

**PEYNİR BENZERİ BİR ÜRÜNDE
DEPOLAMA SÜRESİNDE MEYDANA
GELEN DEĞİŞİMLER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Emir BEYKONT**

Anabilim Dalı: Gıda Mühendisliği

Programı: Gıda Mühendisliği

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Meral KILIÇ AKYILMAZ

OCAK 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PEYNİR BENZERİ BİR ÜRÜNDE
DEPOLAMA SÜRESİNDE MEYDANA
GELEN DEĞİŞİMLER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Emir BEYKONT**

(506071506)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 29 Aralık 2008

Tezin Savunulduğu Tarih: 21 Ocak 2009

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Meral KILIÇ AKYILMAZ

Diğer jüri üyeleri: Doç. Dr. Gürbüz GÜNEŞ (İ.T.Ü.)

Doç. Dr. Özgül ÖZCAN (İ.T.Ü)

OCAK 2009

ÖNSÖZ

Bu çalışmamda birçok kişinin emeği geçmiştir . Öncelikle değerli bilgi ve tecrübesi ile bana yol gösteren danışman hocam sayın Doç. Dr. Meral Kılıç Akyılmaz'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında yardım ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli arkadaşlarım Öznur Cumhur'a ve Burcu Kızılöz'e; mikrobiyoloji konusunda bilgi ve yol göstermeleriyle yanımda olan sayın Doç. Dr. Gürbüz Güneş, Araş. Gör. Volkan Köseoğlu , Araş. Gör. Celale Kırkın, Araş Gör. Esra Doğu ayrıca çalışmalarında emekleri geçen Yelda Yamatma ve Ömer Faruk Çelik'e ve sevgili Levent Dinçer'e ayrıca teşekkürlerimi sunarım. Bu projeye maddi destek sağlayan TÜBİTAK 'a teşekkür ederim. Attığım her adımda ve aldığım her kararda yanımda olan, bana destek olan aileme şükranlarımı sunarım

Aralık 2008

Emir BEYKONT

Gıda Müh.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1 Peynir Benzeri Ürünler	5
2.2 Peynir Benzeri Ürünlerde Depolama Süresinde Meydana Gelen Değişimler	7
2.3 Peynir Benzeri Ürünlerde Mikrobiyal Gelişme ve Güvenlik .	10
3. MATERYAL METOD	19
3.1 Materyal.....	19
3.2 Metod.....	19
3.2.1 Peynir benzeri ürünün bileşimi ve üretim yöntemi..	19
3.2.1.1 Deneme planı.....	21
3.3 Yapısal analizler	22
3.3.1 Eriyebilirlik ölçümü	22
3.3.2 Serbest yağ ölçümü	22
3.3.3 Doku profili analizi.....	22
3.4 Mikrobiyolojik analizler	23
3.4.1 Clostridia analizi.....	23
3.4.2 Aerobik mezofilik bakteri analizi.....	24
3.4.3 Küf ve Maya analizi.....	24
3.5 Duyusal analizler.....	24
3.6 Su aktivitesi ve pH ölçümleri.....	25

3.7 İstatistiksel analizler.....	25
4. BULGULAR TARTIŞMA.....	27
4.1 Peynir Benzeri Ürünün Yapısal Özelliklerine Asit ve Eritme Tuzu Konsantrasyonlarının Etkisi	27
4.2 Peynir Benzeri Üründe Depolama Süresinde Meydana Gelen Değişimler.....	29
4.2.1 Peynir benzeri ürünlerin su aktivitesi ve pH değişimleri.	29
4.2.2 Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde yapısal değişimler.....	30
4.2.2.1 Eriyebilirlik ve serbest yağ	30
4.2.2.2 Dokusal analizler	32
4.2.3 Peynir benzeri üründe mikrobiyolojik değişimler ..	37
4.2.3.1 Aerobik mezofilik bakteri gelişimi.....	37
4.2.3.2 Küf ve maya gelişimi.....	38
4.2.3.3 Clostridia gelişimi	39
4.2.4 Peynir benzeri üründe depolama süresinde meydana gelen duyuşal değişimler	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR.....	43
EKLER.....	47
EK A.....	47
EK B.....	48
EK C.....	49
EK D.....	59
EK E.....	74
EK F.....	78
ÖZGEÇMİŞ	91

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Bazı mikroorganizmaların gelişmeleri için uygun olan yaklaşık en düşük, en yüksek ve en uygun sıcaklık, pH ve su aktivitesi değerleri.....	11
Çizelge 2.2: <i>Bacillus Cereus</i> gelişme koşulları ve ısıtma işlem direnci.....	12
Çizelge 2.3: <i>Clostridium botulinum</i> gelişme koşulları ve ısıtma işlem direnci.....	13
Çizelge 2.4: <i>Clostridium perfringens</i> gelişme koşulları ve ısıtma işlem direnci.....	16
Çizelge 3.1: Peynir benzeri ürünün su haricindeki bileşimi.....	20
Çizelge 3.2: Sitrik asit ve eritme tuzu konsantrasyonunun yapısal özelliklere etkilerinin belirlenmesi çalışmalarında kullanılan eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonları.....	21
Çizelge 4.1: Eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonunun peynir benzeri ürünün yapısal özelliklerine etkileri.....	28
Çizelge 4.2: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde meydana gelen pH ve su aktivitesi değişimleri.....	29
Çizelge 4.3: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde meydana gelen yapısal değişimler.....	31
Çizelge 4.4: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde aerobik mezofilik bakteri gelişimi.....	38
Çizelge 4.5: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde küf ve maya gelişimi	39
Çizelge 4.6: Üç ay depolanan peynir benzeri örneklerin taze örnek ile duyu özellikleri açısından farklılık derecesi testi ile karşılaştırılması.....	40
Çizelge C.1: Eriyebilirlik için varyans analizi.....	49
Çizelge C.2: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin eriyebilirlik üzerine etkilerinin belirlenmesi.....	50
Çizelge C.3: Sertlik için varyans analizi.....	51
Çizelge C.4: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin sertlik üzerine etkilerinin belirlenmesi.....	52
Çizelge C.5: İç yapışkanlık için varyans analizi.....	53
Çizelge C.6: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin iç yapışkanlık üzerine etkilerinin belirlenmesi.....	54
Çizelge C.7: Esneklik için varyans analizi.....	55

Çizelge C.8: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin esneklik üzerine etkilerinin belirlenmesi.....	56
Çizelge C.9: Çiğnenebilirlik için varyans analizi.....	57
Çizelge C.10: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin çiğnenebilirlik üzerine etkilerinin belirlenmesi.....	58
Çizelge D.1: Depolanan örneklerdeki eriyebilirlik değişimleri için varyans analizi.....	59
Çizelge D.2: Formül 1 ile üretilen örneğin eriyebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	60
Çizelge D.3: Formül 4 ile üretilen örneğin eriyebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	61
Çizelge D.4: Depolanan örneklerdeki sertlik değişimi için varyans analizi....	62
Çizelge D.5: Formül 1 ile üretilen örneğin sertliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	63
Çizelge D.6: Formül 4 ile üretilen örneğin sertliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	64
Çizelge D.7: Depolanan örneklerdeki iç yapışkanlık değişimleri için varyans analizi.....	65
Çizelge D.8: Formül 1 ile üretilen örneğin iç yapışkanlığının zamana karşı değişimi varyans analizi.....	66
Çizelge D.9: Formül 4 ile üretilen örneğin iç yapışkanlığının zamana karşı değişimi varyans analizi	67
Çizelge D.10: Depolanan örneklerdeki esneklik değişimleri için varyans analizi.....	68
Çizelge D.11: Formül 1 ile üretilen örneğin esnekliğinin zamana karşı değişimi için varyans analizi.....	69
Çizelge D.12: Formül 4 ile üretilen örneğin çiğnenebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	70
Çizelge D.13: Depolanan örneklerdeki çiğnenebilirlik değişimleri için varyans analizi	71
Çizelge D.14: Formül 1 ile üretilen örneğin çiğnenebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	72
Çizelge D.15: Formül 4 ile üretilen örneğin çiğnenebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi	73
Çizelge E.1: Formül 4 ile üretilen örneğin tat değerleri için kontrol ile Wilcoxon T-Testi.....	74
Çizelge E.2: Formül 1 ile üretilen örneğin tat değerleri için kontrol ile Wilcoxon T-Testi.....	75
Çizelge E.3: Formül4 ile üretilen örneğin yapı değerleri için kontrol ile Wilcoxon T-Testi.....	76
Çizelge E.4: Formül1 ile üretilen örneğin yapı değerleri için kontrol ile Wilcoxon T-Testi.....	77
Çizelge F.1: Depolanan örneklerdeki aerobik mezofilik bakteri sayımlarındaki değişimler için varyans analizi.....	78

Çizelge F.2: Formül 1 ile üretilen ve 4°C’de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımlarındaki değişimin zamana karşı değişimi için varyans analizi.....	81
Çizelge F.3: Formül 4 ile üretilen ve 4°C’de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımlarının zamana karşı değişimi varyans analizi.....	82
Çizelge F.4: Formül 1 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	83
Çizelge F.5: Formül 4 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi	84
Çizelge F.6: Depolanan örneklerdeki küf ve maya sayımlarındaki değişimler için varyans analizi.....	85
Çizelge F.7: Formül 1 ile üretilen ve 4°C de depolanan örneğin küf ve maya sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi	86
Çizelge F.8: Formül 4 ile üretilen ve 4°C de depolanan örneğin küf ve maya sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi	87
Çizelge F.9: Formül 1 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	88
Çizelge F.10: Formül 4 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi.....	89

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1: Peynir benzeri ürünlerin ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde eriyebilirliklerinin değişimi.....	32
Şekil 4.2: Peynir benzeri ürünlerde ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde sertliklerinin değişimi.....	34
Şekil 4.3: Peynir benzeri ürünlerde ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde iç yapışkanlıklarının değişimi.....	35
Şekil 4.4: Peynir benzeri ürünlerde ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde esnekliklerinin değişimi.....	36
Şekil 4.5: Peynir benzeri ürünlerde ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde çiğnenebilirliklerinin değişimi.....	37
Şekil A.1: Eriyebilirlik ve serbest yağ ölçüm skalası.....	47
Şekil D.1: Peynir benzeri ürünlerde sertlik üzerine formül-zaman etkisi interaksiyon grafiği.....	62
Şekil F.1: Aerobik mezofilik bakteri analizinde zaman-sıcaklık interaksiyon grafiği.....	79
Şekil F.2: Aerobik mezofilik bakteri analizinde formül-zaman interaksiyon grafiği.....	79
Şekil F.3: Aerobik mezofilik bakteri analizinde formül-zaman-sıcaklık interaksiyon grafikleri.....	80
Şekil F.4: Küf-maya analizi için formül-zaman interaksiyon grafiği.....	85

PEYNİR BENZERİ BİR ÜRÜNDE DEPOLAMA SÜRESİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

ÖZET

Bu çalışmada, nişasta bazlı peynir benzeri bir üründe depolama süresinde mikrobiyolojik, yapısal ve duyuşal değışimler incelenmiştir. Normal peynire göre daha düşük oranda protein içeren üründe, azaltılan protein küf kökenli α -amilaz enzimi ile kısmi olarak parçalanmış vaksımsı mısır nişastası ve κ -karagenan ile ikame edilmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında, iki farklı sitrik asit ve eritme tuzu konsantrasyonunun ürünün yapısal özelliklerine etkileri incelenmiştir. Üründe sitrik asit konsantrasyonunun artırılmasının ürünün erimesini engellediğı ve sertliğini arttırdığı saptanmıştır. Üründe eritme tuzu konsantrasyonunun artırılmasının ise eriyebilirliği azalttığı ve sertliği arttırdığı saptanmıştır. Çalışmanın ikinci aşamasında, bu bulgulara göre en yüksek sertliğe (Formül1, %0,3 sitrik asit, %0,22-0,10 trisodyum sitrat-disodyum fosfat) ve en yüksek eriyebilirliğe (Formül4, %0,1 sitrik asit, %0,11-0,05 trisodyum sitrat-disodyum fosfat) sahip ürünü sağlayan formüllere göre iki ürün üretilmiş, bu ürünler vakumlu ambalajda paketlenerek buzdolabı koşullarında depolanmış ve ürünlerde meydana gelen yapısal, mikrobiyal ve duyuşal değışimler incelenmiştir. Örneklerde eriyebilirlik puanları depolama süresinde değışmemiştir. Örneklerde depolama süresinde serbest yağ tespit edilmemiştir. Formül1 ile üretilen örnekte depolama süresinde sertliğin arttığı, iç yapışkanlığın azaldığı ve esnekliğin değışmediğı tespit edilmiştir. Formül4 ile üretilen örnekte depolama süresinde sertlik, iç yapışkanlık ve esneklikteki değışimlerin önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. Depolama süresinde mikrobiyal gelişim formül1 ile üretilen örnekte daha düşük düzeyde meydana gelmiştir. Duyusal analizlerde her iki örneğin tat ve yapısının üç ay depolama sonunda değıştiğı ancak bu değışimlerin kabul edilebilir bir düzeyde olduğu saptanmıştır.

CHANGES IN A CHEESE-LIKE PRODUCT DURING STORAGE TIME

SUMMARY

In this study, microbiological, physical and sensory changes during storage of a starch-based cheese-like product were investigated. In the product which contains lower amount of protein compared to natural cheese, reduced protein was replaced with κ -carrageenan and partially hydrolyzed waxy maize starch by using fungal α -amylase. At the first stage of the study, effects of two different concentrations of emulsifying salts and citric acid on physical properties of the product were determined. Increasing the amount of citric acid was found to decrease the meltability and increase hardness of the product. Increasing the amount of emulsifying salts was found to lower meltability and increase hardness. At the second stage of the study, two products were produced according to two formulas that provided the product with highest hardness (Formula1, 0,3% citric acid, %0,22-0,10 trisodium citrate-disodium phosphate) and highest meltability (Formula4, 0,1% citric acid, %0,11-0,05 trisodium citrate-disodium phosphate), these products were packaged under vacuum, stored under refrigeration conditions and physical, microbial and sensory changes that occurred in the products were investigated. Meltability of the products did not change during storage. Free oil was not detected in the samples during storage. Increase in hardness and decrease in cohesiveness and no change in springiness were determined in the product produced with formula1. In the product produced with formula4, changes in hardness, cohesiveness and springiness were not found to be significant. Microbial growth during storage was found to be slower in the sample with formula1. Taste and structure of both samples were found to change; however, these changes were found to be at an acceptable level in the sensory analysis.

1. GİRİŞ

Peynir benzeri ürünler süt kaynaklı ya da süt kaynaklı olmayan bileşenlerin eritme tuzu varlığında biraraya getirilip karıştırılarak ısıtılması ve daha sonra soğutulması ile yapısı oluşturulan peynir benzeri ürünlerdir (Bachmann, 2001). Bu tip ürünler analog ya da imitasyon peynir olarak da adlandırılmakta ve üretimleri eritme peynir üretimine benzemektedir, (Bachmann, 2001). Bileşenlerin bu şekilde ayrı ayrı kullanılması ile sütün fazla bulunmadığı yerlerde de peynirin besin değerine yakın besin değerinde fakat daha az maliyetli bir ürün elde edilmiş olur. İmitasyon peynirler üretim maliyetlerinin artması sonucu geliştirilmiş ve pizza, hazır yemek, karışımla hazırlanan gıdalar ve okullarda öğlen yemeği menülerinde kullanılmaya başlanmıştır (Muir ve diğ., 1998).

Düşük oranda protein içeren peynir benzeri ürünler protein yerine nişasta ve diğer hidrokolloidler kullanılarak üretilmektedir. Peynir üretim maliyetini düşürmek ve farklı beslenme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bu tip ürünler üretilmektedir. Bu tip ürünler fenilketonüri rahatsızlığına sahip tüketiciler tarafından da tüketilebilmektedir. Bu tip peynir benzeri ürünler A.B.D.'de ve Avrupa ülkelerinde ticari olarak üretilmektedir. Ancak proteinin kısmi olarak nişasta ile değiştirilmesi sonucunda ürünün yapısal özellikleri değişmektedir. Bu tip ürünlerde nişasta oranı arttıkça eriyebilirlik azalmakta, yağ ayrılması olabilmekte ve dokusal özellikler değişmektedir (Mounsey ve O'Riordan, 2007).

Üretilmek istenen ürünün çeşidine (sürülebilir, dilimlenmiş vb.) bağlı olarak su, protein, yağ, eritme tuzu, tatlandırıcılar, renk vericiler, koruyucular, ve çeşniler de kullanılabilir (Guinee, 2007). Bununla birlikte küf önleyiciler ve asitlik düzenleyiciler kullanılabilir (Glass ve Doyle, 2005). Peynir benzeri ürünlerde rennet kazein kullanılan başlıca protein kaynağı olmasına karşılık peyniraltı suyu tozu ve kazeinat gibi diğer protein kaynakları da kullanılabilir.

Peynir benzeri ürünlerde pH'nın 4,6'dan ve su aktivitesinin de 0,85'ten yüksek olması sebebiyle bu ürünler düşük asitli konserve gıdalar sınıfına dahil edilmektedir (Glass ve Doyle, 2005). Peynir benzeri ürünlerde mikrobiyal güvenlikle ilgili çok fazla çalışma yapılmamış olmasına rağmen ülkemizde eritme peyniri olarak adlandırılan ve üretim yöntemi bu ürünlere benzeyen işlenmiş peynirlerin güvenliği hakkında araştırmalar mevcuttur. Eritme peynirlerinde pH'nın ve su aktivitesinin yüksek olmasına bağlı olarak 1950 yılında California'da bir botulizm vakasına rastlanmıştır. Bu da pH ve su aktivitesinin üretim sırasında ayarlanmasının önemine işaret etmektedir (Glass ve Doyle, 2005). Eritme peynirleri üretimleri itibariyle mikrobiyal bulaşma riskinin düşük olduğu ürünlerdir. Eritme peynirlerin üretimi sırasında ambalajın ve depolama koşullarının uygun olmaması mikroorganizma gelişimine sebep olabilmektedir. Fakat bu tehlike de sorbat gibi antifungal maddelerle önlenebilmektedir (Kapoor ve Metzger, 2008). Peynir benzeri ürünlerde kritik öneme sahip mikroorganizmalar arasında *Clostridium* ile *Bacillus* gibi spor oluşturan patojenler ve *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, ve *Escherichia coli* O157:H7 gibi yetersiz pastörizasyon sonrası risk oluşturabilen patojenler sayılabilir (Kapoor ve Metzger, 2008) .

Peynir benzeri ürünlerde depolama sırasında meydana gelen yapısal ve duyuşal değişimlerin incelendiği çalışmalar sınırlıdır. Mozzarella peyniri benzeri bir ürünün, buzdolabı sıcaklığında depolanması sırasında doğal Mozzarella peynirine göre özelliklerinin daha az değişim gösterdiği ve mevsimsel varyasyonlardan etkilenmeden daha tutarlı bir kalitede olduğu görülmüştür (Kiely ve diğ., 1991). Muir ve diğ. (1998)'nin süt proteini ve yağ çeşidi farklı olan nisin içeren peynir benzeri ürünler ile yaptıkları bir çalışmada, depolama süresinde protein ve yağ çeşidine bağlı olarak meydana gelen tuzluluk dışında koku ve ağızda kalan tadın değiştiği bulunmuştur. Labuza ve Kreisman (1977)'in yaptıkları bir çalışmada 0,81-0,94 aralığındaki su aktivitesi değerlerine sahip imitasyon peynirlerde 0,90 su aktivitesindeki imitasyon peynirin istenen özelliklere sahip en yakın ürün olduğu ve bu ürünün beş aylık raf ömrüne sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatürde düşük oranda protein içeren peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde meydana gelen değişimler ve raf ömrü hakkında bir çalışma bulunmamaktadır. Laboratuvarımızda fenilketonüri hastaları tarafından tüketime yönelik olarak düşük oranda protein içeren peynir benzeri bir ürün geliştirilmiştir (Kızıloz ve diğ., 2009; Kılıç ve diğ., 2008). Bu çalışmada, bu ürün baz alınarak geliştirilmiş formüllerle üretilen peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde meydana gelen mikrobiyal, yapısal ve duyuşal değişimler incelenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Peynir Benzeri Ürünler

Peynir benzeri ürünler süt yerine süt kaynaklı ya da süt kaynaklı olmayan bileşenler kullanılarak üretilen ürünlerdir. Peynir benzeri ürünler analog veya imitasyon peynir olarak da adlandırılmaktadır. Üretiminde doğal peynir kullanılan ve ülkemizde eritme peyniri olarak bilinen işlenmiş peynirler de üretim yöntemi açısından peynir benzeri ürünlere benzemektedir. A.B.D.'de eritme peyniri imitasyon peynir kategorisinde yer almaktadır.

Peynir benzeri ürünlerin geliştirilmesi; mikrobiyolojik ve fizikokimyasal olarak daha dayanıklı ürün geliştirme fikrinin ortaya çıkması ile yirminci yüzyılın başlarında olmuştur (Guinee, 2007). Peynir benzeri ürünler üretim maliyetini düşürmek ve beslenme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla üretilmektedir. Bu ürünler pizza hamburger ve soslar gibi diğer gıda ürünlerinde bileşen olarak kullanılmaktadır. Fenilketonüri gibi hastalıklara sahip tüketicilerin kullanımına yönelik olarak düşük oranda protein içeren peynir benzeri ürünler üretilmektedir.

Son kullanım alanına göre peynir benzeri ürünler katı ya da sürme halde üretilmektedir (Bachmann, 2001). Amerika'da peynir benzeri ürünler, bütün halde, dilimlenmiş, rendelenmiş ya da kıyılmış halde veya sürme halde satılmakta ve bir çok ürünün bileşeni olarak kullanılmaktadır (Kapoor ve Metzger, 2008). Katı yapıdaki peynirlerde sertlik, iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik, esneklik ve kırılabilirlik önemli dokusal parametreler iken, sürme haldeki peynirlerde eriyebilirlik, viskozite, ve uzayabilme kabiliyeti değerleri kalite değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Bachmann, 2001).

Peynir benzeri ürünlerin üretimi süt kaynaklı ya da süttten gelmeyen protein ve yağ bileşenlerinin kullanımı ve tat açısından peynire benzeyen bir ürün oluşturmaya dayanır. (Bachmann 2001). Peynir benzeri ürünler kullanılan yağ ve proteinlerin süt veya bitkisel kaynaklı olmasına göre tümüyle süt kaynaklı, kısmen süt kaynaklı veya

sentetik kaynaklı olarak da gruplandırılabilirler (Guinee ve diğ., 2004). Sentetik kaynaklı peynir benzeri ürünlerde kullanılan protein ve yağ bitkisel kaynaklıyken, kısmen süt kaynaklı ürünler palm yağı, soya yağı ve kolza yağı gibi bitkisel yağlar ve rennet kazein, kazeinatlar gibi süt kaynaklı proteinlerden üretilirler (Fox ve diğ., 2000). Tümüyle süt kaynaklı peynir benzeri ürünler, kullanılan protein ve yağ süt kaynaklı olduğundan maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı yüksek miktarlarda üretilmemektedirler (Fox ve diğ., 2000).

