±0.0003	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000023±0.000007	0.000004±0.000001	0.000002±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0032±0.0007	0.0021±0.0009	0.0015±0.0003
		γ ²	0.000012±0.000005	0.000005±0.000005	0.000003±0.000001
10	0	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0067±0.0001	0.0017±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000050±0.000001	0.000003±0.000001	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0076±0.0006	0.0016±0.0002	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000064±0.000010	0.000003±0.000001	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0039±0.0001	0.0016±0.0001	0.0014±0.0000
		γ ²	0.000017±0.000000	0.000003±0.000000	0.000002±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0032±0.0001	0.0015±0.0000	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000039±0.000009	0.000003±0.000000	0.000002±0.000000
20	0	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0058±0.0001	0.0015±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000037±0.000001	0.000003±0.000000	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0070±0.0001	0.0015±0.0001	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000054±0.000002	0.000003±0.000000	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0030±0.0003	0.0015±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000010±0.000002	0.000003±0.000000	0.000002±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0027±0.0001	0.0014±0.0001	0.0013±0.0001
		γ ²	0.000008±0.000001	0.000002±0.000000	0.000002±0.000000

Tablo 3.14. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 8. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen ananas suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	0.998±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0133±0.0009	0.0028±0.0009	0.0018±0.0009
		γ ²	0.000198±0.000026	0.000010±0.000007	0.000004±0.000001
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0050±0.0004	0.0045±0.0001	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000028±0.000005	0.000023±0.000001	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0053±0.0005	0.0043±0.0005	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000020±0.000004	0.000020±0.000004	0.000003±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0044±0.0009	0.0029±0.0003	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000022±0.000009	0.000009±0.000002	0.000003±0.000000
10	0	R ²	0.997±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0119±0.0004	0.0023±0.0001	0.0019±0.0000
		γ ²	0.000157±0.000011	0.000006±0.000001	0.000004±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0041±0.0002	0.0039±0.0000	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000018±0.000002	0.000017±0.000000	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0047±0.0004	0.0034±0.0001	0.0014±0.0000
		γ ²	0.000025±0.000004	0.000013±0.000001	0.000002±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0032±0.0001	0.0028±0.0001	0.0016±0.0001
		γ ²	0.000011±0.000001	0.000009±0.000001	0.000003±0.000000
20	0	R ²	0.997±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0094±0.0004	0.0016±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000098±0.000008	0.000003±0.000000	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0032±0.0001	0.0032±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000012±0.000001	0.000012±0.000000	0.000002±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0035±0.0003	0.0030±0.0001	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000014±0.000002	0.000010±0.000001	0.000003±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0026±0.0005	0.0024±0.0000	0.0016±0.0003
		γ ²	0.000008±0.000003	0.000006±0.000000	0.000003±0.000001

Tablo 3.15. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 16. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen ananas suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0020±0.0002	0.0048±0.0005	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000004±0.000001	0.000026±0.000005	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0046±0.0003	0.0050±0.0001	0.0015±0.0002
		γ ²	0.000023±0.000003	0.000028±0.000001	0.000003±0.000001
	20	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0043±0.0005	0.0042±0.0004	0.0016±0.0000
		γ ²	0.000020±0.000005	0.0000020±0.000004	0.000003±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0024±0.0000	0.0030±0.0001	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000006±0.000000	0.000010±0.000001	0.000003±0.000000
10	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0019±0.0000	0.0016±0.0002	0.0013±0.0001
		γ ²	0.000004±0.000000	0.000038±0.000002	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0040±0.0002	0.0040±0.0002	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000018±0.000002	0.000018±0.000002	0.000002±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0038±0.0003	0.0036±0.0002	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000016±0.000003	0.000014±0.000001	0.000003±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0021±0.0001	0.0027±0.0001	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000039±0.000009	0.000008±0.000001	0.000002±0.000000
20	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0018±0.0001	0.0029±0.0002	0.0013±0.0000
		γ ²	0.000004±0.000001	0.000010±0.000001	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.998±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0033±0.0004	0.0039±0.0006	0.0016±0.0002
		γ ²	0.000012±0.000003	0.000017±0.000006	0.000003±0.000001
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0032±0.0001	0.0030±0.0001	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000011±0.000001	0.000010±0.000001	0.000003±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0018±0.0000	0.0025±0.0001	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000004±0.000000	0.000007±0.000001	0.000003±0.000000

Tablo 3.16. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin fermantasyon aşamasının 24. saatinde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen ananas suyu oranı	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0027±0.004	0.0051±0.0003	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000008±0.0000002	0.000029±0.0000004	0.000003±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0062±0.0001	0.0041±0.0001	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000019±0.000001	0.000019±0.000001	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0049±0.0004	0.0032±0.0002	0.0018±0.0005
		γ ²	0.000026±0.000004	0.000011±0.000001	0.000004±0.000002
	30	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0029±0.0003	0.0027±0.0002	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000010±0.000002	0.000008±0.000001	0.000003±0.000000
10	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0023±0.0002	0.0041±0.0001	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000006±0.000001	0.000019±0.000001	0.000003±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0052±0.0003	0.0037±0.0002	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000030±0.000003	0.000015±0.000001	0.000002±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0038±0.0007	0.0028±0.0004	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000017±0.000006	0.000009±0.000003	0.000003±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0037±0.0002	0.0019±0.0001	0.0014±0.0000
		γ ²	0.000016±0.000002	0.000004±0.000000	0.000002±0.000000
20	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0023±0.0006	0.0035±0.0001	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000006±0.000003	0.000013±0.000001	0.000003±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0040±0.0003	0.0034±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000018±0.000003	0.000013±0.000001	0.000002±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0028±0.0003	0.0025±0.0001	0.0014±0.0000
		γ ²	0.000009±0.000002	0.000007±0.000001	0.000002±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0029±0.0001	0.0021±0.0000	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000009±0.000000	0.000005±0.000000	0.000003±0.000000