Üretilmek istenen ürünün çeşidine (sürülebilir, dilimlenmiş vb.) bağlı olarak su, protein, yağ, eritme tuzu, tatlandırıcılar, renk vericiler, koruyucular, ve çeşniler de kullanılabilir (Guinee, 2007). Bu ürünlerde kazein, kazeinat, peynir altı suyu protein konsantresi, süt tozu ve süt proteini konsantresi, protein kaynağı olarak, krema, tereyağı, süt yağı fraksiyonları, ve bitkisel yağlar ise, yağ kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu ürünlerde eritme tuzunun kullanılmasının genel amacı kalsiyumu çökelti oluşturmada bağlamaktır (Walstra ve diğ., 1999). Kalsiyumun bağlanmasına bağlı olarak protein yapısı homojen bir hal alır ve şişmeye başlar; bu yağ emülsifiye halde tutmak için gereklidir, çünkü yağ globülleri ısıtma işlemi sırasında birleşme eğilimindedir (Walstra ve diğ., 1999). Eritme tuzlarının kullanılmadığı formüllerde heterojen bir yapı ve yağ ayrılması durumları görülür (Guinee, 2007). Eritme tuzları, tereyağı, ve ısıtma işlemin etkileriyle değişik tatlar oluşturulabilmektedir (Walstra ve diğ., 1999). Peynir benzeri ürünlerin üretiminde yumuşak ve stabil emülsiyon oluşturmak için su kullanılmaktadır (Lee ve diğ., 2004). İmitasyon peyniri üretiminde yumuşak ve stabil emülsiyon oluşturmak için su kullanılmaktadır (Lee ve diğ., 2004). Su kalsiyumun eritme tuzları ile şelatlanması ile kazeinin hidratize olmasını ve diğer bileşenlerin çözünmesini sağlar. Ayrıca su sürme peynirlerde yumuşaklık, dilimlenen peynirlerde eriyebilirlik kazandırmak için kullanılmaktadır (Lee ve diğ., 2004). Peynir benzeri ürünlerde son ürünün kalitesini etkileyen faktörler; eritme tuzları, yağ, protein çeşitleri gibi bileşenler ve oranları, karıştırma hızı, üretim sıcaklığı ve üretim süresi gibi işlem parametreleridir (Bachmann, 2001; Noronha ve diğ., 2006). Bu faktörler son ürünün kalitesini belirleyen kazeinin hidrasyonu ve yağın emülsifikasyon derecesini etkilemektedirler (Guinee, 2007).

2.2 Peynir Benzeri Ürünlerde Depolama Süresinde Meydana Gelen Değişimler

Muir ve diğ. (1998) yapmış oldukları bir çalışmada süt proteini ve yağ çeşidi farklı olan ve nisin içeren peynir benzeri ürünler ambalajlanmış olarak beş ay boyunca depolanmış ve ayrıca ürünlerde depolama sırasında duyuşal ve mikrobiyolojik değişimler incelenmiş ürün üzerine kullanılan protein kaynağı, yağ çeşidi ve formülasyonda kullanılan nisin etkisi de çalışılmıştır. Çalışmada yapılan tüm mikrobiyolojik sayımların sonuçlarının düşük çıktığı ve buradan pratik bir çıkarım yapılamadığı sonucuna varılmıştır. Fakat üründe kullanılan protein ve yağ çeşitlerinin ve depolama süresinin sonuç üzerinde etkili olduklarını bulmuşlardır. Ayrıca en muhtemel sayı yöntemiyle tahminlenen anaerobik spor oluşturan bakterilerin hiçbir örnekte önem teşkil etmediği sonucuna varılmıştır (Muir ve diğ., 1998). Buzdolabı koşullarındaki beş aylık depolama sonucunda mikroorganizma sayısı düşük bulunmuş ve bu sonuç ürünlerin etkin hijyenik kontrollü koşullar altında depolanması ile açıklanmıştır. Çalışmada ayrıca mikrobiyal popülasyonda azalma meydana geldiği tespit edilmiş ve bu azalmanın 5 °C lik depolama ile nisinin birlikte yapmış oldukları etkinin bir sonucu olduğu yorumlanmıştır. (Muir ve diğ., 1998) Depolama sırasında karbonhidrat içeriğinin yavaş ve az miktarda değişime uğradığı ve buna karşılık proteoliz gelişiminin meydana geldiği tespit edilmiş ve buna bağlı olarak protein içeriği azalırken çözünür azot miktarının arttığı bulunmuştur (Muir ve diğ., 1998). Duyusal olarak ise protein ve yağ çeşidine bağlı olarak meydana gelen tuzluluk dışında koku ve ağızda kalan tadın değiştiği gözlenmiştir (Muir ve diğ., 1998).

Labuza ve Kreisman (1977) 0,81-0,94 aralığındaki su aktivitesi değerlerine sahip imitasyon peynirlerde 6 aylık oda sıcaklığında depolama süresinde yapısal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerdeki değişimleri incelemişlerdir. Mikrobiyal açıdan 0,81 ve 0,86 su aktivitesine sahip ürünler güvenli bulunmuştur. Ancak 0,81 su aktivitesindeki üründe yapısal ve duyuşal özelliklerin 5 ay sonunda kabul edilemez seviyede olduğu, 0,86 su aktivitesine sahip üründe ise 6-8 hafta sonra ürünün istenen görüntüsünü kaybettiği bulunmuştur. Bu çalışmada, 0,90 su aktivitesindeki imitasyon peynirin istenen özelliklere sahip en yakın ürün olduğu ve bu ürünün beş aylık raf ömrüne sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Literatürde peynir benzeri ürünlerin depolama süresindeki değişimlerle ilgili yapılan kısıtlı sayıda çalışma olmasına rağmen eritme peyniri tipindeki ürünlerin raf ömrü detaylı olarak incelenmiştir. Eritme peynirlerinin üretimindeki teknolojik gelişmeler ve bileşenlerin dikkatli seçimi sonucunda mikrobiyolojik açıdan dayanıklı eritme peyniri üretimi mümkündür ve bu sebeple eritme peynirlerin raf ömürleri 1 yıl olarak tahmin edilmektedir (Schar ve Bosset, 2002). Bu tip peynirlerde depolama sırasında meydana gelen kimyasal ve fiziksel olgunlaşma süreçlerinin koku ve yapıyı bozduğu sonucu tespit edilmiştir (Schar ve Bosset, 2002). Bozuk koku oluşumunun duysal kaliteyi etkilediği, yapının depolama süresince değişime uğradığı ve sürekli sertleşme meydana geldiği belirtilmiştir (Schar ve Bosset, 2002). Peynirin olgunlaşmasıyla meydana gelen değişimler ürün kompozisyonu, işleme, ambalaj ve depolama koşulları (sıcaklık ve süre) olmak üzere dört faktörden etkilenebildiği bildirilmiştir. Katı ürünlerin su aktivitelerinin düşük olmasından ötürü sürülebilir ürünlere göre daha dayanıklı olduğu aktarılmaktadır. Eritme tuzlarının ve indirgen şeker oranının da raf ömründe etkisi olduğu; bu etki düşük sıcaklıklarda depolama ile yavaşlatılabildiği bildirilmiştir. (Schar ve Bosset, 2002).

Eritme peynirlerinde üretim sırasında ya da depolama süresinde kristal oluşumunun da gözlenebildiği belirtilmektedir (Schar ve Bosset, 2002). Kristal oluşumunun çözünürlüğü düşük bileşenler tarafından gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Eritme tuzlarından meydana gelen kristaller; eritme tuzlarının fazla miktarda bulunması, uygun olmayan eritme tuzları karışımı kullanılması, işleme sırasında karışımda çözünmenin yetersiz olmasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Schar ve Bosset, 2002). Genel anlamda kristal oluşumu fazla miktarda eritme tuzu, kalsiyum içeriği yüksek doğal peynir kullanılması, yüksek pH değeri, ve ürünün düşük sıcaklıklarda depolama ile yavaşlatıldığı bildirilmektedir (Schar ve Bosset, 2002). Peynir benzeri ürünlerde yetersiz ambalajlama sonucu üründe nem kaybı yaşanabilmekte bu tatta değişikliğe yol açmazken, ürünün yapısının sertleşmesine yol açabildiği belirtilmektedir (Schar ve Bosset, 2002). Ayrıca sulu çözeltileri stabil olmayan polifosfatların depolama sırasında hidrolize uğradığı bunun tatta etki bırakmadığı fakat yapıda değişikliğe yol açtığı bildirilmektedir. Bu durumun düşük sıcaklıkta depolama ile önlenemediği bildirilmektedir (Schar ve Bosset, 2002). Depolama sırasında eritme tuzlarının protein ve iyonlar ile etkileşimleri sonucu ürünün iyonik dengesinin değiştiği, bunun sonucunda üründe daha sıkı bir yapı oluştuğu bildirilmiştir (Schar ve Bosset, 2002).

Eritme peynirlerinde ısıya dayanıklı enzimlerin sebep olduğu reaksiyonların meydana gelebildiği belirtilmektedir (Schar ve Bosset, 2002). İşlemeden sonra da stabil kalabilen enzimlerin bu reaksiyonları meydana getirebildikleri ve bu reaksiyonların yapı ve tatta değişimlere neden olabildiği buna karşılık bu reaksiyonların ısıl işlem sıcaklığını yükseltme ve depolama sıcaklığını düşürme yolu ile önüne geçilebildiği bildirilmektedir (Schar ve Bosset, 2002). Ayrıca ışık ve oksijen varlığının da depolama süresince ürün üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir (Schar ve Bosset, 2002). Bu vakumun yetersiz olması sonucu ürün ambalajında düşük miktarda oksijenin kalabilmesi sonucu gerçekleşebildiği bildirilmektedir. (Schar ve Bosset, 2002). Oksijen varlığının üründe oksidatif tat oluşumuna sebep olurken yapı üzerinde önemli bir etkisi bulunmadığı tespit edilmiştir (Schar ve Bosset, 2002). Ürünün ambalaj materyali de depolama süresince meydana gelen değişimler üzerinde etkilidir (Schar ve Bosset, 2002). Ambalaj materyal bileşenlerinin ürüne migrasyonu sonucu üründe tat değişiklikleri meydana gelebilmekteyken ürünün dokusunu bu etkenin etkilemediği bildirilmektedir (Schar ve Bosset, 2002).

Pastörize ve sterilize edilmiş eritme peynirlerinde depolama sıcaklığı ve depolama süresinin sertlik ve renk üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, sterilizasyon uygulanan ürünün daha koyu renkte ve daha sert bir yapıya sahip olduğu bulunmuştur (Bunka ve diğ., 2008). İki yıllık depolama sonucunda sterilize üründe rengin açıldığı, 5°C’de depolanan pastörize edilmiş üründe yapının sıkılaştığı, buna karşılık 25°C’de depolanan sterilize edilmiş üründe depolamanın ilk yılında daha sıkı bir yapı oluşturduğu, fakat ilerleyen dönemde bu sıklığın azaldığı tespit edilmiştir (Bunka ve diğ., 2008).

Eritme peynirinde son pH değerine bağlı olarak yapıda değişiklik gözlemlendiği belirtilmektedir (Kapoor ve Metzger, 2008). Ürün pH’sı 5,4’ün altında olduğunda kırılğan, unsu ve sıkı bir yapı oluşmaktadır, buna sebep olarak ürünün pH’sının proteinin izoelektrik noktasına yaklaşması, proteinlerin kendi aralarında etkileşmesi ve bunun sonucunda büzüşmesi gösterilmiştir (Kapoor ve Metzger, 2008). Ayrıca eritme peynirinde esmerleşme gibi renk problemlerinin yüksek laktoz içerikli peynir kaynağı kullanımına bağlı olarak gerçekleştiği bildirilmektedir (Kapoor ve Metzger, 2008).

2.3 Peynir Benzeri Ürünlerde Mikrobiyal Gelişme ve Güvenlik

Peynir benzeri ürünlerde mikrobiyolojik kriterleri belirlemek için üretim yönteminin benzemesi sebebiyle eritme peyniri mikrobiyolojik kriterleri esas alınabilir. Ancak eritme peynirinde temel hammaddenin peynir olması sebebiyle buradan gelebilecek mikroorganizma sayısı gözönüne alınmalıdır. Türk Gıda Kodeksine göre eritme peynirlerinde en yüksek küf ve maya sayısının beş örnekten ikisinde 10^3 kob/g peynir iken üçünde 10^2 kob/g peynir seviyesinde olması istenmektedir. Buna karşılık aerobik mezofilik bakteri sınırı beş örnekten üçünde 10^4 kob/g peynir diğerlerinde 10^3 kob/g peynir olarak bildirilmektedir (TGK, 2001)

Peynir benzeri ürünlerin mikrobiyal bulaşma riski düşük ürünler olduğu fakat sürme tipi peynir benzeri ürünlerin mikrobiyal açıdan güvenlik riski oluşturabilecek ürünler olduğu bildirilmektedir (Glass ve Doyle, 2005). Peynir benzeri ürünlerde küf gelişimi gözlenebilmekte buna karşılık bu problem sorbatlar ve propiyonatlar gibi küf önleyici koruyucularla ortadan kaldırılabilir (Glass ve Doyle, 2005).

Peynir benzeri ürünlerde patojen mikroorganizmaların bileşenlere bağlı olarak bulaşma riski, üretim sırasında bulaşma riski ve gelişme ihtimali, üretim ve depolama sırasında gelişmeleri ve toksin üretmeleri için gerekli pH, su aktivitesi ve sıcaklık koşullarının incelenmesi ile mikrobiyal güvenlik açısından risk oluşturabilecek patojen mikroorganizmalar belirlenebilir. Bu değerlendirmelere göre ürün açısından mikrobiyal risk oluşturabilecek mikroorganizmalar arasında; spor oluşturan *Clostridium* ve *Bacillus* türleri yetersiz pastörizasyon sonucu tehlike yaratabilecek *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* türleri, *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* O157:H7 olduğu bildirilmektedir (Kapoor ve Metzger 2008; Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1: Bazı patojen mikroorganizmaların gelişmeleri için uygun olan yaklaşık en düşük en yüksek ve en uygun sıcaklık, pH ve su aktivitesi değerleri (IFT/FDA, 2003)

Mikroorganizma	pH			Su aktivitesi (a _w)			Sıcaklık (°C)		
	En düşük	En uygun	En yüksek	En düşük	En uygun	En yüksek	En düşük	En uygun	En yüksek
<i>Bacillus cereus</i>	4,9	6,0-7,0	8,8	0,93			5	28-40	55
<i>Clostridium botulinum</i> tip A&B ^a	4,6	8,5		0,93			10-12	30-40	50
<i>Clostridium botulinum</i> tip E ^b	4,6	8,5		0,97			3-3,3	25-37	45
<i>Clostridium perfringens</i>	5,5-5,8	7,2	8,0-9,0	0,94	0,95-0,96	0,97	12	43-47	50
<i>Escherichia coli</i>	4,4	6,0-7,0	9,0	0,95	0,99		7	35-40	46
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,39	7,0	9,4	0,92			0	30-37	45
<i>Staphylococcus aureus</i>									
Gelişim	4,0	6,0-7,0	10,0	0,83	0,98	0,99	7	35-40	48
Toksin üretme	4,5	7,0-8,0	9,6	0,88	0,98	0,99	10	40-45	46

^aProteolitik tip

^bProteolitik olmayan tip

Bacillus cinsi mikroorganizmaların tehlikeli bir türü olan *Bacillus cereus* aerobik koşullarda gelişir gelişme kaynakları ise toprak, ve yeraltı sularıdır (Gibbs, 2002). Ayrıca bitki ve hayvanlarda hasat ve yemleme koşullarına bağlı olarak gelişme gösterirler (Gibbs, 2002). İşlenmiş tahıl, sebze, et ve süt ürünlerinde varlığı tespit edilmiştir (Gibbs, 2002). *Bacillus cereus* türlerinin ishale yol açan ve sıcaklıktan etkilenen diyareal enterotoksin ve/veya sıcaklığa dirençli emetik enterotoksin üretebildikleri bildirilmiştir (Beuchat ve diğ., 1997).

Bir çalışmada *Bacillus cereus* için uygun pH aralığının 4,9-9,3 arasında olduğu bildirilmiştir (Raeuviori ve Genegiorgis, 1975). *Bacillus cereus* için minimum pH aralığı 4,5-5,15 arasında değişmekte iken, minimum su aktivitesi değerinin 0,95 olduğu bildirilmiştir (Çizelge 2.2). Ayrıca bu mikroorganizma %7 tuz konsantrasyonunda gelişebilirken bu oran %10'a yükseldiğinde gelişemediği bildirilmektedir (Raeuviori ve Genegiorgis, 1975). Su aktivitesi ve pH'ın *Bacillus cereus* üzerine birlikte etkinliğinin incelendiği bir çalışmada, 5,2 pH ve %2 NaCl konsantrasyonunda yaklaşık 4 log kob/g azalma ve tuz konsantrasyonu %4'e çıkarıldığında ise mevcut popülasyonun sadece %0,0011'inin hayatta kaldığı tespit edilmiştir (Raeuviori ve Genegiorgis, 1975).

Çizelge 2.2: *Bacillus cereus* için gelişme koşulları ve ısı işlem direnci (Gibbs 2002)

Özellikler	Değerler
Spor sıcaklığa direnç D_{100}	1.2-8 dk
Z	6-9°C
Germinasyon sıcaklıkları	
Sınır değerleri	5-50°C
En uygun	30-35°C
Gelişme koşulları pH	4.3-9.3
Sıcaklık	5/15-35/50°C
a_w Sıvı besiyeri	0.95
Haşlanmış pirinç	0.91
Üreme süreleri Sıvı besiyeri 35°C	~20 dk
Haşlanmış pirinç 30°C	~30 dk

Clostridium botulinum gıdada gelişimi ve üremesi halinde ölüme yol açabilen nörotoksin üretebilmektedir (Graham ve diğ., 1996). *Clostridium botulinum* türünün yedi çeşit antijenik toksini tespit edilmiş ve bunlar A ile G arasında sıralanmıştır. Bu yedi toksinin yapı ve farmakolojik etkinlik olarak birbirlerine benzedikleri fakat antijenisite olarak birbirlerinden ayrıldıkları bildirilmiştir (Dekker, 2003). *Clostridium*'un G tipinin minimum 5,6 pH koşullarında geliştiği buna karşılık daha düşük pH seviyelerinde (5,4-5,3-5,2) yapılan denemelerde ise 32°C'de 75 gün yapılan inkübasyona rağmen gelişmediği gözlenmiştir. *Clostridium* türlerinin A ve B tiplerinin minimum pH gelişme koşulunun 4,7-4,8 olduğu bildirilmiştir (Gibbs, 2002, Briozzo ve diğ., 1986). Bu da G tipi *Clostridium* sporlarının diğer tipler arasında daha zayıf bir karaktere sahip olduğunu göstermiştir (Briozzo ve diğ., 1986).

Clostridium botulinum için en düşük gelişme sıcaklığı 10°C, en uygun gelişme sıcaklığı 35-40°C en düşük gelişme pH'sı 4,7 ve en düşük su aktivitesi ise 0,94 olarak bildirilmiştir (Çizelge 2.3; Gibbs, 2002). Buzdolabı gibi düşük sıcaklık ortamlarında saklanarak raf ömürleri uzatılan işlenmiş bazı gıdalar bu mikroorganizma açısından risk grubundadır. Çünkü bu mikroorganizmanın proteolitik olmayan türleri 3,38°C gibi düşük sıcaklık ortamında gelişebilmekte ve gıdaların vakum ya da modifiye atmosfer koşullarında saklanması durumunda tehlike oluşturabilmektedir (Graham ve diğ., 1996).

Çizelge 2.3: *Clostridium botulinum* tip A ve B için gelişme koşulları ve ısıl işlem direnci (Gibbs, 2002)

Özellikler	Değerler
En düşük gelişme sıcaklığı (°C)	10
En uygun gelişme sıcaklığı (°C)	35-40
En düşük gelişme pH'sı	4,7
En düşük gelişme su aktivitesi (%10 NaCl)	0,94
D _{100°C} spor (dk)	25
D _{121°C} spor (dk)	0,1-0,2

Eritme peyniri ve peynir benzeri ürünlerin tipik pH değerleri 5,5-5,7 dolaylarındadır. Bu koşullarda kritik su aktivitesi sınırı proteolitik *Clostridium* türleri için 0,95 ve proteolitik olmayanlar için 0,97 olarak bildirilmiştir (ter Steeg ve diğ., 1995). Proteolitik sporların 90°C pastörizasyon sıcaklıklarına direnç gösterebilmeleri ve birçok sürme peynirin su aktivitesi değerinin 0,95 ve üzerinde olduğu düşünüldüğünde bu ürünlerin oda koşullarında saklanması halinde botulizm tehlikesinin mevcut olduğu bildirilmektedir (ter Steeg ve diğ., 1995). Kaliforniya'da 1950 yılında konserve sürme eritme peynirlerinde botulizme rastlanmıştır (Kapoor ve Metzger, 2008). Bu olayla ilişkilendirilen bütün peynirlerin *Clostridium* türlerinin toksin üretebileceği yüksek su aktivitesi ve pH koşullarında depolandığı gözlenmiştir. Bu da peynir benzeri ürünlerde su aktivitesi ve pH seviyelerinin önemini ortaya koymuştur (Kapoor ve Metzger, 2008).

Lycken ve Borch (2006)'a göre *Clostridium* sporları peynir benzeri ürün üretimi sırasında yaşayabilmekte, çimlenebilmekte ve daha sonrasında gelişme gösterebilmektedir. *Clostridium* kaynağı olarak; peynir bazlı üretimlerde kullanılan sert peynir gösterilmiş ve peynirin bu bakterinin gelişimi ve toksin üretimine uygun olması ve bu mikroorganizmanın pastörizasyon sıcaklıklarında hayatta kalabilmesi sonucunda risk oluşturduğu bildirilmiştir. Lycken ve Borch (2006) pH değerleri 6-6,7 arasında değişen ve su aktivitesi 0,98 dolaylarında olan 42 sürme peynirin 35'inin *Clostridium* gelişimi için uygun ortam olduklarını göstermişlerdir.

Briozzo ve diğ. (1983) A tipi *Clostridium botulinum*'un 5,7 pH ve 0,96 su aktivitesine sahip eritme peynirinde gelişme gösterdiğini fakat 0,95 su aktivitesine sahip pH'sı 5,8

olan bir başka eritme peynirinde 30°C’de 52-59 günlük inkübasyon süresince toksin üretimi ya da gelişme meydana gelmediğini bulmuşlardır.

Haşlanmış ve daha sonra vakum uygulanarak paketlenmiş patates üzerine yapılan bir çalışmada, örneklere 10^3 , 10^4 , veya 10^5 sayıda 5 A tipi ve 5 B tipi *Clostridium botulinum* sporu inoküle edilmiş ve örnekler 25°C’de inkübe edilerek örneklerde toksin üretimi incelenmiştir. (Dodds, 1988) Bu çalışmada su aktivitesi 0,97’nin üzerindeyken en düşük pH 4,7’de, su aktivitesi 0,965 iken en düşük pH 5,25’te ve su aktivitesi 0,96 iken en düşük pH 5,75’te toksin üretimi gözlenmiştir. Su aktivitesi 0,955 olduğunda ise pH 4,70-5,75 aralığında toksin üretimi gözlenmemiştir. Toksin üretiminin depolama süresi, su aktivitesi değeri, pH değeri ve bu üç değer kendi aralarındaki etkileşimlerinden önemli derecede etkilendiği bulunmuştur. pH’nın düşürülmesiyle *Clostridium* popülasyonunda doğrusal bir azalma görülürken su aktivitesinin düşürülmesi ile azalmanın eğrisel olduğu gözlenmiştir (Dodds, 1988).

TPPYGC (“Tryptycase proteose pepton yeast extract glucose L-cysteine chlorhydrate”) sıvı besiyeri ile yapılan bir çalışmada da *Clostridium botulinum* tip A’nın gelişmesi için minimum su aktivitesi değeri 0,965 (pH 5,8) olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada 0,960 su aktivitesi seviyesinde de çalışılmış fakat 75 günlük inkübasyon sonunda toksine rastlanmamıştır. Aynı çalışmada su aktivitesinin düşürülmesinin, üreme süresini uzattığı, toksin üretimini ve gelişimi durdurduğu tespit edilmiştir (Briozzo ve diğ., 1983).

ter Steeg ve diğ. (1995)’nin sürme eritme peyniri ile yaptıkları bir çalışmada, su aktivitesi, sıcaklık, pH ve eritme tuzlarının *Clostridium botulinum*’un gelişimine etkileri tespit edilmiştir. Eritme tuzlarının antimikrobiyal etkilerinin sofra tuzuna benzer olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada 12°C sıcaklık değerinin proteolitik *Clostridium botulinum* gelişimi için alt limit olduğu, 15°C’nin ise engelleme etkisinin olduğu (8 hafta boyunca gelişmenin gözlenmediği) ve 25°C sıcaklık değerinin ise gelişme için optimum değerler olduğu bildirilmiştir. Ayrıca su aktivitesi 0,96 iken, pH değerinin 5,6 olduğu ortamda 3 ay boyunca gelişmenin engellendiği bulunmuş ve pH 5,5 değerinin botulinal güvenlik için tatmin edici bir değer olduğu bildirilmiştir. Fakat bu üretimde pH dalgalanmalarına dikkat çekilmiş üretim sırasında ürünün bazı bölgelerinin 5,7 pH seviyesinde olabileceği ve bunun da botulinal tehlike oluşturabileceği ifade edilmiştir (ter Steeg ve diğ., 1995). Ayrıca 18°C’de uygun koşullar sağlandığında (pH 5,7 ve a_w 0,96) 3 ayda gelişme gözlenirken, aynı koşullar 25°C’de sağlandığında gelişmenin 1 haftada gözlemlendiği bildirilmiştir. Sporların

vejetatif hale geçmesi ve gelişiminin su aktivitesini ayarlamakta kullanılan maddeden, kuru maddedeki yağ miktarından, nisin ve sorbat gibi koruyuculardan ve redoks potansiyeli değerinden etkilendiği bildirilmiştir (ter Steeg ve diğ., 1995). Anaerobik koşullarda NaCl, ortam sıcaklığı ve pH değerinin gelişmeyi engelleyici etkileri ortaya konulmuştur (ter Steeg ve diğ., 1995). Uygun sıcaklık koşullarında pH'nın düşük (5,55) ve su aktivitesinin yüksek (0,965) ya da pH'nın yüksek (5,8) su aktivitesinin düşük (0,95) olduğu durumlarda *Clostridium botulinum* gelişiminin engellendiği bildirilmiştir. Ayrıca her iki parametrenin de düşük olduğu (pH 5,5 ve su aktivitesi 0,955) durumda 3 aylık depolama süresince *Clostridium botulinum* gelişiminin gözlenmediği ifade edilmiştir (ter Steeg ve diğ., 1995).

Peynir benzeri ürünlerde risk oluşturan bir başka patojen bakteri *Clostridium perfringens*'dir. Bu tür için en düşük gelişme sıcaklığı 12°C, en uygun gelişme sıcaklığı 43-45°C en düşük pH değeri 5,5 ve en düşük su aktivitesi değeri ise 0,95 olduğu bildirilmiştir (Gibbs, 2002; Çizelge 2.4). *Clostridium perfringens* üzerine yapılan bir çalışmada, dört farklı suş değişen su aktivitesi (0,96-0,99), pH (5,5-7,0) ve inkübasyon sıcaklıklarına (37-46°C) tabi tutulmuş ve bu parametrelerin bakterinin gelişmesi ve toksin üretmesi üzerine etkileri incelenmiştir (Strong ve diğ., 1969). Bu mikroorganizmanın spor formundaki hücrelerinin gelişimi için vejetatif hücrelere oranla daha yüksek su aktivitesi değerine ihtiyaç duyulduğu ve ayrıca en uygun besiyeri ortamında (pH 5,5 ve su aktivitesi 0,965) 37°C ya da 46°C'de 72 saat inkübasyonların sonucunda dört türden üçünde toksin üretimi ve gelişmeye rastlanmamış, bir tür ise bu koşullarda 37°C'de inkübe edildiğinde 58 saatlik süre sonunda gelişme göstermiştir (Strong ve diğ., 1969). Bu çalışmada 0,965 su aktivitesi ve pH 5,5 değerlerinin *Clostridium perfringens* için sınır değerler olduğu belirtilmiştir (Strong ve diğ., 1969).

Çizelge 2.4: *Clostridium perfringens* için gelişme koşulları ve ısıtılma direnci (Gibbs, 2002)

Özellikler	Değerler
En düşük gelişme sıcaklığı (°C)	12
En uygun gelişme sıcaklığı (°C)	43-45
En yüksek gelişme sıcaklığı (°C)	50
Gelişme için en düşük pH	5,5
Gelişme için en düşük a_w	0,95
Sıcaklığa dayanıksız sporlar için $D_{95^\circ C}$	1-3 dk
Sıcaklığa dayanıklı sporlar için $D_{95^\circ C}$	18-64 dk

Mikrobiyal güvenlik ile ilgili yapılan bu çalışmalar gözönüne alındığında, peynir benzeri ürünlerde pH, su aktivitesi, ambalajlama metodu ve depolama sıcaklığının kontrolünün önemli olduğu görülmektedir. Üründe pH ve su aktivitesinin engeller teknolojisine uygun olarak beraber kontrol edilmesinin, ürün özelliklerinde olumsuz bir değişikliğe sebep olabilecek kadar düşük pH ve su aktivitesi değerlerinin üstüne çıkılmasına olanak sağlayabildiği gözlenmektedir. Değerlendirmeler sonucunda, 5,5 pH ve 0,95 su aktivitesi değerlerinin sınır değerler olduğu görülmekte, üründe bu değerlerden düşük pH ve su aktivitesi sağlandığında ve vakumlu ambalajlama yapıldığında patojen gelişme riskinin en aza indirilebileceği düşünülmektedir. Ancak ürün mikrobiyal güvenliğinin, özellikle yüksek su aktivitesi ve pH koşullarında ürüne patojen bakterilerin inokülasyonunu da içeren detaylı bir araştırma yapılarak belirlenmesi gerekmektedir.

Peynir benzeri ürünlerde özellikle yüksek su aktivitesi ve pH koşullarında mikrobiyal riskin olduğu durumlarda nisin gibi koruyucularla güvenlik sağlanabilmektedir (Walstra ve diğ., 1999). Laktik asit bakterileri tarafından üretilen bazı bakteriyosinler *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes* ve *Staphylococcus aureus* gibi patojen özellikte ve diğer gıdaları bozucu mikroorganizmaların gelişimini yavaşlatmaktadır. (Hakovirta ve diğ., 2006). Nisin, Gram (+) bakteriler üzerine etkili olup sporlara oranla vejetatif hücrelere daha fazla etkilidir (Glass ve Doyle, 2005). Ancak nisin spor germinasyonu üzerine etkili olduğu belirtilmiştir. Bu sayede ısıtılma süresinin kısaltılması ve sıcaklığının düşürülmesi sağlanmıştır (Glass ve Doyle, 2005). Genellikle süt ürünlerinde özellikle imitasyon peynir, sürme peynir ve pudinglerde koruyucu olarak kullanılmaktadır

(Hakovirta ve diğ., 2006). Nisinin aktivitesi işleme ve depolama sırasında ürünün sıcaklık, pH ve gıdanın içerdiği bileşenlere bağlı olarak düşmektedir (Hakovirta ve diğ., 2006). Bundan dolayı gerek gıdanın raf ömrünü uzatmak gerek nisin aktivitesini uzatmak için gıdaya eklenmesi düşünülen miktar, depolama süresi ve gıdanın mevcut şartlarına uygun olarak hesaplanmalıdır (Hakovirta ve diğ., 2006). Yapılan bir çalışmada nisin eklenmiş sürme peynirlerin *Clostridium perfringens* sporlarına karşı nisin eklenmeyen ürüne göre daha uzun raf ömrü sağladığı belirtilmiştir (Glass ve Doyle, 2005). Yapılan başka bir çalışmada, Cheddar peyniri bazı eritme peynirleri iki farklı nem oranlı (%53-60) formül ve iki farklı nisin konsantrasyonunda (301-387 IU/g) üretilmiş, örnekler *Clostridium sporogenes* sporları eklenerek 22°C ve 37°C’de depolama yapılmıştır (Roberts ve Zottola, 1993). Örneklerden 37°C’de depolanan yüksek nemli ve nisinsiz örnekler 5 gün sonunda *Clostridium sporogenes* gelişimi gözlenirken 22°C’de bu süre 23 gün olmuştur (Roberts ve Zottola, 1993). Nisin ile üretilen yüksek nemli sekiz örnekten yedisi 22°C’de depolandığında 68. günden itibaren bu örneklerde *Clostridium sporogenes* gelişimi gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu süre örnekler 37°C’de depolandığında ise 12 gün olmuş ve 8 örnekte gelişme gözlemlendiği belirtilmiştir. Düşük nemli ürünlerde ise nisin kullanımı ile 90 günlük sürede *Clostridium sporogenes* gelişimi gözlenmemiştir (Roberts ve Zottola, 1993).

3. MATERYAL METOD

3.1. Materyal

Peynir benzeri ürünün üretiminde vaksımsı mısır nişastası (Cerestar, Cargill Tarım ve Gıda San. Tic. A.Ş., Bursa), nişastanın parçalanması için küf kökenli α -amilaz enzimi (Fungamyl® 1600 SG, Novozymes, Bagsvaerd, Danimarka), tereyağı (Pınar A.Ş., İzmir), taze tam yağlı Kaşar peyniri (Sütaş A.Ş., Bursa), peynirde bulunan rennet kazeinin çözündürülmesi için trisodyum sitrat (Trend Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul) ve disodyum fosfat (Tunçkaya Ltd. Şti., İstanbul) tuzları, yapının oluşturulması için κ -karagenan (Inkom A.Ş., Mersin), ürünün pH'sını ayarlamak ve ekşilik verebilmek için sitrik asit (Trend Gıda San. ve Tic. Ltd. Şti., İstanbul) ve tat vermek amacıyla sofra tuzu (Billur Tuz, İzmir) kullanılmıştır. Ürünün hazırlanmasında distile su kullanılmıştır.

Peynir benzeri ürünlerin Kaşar peynirinin yapısal özellikleri ile karşılaştırılması amacıyla ikişer adet tam yağlı (% 23 yağ) ve az yağlı (% 13 yağ) vakum ambalajlama yapılmış ticari Kaşar örnekleri (Sütaş A.Ş., Bursa) piyasadan temin edilmiştir.

3.2 Metod

3.2.1 Peynir benzeri ürünün bileşimi ve üretim yöntemi

Peynir benzeri ürünün bileşimi ve üretim yöntemi daha önce yapılan çalışmalar esas alınarak belirlenmiştir (Kiziloğlu ve diğ., 2009; Cumhuriyet, 2008; Kızıllöz, 2008; Kılıç ve diğ., 2008). Ürün nişasta bazlı olup düşük oranda protein içermektedir. Bu tip ürünlerde %25 oranında bulunması gereken rennet kazeinin büyük bir kısmı α -amilaz enzimi ile kısmi olarak parçalanmış vaksımsı mısır nişastası ve κ -karagenan ile ikame edilmiştir (Çizelge 3.1). Ürün yapı, tat ve görünüş özellikleri bakımından taze Kaşar peyniri esas alınarak geliştirilmiştir.

Çizelge 3.1: Peynir benzeri ürünün su haricindeki bileşimi

Bileşen	Miktar
Vaksımsı mısır nişastası (%)	24,20
Tereyağı (%)	12,50
Taze Kaşar peyniri (%)	10,00
κ-Karagenan (%)	1,50
Tuz (%)	0,50
Trisodyum sitrat (%)	0,11
Disodyum fosfat (%)	0,05
Sitrik asit (%)	0,10
α-Amilaz (FAU/g nişasta)	5,90

Örneklerin üretiminde öncelikle tereyağı, sıcaklığı 40°C'ye getirilerek eritilmiştir. Eritme tuzlarının çözeltileri (1 ml %11'lik trisodyum sitrat ve 1 ml %5'lik disodyum fosfat) , bir miktar su (Toplam suyun %5'i) ve rendelenmiş Kaşar peyniri tereyağına eklenip karıştırılarak yağ emülsifiye edilmiştir. Vaksımsı mısır nişastası küf kökenli α-amilaz enzimi ile bir miktar su (Toplam suyun %30'u) varlığında karıştırılıp tereyağı karışımı ile birleştirilmiştir. Bu karışıma κ-karagenan ve suyun geri kalan kısmı ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. Meydana gelen karışım enzimin optimum çalışması için su banyosunda 65°C'ye getirilerek 15 dk süreyle bekletilmiştir. Karışım teflon bir kaba aktarılmış ve tuz (Uygun miktarda %12,5 tuz çözeltisi) ve sitrik asit (Uygun miktarda %30 sitrik asit çözeltisi) eklenmiştir. Ürün karışımı buharlı pişiricide 85°C'ye ısıtılmıştır ve karıştırılmıştır. Ürün bu sıcaklıkta 5 dk tutulduktan sonra ürün kap içerisinde buzlu su banyosunda soğutularak yapının sertleşmesi sağlanmıştır ve yapının dengeye gelmesi için bir gece boyunca 4°C'de tutulmuştur. Ürünlerin ambalajlanmasında 106 mikron kalınlığında ve sırasıyla polietilen tereftalat (PET), alüminyum, ve polietilen (PE) içeren 3 katmanlı lamine film kullanılmıştır. Kullanılan ambalajın oksijen geçirgenliği 23°C ve %0 bağıl nem koşullarında 0,05 mL/m².gün.atm ve nem geçirgenliği 38°C ve %90 bağıl nem koşullarında 0 gr/m².gün.atm'dir. Peynir benzeri ürün örnekleri 12 mbar basınç koşullarında ambalaj makinesinde (Multivac C 200, Sepp-Haggenmüller GmbH, Almanya) ambalajlanmıştır.

3.2.1.1 Deneme planı

Çalışmanın birinci aşamasında eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonlarının ürün yapısı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla farklı oranlarda eritme tuzları ve sitrik asit içeren dört farklı ürün üretilmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Sitrik asit ve eritme tuzu konsantrasyonunun yapısal özelliklere etkilerinin belirlenmesi çalışmalarında kullanılan eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonları

Bileşen	Formül 1	Formül 2	Formül 3	Formül 4
Trisodyum sitrat (%)	0,22	0,22	0,11	0,11
Disodyum fosfat (%)	0,10	0,10	0,05	0,05
Sitrik asit (%)	0,30	0,10	0,30	0,10

Çalışmanın ikinci aşamasında, birinci aşamada elde edilen sonuçlara göre en sert ve en eriyebilen iki örnek üretilmiş ve bu örneklerde 90 gün depolama süresinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Yapısal analizler için 200 g'lık örnekler hazırlanmış ve örnekler 4°C'de depolanmıştır. Depolama sırasında periyodik olarak alınan örneklerde analizler yapılmıştır. Piyasadan temin edilen Kaşar peyniri örnekleri de 4°C'de depolanmış ve yapısal olarak peynir benzeri örneklerle benzer şekilde analiz edilmiştir. Mikrobiyal analizler için 50 g'lık örnekler hazırlanmış ve örnekler 4 ve 25°C'de depolanmıştır. Depolama sıcaklığı 25°C olduğunda *Clostridium* gelişimi ve toksin üretiminin en uygun düzeyde olduğu bildirilmektedir (ter Steeg ve diğ., 1995).

3.3 Yapısal Analizler

3.3.1 Eriyebilirlik ölçümü

Eriyebilirlik ölçümü için Arnott testi değiştirilerek kullanılmıştır (Arnott ve diğ., 1957). Buna göre mantar kesici ve tel kesme düzeneği yardımıyla 14,5 mm yüksekliğinde ve 17 mm çapında silindirik örnekler Petri kabında oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletilen örnekler etüvde 100°C’de 15 dk tutulmuştur. Eriyebilirlik ölçümü 2,5 mm aralıkla sıralanan eşmerkezli çemberlerden oluşan bir ölçek yardımıyla yapılmıştır (Kosikowski, 1977; Park ve diğ., 1984). Ölçüm 6 farklı noktadan eriyen örneğin yarıçapına denk gelen puanın okunması ile yapılmış ve bu 6 noktadan okunan puanların ortalaması eriyebilirlik puanı olarak belirlenmiştir.

3.3.2 Serbest yağ ölçümü

Kinstedt ve Rippe (1990)’ye göre serbest yağ ölçümü gerçekleştirilmiştir. Örneklerden 5 mm yüksekliğinde ve 17 mm çapında olacak şekilde örnek alınmıştır. Örnek alınırken mantar kesici ve tel kesme düzeneği kullanılmıştır. Örnekler analizlenmeden önce oda sıcaklığına gelmeleri beklenmiş ve tabanında filtre kağıdı bulunan Petri kaplarının ortasına yerleştirilen örnekler 110°C’deki etüve yerleştirilmiştir. Bu ortamda 10 dk bekletilen örnekler oda sıcaklığında 30 dk bekletildikten sonra meydana gelebilecek yağ sızması, serbest yağ olarak eriyebilirlik ölçümünde kullanılan ölçek kağıdı ve ölçüm yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.3 Doku profili analizi

Bu ölçüm için Tekstür analiz cihazı (Texture Analyzer Model TA Plus, Lloyd Instruments Ltd., Hampshire, İngiltere) ve NexygenTM (NexyGen Plus, Lloyd Instruments Ltd., Hampshire, İngiltere) yazılımı kullanılmıştır. Örnekler silindirik mantar kesici ve tel kesme düzeneği kullanılarak 14,5 mm kalınlıkta ve 14,5 mm çapında olacak şekilde alınmıştır. Örneklerin oda sıcaklığına gelmesi beklenmiş ve sonrasında Van-Hekken ve diğ. (2007) Ölçümde 1 kN’luk yük hücresi, tetik kuvveti olarak 0,3 N, başlık hızı olarak 100 mm/dk ve %50 sıkıştırma oranı kullanılmıştır.

3.4 Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyal analizlerde dilüsyonların hazırlanması için pepton (*Peptone aus fleisch*, Merck KGaA., Darmstadt, Almanya), dilüsyonların karıştırılması için vorteks (Heidolph Instruments GmbH & Co.KG, Schwabach, Almanya), örneklerin homojenize edilmesinde Stomacher poşeti (400 mL, Isolab Laborgerate GmbH, Wertheim, Almanya) ve Stomacher cihazı (Easy Mix, Aes Chemunex, Bruz cedex, Fransa) kullanılmıştır. Mikrobiyal analizlerde kullanılan örnekler 50 g olacak şekilde ayrıca üretilmiş ve 4°C ve 25°C'de 3 ay depolanmışlardır. Depolama sırasında periyodik olarak alınan örneklerde ürün güvenliği ve kalitesi gözönünde bulundurularak aerobik mezofilik bakteri, küf-maya ve Clostridia sayımları yapılmıştır.

3.4.1 Clostridia grubu tespiti

Bu grup mikroorganizma tespitinde DRCM sıvı besiyeri (*Differential Reinforced Clostridial Media*, Merck KGaA., Darmstadt, Almanya) ve örnekte düşük sayıda *Clostridium* olacağı tahmin edildiğinden bu durumlar için tavsiye edilen en muhtemel sayı yöntemi ve çoklu tüp metodu kullanılmıştır. (Harrigan, 1998)

Örnek DRCM içinde 1:10 oranında seyreltilerek homojenize edilmiş ve aynı şekilde ileri seyreltimleri 10^{-3} seviyesine kadar yapılmıştır. Seyreltimler yavaşça ortama oksijen girişi kontrol altına alınmaya çalışılarak yapılmıştır. Her seyreltimden 10'ar mL DRCM içeren 3 tüpe 1'er mL ekim yapılmıştır. Ekim yapılan tüplerin üzerine hava almayacak şekilde sıvı parafin ilave edilmiştir. Tüpler 35-37°C de 48-72 sa inkübe edildikten sonra siyahlaşma gözlenen tüpler kaydedilmiştir.

Ayrıca örnekteki sporların ve vejetatif hücrelerin ayrımı amacıyla her seyreltim tüpüne su banyosunda $63\pm 2^{\circ}\text{C}$ de 15 dakikalık ısı işlem uygulanmıştır. Bu işlem ile vejetatif hücreler tahrip edilmiş sporlar aktive edilerek inkübasyon sırasında çimlenme gerçekleştirilmiştir. Böylece üründe mevcut vejetatif hücreler ve sporlar ayırdedilmiştir. (Harrigan, 1998)

3.4.2 Aerobik mezofilik bakteri analizi

Aerobik mezofilik bakteri analizinde PCA besiyeri (*Plate Count Agar*, Merck KGaA., Darmstadt, Almanya) ve dökme plak ekim yöntemi tercih edilmiştir. Dökme plak yönteminde, steril, boş Petri kutusuna önce ekim yapıp, üzerine yaklaşık 45°C'ye kadar soğutulmuş besi yeri ilave edilmiştir. Örnekten 25 g tartılmış 10^{-4} seviyesine kadar ileri seyreltimleri yapılmış ve ekim bu dilüsyondan başlanılarak yapılmıştır. Örnekler PCA besiyerinde, 37°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir (Harrigan, 1998).