Tablo 3.17. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 7.gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen ananas suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0027±0.004	0.0029±0.002	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000008±0.000002	0.000010±0.000001	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0039±0.0003	0.0043±0.0002	0.0016±0.0001
		γ ²	0.000017±0.000002	0.0000020±0.000002	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0054±0.0001	0.0038±0.0001	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000033±0.000002	0.000016±0.000001	0.000003±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0023±0.0002	0.0027±0.0000	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000006±0.000001	0.000008±0.000000	0.000002±0.000000
10	0	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0020±0.0001	0.0025±0.0000	0.0013±0.0000
		γ ²	0.000004±0.000001	0.000007±0.000000	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0031±0.0003	0.0040±0.0002	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000011±0.000002	0.0000017±0.000002	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0038±0.0005	0.0036±0.0004	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000017±0.000004	0.000014±0.000003	0.000002±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0021±0.0003	0.0025±0.0002	0.0014±0.0000
		γ ²	0.000005±0.000001	0.000007±0.000001	0.000002±0.000000
20	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0020±0.0001	0.0021±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000004±0.000001	0.000005±0.000000	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0029±0.0004	0.0031±0.0002	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000010±0.000003	0.000011±0.000001	0.000002±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0036±0.0002	0.0029±0.0001	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000015±0.000002	0.000009±0.000001	0.000002±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0017±0.0002	0.0024±0.0002	0.0013±0.0000
		γ ²	0.000003±0.000001	0.000006±0.000001	0.000002±0.000000

Tablo 3.18. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örnekleri için farklı reolojik modellerin depolama aşamasının 14.gününde farklı ölçüm sıcaklıklarında istatistiksel olarak değerlendirilmesi

Sıcaklık (°C)	Eklenen ananas suyu oranı (%)	İstatistiksel kriterler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
4	0	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0031±0.003	0.0031±0.002	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000011±0.000002	0.000011±0.0000001	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0042±0.0001	0.0040±0.0001	0.0016±0.0000
		γ ²	0.000019±0.000001	0.0000017±0.000000	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0039±0.0003	0.0035±0.0002	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000017±0.000002	0.000014±0.000002	0.000003±0.000000
	30	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0028±0.0000	0.0027±0.0001	0.0015±0.0002
		γ ²	0.000009±0.000000	0.000008±0.000000	0.000003±0.000001
10	0	R ²	1.000±0.000	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0024±0.0001	0.0027±0.0001	0.0014±0.0000
		γ ²	0.000006±0.000001	0.000008±0.000001	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0034±0.0002	0.0035±0.0001	0.0015±0.0000
		γ ²	0.000013±0.000001	0.000014±0.000001	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0031±0.0002	0.0032±0.0001	0.0016±0.0001
		γ ²	0.000010±0.000001	0.000011±0.000001	0.000003±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0021±0.0003	0.0027±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000005±0.000001	0.000008±0.000000	0.000002±0.000000
20	0	R ²	1.000±0.000	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0019±0.0001	0.0026±0.0004	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000004±0.000001	0.000007±0.000002	0.000002±0.000000
	10	R ²	0.999±0.001	0.999±0.001	1.000±0.000
		HKOK	0.0029±0.0002	0.0031±0.0001	0.0015±0.0001
		γ ²	0.000009±0.000001	0.000010±0.000000	0.000003±0.000000
	20	R ²	0.999±0.001	1.000±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0027±0.0001	0.0027±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000008±0.000000	0.000008±0.000000	0.000002±0.000000
	30	R ²	1.000±0.000	0.999±0.000	1.000±0.000
		HKOK	0.0020±0.0002	0.0023±0.0001	0.0014±0.0001
		γ ²	0.000005±0.000001	0.000006±0.000001	0.000002±0.000000

Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon ve depolama aşaması boyunca reolojik ölçüm sabitlerindeki değişiminin daha detaylı incelenebilmesi amacıyla en uygun reolojik model olan Herschel-Bulkley modelin model sabitleri kullanılmıştır. Farklı işlem koşullarında üretilen tüm örnekler için elde edilen kıvam katsayısı (K), akış davranış indeksi (n), akma gerilimi (τ_0) ve regresyon katsayısı (R^2) değerleri Tablo 3.19-3.21'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonucunda regresyon katsayısı değerleri ($R^2=1$) çok yüksek tespit edilmiştir. Fermantasyon ve depolama aşaması boyunca tüm fermente badem sütü örneklerinin kıvam katsayısı değerlerinin ölçüm alınan sabit sıcaklık değerlerinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 3.19-3.21). Benzer şekilde, fermantasyon ve depolama aşaması boyunca tüm fermente badem sütü örneklerinin başlangıç kayma gerilimi değerlerinin de ölçüm alınan sabit sıcaklık değerlerinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Tüm örneklerin akış davranış indeksi (n) değerleri incelendiğinde, n değerlerinin 0.725 ile 0.954 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Başka bir deyişle, üretim ve depolama aşaması boyunca tüm örneklerin non-Newtonian psödoplastik ($n<1$) akış davranış indeksi sergilediği belirlenmiştir (Tablo 3.19-3.21).