3.4.3 Küf ve maya analizi

Küf ve maya analizinde DRBC katı besiyeri (*Dichloran-Rose Bengal Chloramphenicol*, Merck KGaA., Darmstadt, Almanya) kullanılmış ve dökme plak ekim yöntemi tercih edilmiştir. Dökme plak yönteminde, steril, boş petri kutusuna önce ekim yapıp, üzerine yaklaşık 45°C'ye kadar soğutulmuş besi yeri dökülmüştür. Peynir örneğinden 25 g tartılmış 10^{-4} seviyesine kadar ileri seyreltimleri yapılmış seyreltilmiş ve ekim bu seyreltimden başlanılarak yapılmıştır. Örnekler DRBC besiyerinde, 25°C'de 120 saat inkübe edilmiştir. (Harrigan 1998)

3.5 Duyusal Analizler

Örneklerde depolamanın sonunda duyusal analiz farklılık derecesi testi kullanılarak yapılmıştır (Lawless ve Heymann, 1998; Meilgaard ve diğ., 1999). Testin yapılacağı günden bir gün önce karşılaştırmada kullanılacak taze kontrol örneği üretilmiştir. Örnekler üç rakamlı tesadüfi çizelge kullanılarak seçilmiş sayılarla kodlanmıştır. Panelistlere bir kontrol örneği ve biri kontrol örneği diğeri depolanan örnek olan iki kodlu örnek verilmiştir. Panelistlerden kodlu örnekleri taze kontrol örneği ile yapı ve tat açısından karşılaştırmaları istenmiştir. Değerlendirme farksız ile tamamen farklı (0-6) arasında değişen bir ölçek kullanılarak yapılmıştır (Ek B). Örnekler panelistlere iki ayrı grupta sunulmuş ve her grupta kodlu örneklerin sırası değiştirilmiştir. Duyusal analizler iki tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

3.6 Su Aktivitesi ve pH Ölçümleri

Su aktivitesi ölçümü için Protimeter DP 989 (Protimeter PLC, İngiltere) kullanılmış olup çiğlenme noktası higrometresi ile ölçümler alınmıştır.

pH ölçümü için daldırılmalı problu Testo 205 ölçüm seti (Testo Elektronik ve Test Ölçüm Cihazları Dış Ticaret Ltd. Şti., İstanbul) kullanılmıştır.

3.7 İstatistiksel Analizler

Ürün formülündeki eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonlarının ürünün yapısal özelliklerine etkileri varyans analizi ile belirlenmiştir. Depolama çalışmasında formül ve depolama süresi etkenlerinin ürünün yapısal özelliklerine etkileri varyans analizi ile belirlenmiştir. Formül, depolama süresi ve sıcaklık etkenlerinin ürünlerdeki mikrobiyal değişimlere etkileri varyans analizi uygulanarak belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey HSD testi kullanılarak belirlenmiştir. Duyusal analiz verilerinde normal dağılım olmadığı tespit edildiğinden, ortalamalar arasındaki farklılıklar parametrik olmayan Wilcoxon T-testi uygulanarak belirlenmiştir (Özdamar, 2004). İstatistiksel analizler için SPSS (Windows Release 16.0, SPSS Inc., Chicago, Illinois, A.B.D.) programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Peynir benzeri ürün daha önce yapılan çalışmalarla belirlenen bileşim ve yöntem ile üretilmiştir (Kızılöz, 2008; Cumhur, 2008; Kızıloz ve diğ., 2009; Kılıç ve diğ., 2008). Peynir benzeri ürünlerde %25 oranında bulunan protein %2,5'e düşürülmüş ve yerine küf kökenli α amilaz ile kısmi olarak parçalanmış vaksımsı mısır nişastası ve κ -karagenan kullanılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında iki farklı eritme tuzu (%0,05-0,1 trisodyum sitrat ve %0,11-0,22 disodyum fosfat) ve iki farklı sitrik asit konsantrasyonlarında (%0,1-0,3) dört farklı formül ile ürün üretilmiş ve bu ürünlerde eriyebilirlik, serbest yağ içeriği ve tekstür profili analizleri yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda biri en sert ve diğeri eriyebilirliği en yüksek ürünü veren iki formül seçilerek 3 ay depolanmıştır. Depolama süresinde, ürünlerdeki yapısal, mikrobiyal ve duyuşal değışimler belirlenmiş ve depolama süresinin bu özelliklere etkileri incelenmiştir.

4.1 Peynir Benzeri Ürünün Yapısal Özelliklerine Sitrik Asit ve Eritme Tuzu

Konsantrasyonlarının Etkisi

Ürünün sertliğı ve eriyebilirliği üzerine eritme tuzu ve sitrik asit konsantrasyonlarının etkilerinin önemli düzeyde olduğı saptanmıştır. Sitrik asit ve eritme tuzu konsantrasyonlarının artırılmasının eriyebilirliği önemli düzeyde düşürdüğü (Ek C.1) sertliğı ise önemli düzeyde arttırdığı (Ek C.3) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Sitrik asit ve eritme tuzu konsantrasyonlarının ürünün iç yapışkanlık, esneklik ve çiğnenebilirlik özellikleri üzerine etkilerinin ise önemli düzeyde olmadığı (Ek C) tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Örneklerde serbest yağ saptanmamıştır.

Çizelge 4.1: Eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonunun peynir benzeri ürünün yapısal özelliklerine etkileri

Örnek ²	Eritme tuzları (%)	Sitrik asit (%)	pH	Eriyebilirlik (Puan)	Sertlik (N)	İç yapışkanlık	Esneklik (mm)	Çiğnenebilirlik (Nmm)
Formül 1	0,32	0,3	4,60± 0,03	0	23,8±0,2 ^a	0,085±0,014 ^a	3,1±0,1 ^a	6,0±1,2 ^a
Formül 2	0,32	0,1	5,27±0,02	3,9±0,2 ^a	20,3±0,2 ^b	0,080±0,020 ^a	2,8±0,5 ^a	5,1±2,1 ^a
Formül 3	0,16	0,3	4,40±0,05	0	16,5±0,4 ^c	0,073±0,019 ^a	2,7±0,6 ^a	3,3±1,9 ^a
Formül 4	0,16	0,1	5,17±0,04	4,7±0,1 ^a	14,9±0,1 ^d	0,080±0,010 ^a	2,8±0,2 ^a	4,0±0,8 ^a

Ortalama ± standart sapma (n=2). Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar farklıdır (P<0,05).

²Örneklerde %24,2 vakımsı mısır nişastası, %12,5 tereyağı, %10 Taze kaşar peyniri %1,5 κ-karagenan, %0,5 tuz, küf kökenli α-amilaz enzimi (5,9 FAU/g nişasta) bulunmaktadır. Formül 1 ile üretilen örnekte %0,22 trisodyum sitrat ve %0,1 disodyum fosfat, formül 2 ile üretilen örneklerde %0,22 trisodyum sitrat ve %0,1 disodyum fosfat, formül 3 ile üretilen örnekte %0,11 trisodyum sitrat ve %0,05 disodyum fosfat formül 4 ile üretilen örnekte %0,11 trisodyum sitrat ve %0,05 disodyum fosfat bulunmaktadır. Geri kalan yüzdede distile su bulunmaktadır.

4.2 Peynir Benzeri Üründe Depolama Süresinde Meydana Gelen Değişimler

İncelenen formüllerden en sert örnek ile en yüksek eriyebilirliğe sahip örnekleri sağlayan iki formül (Formül 1 %0,3 sitrik asit; %0,1-0,22 disodyum fosfat-trisodyum sitrat; Formül 4 %0,1 sitrik asit; %0,05-0,11 disodyum fosfat-trisodyum sitrat) depolama çalışmalarında kullanılmak üzere seçilmiştir. Bu seçimin yapılmasında asit konsantrasyonunun mikrobiyal değişimlere etkisi de gözönünde bulundurulmuştur. Bu formüllere göre iki örnek üretilmiş, depolanmış ve depolama süresinde meydana gelen yapısal, mikrobiyal ve duysal değişimler belirlenmiştir.

4.2.1. Peynir benzeri ürünlerin su aktivitesi ve pH değerleri

Örneklerin pH ve su aktivitesi değerleri mikrobiyal güvenliğin değerlendirilmesi amacıyla ölçülmüştür. Formül 1 ile üretilen örnekte su aktivitesi 0,92 ve pH ise 4,5 olarak ölçülmüştür. Formül 4 ile üretilen örnekte ise su aktivitesi 0,91-0,94 aralığında değişmiş, pH değeri ise 5,3 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde meydana gelen pH ve su aktivitesi değişimleri¹

Formül ²	Depolama süresi (gün)	pH	Su aktivitesi
1	1	4,54±0,02	0,92±0,000
	30	4,55±0,02	- ³
	60	4,50±0,03	-
	90	4,51±0,00	-
4	1	5,30±0,00	0,94±0,000
	30	5,25±0,07	0,93±0,000
	60	5,25±0,07	0,91±0,007
	90	5,30±0,00	0,93±0,014

¹ Ortalama ± standart sapma (n=2).

² Örneklerde %24,2 vaksimsı mısır nişastası, %12,5 tereyağı, %10 Taze kaşar peyniri %1,5 κ-karagenan, %0,5 tuz ve küf kökenli α-amilaz enzimi (5,9 FAU/g nişasta) bulunmaktadır. Formül 1 ile üretilen örnekte %0,22 trisodyum sitrat ve %0,1 disodyum fosfat, formül 4 ile üretilen örnekte %0,11 trisodyum sitrat ve %0,05 disodyum fosfat bulunmaktadır. Geri kalan yüzdede distile su bulunmaktadır.

³ Ölçülmemiştir.

Bu değerler *Clostridium* türlerinin gelişimi ve toksin üretimini engellemek için gerekli olan pH ve su aktivitesi kombinasyonu sınırlarının (pH 5,5 ve a_w 0,95) altında bulunmuştur (ter Steeg ve diğ. 1995). Her iki ürünün de hijyenik koşullarda üretim

yapıldığında ve vakumlu ambalajlama yapıldığında mikrobiyal açıdan güvenli olacağı söylenebilir. Ancak özellikle yüksek su aktivitesi ve pH'ya sahip ürünlerde mikroorganizmaların ürüne inokülasyonunu da içeren detaylı mikrorganizma ve toksin analizlerinin yapılması gerekmektedir.

4.2.2 Peynir Benzeri Ürünlerde Depolama Süresinde Yapısal Değişimler

Peynir benzeri ürünlerde depolama boyunca aylık olarak serbest yağ, eriyebilirlik ve doku profil analizleri yapılmıştır. Örneklerin yapısal özellikleri tam yağlı ve az yağlı Kaşar peyniri örneklerinin özellikleri ile karşılaştırılmıştır.

4.2.2.1 Eriyebilirlik ve serbest yağ analizleri

Her iki örnekte de depolama süresince serbest yağ oluşumuna rastlanmazken Kaşar peynirlerinde serbest yağ oluşumu gözlenmiştir. Bu durumla ilgili olarak peynir benzeri ürünlerde yağ iyi emülsifiye edilmiş olup depolama süresince bu özelliklerini korudukları söylenebilir (Udayarajan ve diğ., 2005).

Peynir benzeri ürünün eriyebilirliği üzerinde formülün etkili olduğu ancak depolama süresinin etkili olmadığı belirlenmiştir (Ek D.1). Formül 4 ile üretilen örneğin formül 1 ile üretilen örneğe göre daha fazla eridiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Yapısal özelliklere eritme tuzu ve sitrik asit konsantrasyonu etkisinin incelendiği deneysel çalışmalar sonucunda eriyebilirliğin eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonu arttıkça azaldığı bulunmuştur. Gupta ve diğ. (1984) de eritme peynirinde trisodyum sitrat ve disodyum fosfat miktarının artırılmasının eriyebilirlikte az oranda bir düşmeye sebep olduğu bildirilmiştir.

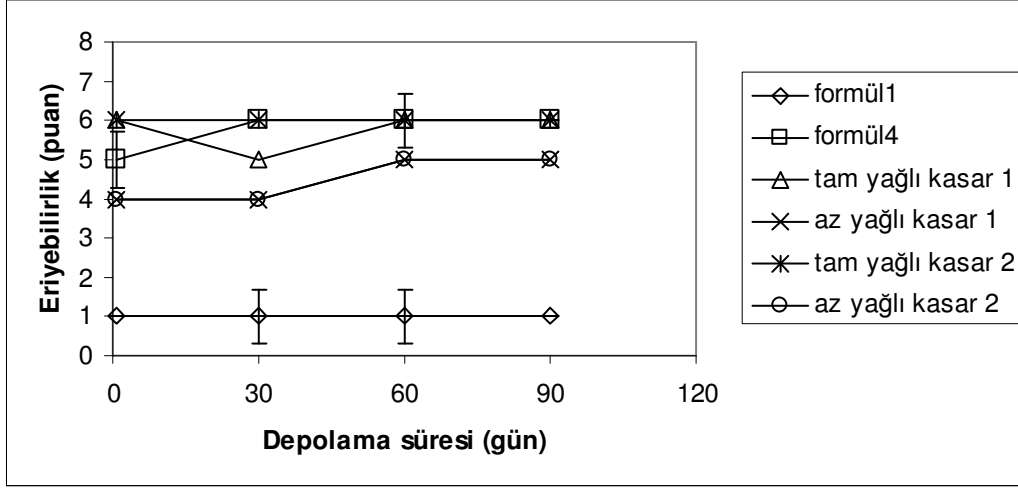
Çizelge 4.3: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde meydana gelen yapısal değişimler¹

Örnek ²	Eritme tuzları (%)	Sitrik asit (%)	Depolama süresi (gün)	Eriyebilirlik (puan)	Sertlik (N)	İç yapışkanlık	Esneklik (mm)	Çiğnenabilirlik (Nmm)
Formül1	0,32	0,3	1	1,0±0,0 ^a	19,6±0,68 ^a	0,080±0,003 ^a	2,85±0,08 ^a	4,29±0,48 ^a
			30	1,0±0,7 ^a	44,9±6,02 ^b	0,020±0,010 ^b	2,99±0,10 ^a	2,65±1,12 ^{ab}
			60	1,0±0,7 ^a	40,4±4,78 ^b	0,020±0,010 ^b	2,06±0,77 ^a	1,13±0,58 ^b
			90	1,0±0,0 ^a	40,6±0,71 ^b	0,020±0,010 ^b	2,41±0,09 ^a	2,18±0,67 ^{ab}
Formül4	0,16	0,1	1	4,5±0,7 ^a	15,1±3,33 ^a	0,060±0,005 ^a	2,70±0,05 ^a	2,60±0,89 ^a
			30	6,0±0,7 ^a	17,2±1,59 ^a	0,030±0,009 ^a	1,52±0,21 ^a	0,82±0,40 ^a
			60	5,5±0,7 ^a	18,3±5,08 ^a	0,040±0,021 ^a	1,69±0,57 ^a	1,36±1,36 ^a
			90	6,0±0,0 ^a	19,8±1,41 ^a	0,030±0,006 ^a	1,62±0,19 ^a	1,08±0,36 ^a

¹ Ortalama ± standart sapma (n=2). Her formül için aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar farklıdır (P<0,05).

² Örneklerde %24,2 vaksımsı mısır nişastası, %12,5 tereyağı, %10 taze Kaşar peyniri %1,5 κ-karagenan, %0,5 tuz ve küf kökenli α-amilaz enzimi (5,9 FAU/g nişasta) bulunmaktadır. Formül 1 ile üretilen örnekte %0,22 trisodyum sitrat ve %0,1 disodyum fosfat, formül 4 ile üretilen örnekte %0,11 trisodyum sitrat ve %0,05 disodyum fosfat bulunmaktadır. Geri kalan yüzdede distile su bulunmaktadır.

Formül 4 ile üretilen örnek Kaşar peynirlerinin eriyebilirliğine yakın bir değere sahip iken formül 1 ile üretilen örneğin eriyebilirliği daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Peynir benzeri ürünlerin ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde eriyebilirliklerinin değişimi

4.2.2.2 Dokusal analizler

Ürünlerin sertliği üzerinde formül, depolama süresi ve formül-depolama süresi etkileşiminin önemli düzeyde etkili olduğu saptanmıştır (Çizelge D.4). Formül 1 ile üretilen örneğin depolama sırasında 30. gün ve sonrasında sertliği önemli düzeyde artmıştır. Formül 4 ile üretilen örneğin sertliğinde zamana bağımlı olarak bir değişim gözlenmemiştir. Çalışmanın birinci aşamasında, ürünün sertliğinin eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonu arttırıldıkça arttığı saptanmıştır. Eritme tuzlarının eritme peynirinin yapısına etkileri üzerine yapılan bir çalışmada da, 17 farklı eritme tuzu denenmiş ve bunlardan trisodyum sitrat miktarının artırılmasının sertliği az oranda arttırdığı bununla birlikte disodyum fosfat tuzlarının ise sertliği daha yüksek oranda arttırdığı belirtilmiştir (Gupta ve diğ., 1984).

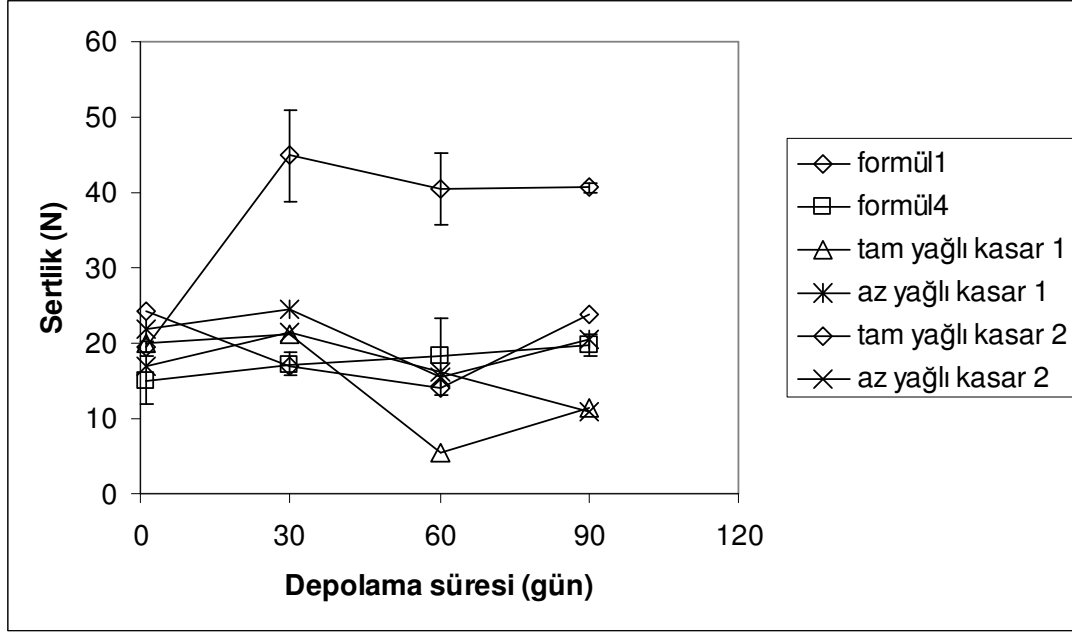
Peynir benzeri ürünlerde yapıyı temel olarak karagenan-karagenan, karagenan-kazein ve kazein-kazein arasında meydana gelen etkileşimlerin oluşturduğu düşünülmektedir. Formül 1’de pH kazeinin izoelektrik noktası olan pH 4,6 civarlarındadır ve bu nedenle kazein-kazein etkileşimleri maksimumda olacaktır. Bu da örneğin formül 1 ile üretilen örneğe göre daha sert olmasına yol açmış olabilir. Kazein ile κ -karagenan arasında elektrostatik bir etkileşim olduğu ve bu etkileşimin

pH'ya bağılı olarak değıştiğı bildirilmektedir (Baezza ve diğ., 2001; Gu ve diğ., 2005; Imeson, 2000; Lee ve Klostermeyer, 2002; Marchessau, 1997). pH değıeri kazeinin izoelektrik noktasının altına düştüğünde iki molekül arasında güçlü bir çekim meydana gelmekte ve birleşmeler olmaktadır. pH değıeri kazeinin izoelektrik noktasının üstünde olduğunda kazein negatif yük kazanacak ve negatif yüklü κ -karagenan ile aralarında bir itme meydana gelecektir. Formül 4 ile üretilen örnekte pH değıeri daha yüksek olduğü için kazein ve κ -karagenan arasındaki çekimin formül 1 ile üretilen örnektekine göre düşük olduğü ve bu nedenle yapının daha yumuşak olduğü söylenebilir.

Kapoor ve Metzger (2008), pH ve eritme tuzlarının eritme peynirlerinin yapısında meydana gelen sertleşme ve sıkılaşma üzerine etkilerinin önemli olduğünü bildirmişlerdir. Bu etkiyi pH'nın kazeinin izoelektrik noktasına yaklaşması ve bunun sonucunda κ -karagenan-kazein arasındaki elektrostatik itmelerin yerini bu iki bileşenin birbirine yaklaşarak hidrojen bağıları oluşturmaları ve bu bağıların yapıda sıkılığı artırmasıyla açıklamışlardır (Marchessau ve diğ., 1997). Marchessau ve diğ. (1997) yaptıkları bir çalışmada düşük pH seviyelerinde ayrıca protein-protein interaksiyonlarının yüksek seviyede olduğü bildirmişlerdir. Buna bağılı olarak proteinlerin agregat oluşturduğü ve yağıın zayıf bir şekilde emülsifiye halde kaldığı bildirilmiştir. Ayrıca bu çalışmada pH seviyesi 5,0 ile 6,2 ile arasında tutulduğunda 5,4 ve altındaki pH seviyelerinde ürünün stabilitesi fonksiyonel anlamda düştüğü saptanmıştır. pH yükseltildikçe proteinin izoelektrik noktasından uzaklaşılmasından dolayı yapıda sıkılığın arttığı tespit edilmiştir (Marchessau ve diğ., 1997; Kapoor ve Metzger, 2008).

Ayrıca iki ürün arasındaki farklılık eritme tuzu ve sitrik asit konsantrasyonlarının farklı olması sonucunda ürünlerin yapısına kattıkları iyon miktarının farklı olmasından da kaynaklanabilir. κ -Karagenanın katyonların varlığında güçlü jeller oluşturduğü bilinmektedir (Imeson, 2000). Eritme tuzu ve sitrik asit konsantrasyonlarının artırılması üründe bulunan sodyum iyonlarının konsantrasyonunu artıracğından κ -karagenanın oluşturduğü yapının sertleşmesine sebep olmuş olabilir.

Depolama boyunca formül 1 ile üretilen ürünün sertliği artmıştır (Şekil 4.2). Formül 1 ile üretilen örnek sertlik olarak Kaşar peynirine yakın olarak üretilse de depolamadaki eğilimi Kaşar peynirinden farklı olmuştur. Bu örnekte yapıyı oluşturan moleküller arasındaki etkileşimlerin zaman içinde artması sonucunda sertliğin arttığı düşünülmektedir.

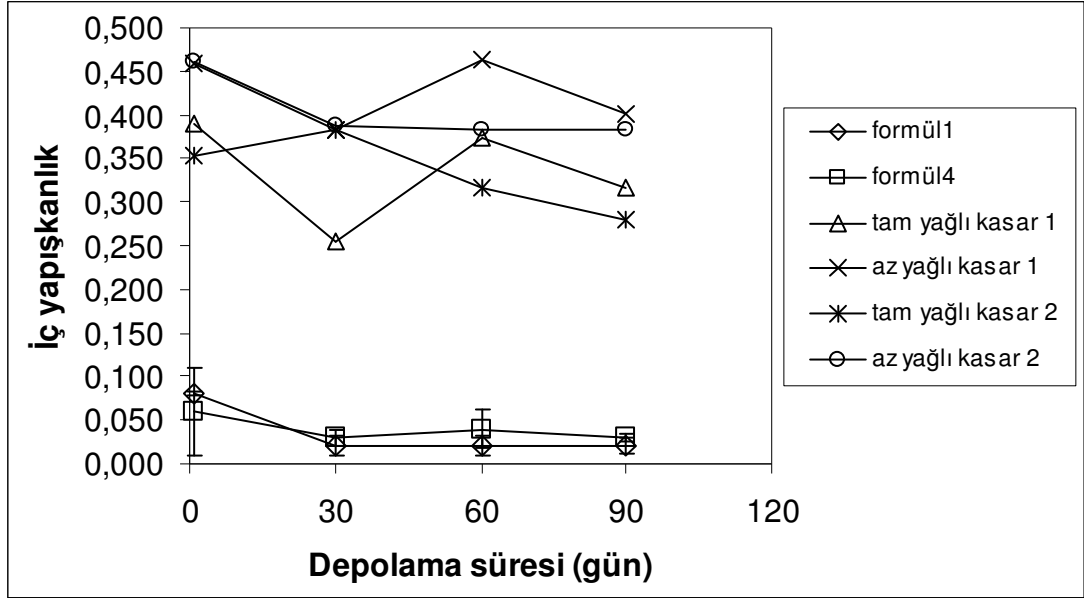


Şekil 4.2: Peynir benzeri ürünlerin ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde sertliklerinin değişimi

Örneklerin iç yapışkanlık değerleri üzerinde depolama süresinin etkili olduğu bulunmuştur (EK D.7). Formül 1 ile üretilen üründe 30. günde iç yapışkanlık önemli derecede düşmüş ve daha sonraki günlerde bu seviyelerde kalmış buna karşılık formül 4 ile üretilen örnekte ise önemli bir değişim olmamıştır. Formül 4 ile üretilen örnekte depolama boyunca formül 1 ile üretilen örneğe oranla yapısal bütünlüğün daha fazla miktarda korunduğu söylenebilir. Formül 1 ile üretilen örneğin iç yapışkanlığının depolama süresinde değişimi örnekteki sertlikte açıklandığı gibi moleküller arasındaki etkileşimlerin pH ve iyon konsantrasyonuna bağlı olarak zaman içinde artması ile açıklanabilir. Üründe etkileşimler arttıkça bölgesel bağlanmalara bağlı olarak daha kırılğan bir yapı oluşacaktır.

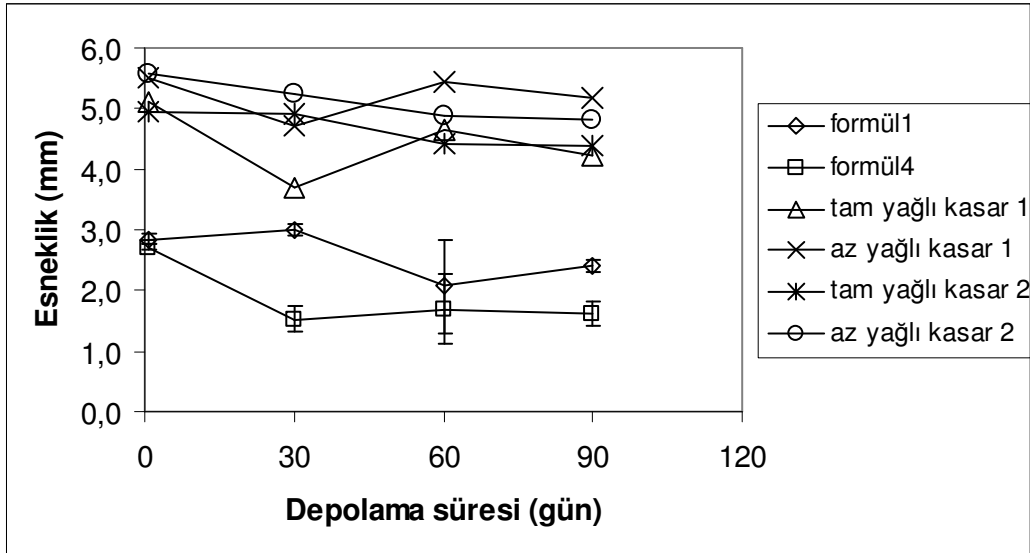
Ürünlerin iç yapışkanlığı Kaşar peynirinkine göre düşüktür (Şekil 4.3). Üründe normal peynire göre protein miktarının düşük olması ve protein yerine κ -karagenan ve nişasta gibi farklı polisakkaritlerin kullanılması belirli bir heterojenlik yaratmaktadır (Mounsey ve O’Riordan, 2007; Kiziloğlu ve diğ., 2009). Normal

peynirde yapıya hakim olan proteindir ve protein ağının güçlü olması sebebiyle iç yapışkanlık yüksektir. Ticari Kaşar peynirlerinde de iç yapışkanlıkta depolama süresinde bir düşüş meydana gelmiştir, bunun proteoliz ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.



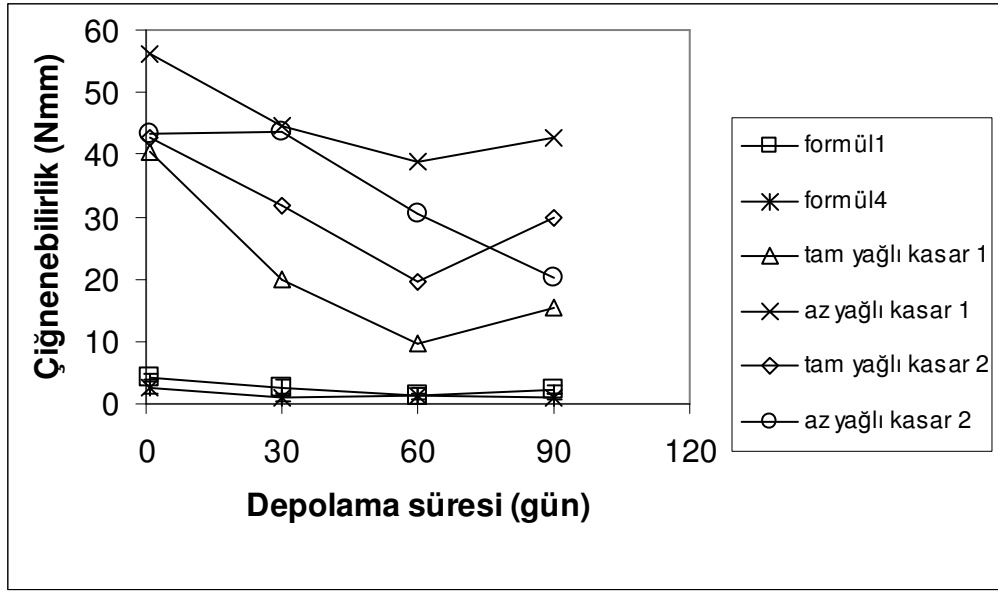
Şekil 4.3: Peynir benzeri ürünlerin ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde iç yapışkanlıklarının değişimi

Örneklerin esnekliğinin üzerinde üretilen formül ve depolama süresi etkilerinin önemli düzeyde olduğu bulunmuştur (Çizelge D.10) Formül 1 ile üretilen örneğin esnekliği formül 4 ile üretilen örneğin esnekliğinden yüksek çıkmıştır. Bunun yukarıda sertlikle ilgili yapılan açıklamalardaki gibi yapıdaki moleküllerarası etkileşimlerin daha fazla olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum Stampanoni ve Noble (1991)'ın yaptıkları çalışmada bulunan sonuç ile uyum göstermektedir. Formül 1 ile üretilen örneğin esnekliğinde depolama süresinde bir değişim olmazken formül 4 ile üretilen örneğin esnekliği depolama süresinde azalmıştır. Bu örneğin pH değerinin yüksek ve iyon konsantrasyonunun düşük olması örnek yapısındaki moleküller arasındaki etkileşimin azalmasına ve dolayısıyla esnekliğin azalmasına sebep olmuş olabilir. Örneklerin esnekliği Kaşar peynirlerinkinden düşük bulunmuştur (Şekil 4.4). Yukarıda da açıklandığı gibi Kaşar peyniri yapısındaki moleküller arasındaki bağlar peynir benzeri ürünlerin yapısındakilere göre daha kuvvetlidir.



Şekil 4.4: Peynir benzeri ürünlerin ve Kaşar peynirlerinin depolama süresinde esnekliklerinin değişimi

Örneklerin çiğnenebilirliği üzerine formül ve depolama süresi etkili bulunmuştur. Çiğnenebilirlik ürünün yutulabilir hale gelmesi için gerekli çiğneme sayısıdır ve sertlik, iç yapışkanlık ve esneklik kullanılarak hesaplanmaktadır (Gunesakaran ve Ak, 2003). Örneklerde iç yapışkanlığın ve esnekliğin Kaşar peynirlerine göre daha düşük değerlerde olması sebebiyle çiğnenebilirlik peynir benzeri ürünlerde düşük bulunmuştur. Depolama süresinde peynir benzeri ürünlerde çiğnenebilirlik sertliğin artması buna karşılık iç yapışkanlığın düşmesi sebebiyle büyük bir değişime uğramamıştır. Fakat formül 4 ile üretilen örnekte çiğnenebilirlik esnekliğin daha düşük olması sebebiyle formül 1 ile üretilen örneğe göre daha düşük seviyede olmuştur (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Peynir benzeri ürünlerin ve Kaşar peynirinin depolama süresinde çiğnenebilirliklerinin değişimi

Peynir benzeri ürünlerin çiğnenebilirliği üzerinde formül ve depolama süresi etkilerinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır (EK D.13). Ancak daha önce yapılan çalışmada sitrik asit ve eritme tuzları konsantrasyonlarının çiğnenebilirlik üzerine etkilerinin önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir. O çalışmada sitrik asit ve eritme tuzları konsantrasyonları arasındaki farklılıklar daha düşük düzeyde olduğundan bir farklılık tespit edilmemiş olabilir.

4.2.3 Peynir Benzeri Ürünlerde Depolama Süresinde Mikrobiyolojik Değişimler

Ürünün özellikleri gözönünde bulundurularak ürün güvenliği ve kalitesini olumsuz yönde etkileyebilecek mikroorganizma türleri belirlenmiştir. Üründe aerobik mezofilik bakteri, küf-maya ve *Clostridium* türlerinin sayımları yapılmıştır

4.2.3.1 Aerobik mezofilik bakteri gelişimi

Örneklerde formül, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin aerobik mezofilik bakteri sayısına etkilerinin önemli düzeyde olduğu saptanmıştır (Çizelge F.1). Ayrıca zaman-sıcaklık ve formül-zaman interaksiyon etkilerinin de önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($P < 0,05$). Formül 1 ile üretilen örnekteki aerobik mezofilik bakteri sayısı depolama boyunca formül 4 ile üretilen örneğe göre daha düşük seyretmiştir (Çizelge 4.4). Bu eğilim formül 1 ile üretilen örneğin pH'sının düşük olması ve eritme tuzu konsantrasyonunun yüksek olması ile açıklanabilir. Düşük pH'nın bakteri gelişimini engelleyici olduğu bilinmektedir. Eritme tuzunun sofr tuzu gibi

antimikrobiyal özellik gösterebileceği Glass ve Doyle (2005) ile ter Steeg ve diğ. (1995) tarafından bildirilmektedir. Depolama süresi sonunda tüm örnekler benzer sayıda aerobik mezofilik bakteri sayısına ulaşmıştır.

Çizelge 4.4: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresince aerobik mezofilik bakteri gelişimi¹

Formül ²	Depolama sıcaklığı (°C)	Aerobik mezofilik bakteri (log ₁₀ kob/g peynir)			
		Depolama süresi (gün)			
		1	30	60	90
1	4	2,88±0,08 ^a	2,81±1,28 ^a	3,93±0,33 ^a	4,33±1,04 ^a
1	25	2,93±0,04 ^a	4,47±0,06 ^{ab}	5,17±0,96 ^{ab}	6,10±0,69 ^b
4	4	3,30±0,06 ^b	5,28±0,21 ^c	2,39±0,25 ^a	5,57±0,03 ^c
4	25	3,30±0,04 ^a	6,43±0,49 ^c	5,38±0,03 ^b	5,94±0,03 ^{bc}

¹ Ortalama ± standart sapma (n=2). Her formül için aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar farklıdır (P<0,05).

² Örneklerde %24,2 vakımsız mısır nişastası, %12,5 tereyağı, %10 Taze kaşar peyniri %1,5 κ-karagenan, %0,5 tuz ve küf kökenli α-amilaz enzimi (5,9 FAU/g nişasta) bulunmaktadır. Formül 1 ile üretilen örnekte %0,3 sitrik asit %0,22 trisodyum sitrat %0,1 disodyum fosfat, formül 4 ile üretilen örnekte %0,1 sitrik asit %0,11 trisodyum sitrat %0,05 disodyum fosfat bulunmaktadır. Geri kalan yüzdede distile su bulunmaktadır.

Aerobik mezofilik bakteri sayısı Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyal Kriterler Tebliği'nde eritme peyniri için en yüksek 4 log₁₀kob/g peynir olarak bildirilmektedir. Formül 1 ile üretilen örnek 4°C'de depolandığında aerobik mezofilik bakteri sayısının 60 gün boyunca bu değeri aşmadığı saptanmıştır. Formül 4 ile üretilen ve 4°C'de depolanan örnekte ise aerobik mezofilik bakteri sayısı depolama süresi boyunca dalgalanma göstermiştir (Çizelge 4.4). Bu dalgalanma benzer şekilde Muir ve diğ. (1999)'nin peyniraltı suyu tozu ile üretilen nişasta bazlı peynir benzeri bir ürün üzerine yaptıkları çalışmada da kaydedilmiştir. Formül 4 ile üretilen ve 4°C'de depolanan örnekte formül 1 ile üretilen örneğe göre mikroorganizma gelişimi için uygun ortam sağlanmıştır ancak ortamdaki mevcut rekabetten dolayı böyle bir eğilim gözlenmiş olabilir. Depolama sıcaklığının artırılmasının mikrobiyal gelişimi teşvik ettiği görülmektedir. Örnekler daha hijyenik koşullarda üretildiği ve 4°C'de depolandıkları takdirde aerobik mezofilik bakteri sayısı azaltılabilir.

4.2.3.2 Küf ve maya gelişimi

Peynir benzeri ürünlerde depolama süresince küf ve maya sayılarındaki değişimin depolama süresinde önemli oranda değişmediği saptanmıştır. Buna karşılık ürün formülü ile depolama süresinin interaksiyonun önemli düzeyde etkili olduğu saptanmıştır (P<0,05). Ürünün depolama sıcaklığının küf ve maya sayısını önemli derecede etkilediği bulunmuştur (P<0,05). Küf ve maya sayısı depolama sıcaklığı

25°C olan örneklerde daha düşük seyretmiştir (Çizelge 4.5). Farklılığın sebebinin 25°C’de üretilen örnekte oluşan yüksek mikrobiyal popülasyona bağlı rekabet etkisi olduğu düşünülmektedir. Formül 4 ile üretilen ve 4°C depolama sıcaklığında tutulan örnekte ise 30. günde önemli düzeyde artış meydana geldiği ve artan bu sayının depolamanın devamında aynı kaldığı bulunmuştur ($P<0,05$). Bu formülle üretilen ürün 25°C’de depolandığında küf ve maya sayısında önemli değişim gözlenmemiştir. Küf ve maya sayısı Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliğinde küf ya da maya ile üretilmeyen peynirler için beş örnekten ikisinde en yüksek 3 $\log_{10}$ kob/g örnek olarak bildirilmiştir. Buna göre 25°C’de depolanan örneklerin 90 gün depolama sonunda bu değeri aşmadığı saptanmıştır. Yüksek sıcaklıkta depolanan örneklerde rekabet etkisi sebebi ile küf ve maya sayılarının düşük olduğu düşünülmektedir Formül 4 ile üretilen örnek 4°C’de depolandığında 30. günde Tebliğde verilen değerlerin üstünde küf ve maya içerdiği gözlenmiştir. Formül 1 ile üretilen örnekte ise depolamanın ilk gününden itibaren sayıda dalgalanmalar gözlenmiştir. Muir ve diğ. (1999) nişasta içeren peynir benzeri bir ürün üzerine yaptıkları çalışmada da küf ve maya sayısının sayısal olarak benzer seviyelerde ve benzer eğilimde seyrettiği bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklıkta depolanan örneklerde rekabet etkisi sebebi ile küf ve maya sayılarının düşük olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.5: Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde küf ve maya gelişimi

Formül	Depolama Sıcaklığı (°C)	Küf ve maya ($\log_{10}$ kob/g peynir)			
		Depolama süresi (gün)			
		1	30	60	90
1	4	2,85±0,19 ^a	1* ^a	2,78±0,38 ^a	1,37±0,8 ^a
1	25	1,98±0,26 ^a	1,15±0,21 ^a	1,78±0,33 ^a	1,12±0,21 ^a
4	4	1* ^a	2,36±1,00 ^b	2,81±0,05 ^{bc}	2,30±0,00 ^c
4	25	1* ^a	1,54±0,00 ^a	1* ^a	1* ^a

¹ Ortalama ± standart sapma (n=2). Her formül için aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar farklıdır ($P<0,05$).

² Örneklerde %24,2 vaksimsı mısır nişastası, %12,5 tereyağı, %10 taze Kaşar peyniri %1,5 κ -karagenan, %0,5 tuz ve küf kökenli α -amilaz enzimi (5,9 FAU/g nişasta) bulunmaktadır. Formül 1 ile üretilen örneklerde %0,3 sitrik asit %0,22 trisodyum sitrat %0,1 disodyum fosfat, formül 4 ile üretilen örneklerde %0,1 sitrik asit %0,11 trisodyum sitrat %0,05 disodyum fosfat bulunmaktadır. Geri kalan yüzde distile su bulunmaktadır.

³ Bu örneklerde küf ve maya gelişimi tespit edilmemiştir. Ancak dökme plak yönteminde en düşük seyreltim 10^{-1} olacağından sayı 1 olarak verilmiştir.

4.2.3.3 Clostridia gelişimi

Yapılan *Clostridium* taramalarında vejetatif ya da spor formunda *Clostridium* hücrelerine rastlanılmamıştır. Ancak bu durum, bakterilerin veya sporlarının üründe bulunması veya bulaşması söz konusu olduğu takdirde bu bakterilerin üründe gelişme ve toksin üretme riski hakkında bir fikir vermemektedir. Ancak bakterinin

ürüne inokülasyonu sonrasında yapılan analizlerle bu riskin olup olmadığı kesin olarak tespit edilebilir. Yapılan literatür çalışmasında, *Clostridium botulinum* gelişimi için en düşük pH 4,6 ve en düşük su aktivitesi 0,93 olarak bildirilirken *Clostridium perfringens* için en düşük pH 5,5 ve en düşük su aktivitesi 0,95 olarak bildirilmektedir (Gibbs, 2002) *Clostridium botulinum*'un 4,6 pH seviyelerinde gelişebilme özelliği olmasına karşılık bu faktör ile su aktivitesi faktörü birlikte düşürüldüğünde bu türün gelişimi daha yüksek pH seviyelerinde de engellenebilmektedir (ter Steeg ve diğ., 1995). Ürün formülasyonu hazırlanırken su aktivitesi yüksek olan bir ürün hazırlanmak istenirse bu durumda pH ayarlaması ya da nisin gibi koruyucular ile güvenlik sağlanabilmektedir (Walstra ve diğ., 2006).

4.2.4 Peynir benzeri ürünlerde depolama süresinde meydana gelen duyuşal değişimler

Duyuşal analizlerde depolanmış örnek taze örnek ile yapı ve tat açısından karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma farklılık derecesi testi ile yapılmış ve farklılık farksız ile tamamen farklı arasında değişen terimler içeren 6'lı skalada derecelendirilmiştir (Ek B). Örnekler depolama süresi sonunda tat ve yapı açısından taze kontrol örneğinden önemli düzeyde farklı bulunmuştur (EK F). Örnekler taze örnek ile yapı açısından karşılaştırıldıklarında formül 1 ile üretilen örnek çok farklı, formül 4 ile üretilen örnek ise farklı bulunmuştur. Örnekler kontrol örneği ile tat açısından karşılaştırıldığında ise her iki örnek de taze örnekten biraz farklı bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6: Üç ay depolanan peynir benzeri örneklerin taze örnek ile duyuşal özellikler açısından farklılık derecesi testi ile karşılaştırılması

Örnek ¹	YAPI ²		TAT ²	
	Kontrol-Kontrol farklılığı (puan)	Kontrol-Örnek farklılığı (puan)	Kontrol-Kontrol farklılığı (puan)	Kontrol- Örnek farklılığı (puan)
Formül 1	0,1 ^a	3,7 ^b	0,2 ^a	2,3 ^b
Formül 4	0,5 ^a	2,8 ^b	0,4 ^a	2,5 ^b

¹ Örneklerde %24,2 vaksımsı mısır nişastası, %12,5 tereyağı, %10 taze Kaşar peyniri %1,5 κ-karagenan, %0,5 tuz ve küf kökenli α-amilaz enzimi (5,9 FAU/g nişasta) bulunmaktadır. Formül 1 ile üretilen örnekte %0,22 trisodyum sitrat ve %0,1 disodyum fosfat, formül 4 ile üretilen örnekte %0,11 trisodyum sitrat ve %0,05 disodyum fosfat bulunmaktadır. Geri kalan yüzdede distile su bulunmaktadır.

² Ortalama ± standart sapma (n=2). Her formül için aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar farklıdır (P<0,05).