Manzoor ve ark., (2019), badem sütü örneklerinin Non-Newtonian (psödoplastik) akış davranışı gösterdiğini ve kayma hızı arttıkça görünür viskozite değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir. Başka bir çalışmada (Silva ve ark., 2020) ise, farklı ölçüm sıcaklıklarının Brezilya fıındığından yapılan bitki bazlı bir içeceğin reolojik özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve tüm örnekler psödoplastik karakterli ($n < 1$) Newton olmayan sıvılar olarak sınıflandırılmıştır. Bernat ve ark., (2014) fermente badem sütünün, fermantasyon süresinin sonunda Non-Newtonian (psödoplastik) ($n<1$) akış davranışı gösterdiğini bildirmiştir.

Tablo 3.19. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermentasyon aşamasının 0. ve 8. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Hershel-Bulkley model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri

Süre	Eklenen ananas suyu oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Kıvam katsayısı, K (Pa.s ⁿ)	Akış davranış indeksi, n	Başlangıç kayma gerilimi, τ_0 (Pa)	Regrasyon katsayısı, R ²
0. saat	0	4	0.0241±0.0025	0.786±0.017	0.0299±0.0037	1.000±0.000
		10	0.0201±0.0001	0.792±0.001	0.0194±0.0016	1.000±0.000
		20	0.0173±0.0002	0.782±0.001	0.0091±0.0017	1.000±0.000
	10	4	0.0277±0.0017	0.799±0.011	0.0054±0.0024	1.000±0.000
		10	0.0229±0.0018	0.807±0.016	0.0108±0.0051	1.000±0.000
		20	0.0211±0.0005	0.782±0.004	0.0065±0.0026	1.000±0.000
	20	4	0.0146±0.0015	0.885±0.023	0.0178±0.0048	1.000±0.000
		10	0.0124±0.0002	0.881±0.001	0.0111±0.0024	1.000±0.000
		20	0.0094±0.0005	0.884±0.010	0.0093±0.0007	1.000±0.000
	30	4	0.0110±0.0014	0.895±0.004	0.0120±0.0003	1.000±0.000
		10	0.0103±0.0001	0.893±0.002	0.0079±0.0001	1.000±0.000
		20	0.0083±0.0003	0.890±0.007	0.0062±0.0015	1.000±0.000
8. saat	0	4	0.0453±0.0016	0.725±0.008	0.0370±0.0032	1.000±0.000
		10	0.0385±0.0019	0.731±0.009	0.0271±0.0041	1.000±0.000
		20	0.0304±0.0018	0.734±0.010	0.0146±0.0013	1.000±0.000
	10	4	0.0152±0.0012	0.852±0.013	0.0805±0.0031	1.000±0.000
		10	0.0122±0.0005	0.860±0.006	0.0662±0.0013	1.000±0.000
		20	0.0094±0.0005	0.861±0.009	0.0535±0.0016	1.000±0.000
	20	4	0.0159±0.0014	0.844±0.020	0.0751±0.0069	1.000±0.000
		10	0.0139±0.0010	0.834±0.013	0.0589±0.0007	1.000±0.000
		20	0.0099±0.0009	0.848±0.015	0.0482±0.0019	1.000±0.000
	30	4	0.0123±0.0008	0.878±0.011	0.0435±0.0031	1.000±0.000
		10	0.0097±0.0004	0.888±0.007	0.0385±0.0013	1.000±0.000
		20	0.0069±0.0004	0.900±0.010	0.0317±0.0018	1.000±0.000

Tablo 3.20. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermentasyon aşamasının 16. ve 24. saatlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Hershel-Bulkley model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri

Süre	Eklenen ananas suyu oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Kıvam katsayısı, K (Pa.s ⁿ)	Akış davranış indeksi, n	Başlangıç kayma gerilimi, τ_0 (Pa)	Regrasyon katsayısı, R ²
16. saat	0	4	0.0080±0.0002	0.954±0.007	0.0719±0.0097	1.000±0.000
		10	0.0072±0.0002	0.943±0.004	0.0545±0.0034	1.000±0.000
		20	0.0057±0.0004	0.937±0.012	0.0407±0.0037	1.000±0.000
	10	4	0.0138±0.0005	0.857±0.010	0.0910±0.0028	1.000±0.000
		10	0.0118±0.0006	0.851±0.008	0.0796±0.0017	1.000±0.000
		20	0.0100±0.0006	0.834±0.010	0.0652±0.0005	1.000±0.000
	20	4	0.0135±0.0003	0.851±0.003	0.0675±0.0007	1.000±0.000
		10	0.0111±0.0008	0.855±0.013	0.0609±0.0024	1.000±0.000
		20	0.0089±0.0005	0.845±0.010	0.0511±0.0031	1.000±0.000
	30	4	0.0081±0.0001	0.928±0.002	0.0401±0.0022	1.000±0.000
		10	0.0066±0.0003	0.929±0.009	0.0359±0.0013	1.000±0.000
		20	0.0051±0.0001	0.931±0.003	0.0318±0.0022	1.000±0.000
24. saat	0	4	0.0096±0.0009	0.924±0.015	0.0754±0.0018	1.000±0.000
		10	0.0078±0.0006	0.919±0.004	0.0621±0.0008	1.000±0.000
		20	0.0060±0.0002	0.923±0.005	0.0513±0.0010	1.000±0.000
	10	4	0.0186±0.0003	0.821±0.004	0.0751±0.0026	1.000±0.000
		10	0.0154±0.0009	0.815±0.001	0.0678±0.0023	1.000±0.000
		20	0.0116±0.0009	0.825±0.013	0.0624±0.0023	1.000±0.000
	20	4	0.0141±0.0004	0.859±0.005	0.0492±0.0013	1.000±0.000
		10	0.0114±0.0019	0.878±0.007	0.0401±0.0067	1.000±0.000
		20	0.0081±0.0008	0.873±0.018	0.0362±0.0023	1.000±0.000
	30	4	0.0097±0.0005	0.907±0.014	0.0349±0.0029	1.000±0.000
		10	0.0111±0.0006	0.858±0.009	0.0216±0.0028	1.000±0.000
		20	0.0080±0.0003	0.870±0.005	0.0250±0.0019	1.000±0.000

Tablo 3.21. Farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin depolama aşamasının 7. ve 14. günlerinde farklı ölçüm sıcaklıklarında Hershel-Bulkley model denkleminde elde edilen reolojik katsayı değerleri

Süre	Eklenen ananas suyu oranı (%)	Sıcaklık (°C)	Kıvam katsayısı, K (Pa.s ⁿ)	Akış davranış indeksi, n	Başlangıç kayma gerilimi, τ_0 (Pa)	Regrasyon katsayısı, R ²
7. gün	0	4	0.0241±0.0025	0.786±0.017	0.0299±0.0037	1.000±0.000
		10	0.0201±0.0001	0.792±0.001	0.0194±0.0016	1.000±0.000
		20	0.0173±0.0002	0.782±0.001	0.0091±0.0017	1.000±0.000
	10	4	0.0277±0.0017	0.799±0.011	0.0054±0.0024	1.000±0.000
		10	0.0229±0.0018	0.807±0.016	0.0108±0.0051	1.000±0.000
		20	0.0211±0.0005	0.782±0.004	0.0065±0.0026	1.000±0.000
	20	4	0.0146±0.0015	0.885±0.023	0.0178±0.0048	1.000±0.000
		10	0.0124±0.0002	0.881±0.001	0.0111±0.0024	1.000±0.000
		20	0.0094±0.0005	0.884±0.010	0.0093±0.0007	1.000±0.000
	30	4	0.0110±0.0014	0.895±0.004	0.0120±0.0003	1.000±0.000
		10	0.0103±0.0001	0.893±0.002	0.0079±0.0001	1.000±0.000
		20	0.0083±0.0003	0.890±0.007	0.0062±0.0015	1.000±0.000
14. gün	0	4	0.0453±0.0016	0.725±0.008	0.0370±0.0032	1.000±0.000
		10	0.0385±0.0019	0.731±0.009	0.0271±0.0041	1.000±0.000
		20	0.0304±0.0018	0.734±0.010	0.0146±0.0013	1.000±0.000
	10	4	0.0152±0.0012	0.852±0.013	0.0805±0.0031	1.000±0.000
		10	0.0122±0.0005	0.860±0.006	0.0662±0.0013	1.000±0.000
		20	0.0094±0.0005	0.861±0.009	0.0535±0.0016	1.000±0.000
	20	4	0.0159±0.0014	0.844±0.020	0.0751±0.0069	1.000±0.000
		10	0.0139±0.0010	0.834±0.013	0.0589±0.0007	1.000±0.000
		20	0.0099±0.0009	0.848±0.015	0.0482±0.0019	1.000±0.000
	30	4	0.0123±0.0008	0.878±0.011	0.0435±0.0031	1.000±0.000
		10	0.0097±0.0004	0.888±0.007	0.0385±0.0013	1.000±0.000
		20	0.0069±0.0004	0.900±0.010	0.0317±0.0018	1.000±0.000

3.5. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin duyuşal değerlendirilmesi

Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşaması sonunda (24. saat) elde edilen duyuşal değerlendirmesi Tablo 3.22 ve 3.23'te verilmiştir. Farklı oranlarda ilave edilmiş %100 meyve suyu oranı arttıkça, panelistlerin renk dışındaki tüm duyuşal parametreleri için verdiği puanların artış gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 3.22-3.23). İki farklı meyve suyu ilave edilen fermente badem sütü örnekleri değerlendirildiğinde, panelistler tarafından en yüksek puanı %30 oranında meyve suyu ilave edilen örneklerin aldığı belirlenmiştir ($p < 0.05$; Tablo 3.22-3.23). Renk özellikleri açısından değerlendirildiğinde ise, farklı oranlarda ilave edilen portakal ve ananas suyu miktarının artmasına bağlı olarak fermente badem sütü örneklerinin renk değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p > 0.05$; Tablo 3.22-3.23). Fermente badem sütü örnekleri asitlik değerleri açısından değerlendirildiğinde ise, tüm panelistler iki farklı %100 meyve suyu ilave edilmemiş (kontrol grubu) örneklerin en düşük asitliğe sahip olduğunu ve ilave edilen meyve suyu oranının artmasına bağlı olarak badem sütü örneklerinin asitlik değerlerinin de artış gösterdiğini ve en yüksek asitlik değerlerinin %30 oranında portakal ve ananas suyu ilave edilmiş örneklerde elde edildiği belirlenmiştir. Bu durum *L. acidophilus*'un gelişimi için en uygun ortamın %30 oranında meyve suyu ilave edilmiş örneklerin olduğunu desteklemektedir.