Depolama süresinde formül 1 ile üretilen örnekte yapıda kuruma ve sertleşme, tatta ise ekşilik ve tuzlulukta azalma ve tereyağı tadı tespit edilmiştir. Formül 4 ile üretilen örnekte yağlılık olduğu gözlenmiştir. Her iki örneğin duyuşal özellikleri üç ay depolama sonunda değişmiş ancak bu değişim kabul edilebilir bir düzeyde olmuştur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, fenilalanin açısından kısıtlı diyet uygulaması gereken fenilketonüri hastalarının tüketimine yönelik nişasta bazlı ve düşük oranda protein içeren peynir benzeri bir ürünün depolama süresinde meydana gelen yapısal, mikrobiyolojik ve duyusal değişimler incelenmiştir.

Çalışmanın birinci aşamasında, eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonlarının yapısal özelliklere etkileri belirlenmiştir. Eritme tuzları ve sitrik asit konsantrasyonlarının ürünün sertlik ve eriyebilirliği üzerinde önemli düzeyde etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu aşama sonuçlarına göre en sert yapıyı oluşturan örnek formülü (Formül1: %0,3 sitrik asit, %0,22-0,1 trisodyum sitrat-disodyum fosfat) ve eriyebilirliği en yüksek olan örnek formülü (Formül4,: %0,1 sitrik asit, %0,11-0,05 trisodyum sitrat-disodyum fosfat) depolama çalışmaları için seçilmiştir. Bu iki formül ile örnekler üretilmiş, vakumlu ambalajda 4°C’de 3 ay depolanmış ve depolama süresinde yapısal, mikrobiyolojik ve duyusal değişimler incelenmiştir.

Her iki formül ile üretilen ürünlerde serbest yağ tespit edilmemiştir. Formül 1 ile üretilen ürünün sertliği 30. gün ve sonrasında artmış, iç yapışkanlığı ise azalmıştır. Ayrıca depolama boyunca ürünün eriyebilirliğinde bir değişiklik olmamıştır. Bu formül ile üretilen örnek üründen beklenen mikrobiyolojik kriterleri uzun süre karşılayabilmektedir. Buna karşılık formül 4 ile üretilen örnek formül1 ile üretilen örneğe göre yüksek eriyebilirliğe sahip bulunmuş ve depolama boyunca bu özelliğini korumuştur. Ayrıca bu örnekte, sertlik ve esneklik formül 1 ile üretilen örneğinkilere göre daha düşük bulunmuştur. Bu ürünün depolama süresinde yapısal özelliklerinde önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Bu üründe pH’nın yüksek olmasından dolayı mikrobiyal gelişim daha hızlı gerçekleşmiştir.

Yapılan duyusal analizlerde, taze örnek ile karşılaştırma yapılarak ürünün duyusal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Depolamanın sonunda formül 1 ile üretilen örneğin taze örnekten yapısal olarak çok farklı, tat bakımından ise biraz farklı

olduğu, formül 4 ile üretilen örneğin ise yapısal olarak farklı, tat bakımındansa biraz farklı olduğu tespit edilmiştir.

Ürünün yapısal ve duysal özelliklerinin sağlanması ve korunması açısından sitrik asit ve eritme tuzu konsantrasyonlarının önemli olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinde mikrobiyal güvenliğin sağlanması ve gelişmenin engellenmesi açısından ise pH ve su aktivitesinin kontrolü önem taşımaktadır. Ürünün üretiminde, istenen yapısal ve duysal özelliklerin sağlanması ve korunması, mikrobiyal güvenliğin sağlanması ve mikrobiyal bozulmanın kontrol altında tutulması açısından ürün formülünde etkili olan bu faktörler gözönünde bulundurularak son ürün formülünün oluşturulması tavsiye edilmektedir.

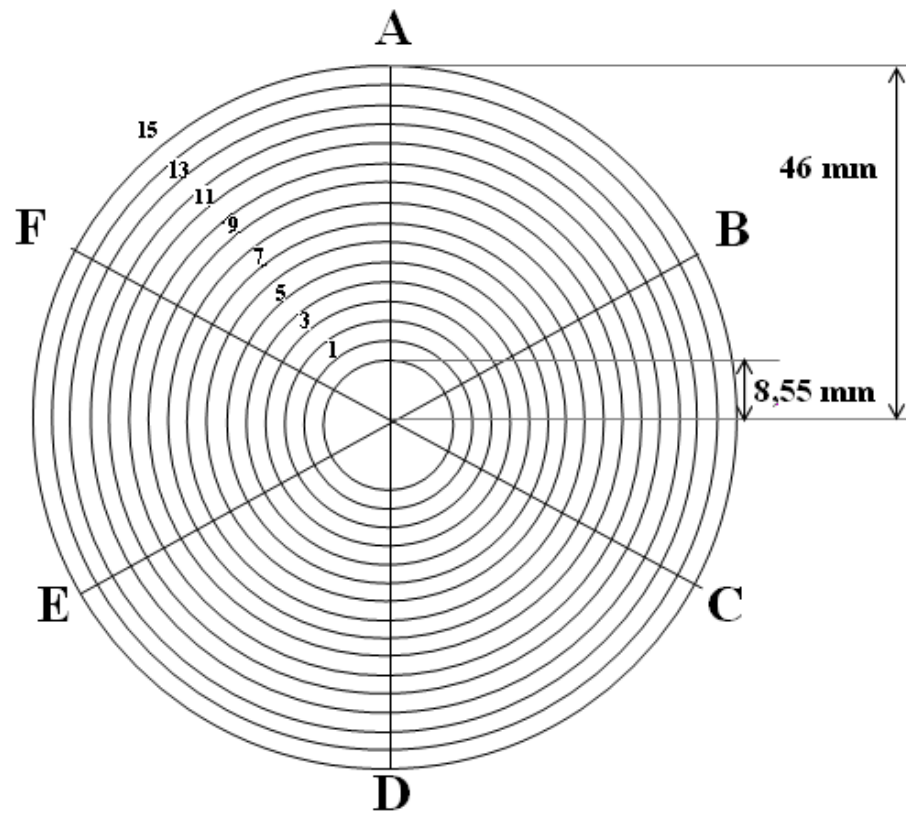
KAYNAKLAR

- Arimi J.M., Duggan E., O'Sullivan M., Lyng J.G. and O' Riordan E.D., 2008.** Effect of refrigerated storage on water mobility and microwave expansion of imitation cheese containing resistant starch, *Journal of Food Engineering*, **89**, 258-266.
- Arnott D.R., Morris H.A., and Combs W.B., 1957.** Effects of certain chemical factors on the melting quality of processed cheese *Journal of Dairy Science*, **49**, 957-963.
- Bachmann H.P., 2001.** Cheese analogues; a review, *International Dairy Journal*, **11**, 505–515.
- Baezza R.I., Carp D.J., Perez., and Pilosof A.M.R., 2002.** κ -carrageenan-protein interactions on polysaccharide gelling and textural properties, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **35**, 741–747.
- Beuchat L.R., Clavero M.R.S. and Jaquette C.B. 1997.** Effects of nisin and temperature on survival, growth, and enterotoxin production characteristics of psychrotrophic *Bacillus cereus* in beef gravy, *Applied and Environmental Microbiology*, **63**, 1953-1958.
- Blackburn C.W. and McClure P.J., 2002.** *Food borne pathogens hazards risk analysis and control*, Chapter 15, Ed. Gibbs P., CRC Press Inc., Boca Raton, Boston, USA.
- Briozzo J., Chirife J., De Lagarde A., and E., Parada J., 1986.** Effect of water activity and pH on growth and toxin production by *Clostridium botulinum* type G, *Applied and Environmental Microbiology*, **51**, 844-848.
- Bunka F., Stetina J., and Hrabe J., 2008.** The effect of storage temperature and time on the consistency and color of sterilized processed cheese, *Eur Food Res Technol*, **228**, 223–229.
- Cumhur Ö., 2008.** Peynir benzeri bir üründe farklı protein kaynaklarının yapısal özelliklere etkilerinin belirlenmesi *Yüksek lisans tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dickinson E., and Pawlowsky K., 1998.** Influence of κ -carrageenan on the properties of a protein stabilized emulsion, *Food Hydrocolloids*, **12**, 417-423.
- Dodds K.L., 1988.** Combined effect of water activity and pH on inhibition of toxin production by *Clostridium Botulinum* in cooked, vacuum-packed potatoes, *Applied and Environmental Microbiology*, **55**, 656-660.

- Eleya M.M.O., and Turgeon S.L.,** 2000. Effect of pH on the rheology of protein-carrageenan mixed gels, *Food Hydrocolloids*, **14**, 245–251.
- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M. and McSweeney, P.L.H.,** 2000. Fundamentals of Cheese Science, pp. 429-451, Aspen Publishers Inc., Maryland.
- FDA HHS,** 2003, 133.169. Pasteurized Process Cheese, 21 CFR ,**1**, 340-342.
- Genigeorgis C. and Raeuvuori M.,** 1975. Effect of pH and sodium chloride on growth of *Bacillus cereus* in laboratory media and certain foods, *Applied Microbiology*, **29**, 68-73.
- Glass K. and Doyle M.E,** 2005. Safety of Processed Cheese, *FRI Briefings*, 1-10.
- Graham A.F., Mason D.R., and Peck M.W.,** 1996. Inhibitory effects of heat treatment, pH, and sodium chloride on growth from spores of nonproteolytic *Clostridium botulinum* at refrigeration temperature, *Applied and Environmental Microbiology*, **62**, 2664-2668.
- Gu Y.S., Decker E.A., and McClements D.J.,** 2005. Influence of pH and carrageenan type on properties of β -lactoglobulin stabilized oil-in-water emulsions, *Food Hydrocolloids*, **19**, 83–91.
- Guinee, T.P., Caric, A. and Kalab, M.** 2004. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products, in *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology*, pp. 379-385, Ed. Fox, P.F., Elsevier Academic Press, Boston, MA.
- Guinee, T.P.,** 2007. Cheese-like products, in *Cheese Problems Solved*, pp. 365-383, Ed. McSweeney, P.L.H., CRC Press Inc., Florida, USA.
- Gunasekaran S. and Ak M.M.,** 2003. Cheese Rheology and Texture, Woodhead Publishing Boca Raton, FL.
- Gupta S.K., Karahadian C. and Lindsay R.C.,** 1984. Effect of emulsifier salts on textural and flavor properties of processed cheeses, *Journal of Dairy Science* **67**, 764-778.
- Harrigan W.F.,** 1998. Laboratory Methods in Food Microbiology, WBC London, UK.
- Hakovirta J., Reunanen J., and Saris P.E.J.,** 2006. Bioassay for nisin in milk, processed cheese, salad dressings, canned tomatoes and liquid egg products, *Applied and Environmental Microbiology*, **72**, 1001-1005.
- IFT/FDA,** 2003. Factors that influence microbial growth, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, **2**, 21-32.
- Imeson, A.P.,** 2000. Carrageenan, in *Handbook of Food Hydrocolloids*, pp: 87-103, Eds. Phillips, G.O. and Williams, P.A., Woodhead Publishing Ltd, U.K.
- Kapoor R. and Metzger L.E,** 2008. Processed Cheese Scientific and Technological Aspects- a review, *Comprehensive reviews in food science and food safety*, **7**, 194-214.
- Kızılöz, B.,** 2008. Sert peynire benzeyen and düşük oranda protein içeren bir ürün yapısının geliştirilmesi, *Yüksek lisans tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kiziloz B., Cumhuri O., and Kilic M.,** 2009. Development of the structure of an imitation cheese with low protein content, *Food Hydrocolloids*, doi:10.1016/j.foodhyd.2008.11.006
- Kılıç M., Güneş G., ve Boyacıoğlu D.** 2008. Fenilketonüri hastalarına yönelik özel beslenme amaçlı peynir üretimi, *Proje Raporu*, **1060075**, T.Ü.B.İ.T.AK., Ankara.
- Kiely, L. J., McConnell, S. L., and Kindstedt, P. S.,** 1991. Observations on the melting behavior of imitation Mozzarella cheese, *Journal of Dairy Science*, **74**, 3568–3572.
- Kindsted, P.S. and Rippe, J.K.,** 1990. Rapid quantitative test for free oil (oiling off) in melted Mozzarella cheese, *Journal of Dairy Science*, **73**, 867-873.
- Kosikowski, F. V.,** 1977. Cheese and fermented milk foods (2nd ed.). New York: F.V. Kosikowski and Associates. pp. 337–340.
- Kreisman L.N., and Labuza T.,** 2006. Storage stability of intermediate moisture food process cheese food products, *Journal of food science*, **43**, 341-344.
- Lawless H. T., and Heymann, H.,** 1998. *Sensory Evaluation of Food*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, **221**, 430-479.
- Lee S.K., Anema S., and Klostermeyer H.,** 2004. The influence of moisture content on the rheological properties of processed cheese spreads, *International Journal of Food Science and Technology*, **39**, 763–771.
- Lee S.K. and Klostermeyer H.,** 2001. The effect of pH on the rheological properties of reduced-fat model processed cheese spreads, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **34**, 288-292.
- Luallen T.,** 2004. Starch in food; Structure, function and applications, Woodhead Publishing, Boca Raton FL.
- Marchessau S., Gastaldi E., Lagaude and A., L-Cuq J.,** 1997. Influence of pH on protein Interactions and Microstructure of Process Cheese , *Journal of Dairy Science*. **80**, 1483-1489.
- McSweetney P.H,** 2007. Cheese Problems solved , Woodhead Publishing Guinea T.P. Chapter 18 What is processed cheese; 365-383.
- Meilgaard M., Civille, G.V., and Carr, B.T.,** 1999. Sensory Evaluation Techniques, 3rd ed., CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Mounsey, J.S. and O’Riordan, E.D.,** 2007. Characteristics of imitation cheese containing native or modified rice starches. *Food Hydrocolloids*, doi:10.1016/j.foodhyd.2007.06.014.
- Muir D.D., Tamime A.Y,** 1998. Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitutes 1.Composition, Microbiological quality and Flavour Changes During Storage at 5 °C, *Lebensm.-Wiss.u-Technol.*, **32**, 41-49.
- Nunes M.C., Raymundo A., and Sousa I.,** 2006. Rheological behaviour and microstructure of pea protein/κ-carrageenan/starch gels with different setting conditions, *Food Hydrocolloids*, **20**, 106–113.
- Olson N.F., Vakaleris D.G., and Price W.V.,** 1958. Acidity and age of natural cheese as factors affecting the body of pasteurized process cheese spread, *Journal of Dairy Science*, **41**, 1005-1016.

- Özdamar K.**, 2004. Paket Programlama ile istatistiksel veri analizi-1 SPSS, MINITAB, NCSS, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Park, J., Rosenau, J. R., & Peleg M.**, 1984. Comparison of four procedures of cheese meltability evaluation. *Journal of Food Science*, **49**, 49–53.
- Roberts R.F. and Zottola E.A.**, 1993. Shelf-life of pasteurized process cheese spreads made from cheddar cheese manufactured with a nisin-producing starter culture, *Journal of Dairy Science*, **76**, 1829-1836.
- Schar W. and Bosset J.O.**, 2002. Chemical and physicochemical changes in process cheese, and ready-made fondue during storage-a review *Lebensm.-Wiss.u-Technol.* **35**, 15-20.
- Seçkin, Y.**, 2007. Fenilketonürlü çocukların pisko-pedagojik sorunları ve çözümleri, *IX. Uluslararası Katılımlı Beslenme ve Metabolizma Kongresi*, İstanbul, 22-25 Ekim.
- Skura B.J. and Nakai S.** 2006. Physicochemical verification of nonexistence of α_{s1} -casein- κ -carrageenan interaction in calcium-free-systems, *Journal of Food Science*, **45**, 582-591.
- Stampanoni, C. R. and Noble, A. C.** 1991. The influence of fat and salt on the perception of selected taste and texture attributes of cheese analogs. A scalar study. *Journal of Texture Studies*, **22**, 367-380.
- Strong D.H., Foster E.F., and Duncan C.L.**, 1970. Influence of Water Activity on the growth of *Clostridium perfringens*, *Applied Microbiology*, **19**, 980-987.
- ter Steeg P.F., Cuppers H.G.A.M., Hellemons J.C. and Rijke G.**, 1995. Growth of Proteolytic *Clostridium Botulinum* in Process Cheese Products; I. Data Acquisition for modeling the influence of pH, NaCl, Emulsifying Salts, Fat Dry Basis and Temperature, *Journal of Food Protection*, **58**, 1091-1099.
- Templeton H.L. and Sommer H.H.**, 1931. Factors affecting the body and the texture of processed cheese, *Journal of Dairy Science*, **15**, 29-41.
- Tziboula A. and Horne D.S.**, 1999. Influence of milk proteins on κ -carrageenan gelation, *International Dairy Journal* **9**, 359-364.
- Udayarajan, C.T., Lucey, J.A. ve Horne, D.S.** 2005. Use of fourier transform mechanical spectroscopy to study the melting behavior of cheese, *Journal of Texture Studies*, **36**, 489-515.
- Van Hekken, D.L., Tunick, M.H., Malin, E.L. ve Holsinger, V.H.**, 2007. Rheology and melt characterization of low-fat and full fat Mozzarella cheese made from microfluidized milk, *Lebensmittel- Wissenschaft und Technologie*, **40**, 89-98.
- Verbeke D., Bael K., Devetnick K., Thas O.**, 2006. Interactions between κ -carrageenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts, *International Dairy Journal* **16** 482–488.
- Walstra P., Wouters, J.T.M. and Geurts, T.**, 2006. *Dairy Science and Technology*, CRC Press Inc., Florida, USA.
- Zschocke J.**, 2003. Phenylketonuria mutations in Europe, *Human Mutation*, **21**, 345-356.

EKLER**EK A**

Şekil A.1: Eriyebilirlik ve serbest yağ ölçüm skalası (Kosikowski, 1977; Park ve diğ., 1984)

EK B DUYUSAL ANALİZ FORMU**Ad Soyad;****FARKLILIK DERECEŚİ TESTİ
PEYNİR YAPI DEĞERLENDİRMESİ****Açıklamalar;**

Size bir kontrol örneği ve 2 adet kodlu örnek verilmiştir. Önce kontrol örneğini daha sonra kodlu örnekleri soldan sağa doğru yapı (sertlik,iç yapışkanlık ,esneklik, görünüm, vb) açısından inceleyiniz.

Her kodlu örnek için, kontrol ile arasında farklılık olup olmadığını belirtiniz, farklılık varsa bu farklılığın derecesini aşağıdaki skalaya göre değerlendiriniz.

Örnek numarası	Farksız	Çokaz farklı	Biraz farklı	Farklı	Çok farklı	Tamamen farklı

Yorumlar;**FARKLILIK DERECEŚİ
PEYNİR TAT DEĞERLENDİRMESİ****Açıklamalar;**

Size bir kontrol örneği ve 2 adet kodlu örnek verilmiştir. Önce kontrol örneğini daha sonra kodlu örnekleri soldan sağa doğru tat (ekşilik, tatlılık, peynir tadı, tereyağı tadı vb.) açısından inceleyiniz.

Her kodlu örnek için, kontrol ile arasında farklılık olup olmadığını belirtiniz, farklılık varsa bu farklılığın derecesini aşağıdaki skalaya göre değerlendiriniz.

Örnek numarası	Farksız	Çokaz farklı	Biraz farklı	Farklı	Çok farklı	Tamamen farklı

Yorumlar;

EK C DENEME TESTLERİ SONUÇLARI

Çizelge C.1: Eriyebilirlik için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	82,500 ^a	4	20,625	165,000	0,000
sitrik asit	36,125	1	36,125	289,000	0,000
eritmetuzu	1,125	1	1,125	9,000	0,040
sitrik asit* eritmetuzu	0,125	1	0,125	1,000	0,374
Hata	0,500	4	0,125		
Toplam	83,000	8			

a. $R^2 = 0,994$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,988$)

Çizelge C.2: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin eriyebilirlik üzerine etkilerinin belirlenmesi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	82,500 ^a	4	20,625	165,000	0,000
formül	82,500	4	20,625	165,000	0,000
Hata	0,500	4	0,125		
Toplam	83,000	8			

a. $R^2 = 0,994$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,988$)

Çoklu karşılaştırma

eriyebilirlik

Tukey HSD

(I) formül	(J) formül	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
1	2	-4,00 [*]	0,354	0,001	-5,44	-2,56
	3	-0,50	0,354	0,553	-1,94	0,94
	4	-5,00 [*]	0,354	0,001	-6,44	-3,56
2	1	4,00 [*]	0,354	0,001	2,56	5,44
	3	3,50 [*]	0,354	0,002	2,06	4,94
	4	-1,00	0,354	0,146	-2,44	0,44
3	1	0,50	0,354	0,553	-0,94	1,94
	2	-3,50 [*]	0,354	0,002	-4,94	-2,06
	4	-4,50 [*]	0,354	0,001	-5,94	-3,06
4	1	5,00 [*]	0,354	0,001	3,56	6,44
	2	1,00	0,354	0,146	-0,44	2,44
	3	4,50 [*]	0,354	0,001	3,06	5,94

Gözlenen ortalamalara bağlı olarak

Kareler ortalaması (Hata) =0,125.

*. Ortalama farklılık 0,05 önem düzeyinde önemli seviyede.

Çizelge C.3. Sertlik için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	3133,035 ^a	4	783,259	851,003	0,000
sitrik asit	14,180	1	14,180	15,407	0,017
Eritmetuzu	66,892	1	66,892	72,677	0,001
sitrik asit* eritmetuzu	0,088	1	0,088	0,096	0,773
Hata	3,682	4	0,920		
Toplam	3136,717	8			

a. $R^2 = 0,999$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,998$)

Çizelge C.4: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin sertlik üzerine etkilerinin belirlenmesi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	2996,425 ^a	4	749,106	4,953E3	0,000
formül	2996,425	4	749,106	4,953E3	0,000
Hata	0,605	4	0,151		
Toplam	2997,030	8			

a. R² = 1,000 (Düzeltilmiş R² = 1,000)

Çoklu karşılaştırma

sertlik

Tukey HSD

(I) formül	(J) formül	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
1	2	3,1500*	0,38891	0,004	1,5668	4,7332
	3	7,1500*	0,38891	0,000	5,5668	8,7332
	4	8,9500*	0,38891	0,000	7,3668	10,5332
2	1	-3,1500*	0,38891	0,004	-4,7332	-1,5668
	3	4,0000*	0,38891	0,002	2,4168	5,5832
	4	5,8000*	0,38891	0,000	4,2168	7,3832
3	1	-7,1500*	0,38891	0,000	-8,7332	-5,5668
	2	-4,0000*	0,38891	0,002	-5,5832	-2,4168
	4	1,8000*	0,38891	0,033	0,2168	3,3832
4	1	-8,9500*	0,38891	0,000	-10,5332	-7,3668
	2	-5,8000*	0,38891	0,000	-7,3832	-4,2168
	3	-1,8000*	0,38891	0,033	-3,3832	-,2168

Gözlenen ortalamalara bağlı olarak

Kareler ortalaması(Hata) = 0,151.