İlave edilen portakal suyu miktarı arttıkça, portakal suyunun hem tadının hem de portakal aromasının arttığı belirlenirken, %20 ve %30 portakal suyu ilave edilen badem sütü örnekleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p > 0.05$; Tablo 3.22-3.23). Benzer şekilde, ilave edilen ananas suyu miktarı arttıkça da, ananas suyunun hem tadının hemde ananas aromasının artış gösterdiği ve örnek grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$; Tablo 3.22-3.23). Genel kabul edilebilirlik değerleri incelendiğinde, %20 ve %30 oranında meyve suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin, %10 meyve suyu ilave edilmiş ve meyve suyu ilave edilmemiş (kontrol grubu) fermente badem sütü örneklerine kıyasla panelistler tarafından daha çok tercih edilmiştir ($p < 0.05$; Tablo 3.22-3.23). Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, farklı oranlarda %100 meyve suyu (portakal, ananas vb.) ilave edilerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşaması sonunda duyuşal

özelliklerindeki değişimin incelendiği bir çalışma yer almadığı için elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılamamıştır. Elde edilen bulguların literatüre önemli katkı sunacağı düşünülmektedir.

Tablo 3.22. Fermantasyon aşaması sonunda (24. saat) farklı oranlarda portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin duyusal değerlendirilmesi

Eklenen portakal suyu oranı (%)	Kıvam	Renk	Asitlik	Tat	Portakal suyu aroması	Genel kabul edilebilirlik
0	3.25±0.42 ^a	3.60±0.46 ^a	1.65±0.67 ^a	1.89±0.42 ^a	0.63±0.23 ^a	2.00±0.41 ^a
10	3.60±0.52 ^b	3.56±0.18 ^a	2.69±0.37 ^b	2.36±0.48 ^b	2.60±0.42 ^b	3.17±0.66 ^b
20	3.70±0.27 ^b	3.60±0.22 ^a	2.75±0.27 ^b	3.50±0.45 ^c	3.67±0.26 ^c	3.50±0.45 ^{bc}
30	3.93±0.35 ^b	3.88±0.35 ^a	3.93±0.35 ^c	3.69±0.26 ^c	3.93±0.35 ^c	3.79±0.27 ^c

^{a, b, c} Aynı sütündeki farklı harflendirme, farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin aynı zaman aralığı için, ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Tablo 3.23. Fermantasyon aşaması sonunda (24. saat) farklı oranlarda ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin duyusal değerlendirilmesi

Eklenen ananas suyu oranı (%)	Kıvam	Renk	Asitlik	Tat	Ananas suyu aroması	Genel kabul edilebilirlik
0	3.13±0.43 ^a	3.88±0.43 ^a	2.25±0.42 ^a	2.23±0.56 ^a	1.00±0.45 ^a	2.59±0.54 ^a
10	3.38±0.68 ^a	3.78±0.36 ^a	2.81±0.37 ^b	2.50±0.32 ^a	2.50±0.41 ^b	2.70±0.35 ^a
20	3.57±0.35 ^a	3.75±0.42 ^a	3.46±0.50 ^c	3.36±0.66 ^b	3.08±0.38 ^c	3.32±0.58 ^b
30	3.60±0.57 ^a	3.89±0.49 ^a	3.68±0.56 ^c	3.83±0.49 ^c	3.79±0.57 ^d	3.63±0.43 ^b

^{a, b, c, d} Aynı sütündeki farklı harflendirme, farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin aynı zaman aralığı için, ilgili değerlerin istatistiksel olarak farklı olduğunu göstermektedir (p<0.05).

Yılmaz-Ersan ve Topçuoğlu, (2022) yaptıkları çalışmada, panelistler tarafından en çok beğenilen yoğurt örneklerinin %25 oranında badem sütü ilave edilen örnekler olduğunu bildirilmişlerdir. Başka bir çalışmada (İçer ve ark., 2015) ise, panelistler %25 oranında elma suyu ilave edilmiş fermente soya sütü örneklerinin, %15 oranında elma suyu ilave edilmiş ve elma suyu ilave edilmemiş fermente soya sütü örneklerine kıyasla daha fazla tercih edildiği rapor edilmiştir. Benzer şekilde yapılan bu çalışmada da, ilave edilen %100 meyve suyu (portakal ve ananas suyu) oranının artmasına bağlı olarak panelistler tarafından fermente badem sütü örneklerinin kabul edilebilirliğinin arttığı tespit edilmiştir.



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Farklı oranlarda %100 meyve suyu eklenerek üretilen fermente badem sütü örneklerinin pH değerleri fermantasyon aşaması boyunca hızlı bir düşüş göstermiş ve en düşük pH değerleri %30 oranında meyve suyu ilave edilmiş örneklerde elde edilmiştir. Benzer şekilde, tüm fermente badem sütü örneklerinin fermantasyon aşaması sonunda (24. saat) ve depolama aşaması boyunca (7. ve 14. günde) titrasyon asitliği değerlerinin artış gösterdiği ve en yüksek titrasyon asitliği değerlerinin %30 oranında %100 meyve suyu ilave edilmiş örneklerde elde edilmiştir. Fermantasyon aşaması sonunda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerin *L. acidophilus*'un canlı miktarının sırasıyla 7.58-7.95 kob/ml ve 7.31-7.67 kob/ml arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan 14 günlük depolama aşaması boyunca portakal suyu ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerin *L. acidophilus* miktarlarının 7.30 ile 7.89 kob/ml arasında, ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş örneklerin *L. acidophilus* miktarlarının ise 6.86 ile 7.37 kob/ml arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu durum fermente badem sütü örneklerinin üretim ve depolama aşaması boyunca Fermente Süt Tebliği'nde belirtilen 7 log kob/g toplam spesifik mikroorganizma koşulunu sağladığı tespit edilmiştir. Farklı oranlarda portakal ve ananas suyu ilave edilmiş ve edilmemiş fermente badem sütü örneklerinin hiçbirinde küf ve maya gelişimi gözlemlenmemiştir. Ölçüm alınan sabit sıcaklık değerinin artmasına bağlı olarak kayma gerilimi değerlerinin tüm kayma hızı değerlerinde azalma eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Farklı oranlarda meyve suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örneklerinin non-Newtonian psödoplastik akış tipi sergilediği belirlenmiştir. Ölçüm alınan tüm işlem koşulları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, en uygun reolojik modelin portakal suyu ilave edilmiş örneklerde Üssel model, ananas suyu ilave edilmiş örneklerde ise Herschel-Bulkley modeli olduğu belirlenmiştir. Fermente badem sütü örneklerinin kıvam katsayısı değerleri ölçüm alınan sabit sıcaklık değerinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi göstermiştir. Görünür viskozite ($\mu_{\text{görünür}}$) değerlerinin fermantasyon aşaması sonunda fermantasyon işleminin başlangıca kıyasla tüm işlem koşullarında azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre panelistler tarafından %20 ve %30 portakal ve ananas suyu ilave edilmiş fermente badem sütü örnekleri diğer örneklere göre daha fazla tercih edilmiştir. Elde edilen sonuçların yeni bir ürün olan ve ticari potansiyeli bulunan fermente badem sütü içeceği için endüstriyel boyutta kurulacak olan ekipmanların

ve pompalama sistemlerinin tasarımı için gerekli olan bilgi eksikliğini dolduracağı düşünülmektedir.



5. KAYNAKLAR

- Aduol, K., Onyango, A., Imathiu, S.,** 2020. Proximate, Microbial and Sensory Characteristics of Cowpea Milk Fermented with Probiotic Starter Cultures. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2(4).
- Akal, H.C.,** 2017. Ayran üretiminde peyniraltı suyu tozu ve transglutaminaz enzimi kullanım olanaklarının araştırılması. *Doktora Tezi*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Ankara, 150s.
- Akhter, N., Wu, B., Memon, A.M., Mohsin, M.,** 2015. Probiotics and prebiotics associated with aquaculture: a review. *Fish and Shellfish Immunology*, 45: 733-741.
- Altuğ, T., Elmacı, Y.,** 2005. *Sensory evaluation in foods*. İzmir: Meta Publications.
- Argyri, A.A., Zoumpopoulou, G., Karatzas, K.A., Tsakalidou, E., Nychas, G.J., Panagou, E.Z., Tassou, C.C.,** 2013. Selection of potential probiotic lactic acid bacteria from fermented olives by in vitro tests. *Food Microbiol*, 33:282–291.
- Ashraf, R., Shah, N.P.,** 2011. Selective and differential enumerations of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium* spp. in yoghurt--a review. *International journal of food microbiology*, 149(3), 194–208.
- Atalar, I., Gül, O., Sarıcaoğlu, F.T., Besir, A., Gül, L.B., Yazıcı, F.,** 2019. Influence of thermosonication (TS) process on the quality parameters of high pressure homogenized hazelnut milk from hazelnut oil by-products. *Journal of Food Science and Technology*. 56, 1405–1415.
- Azari-Anpar, M., Payeinmahali, H., Daraei Garmakhany, A., Sadeghi Mahounak, A.,** 2017. Physicochemical, micro-bial, antioxidant, and sensory properties of probiotic stirred yoghurt enriched with Aloe vera foliar gel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41:e13209.
- Barukcic, I., Gracin, L., Jambrak, A.R., Bozanic, R.,** 2017. Comparison of chemical, rheological and sensory properties of kefir produced by kefir grains and commercial kefir starter. *Mljekarstvo*, 67(3), 169-176.
- Başığit, G., Kuleaşan, H., Karahan, A.G.,** 2006. Viability of Human-Derived Probiotic Lactobacilli in Ice Cream Produced with Sucrose and Aspartame. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 33: 796-800.
- Bayraktaroğlu, G., Obuz, E.,** 2008. Farklı Yağ Oranlarındaki Ayranların Kalite ve Reolojik Özellikleri. *10. Gıda Kongresi*. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Beasley, S., Tuorila, H., Saris, P.E.J.,** 2002. Fermented soymilk with a monoculture of *Lactococcus lactis*. *Int. J. Food Microbiol.* 81, 159–162.