*. Ortalama farklılığı 0,05 önem düzeyinde önemli seviyede.

Çizelge C.5: İç yapışkanlık için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	0,051 ^a	4	0,013	45,949	0,001
sitrik asit	1,013E-5	1	1,013E-5	0,036	0,858
Eritmetuzu	0,000	1	0,000	0,379	0,572
sitrik asit* eritmetuzu	0,000	1	0,000	0,685	0,454
Hata	0,001	4	0,000		
Toplam	0,052	8			

a. $R^2 = 0,979$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,957$)

Çizelge C.6: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin iç yapışkanlık üzerine etkilerinin belirlenmesi

Kaynak	KT	SD	KO	F	P
Model	0,051 ^a	4	0,013	45,949	0,001
formül	0,051	4	0,013	45,949	0,001
Hata	0,001	4	0,000		
Toplam	0,052	8			

a. $R^2 = 0,979$ Düzeltilmiş $R^2 = 0,957$)

Çoklu karşılaştırma

iç yapışkanlık

Tukey HSD

(I) formül	(J) formül	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
1	2	0,00750	0,016662	0,966	-0,06033	0,07533
	3	0,01700	0,016662	0,749	-0,05083	0,08483
	4	0,00500	0,016662	0,989	-0,06283	0,07283
2	1	-0,00750	0,016662	0,966	-0,07533	0,06033
	3	0,00950	0,016662	0,936	-0,05833	0,07733
	4	-0,00250	0,016662	0,999	-0,07033	0,06533
3	1	-0,01700	0,016662	0,749	-0,08483	0,05083
	2	-0,00950	0,016662	0,936	-0,07733	0,05833
	4	-0,01200	0,016662	0,885	-0,07983	0,05583
4	1	-0,00500	0,016662	0,989	-0,07283	0,06283
	2	0,00250	0,016662	0,999	-0,06533	0,07033
	3	0,01200	0,016662	0,885	-0,05583	0,07983

Gözlenen ortalamalara bağlı olarak

Kareler ortalaması(Hata) = 0,000.

Çizelge C.7: Esneklik için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	64,542 ^a	4	16,135	88,840	0,000
sitrik asit	0,015	1	0,015	0,082	0,789
Eritmetuzu	0,157	1	0,157	0,865	0,405
sitrik asit* eritmetuzu	0,236	1	0,236	1,301	0,318
Hata	0,726	4	0,182		
Toplam	65,268	8			

a. $R^2 = 0,989$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,978$)

Çizelge C.8: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin esneklik üzerine etkilerinin belirlenmesi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	63,100 ^a	4	15,775	90,143	0,000
formül	63,100	4	15,775	90,143	0,000
Hata	0,700	4	0,175		
Toplam	63,800	8			

a. $R^2 = 0,989$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,978$)

Çoklu karşılaştırma

esneklik

Tukey HSD

(I) formül	(J) formül	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
1	2	0,4000	0,41833	0,780	-1,3030	2,1030
	3	0,6000	0,41833	0,543	-1,1030	2,3030
	4	0,4000	0,41833	0,780	-1,3030	2,1030
2	1	-0,4000	0,41833	0,780	-2,1030	1,3030
	3	0,2000	0,41833	0,960	-1,5030	1,9030
	4	0,0000	0,41833	1,000	-1,7030	1,7030
3	1	-0,6000	0,41833	0,543	-2,3030	1,1030
	2	-0,2000	0,41833	0,960	-1,9030	1,5030
	4	-0,2000	0,41833	0,960	-1,9030	1,5030
4	1	-0,4000	0,41833	0,780	-2,1030	1,3030
	2	0,0000	0,41833	1,000	-1,7030	1,7030
	3	0,2000	0,41833	0,960	-1,5030	1,9030

Gözlenen ortalamalara bağlı olarak

Kareler ortalaması(Hata) = 0,175.

Çizelge C.9: Çiğnenebilirlik için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	181,350 ^a	4	45,337	18,099	0,008
sitrik asit	0,375	1	0,375	0,150	0,719
Eritmetuzu	12,039	1	12,039	4,806	0,093
sitrik asit* eritme tuzu	3,661	1	3,661	1,462	0,293
Hata	10,020	4	2,505		
Toplam	191,370	8			

a. $R^2 = 0,948$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,895$)

Çizelge C.10: Deneme testlerinde kullanılan formüllerin
çığnenebilirlik üzerine etkilerinin belirlenmesi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	179,115 ^a	4	44,779	17,885	0,008
formül	179,115	4	44,779	17,885	0,008
Hata	10,015	4	2,504		
Toplam	189,130	8			

a. $R^2 = 0,947$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,894$)

Çoklu karşılaştırma

çığnenebilirlik

Tukey HSD

(I) formül	(J) formül	Ortalama farkı (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
1	2	1,8000	1,58232	0,690	-4,6414	8,2414
	3	3,8000	1,58232	0,218	-2,6414	10,2414
	4	2,9500	1,58232	0,367	-3,4914	9,3914
2	1	-1,8000	1,58232	0,690	-8,2414	4,6414
	3	2,0000	1,58232	0,626	-4,4414	8,4414
	4	1,1500	1,58232	0,882	-5,2914	7,5914
3	1	-3,8000	1,58232	0,218	-10,2414	2,6414
	2	-2,0000	1,58232	0,626	-8,4414	4,4414
	4	-0,8500	1,58232	0,945	-7,2914	5,5914
4	1	-2,9500	1,58232	0,367	-9,3914	3,4914
	2	-1,1500	1,58232	0,882	-7,5914	5,2914
	3	0,8500	1,58232	0,945	-5,5914	7,2914

Gözlenen ortalamalara bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 2,504.

EK D PEYNIRBENZERİ ÜRÜNDE DEPOLAMA SÜRESİNCE MEYDANA GELEN YAPISAL DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ

Çizelge D.1: Depolanan örneklerdeki eriyebilirlik değişimleri için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	250,000 ^a	8	31,250	125,000	0,000
formül	90,250	1	90,250	361,000	0,000
zaman	1,250	3	0,417	1,667	0,250
formül * zaman	2,250	3	0,750	3,000	0,095
Hata	2,000	8	0,250		
Toplam	252,000	16			

Çizelge D.2: Formül 1 ile üretilen örneğin eriyebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	5,000 ^a	4	1,250	5,000	0,074
zaman	5,000	4	1,250	5,000	0,074
Hata	1,000	4	0,250		
Toplam	6,000	8			

a. $R^2 = 0,833$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,667$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Eriyebilirlik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	0,50	0,500	0,759	-1,54	2,54
		60	0,50	0,500	0,759	-1,54	2,54
		90	0,00	0,500	1,000	-2,04	2,04
	30	1	-0,50	0,500	0,759	-2,54	1,54
		60	0,00	0,500	1,000	-2,04	2,04
		90	-0,50	0,500	0,759	-2,54	1,54
	60	1	-0,50	0,500	0,759	-2,54	1,54
		30	0,00	0,500	1,000	-2,04	2,04
		90	-0,50	0,500	0,759	-2,54	1,54
	90	1	0,00	0,500	1,000	-2,04	2,04
		30	0,50	0,500	0,759	-1,54	2,54
		60	0,50	0,500	0,759	-1,54	2,54

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 0,250.

Çizelge D.3: Formül 4 ile üretilen örneğin eriyebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	245,000 ^a	4	61,250	245,000	0,000
zaman	245,000	4	61,250	245,000	0,000
Hata	1,000	4	0,250		
Toplam	246,000	8			

a. $R^2 = 0,996$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,992$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Eriyebilirlik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-1,50	0,500	0,124	-3,54	0,54
		60	-1,00	0,500	0,322	-3,04	1,04
		90	-1,50	0,500	0,124	-3,54	0,54
	30	1	1,50	0,500	0,124	-,54	3,54
		60	0,50	0,500	0,759	-1,54	2,54
		90	0,00	0,500	1,000	-2,04	2,04
	60	1	1,00	0,500	0,322	-1,04	3,04
		30	-0,50	0,500	0,759	-2,54	1,54
		90	-0,50	0,500	0,759	-2,54	1,54
	90	1	1,50	0,500	0,124	-,54	3,54
		30	0,00	0,500	1,000	-2,04	2,04
		60	0,50	0,500	0,759	-1,54	2,54

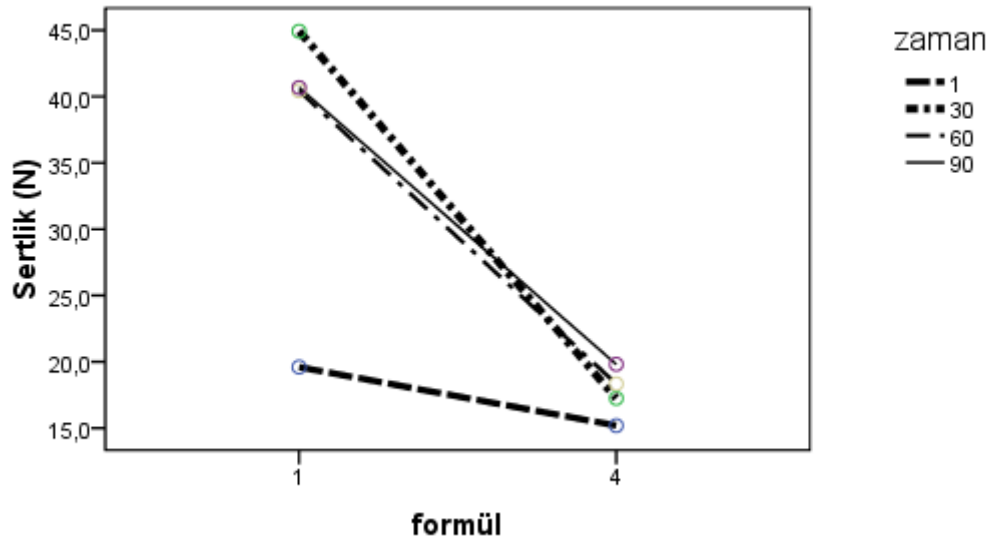
Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 0,250.

Çizelge D.4: Depolanan örneklerdeki sertlik değişimi için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	13896,790 ^a	8	1737,099	136,908	0,000
Formül	1407,431	1	1407,431	110,926	0,000
Zaman	500,427	3	166,809	13,147	0,002
formül * zaman	300,997	3	100,332	7,908	0,009
Hata	101,504	8	12,688		
Toplam	13998,294	16			

a. $R^2 = 0,993$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,985$)



Şekil D.1: Peynir benzeri ürünlerde sertlik üzerine formül-zaman etkisi interaksiyon grafiği

Çizelge D.5: Formül 1 ile üretilen örneğin sertliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P.
Model	11382,287 ^a	4	2845,572	189,625	0,000
zaman	11382,287	4	2845,572	189,625	0,000
Hata	60,025	4	15,006		
Toplam	11442,312	8			

a. $R^2 = ,995$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,990$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Sertlik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven Aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-25,324 [*]	3,8738	0,010	-41,093	-9,554
		60	-20,826 [*]	3,8738	0,020	-36,596	-5,056
		90	-21,075 [*]	3,8738	0,019	-36,845	-5,305
	30	1	25,324 [*]	3,8738	0,010	9,554	41,093
		60	4,497	3,8738	0,678	-11,272	20,267
		90	4,248	3,8738	0,710	-11,521	20,018
	60	1	20,826 [*]	3,8738	0,020	5,056	36,596
		30	-4,497	3,8738	0,678	-20,267	11,272
		90	-0,249	3,8738	1,000	-16,019	15,521
	90	1	21,075 [*]	3,8738	0,019	5,305	36,845
		30	-4,248	3,8738	0,710	-20,018	11,521
		60	0,249	3,8738	1,000	-15,521	16,019

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata)= 15,006.

*. Ortalama farklılık 0,05 düzeyinde önemli.

Çizelge D.6: Formül 4 ile üretilen örneğin sertliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	2514,503 ^a	4	628,626	60,621	0,001
zaman	2514,503	4	628,626	60,621	0,001
Hata	41,479	4	10,370		
Toplam	2555,982	8			

a. $R^2 = ,984$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,968$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Sertlik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-2,056	3,2202	0,914	-15,165	11,054
		60	-3,144	3,2202	0,770	-16,253	9,965
		90	-4,617	3,2202	0,544	-17,727	8,492
	30	1	2,056	3,2202	0,914	-11,054	15,165
		60	-1,088	3,2202	0,985	-14,198	12,021
		90	-2,562	3,2202	0,854	-15,671	10,547
	60	1	3,144	3,2202	0,770	-9,965	16,253
		30	1,088	3,2202	0,985	-12,021	14,198
		90	-1,473	3,2202	0,965	-14,583	11,636
	90	1	4,617	3,2202	0,544	-8,492	17,727
		30	2,562	3,2202	0,854	-10,547	15,671
		60	1,473	3,2202	0,965	-11,636	14,583

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 10,370.

Çizelge D.7: Depolanan örneklerdeki iç yapışkanlık değişimleri için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	,028 ^a	8	0,003	31,183	0,000
formül	0,000	1	0,000	1,091	0,327
zaman	0,005	3	0,002	15,938	0,001
formül * zaman	0,001	3	0,000	1,887	0,210
Hata	0,001	8	0,000		
Toplam	0,029	16			

Çizelge D.8: Formül 1 ile üretilen örneğin iç yapışkanlığının zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	0,014 ^a	4	0,003	41,937	0,002
zaman	0,014	4	0,003	41,937	0,002
Hata	0,000	4	8,325E-5		
Toplam	0,014	8			

a. $R^2 = ,977$ (Düzeltilmiş $R^2 = ,953$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: İç yapışkanlık

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınıır	Üst sınıır
Tukey HSD	1	30	0,05550*	0,009124	0,013	0,01836	0,09264
		60	0,05800*	0,009124	0,011	0,02086	0,09514
		90	0,05450*	0,009124	0,013	0,01736	0,09164
	30	1	-0,05550*	0,009124	0,013	-0,09264	-0,01836
		60	0,00250	0,009124	0,992	-0,03464	0,03964
		90	-0,00100	0,009124	0,999	-0,03814	0,03614
	60	1	-0,05800*	0,009124	0,011	-0,09514	-0,02086
		30	-0,00250	0,009124	0,992	-0,03964	0,03464
		90	-0,00350	0,009124	0,978	-0,04064	0,03364
	90	1	-0,05450*	0,009124	0,013	-0,09164	-0,01736
		30	0,00100	0,009124	0,999	-0,03614	0,03814
		60	0,00350	0,009124	0,978	-0,03364	0,04064

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 8,33E-005.

*. Ortalama farklılık 0,05 düzeyinde önemli .

Çizelge D.9: Formül 4 ile üretilen örneğin iç yapışkanlığının zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P.
Model	0,014 ^a	4	0,003	24,718	0,004
zaman	0,014	4	0,003	24,718	0,004
Hata	0,001	4	0,000		
Toplam	0,014	8			

a. $R^2 = 0,961$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,922$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: İç yapışkanlık

	(I) zaman (gün)	(J) zaman (gün)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	0,03100	0,011769	0,175	-0,01691	0,07891
		60	0,02500	0,011769	0,286	-0,02291	0,07291
		90	0,02800	0,011769	0,223	-0,01991	0,07591
	30	1	-0,03100	0,011769	0,175	-0,07891	0,01691
		60	-0,00600	0,011769	0,952	-0,05391	0,04191
		90	-0,00300	0,011769	0,993	-0,05091	0,04491
	60	1	-0,02500	0,011769	0,286	-0,07291	0,02291
		30	0,00600	0,011769	0,952	-0,04191	0,05391
		90	0,00300	0,011769	0,993	-0,04491	0,05091
	90	1	-0,02800	0,011769	0,223	-0,07591	0,01991
		30	0,00300	0,011769	0,993	-0,04491	0,05091
		60	-0,00300	0,011769	0,993	-0,05091	0,04491

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) =0, 000.

Çizelge D.10: Depolanan örneklerdeki esneklik değişimleri için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	84,451 ^a	8	10,556	82,789	0,000
formül	1,906	1	1,906	14,952	0,005
zaman	1,878	3	0,626	4,910	0,032
formül * zaman	1,006	3	0,335	2,630	0,122
Hata	1,020	8	0,128		
Toplam	85,471	16			

a. $R^2 = 0,988$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,976$)

Çizelge D.11: Formül 1 ile üretilen örneğin esnekliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	54,176 ^a	4	13,544	88,508	0,000
zaman	54,176	4	13,544	88,508	0,000
Hata	0,612	4	0,153		
Toplam	54,788	8			

a. $R^2 = 0,989$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,978$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Esneklik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-0,137	0,3912	0,983	-1,729	1,455
		60	0,785	0,3912	0,319	-0,807	2,378
		90	0,443	0,3912	0,692	-1,149	2,036
	30	1	0,137	0,3912	0,983	-1,455	1,729
		60	0,923	0,3912	0,228	-0,670	2,515
		90	0,581	0,3912	0,520	-1,012	2,173
	60	1	-0,785	0,3912	0,319	-2,378	0,807
		30	-0,923	0,3912	0,228	-2,515	0,670
		90	-0,342	0,3912	0,819	-1,934	1,250
	90	1	-0,443	0,3912	0,692	-2,036	1,149
		30	-0,581	0,3912	0,520	-2,173	1,012
		60	0,342	0,3912	0,819	-1,250	1,934

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) =0 ,153.

Çizelge D.12: Formül 4 ile üretilen örneğin esnekliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	30,275 ^a	4	7,569	74,208	0,001
zaman	30,275	4	7,569	74,208	0,001
Hata	0,408	4	0,102		
Toplam	30,683	8			

a. $R^2 = 0,987$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,973$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Esneklik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	1,181	0,3194	0,068	-0,119	2,482
		60	1,011	0,3194	0,107	-,289	2,311
		90	1,081	0,3194	0,088	-,219	2,381
	30	1	-1,181	0,3194	0,068	-2,482	0,119
		60	-0,170	0,3194	0,946	-1,471	1,130
		90	-0,100	0,3194	0,988	-1,401	1,200
	60	1	-1,011	0,3194	0,107	-2,311	0,289
		30	0,170	0,3194	0,946	-1,130	1,471
		90	0,070	0,3194	0,996	-1,230	1,370
	90	1	-1,081	0,3194	0,088	-2,381	0,219
		30	0,100	0,3194	0,988	-1,200	1,401
		60	-0,070	0,3194	0,996	-1,370	1,230

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 0,102.

Çizelge D.13: Depolanan örneklerdeki çığnenebilirlik değişimleri için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	86,518 ^a	8	10,815	13,258	0,001
formül	5,972	1	5,972	7,321	0,027
zaman	10,095	3	3,365	4,125	0,048
formül * zaman	1,515	3	0,505	0,619	0,622
Hata	6,526	8	0,816		
Toplam	93,044	16			

a. $R^2 = 0,930$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,860$)

Çizelge D.14: Formül 1 ile üretilen örneğin çığnenebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	62,892 ^a	4	15,723	27,691	0,004
zaman	62,892	4	15,723	27,691	0,004
Hata	2,271	4	0,568		
Toplam	65,163	8			

a. $R^2 = 0,965$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,930$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Çığnenebilirlik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	1,642	0,7535	0,271	-1,425	4,709
		60	3,164*	0,7535	0,045	0,096	6,231
		90	2,108	0,7535	0,150	-0,959	5,175
	30	1	-1,642	0,7535	0,271	-4,709	1,425
		60	1,522	0,7535	0,316	-1,546	4,589
		90	0,466	0,7535	0,921	-2,601	3,533
	60	1	-3,164*	0,7535	0,045	-6,231	-0,096
		30	-1,522	0,7535	0,316	-4,589	1,546
		90	-1,055	0,7535	0,559	-4,123	2,012
	90	1	-2,108	0,7535	0,150	-5,175	0,959
		30	-0,466	0,7535	0,921	-3,533	2,601
		60	1,055	0,7535	0,559	-2,012	4,123

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata)= 0,568.

*. Ortalama farklılık 0,05 düzeyinde önemli.

Çizelge D.15: Formül 4 ile üretilen örneğin çığnenebilirliğinin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	20,873 ^a	4	5,218	7,110	0,042
zaman	20,873	4	5,218	7,110	0,042
Hata	2,936	4	0,734		
Toplam	23,808	8			

a. $R^2 = 0,877$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,753$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: Çığnenebilirlik

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	1,774	0,8567	0,301	-1,713	5,262
		60	1,236	0,8567	0,539	-2,251	4,723
		90	1,518	0,8567	0,400	-1,969	5,006
	30	1	-1,774	0,8567	0,301	-5,262	1,713
		60	-0,538	0,8567	0,918	-4,026	2,949
		90	-0,256	0,8567	0,989	-3,743	3,231
	60	1	-1,236	0,8567	0,539	-4,723	2,251
		30	0,538	0,8567	0,918	-2,949	4,026
		90	0,282	0,8567	0,986	-3,205	3,770
	90	1	-1,518	0,8567	0,400	-5,006	1,969
		30	0,256	0,8567	0,989	-3,231	3,743
		60	-0,282	0,8567	0,986	-3,770	3,205

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata)= 0,734.

EK E DUYUSAL ANALİZ TESTLERİ

Çizelge E.1: Formül 4 ile üretilen örneğin tat değerleri için kontrol ile Wilcoxon T-Testi

Dereceler				
		N	Ortalama derece	Derece toplamları
Kontrol_örnek –	Negatif Dereceler	0 ^a	0,00	0,00
kontrol_kontrol	Pozitif Dereceler	10 ^b	5,50	55,00
	Eşit olanlar	2 ^c		
	Toplam	12		

a. kontrolörnek < kontrolkontrol

b.kontrolörnek > kontrolkontrol

c. kontrolörnek = kontrolkontrol

Test istatistikleri ^b	
	Kontrol_örnek – kontrol_kontrol
Z	-2,844 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,004

a. Negatif derecelere bağlı olarak.

b. Wilcoxon T Testi

Çizelge E.2: Formül 1 ile üretilen örneğin tat değerleri için kontrol ile Wilcoxon T-Testi

Dereceler				
		N	Ortalama derece	Dereceler toplamı
Kontrol_örnek – kontrol_kontrol	Negative Dereceler	0 ^a	0,00	0,00
	Positive Dereceler	12 ^b	6,50	78,00
	Eşit olanlar	0 ^c		
	Toplam	12		

a. kontrolörnek < kontrolkontrol

b. kontrolörnek > kontrolkontrol

c. kontrolörnek = kontrolkontrol

Test İstatistikleri ^b	
	kontrolörnek – kontrolkontrol
Z	-3,078 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,002

a. Negatif derecelere bağlı olarak.

b. Wilcoxon T Testi

Çizelge E.3: Formül 4 ile üretilen örneğin yapı değerleri için kontrol ile Wilcoxon T Testi

Dereceler		N	Ortalama derece	Derece toplamları
Kontrol_örnek – kontrol_kontrol	Negatif Dereceler	0 ^a	0,00	0,00
	Pozitif Dereceler	12 ^b	6,50	78,00
	Eşit olan dereceler	2 ^c		
	Toplam	14		

a.kontrolörnek < kontrolkontrol

b. kontrolörnek > kontrolkontrol

c. kontrolörnek = kontrolkontrol

Test İstatistikleri ^b	
	Kontrol_örnek – kontrol_kontrol
Z	-3,097 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,002

a. Negatif derecelere bağlı olarak.

b. Wilcoxon T Testi

Çizelge E.4: Formül1 ile üretilen örneğin yapı değerleri için kontrol ile Wilcoxon Testi

Dereceler				
		N	Ortalama derece	Derece toplamları
Kontrol_örnek – kontrol_kontrol	Negatif Dereceler	0 ^a	0,00	0,00
	Pozitif Dereceler	20 ^b	10,50	210,00
	Eşit olanlar	0 ^c		
	Toplam	20		

a. kontrolörnek < kontrolkontrol

b. kontrolörnek > kontrolkontrol

c. kontrolörnek = kontrolkontrol

Test İstatistikleri ^b	
	Kontrol_örnek – kontrol_kontrol
Z	-3,992 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

a. Negatif derecelere bağlı olarak.