- Bensmira, M., Nsabimana, C., Jiang, B.,** 2010. Effects of fermentation conditions and homogenization pressure on the rheological properties of kefir. *LWT- Food Science and Technology*, 43(8), 1180-1184.
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A., González-Martínez, C.,** 2014. Development of a non-dairy probiotic fermented product based on almond milk and inulin. *Food Res Int*, 21(6): 440–453.
- Bernat, N., Cháfer, M., Rodríguez-García, J., Chiralt, A., González-Martínez, C.,** 2015. Effect of high pressure homogenisation and heat treatment on physical properties and stability of almond and hazelnut milks. *LWT- Food Science and Technology*, 62(1), 488–496.
- Buran, İ.,** 2020. Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sinbiyotik Kullanımının İnek ve Keçi Sütünden Üretilen Kefirlerin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Doktora Tezi*, Ankara, Türkiye, 175 s.
- Božanić, R., Brletić, S., Lovković, S.,** 2008. Influence of temperature and sugar addition on soymilk fermentation by probiotic bacteria. *Mljekarstvo* 58 (1) 61-68
- Çelikel, A., Göncü, B., Akın, M. B., Akın., M. S.,** 2018. Süt Ürünlerinde Probiyotik Bakterilerin Canlılığını Etkileyen Faktörler, *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 8,-1/2, 59-68.
- Çevik, M., Çokgezme, Ö.F., Sabancı, S., İçier, F.,** 2020. Ohmik Destekli Vakum Altında Evaporasyon Sistemi ile Konsantre Edilen Nar Suyunun Reolojik Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi. *Gıda*, 45, 748–762.
- Çevik, M., Tezcan, D., Sabancı, S., İçier, F.** 2016. Changes in rheological properties of koruk (unripe grape) juice concentrates during vacuum evaporation. *Akademik Gıda*, 14 (4), 322-332.
- Çomak Göçer, E.M., Koptagel, E.,** 2022. Microbiological and Rheological Properties of Nut-Based Beverages Fermented with Kefir. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4156590>.
- Dabbagh Moghaddam, A., Garavand, F., Razavi, S.H., Dini Talatappe, H.,** 2018. Production of saffron-based probiotic beverage by lactic acid bacteria. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 12(4), 2708–2717.
- Dak, M., Verma, R.C., Jaaffrey, S.N.A.,** 2007. Effect of temperature and concentration on Rheological properties of “Kesar” mango juice. *Journal of Food Engineering*, 80, 1011–1015.
- Dhakal, S., Liu, C., Zhang, Y., Roux, K.H., Sathe, S.K., Balasubramaniam, V.M.,** 2014. Effect of high pressure processing on the immunoreactivity of almond milk. *Food Research International*, 62, 215–222.

- Egea, M.B., dos Santos, D.C., Neves, J.F., Lamas, I.B., de Oliveira Filho, J.C., Takeuchi, K.P.,** 2022. Physicochemical Characteristics and Rheological Properties of Soymilk Fermented with Kefir. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13, 127-136.
- Ergin, F., Öz, G., Özmen, Ü., Erdal, Ş., Çavana, E., Küçükçetin, A.,** 2017. Sütün Homojenizasyonunun Kefirin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 15 (4), 368-376.
- Erk, G., Seven, A., Akpınar, A.,** 2019. Vegan ve vejeteryan beslenmede probiyotik bitkisel bazlı süt ürünlerinin yeri. *GIDA*, 44 (3): 453-462.
- Farias, D.P., Araujo, F.F., Neri Numa, I.A.,** 2019. Prebiotics: Trends in food, health and technological applications. *Trends in Food Science and Technology*, 23-35.
- Gabsi, K., Trigui, M., Barrington, S., Helal, A.N., Taherian, A.R.,** 2013. Evaluation of rheological properties of date syrup. *Journal of Food Engineering*, 117, 165–172.
- Gürel, D.B., Ildız, M., Sabancı, S., Koca, N., Çağındı, Ö., İçier, F.,** 2021. İnek ve Keçi Sütleri Kullanımının, Kefirin Antioksidan, Reolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science Technolog*, 9(1): 7-14.
- Gürsoy, O., Kımık, Ö.,** 2006. Peynir üretiminde probiyotik bakterilerin kullanımı: Probiyotik peynir. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 12(1): 105-116.
- Gürsoy, O., Kocatürk, K., Dal, H. Ö. G., Yakalı, H. N., Yılmaz, Y.** 2020. Physicochemical and rheological properties of commercial kefir drinks. *Akademik Gıda*, 18(4), 375-381.
- Gobbi, L., Ciano, S., Rapa, M., Ruggieri, R.,** 2019. Biogenic amines determination in “Plant Milks”. *Beverages*, 5(2), 40.
- Göçer, E. M. Ç., Ergin, F., Küçükçetin, A.** 2016. Sindirim sistemi modellerinde probiyotik mikroorganizmaların canlılığı. *Akademik Gıda*, 14(2), 158-165.
- Haas, R., Schnepps, A., Pichler, A., Meixner, O.,** 2019. Cow milk versus plantbased milk substitutes: A comparison of product image and motivational structure of consumption. *Sustainability*, 11(18), 5046.
- İçier, F., Gündüz, G., Yılmaz, B., Memeli, Z.,** 2015. Changes on some quality characteristics of fermented soy milk beverage with added apple juice. *LWT-Food Science And Technology*, 63 (1), 57-64.
- Jeske, S., Zannini, E., Arendt, E.K.,** 2018. Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, 110:42–51.

- Krokida, M.K., Maroulis, Z.B., Saravacos, G.D.,** 2001. Rheological properties of fluid fruit and vegetable puree products: Compilation of literature data. *International Journal of Food Properties*, 4(2): 179-200.
- Köksoy, A., Kılıç, M.,** 2003. Effects Of Water And Salt Level On Rheological Properties Of Ayran, A Turkish Yoghurt Drink, *International Dairy Journal*, 13(10), 835-839.
- Kurt, A., Atalar, I.,** 2018. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82, 186-195.
- Manzoor, M.F., Ahmad, N., Aadil, R.M., Rahaman, A., Ahmed, Z., Rehman, A., Manzoor, A.,** 2019. Impact of pulsed electric field on rheological, structural, and physicochemical properties of almond milk. *Journal of Food Process Engineering*, 42(8).
- Mäkinen, O.E., Wanhalinna, V., Zannini, E., Arendt, E.K.,** 2016. Foods for Special Dietary Needs: Non-dairy Plant-based Milk Substitutes and Fermented Dairy-type Products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(3), 339–349.
- Mridula, D., Sharma, M.,** 2015. Development of non-dairy probiotic drink utilizing sprouted cereals, legume and soymilk. *LWT - Food Science and Technology*, 62(1), 482–487.
- Mohanty, K., Panicker A.S., Ali, S.A., Anand, S., Panjagari, N.R., Kumar, S., Behare, P.V.,** 2018. Evaluation of some in vitro probiotic properties of *Lactobacillus fermentum* strains. *Journal of Food Science and Technology*, 55: 2801-2807.
- Quek, M.C., Chin, N.L., Yusof, Y.A.,** 2013. Modelling of rheological behaviour of soursop juice concentrates using shear rate–temperature–concentration superposition. *Journal of Food Engineering*, 118, 380–386.
- Quigley, E.,** 2019. Prebiotics and Probiotics in Digestive Health. *Clinical gastroenterology and hepatology: the official clinical practice journal of the American Gastroenterological Association*, 17(2), 333–344.
- Röös, E., Garnett, T., Watz, V., Sjörs, C.,** 2018. The role of dairy and plant based dairy alternatives in sustainable diets. *SLU Future Food Reports 3*, London.
- Sabancı, S., Çokgezme, Ö.F., Tezcan, D., Çevik, M., İçier, F.,** 2016. Effects of Temperature on Time Dependent Rheological Characteristics of Koumiss. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(4), 262–266.
- Santos, C.C.A., Libeck, B.S., Schwan, R.F.,** 2014. Co-culture fermentation of peanut-soy milk for the development of a novel functional beverage. *International Journal of Food Microbiology*, 186, 32-41.
- Sethi, S., Tyagi, S.K., Anurag, R.K.,** 2016. Plant-based milk alternatives an emerging segment of functional beverages: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 53(9):3408–3423.

- Silva, K., Machado, A., Cardoso, C., Silva, F., Freitas, F.,** 2020. Rheological behavior of plant-based beverages. *Food Science and Technology*, 2061(June), 258–263.
- Steffe, J.F.,** 1996. *Rheological Methods in Food Process Engineering*. New York: Freeman Press.
- T.C. Resmi Gazete-1,** Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Resmi Gazete Sayısı: 32169, Ankara. Son erişim tarihi:10.04.2023
- T.C. Resmi Gazete-2,** Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tebliğ No: 2022/44, Resmi Gazete Sayısı: 32029, Ankara. Son erişim tarihi: 10.04.2023
- Tratnik, L., Božanić, R., Herceg, Z., Drgalić, I. D. A.** 2006. The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1), 40-46.
- Tournas, V., Stack, M.E., Mislivec, P.B., Koch, H.A., Bandler, R.,** 1998. *Yeasts, molds and mycotoxins, bacteriological analytical manual* (8th ed.) Revised: 2000-APR-17, (Ch 18)
- Özden, A.,** 2013. Probiyotik “Sağlıklı Yaşam İçin Yararlı Dost Bakteriler”. *Güncel Gastroenteroloji*. 17(1), 22-38, Ankara
- Uymaz, B.,** 2010. Probiyotikler ve Kullanım Alanları, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16, 95-104.
- Ünal, F., Kalyas, A., Gürbüz, Z., Şengül, M., Ürkek, B.,** 2020. Ticari Kefirlerin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 45 (3), 555-563
- Wang, Y., Yu, R., Yang, H., Chou, C.,** 2003. Sugar and acid contents in soymilk fermented with lactic acid bacteria alone or simultaneously with Bifidobacteria. *Food Microbiology*, 20(3), 333-338.
- Wang, Y.C., Yu, R.C., Chou, C.C.,** 2002. Growth and survival of bifidobacteria and lactic acid bacteria during the fermentation and storage of cultured soymilk drinks. *Food Microbiology*, 19, 501–508.
- Vanga, S.K., Raghavan, V.,** 2018. How well do plant based alternatives fare nutritionally compared to cow’s milk? *Journal of Food Science and Technology*, 55(1):10–20.
- Yılmaz-Ersan, L., Topçuoğlu, E.,** 2022. Evaluation of instrumental and sensory measurements using multivariate analysis in probiotic yogurt enriched with almond milk. *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 133–143.

ÖZGEÇMİŞ