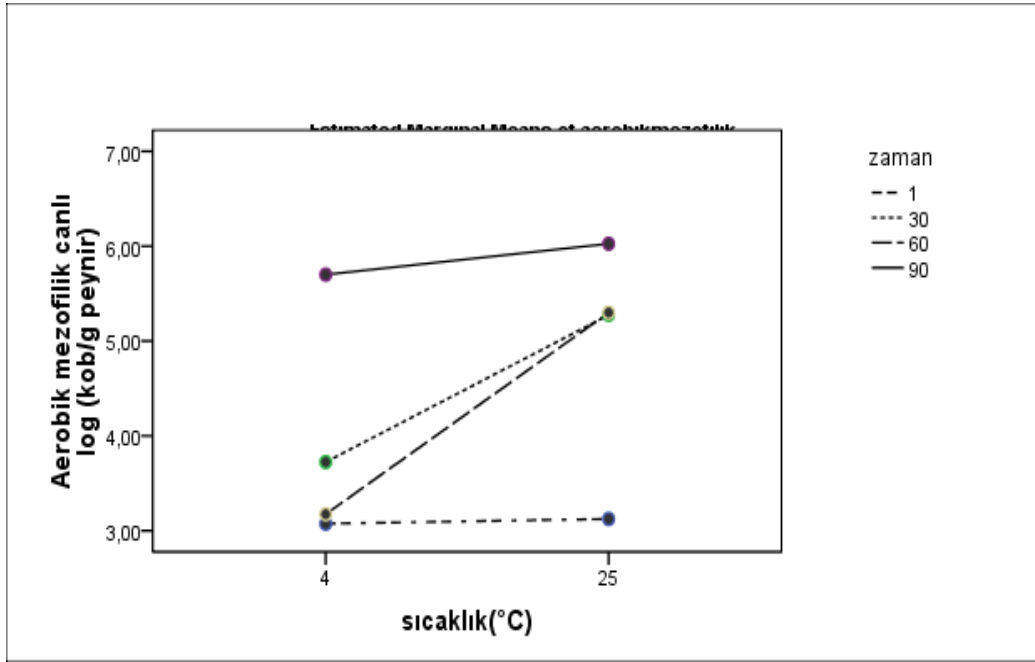
b. Wilcoxon T Testi

EK F MİKROBİYOLOJİK SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL ANALİZLERİ

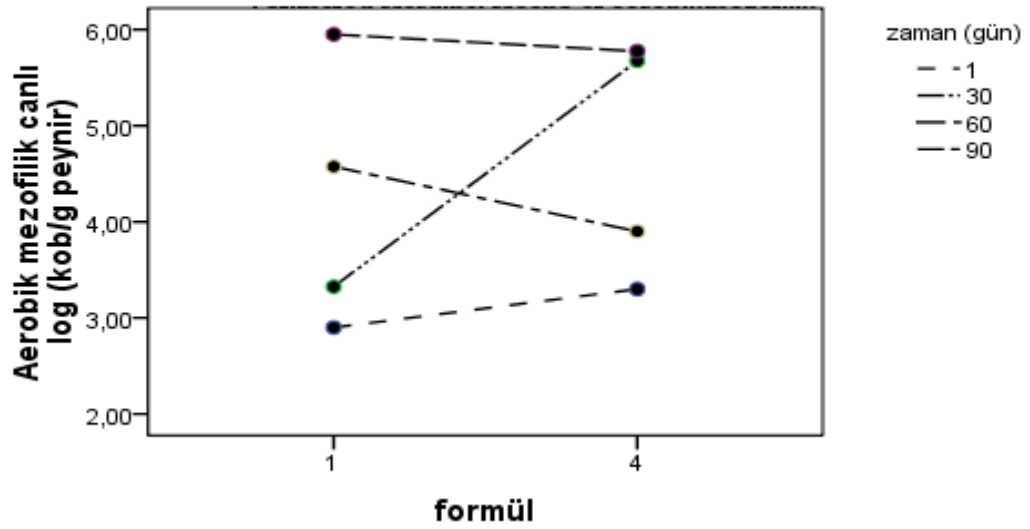
Çizelge F.1: Depolanan örneklerdeki aerobik mezofilik bakteri sayımlarındaki değişimler için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	649,180 ^a	16	40,574	176,408	0,000
formül	1,699	1	1,699	7,386	0,016
zaman	30,893	3	10,298	44,773	0,000
sıcaklık	7,719	1	7,719	33,560	0,000
formül * zaman	9,052	3	3,017	13,119	0,000
formül * sıcaklık	0,011	1	0,011	0,046	0,833
zaman * sıcaklık	5,730	3	1,910	8,304	0,002
formül * zaman * sıcaklık	2,277	3	0,759	3,300	0,049
Hata	3,450	15	0,230		
Toplam	652,630	31			

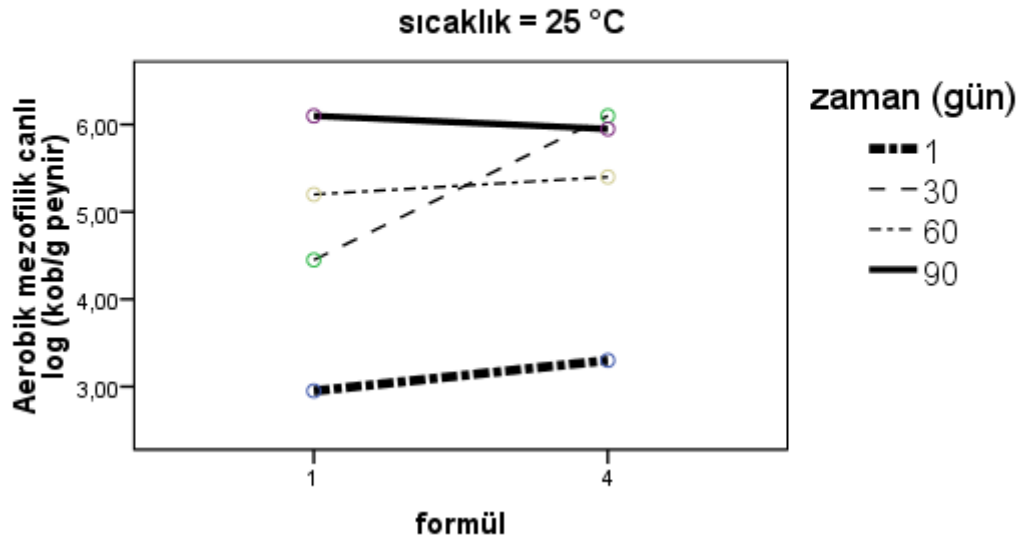
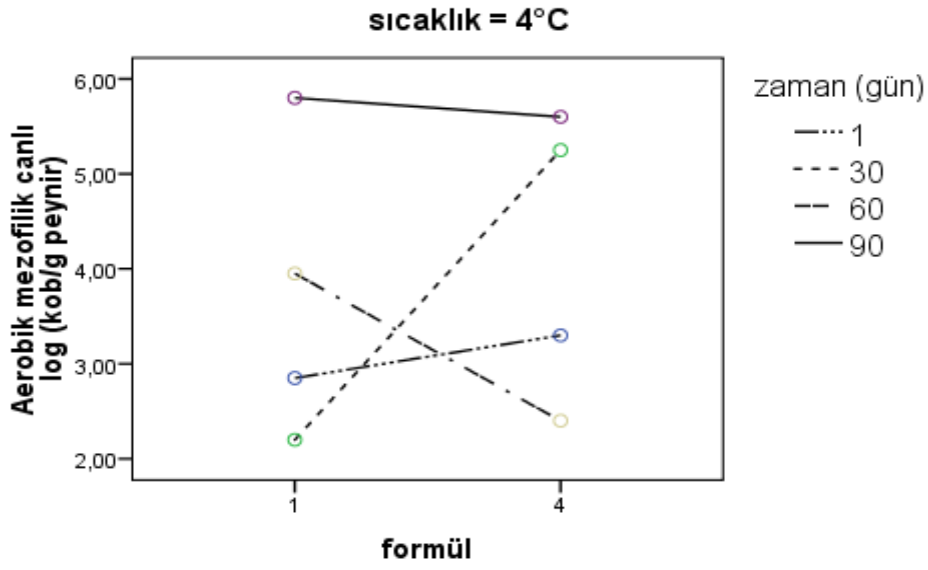
a. $R^2 = 0,995$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,989$)



Şekil F.1: Aerobik mezofilik bakteri analizinde zaman-sıcaklık interaksiyon grafiği



Şekil F.2: Aerobik mezofilik bakteri analizinde formül-zaman interaksiyon grafiği



Şekil F.3: Aerobik mezofilik bakteri analizinde formül-zaman-sıcaklık interaksiyon grafikleri

Çizelge F.2: Formül 1 ile üretilen ve 4°C’de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımlarındaki değişimin zamana karşı değişimi için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	96,750 ^a	4	24,188	8,305	0,032
zaman	96,750	4	24,187	8,305	0,032
Hata	11,650	4	2,912		
Toplam	108,400	8			

a. $R^2 = 0,893$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,785$)

Çoklu karşılaştırma

aerobik_mezofilik bakteri

Tukey HSD

(I) zaman	(J) zaman	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
1	30	0,0500	1,70660	1,000	-6,8973	6,9973
	60	-1,1000	1,70660	0,912	-8,0473	5,8473
	90	-1,2500	1,70660	0,880	-8,1973	5,6973
30	1	-0,0500	1,70660	1,000	-6,9973	6,8973
	60	-1,1500	1,70660	0,902	-8,0973	5,7973
	90	-1,3000	1,70660	0,868	-8,2473	5,6473
60	1	1,1000	1,70660	0,912	-5,8473	8,0473
	30	1,1500	1,70660	0,902	-5,7973	8,0973
	90	-0,1500	1,70660	1,000	-7,0973	6,7973
90	1	1,2500	1,70660	0,880	-5,6973	8,1973
	30	1,3000	1,70660	0,868	-5,6473	8,2473
	60	,1500	1,70660	1,000	-6,7973	7,0973

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 2,913.

Çizelge F.3: Formül 4 ile üretilen ve 4°C’de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımlarının zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	151,145 ^a	4	37,786	1,209E3	0,000
zaman	151,145	4	37,786	1,209E3	0,000
Hata	0,125	4	0,031		
Toplam	151,270	8			

a. R² = 0,999 (Düzeltilmiş R² =0,998)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken :aerobic_mezofilik bakteri

	(I)	(J)	Ortalama farkı (I-J)	Std. hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-1,9500*	0,17678	0,001	-2,6696	-1,2304
		60	0,9000*	0,17678	0,024	0,1804	1,6196
		90	-2,3000*	0,17678	0,001	-3,0196	-1,5804
	30	1	1,9500*	0,17678	0,001	1,2304	2,6696
		60	2,8500*	0,17678	0,000	2,1304	3,5696
		90	-0,3500	0,17678	0,328	-1,0696	0,3696
	60	1	-0,9000*	0,17678	0,024	-1,6196	-0,1804
		30	-2,8500*	0,17678	0,000	-3,5696	-2,1304
		90	-3,2000*	0,17678	0,000	-3,9196	-2,4804
	90	1	2,3000*	0,17678	0,001	1,5804	3,0196
		30	0,3500	0,17678	0,328	-0,3696	1,0696
		60	3,2000*	0,17678	0,000	2,4804	3,9196

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata)=0 ,031.

*. Ortalama farklılık 0, 05 düzeyinde önemli.

Çizelge F.4: Formül 1 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	185,510 ^a	4	46,378	124,503	0,000
zaman	185,510	4	46,377	124,503	0,000
Hata	1,490	4	0,373		
Toplam	187,000	8			

a. $R^2 = 0,992$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,984$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken:aerobik_mezofilik bakteri

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-1,5000	0,61033	0,207	-3,9846	0,9846
		60	-2,2500	0,61033	0,068	-4,7346	0,2346
		90	-3,1500*	0,61033	0,023	-5,6346	-0,6654
	30	1	1,5000	0,61033	0,207	-0,9846	3,9846
		60	-0,7500	0,61033	0,644	-3,2346	1,7346
		90	-1,6500	0,61033	0,164	-4,1346	0,8346
	60	1	2,2500	0,61033	0,068	-0,2346	4,7346
		30	0,7500	0,61033	0,644	-1,7346	3,2346
		90	-0,9000	0,61033	0,525	-3,3846	1,5846
	90	1	3,1500*	0,61033	0,023	0,6654	5,6346
		30	1,6500	0,61033	0,164	-0,8346	4,1346
		60	0,9000	0,61033	0,525	-1,5846	3,3846

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata)=0 ,373.

*. Ortalama farklılık 0,05 düzeyinde önemli.

Çizelge F.5: Formül 4 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F	Sig.
Model	232,516 ^a	4	58,129	965,198	0,000
zaman	232,516	4	58,129	965,198	0,000
Hata	0,241	4	0,060		
Toplam	232,757	8			

a. $R^2 = 0,999$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,998$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken:aerobik_mezofilik bakteri

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-3,1300	0,24541	0,001	-4,1290	-2,1310
		60	-2,0750	0,24541	0,004	-3,0740	-1,0760
		90	-2,6450	0,24541	0,001	-3,6440	-1,6460
	30	1	3,1300	0,24541	0,001	2,1310	4,1290
		60	1,0550	0,24541	0,042	0,0560	2,0540
		90	0,4850	0,24541	0,329	-0,5140	1,4840
	60	1	2,0750	0,24541	0,004	1,0760	3,0740
		30	-1,0550	0,24541	0,042	-2,0540	-0,560
		90	-0,5700	0,24541	0,236	-1,5690	0,4290
	90	1	2,6450*	0,24541	0,001	1,6460	3,6440
		30	0,4850	0,24541	0,329	-1,4840	0,5140
		60	0,5700	0,24541	0,236	-0,4290	1,5690

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

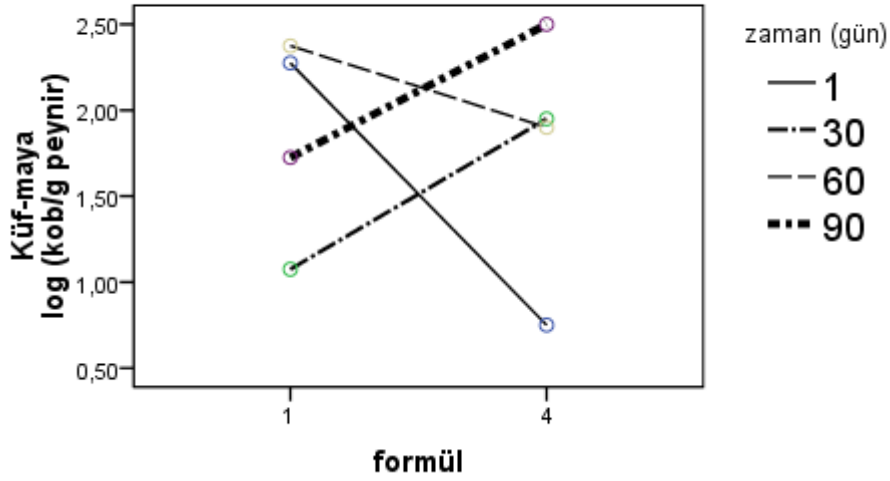
Kareler ortalaması (Hata) = 0,321.

*. Ortalama farklılık 0,05 düzeyinde önemli.

Çizelge F.6: Depolanan örneklerdeki küf ve maya sayılarındaki değişimler için varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	129,930 ^a	16	8,121	10,915	0,000
Formül	0,058	1	0,058	0,077	0,785
Zaman	2,846	3	0,949	1,275	0,319
Sıcaklık	5,440	1	5,440	7,312	0,016
formül * zaman	7,384	3	2,461	3,308	0,049
formül * sıcaklık	1,525	1	1,525	2,049	0,173
zaman * sıcaklık	5,070	3	1,690	2,272	0,122
formül * zaman * sıcaklık	2,923	3	0,974	1,309	0,308
Hata	11,160	15	0,744		
Toplam	141,090	31			

a. $R^2 = 0,921$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,837$)



Şekil F.4: Küf-maya analizi için formül zaman interaksiyon grafiği

Çizelge F.7: Formül 1 ile üretilen ve 4°C de depolanan örneğin küf ve maya sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	34,890 ^a	4	8,723	7,912	0,035
zaman	34,890	4	8,722	7,912	0,035
Hata	4,410	4	1,103		
Toplam	39,300	8			

a. $R^2 = 0,888$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,776$)

Çoklu karşılaştırma

küf_maya

Tukey HSD

(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. hata	P	95% Güven aralığı	
					Alt sınır	Üst sınır
1	30	1,4500	1,05000	0,402	-2,8244	5,7244
	60	-0,8000	1,05000	0,715	-5,0744	3,4744
	90	0,9500	1,05000	0,923	-3,3244	5,2244
30	1	-1,4500	1,05000	0,402	-5,7244	2,8244
	60	-2,2500	1,05000	0,142	-6,5244	2,0244
	90	-0,5000	1,05000	0,681	-4,7744	3,7744
60	1	0,8000	1,05000	0,715	-3,4744	5,0744
	30	2,2500	1,05000	0,142	-2,0244	6,5244
	90	1,7500	1,05000	0,428	-2,5244	6,0244
90	1	-0,9500	1,05000	0,923	-5,2244	3,3244
	30	0,5000	1,05000	0,681	-3,7744	4,7744
	60	-1,7500	1,05000	0,428	-6,0244	2,5244

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 1,103.

Çizelge F.8: Formül 4 ile üretilen ve 4°C de depolanan örneğin küf ve maya sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P.
Model	59,200 ^a	4	14,800	8,757	0,029
zaman	59,200	4	14,800	8,757	0,029
Hata	6,760	4	1,690		
Toplam	65,960	8			

a. $R^2 = 0,898$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,795$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: küf_maya

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-2,4000	1,30000	0,001	-7,6921	2,8921
		60	-2,8000	1,30000	0,001	-8,0921	2,4921
		90	-4,0000	1,30000	0,003	-9,2921	1,2921
	30	1	2,4000	1,30000	0,001	-2,8921	7,6921
		60	-0,4000	1,30000	0,890	-5,6921	4,8921
		90	-1,6000	1,30000	0,044	-6,8921	3,6921
	60	1	2,8000	1,30000	0,001	-2,4921	8,0921
		30	0,4000	1,30000	0,890	-4,8921	5,6921
		90	-1,2000	1,30000	0,078	-6,4921	4,0921
	90	1	4,0000	1,30000	0,003	-1,2921	9,2921
		30	1,6000	1,30000	0,044	-3,6921	6,8921
		60	1,2000	1,30000	0,078	-4,0921	6,4921

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 1,690.

Çizelge F.9: Formül 1 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin küf ve maya sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	23,335 ^a	4	5,834	13,450	0,014
zaman	23,335	4	5,834	13,450	0,014
Hata	1,735	4	0,434		
Toplam	25,070	8			

a. $R^2 = 0,931$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,862$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken :küf_maya

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	1,1000	0,65860	0,440	-1,5811	3,7811
		60	0,6000	0,65860	0,802	-2,0811	3,2811
		90	0,6500	0,65860	0,765	-2,0311	3,3311
	30	1	-1,1000	0,65860	0,440	-3,7811	1,5811
		60	-0,5000	0,65860	0,869	-3,1811	2,1811
		90	-0,4500	0,65860	0,899	-3,1311	2,2311
	60	1	-0,6000	0,65860	0,802	-3,2811	2,0811
		30	0,5000	0,65860	0,869	-2,1811	3,1811
		90	0,0500	0,65860	1,000	-2,6311	2,7311
	90	1	-0,6500	0,65860	0,765	-3,3311	2,0311
		30	0,4500	0,65860	0,899	-2,2311	3,1311
		60	-0,0500	0,65860	1,000	-2,7311	2,6311

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) =0,434.

Çizelge F.10: Formül 4 ile üretilen ve 25°C de depolanan örneğin aerobik mezofilik bakteri sayımındaki değişimlerin zamana karşı değişimi varyans analizi

Kaynak	KT	SD	KO	F ₀	P
Model	9,125 ^a	4	2,281	73,000	0,001
zaman	9,125	4	2,281	73,000	0,001
Hata	0,125	4	0,031		
Toplam	9,250	8			

a. $R^2 = 0,986$ (Düzeltilmiş $R^2 = 0,973$)

Çoklu karşılaştırma

Bağımlı değişken: küf_maya

	(I)	(J)	Ortalama farklılık (I-J)	Std. Hata	P	95% Güven aralığı	
						Alt sınır	Üst sınır
Tukey HSD	1	30	-,2500	,17678	0,553	-,9696	,4696
		60	,0000	,17678	1,000	-,7196	,7196
		90	,0000	,17678	1,000	-,7196	,7196
	30	1	,2500	,17678	0,553	-,4696	,9696
		60	,2500	,17678	0,553	-,4696	,9696
		90	,2500	,17678	0,553	-,4696	,9696
	60	1	,0000	,17678	1,000	-,7196	,7196
		30	-,2500	,17678	0,553	-,9696	,4696
		90	,0000	,17678	1,000	-,7196	,7196
	90	1	,0000	,17678	1,000	-,7196	,7196
		30	-,2500	,17678	0,553	-,9696	,4696
		60	,0000	,17678	1,000	-,7196	,7196

Gözlem ortalamalarına bağlı olarak.

Kareler ortalaması (Hata) = 0,031.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Emir Beykont

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul/Şişli- 04/10/1985

Adres: Suadiye Mahallesi Bağdat Caddesi Çınarlı Sokak
Hiram Apartmanı 5/2 Kadıköy-İSTANBUL

Lisans Üniversite: Uludağ Üniversitesi
Ziraat Fakültesi
Gıda Mühendisliği Bölümü